

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 CO<sub>2</sub> 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 „CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten“ der verschiedenen Techniken (zu welchen Mehrkosten die gleiche Menge Strom CO<sub>2</sub>-frei erzeugt wird, die bei einem Kohlekraftwerk zur Emission einer Tonne CO<sub>2</sub> führt). Überschlägig lässt sich aus den in dem Artikel aufgeführten Preisen berechnen, dass bei den Windkraftwerken die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten heute grob zwischen 38 und 112 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>-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 Ausgleichseffekte 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 CO<sub>2</sub> bei, denn es ist „wirtschaftlich“, d. h. im Vergleich zu einem gewöhnlichen Haus wird CO<sub>2</sub> und Geld gespart, seine CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten sind besser als Null! Der Hausbau ebenso wie die Altbausanierung sind besonders effektiv in der Ersparnis von CO<sub>2</sub>, 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<sub>peak</sub>), 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

von den Autoren gewählten Aspekt m. E. gar nicht darstellen. Aber ein möglichst hoher Wirkungsgrad ist nur ein bedeutsamer Aspekt der Nutzung von Photovoltaik.

Zwei weitere, wesentliche Aspekte sind zum einen ausreichend niedrige Kosten pro kWh erzeugter elektrischer Energie, zum anderen eine ebenso kostengünstige Speicherung dieser Energie, um die zeitlichen Lücken zwischen naturgegebenen, intensiver Lichteinstrahlung – in Deutschland etwa 800 Stunden pro Jahr – und dem kontinuierlichen Strombedarf über alle 8760 Stunden eines Jahres ausreichend überbrücken zu können. Strom aus Solarzellen wird nur dann einen wesentlichen Teil unseres Bedarfs decken können, wenn sowohl seine Kosten von derzeit etwa 50 Cent auf etwa 5 c/kWh als auch die Kosten für die Stromspeicherung z. B. mittels wiederaufladbarer Batterien von derzeit etwa 25 Cent auf ebenfalls etwa 5 Cent pro gespeicherte kWh gesenkt werden können.

Um diese beiden Ziele zu erreichen, bedarf es noch viel herausragender Grundlagenforschung und technischer Entwicklung in Zusammenarbeit verschiedener naturwissenschaftlicher und technischer Disziplinen. Ob man dabei die Ziele auf heute schon eingeschlagenen Wegen oder aber erst auf neuen Wegen erreichen können wird, ist heute noch nicht abzusehen. Angesichts neuer Möglichkeiten im „Nanobereich“ und im Computerdesign neuer Materialien kann man auf Erfolg hoffen. Dieser ist aber nicht kurzfristig planbar.

KLAUS HEINLOTH

## Ein klares Ziel

### Zu „*Schwerpunktheft Frauen in der Physik*“, November 2003

Der Themenschwerpunkt „Frauen in der Physik“ erweckt bei mir doch etwas zwiespältige Gefühle. So gut ich es einerseits finde, dass das Thema „Frauen und Physik“ aufgegriffen wird, kann ich mich des Eindrucks nicht erwehren, dass hier wieder mit großem Einsatz Themen behandelt werden, die in erster Linie für die in den Gremien sitzenden Personen von Interesse sind. Ich habe mich während meines Physikstudiums nicht diskriminiert gefühlt und auch meinen Weg in die Industrie gefunden. Daher bin ich der Meinung, dass diejenigen Frau-

en und Mädchen, die tatsächlich ein Interesse an der Physik haben, auch ein Studium anstreben werden.

Außerdem hat mich massiv gestört, dass in den Artikeln das Privatleben der Frauen ausgebreitet worden ist. Man hat ja den Eindruck, dass zu einer erfolgreichen Physikerin zwangsläufig mindestens zwei Kinder gehören. So sehr unsere Gesellschaft Kinder braucht, so sehr muss auch die Möglichkeit einer Lebensplanung ohne Kinder akzeptabel sein. Verbesserte Betreuungsmöglichkeiten für Kinder zu fördern ist das eine, die grundsätzliche Freiheit des Einzelnen das andere – und gerade diese Freiheit ist ein wesentlicher Eckpfeiler unserer freiheitlich-demokratischen Grundordnung. Insbesondere vor dem Hintergrund der Rentendebatte muss doch wohl die Frage erlaubt sein, wie es mit dieser Freiheit bestellt ist.

