

Hohes Potenzial vorhanden

Zu: „Erneuerbare Energien fördern, aber richtig“ von Walter Blum, Dezember 2003, S. 3

Der Meinungsbeitrag von Walter Blum hat mich enttäuscht. Ich hätte mir gewünscht, dass sich Physiker in einer umstrittenen Frage der aktuellen Politik mit mehr Sachlichkeit und besseren Argumenten zu Wort melden, als in der politischen Debatte üblich. Herr Blum führt z. B. an, dass es „unsinnig“ ist, Photovoltaik-Strom in Deutschland in das Stromnetz einzuspeisen, „bedingt durch die geringe Sonneneinstrahlung“. Richtig ist, dass im Moment der Anteil des photovoltaisch erzeugten Stromes verschwindend gering ist. Richtig ist aber auch, dass das in Deutschland vorhandene Potenzial auf geeigneten Flächen ausreicht, einen sehr großen Anteil der Energieversorgung zu leisten. Dies ist eine langfristige Perspektive mit einem Horizont bis 2050 und darüber hinaus, die aber schon jetzt konkrete Maßnahmen erfordert. Die Photovoltaik besitzt von allen Energietechnologien die steilste Lernkurve und das stärkste exponentielle Wachstum. Das heißt, keine Technologie verbilligt sich schneller. Angesichts der beobachteten Entwicklung bei der verwandten Chip-Industrie, des immer noch sehr großen Automatisierungspotenzials und sehr konkreter Perspektiven wie dünnerer Solarzellen etc. gibt es keinen Grund davon auszugehen, dass diese Dynamik nicht auch mittelfristig weiter besteht. Eine Förderung ist zwar im Moment noch mehr Technologieförderung als Klimaschutz, legt aber eine ganz wichtige und wahrscheinlich unverzichtbare Basis für weiteren Klimaschutz. Bleibt noch anzumerken, dass in der Darstellung fehlt, dass die Förderung sehr stark degressiv ausgestaltet ist.

In der Betrachtung zur Windkraft werden im Grundton lediglich die Standard-Argumente der Gegner wiederholt: zu teuer, bringt nichts, manche verdienen sich eine goldene Nase. Richtig ist, dass durch die Förderung der Windkraft externe Kosten herkömmlicher Energieerzeugung vermieden werden, die das Fördervolumen deutlich übersteigen. Daher ist die Förderung volkswirt-

schaftlich sinnvoll. Zudem ist auch diese Förderung degressiv gestaltet, d. h. ein deutlicher Innovationsanreiz vorhanden. Eine fehlgeleitete Förderung für Anlagen an nicht sinnvollen Standorten wird die Novelle des Energie-Einspeise-Gesetzes ausschließen. Richtig ist auch, dass Windkraft nicht nur Brennstoff und damit CO₂ einspart, sondern dass durch Korrelationen zwischen Verbrauch und Windangebot, sowie statistische Ausgleichseffekte, durchaus auch Kraftwerkskapazität durch Windenergieanlagen ersetzt wird.

Herr Blum hat sicherlich recht damit, dass solarthermische Anlagen ein großes Potenzial haben und stärker gefördert werden müssen. Ich warne allerdings davor, unterschiedliche erneuerbare Energien gegeneinander auszuspielen. Alle ernsthaften Szenarien einer zukünftigen Versorgung mit erneuerbaren Energien, die sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich optimiert ist, sehen einen sehr bunten Mix unterschiedlicher Technologien. Nur so können lokale Potenziale, nützliche Korrelationen und Ausgleichseffekte genutzt, der Speicherbedarf und damit auch die Preise niedrig gehalten und die Versorgungssicherheit hoch gehalten werden. Die Kernenergie kommt in diesen Szenarien übrigens nicht mehr vor, auch aus wirtschaftlichen Gründen nicht.

JAN CHRISTOPH GOLDSCHMIDT

Ein so fundamental zukunftsweisendes Gebiet sollte sich nicht auf einen Beitrag beschränken, der Halbwahrheiten unkritisch Raum schenkt, wie wir sie bereits zur Genüge von den Interessenvertretern der Stromerzeugung aus fossilen und nuklearen Energieträgern kennen. Ich unterstelle dem Autor, und mit ihm dem Arbeitskreis Energie der DPG, dass er über die Alternativen umfassender informiert ist und z. B. den Bericht der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung“ des Deutschen Bundestages von 2002 oder „Welt im Wandel“ des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung von 2003 gelesen hat. Von den dort geschilderten Ergebnissen, wie nämlich die Vollversorgung mit erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050 möglich ist, erfährt man in seinem Kommentar nicht viel. Herr

Blum vermittelt eher den Eindruck der Ausweglosigkeit aus der fossilen und atomaren Falle und verkauft Energiekolonialismus in der Sahara, als wenn dies nicht schon längst untersucht und abgetan worden wäre.

