

# ZUR VERDEUTLICHUNG

## UMWELTPROBLEME SIND OFT WENIG GREIFBAR – ANSCHAULICHE DARSTELLUNGEN KÖNNEN HIER WEITER HELFEN

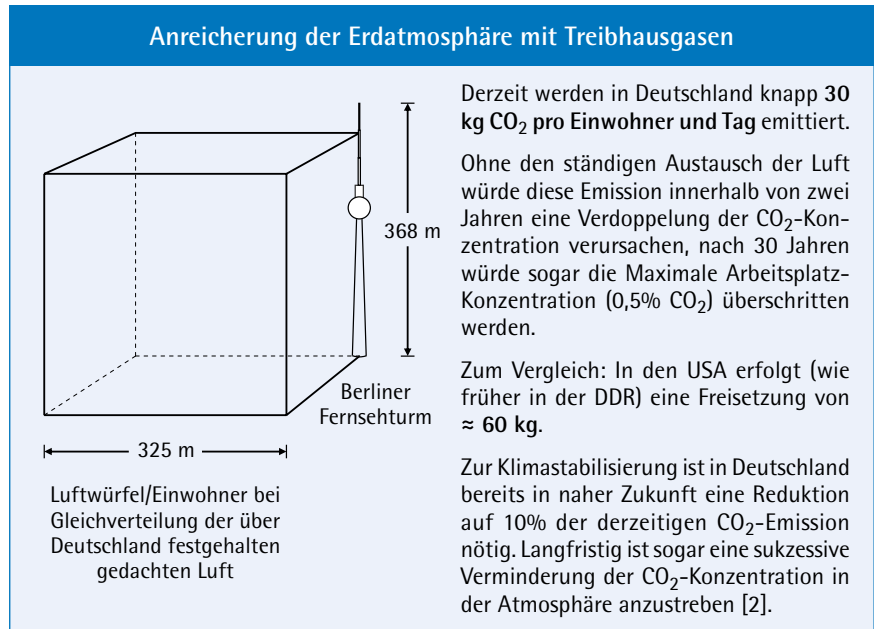
Die Beschreibung geschieht häufig durch die Angabe großer Zahlenwerte, diese führen aber meist nicht wirklich zu einem Verständnis. So kann sich kaum jemand einen Begriff davon machen, ob die im vergangenen Jahr verbrauchten 3,9 Billionen kWh Primärenergie oder die in die Luft geblasenen 865 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> großen bedrohlichen Werten entsprechen oder – bezogen auf die Landesfläche – eher unbedeutend sind. Um Schwierigkeiten bei der Vermittlung bzw. der Erfassung landesweiter oder globaler Probleme zu vermeiden und um gegenwärtige und um künftige Erfordernisse bewusst zu machen, kommt es darauf an, entsprechende Sachverhalte in einem überschaubaren Maßstab darzustellen, wie die beiden folgenden Beispiele zeigen.

### Anreicherung der Erdatmosphäre mit Treibhausgasen

Stärker noch als die Ressourcenverknappung erzwingt die Anreicherung der Erdatmosphäre mit Treibhausgasen ein Umdenken und verantwortliches Handeln. Die Notwendigkeit dafür wird durch die Vorstellung der Endlichkeit der Erdatmosphäre verdeutlicht. Bei Annahme konstanter Dichte würde sich die Lufthülle der Erde nur bis zu einer Höhe von knapp 8.000 m ausdehnen. Wie das nachfolgende Bild zeigt, ist das Problem der CO<sub>2</sub>-Emission gut zu verstehen, wenn man Deutschland als Beispiel betrachtet und dabei zugleich annimmt, dass die Luft über Deutschland festgehalten werden würde [1]. Verteilt man diese gleichmäßig unter seinen Einwohnern, so erhielte jeder einen Luftwürfel mit einer Seitenlänge von 325 m. Bei einer nachhaltigen Entwicklung muss die Luft in gleicher Qualität an die nachfolgenden Generationen übergeben werden.

### Verfügbare Umwelt und erforderliche Nutzungsintensität

Eine gute Vorstellung über die verfügbare Umwelt und die erforderliche Nutzungsintensität erhält man durch die Angabe der Fläche pro Einwohner. Bei Gleichverteilung stand im dicht besiedelten Deutschland pro Einwohner eine Fläche von 4.350 m<sup>2</sup> zur Verfügung, dies



entspricht einer 43,5 m breiten 100 m-Bahn [3]. In Frankreich wäre die entsprechende Bahn 97,3 m breit, in den USA, bei einer siebenfach geringeren Besiedlungsdichte, sogar 307 m. Im extrem dichtbesiedelten Bangladesch entspricht dagegen die verfügbare Fläche nur einer 9,2 m breiten Bahn, mit stark abnehmender Tendenz.

