

IPCC veröffentlicht den Sonderbericht zu Erneuerbaren Energien und der Verminderung des Klimawandels

Der IPCC hat am 9. Mai 2011 den IPCC Sonderbericht zu Erneuerbaren Energiequellen und der Verminderung des Klimawandels verabschiedet. Am 16. Mai 2011 wurde der Bericht auch in [Berlin](#) vorgestellt.

Der Gesamtbericht ist in elf Kapitel unterteilt. Die [Zusammenfassung für Entscheidungsträger](#) bietet einen Überblick über die Inhalte. Im Weiteren erhalten Sie einen zusammenfassenden Überblick über Inhalte des Berichts in deutscher Sprache.

Einführendes Kapitel

Seit ca. 1850 sind der globale Energiebedarf und die Nutzung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas rapide gestiegen. Die Emissionen von Treibhausgasen (THG) aus diesen Energieleistungen haben signifikant zum historischen Anstieg atmosphärischer THG Konzentrationen beigetragen. Der größte Teil dieser anthropogenen THG Emissionen ist auf die Nutzung fossiler Brennstoffe zurückzuführen.

Es gibt viele Möglichkeiten, THG Emissionen im Energiesystem zu senken und dabei trotzdem dem globalen Bedarf an Energieleistungen nachzukommen. Erneuerbare Energien bieten noch weitere Vorteile bspw. können sie einen Beitrag zur sozialen und ökonomischen Entwicklung leisten oder negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit reduzieren.

Eine Erhöhung des EE-Anteils im Energiemix setzt in den meisten Fällen entsprechende politische Rahmenbedingungen zur Stimulierung von Änderungen im Energiesystem voraus.

Technologiekapitel

Der zweite Teil des Sonderberichtes umfasst die Kapitel 2 bis 7 in den sogenannten Technologiekapiteln. Die Energiegewinnung aus Biomasse, Sonne, Geothermie, Wasserkraft, Meer und Wind werden näher betrachtet und die jeweiligen Märkte untersucht. Die Energiearten werden bspw. klassifiziert nach: Elektrizität, thermischer Energie oder mechanischer Energie; ob dezentral oder zentral einsetzbar; ob technisch ausgereift oder noch in einer Frühphase. Sie werden nach ihrer Verlässlichkeit der Leistung kategorisiert, die variabel und unvorhersehbar, variabel aber vorhersehbar; konstant oder kontrollierbar sein kann.

Schätzung (2008): global tragen EE ca. 12,9% des primären Energieverbrauchs von 492 Exajoule (EJ). Am stärksten dazu hat Biomasse (10,2%) beigetragen und davon wiederum ca. 60% traditionelle Biomasse, die für Kochen und Heizen in Entwicklungsländern benötigt wird.

Der Einsatz von EE ist in den letzten Jahren rapide angestiegen. Der Bericht bietet dazu detaillierte Zahlen einschließlich des Jahres 2009.

Globales technisches Potenzial: Das globale technische Potenzial, d.h. die erreichbare EE-Leistung bei voller Implementierung von erprobten Technologien oder Praktiken, ist substanziiell höher als der globale Energiebedarf. An der Spitze steht dabei das Potenzial für Solarenergie, es ist aber auch in

hohem Maße bei allen anderen EE Quellen vorhanden. Limitierende Faktoren könnten für einige der Technologien jedoch Faktoren der Nachhaltigkeit, öffentliche Akzeptanz, der Systemintegration oder ökonomische Faktoren sein, die bei einem langfristig hohen Niveau der Anwendung bestimmter Technologien auftreten können.

Der Klimawandel wird Auswirkungen auf die Größe und geographische Verteilung des technischen Potenzials für EE Quellen haben. Die Forschung untersucht das Ausmaß dieser möglichen Effekte. Bspw. könnte das Potenzial für Bioenergie durch die Verfügbarkeit von Biomasse unter Klimawandelbedingungen eingeschränkt werden. Für alle EE Ressourcen können global bisher keine signifikanten Effekte festgestellt werden, jedoch mag es starke regional Unterschiede geben.