Lassen Sie mich meine Kritik an zwei Stellen konkretisieren: Bedingt durch die geringe Sonneneinstrahlung sei „es in Deutschland unsinnig ... , Photovoltaikstrom in das Versorgungsnetz einzuspeisen.“, schreibt Herr Blum. Richtig ist aber, dass allein schon die Hausdächer genügend Fläche für die Erzeugung des gesamten Haushaltstromes besitzen und dies bei entsprechender Markteinführung für denselben Preis, wie für den immer teurer werdenden Strom aus fossilen Quellen. Der von Herrn Blum zitierte heutige „Marktwert“ von 3,3 c/kWh für „konventionellen“ Strom wird nur durch massive Subventionierung erreicht und berücksichtigt zudem nicht die externen Kosten. Zum zweiten hat sich Herr Blum wohl nun doch etwas zu wenig mit Netzregelung beschäftigt, sonst würde er nicht so naiv die Wortwahl der Strommonopolisten übernehmen, dass „zu jedem Windpark ein gleich großes konventionelles Kraftwerk bereitstehen“ müsse.

MARTIN CREUZBURG

Während Blum in weiten Teilen zustimmen ist, ist die Aussage, dass „zu jedem Windpark ein gleichgroßes konventionelles Kraftwerk bereitstehen muss, welches abgedrosselt wird, wenn der Wind kommt“ nicht zutreffend. Genauso falsch wäre die Behauptung, für jedes Kernkraftwerk müsse ein gedrosseltes fossil befeuertes Kraftwerk bereit stehen, um im Falle einer unvorgesehenen Schnellabschaltung einzuspringen.

Zu einem gewissen Anteil (der höher liegt als heute in Europa realisiert) lassen sich z. B. Kohle-, Gas- und Kernkraftwerke durch Windkraft ersetzen, ohne dass größere Spitzenlast- und Reservekapazitäten benötigt werden. Dies liegt daran, dass diese Kapazitäten ohnehin durch Schwankungen des Verbrauchs und Reserven für Kraftwerksausfälle, nicht aber durch Schwankungen des Windstrom-Angebots diktiert werden. Erst bei verstärktem Windkraft-Ausbau werden zusätzliche Reserven nötig – allerdings nicht in Form von gedrosselten Kraftwerken, sondern eher von Pumpspeicherkraftwerken und evtl.

Jan Christoph Goldschmidt, Freiburg

Prof. Dr. Martin Creuzburg, Universität Regensburg

Die Redaktion behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

Gasturbinen, die nicht gedrosselt durchlaufen, sondern bei Bedarf angeschaltet werden.

RÜDIGER PASCHOTTA

Die Kritik von Walter Blum kommt einem totalen Verriss der Energiepolitik der Bundesregierung gleich. Aufgrund meiner Erfahrung auf der Basis des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) in Erlangen komme ich zu dem Schluss, dass die Förderung bis jetzt sehr erfolgreich war. Ich möchte das am Beispiel der Photovoltaik beleuchten: Die Bundesregierung hat sich 1999 das Ziel gesetzt, 100000 Dächer mit Photovoltaikanlagen zu erreichen (konkret ging es um 300 MW installierter Leistung; bei einer mittleren Generatorleistung von 3 kW entsprechend etwa 25 Quadratmetern Dachfläche wären es 100000 Dächer). Dieses Ziel wurde bereits 2003 – schneller als ursprünglich erwartet – erreicht. Die Installationskosten haben in dieser Zeit abgenommen. Entsprechend der vom Fraunhofer-Institut für solare Energieversorgung festgestellten Gesetzmäßigkeit reduzieren sich mit zehnfacher Produktion die Kosten etwa um den Faktor zwei. Es gibt folglich nur einen Weg, die Kosten zu reduzieren, nämlich die Markteinführung konsequent weiter zu verfolgen. Der Bundestag hat folgerichtig mit parteiübergreifender Mehrheit beschlossen, nach dem Wegfall des 100000-Dächer-Kreditprogramms die Förderung der solaren Stromversorgung durch Anpassung des EEG fortzusetzen.

