

Kernaussagen des IPCC Sonderberichtes Erneuerbare Energien und die Minderung des Klimawandels

IPCC hat im Mai 2011 den Sonderbericht „Erneuerbare Energien und die Minderung des Klimawandels“ (Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, SRREN) vorgelegt. Rund 120 renommierte Wissenschaftler/innen aus aller Welt haben den Forschungsstand im Bereich erneuerbarer Energien (EE) vor dem Hintergrund des Klimawandels und nachhaltiger Entwicklung wissenschaftlich aufbereitet und ausgewertet. Die Aussagen des SRREN beruhen auf zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Die Analysen sind aus globaler Perspektive und nicht speziell für Deutschland durchgeführt worden. Der SRREN gibt gemäß dem Auftrag von IPCC keine politischen Empfehlungen. Im Folgenden sind die Kernaussagen des SRREN vorgestellt, der Anhang bietet einen Überblick der sechs betrachteten Energiequellen und die Kriterien für ihren Einsatz.

EE KÖNNEN EINEN WICHTIGEN BEITRAG ZUM KLIMASCHUTZ LEISTEN

- Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger tragen zurzeit mit knapp 57% zu den globalen Treibhausgas-(THG)-Emissionen bei und sind damit eine wesentliche Ursache des vom Menschen verursachten Klimawandels.
- Die THG-Emissionen haben in den letzten Jahren schneller als je zuvor zugenommen. Die atmosphärische CO₂-Konzentration liegt bei 390 ppm und damit ca. 39% über dem vorindustriellen Niveau.
- Der Einsatz von EE ermöglicht Energiegewinnung mit gegenüber fossilen Brennstoffen verringerten THG-Emissionen und trägt so zum Klimaschutz bei. Die Verwirklichung anspruchsvoller Klimaschutzziele ohne EE würde laut Szenarienrechnungen¹ höhere Kosten verursachen und die Ziele könnten unter Umständen nicht erreicht werden.
- Modellrechnungen¹ zeigen, dass mit Hilfe von EE in den kommenden 40 Jahren zwischen 220 und 560 Gigatonnen CO₂ an Emissionen eingespart werden könnten verglichen mit einem Szenario ohne Klimaschutzmaßnahmen, das von insgesamt 1530 Gigatonnen CO₂-Emissionen ausgeht. Dies entspricht einer Einsparung von insgesamt 15 - 37% während der kommenden 40 Jahre. Im optimistischsten Szenario könnten im Jahr 2050 durch EE ca. 80% der energiebedingten CO₂-Emissionen vermieden werden.

DER ANTEIL VON EE AM ENERGIEMIX WÄCHST UND IHR TECHNISCHES POTENZIAL WIRD DIESES WACHSTUM AUF GLOBALER EBENE MITTELFRISTIG NICHT BEGRENZEN

- EE tragen bereits heute zur Weltenergieversorgung bei (knapp 13% der Primärenergieversorgung im Jahr 2008). Dabei entfielen ca. 4 % auf moderne Biomasseanwendungen, 2,3% auf Wasserkraft und 0,4% auf andere Quellen (Wind, Geothermie, Solarenergie und Ozean). Hinzu kamen noch weitere 6% aus herkömmlicher Verbrennung von Biomasse, hauptsächlich in Entwicklungsländern.
- Weltweit ist in den letzten Jahren der Einsatz von EE-Technologien in vielfältigen Anwendungen stark angestiegen. Dieser globale Trend setzte sich ungeachtet der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise auch im Jahr 2009 fort.
- Gegenwärtig werden weniger als 2,5% des global verfügbaren technischen Potenzials von EE genutzt. Ihr technisches Potenzial ist so groß, dass es den gesamten Energiebedarf der Menschheit bei weitem übersteigt.
- Laut der Szenarien¹ könnte das zukünftige globale Energiesystem eine breite Mischung von EE-Technologien beinhalten, wobei wesentliche Beiträge von Wind, Biomasse und Sonne erwartet werden.
- Mehr als die Hälfte der Szenarien¹ (konservative Schätzung) projizieren für das Jahr 2030 einen Beitrag von EE zum weltweiten Energiemix von mehr als 17%, im optimistischsten Fall etwa 43%. Für das Jahr 2050 liegt die konservative Schätzung bei einem EE-Beitrag von mehr als 27% und die optimistische bei 77%. Bezogen auf die gegenwärtig durch EE

produzierte Energiemenge wird bis zum Jahr 2050 eine Verdreifachung (konservativ) bis Verzehnfachung (optimistisch) geschätzt.