Das Bild veranschaulicht, dass auch im dicht besiedelten und von der Sonne nicht besonders verwöhnten Deutschland die solare Stromerzeugung einen großen Beitrag zur Versorgung mit Elektroenergie liefern kann bzw. wird. Nach neueren Abschätzungen stehen mehr Dach- und Fassadenflächen als hier angenommen zur Verfügung. Außerdem übersteigt

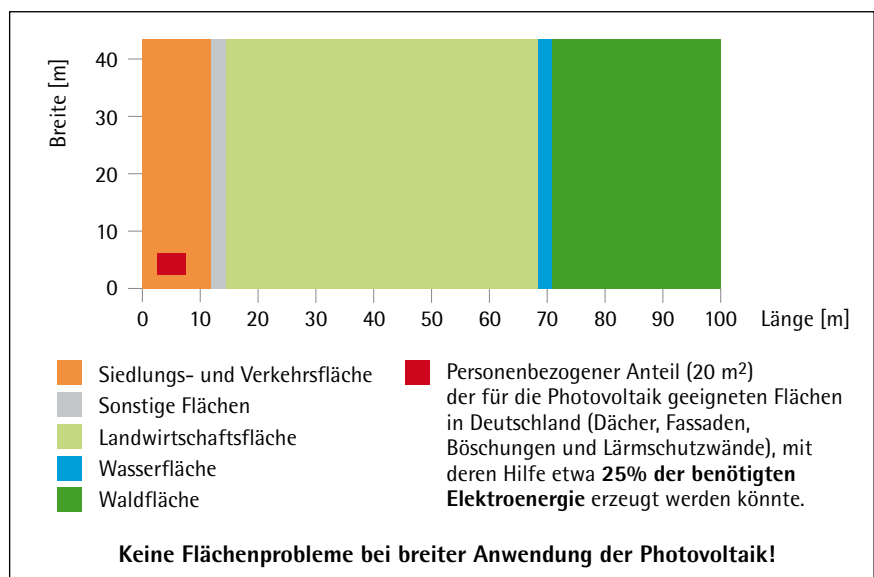


Bild 1: Fläche pro Einwohner in Deutschland (100 x 43,5 = 4350 m<sup>2</sup>) und deren relative Nutzung

der Wirkungsgrad neuer Solarstromanlagen die 10%, die für die Berechnung des oben genannten möglichen Beitrags der Photovoltaik vorausgesetzt wurden. Darüber hinaus hat der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche von 1993 bis heute von 11,3 auf 13,4% zugenommen, wodurch sich weitere Möglichkeiten der Solarenergienutzung ergeben, ohne dass Landwirtschaftsflächen in Anspruch genommen werden müssen.

Der langjährige Mittelwert der Solarstrahlung beträgt in Deutschland 1.037 kWh/(m<sup>2</sup>·a). Dividiert man diesen Wert durch die 8.766 Stunden des Jahres so erhält man als mittlere solare Strahlungsleistung pro Fläche 118 W/m<sup>2</sup>. Für die mittlere solare Strahlungsleistung pro Einwohner ergibt sich damit der Wert 4.350 m<sup>2</sup> × 0,118 kW/m<sup>2</sup> = 513 kW. Vergleicht man diese Zahl mit der mittleren, derzeit noch dominierend durch fossile und atomare Energieträger bereitgestellte Primärenergie-Leistung von 5,53 kW pro Einwohner, so sieht man, dass hierzulande der Primärenergieverbrauch 1,1% der Strahlungsenergie der Sonne entspricht. Würde überall auf der Erde in gleichem Maße wie in Deutschland die durch Verbrennung von Kohle, Öl und Gas sowie durch Kernspaltung freigesetzte Wärme etwa 1% der solaren Einstrahlung betragen, so käme es, unabhängig von einem Treibhauseffekt, allein durch diese zusätzliche, ebenfalls an den kalten Weltraum abstrahlende Energie zu einer Temperaturerhöhung von ca. 1 Grad [4]. In großen dichtbesiedelten Ländern wie Indien mit künftig 2 Mrd. Einwohnern (1.650 m<sup>2</sup>/Einwohner) ist daher auch aus diesem Grund eine Energieversorgung, die sich in Art und Umfang am gegenwärtigen Niveau in entwickelten Ländern orientiert, sicher nicht möglich.

### Literatur

- [1] P. Müller, Das Solarzeitalter, Heft 2/1993, S. 30 - 33.
- [2] Hans-Josef Fell, Globale Abkühlung, Beuth Verlag 2013.
- [3] P. Müller, Das Potential der Photovoltaik zur Energieversorgung in Deutschland, in: Blumenthal, Gert (Hrsg.), „Solarzeitalter – Vision und Realität“, Konferenzband, trafo verlag, Berlin, 2004, ISBN 3-89626-472-9, Seiten 145 - 163.
- [4] A. Rose, phys. stat. sol. (a), 56, 11 (1979).