Ist es nun wirklich so, dass in Deutschland – im Gegensatz zu Afrika – die Sonnenenergie keinen wichtigen Beitrag zur Lösung des Energieproblems geben kann? In Erlangen ist es leicht möglich, auf einem Hausdach mehr Strom im Jahr zu produzieren, als der Haushalt benötigt. Die gute jahres- und tageszeitliche Anpassung der Solarstromproduktion an den Bedarf würde es ohne Probleme erlauben, eine 200-mal höhere Installation von Photovoltaikanlagen zu erreichen. Dachflächen hierfür stehen sogar in noch größerer Menge zur Verfügung. Erlangen wäre dann trotzdem nie ein Netto-Stromlieferant, sondern die Energie könnte stets zeitgleich abgenommen werden. Eine 200-fach höhere Produktion würde ein Fünftel der Kosten bedeuten. Die Photovoltaikanlage unseres Hauses, die genau so viel Strom produziert,

wie in unserem Haushalt verbraucht wird, würde dann weniger als 2000 Euro kosten. Abgeschrieben über die nachgewiesene Lebensdauer von über 35 Jahren wären dies jährliche Kosten deutlich unter 100 Euro. Jeder Leser möge sich nach einem Blick auf seine eigene Stromrechnung ein Bild über die Angemessenheit dieser Kosten machen.

Zum Schluss möchte ich meine Meinung zu den CO₂-Reduktionszielen äußern, die Herr Blum seinem Beitrag vorangestellt hat. Meine Familie hat mit dem Bau des ersten Passivhauses in unserer Region in Verbindung mit der erwähnten Photovoltaikanlage eine Reduktion von mehr als 95 % im Vergleich zu einer mittleren Familie erreicht. Das Passivhaus ist angesichts minimaler Betriebskosten wirtschaftlich. Daraus ist ersichtlich, dass viele Bürger in Deutschland in der Lage wären, Klimaschutzziele zu verwirklichen, die weit über die des Kyoto-Protokolls oder der Bundesregierung hinausgehen. Bei der Stromversorgung wäre dies ohne das EEG überhaupt nicht denkbar. Ich bin daher der Meinung, dass die erneuerbaren Energien richtig gefördert werden, und danke den Politikern für diese Energiepolitik.

MARTIN HUNDHAUSEN

Blum hat völlig recht, wenn er auf die mangelnde Ökonomie bestimmter regenerierbarer Energieerzeugungsarten hinweist. Es macht keinen Sinn, Windenergie im Binnenland hochpöppeln zu wollen: Wo wenig Wind weht, wird man wenig Strom ernten. Ebenso hat Solarenergie das Problem, dass, wo wenig Sonnenschein herrscht, die Stromerzeugungskosten höher sind. (Von den Umweltbelastungen und -kosten, die mit der Herstellung von Photovoltaik einhergehen, will ich gar nicht erst reden). Sonne scheint in ausreichender Intensität in Breiten unter 40°. Solarthermie in diesen Breiten ist aber heute bereits rentierlich. Solche Kraftwerke sollten Stromerzeuger dort bauen. Da wäre Politik mit Verstand hilfreich! Näher an den Polen macht Solarenergie keinen Sinn! Im Übrigen weise ich darauf hin, dass mit den genannten regenerierbaren Energien beträchtliche, nicht sichtbare Kosten und Emissionen verknüpft sind: – für die Schattenkraftwerke, die Kohle verbrennen, wenn zu wenig Sonne oder Wind da ist, – für Frequenz- und Spannungs-konstant-

haltung, – für die Hochspannungsleitungen, die z. B. küstennah erzeugte Windenergie dahin schaffen, wo es geeignete Verbraucher gibt. An wen will z. B. Vattenfall in Mecklenburg erzeugten Windstrom verkaufen ohne Ferntransport auf der Hochspannungsschiene? Das heißt: Jede dieser Anlagen treibt unsere Strompreise in die Höhe. Diese sind mit denen in konkurrierenden Ländern zu vergleichen (Frankreich, Rußland, USA, China ...). Die Energiepolitik der Bundesregierung wird daher entscheidend dazu beitragen, die Industrie vollends aus dem Land zu jagen.

ERHARD KEPPLER

Erwiderung von Walter Blum

Herr Goldschmidt plädiert dafür, dass ein „bunter Mix unterschiedlicher Technologien“ in Ansatz gebracht werden muss. Dem ist zuzustimmen. Nur so lassen sich im Dienst der Wirtschaftlichkeit und der Versorgungssicherheit die besten Lösungen für die Energieversorgung Deutschlands finden. Aber bitte: Vergleichen muss man sie schon, das braucht man nicht unbedingt ein „Ausspielen gegeneinander“ zu nennen. Langfristig können nur die effizientesten erneuerbaren Energien in Frage kommen, die sich selber am Markt behaupten. Damit scheint Herr Goldschmidt ja einverstanden zu sein. Aber er lässt die Frage offen, wieviel öffentliche Förderung wir uns leisten können und über welchen Zeitraum. Es ist offensichtlich, dass dieser Zeitraum umso kürzer ausfallen kann, je mehr die Förderung auf die wirksamsten erneuerbaren Energien beschränkt bleibt.

