

# Welche Möglichkeiten gibt es zur *Minderung* des Klimawandels?

## Kernergebnisse aus Band 3 des Fünften IPCC-Sachstandsberichts

Am 13. April 2014 hat die Arbeitsgruppe 3 des IPCC in Berlin ihren Teilband des Fünften Sachstandsberichts zum Stand der Klimaforschung vorgelegt. Der Schwerpunkt in diesem dritten Teilbericht liegt auf der sogenannten „mitigation“, zu deutsch: Entschärfung oder Abmilderung. Das Expertengremium fasst im Teilband 3 also die aktuellen Erkenntnisse der Wissenschaft darüber zusammen, wie die Erderwärmung noch gebremst werden könnte.

### **Was hat sich im Vergleich zum letzten Report 2007 geändert?**

In trockener Forschersprache und dennoch deutlich formuliert der neue Report eine Dringlichkeit: **Der Schwenk zu einer CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft muss in den kommenden 15 Jahren vollzogen werden.** Steigen dagegen die Emissionen bis 2030 oder darüber hinaus, wird es technisch schwer möglich und viel teurer, die Erderwärmung auf höchstens zwei Grad Celsius zu begrenzen. **Die Welt hat die Wahl zwischen überschaubaren Kosten und dem Einsatz bewährter Technologien heute – oder deutlich höheren Kosten und der Abhängigkeit von unsicheren Technologien später.**

Der wohl größte Unterschied gegenüber dem Vierten Sachstandsbericht von vor sieben Jahren betrifft die **Datenbasis**: Die von den IPCC-Autoren zusammengefasste und bewertete Fachliteratur ist deutlich breiter, fast 10.000 Studien wurden für den neuen Report ausgewertet, nahezu 1.200 Entwicklungsszenarien analysiert. Selbstverständlich sind die Emissionsdaten aktueller, außerdem liegen inzwischen mehr und konkretere Erfahrungen aus Klimaschutzprojekten vor als noch im Jahr 2007. Auch in der **Struktur** des Teilbandes 3 gibt es Neuerungen: Er enthält nun ein eigenes Kapitel zur Stadtentwicklung. Ethische Aspekte wie die gerechte Verteilung von Investitionskosten nehmen breiteren Raum ein. Stärker als noch vor sieben Jahren wird Klimaschutz im Kontext einer nachhaltigen Gesamtentwicklung betrachtet. Es werden also beispielsweise auch positive Nebeneffekte von Klimaschutzmaßnahmen für die regionale Wirtschaftsentwicklung oder die menschliche Gesundheit untersucht.

### **Wie hat sich der Treibhausgas-Ausstoß entwickelt?**

Die globalen **Emissionen** nahmen im vergangenen Jahrzehnt (trotz Kyoto-Protokoll) deutlich zu – sogar schneller als je zuvor. Zwischen 2000 und 2010 stiegen sie um durchschnittlich 2,2 Prozent pro Jahr, in den drei Dekaden zuvor waren es lediglich 1,3 Prozent jährlich. Die Wirtschaftskrise 2007/2008 ließ den Ausstoß an Treibhausgasen nur kurz sinken, der langfristige Aufwärtstrend blieb ungebrochen. Fast 80 Prozent der Zunahme gehen auf **Energieerzeugung** und die Industrie zurück.

Treiber der Emissionen sind das Wachstum der Bevölkerung, vor allem aber der Wirtschaft, sie fallen in der Gesamtbilanz wesentlich stärker zu Buche als Fortschritte bei der Energieeffizienz. Erfolge gab

