

Erneuerbare Energien sind nichts für Romantiker. Angesichts des global wachsenden Energiebedarfs, man denke nur etwa an die chinesische Volkswirtschaft, den jetzt schon spürbaren Klimawandel, den Risiken der Kernenergie und der Begrenztheit der Ressource Öl ist mehr als deutlich: Wir müssen – das sind wir der Natur und den nach uns kommenden Menschen schuldig – unser Leben auf eine andere energetische Basis stellen. Aber welche Rolle können Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme oder Biogas spielen, wenn es um nichts weniger als Frieden, Gerechtigkeit und Bewahrung der Schöpfung gehen soll?

Chinaschilf und Sonnenschein

Potenziale und Grenzen erneuerbarer Energien – ein Überblick

ANKE SCHWARZER

Die Potenziale von Wasser, Wind, Sonne, Biomasse und Erdwärme zur Energiegewinnung sind enorm. Doch es gibt auch Grenzen: Mit Pflanzen wie Schilf oder Zuckerrohr kann man zwar erneuerbare Energie erzeugen – doch sollen dafür riesige industriell genutzte Anbauflächen angelegt werden? Die Hamburger Journalistin Anke Schwarzer über Möglichkeiten und Grenzen erneuerbarer Energien

Die globale Energienachfrage, insbesondere in den Schwellenländern, nimmt rasant zu. Doch ohne tiefgreifenden Umbau der weltweiten Energiesysteme ist eine nachhaltige Entwicklung nicht vorstellbar. Die natürlichen Lebensgrundlagen sind bedroht, das Klimasystem schon jetzt gestört. Auch die Energiearmut in den Entwicklungsländern ist eine große Herausforderung: Einem Drittel der Erdbevölkerung fehlt der Zugang zu sauberer Energie völlig.

Von einem zügigen Ausbau der Energien aus Sonne, Wasser, Wind, Erdwärme und Biomasse ist man allerdings weit entfernt. Weltweit lag nach Angaben der Internationalen Energie-Agentur der Anteil regenerativer Energiequellen am Primärenergieverbrauch im Jahr 2001 bei nur fünf Prozent. Nicht einbezogen ist hier der Einsatz von Biomasse in traditionellen Nutzungsformen, der weltweit bei 8,2 Prozent liegt. Weil in den industrielosen Ländern in Afrika,

Asien und Lateinamerika sehr viel Dung und Holz verbrannt wird, erscheinen sie an der Spitze der Verbraucher regenerativer Energien. Dieser Einsatz von organischer Substanz ist allerdings weder nachhaltig noch gesund, führt er doch etwa zur Abholzung ganzer Wälder an den Hängen des Himalaya oder zu Atemwegserkrankungen, die durch Rauch und Ruß beim Verbrennen von Dung und Holz in den Innenräumen entstehen. Nach Schätzung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sterben jährlich 1,6 Millionen Menschen an den Folgen dieser Luftverschmutzung.

Zu teuer, und damit im Vergleich mit konventionellen Energieträgern nicht wettbewerbsfähig, seien die erneuerbaren Energien, so ein häufig zu hörendes Argument. In der Tat: Strom aus Sonne ist teurer. Im Jahre 2000 kostete nach Angaben der Europäischen Kommission ein Kilowatt Strom aus der Photovoltaik je nach Land zwischen 51 und 85 Cent. Elektrizität aus Wind dagegen um die sieben Cent, Atomstrom um die fünf und Kohlestrom um die drei Cent. Allerdings weisen die „Politikempfehlungen für Erneuerbare Energien“, ein Dokument, das auf der „renewables – 2004“-Konferenz in Bonn verabschiedet wurde, darauf hin, dass die sauberen Energien mit den fossilen und atomaren Energien konkurrenzfähig wären, würden in die Kalkulationen alle externen Kosten mit einfließen. Damit sind indirekte Kosten, verursacht durch den Einsatz fossiler und atomarer Ener-

Foto: BilderBox/Erwin Wodicka



gien, wie etwa Entsorgungskosten, Aufwendungen für Krankheiten durch Luftverschmutzung oder die Beseitigung von durch Uranabbau verursachte Umweltschäden gemeint. Umgekehrt sollten positive Auswirkungen durch den Einsatz erneuerbarer Energien, zum Beispiel geringere Ausgaben für Ölimporte oder die Schaffung neuer Arbeitsplätze mit einberechnet werden. Außerdem kritisieren die Experten in dem Dokument, dass die immensen Subventionen für fossile und atomare Energieträger ebenfalls nicht in die Kostenkalkulationen einberechnet würden.

Auch der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (wbgu) hat 2003 in seinem Gutachten „Energiewende zur Nachhaltigkeit“ gezeigt, dass der Umbau im Energiebereich sowohl technisch als auch finanziell möglich ist.

