

SCHWERPUNKTTHEMA

Nachhaltige Energieversorgung mit regenerativen Energien

Einführung in den Schwerpunkt

Die Ursprünge des Begriffes „Nachhaltigkeit“ liegen in der Energiekrise gegen Ende des 18. Jahrhunderts. Die deutsche Bevölkerung war damals auf den Wald als Rohstoff- und Energiequelle angewiesen. Um einer Übernutzung des Waldes Einhalt zu gebieten und die Versorgung mit Holzenergie langfristig zu gewährleisten, wurde in Deutschland eine auf langfristige Ressourcenerhaltung angelegte Forstwirtschaft zur rechtlichen Norm.

Eine ausreichende Verfügbarkeit von Energie (und Rohstoffen) steht auch heute wieder im Zentrum gesellschaftspolitischer Entscheidungen. Die Verfügbarkeit von Energie stellt für Deutschland eine fundamentale Voraussetzung für Produktion und Konsum dar. Vor dem Hintergrund eines global weiter zunehmenden Energieverbrauchs werden die fossilen Energieressourcen in wenigen Generationen erschöpft sein. Die heute als sicher einzustufenden Reserven reichen auch auf der Grundlage heutiger Fördermengen bei Öl nur noch etwas mehr als 40 Jahre und bei Erdgas noch rd. 65 Jahre. Gleichzeitig ist die Nutzung fossiler Energieträger eng verknüpft mit der Beanspruchung der Aufnahmefähigkeit der Umwelt für Abfälle und Emissionen

Erneuerbare Energieträger können nicht-erneuerbare Energieressourcen ersetzen und zur Reduktion klimarelevanter CO₂-Emissionen beitragen. Die Bedeutung der regenerativen Energien für eine nachhaltige Energieversorgung findet zunehmend Anerkennung. Ihre verstärkte Nutzung wird in vielen EU-Ländern gefördert.

Der Beitrag der regenerativen Energien zur Stromerzeugung ist zurzeit noch sehr bescheiden und ihre Stromgestehungskosten sind in den meisten Fällen wirtschaftlich noch weit entfernt von den Marktpreisen. Der aktuelle Fokus der staatlichen Förderung liegt deshalb auf der

Stromerzeugung aus regenerativen Energien. Jüngste Beispiele dieser Förderung in Deutschland sind das Erneuerbare Energien Gesetz und das 100.000-Dächer-Programm.

Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)¹, das am 01.04.2000 das 10 Jahre zuvor eingeführte Stromeinspeisungsgesetz abgelöst hat, schreibt den Stromverteilern vor, dass sie den aus regenerativen Energieträgern erzeugten Strom mit einem staatlich festgesetzten Mindestpreis pro kW_{el} vergüten müssen und die ganze Produktion abzunehmen haben. Die größten Zuwächse bei der Nutzung regenerativer Energien zur Stromerzeugung sind bislang in Deutschland und in EU-Ländern zu verzeichnen, in denen staatlich fest geschriebene Preisgarantien über einen ausreichend langen Zeitraum gewährt werden.

Die staatliche Förderung für erneuerbare Energien trägt den Entwicklungen des liberalisierten und deregulierten Strommarktes² Rechnung. Der europäische Gerichtshof hat im März dieses Jahres entschieden, dass die Förderung der Stromerzeugung aus regenerativen Energien nicht gegen europäisches Recht verstößt und eine Einschränkung des freien Wettbewerbs zum Zwecke des Umweltschutzes für zulässig erklärt.

Mit der staatlichen Förderung durch das EEG und Investitionskostenzuschüssen soll in Deutschland der Anteil der regenerativen Energien an der Primärenergieversorgung bis zum Jahr 2010 verdoppelt werden. Darüber hinaus strebt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) an, ihren Anteil auf 50 % im Jahr 2050 zu steigern. Verschiedene Weltenergieszenarien (z. B. der Shell AG) gehen ebenfalls von wesentlichen Beiträgen der regenerativen Energien zur Mitte dieses Jahrhunderts aus. Damit einher geht eine deutliche Erhöhung der Anzahl dezentraler Anlagen zur Bereitstellung regenerativer Energien und der Kosten für die Energieerzeugung.

