

## 4. Sachstandsbericht (AR4) des IPCC (2007) über Klimaänderungen

### Teil III - Verminderung des Klimawandels

#### Kurzzusammenfassung

04. Mai 2007

Der Bericht der Arbeitsgruppe III des IPCC ist der dritte und letzte Teilband des 4. Sachstandsberichts (AR4). Er konzentriert sich auf Maßnahmen gegen den Klimawandel und beleuchtet mögliche Emissionsminderungs-Optionen für Treibhausgase (THG) unter wissenschaftlichen, technischen, umweltbezogenen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekten. Insgesamt haben sich seit dem 3. Sachstandsbericht (TAR) 2001 die wissenschaftlichen Methoden zur Abschätzung von THG-Minderungspotenzialen wesentlich verbessert, insbesondere in regionaler und sektoraler Hinsicht. Im Vergleich zum TAR

- betont AR4 die Dringlichkeit eines wirksamen Klimaschutzes;
- verweist auf das verbleibende schmale Zeitfenster von zwei Dekaden, um eine durchschnittliche Temperaturerhöhung auf 2°C gegenüber vorindustrieller Zeit zu begrenzen (EU 2°C-Ziel);
- untersucht AR4 auch Szenarien mit niedrigen THG-Emissionen, mit denen das 2°C-Ziel erreicht werden könnte.
- zeigt AR4, wie mit bekannten Technologien (z.B. erneuerbaren Energien) die THG-Emissionen verringert werden können, sofern geeignete Anreize geschaffen und die Investitionen in Forschung und Entwicklung erhöht werden;
- berücksichtigt AR4 bei Stabilisierungs-Szenarien nicht nur Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), sondern die wichtigsten THG analog zum Kyoto-Protokoll;
- liegen die AR4-Kostenabschätzungen zur Umsetzung von THG-Senkungen insgesamt niedriger als im TAR.

### 1. Globale THG-Emissionstrends

Zwischen 1970 und 2004 sind die globalen THG-Emissionen um 70%, zwischen 1990 und 2004 um 24% gestiegen. Der Ausstoß von CO<sub>2</sub>, das quantitativ bedeutendste THG, stieg von 1970 bis 2004 um 80% (1990 bis 2004: 28%). Durch eine Reihe von politischen Maßnahmen, umgesetzte Nachhaltigkeits-Projekte und eine Abnahme der Energieintensität bei Produktion und Verbrauch konnten an vielen Stellen THG-Emissionen vermieden werden. Insgesamt reichte dies aber nicht aus, um den globalen Emissionstrend umzukehren.

Die Industrienationen (UNFCCC Annex I Länder) verursachten 2004 mit einem Anteil von 20% an der Weltbevölkerung 46% der globalen THG-Emission, obwohl ihre Volkswirtschaften eine geringere Energie-Intensität bezogen auf das BIP aufweisen als die der Nicht-Annex-I-Länder.

Die Forscher gehen davon aus, dass ohne weitere Klimaschutzmaßnahmen fossile Brennstoffe bis mindestens 2030 als Energiequelle vorherrschen werden. Unter dieser Voraussetzung werden die weltweiten THG-Emissionen bis 2030 (gegenüber 2000) je nach Szenario um 25 bis 90% und bis 2100 um bis zu 270% ansteigen. Zwei Drittel bis drei Viertel dieses Anstiegs würden aus Entwicklungsländern stammen. Dennoch bleiben die Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen in Entwicklungsländern erheblich niedriger (2,8 bis 5,1 t CO<sub>2</sub>/Kopf) als in Industrienationen (9,6 bis 15,1 t CO<sub>2</sub>/Kopf).