Für diese Untersuchung führte der Beirat den Begriff des „nachhaltigen Potenzials“ ein. Hierbei berücksichtigte er nicht nur die theoretischen Potenziale und technischen Grenzen, sondern auch Kriterien der Nachhaltigkeit, etwa den Schutz von Flussökosystemen und die Sicherung von Landflächen zur Nahrungsmittelversorgung. Bis 2050 könnte die Hälfte des globalen Energiemixes aus erneuerbaren Energien stammen, so der wbgu.

Für das Jahr 2100 sieht der Beirat ein nachhaltiges Potenzial für Windkraft bei 140 Exajoule pro Jahr und für Energie aus Biomasse in modernen Nutzungsformen bei 100 Exajoule pro Jahr. Letzteres entspricht etwa einem Viertel des gesamten Primärenergieeinsatzes im Jahr 2000. Für die Geothermie liegt das nachhaltige Potenzial im Jahr 2100 laut wbgu bei 30 Exajoule im Jahr und die Wasserkraft pro Jahr bei nur 15 Exajoule. Ein unerschöpfliches Potenzial sieht er darin, die Sonnenenergie zu nutzen, um Strom, Wärme oder Wasserstoff zu erzeugen.

Die Kraft der Sonne lässt sich auf verschiedene Arten nutzen: Zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie, Sonnenkollektoren) oder Strom (per Solarthermie und Photovoltaik). „Solarthermische Kraftwerke sind in Kalifornien schon lange erprobt“, so Carsten Agert, Mitarbeiter im Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg. Allerdings wurde seit 1991 nirgendwo auf der Welt ein neues

Eine Energiewende ist sowohl technisch als auch finanziell möglich.

solarthermisches Kraftwerk gebaut und in Europa läuft bislang kein einziges kommerziell betriebenes. Der deutsche Projektentwickler, die Solar Millennium AG, hat nun begonnen, zwei Megawatt Parabolrinnen-Kraftwerke in Südspanien zu bauen. Weitere Kraftwerke sind in Nordafrika, Israel, Mexiko, Indien und im Südwesten der USA geplant. Auch die zentralen Photovoltaik-Kraftwerke werden nach Agerts Ansicht, der an dem wbgu-Gutachten mitgearbeitet hat, langfristig an Bedeutung gewinnen. Andererseits: „Um



Foto: epd/Caro/Meyerbroeker

Windpark im Öresund bei Kopenhagen

eine geringe Energienachfrage zu decken, etwa in netzfernen und dünn besiedelten Gebieten, sind dezentrale Photovoltaik-Systeme ideal geeignet.“

Windkraft, der nach der Sonnenenergie das größte nachhaltige Potenzial zugeschrieben wird, ist unbeständiger und global ungleichmäßig verteilt. Hier liegen die Möglichkeiten laut Agert insbesondere in Nordafrika, Nordeuropa, im zentralen Nordamerika, Australien und im südlichen Südamerika.

Erheblicher Forschungsbedarf

Der Nachteil von Windkraftwerken, dass sie bei Flaute keinen Strom produzieren, wird in der Praxis durch einen Mix mit anderen Energieformen ausgeglichen. In der Regel wird in netzfernen Regionen eine Kombination aus Dieselparatur und Windkraft eingesetzt. Bei so genannten Hybridanlagen, die Sonne, Wind, Biogas und Wasser kombinieren, besteht jedoch noch erheblicher Forschungsbedarf.

Die Wasserkraft hat bereits heute schon einen bedeutenden Anteil an der Stromerzeugung. Kleinwasserkraftwerke bis zu zehn Megawatt Leistung eigneten sich besonders für eine dezentrale Anwendung, um Dörfer oder kleine Unternehmen mit Strom zu versorgen, so Agert. Damit lassen sich auch die Nachteile vermeiden: Große Staudämme greifen in den Naturhaushalt ein, Siedlungsgebiete und fruchtbare Böden werden überflutet, Krankheiten wie Billharziose oder Malaria nehmen insbesondere in den Tropen zu. Der wbgu schätzt deshalb die nutzbaren Potenziale der Wasserkraft insgesamt geringer als die anderer Quellen ein: Die Möglichkeiten in den OECD-Staaten seien weitgehend ausgeschöpft.

Viele der verbleibenden Projektoptionen befänden sich in schwer zugänglichen Tropenwald- und Bergregionen, wo die Komplexität der Ökosysteme (Südamerika, Südostasien, Zentralafrika) und die Verletzlichkeit indigener Gesellschaften (Kolumbien, Brasilien, Laos, Vietnam) große Risiken darstellten. Mögliche Staudämme in Indien, China und Südbrasiliens lägen zudem in dicht besiedelten Regionen.

