

# Wege zu einer nachhaltigen Energieversorgung – Die erneuerbaren Energien als Gesamtsystem

Dr. Ole Langniß  
ZSW  
Ole.Langniss@zsw-bw.de

Wolfram Krewitt  
DLR  
Wolfram.Krewitt@dlr.de

## Globaler Marktstatus erneuerbare Energien

Im Jahr 2004 wurden 13,1 % des weltweiten Primärenergieverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt [1]. Mehr als drei Viertel entfielen dabei auf feste Biomasse, die meist traditionell zum Kochen und Heizen eingesetzt wird. Diese Form der Nutzung ist häufig nicht nachhaltig, da die verwendeten Biomassen nicht nachhaltig erwirtschaftet wurden und die verwendeten Herde und Öfen viele Schadstoffe emittieren, was zu erheblichen Gesundheitsbelastungen führt.

Wasserkraft hat mit einem Sechstel den zweitgrößten Anteil an Primärenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien (2,2 % Anteil an der gesamten Primärenergiebereitstellung). Über 90 % der Wasserkraftkapazität von insgesamt mehr als 800 GW entfallen dabei auf große Wasserkraftwerke mit einer Leistung von über 20 MW [2]. Die mit großen Wasserkraftwerken einhergehenden großen Staudämme können gravierende ökologische und soziale Folgen haben, die einer nachhaltigen Nutzung entgegenstehen [3].

„Neue“ erneuerbare Energien, das sind insbesondere Geothermie, Wind- und Solarenergie, stehen für 3,5 % aller weltweit genutzten erneuerbarer Energien und decken nur ein halbes Prozent des weltweiten Energiebedarfs. Somit tragen erneuerbare Energien zwar schon heute beträchtlich zur Deckung der weltweiten Energienachfrage bei, womit sich eine gute Ausgangsbasis zur weiteren Steigerung der Anteile bietet. Allerdings haben moderne, nachhaltige Nutzungsformen daran bisher nur einen geringen Anteil. Dies gilt, selbst wenn man berücksichtigt, dass ein geringer Teil der Biomasse auch in modernen Anlagen umgesetzt wird, und selbst wenn man die Substitutionsmethode

zugrunde legt. Es liegt also noch ein langer Weg vor einer in wesentlichen Anteilen auf erneuerbaren Energien basierenden Versorgung.

Die gute Nachricht ist, dass gerade die „neuen“ erneuerbaren Energien in den vergangenen 15 Jahren, wenn auch ausgehend von einem niedrigen Niveau, ein erhebliches Wachstum aufweisen konnten. Die Windenergie wuchs mit durchschnittlich 24,4 %, Biokraftstoffe und die Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe um 8,1 % und Solarenergie um 6,1 % [4], wohl-gemerkt jährlich! Mit über 86 % steht der ganz überwiegende Teil der modernen Anlagen in OECD-Ländern, hier stellvertretend für die entwickelten Länder. Entsprechend fand das Wachstum moderner Nutzungsformen – gestützt auf eine umfangreiche öffentliche Förderung – bisher fast ausschließlich in entwickelten Ländern statt.

Deutschland steht dabei an herausragender Stelle: Der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch konnte hier von 2,6 % im Jahr 2000 auf aktuell 4,6 % gesteigert und der Anteil am Bruttostromverbrauch von 6,3 % auf 10,2 % erhöht werden. Besonders signifikant fiel die Steigerung um 0,4 % pro Jahr auf einen Anteil von 3,6 % im Kraftstoffbereich aus, während der Anteil zur Wärmebereitstellung nur moderat von 3,9 % auf zurzeit 5,3 % gesteigert werden konnte. Wie das Beispiel Deutschland zeigt, ist eine Loslösung von der fossil-nuklearen Energieversorgung möglich.