## 2. Emissions-Reduktion bis 2030 – Potenziale und Kosten

- Es bestehen signifikante ökonomische Potenziale für Emissions-Reduktionen in allen Sektoren für die nächsten beiden Jahrzehnte. Faustregel: Je höher der CO<sub>2</sub>-Preis pro Tonne, umso mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen können vermieden werden und desto geringer fällt das Niveau aus, auf dem sich der atmosphärische CO<sub>2</sub>-Gehalt stabilisieren lässt. Mit einem Kohlendioxid-Preis von bis zu 50 US-\$/t CO<sub>2</sub>-Äq. ergibt sich ein Stabilisierungsniveau bei etwa 550 ppm CO<sub>2</sub>-Äq., bei 100 US-\$/t CO<sub>2</sub>-Äq. ließen sich 450 bis 550 ppm CO<sub>2</sub>-Äq. erreichen, was einer mittleren globalen Erwärmung von 2° bis 3°C gegenüber vorindustrieller Zeit entspräche (vor ca. 1750).
- Die IPCC-Wissenschaftler identifizieren in allen wirtschaftlichen Sektoren große THG-Einsparpotenziale, zum Beispiel Gebäudedämmung, Energieeffizienzsteigerung, Erneuerbare Energien, Kraft-Wärme-Kopplung, Wechsel von Kohle zu Gas („Fuel switch“).
- Die makroökonomischen Kosten werden unterhalb von 3% (in den meisten Studien bei 1-2%) des globalen Bruttosozialprodukts (BSP) veranschlagt, soll die atmosphärische THG-Konzentration bei 445 bis 535 ppm CO<sub>2</sub>-Äq. stabilisiert werden. Der maximale Wert von 3% entspricht einer Verminderung des jährlichen BSP-Wachstums um weniger als 0.12%. Diese Kosten sinken jedoch in einer volkswirtschaftlichen Gesamtbetrachtung, wenn
  - eine aktive Klimaschutzpolitik verstärkt den technologischen Wandel stimuliert, indem sie etwa Einnahmen aus einer CO<sub>2</sub>-Steuer direkt in die Entwicklung klimafreundlicher bzw. CO<sub>2</sub>-armer Energien bzw. Techniken investiert;
  - kurzfristige Effekte von Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt werden, wie vor allem über eine niedrigere Luftverschmutzung auf die Gesundheit, Energiesicherheit, Handelsvorteile und mehr Arbeitsplätze.
- Untersuchungen legen nahe, dass Emissionsminderungsmöglichkeiten mit negativen Nettokosten das Potenzial haben, Emissionen im Jahre 2030 um etwa 6 GtCO<sub>2</sub>-Äq./Jahr zu senken. Um dies zu erreichen, müssen Hemmnisse bei der Umsetzung überwunden werden.
- Änderungen des Lebensstils und von Verhaltensmustern können über alle Sektoren hinweg zur Minderung des Klimawandels beitragen. Managementpraktiken können ebenfalls eine positive Rolle spielen.
- Für eine langfristige Senkung der globalen THG-Emissionen haben folgende kurz- bis mittelfristige Maßnahmen weichenstellende Funktion: Investitionen in die Energieversorgung in Entwicklungsländern, Modernisierung der Energie-Infrastruktur in Industrieländern und Maßnahmen zur Erhöhung der Energiesicherheit. Weitere positive Nebeneffekte sind wiederum eine geringere Luftverschmutzung, ein ausgeglichenerer Welthandel, und allgemein die Schaffung von Wohlstand und Beschäftigung. Der für den Klimaschutz zusätzliche Investitionsbedarf reicht, gemessen an den ohnehin notwendigen Investitionen, von vernachlässigbar bis zu 5-10%).
- Erneuerbare Energien und Effizienzsteigerung führen ebenfalls zu mehr Energiesicherheit, Beschäftigung und Luftqualität. Erneuerbare Energien können im Jahr 2030 einen Anteil von 30 bis 35% an der Elektrizitätsproduktion erzielen, und zwar bereits zu CO<sub>2</sub>-Preisen von bis zu 50 US-\$/t CO<sub>2</sub>-Äq. .
- Der Anstieg der Verkehrsemissionen gehört zu den stärksten unter allen Endverbraucher-Sektoren, obwohl es eine Reihe von Minderungsoptionen gibt. Marktkräfte allein werden nicht zu wesentlichen Emissionssenkungen führen, insbesondere wird die CO<sub>2</sub>-Emission aus dem weltweiten Luftverkehr ohne politische Maßnahmen um 3,0 bis 4,0% pro Jahr

ansteigen. Auch Effizienzsteigerungen werden einen durch die weitere Zunahme des Luftverkehrs bedingten Emissionsanstieg nur wenig bremsen.