Die Rolle der regenerativen Energien als Schlüsseltechnologie für eine nachhaltige Energieversorgung wurde am 22. November 2000 in München auf dem Expertenworkshop des HGF-Verbundprojekts „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ im Rahmen der Jahrestagung 2000 der Hermann-von-Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) mit Experten aus Wis-

senschaft und Wirtschaft diskutiert. Die Beiträge zu diesem Schwerpunkt schließen an die Ergebnisse und Diskussionen dieser von ITAS organisierten Tagung an. Stand und Perspektiven der regenerativen Energieträger Windenergie, Biomasse, Wasserkraft, Solarthermie, Photovoltaik und Geothermie werden zunächst in der Gesamtheit und dann getrennt betrachtet. Chancen zur Weiterentwicklung der Nutzungstechniken, auch im Sinne der Nachhaltigkeit, werden skizziert. Die heimisch, europäisch und weltweit verfügbaren Potenziale werden ausgelotet und deren Ausschöpfbarkeit und gesellschaftliche Akzeptanz kritisch hinterfragt. Nachhaltigkeitschancen und -konflikte, die sich bei weitgehender Nutzung der technischen Potenziale von regenerativen Energien einstellen können, werden diskutiert. Abschließend werden die technischen Herausforderungen der fluktuierenden Energieerzeugung mittels regenerativer Energieträger (insbesondere Windenergie und Photovoltaik) und Optionen zu ihrer Integration in die bestehenden Strukturen der Energieversorgung erörtert.

Zunächst wird **Jürgen Kopfmüller, ITAS**, unter der Überschrift „**Nachhaltige Entwicklung im Energiebereich**“ die globalen Probleme und Herausforderungen einer nachhaltigen Energieversorgung skizzieren. Anschließend wird er das integrative Konzept als Ausgangspunkt für eine Umsetzung des Nachhaltigkeitsleitbilds im Energiesektor vorstellen und davon allgemeine Handlungsleitlinien sowie jeweils Indikatoren und Zielwerte ableiten. Zum Schluß wird er auf der Umsetzungsebene auf die Frage der Gewichtung der drei prinzipiellen Handlungsstrategien Effizienz, Konsistenz und Suffizienz eingehen.

Die Bedeutung regenerativer Energieträger zur Gestaltung einer nachhaltigen Energieversorgung in Deutschland wird von **Joachim Nitsch, Institut für Technische Thermodynamik (ITT), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Stuttgart** dargestellt und diskutiert. In seinem Beitrag „**Perspektiven regenerativer Energien am Beispiel Deutschlands**“ gibt er einen Überblick über die mittel- und längerfristig möglichen Beiträge der regenerativen Energieträger zur Deckung unseres Strom- und Wärmebedarfs. Er geht auf die technischen Potenziale und Kosten der Strom- und Wärmeerzeugung ein und skizziert

Wege zur Integration eines Ausbaus regenerativer Energien in die Energieversorgung. Die dargestellten Ausbauszenarien untermauern die Bedeutung der regenerativen Energien für eine nachhaltige Energieversorgung.

Dieser übergreifenden Darstellung folgen einzelne Beiträge, die den Stand und die Perspektiven der jeweiligen regenerativen Energieträger *Windenergie, Biomasse, Wasserkraft, Solarthermie, Photovoltaik und Geothermie* tiefgehend beleuchten und ihren Beitrag zur Entwicklung eines nachhaltigeren Energiesektors aufzeigen.

Die Potenziale der Windenergie im Hinblick auf eine nachhaltigere Stromerzeugung stellt **Martin Hoppe-Kilpper, Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET), Universität Gesamthochschule Kassel** dar. In seinem Beitrag „**Nachhaltige Nutzung der Windenergie**“ informiert er über den Stand der Technik und die Entwicklungsmöglichkeiten der Windkraftnutzung und erörtert exemplarisch deren Kosten und Wirtschaftlichkeit. Er entwickelt Konzepte, wie die Windkraft in die bestehende Energieversorgung eingegliedert werden kann.

In ihrem Beitrag „**Nachhaltige Nutzung von Biomasse als Energieträger**“ zeigt **Christine Rösch, ITAS**, den Stand und die Perspektiven einer weitergehenden Nutzung fester, flüssiger und gasförmiger Bioenergieträger zur Wärme- und Stromproduktion in der EU und in Deutschland auf. Die Stromgestehungskosten für verschiedene Verfahrenswege werden dargestellt. Die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit der energetischen Biomassenutzung wird anhand der Flächeninanspruchnahme, des Düngerbedarfs und Asche-Nährstoffrecyclings diskutiert. Angaben zur Beschäftigungswirksamkeit von Bioenergie runden die Darstellung ab.

Walter Marx, Institut für Wasserbau (IWS), Universität Stuttgart, beschreibt in seinem Beitrag „**Nachhaltige Nutzung der Wasserkraft**“ die nationalen und internationalen Potenziale der Wasserkraft. Er diskutiert die wesentlichen Nachhaltigkeitsdefizite der Wasserkraft und stellt Beispiele für eine umweltgerechte Planung von Wasserkraftanlagen vor.