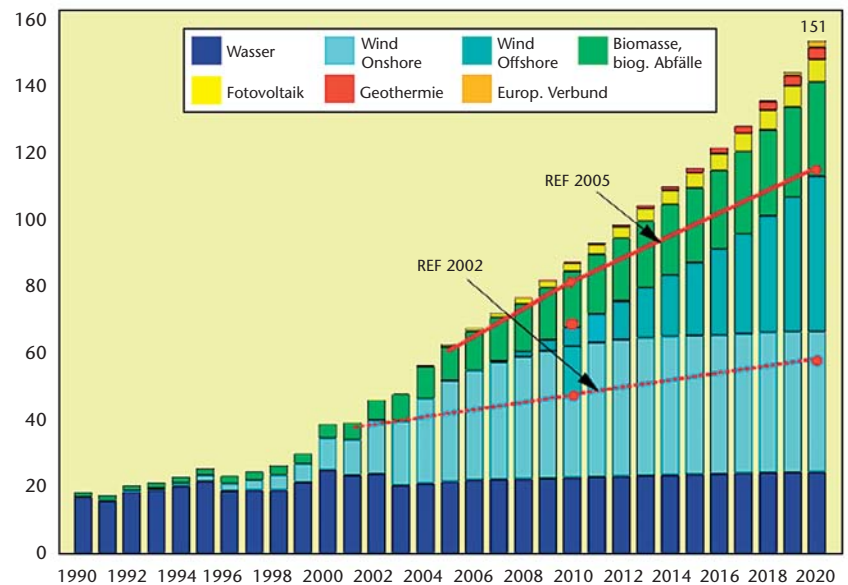
Auch andere Mitgliedsländer der Europäischen Union haben den Anteil erneuerbarer Energien in den vergangenen 15 Jahren deutlich steigern können, etwa Dänemark, die Niederlande oder Italien. Einige andere EU-Mitgliedsstaaten haben zwar absolut betrachtet erneuerbare Energien erheblich ausgebaut, gleichzeitig stieg aber die Energienachfrage mindestens im selben Tempo, wie etwa im Falle Spanien.

Aktuell nehmen moderne Nutzungsformen auch verstärkt in Entwicklungs- und Schwellenländern zu. In der Rangliste der Länder mit der größten Windenergiekapazität steht Indien mittlerweile auf dem vierten Platz, noch vor Dänemark. Die Philippinen stehen an dritter Stelle weltweit bezüglich der Stromproduktion aus Biomasse. Und in China sind über 60% aller Solarkollektoren weltweit installiert, mit einem weiterhin überdurchschnittlichen Wachstum. Weltweit führend bei der Produktion von Bioethanol sind die fünf Länder Brasilien, USA, China, Spanien und Indien. Der Vorwurf, erneuerbare Energien könnten sich nur die reichen Industrieländer leisten, hat also keinen Bestand. Im Gegenteil, immer mehr Länder nicht nur in der entwickelten Welt erkennen die Chancen, die mit dem Ausbau erneuerbarer Energien verbunden sind.

## Perspektiven erneuerbarer Energien

Angesichts steigender Preise fossiler Energieträger, einer stark wachsenden Energienachfrage in Ländern wie China und Indien, weiter steigenden Treibhausgasemissionen und der wachsenden Abhängigkeit von Energieimporten aus nur wenigen Ländern ist der verstärkte Ausbau erneuerbarer Energien bei gleichzeitig deutlicher Steigerung der Energieeffizienz unumgänglich. Selbst wenn sich die Abscheidung und anschließende Einlagerung von Treibhausgasen als im großen Maßstab umsetzbar erweisen sollte, so würde sie doch nur das Problem der Treibhausgasemissionen lösen und das auch nur in einem einzelnen Sektor, nämlich der Stromerzeugung. Analoges gilt für die Kernenergie. Solche technischen Optionen könnten somit – selbst wenn sie gesellschaftliche Akzeptanz erringen sollten – nur ein ergänzendes Element in einer nachhaltigen Energieversorgung darstellen.

Die derzeit hohe Dynamik des Ausbaus erneuerbarer Energien macht realistische Prognosen und Szenarien schwierig. So ging beispielsweise eine Enquete-Kommission des Bundestages noch im Jahr 2002 in ihrem Referenzszenario davon aus, dass die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 46 TWh im Jahr 2010 und 59 TWh im Jahr 2020 betra-



gen würde [5]. Tatsächlich wurden schon im Jahr 2005 über 62 TWh, das sind 10,2% des deutschen Stromverbrauchs, durch erneuerbare Energien bereitgestellt. Erst die jüngste energie-wirtschaftliche Referenzprognose für das Bundeswirtschaftsministerium [6] berücksichtigt die im Strombereich in Deutschland eingesetzte Dynamik angemessen, sodass selbst Szenarien, die von einem forcierten Ausbau erneuerbarer Energien ausgehen, zumindest bis zum Jahr 2010 auf kaum höhere Werte kommen [7]. Demnach könnten erneuerbare Energien in Deutschland 86 TWh Strom im Jahr 2010 bzw. 151 TWh im Jahr 2020 bereitstellen, letzteres entspräche immerhin einem Viertel des gegenwärtigen Stromverbrauchs. Werden die Klimaschutzziele ernst genommen, d. h. die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 80% reduziert, so können erneuerbare Energien einen dann durch verstärkte Effizianzforderung deutlich reduzierten Stromverbrauch zu knapp 70% abdecken. An der gesamten Primärenergiebereitstellung hätten sie dann einen Anteil von 42%.