Die durchschnittlichen Stromerzeugungskosten sind für viele EE Technologien momentan höher als existierende Energiepreise, obwohl vereinzelt schon wettbewerbsfähiger Einsatz von EE existiert. Einige EE Technologien sind aber bereits weitgehend wettbewerbsfähig mit Energiemarktpreisen. In bestimmten Ausgangssituationen bspw. in Regionen mit günstigen EE Voraussetzungen können diese bereits mit herkömmlichen Energiearten konkurrieren. In vielen Regionen der Welt fehlen noch begünstigende politische Rahmenbedingungen. Die Monetarisierung externer Kosten des Energieverbrauchs oder steigende Marktpreise würde die relative Wettbewerbsfähigkeit von EE verbessern. Die Attraktivität der Bereitstellung einer spezifischen Energieart sollte jedoch nicht nur den Preis, sondern sollte auch ökonomische Aspekte, Umweltschutz oder soziale Aspekte umfassen. Die Kosten der meisten EE Technologien sind zurückgegangen und zusätzlich erwartete technische Verbesserungen können zu weiteren Kostenreduktionen führen.

Technologiespezifische Herausforderungen: Zusätzlich zu den Kosten muss ggfs. eine Bandbreite technologiespezifischer Herausforderungen adressiert werden, um zu ermöglichen, dass EE ihren Beitrag zur Reduzierung von THG Emissionen signifikant steigern können. Hier geht es insbesondere um die nachhaltige Nutzung von Bioenergie, Integrations- und Übertragungsfragen der Solarenergie, die Verbesserung geothermischer Systeme, nachhaltige Wasserkraft, Testcenter für Meeresenergie und Übertragungshindernisse bei der Windenergie.

Integrative Kapitel

Der dritte Teil des Sonderberichtes umfasst mit den Kapiteln 8-11 die sog. integrativen Kapitel.

Integration in Energiesysteme und Sektoren der Endnutzung: Die Beschleunigung der Integration von EE in die meisten der existierenden Energiesysteme und Sektoren der Endnutzer ist technologisch machbar, aber führt zu zusätzlichen Herausforderungen. Um höhere EE Anteile aufnehmen zu können, müssen Energiesysteme weiterentwickelt und angepasst werden. Dazu sind u.a. Investitionen in die Infrastruktur, die Modifizierung institutioneller und politischer Rahmenbedingungen, die Einbeziehung sozialer Aspekte und der Aufbau von Kapazitäten notwendig. Für einige der weniger ausgereiften Technologien sind weitere Investitionen in Forschung, Entwicklung und Demonstration notwendig.

EE kann in alle Arten von elektrischen Systemen eingebracht werden. Relevante Systemcharakteristiken sind der Mix der Erzeugersysteme und seine Flexibilität, Netzwerkinfrastruktur, das Design des Energiemarktes und die institutionellen Regeln, Nachfrage, Nachfrageprofile sowie Kontroll- und

Kommunikationsfähigkeiten. Die Instandhaltung der Systeme kann kostenintensiver werden. Ein Portfolio von EE Technologien kann Risiken und Kosten der Integration reduzieren. Der Bericht stellt Möglichkeiten zur Risiko- und Kostenminimierung in verschiedenen Energiesystemen vor.

Es gibt viele Wege, die Anteile der EE in allen Sektoren der Endnutzung zu steigern. Die Integration variiert abhängig von Region, Charakteristiken des Sektors und der Technologie. Der Bericht betrachtet den Transportsektor (Biotreibstoffe, Elektrofahrzeuge), den Bausektor (Elektrizität, Heizung und Kühlung) und die Landwirtschaft (Biomasse für Wärme und Elektrizität) näher.

Die Kosten, die mit der Integration von EE in Verbindung gebracht werden, sind kontext- und standortabhängig und schwerlich allgemein zu bestimmen. Sie können zusätzliche Kosten für Netzwerkinfrastruktur, Systembetrieb und -verluste und andere nötige Anpassungen an existierende Energiesysteme beinhalten.

Es wird erwartet, dass die Stromgewinnung aus EE früher höhere Anteile auf globaler Ebene erreicht als die Wärmegewinnung oder Biokraftstoffe im Transportsektor.

Trotz der Komplexität gibt es, wenn überhaupt, kaum elementare technologische Grenzen um ein Mehrheitsanteil von EE Technologien in Infrastruktur- und Energiesysteme an Standorten zu integrieren, an denen passende EE Ressourcen existieren oder geliefert werden können. Allerdings wird die tatsächliche Integrationsrate durch Faktoren wie Kosten, politische Rahmenbedingungen, Umweltbedingungen und soziale Aspekte beeinflusst.