### **Kernergebnisse aus Band 1 des IPCC-Reports**

- Die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre liegt heute rund 40 Prozent über vorindustriellem Niveau.
- Die Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche stieg zwischen 1880 und 2012 um 0,85 °C.
- Auch die Ozeane haben sich deutlich erwärmt.
- Die drei Jahrzehnte seit 1980 waren jeweils wärmer als jedes andere Jahrzehnt seit 1850.
- Eindeutig der Mensch ist verantwortlich für den größten Teil der Erwärmung zwischen 1951 und 2010.
- Mit wenigen Ausnahmen schrumpfen weltweit die Gletscher, und das Tempo beschleunigt sich.
- Die Ausdehnung des arktischen Meereises sinkt seit 1979 um durchschnittlich 3,8 Prozent pro Jahrzehnt.
- Etwa 30 Prozent des durch menschliche Aktivität freigesetzten CO<sub>2</sub> wurde von den Ozeanen aufgenommen, die deutlich versauern.
- Die weltweiten Meeresspiegel werden bis Ende des Jahrhunderts um etwa 26 bis 82 Zentimeter steigen.
- Steigt der Treibhausgas-Ausstoß weiter wie bisher, erwärmt sich die Erde bis ca. 2100 um 2,6 bis 4,8 °C.

Weitere Informationen unter [www.klimafakten.de/sites/default/files/Science\\_Report\\_Briefing\\_PRINT\\_DE.pdf](http://www.klimafakten.de/sites/default/files/Science_Report_Briefing_PRINT_DE.pdf)

es beim Ausbau erneuerbarer Energien, doch der Boom der **Kohlekraft** führte unterm Strich zu steigenden Emissionen im Energiesektor.

### **Wie könnte die Zukunft aussehen?**

Läuft die bisherige Entwicklung des Treibhausgas-Ausstoßes ungebremst weiter, muss bis 2100 mit einer Erderwärmung (gegenüber vorindustriellem Niveau) von **3,7 bis 4,8 Grad Celsius** gerechnet werden. Ohne weiteren Klimaschutz wären damit Klimaänderungen zu erwarten, auf die sich die Menschheit nur schwer einstellen kann und die hohe ökonomische Kosten verursachen werden.

Noch aber ist es möglich, das auf dem UN-Klimagipfel in Cancún 2010 beschlossene **Zwei-Grad-Limit** zu halten. Es ist extrem wichtig, was bis 2030 geschieht, rechnet der IPCC vor: Werden bis dahin nicht weitere Emissionsminderungen beschlossen, wären hinterher umso schärfere Einschnitte nötig – die

sehr teuer oder kaum noch realistisch wären. Der Report warnt vor einem „lock-in risk“, also einem Risiko, sich durch falsche Entscheidungen bei langfristigen Investitionen (etwa in Infrastrukturen oder Kraftwerkparcs) quasi einzuschließen auf klimaschädlichen Entwicklungspfaden.

Ein Kurs konsequenten Klimaschutzes würde zwar das **Wirtschaftswachstum** bremsen, allerdings nur in relativ geringem Maße: Der Rückgang betrüge (bei aller Vorsicht, die man solchen Schätzungen stets entgegenbringen sollte) ein bis vier Prozent bis 2030, zwei bis sechs Prozent bis 2050, drei bis elf Prozent bis 2100 – dies aber bei

#### **Glossar:**

**IPCC** – engl. Abkürzung für *Intergovernmental Panel on Climate Change*, zu deutsch: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen; 1988 von UN und Weltmeteorologieorganisation (WMO) gegründetes Expertengremium zur Bewertung des wissenschaftlichen Erkenntnisstands zum Klima

**Mitigation** – engl. für „Minderung“, „Begrenzung“, „Entschärfung“; klimawissenschaftlicher Fachbegriff für Bemühungen zur Senkung bzw. Verhinderung von Treibhausgasemissionen. Er wird sowohl für technologische Maßnahmen verwendet als auch für die Schaffung sogenannter Kohlenstoffsenken beispielsweise von Wäldern, die Kohlendioxid absorbieren und speichern können

**WG** – engl. Abkürzung für *Working Group*, zu deutsch Arbeitsgruppe; der IPCC gliedert sich in drei Arbeitsgruppen zu 1. naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels, 2. Folgen und Anpassung sowie 3. Minderungsmöglichkeiten

einem Gesamtwachstum bis Ende des Jahrhunderts, das auf 300 bis 900 Prozent geschätzt wird. In anderen Worten: Das Wirtschaftswachstum wird lediglich etwas gebremst. Nimmt man beispielsweise eine Wachstumsrate von zwei Prozent jährlich an, so säne diese durch die Kosten eines konsequenten Klimaschutzes lediglich auf 1,94 Prozent. Und dabei sind positive Nebeneffekte noch gar nicht berücksichtigt, etwa weniger Luftverschmutzung oder geringere Kosten bei der Anpassung an ein sich dann weniger stark wandelndes Klima.