Selbst bezüglich des Ausbaus erneuerbarer Energien pessimistische Szenarien gehen davon aus, dass weltweit betrachtet die Nutzung erneuerbarer Energien absolut gesehen zunehmen wird. Jüngst von der Internationalen Energie Agentur (IEA) herausgegebene Szenarien gehen im Basisfall davon aus, dass im Jahr 2050 durch erneu-

Abbildung 1  
Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bis 2020 nach [8] und Vergleich mit anderen Szenarien REF 2005 [6], Politikscenario 2002 [9] und REF 2002 [5].

erbare Energien 101 EJ bereitgestellt werden, das entspricht dem 1,7-fachen der heutigen Nutzung [10]. Allerdings würde in diesem Fall der Anteil erneuerbarer Energien an der Primärenergiebereitstellung etwas zurückgehen, da der Energieverbrauch sich in diesem Szenario mehr als verdoppeln würde, was auch zu einer mehr als Verdopplung der Kohlendioxidemissionen führte – eine alarmierende Aussicht! Einen nachhaltigeren Pfad beschreibt die IEA im TECH Plus Szenario, dass trotz einem gegenüber heute um zwei Drittel erhöhten Primärenergieverbrauch immerhin zu einer Emissionsreduktion von 16% gegenüber heute führt. Im TECH Plus Szenario vervierfacht sich beinahe der Beitrag erneuerbarer Energien auf 220 EJ, damit würden 30% des Bedarfs über erneuerbare Energien gedeckt. Nicht verschwiegen werden soll, dass in diesem Szenario auch die Kernenergie einen erheblichen Ausbau erlebt, er fällt aber absolut betrachtet wesentlich geringer aus als der Ausbau erneuerbarer Energien.

Die Perspektiven für erneuerbare Energien sind also auch langfristig gut. Und unter diesen Bedingungen werden sie wachsende Anteile zur globalen Energieversorgung beitragen:

- wesentliche Steigerung der Energieeffizienz
- verstärkte Anstrengungen in Forschung und Entwicklung erneuerbarer Energien
- Stützung der Demonstration und Markteinführung
- Schaffung eines stabilen, verlässlichen politischen Umfelds, daß eine Amortisation langfristiger Investitionen in Innovationen und kapitalintensive Anlagen erlaubt.

## Erforderlicher Instrumentenmix für alle Energiemärkte

Derzeit bedürfen erneuerbare Energien häufig noch der öffentlichen Unterstützung und Förderung, um in einen fairen Wettbewerb mit konventionellen Energien treten zu können. Den Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien mangelt es häufig noch an Wettbewerbsfähigkeit, teils, weil sie als Newcomer, obwohl technisch meist schon voll einsatzfähig, noch nicht auf dem selben Entwicklungsstatus

wie konventionelle Energieträger sind – und damit also noch erhebliche Kostenreduktionspotenziale vorliegen –, teils auch, weil konventionelle Energieträger direkt, etwa über staatliche Beihilfen und umfangreiche Forschungsförderung, oder indirekt über eine unzureichende Internalisierung externer (Umwelt-)Kosten subventioniert werden.

Die Praxis hat gezeigt, dass sich eine erfolgreiche Förderpolitik auf drei Säulen stützen sollte:

1. Förderung von Forschung, Entwicklung und Demonstration, um die Kosten zu senken und die Leistungsfähigkeit der Systeme zu erhöhen.
2. Entwicklung angepasster Strukturen z. B. über eine angemessene Berücksichtigung erneuerbarer Energien in Gesetzen und in der Rechtsprechung, aber etwa auch bei der Aus- und Weiterbildung auf allen Ebenen.
3. Förderung der Marktentwicklung durch Nachfragegenerierung, Beseitigung von Markteintrittsbarrieren und erleichterten Zugang zu Kapital. Letzteres ist aufgrund der typischerweise hohen Anfangsinvestitionen erneuerbarer Energien bei niedrigen laufenden Kosten von besonderer Bedeutung.