DIE WETTBEWERBSFÄHIGKEIT VON EE NIMMT ZU

- Derzeit sind die Kosten von fossilen Energieträgern in der Regel niedriger als die von EE. Jedoch sind deren Kosten durch technischen Fortschritt und Massenproduktion in den letzten Jahren massiv gesunken und es wird erwartet, dass sich dieser Trend fortsetzt, so dass EE zunehmend wettbewerbsfähig werden. Unter günstigen Bedingungen sind einige EE-Technologien bereits heute wettbewerbsfähig.
- Die Rentabilität von EE erhöht sich, wenn beim Vergleich der Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Energieträgern auch externe Nutzen und Kosten berücksichtigt werden. Die externen Kosten von Energieerzeugung wie z.B. Umwelt- und Gesundheitsschäden können durch EE verringert werden. Die Vernachlässigung von gesamtwirtschaftlichem und sozialem Nutzen durch den Einsatz von EE verlangsamt Innovationen in diesem Bereich.
- Der Übergang in eine kohlenstoffarme Wirtschaftsweise mit erhöhtem Einsatz von EE erfordert eine Zunahme von Investitionen in Technik und Infrastruktur. Erste Abschätzungen für den Stromsektor zeigen, dass die globalen Kosten dafür generell im einstelligen Prozentbereich des jährlichen globalen BIP liegen. Dabei wurden nur die zusätzlichen Kosten für Investitionen berücksichtigt und nicht durch den Einsatz von EE vermiedene Kosten.
- Der Einsatz von vielfältigen politischen Maßnahmen und Finanzinstrumenten (privat und öffentlich, z. B. steuerliche Anreize, Einspeisevergütungen, etc.) kann den Umbau der Energiesysteme fördern.

KEINE GRUNDSÄTZLICHEN HINDERNISSE FÜR DIE INTEGRATION VON EE

- Es bestehen keine unüberwindbaren technischen Barrieren für die Integration von EE in die verschiedenen Systeme der Energieversorgung sowie in die Endverbrauchssektoren (Verkehr, Gebäude, Industrie, Landwirtschaft).
- Zusätzliche Anforderungen zur Anpassung oder Weiterentwicklung der bestehenden Versorgungsstrukturen und Energiesysteme sind jedoch je nach Integrationsgrad, Technologie, Sektor, lokalen Gegebenheiten etc. zu erwarten. Dabei spielen u. a. der Grad der Zentralisierung der Energieproduktion, die Verlässlichkeit (Gleichmäßigkeit bzw. Vorhersagbarkeit oder Regelbarkeit) der Energieabgabe und die Anpassungsfähigkeit der bestehenden Systeme eine Rolle.
- Die Integration von EE in bestehende Energiesysteme wird derzeit noch durch hohe Kosten verlangsamt. Würden jedoch externe Kosten und Nutzen berücksichtigt, wäre die Integration von EE wirtschaftlich attraktiver. Öffentliche Akzeptanz, institutionelle und politische Hemmnisse sowie mangelnde Kenntnisse sind weitere Faktoren, die die Integration behindern.

POLITISCHE MAßNAHMEN UNERLÄSSLICH FÜR DEN BESCHLEUNIGTEN AUSBAU VON EE

- Zusätzliche Politikinstrumente und Verordnungen auf allen Ebenen und Skalen sind nötig, um Investitionen in EE Technologien und Infrastruktur sowie die Verbreitung von EE anzukurbeln.
- Verlässliche politische, rechtliche und unternehmerische Rahmenbedingungen mit ausreichender Flexibilität können Investitionen in EE Technologien und Infrastruktur fördern.
- Die Erfahrung zeigt, dass eine Mischung verschiedener politischer Maßnahmen am wirksamsten ist. Dabei hängt die Eignung einzelner Politikinstrumente (z. B. Regulierung, steuerliche Anreize, öffentliche Finanzierungen, Kohlenstoffmarkt) von den spezifischen örtlichen Bedingungen und der speziellen EE-Technologie ab.
- Als besonders wirksam hat sich die Kombination öffentlicher Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) mit Maßnahmen zur Markterschließung für EE erwiesen. Dies kann positive Rückkopplungen in Gang setzen und private Investitionen fördern, was zu weiteren Preissenkungen von EE führt.
- Die Entwicklung von EE kann durch die Integration in andere Politikbereiche (Landwirtschaft, Verkehr, Wasser etc.) erleichtert werden. Die Kombination von EE-spezifischen Maßnahmen zur Förderung innovativer, lernender Technologien (z.B. Einspeisevergütungen) mit

übergreifenden Politikinstrumenten zur Internalisierung der externen Kosten von THG-Emissionen (z.B. durch Kohlenstoffmärkte) hat sich als sinnvoll erwiesen. Kohlenstoffmärkte allein sind nicht ausreichend.