### **Welche konkreten Maßnahmen zum Klimaschutz wären nötig und möglich?**

Der IPCC betont, dass es eine Vielzahl von Handlungsoptionen gibt. So können etwa Änderungen im Lebensstil den Treibhausgas-Ausstoß stark mindern. **Energiesparen** durch technische Effizienzfortschritte und Verhaltensänderungen der Verbraucher ist laut IPCC eine „Schlüsselstrategie“ zum Klimaschutz. „Emissionen können substanziell gemindert werden, wenn sich die Art der Ernährung und Verbrauchsmuster ändern (z.B. Mobilitätsnachfrage und Verkehrsmittel, Energieverbrauch in Haushalten, die Wahl langlebiger Produkte)“.

Als wirksamste Klimaschutzmaßnahme nennt der Bericht den Wandel der Energieerzeugung. Bis Mitte des Jahrhunderts wäre eine drastische Ausweitung der CO<sub>2</sub>-armen Energieerzeugung vonnöten, der IPCC spricht von einer Verdreifachung bis nahezu Vervielfachung bis 2050 (unter CO<sub>2</sub>-arm versteht der IPCC neben Erneuerbaren Technologien wie Wind und Sonne auch Atomkraft und die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und unterirdische Verpressung, kurz: CCS). Stromerzeugung aus **Kohle** muss bis Ende des Jahrhunderts auslaufen, falls bis dahin nicht flächendeckend die (umstrittene) CCS-Technologie eingesetzt wird. Viele **Erneuerbare** Energien (EE), lobt der IPCC, sind seit 2007 leistungsfähiger und billiger geworden. Wörtlich heißt es: „Eine wachsende Zahl von EE-Technologien haben einen Reifegrad erreicht, der einen großangelegten Einsatz erlaubt.“ Trotzdem brauchen sie weiterhin politische und finanzielle Unterstützung. **Erdgaskraftwerke** sieht der IPCC als sinnvolle „Brückentechnologie“. Die **Atomkraft** wird im Bericht zwar als ausgereifte Technologie bezeichnet, die theoretisch eine zunehmende Menge CO<sub>2</sub>-armer Elektrizität liefern könnte, allerdings bestehen

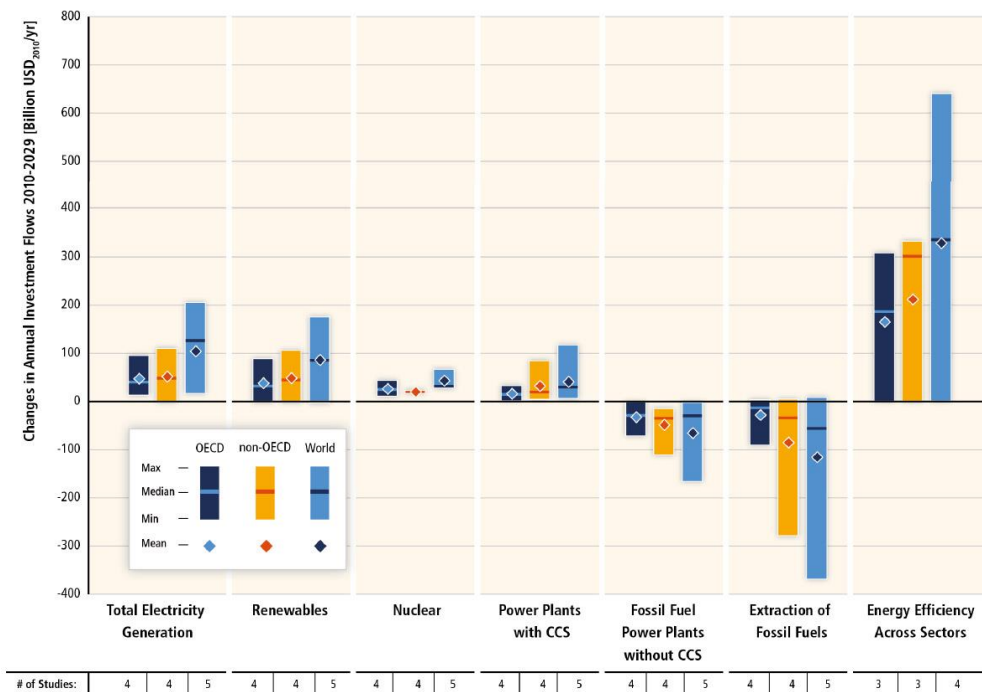
„zahlreiche Hindernisse und Risiken“, etwa die Gefahr schwerer Atomunfälle, Umweltverschmutzung durch Uranabbau, die ungelöste Abfallentsorgung und die Gefahr der Verbreitung von Atomwaffentechnologie.