Nachhaltige Entwicklung: Historisch korreliert wirtschaftliche Entwicklung mit steigender Energienutzung und Wachstum von THG Emissionen. EE kann helfen, die Korrelation zu entkoppeln und damit zu nachhaltigerer Entwicklung (NE) beizutragen. Unter günstigen Rahmenbedingungen kann EE mittels dezentraler Lösungen zu sozialer und wirtschaftlicher Entwicklung speziell in abgelegenen und armen ländlichen Gegenden beitragen. EE können zur Schaffung von Arbeitsplätzen beitragen, wobei jedoch die Effekte in entsprechenden Untersuchungen unterschiedlich bewertet werden.

EE kann dazu beitragen, den Zugang zu Energie zu beschleunigen, insbesondere für 1,4 Mrd. Menschen, die derzeit keinen Zugang zur Elektrizität haben und für 1,3 Mrd. Menschen, die traditionelle Biomasse nutzen. In vielen Entwicklungsländern können bspw. Technologien wie Solarenergie zur Erhitzung von Wasser oder Trocknung von Getreide, Wind zum Pumpen von Wasser oder Biokraftstoffe für den Transport unterstützen. Es wird jedoch erwartet, dass die Zahl der Menschen ohne Zugang zu modernen Energieleistungen unverändert bleibt, es sei denn, vor Ort werden relevante politische Rahmenbedingungen geschaffen, die im Bedarfsfall mit internationaler Unterstützung unterstützt oder ergänzt werden.

EE können zu einer sichereren Energieversorgung beitragen, jedoch müssen spezifische Herausforderungen bei der Integration berücksichtigt werden. Die Variabilität der Energieerzeugung einiger EE Technologien (abhängig von der Verfügbarkeit bspw. von Wind oder Sonne) erfordern bedarfsgerechte technische und institutionelle Maßnahmen, um eine verlässliche Energieversorgung zu gewährleisten.

Die Ökobilanz der Gewinnung von Elektrizität weist darauf hin, dass THG Emissionen von EE Technologien im allgemeinen signifikant niedriger sind als die fossiler Brennstoffe und unter bestimmten

Umständen auch niedriger als die fossiler Brennstoffe kombiniert mit der Technologie der Kohlenstoffbindung und -speicherung (Carbon Capture and Storage -CCS).

Die jüngsten Bioenergiesysteme inkl. flüssiger Biokraftstoffe, insbesondere der nächsten Generation, führen zur Verringerung von THG Emissionen. Praktiken des Managements von Land- und Biomasseressourcen beeinflussen die Ökobilanz von Bioenergie, speziell hinsichtlich der THG Emissionen. Land- und Waldnutzung für Biomasse können zu erheblichen direkten und indirekten Änderungen der terrestrischen Kohlenstoffflüsse führen. Diese sind nicht direkt beobachtbar, komplex zu modellieren und nur schwer einer einzigen Ursache zuzuordnen. Ihre Auswirkungen sind daher noch mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Ordnungsgemäßes Management und Kontrolle von Landnutzung, Gebietsabgrenzungen und der Wahl des Produktionssystems für die Biomasse sind daher Schlüsselüberlegungen für politische Entscheidungsträger.

Insbesondere verbrennungslose EE Technologien können Vorteile bezüglich der Luftverschmutzung und damit zusammenhängenden Gesundheitsrisiken speziell in Entwicklungsländern bieten (Ersatz der Verbrennung von Biomasse zum Kochen und Heizen).

In wasserarmen Gebieten können nicht-thermische und thermische EE mit Trockenkühlung eingesetzt werden. Wasserkraft und einige Bioenergien sind auf Wasserverfügbarkeit angewiesen und können entweder den Wettbewerb um das Wasser verstärken oder die Wasserknappheit reduzieren. Spezifische Standortbedingungen entscheiden über die Auswirkungen der EE Technologien auf die Biodiversität. Viele mögliche Auswirkungen können durch adäquate Planung minimiert werden.

