

Windkraft, Wasserkraft und Sonnenenergie könnten schon in 20 Jahren den gesamten Energiebedarf der Erde decken und fossile Brennstoffe komplett überflüssig machen. In ihrer Studie „Ein Plan für 100% erneuerbare Energien weltweit bis 2030“ erläutern die US-amerikanischen Wissenschaftler Mark Z. Jacobson und Mark A. DeLucchi die technische Machbarkeit.

Zusammenfassung:

- Wind-, Sonnen- und Wasserkraft (WWS) liefern an zugänglichen Standorten ein Vielfaches der weltweit benötigten Energie.
- Der Plan zur Umstellung des weltweiten Energiesystems auf regenerative Quellen bis 2030 sieht die Errichtung von 3,8 Millionen Windturbinen (mit je 5 MW), 90 000 großen Solaranlagen (mit je 300 MW), zahlreichen Erdwärme-, Wasser- und Gezeitenkraftwerken sowie dezentralen Photovoltaikanlagen auf Gebäuden vor.
- Schon im Jahr 2020 würde die gelieferte Energie einschließlich Verteilung weniger kosten als die veranschlagten 5,5 Eurocents pro Kilowattstunde bei herkömmlichen Kraftwerken.
- Notwendig ist vor allem der politische Wille.
- Bei einigen speziellen Rohstoffen wie Lithium für die Batterien von Elektrofahrzeugen könnte es Engpässe geben, die aber durch Recycling und technische Innovationen überwindbar sind.

Mehr als drei Viertel der Deutschen wünscht sich eine Vollversorgung aus erneuerbaren Energien. Zugleich aber zweifelt die Hälfte der Bundesbürger an der technischen Realisierbarkeit dieses Ziels.

Dabei ergibt sich die Notwendigkeit einer vollständigen Umstellung auf erneuerbare Energien nicht mehr nur aus Gründen des Klimaschutzes, sondern vor allem wegen der bereits einsetzenden Verknappung und Verteuerung fossiler Energien, wie unabhängige Studien, u.a. der Energy Watch Group, belegen.

Mark Z. Jacobson, einer der Autoren der Studie und Professor für Umwelt- und Bauingenieurwesen an der Stanford University sowie Direktor des dortigen „Atmosphäre/Energy Program“, erklärte bei einer Pressekonferenz mit Fachgespräch am 23. März in Berlin, wie diese Umstellung in überschaubaren Zeiträumen realisierbar wäre:

Saubere Energietechnologien

Windkraft (einschließlich Meereswellen), Wasserkraft (einschließlich Gezeitenströmung und tiefe Erdwärme) und Sonnenlicht (WWS) sind die Säulen

eines nachhaltigen und umweltfreundlichen Energiesystems, das bis 2030 den kompletten weltweiten Energiebedarf decken könnte. Berücksichtigt wurden nur die heute schon industriell eingesetzten oder einsatzreifen Technologien.

Es wurden nur Quellen einbezogen, die auf jeder Stufe ihrer Nutzung – also auch bei der Konstruktion oder Stilllegung der benötigten Anlagen – nur minimale Mengen an Treibhausgasen oder Schadstoffen freisetzen. Nicht berücksichtigt sind deshalb Biokraftstoffe, Atomenergie und CO₂-Abscheidung bei fossilen Rohstoffen wie Kohle.

Wir verwenden deshalb auch für Heizungs- und Transportsysteme elektrische Energie aus Wind, Wasser und Sonnenlicht, wofür bisher (außer im Schienenverkehr) fossile Brennstoffe eingesetzt wurden.

Elektroheizungen gibt es heute schon. Bei Fahrzeugen haben alle großen Hersteller inzwischen Prototypen entwickelt, die von Batterien oder Brennstoffzellen angetrieben werden. Mit elektrischem Strom gewonnener Wasserstoff müsste künftig eine wichtige Rolle spielen, als Energiespeicher, für Fahrzeuge, im Luftverkehr sowie für industrielle Prozesswärme.