ANNELIESE HASSENBÜRGER

Es ist schon erstaunlich und sehr erfreulich, dass die altehrwürdige Deutsche Physikalische Gesellschaft ein Heft mit dem Schwerpunkt „Frauen in der Physik“ herausbringt. Die Erwartungen, dass die DPG Physikerinnen besonders fördert, sie in alle Funktionen und Bereiche einbindet, ihren Bedürfnissen und Neigungen aktiv entgegenkommt, werden sicher so bald nicht erfüllt werden. Ich bin der Auffassung, dass jegliche Forschung und Wissenschaft, die im Namen und Auftrag der Gesellschaft betrieben wird, innerhalb dieser Gesellschaft stattfinden muss. Für mich bedeutet das, dass dann auch Wissenschaftler und Forscher ein Abbild dieser Gesellschaft in allen Begabungen, Fähigkeiten, Strömungen und damit auch der Geschlechter und Generationen sein müssen. Sonst steht ihnen nicht das Recht zu, im Namen der Gesellschaft zu sprechen und zu handeln. Ebenso bleiben ihre Leistungen und ihre gesellschaftliche Anerkennung weit hinter den Möglichkeiten zurück. Es sollte allen bewusst werden, dass in unserer Nation nur noch die Physik und einige klassische Disziplinen der Ingenieurwissenschaften in einer Außenseiterposition erstarrt sind.

Die gegenwärtige Haltung, den zwingend notwendigen Aufbruch zurück in die Mitte der Gesellschaft den wenigen Physikerinnen zu überlassen, ist schlicht unverschämte und vollkommen unverständlich angesichts der stark zurückgegan-

nen Bedeutung, die die Gesellschaft der Physik noch zugesteht.

BERND-JOSEF SCHUMACHER

Mehr Frauen in die Physik! – So ist programmatisch die Meinungsseite von Petra Rudolf überschrieben, ein klares Ziel, das eigentlich doch jeder und jede unterschreiben kann. Trotzdem bin ich gespannt auf die Reaktionen der Kollegen, weiß ich doch aus eigener Erfahrung, z. B. aus Sitzungen einer Kommission an meiner Universität, die das Konzept zur Frauenförderung und Gleichstellung erarbeitet hat, dass dieses Thema auch zu Beginn des 21. Jahrhunderts immer noch emotionsgeladen ist. Speziell in der Physik hört man oft, dass wir doch gar kein Problem mit der Frauenförderung haben, dass das Geschlecht in unserem Fach doch gar keine Rolle spielt, und wenn es überhaupt ein Problem geben sollte, dann sicher nur im Schulbereich.

An Letzterem ist sicher etwas dran – vergleiche auch den Beitrag von Elisabeth Frank –, aber die Problematik ist vielschichtig, und was noch wichtiger ist, diese Vielschichtigkeit ist vielen Kollegen (und vielleicht auch Kolleginnen) nicht bewusst. Daher begrüße ich nachdrücklich den Schwerpunkt „Frauen in der Physik“, in dem eine detaillierte Bestandsaufnahme mit konkreten Beispielen und Vorbildern sowie mögliche Lösungsansätze zusammengestellt sind. Der Schwerpunkt verfolgt damit einen Zugang, den wir alle aus der Physik kennen: Eine Zusammenstellung der Fakten sollte am Anfang jeder Untersuchung stehen. Sehr bedenklich finde ich das Ergebnis, dass Deutschland im internationalen Vergleich nicht besonders gut abschneidet, und das in mehrerer Hinsicht. Auf die große Bedeutung der „Frauen in der industriellen Forschung“ weist Helga Ebeling in ihrem Beitrag hin.

„Die Frauenförderung fängt im Kleinen an“ lautet der Untertitel auf der Meinungsseite. Ein kleiner (aber wichtiger) Schritt sind m. E. die kürzlich vom Vorstandsrat der DPG beschlossenen geschlechtergerechten Formulierungen aller Statuten und Satzungen. Dieses Beispiel zeigt auch, dass sich geschlechterungerechte Formulierungen und Verfahrensweisen, die oft einfach auf Gewohnheit beruhen, recht einfach beseitigen lassen – wenn man es nur will und in Angriff nimmt.

ULRICH ECKERN

Prof. Dr. Klaus Heinloth, Universität Bonn

Dr. Anneliese Hassenbürger, Paderborn

Prof. Dr. Bernd-Josef Schumacher, Fachhochschule Bielefeld

Prof. Dr. Ulrich Eckern, Institut für Physik, Universität Augsburg