Potenziale der Minderung von THG Emissionen und Kosten: Die meisten der im Rahmen des Sonderberichts begutachteten 164 Szenarien indizieren einen signifikanten Anstieg der Nutzung von EE bis 2030, 2050 und darüber hinaus. Mehr als 50% der Szenarien zeigen ein Wachstum von in 2008 64 EJ/yr (12,9%, davon allerdings fast die Hälfte traditionelle Biomasse) globaler EE Energieproduktion auf zwischen 173 EJ/yr und 400 EJ/yr in 2050. In den meisten Szenarien sinkt die Nutzung der traditionellen Biomasse, dagegen steigt die Produktionshöhe der EE um das Drei- bis Zehnfache an. Der globale EE Primärenergieverbrauch wird in der Mehrzahl der Szenarien mit 17% in 2030 ansteigend auf über 27% in 2050 angegeben. Die Szenarien mit den höchsten EE Anteilen erreichen ca. 43% in 2030 und 77% in 2050.

Es wird erwartet, dass EE sich selbst unter der Annahme der Basisszenarien ausweiten. Die meisten Basisszenarien zeigen einen Anstieg von 64 EJ/yr (2008) auf 120 EJ/yr (2030) und für 2050 Anteile zwischen 100 EJ/yr und 250 EJ/yr.

EE Nutzung steigt in Szenarien mit niedriger Stabilisierung der THG Konzentrationen signifikant an. Allerdings zeigen die Szenarien bei jedem langfristigen THG Konzentrationsziel ein breites Spektrum des Einsatzniveaus von EE. In Szenarien, die die atmosphärischen CO₂ Konzentrationen auf einem Niveau unter 440 ppm stabilisieren, liegt das durchschnittliche EE Nutzungsniveau in 2050 bei 248 EJ/yr (139 in 2030) mit dem Erreichen der höchsten Niveaus bei 428 EJ/yr in 2050 (252 in 2030).

Die Prüfung der Szenarien in dem Sonderbericht indiziert, dass EE ein großes Potenzial haben, um THG Emissionen zu mindern -insbesondere in Kombination mit verbesserter Energieeffizienz.

Die Szenarien zeigen auf, dass sich das Wachstum der EE auf der ganzen Welt verbreiten wird.

Die Szenarien weisen nicht auf eine Dominanz einer bestimmten EE Technologie auf globaler Ebene hin.

Einzelne Studien zeigen, dass sich bei geringer EE-Nutzung Minderungskosten erhöhen und eine niedrige Stabilisierung der THG Konzentrationen nicht erreicht werden kann.

Die Transformation zu einer THG-armen Wirtschaft mit höheren EE Anteilen bedeutet steigende Investitionen in Technologien und Infrastruktur. Die im Sonderbericht zugrundegelegten Szenarien schätzen die globalen kumulativen EE Investitionen (nur im Bereich Stromerzeugung) auf zwischen \$ 1.360 bis 5.100 Mrd. für die Dekade 2011 bis 2020 und von \$ 1.490 bis 7.180 Mrd. für die Dekade 2021 bis 2030. Der jährliche Durchschnitt dieses Investitionsbedarfs beträgt weniger als 1% des weltweiten BIP.

Neben Unterschieden bei den Modellen in den Szenarien beruht das Spektrum bei den Investitionen hauptsächlich auf Abweichungen bei der Einschätzung der THG Konzentrationen und Einschränkungen bei der Annahme zulässiger Verminderungstechnologien.

Politik, Implementierung und Finanzierung: Eine steigende Zahl und Vielfalt von unterschiedlich motivierten "ermöglichenden" Politiken für EE haben das sprunghafte Wachstum der Technologien in den letzten Jahre vorangetrieben. In den meisten Entwicklungsländern sind die treibenden Faktoren die Ermöglichung des Zugangs zu Energie sowie die soziale und wirtschaftliche Entwicklung, während bei den Industrieländern sichere Energieversorgung und Umweltbedenken im Vordergrund stehen.

Spezifische EE-Politiken sind mannigfaltig. Dazu gehört die Förderung von Forschung, Entwicklung, und Demonstration. Staatlich finanzierte Forschung und Entwicklung in EE Technologien ist am effektivsten, wenn sie durch andere Politikinstrumente ergänzt wird. Das gilt insbesondere durch ergänzende Politiken zur Nutzung der EE, die gleichzeitig den Bedarf erhöhen. Dies können u.a. Instrumente wie Einspeisetarife, Quoten, prioritärer Netzzugang, Steuervergünstigungen, Interaktion der Energiepolitik mit anderen Politikfeldern oder staatliche finanzierte Kredite sein.