Der Beitrag von **Franz Trieb und Joachim Nitsch, Institut für Technische Thermodynamik (ITT), DLR Stuttgart** gibt einen Überblick über die mittel- und längerfristig

möglichen Beiträge der Solarthermie zu einer nachhaltigen Energieversorgung. Unter der Überschrift „**Solarthermische Kraftwerke – eine Schlüsseltechnologie für Sonnenländer**“ gehen sie auf die gekoppelte solare Strom- und Wassererzeugung ein. Ihr Beispiel der Fernübertragung elektrischer Energie aus solarthermischen Kraftwerken von Nordafrika nach Mitteleuropa zeigt die Chancen für eine win-win-Situation auf, die zu einer nachhaltigeren Entwicklung in beiden Regionen führen kann. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist der Ausbau der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung für den regenerativen Stromimport.

Die nachhaltige Nutzung der Photovoltaik ist Thema des Beitrags von **Gerhard Willeke, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg**. In seinen Ausführungen zur „**Nachhaltigen Nutzung von Photovoltaik**“ betrachtet er neben der Markt- und Preisentwicklung auch die Nutzungspotenziale und die Rohstofffrage. Dabei geht er auf den Materialbedarf und die Nachhaltigkeit der Verfügbarkeit der benötigten Rohstoffe ein.

In ihrem Beitrag „**Nachhaltige Energiegewinnung aus Erdwärme**“ skizzieren **Ali Saadat und Mitautoren, GeoForschungs-Zentrum Potsdam**, die Chancen der Geothermie. Sie gehen dabei auf die geologischen Rahmenbedingungen und die Entwicklungsmöglichkeiten zur Nutzung hydrothermalen Niederdrucksystems und das Hot Dry Rock-Verfahrens ein. Die Kosten der CO₂-Reduktion hydrothermalen Wärmebereitstellung werden benannt.

Abschließend wird **Torsten Fleischer, ITAS**, in seinem Beitrag „**Technische Herausforderungen durch neue Strukturen in der Elektrizitätsversorgung**“ die Auswirkungen eines verstärkten Einsatzes dargebotsabhängiger Elektrizitätserzeugung aus regenerativen Energiequellen (insbesondere Windenergie und Photovoltaik) beleuchten. Daran anschließend wird er verschiedene Möglichkeiten aufzeigen, wie die fluktuierenden Leistungscharakteristiken regenerativer Energien ausgeglichen werden können.

(Christine Rösch, ITAS)

Anmerkungen

- 1) Erneuerbare Energie Gesetz (EEG), 2000: Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien sowie zur Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes und des Mineralölsteuergesetzes vom 29. März 2000. BGBl I (13), 305-309. Ziel dieses Gesetzes ist es, im Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen und den Beitrag Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung deutlich zu erhöhen, um entsprechend den Zielen der Europäischen Union und der Bundesrepublik Deutschland den Anteil Erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch bis zum Jahr 2010 mindestens zu verdoppeln. Dieses Gesetz regelt die Abnahme und die Vergütung von Strom, der ausschließlich aus Wasserkraft, Windkraft, solarer Strahlungsenergie, Geothermie, Deponegas, Klärgas, Grubengas oder aus Biomasse im Geltungsbereich dieses Gesetzes oder in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone gewonnen wird, durch Elektrizitätsversorgungsunternehmen, die Netze für die allgemeine Versorgung betreiben (Netzbetreiber).
- 2) Im Frühjahr 1998 wurde das Energiewirtschaftsrecht in Anlehnung an die EU-Richtlinien neu geregelt. Wichtige Ziele waren dabei die Liberalisierung des bis dahin von Monopolstrukturen beherrschten Strommarktes und die Verbesserung der Wettbewerbsverhältnisse der Industrie durch sinkende Strompreise. Die Preisbildung für das Produkt Strom erfolgt nun nach Markgesetzen, was die freie Wahlmöglichkeit bezüglich des Lieferanten für alle Kunden bedingt. Vor allem große Kunden, insbesondere industrielle Abnehmer, haben von der Möglichkeit, zu einem neuen Stromversorger zu wechseln und den deutlichen Preissenkungen für Strom profitiert. Korrekturen der zum Teil nicht kostendeckenden Strompreise deuten ebenso wie die Überwälzung der Auswirkungen des Erneuerbare Energien Gesetzes und des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes zukünftig jedoch eher wieder Preiserhöhungen an.

«