- Gezielte Informationspolitik über die Eignung von EE als zuverlässiger Energielieferant kann die öffentliche Akzeptanz stärken. Soziale und Umweltaspekte, Marktentwicklung sowie Aus- und Weiterbildung im Bereich EE sind weitere wichtige Faktoren für Akzeptanz und Ausbau von EE.

EE LEISTEN WICHTIGEN BEITRAG ZUR NACHHALTIGEN ENTWICKLUNG

- Die positiven und negativen Effekte von Energiequellen (z.B. auf den Wasserhaushalt oder die Biodiversität) sind untersucht worden, um deren Nachhaltigkeit zu beurteilen. EE können eine nachhaltige Entwicklung und somit das Erreichen der Millenniums-Entwicklungsziele fördern.
- Bisher ging wirtschaftliche Entwicklung stets mit steigendem Energieverbrauch und steigenden TGH-Emissionen einher. EE können wesentlich dazu beitragen, diese Korrelation zu lösen und so zum Klimaschutz und nachhaltiger Entwicklung beitragen.
- Der Einsatz von EE statt fossilen Brennstoffen kann sich positiv auf die Luftqualität und damit verbundene Gesundheitsaspekte auswirken. Dies trifft besonders auf Frauen und Kinder in Entwicklungsländern zu, wenn traditionelle Biomasseverbrennung durch EE ersetzt wird.
- EE können den Zugang zu Energie erleichtern (zurzeit haben etwa 1,4 Mrd. Menschen keinen Zugang zu Strom). Der Einsatz von EE kann zudem die Energiesicherheit erhöhen, indem die Versorgung auf mehrere Quellen verteilt wird. Zugang zu Energie und Energiesicherheit sind essentiell für soziale und wirtschaftliche Entwicklung.
- Die Nachhaltigkeit der Biomassenutzung hängt von den damit verbundenen direkten oder indirekten Effekten zusammen. Dabei müssen negative Auswirkungen auf die Ernährungssicherheit durch angemessene Ressourcenverteilung vermieden werden.

EE-FORSCHUNG ERMÖGLICHT WEITERE LEISTUNGSSTEIGERUNG UND KOSTENSENKUNG

- Die Entwicklung modernster EE-Technologien einschließlich Speichermedien bedarf Forschung und Investitionen.
- Weiterentwicklung und Optimierung existierender Technologien ist nötig, um Kostensenkung und Effizienzsteigerung zu ermöglichen.
- Weitere Forschung über die Kriterien der Zusammensetzung des zukünftigen Energiemixes ist dringend notwendig, um zuverlässigere Kostenprojektionen zu erstellen.
- Die Integrationsmöglichkeiten von EE in bestehende Netze und die dafür nötigen Infrastrukturmaßnahmen sollten eingehend untersucht werden.
- Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der Wahl des zukünftigen Energiemixes sind nicht ausreichend bekannt. Es sollte eine globale Datengrundlage geschaffen werden, um verlässliche Aussagen zu Nettoeffekten treffen zu können.
- Die Kriterien der Wahl von Förderinstrumenten und politischen Maßnahmen sowie ihrer Wechselwirkungen mit anderen Politikinstrumenten sollte für alle EE auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen systematisch untersucht werden.
- Die Integration von naturwissenschaftlichen und sozio-ökonomischen Forschungsansätzen kann helfen, den Umbau des Energiesystems möglichst kostengünstig und gleichzeitig nachhaltig sowie sozial akzeptabel zu gestalten.
- Forschungsbedarf besteht bezüglich der positiven und negativen Effekte von EE im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung. Insbesondere sollten die Kriterien für den Einsatz von EE in Entwicklungsländern untersucht werden. Verbessertes Wissen über indirekte Landnutzungsänderungen aufgrund von Biomassenutzung für EE könnte negative Effekte auf Klimaschutz und Ernährungssicherheit vermeiden.