In manchen Gebieten ist die Wasserkraft zudem nur saisonal einsetzbar, etwa in Kenia, das seinen Strom zu 60 Prozent aus dieser Energiequelle schöpft. Um den Kapazitäts-einbruch in Trockenperioden auszugleichen, setzt das Land zunehmend auf Erdwärme. Das älteste Kraftwerk läuft zuverlässig bereits seit den Achtzigerjahren. Erdwärmeanlagen sind vor allem entlang der vulkanischen Zonen und in Gebieten mit Wärmeanomalien, in denen nicht sehr tief gebohrt werden muss, gebaut worden: in Island, Italien, Ostafrika, in der pazifischen Region und an der Westküste Nord- und Mittelamerikas. Weltweit gesehen deckt die Geothermie weniger als 0,2 Prozent des Primärenergiebedarfs.

Das nachhaltige Potenzial der modernen Bioenergie schätzt der wbgu als relativ niedrig ein, da er die Nachhaltigkeit der Biomassenutzung stark berücksichtigt. So lehnt er es ab, natürliche Ökosysteme für den Anbau von Bioenergiesträgern (zum Beispiel Bioenergielieferanten wie Zuckerrohr oder Chinaschilf) umzuwandeln. Außerdem muss die landwirtschaftliche Nutzung zur Sicherung der Nahrungsmittelversorgung Vorrang haben.

Doch der Biostrom ist, ähnlich wie die aus der Geothermie gewonnene Elektrizität, gut steuerbar und hat die höchste Versorgungssicherheit unter den erneuerbaren Energien. Der Einsatz der so genannten Regelennergie um, wie bei der Wind- und Sonnenenergie, Stromschwankungen im Netz auszugleichen, fällt weg.

Eine wesentliche Herausforderung an eine Energieversorgung auf der Basis erneuerbarer Energien ist, die – je nach Tages- und Jahreszeit – schwankende Nachfrage durch ebenfalls fluktuierende Quellen wie Wind- und Sonnenenergie zu decken. Ihr will man mit großflächig vernetzten Energieverteilungsstrukturen begegnen oder aber mit einer autonomen, dezentralen Energieproduktion, kombiniert mit neuen Speichermöglichkeiten: Der wbgu befürwortet beispielsweise das Projekt „Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation“ (TREC). Die Idee: Das sonnen- und windreiche Nordafrika soll nicht nur sich selbst, sondern

auch Europa mit Strom versorgen. Gedacht wird an leistungsstarke solarthermische Kraftwerke entlang der nordafrikanischen Küste sowie an Windkraftanlagen am Roten Meer sowie am Atlantik zwischen Marokko und Mauretanien. Ein Stromverbund von Nordafrika bis Island soll gewährleisten, dass die wechselnde Stromeinspeisung aus regenerativen Energien ausgeglichen werden kann. Eine Verbindung in Ost-Westrichtung könnte zudem das Sonnenlicht im Tagesverlauf optimal ausnutzen. Überschüssige Stromkapazitäten würden in Wasserkraftanlagen, zum Beispiel Pumpspeicheranlagen in den Alpen, den Pyrenäen und in Skandinavien, angesammelt werden. Auf diese Weise ließe sich die Menge von einem Monat EU-Stromverbrauch speichern, sagt Georg Czisch, Mitglied in der TREC-Entwicklungsgruppe. Etwa 10 Prozent des jährlichen Stromverbrauchs in der Europäischen Union könne so in den nächsten zwanzig Jahren in Nordafrika installiert werden.

Doch gegen einen weitreichenden Stromverbund aus regenerativen Energien gibt es auch Bedenken – und Szenarien, die eine völlig andere regenerative Energieversorgung vorsehen. Das Motto lautet hier: Energie dort produzieren, wo sie verbraucht wird. Der Vorsitzende des Weltrates für erneuerbare Energien, der SPD-Bundestagsabgeordnete Hermann Scheer, sieht in dem TREC-Projekt lediglich eine Kopie der bestehenden Stromwirtschaft mit ihrer Netzhängigkeit: „Gerade in der dezentralen Speicherung und der Abkehr der teuren Überlandleitungen liegt die eigentliche Revolutionierung und Produktivitätschance der erneuerbaren Energien“. Welches der beiden Szenarien sich durchsetzt, wird sich zeigen – gemeinsam ist ihnen jedenfalls, dass sie eine Abkehr von einer zerstörerischen Energieversorgung vorsehen. Eine ganz andere Frage ist es jedoch, wie den „Aggressoren“ – so nennt Scheer in seinem Buch „Solare Weltwirtschaft“ die Kräfte, die eine Energiewende blockieren und eine Atomrenaissance befürworten – Einhalt geboten werden kann. □