Was den Stromsektor angeht, hat Deutschland eine solche Förderpolitik mit einer umfassenden, wenn auch schwankenden Forschungsförderung, vielfältigen rechtlichen Maßnahmen wie etwa Änderungen des Baugesetzbuches und schließlich dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) als Instrument zur direkten Nachfragegenerierung in den vergangenen 15 Jahren erfolgreich betrieben. Dem EEG als Mindestpreismodell wurde kürzlich auch von der Europäischen Kommission im Vergleich mit Fördermechanismen anderer Mitgliedsstaaten ein exzellentes Zeugnis ausgestellt [11], was mehr und mehr Länder weltweit veranlasst, ähnliche Wege zu beschreiten.

Vergleichbare Entwicklungen im Kraftstoff- und Wärmesektor stehen noch aus. Zwar konnte kurzfristig über eine Mineralölsteuerbefreiung der Anteil der Biokraftstoffe in Deutschland von

nur 0,4% im Jahr 2000 auf 3,6% im Jahr 2005 gesteigert werden. Für einen mittelfristig nachhaltigen weiteren Ausbau ist allerdings eine weiterhin verlässliche Förderung notwendig, gleichzeitig sind die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen im Bereich der Kraftstoffe der 2. Generation zu intensivieren, um damit auch die Rohstoffbasis auszubauen. Der Wärmesektor schließlich stellt ein bisher vernachlässigter Schlüsselmarkt dar, um zukünftig höhere Anteile erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch zu realisieren. Dazu ist kurzfristig die gegenwärtigen Förderung etwa im Rahmen des Marktanzreizprogrammes abzusichern, mittelfristig aber auf eine Förderung unabhängig von öffentlichen Haushalten umzustellen, um ein kontinuierliches und beschleunigtes Wachstum zu ermöglichen.

## Zusammenfassung

Erneuerbare Energien sind unstrittig ein unverzichtbares Element einer nachhaltigen Energieversorgung. Bereits heute werden weltweit rund 27 Mrd. € jährlich in erneuerbare Energien investiert (ohne große Wasserkraft) gegenüber 120 Mrd. € im konventionellen Bereich. Will man die Klimaerwärmung auf ein erträgliches Maß begrenzen, müssen bis zum Jahr 2050 erneuerbare Energien die Hälfte globalen Energiebedarfs abdecken. Dazu sind mit einem technologiespezifisch angepassten Instrumentenmix sowohl Forschung und Entwicklung wie auch die direkte Markteinführung im globalen Maßstab verstärkt zu fördern.

## Literatur

- [1] IEA: Renewables Information 2006. Paris 2006. Berechnung nach der international üblichen Wirkungsgradmethode. Nach der Substitutionsmethode abgeschätzt beträgt der Anteil erneuerbarer Energien 17,6%, wobei die Wasserkraft dann für 6,3% und die anderen erneuerbaren Energien für 1,5% der Primärenergiebereitstellung stehen.
- [2] REN21: Renewables Global Status Report 2006 Update. Paris, Washington 2006.
- [3] Die Größe eines Wasserkraftwerkes entscheidet aber nicht zwangsläufig über die Nachhaltigkeit. Viele kleine Wasserkraftwerke können gravierendere Auswirkungen haben als ein einzelnes großes, insbesondere wenn unterschiedlich vorbelastete Gewässer betroffen sind.
- [4] IEA: Renewables Information 2006. Paris 2006.
- [5] Endbericht der Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung." Dt. Bundestag, Drucksache 14/9400 vom 7.7.2002, Berlin.
- [6] EWI Köln, Prognos AG. Energiereport IV: Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030. Energiewirtschaftliche Referenzprognose. Untersuchung im Auftrag des BMWA, Köln, Basel 2005
- [7] Frithjof Staiß et al.: Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU. Endbericht. Stuttgart, Berlin, Osnabrück 2006
- [8] J. Nitsch, F. Staiß, B. Wenzel, M. Fishedick, Aktualisierung und Detaillierung des Ausbaus erneuerbarer Energien im Stromsektor bis zum Jahre 2020 mit differenzierter Ermittlung der Vergütungszahlungen und der Differenzkosten durch das EEG. Untersuchung für das BMU, Dez. 2005
- [9] P. Markewitz, H.-J. Ziesing (Hrsg). Politik-szenarien für den Klimaschutz. Langfrist-szenarien und Handlungsempfehlungen (Politik-szenarien III). FZ Jülich, Reihe Umweltband 50, Jülich 2005
- [10] IEA: Energy Technology Perspectives 2006. Scenarios and Strategies to 2050. Paris 2006
- [11] Europäische Kommission: Förderung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Mitteilung. KOM(2005) 627 endgültig. Brüssel 2005. Siehe dazu auch das zugehörige „Impact Assessment“.