Im **Verkehr** sind kurzfristig deutliche Emissionsminderungen durch Effizienzsteigerungen (beispielsweise eine Senkung des Kraftstoffverbrauchs von Pkw) erreichbar. Als langfristige Maßnahmen nennt der IPCC den Wechsel zu anderen Verkehrsmitteln (z.B. Hochgeschwindigkeitszüge statt Kurzstreckenflüge) und Änderungen bei der Stadtentwicklung (die den Anteil von Fahrrad- und Fußgängerverkehr steigen lassen). Eine Kombination aus Struktur- und Verhaltensänderungen kann die Verkehrsemissionen bis 2050 um 20 bis 50 Prozent senken (gegenüber einem Szenario ohne Klimaschutz). Die Potenziale von Elektro- und Wasserstoff-Autos sowie von Biokraftstoffen sind unsicher.

Der Energiebedarf von **Gebäuden** dürfte sich (ohne Klimaschutzmaßnahmen) bis Mitte des Jahrhunderts verdoppeln. In den letzten Jahren wurden aber bei Energiespartetechnologien große Fortschritte gemacht, die zudem positive Nebenwirkungen haben. Durch strenge Bauvorschriften können die neuen Technologien in die Praxis eingeführt werden. Für die **Industrie** wird ein weiterhin wachsender Energiebedarf erwartet. Durch bereits heute verfügbare (und sich schnell amortisierende) Technologien lässt sich der Verbrauch um bis zu 25 Prozent senken. Doch alle Effizienzverbesserungen werden nicht ausreichen, um angesichts des erwarteten Wirtschaftswachstums auch die absoluten Emissionen zu senken. Hier wären also grundlegende Veränderungen notwendig, etwa „radikale Produktinnovationen“ oder die Einführung ganz neuer Herstellungsverfahren.

Hingegen ist der Treibhausgasausstoß der **Land- und Forstwirtschaft** seit dem Vierten Sachstandsbericht 2007 gesunken (allerdings sind in diesem Bereich die Unsicherheiten bei der Erfassung der Emissionen relativ groß). Beispielsweise durch besseren Wald- und Bodenschutz oder Umstellungen bei der Ernährung (weniger Fleischkonsum und -produktion) können die Emissionen bis Mitte des Jahrhunderts weiter sinken. Große Klimaschutzpotenziale sieht der IPCC auch in den **Städten**. Städtische Gebiete sind schon heute für mehr als die Hälfte der weltweiten Emissionen verantwortlich, und bis 2050 wird die Bevölkerung dort weiter stark zunehmen. Weil fast die gesamte Infrastruktur der künftigen Städte erst noch gebaut wird, bieten die nächsten zwei Jahrzehnte ein „window of opportunity“. Als aussichtsreiche Maßnahmen nennt der Report beispielsweise die Mischung von Wohn- und Geschäftsvierteln und einen Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs. Am sinnvollsten wären Investitionen in Entwicklungs- und Schwellenländern – genau dort aber ist das Geld oft knapp und sind politische Strukturen oft schwach.