Energie im Überfluss

Die U. S. Energy Information Administration beziffert den weltweiten Energieverbrauch heute auf bis zu 12,5 Billionen Watt, d.h. Terawatt (TW). Bis 2030 soll der Verbrauch wegen der wachsenden Weltbevölkerung und des höheren Lebensstandards auf 16,9 TW steigen, wenn weiterhin fossile Brennstoffe dominieren. Würde die Weltwirtschaft aber vollständig mit WWS-Energie versorgt, sänke der Bedarf auf 11,5 TW, weil Elektrizität bei den meisten Anwendungen einen höheren energetischen Wirkungsgrad bringt.

Aber selbst ein höherer Energiebedarf könnte aus Wind, Wasser und Sonne mehr als ausreichend gedeckt werden. Allein die weltweit verfügbare Windenergie beträgt 1700 TW, bei der Solarenergie sind es sogar 6500 TW. Ohne die nicht nutzbaren Regionen Meer, Hochgebirge und Naturschutzgebiete und ohne Areale mit geringem Windaufkommen bleiben zwischen 40 und 85 TW an Wind- und 580 TW an Sonnenenergie. Beides übersteigt den künftigen Energiebedarf der Erdbevölkerung um ein Vielfaches. Derzeit erzeugen wir mit 0,02 TW an Wind- und 0,008 TW an Sonnenenergie nur ein Bruchteil des möglichen.

Die anderen WWS-Technologien leisten weitere Beiträge und sorgen für Sicherheit und Flexibilität (Wellenkraft, Erdwärme, Wasserkraft).

Intelligente Energienetze

Bei unserem Technologie-Mix liefert Wasserkraft nur etwa neun Prozent des Bedarfs mit 900 Wasserkraftwerken weltweit, von denen 70 Prozent schon existieren. Die Windkraft kommt für 51 Prozent des Bedarfs auf. Die 3,8 Millionen Windturbinen würden insgesamt nur eine Fläche von knapp 50 Quadratkilometern einnehmen (das Stadtgebiet von Stuttgart ist mehr als viermal so groß).

Nur 0,8 Prozent der projektierten Windkraft-Leistung sind derzeit in Betrieb: weltweit ca. 150.000 Windkraftanlagen mit einer durchschnittlichen Leistung von 1 MW. In

Deutschland wurden im vergangenen Jahr Anlagen mit durchschnittlich 2 MW installiert, aber auch schon zahlreiche Anlagen mit bis zu 5 MW.

Rund 40 Prozent der Energie liefern Photovoltaik und Solarthermie: Davon 30 Prozent aus Kleinanlagen auf Dächern von Häusern und Bürogebäuden. Die Solarkraftwerke benötigen weniger als 0,33 Prozent der irdischen Landfläche.

Zum Vergleich: Allein die für den steigenden fossilen Energiebedarf notwendigen 13.000 neuen Kohlekraftwerke würden viel mehr Land beanspruchen als das gesamte neue WWS-Energiesystem – von Bergwerken und anderen Umweltbelastungen ganz zu schweigen.

Versorgungssicherheit

Das WWS-Energiesystem liefert Energie mindestens so zuverlässig wie das derzeitige. Nachts und bei schlechtem Wetter liefert Wind den Löwenanteil. Tagsüber und an ruhigen Tagen dominiert die Sonne, weshalb sich Sonne und Wind gut ergänzen. Eine verlässliche Quelle wie die Wasserkraft, die sich schnell an- und abschalten lässt, deckt Versorgungslücken und Bedarfsspitzen. Eine Basis aus Erdwärme und Gezeitenenergie sichert die Versorgung ab.

Die Umsetzung erfordert Investitionen in ein überregionales, leistungsfähiges und intelligentes Stromnetz, das den Energiebedarf bei Lastspitzen reduziert und in Zeiten großen Angebots verlagert bzw. geografische Ungleichheiten überbrückt. In Wohnhäusern ließen sich intelligente Stromzähler installieren, über die zum Beispiel Elektrofahrzeuge automatisch aufgeladen werden, sobald die Stromentnahme aus dem Netz niedrig ist.

Knappe Rohstoffe?