Zur Rolle der Photovoltaik im Klimaschutz: Es gibt sie nicht, da die Photovoltaik zu teuer ist. Einverstanden, dass PV-Anlagen langfristig billiger werden, die Rate betrug im vergangenen Jahrzehnt 5 % pro Jahr (dies ist auch die Degressionsrate der Förderung neuer Anlagen). Angenommen, sie bliebe konstant, dann würde in zehn Jahren die Kilowattstunde immer noch 30 Cent, in 20 Jahren 18 Cent kosten. Mit solchen Preisen lässt sich die öffentliche Energieversorgung nicht finanzieren. Die Förderung der Photovoltaik bleibt Technologieförderung und nicht Klimaschutz. 80 % der Produktion der PV-Module wird ja auch in Anlagen eingebaut, die keinen Netzanschluss besitzen (Insellösungen). Dafür besteht Bedarf, nicht nur in den Entwicklungsländern, sondern

Dr. Rüdiger Paschotta, ETH Zürich

Martin Hundhausen, Erlangen

Dr. Erhard Keppler, Northheim

auch in den Industrieländern. Der hohe Preis des Stroms rechtfertigt sich dann durch die eingesparten Leitungen.

Herr Goldschmidt und Herr Creuzburg führen zu Recht die externen Kosten konventioneller Stromerzeugung an, die in den Klimaschäden des emittierten CO₂ bestehen. Natürlich, dafür bringen wir ja die erneuerbaren Energien in Gang, dass sie das Klimaproblem lindern. Diese Schäden werden bei der Windnutzung vermieden, sie sind allerdings in ihrer Höhe kaum zu beziffern. Was man aber quantitativ vergleichen kann, sind die „CO₂-Vermeidungskosten“ der verschiedenen Techniken (zu welchen Mehrkosten die gleiche Menge Strom CO₂-frei erzeugt wird, die bei einem Kohlekraftwerk zur Emission einer Tonne CO₂ führt). Überschlägig lässt sich aus den in dem Artikel aufgeführten Preisen berechnen, dass bei den Windkraftwerken die CO₂-Vermeidungskosten heute grob zwischen 38 und 112 Euro pro Tonne CO₂ liegen, wobei die kleinere Zahl zu dem Strompreis von 6 c/kWh, die größere zu dem von 12 c/kWh gehört. Dies unterstreicht noch einmal, wie wichtig niedrige Erzeugungskosten, also gute Windstandorte sind, denn die CO₂-Vermeidungskosten bei anderen alternativen Techniken (Hausisolierung, Effizienzsteigerung beim Verbrauch und bei konventionellen Kraftwerken) liegen viel tiefer.

Gar nicht verstehen kann ich die Behauptung von Herrn Creuzburg, dass solarthermische Kraftwerke in der Sahara „längst untersucht und abgetan“ wären. In dem von ihm empfohlenen Buch „Welt im Wandel“ schreibt der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen: „Bei großen Kraftwerken in sonnenreichen Gebieten stellen Parabolrinnen und Solartürme die derzeit mit Abstand kostengünstigste Möglichkeit zur Nutzung der Sonnenenergie zur Stromerzeugung dar. [Es] ist zu erwarten, dass beide Technologieoptionen je nach Rahmenbedingungen (...) breiten Einsatz finden werden.“ Diese Ansicht wird von allen denjenigen geteilt, die die erneuerbaren Energieträger zur Stromerzeugung miteinander verglichen haben. Es kommt darauf an, dass der Strom kostengünstig erzeugt wird.