ANHANG

Die sechs wichtigsten erneuerbaren Energiequellen in alphabetischer Reihenfolge

- **Bioenergie** wird aus Biomasse gewonnen, z. B. aus organischen Abfallprodukten oder Energiepflanzen. Aus Biomasse wird entweder direkt Strom- oder Wärme erzeugt oder sie wird zur Herstellung von Brennstoffen verwendet. Biomasse wird zurzeit hauptsächlich zum Kochen und Heizen, vor allem in Entwicklungsländern, verwendet. Es gibt viele Bioenergie-Technologien mit sehr unterschiedlicher technischer Reife. Beispiele kommerzieller Technologien sind Kesselanlagen, Hausheizungsanlagen auf Pellet-Basis und die Äthanolgewinnung aus Zucker und Stärke. Hochentwickelte Kombikraftwerke mit integrierter Biomasse-Vergasung oder Lignocellulose-Kraftstoffe sind Technologien in der Vorvermarktungsphase. Die Erzeugung von flüssigen Biokraftstoffen aus Algen sowie einige andere Biokonversionsansätze sind noch in der FuE-Phase.
- **Erdwärme** (Geothermie) aus heißen unterirdischen Vorkommen kann entweder direkt als Wärmequelle genutzt oder in Kraftwerken in Strom umgewandelt werden. Diese Technologien sind ausgereift. In Zukunft könnten auch kühlere Vorkommen mithilfe von EGS-Konzepten (Enhanced-Geothermal-Systems) nutzbar gemacht werden.
- **Meeresenergie** nutzt die potenzielle, kinetische, thermische oder chemische Energie von Meerwasser mithilfe verschiedenster Technologien zur Erzeugung von Strom, Wärme oder Trinkwasser. Beispiele sind Turbinen zur Ausnutzung des Tidenhubs, strömungsgetriebene Unterwasserturbinen, sowie Anlagen zur Ausnutzung der Wellenenergie, des Salzgradienten oder des Wärmegehaltes. Von diesen Technologien sind nur Gezeitenkraftwerke bereits im Einsatz.
- **Solarenergie**-Technologien nutzen die Strahlungsenergie der Sonne. Die Wärme der Sonne kann direkt zum Heizen verwendet werden. Solarstrom wird mithilfe von Photovoltaik (PV) oder Concentrating Solar Power (CSP) gewonnen. Einige dieser Technologien haben die volle Marktreife erreicht (z.B. PV oder Solarheizungen), andere sind in der weit fortgeschrittenen Demonstrations- und Testphase (z.B. CSP). Mit Sonnenenergie könnten auch flüssige oder feste Treibstoffe hergestellt werden; diese Technologie befindet sich noch in der FuE-Phase.
- **Wasserkraft** nutzt die potenzielle Energie von abwärts fließendem Wasser vor allem zur Stromerzeugung. Wasserkraftanlagen (z.B. Staudämme oder Laufwasserkraftwerke mit und ohne Schwellbetrieb) sind ausgereifte Technologie und kommen in allen Größen vor.
- **Windenergie** nutzt die kinetische Energie von Luftbewegungen aus, hauptsächlich zur Stromerzeugung aus großen Windkraftanlagen. Diese sind heutzutage meist an Land (onshore) installiert, technische Weiterentwicklungsmöglichkeiten bestehen vor allem für Offshore-Windenergie-Anlagen im Meer oder Binnengewässern.

Kriterien für den Einsatz von Erneuerbaren Energien

- Ein Kriterium für den Einsatz einer EE-Technologie ist die Gleichmäßigkeit bzw. die Vorhersagbar- oder Regelbarkeit der Energieabgabe. Bioenergie und Geothermie bieten eine regelbare Energieabgabe. Wasserkraft kann durch den Bau von Staubecken regelbar gemacht werden. Solar- und Windenergie sind vom Wetter abhängig und begrenzt regelbar. Allerdings korrelieren das zeitliche Profil der Solarenergieabgabe und des Energiebedarfs während des Tages relativ gut. Bei Meeresenergie hängen Gleichmäßig- und Regelbarkeit von der jeweiligen Technologie ab.
- Ein weiteres Kriterium für den Einsatz einer EE-Technologie ist, ob sie zentral oder dezentral erzeugt werden kann. Wasserkraft, Meeresenergie und Geothermie sind an geologische Gegebenheiten gebunden und werden zentral gewonnen. Energie aus Wind und Sonne hängt von den regionalen klimatischen Bedingungen ab. Die Nutzung von Bioenergie hängt von der örtlichen Verfügbarkeit von Biomasse ab; Biomasse wird zunehmend international gehandelt. Moderne Technologien bieten die Möglichkeit zu Speicherung und Transport von Energie, sodass auch zentral erzeugte Energie dezentral genutzt werden kann, wenn geeignete Speicher- bzw. Transportmedien zur Verfügung stehen.