Ein weltweites WWS-Energiesystem ist also technisch realisierbar. Einige Werkstoffe könnten dabei knapp oder teuer werden. Stahl und Beton für Millionen Windkraftanlagen sind vorhanden und sind vollständig wiederverwertbar.

Kritisch sind „seltene Erden“ Metalle wie Neodym, das in den Getrieben der Turbinen verwendet wird. Die meisten preiswerten Vorkommen liegen in China, so dass sich neue Rohstoffabhängigkeiten ergeben könnten. Die Hersteller entwickeln aber bereits Alternativen.

Solarzellen bestehen überwiegend aus Silizium, einige aus Cadmium-Tellurid oder Kupfer-Indium-Selenid und -Sulfid. Die Vorkommen von Tellur und Indium könnten bestimmte Solarzellentypen begrenzen. Dagegen ist Silizium das zweithäufigste Element in der Erdkruste und damit praktisch unbegrenzt verfügbar. Der Anteil des begrenzt verfügbaren Silbers lässt sich reduzieren und alte Solarmodule sollten recycelt werden.

Elektromotoren und Batterien für Fahrzeuge benötigen begrenzte Rohstoffe wie Lithium und Platin für Brennstoffzellen. Auch hier muss die Wiederverwertbarkeit deshalb ein wichtiges Entwicklungsziel sein.

Bald konkurrenzfähig

Für jede Technologie wurden die Kosten für Erzeugung, Lastmanagement und Verteilung ermittelt. Schon heute kosten Windenergie, Erdwärme und Wasserkraft weniger als sieben Dollar-Cent pro Kilowattstunde (¢/kWh, 1 Dollar entspricht derzeit etwa 0,75 Euro), während Gezeiten- und Sonnenenergie noch teurer sind, aber bis 2020 voraussichtlich konkurrenzfähig sein werden.

Bereits in zehn Jahren sollten Wind-, Wellen- und Wasserkraft bei nur noch 4 ¢/kWh liegen, während die konventionelle Erzeugung bereits 2007 in den USA 7 ¢/kWh kostete.

Serienproduzierte Elektrofahrzeuge verursachen über ihre gesamte Lebensdauer gerechnet weniger Kosten als herkömmliche Autos. Externe ökologische Kosten würden die Rechnung noch weiter verbessern.

Für den Aufbau eines weltweiten WWS-Energiesystems müssten über 20 Jahre verteilt etwa 100 Billionen Dollar investiert werden (plus das Verteilnetz), die sich über den Verkauf von Energie wieder amortisieren. Die Kosten für das Festhalten an der fossilen und atomaren Energieerzeugung wären aufgrund der notwendigen Kraftwerksinvestitionen, Brennstoffkosten, Sicherheit und Gesundheits- und Umweltschäden in mindestens vergleichbarer Größenordnung.

Widerstände politisch überwinden

Die Umlenkung der Investitionen in ein neues Energiesystem liefert vergleichbar kostengünstige, sichere und umweltfreundliche Energie. Einzelne Komponenten sind anfangs teurer und müssen durch Markteinführungsprogramme und Besteuerung der konventionellen Energien gefördert werden.

Widerstände kommen vor allem aus der Lobby der traditionellen Energieversorger, die ihre Privilegien erhalten wollen. Der Gesetzgeber muss diese Einflüsse überwinden, durch eine Kombination aus Netzeinspeisungsvergütungen (EEG), Anreizen zur Kostensenkung, Streichen von Subventionen der konventionellen Energien und Weiterentwicklung der Stromnetze.

Autoren der Studie:

Mark Z. Jacobson ist Professor für Umwelt- und Bauingenieurwesen an der Stanford University sowie Direktor des dortigen „Atmosphere/Energy Program“. Er entwickelt Computermodelle, mit denen sich die Auswirkungen von Energietechnologien auf Klima und Luftverschmutzung untersuchen lassen.

Mark A. DeLucchi beschäftigt sich am Institute of Transportation Studies der University of California in Davis mit energetischen, wirtschaftlichen und Umweltanalysen fortgeschrittener, nachhaltiger Treibstoffe, Fahrzeuge und Transportsysteme.