Die Argumente von Herrn Paschotta bezüglich der Netzregelung treffen einen wahren Punkt. In

dem zweitägigen Seminar, das der Arbeitskreis Energie (AKE) zu dem Thema der fluktuierenden Natur der Elektrizität aus Wind und Sonne abgehalten hat, wurden die Schwierigkeiten, aber auch die Chancen sichtbar, die auf dem Wege zu einem besseren Ausgleich liegen. Im Laufe eines Jahres bleibt die Einspeisung vom Wind manchmal ganz aus, und man muss das Regelproblem des Stromangebots mit Hilfe bereitstehender Reservekraftwerke lösen, ganz ähnlich, wie man schon bei konventionellen Kraftwerken die fluktuierende (dafür besser prognostizierbare) Nachfrage ausgleicht. Herr Paschotta hat Recht, darauf hinzuweisen, dass Nachfrage- und Angebotsausgleich kombinierbar sind. Im Effekt werden tatsächlich nur 80 oder 90 % der Windleistung als konventionelle Reserve gebraucht. Immerhin wird in Deutschland die installierte Windleistung in Kürze erheblich größer sein als die Schwankungen der Nachfrage. In einer Zukunft, in der Sonnen- und Windkraftwerke aus allen Teilen Europas (und später womöglich der Sahara) zusammen geregelt werden könnten, sind günstige Ausgleicheffekte zu erwarten. Auch ein modernes Lastmanagement, welches geeignete Verbraucher zuschaltet, wenn der Wind kommt, ist denkbar, aber heute noch nicht planbar. Pumpspeicherkraftwerke sind ideal geeignet, stehen aber nicht (im nötigen Umfang) zur Verfügung.

Mit dem Bau eines Passivhauses trägt Herr Hundhausen in einer optimalen Weise zur Vermeidung von CO₂ bei, denn es ist „wirtschaftlich“, d. h. im Vergleich zu einem gewöhnlichen Haus wird CO₂ und Geld gespart, seine CO₂-Vermeidungskosten sind besser als Null! Der Hausbau ebenso wie die Altbausanierung sind besonders effektiv in der Ersparnis von CO₂, letzteres wird dankenswerter Weise mit 200 Mio. EUR jährlich durch den Bund gefördert. Im Gegensatz dazu ist seine Photovoltaik-Anlage auf dem Dach außerordentlich teuer. Nur auf eine Zukunft hin, in der sehr viel niedrigere Kosten verursacht werden, wäre sie zu rechtfertigen. Diese aber sind auf Jahrzehnte nicht zu erwarten.

Nehmen wir die von Herrn Hundhausen genannten Zahlen. Sie würden bedeuten, dass man eine Million deutsche Dächer mit PV-Anlagen ausrüsten müsste, bis der Anschaffungspreis nur einen Faktor

zwei herunter käme (von 7000 auf 3500 EUR/kWh_{peak}), dabei sind doch die ersten 100000 Dächer mit 500 Mio. Euro subventioniert worden. Entscheidend ist, dass jedes so teuer installierte Spitzen-Kilowatt in Deutschland nur 800 kWh im Jahr produzieren wird. Und mit solcher Verzehnfachung der heute laufenden Anlagen könnte man erst 0,3 % des deutschen Strombedarfs befriedigen. Die behauptete zeitliche Parallelität von Strombedarf und Sonnenschein bleibt wohl ein Geheimnis von Herrn Hundhausen.

Ein „Verriss“ der Energiepolitik kann aus dem Text nicht herausgelesen werden. Das Klimaproblem ist die eigentliche Herausforderung, und dies ist genau der Ausgangspunkt der Energiepolitik der Bundesregierung. Wir müssen aus den erneuerbaren Energiequellen alles herausholen, was möglich ist, aber die Kosten müssen im Auge behalten werden. Deshalb sollten nur die effektivsten Techniken entwickelt werden, dazu gehören Windkraftwerke an günstigen Standorten und Solarthermische Kraftwerke im Süden, aber nicht Photovoltaik in Deutschland.

Die Leserbrief-Autoren sind, ebenso wie alle DPG-Mitglieder, herzlich eingeladen, an den Seminaren des AKE teilzunehmen. Diese finden zweimal jährlich in Bad Honnef statt. Es werden physikalische und technische, aber auch wirtschaftliche und politische Aspekte der Energieversorgung, dieses wichtigen Zukunftsthemas, behandelt.

WALTER BLUM

Wirkungsgrad nur ein Aspekt

Zu: „Solarzellen der dritten Generation“ von Peter Würfel und Thorsten Trupke, Dezember 2003, S. 45

In dem Artikel werden die physikalischen Grenzen des im Prinzip sehr hohen Wirkungsgrads für die Umwandlung von Licht in elektrische Energie mittels Solarzellen ausgelotet, mit einem Fazit: „... so sollte klar sein, dass es sich dabei um langfristige Ziele bzw. Visionen handelt, zu deren Realisierung eine voraussichtlich langjährige Grundlagenarbeit ... nötig sein wird.“

Um hier kein Missverständnis aufkommen zu lassen, möchte ich betonen, dass der Artikel physikalisch korrekt, inhaltlich vollständig und hervorragend gut dargestellt worden ist. Besser kann man den