- Grundsätzlich gilt: Je höher der Preis von fossilen Brennstoffen, desto wettbewerbsfähiger sind CO<sub>2</sub>-emissionsarme Alternativen.

### 3. Klimaschutz nach 2030

Für den zeitlichen Verlauf einer langfristig wirkungsvollen Senkung der globalen THG-Emissionen gilt grundsätzlich folgendes Muster: Die Emissionen müssen nach einem Höhepunkt sukzessive das angestrebte (niedrigere) Stabilisierungsniveau erreichen. Je ehrgeiziger das Ziel - eine möglichst geringe THG-Konzentration in der Atmosphäre – ist,

- desto geringer fällt ein weiterer Anstieg der mittleren Temperatur aus,
- desto geringer ist auch das Risiko, dass positive Rückkopplungsmechanismen, die die Erwärmung verstärken, ausgelöst werden,
- desto schneller muss der Höhepunkt der globalen THG-Emissionen überwunden und die Phase der kontinuierlichen Abnahme eingeleitet werden.

Bei sehr niedrigen angestrebten Stabilisierungsniveaus gilt wegen der schon erfolgten Akkumulation von Kohlendioxid in der Atmosphäre, dass die Konzentration das angestrebte Niveau zunächst übersteigt („overshooting“), bevor sie wieder abfallen kann.

Vor dem Hintergrund dieser zeitlichen und klimaphysikalischen Abhängigkeiten kommen die Wissenschaftler zu folgenden Ergebnissen:

- Soll der THG-Gehalt auf 445 bis 490 ppm CO<sub>2</sub>-Äq. und der globale mittlere Temperaturanstieg auf 2,0 bis 2,4°C gegenüber dem vorindustriellen Wert begrenzt werden, muss das Wachstum der Emissionen in den nächsten 15 Jahren gestoppt werden und bis 2050 um 50-80% gegenüber heute (ca. 50% gegenüber 1990) sinken. In Szenarien, die ein Stabilisierungsniveau bei 535 bis 590 ppm CO<sub>2</sub>-Äq. annehmen, steigt die Erdmitteltemperatur um 2,8 bis 3,2°C bzw. bei 590 bis 710 ppm CO<sub>2</sub>-Äq. um 3,2 bis 4,0°C. Da die Temperatur in den höheren nördlichen Breiten stärker ansteigt als im globalen Durchschnitt, würde in den beiden letztgenannten Szenarien jene für das Grönlandische Eisschild kritische Temperaturschwelle überschritten – mit erheblichen langfristigen Auswirkungen auf den Meeresspiegelanstieg. Sie liegen auch weit über der von der EU angestrebten Obergrenze von 2 Grad.
- Studien über Auswirkungen der globalen Erwärmung auf Rückkopplungsmechanismen im Kohlenstoffkreislauf und im Klimasystem weisen darauf hin, dass die genannten Temperaturbereiche unterschätzt sein könnten.
- Die makroökonomischen Kosten zur Umsetzung von niedrigen THG-Konzentrationen (445 bis 535 ppm CO<sub>2</sub>-Äq.) werden auf weniger als 5,5% (in den meisten Studien nur 2-3%) des globalen BSP in 2050 veranschlagt. Der maximale Wert von 5,5% entspricht auch langfristig einer Verminderung des jährlichen BSP-Wachstums um weniger als 0.12%.
- Die untersuchten THG-Stabilisierungsniveaus können mit Technologien erreicht werden, die schon heute kommerziell verfügbar sind bzw. deren Serienreife in den kommenden Dekaden erwartet wird – jedoch nur, wenn angemessene Anreize für Investitionen, Kostenminderungen und eine weitere Entwicklung und Anwendung einer breiten Palette CO<sub>2</sub>-armer Technologien bzw. solchen ohne oder sogar mit negativen CO<sub>2</sub>-Emission gesetzt werden.
- Je niedriger das angestrebte CO<sub>2</sub>-Stabilisierungsziel, desto größer ist die Anzahl angewandeter Technologien und desto höher sind die Investitionen in Forschung, Entwicklung und Anwendung solcher Technologien in den nächsten Jahrzehnten.
- Ein verspäteter Beginn der Emissionsminderung würde zu erhöhten Kosten führen, weil die gesamte wirtschaftliche Entwicklung und besonders die Infrastruktur sich dann bereits weiter zu höheren Emissionen hin entwickelt hätten. Die Möglichkeiten für niedrigere Stabilisierungsniveaus wären stark eingeschränkt, und das Risiko schwerer Schäden durch stärkeren Klimawandel würde wachsen.