„Substanzielle Emissionsminderungen würden große Veränderungen in den **Investitionsmustern** erfordern“, betont der IPCC. Und dies gilt schon für die nächsten zwei Jahrzehnte. Investitionen in konventionelle fossile Kraftwerke oder auch die Erdölförderung müssen drastisch sinken, wenn mit



Wie müssten sich Investitionen in den kommenden 20 Jahren weltweit ändern, um den Klimawandel noch auf etwa 2° C zu begrenzen? Die vom IPCC für seinen Report ausgewerteten Studien kamen auf Hunderte Milliarden US-Dollar pro Jahr fürs Energiesparen (rechte Spalte), weit mehr als Hundert Milliarden US-Dollar für Erneuerbare Energien (zweite Spalte von links), aber auch mehr Geld für Atom- (3. v. l.) und CCS-Kraftwerke (4. v. l.). Demgegenüber müssten die jährlichen Investitionen in konventionelle Kohlekraftwerke (5. v. l.) und die Förderung fossiler Energieträger (6. v. l.) um Hunderte Milliarden US-Dollar zurückgefahren werden.

Klimaschutz ernstgemacht werden soll, jene in die CO<sub>2</sub>-arme Energieerzeugung bis 2030 auf rund 150 Milliarden Dollar jährlich verdoppelt werden. Zum Vergleich: Jahr für Jahr werden weltweit etwa 1.200 Milliarden Dollar in das gesamte Energieversorgungssystem investiert. Noch mehr Geld als in CO<sub>2</sub>-arme Kraftwerke müsste in Energiesparmaßnahmen fließen. Sehr positiv wird von der Wissenschaft der Abbau von **Subventionen** für fossile Energien gesehen. Und die Einführung Erneuerbarer Energien kann dabei helfen, jene 1,3 Milliarden Menschen weltweit, die bisher keinen Zugang Elektrizität haben, künftig mit Strom zu versorgen.

Die **Emissionshandelssysteme** (englisch: „cap and trade“), von denen in den vergangenen Jahren etliche gestartet wurden, bewertet die Wissenschaft zurückhaltend. Bisher hätten sie wenige positive Effekte für die Umwelt gehabt, weil die Obergrenzen („cap“) für die im jeweiligen Handelssystem insgesamt erlaubten Emissionen zu hoch angesetzt waren. **CO<sub>2</sub>-Steuern** hingegen, für die sich einige Länder entschieden haben, konnten dort zu einer Entkopplung von Emissionen und Wachstum beitragen. Noch einen weiteren Vorzug nennt der Bericht: Die Minderungseffekte einer CO<sub>2</sub>-Steuer und anderer Maßnahmen addieren sich, beim Emissionshandel ist dies nicht der Fall.

*Stand: April 2014*

*Zum Weiterlesen:*

*Kernergebnisse aus Teilband 1 des Fünften IPCC-Sachstandsberichts zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels –*  
[http://www.klimafakten.de/sites/default/files/Science\\_Report\\_Briefing\\_PRINT\\_DE.pdf](http://www.klimafakten.de/sites/default/files/Science_Report_Briefing_PRINT_DE.pdf)

*Kernergebnisse aus Teilband 2 des Fünften IPCC-Sachstandsberichts über Klimafolgen und Anpassung –*  
[www.klimafakten.de/klimawissenschaft/welche-folgen-hat-die-erderwaermung-und-wie-koennen-wir-mit-den-risiken-umgehen](http://www.klimafakten.de/klimawissenschaft/welche-folgen-hat-die-erderwaermung-und-wie-koennen-wir-mit-den-risiken-umgehen)

*Hintergrundpapier zu den IPCC-Arbeitsgruppen 2 & 3 –*  
<http://www.klimafakten.de/klimawissenschaft/der-ipcc-ein-kurzportraet-teil-2>