Einige Studien kommen zu dem Ergebnis, dass Einspeisetarife am effektivsten und effizientesten sind. Auch eine Quotenpolitik, wenn sie die Minimierung von Risiken impliziert, kann effektiv und effizient sein. Eine steigende Zahl von Regierungen bieten steuerliche Vergünstigungen für Heizen und Kühlen mit EE. Im Transportsektor tragen Anforderungen für EE Treibstoffe oder Mixe zur Entwicklung moderner Biokraftstoffindustrien bei.

Die Politiken können sektorspezifisch sein und auf allen politischen Ebenen lokal, regional oder national implementiert werden. Bilaterale, regionale und internationale Kooperationen komplementieren diese Politiken.

Politik unterstützt bei der Überwindung von Barrieren in der Industrie, bei der Infrastruktur und der Regulierung des Energiesystems, bei Marktversagen inklusive nicht internalisierter Umwelt- und Gesundheitskosten, Mangel an Informationen und Zugang zu Daten, Mangel an technischer Kapazität und an Wissen sowie von Barrieren aufgrund gesellschaftlicher und persönlicher Werte, die die Wahrnehmung und Akzeptanz von EE Technologien beeinflussen.

Einige Politiken haben gezeigt, dass sie effektiv und effizient zum schnellen Anstieg der Nutzung von EE beigetragen haben. Jedoch:

Eine allgemein passende "Standardpolitik" gibt es nicht.

Erfahrungen zeigen, dass verschiedene Politiken oder eine Kombination von Politiken effektiver und effizienter sein können. Dies ist jedoch abhängig von Faktoren wie der technologischen Reife, dem verfügbaren Kapital, Schwere/Leichtigkeit der Integration in das bestehende Energiesystem und der lokalen und nationalen Ressourcenbasis.

Politische Rahmenbedingungen, die transparent und nachhaltig sind, können Investitionsrisiken reduzieren und die Nutzung von EE und die Entwicklung von preiswerten Anwendungen unterstützen.

Zwei unterschiedliche Arten von Marktversagen können adressiert werden und zur Unterstützung innovativer EE Technologien und technologischer Entwicklungen beitragen, selbst wenn ein Emissionsmarkt (oder THG Preispolitik im Allgemeinen) bereits existiert. Das erste Marktversagen bezieht sich auf die externen Kosten von THG Emissionen. Das zweite Marktversagen betrifft den Bereich der Innovationen: wenn Unternehmen die künftigen Vorteile von Investitionen in die Gestaltung und Herausforderungen von EE Technologien unterschätzen oder diese Vorteile nicht angemessenen umsetzen können, werden sie aus einer makroökonomischen Perspektive heraus weniger als das Optimum investieren. Zusätzlich zur THG Preispolitik können daher EE spezifische Politiken aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten geeignet sein, um die damit verbundenen Chancen für technologische Entwicklung (oder Ziele über den Klimaschutz hinaus) zu adressieren.

Langfristige Zielsetzungen für EE und sowie die Flexibilität und die Bereitschaft aus Erfahrung zu Lernen sind entscheidend, um eine kosteneffektive und hohe Durchdringung von EE zu erreichen.

Förderung des Wissens: In seinem letzten Punkt geht der IPCC in der Zusammenfassung für Entscheidungsträger noch auf das Thema der Förderung des Wissens ein. Damit ist die Forschung und ingenieurswissenschaftliches Wissen angesprochen, das zur Leistungssteigerung und Kostenreduzierung von EE führen soll. Daneben sollen auch andere wichtige Bereiche über technische Potenziale, sozio-ökonomische Aspekte und Umweltaspekte u.a. weiter untersucht werden.

(Tanja Fröhlich)

Zusammenfassung und deutsche Übersetzung des "Summary for Policymakers" des IPCC vom 5.-8. Mai 2011. Das DKK übernimmt keine Gewähr für die sprachliche Qualität oder die technische Richtigkeit der Übersetzungen.

Die deutsche IPCC-Koordinierungsstelle des BMU/BMBF wird auf der Internetseite <http://www.de-ipcc.de/> eine offizielle Übersetzung veröffentlichen.