## 4. Klimaschutzpolitik: Maßnahmen und Instrumente

Eine Bepreisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist unverzichtbar und schafft Anreize für Produzenten und Konsumenten, in Produkte, Technologien und Prozesse mit niedrigen bzw. keinen Emissionen zu investieren. Allerdings kann auf staatliche Steuerung in Form von öffentlicher Finanzierung und Regulierung nicht verzichtet werden, um angemessene Anreize zu setzen. Eine breite Palette von Instrumenten – Standards, Steuern, Abgaben, handelbare Emissionsrechte, freiwillige Vereinbarungen – steht zur Verfügung, um Märkte für CO<sub>2</sub>-arme Technologien bzw. solche mit Null-Emission zu etablieren.

Im Sinne der Multigas-Strategie, die alle klimarelevanten THG verringert, sind Anreize in allen emissionsverursachenden Sektoren zu setzen: Energieversorgung, Verkehr, Gebäude, Industrie, Land-, Forst- und Abfallwirtschaft.

Neben den genannten Instrumenten wird betont, dass ein effektiver Technologietransfer in die Non-Annex I Länder hohe Priorität bei der Senkung der globalen CO<sub>2</sub>-Emission hat. Für die hohen Investitionen seien entsprechend günstige Rahmenbedingungen zu schaffen.

Die Wissenschaftler sehen in der UN-Klimakonvention und dem Kioto-Protokoll einen bedeutenden Fortschritt, weil so erstmals eine Vielzahl von nationalen Maßnahmen ausgelöst und neue institutionelle Mechanismen errichtet wurden, die als Plattform für erweiterbare zukünftige CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen dienen können. Als weiterer großer Erfolg wird die Schaffung eines globalen CO<sub>2</sub>-Emissionshandels gewertet. Auch wird die weitere Umsetzung der Leitidee einer „nachhaltigen Entwicklung“ als wichtiger Faktor gesehen, um konkrete Maßnahmen zur Senkung der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen positiv zu flankieren.

Eine effektive Klimaschutzpolitik ist über das prioritäre Ziel der globalen THG-Emissionsminderung hinaus auch ökonomisch von Vorteil, stärkt die jeweilige nationale Energiesicherheit und verringert die Gesundheitskosten aus regionaler und lokaler Luftverschmutzung.

Die Kosten des Kioto-Protokolls im ersten Verpflichtungszeitraum (2008-2012) werden vermutlich niedriger ausfallen als noch im 3. Sachstandsbericht dargestellt. Der TAR schätzte die Kosten auf 0.2-2% bzw. 0.1-1.1% des BSP im Jahr 2012, je nach Annahme zur Ausdehnung des globalen Emissionshandels.