### ZUM AUTOR:

► Dr. Peter Müller  
p.mueller.schlieben@t-online.de

### Exportierter Strom teurer als importierter

Deutschland hat durch den Export von Strom jedes Jahr Einnahmen in Milliardenhöhe erzielt. So waren in 2014 Einnahmen von rund 1,7 Mrd. Euro zu verzeichnen. Auch in 2015 wird wieder mit Einnahmen zwischen 1,5 und 2 Mrd. Euro gerechnet. Weiterhin zeigen die Analysen der Wissenschaftler, dass der ins Ausland exportierte Strom im Durchschnitt höhere Marktpreise erzielt als der nach Deutschland importierte Strom. Die These, Deutschland würde überschüssigen Strom ins Ausland verschenken, lässt sich nicht bestätigen. In den vergangenen Jahren konnte Deutschland für den Verkauf von Strom ins Ausland höhere

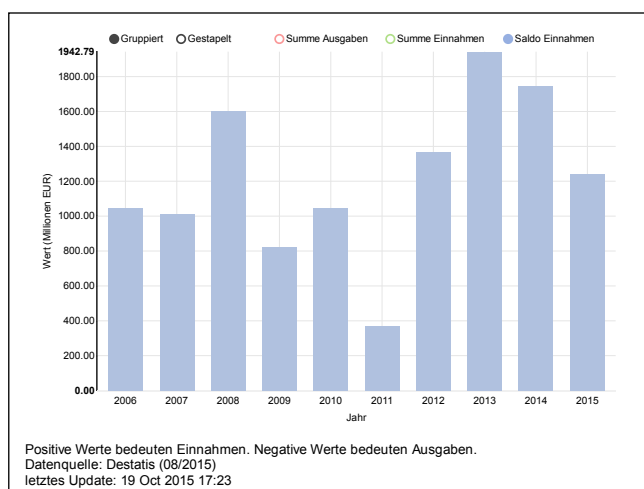
Preise erzielen als für den importierten Strom bezahlt werden musste. Auch in diesem Jahr rechnen die Fraunhofer Wissenschaftler wieder mit einem neuen Rekordüberschuss beim Stromexport von bis zu 40 TWh.

Der Trend hoher Stromexporte hält auch vor dem Hintergrund des schrittweisen Ausstiegs aus der Kernenergie weiter an. So ist die jährliche Stromproduktion aus Atomkraftwerken von 2010 bis 2014 um rund 41 TWh zurückgegangen. Gleichzeitig konnte die Stromproduktion aus Sonne, Wind und Biomasse um rund 118 TWh gesteigert werden. Grund beim weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien nachzulassen sieht man dennoch nicht. Um den noch verbleibenden Atomstrom durch Erneuerbare Energien zu ersetzen und dabei gleichzeitig die Produktion aus klimaschädlicher Kohle zu reduzieren, bedarf es weiterhin großer Anstrengung beim Ausbau von Erneuerbaren. Insbesondere der Ausbau der Solarenergie ist seit Beginn des Jahres stark eingebrochen und wird voraussichtlich nur bei der Hälfte des von der Bundesregierung definierten Zubau-Korridors liegen. Erfreulich ist hingegen der in 2015 erzielte Zuwachs bei der Offshore Windenergie. Nach jahrelangen Verzögerungen kommt die Stromproduktion auf See nun in Schwung.

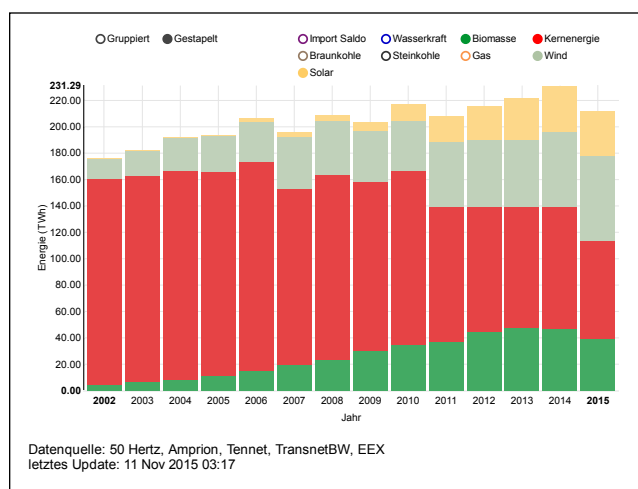
Nähere Informationen: Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Solar Energiesysteme ISE bereiten Daten zum deutschen Außenhandel von Strom grafisch auf, siehe [www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de).

### ZUM AUTOR:

► Prof. Dr. Bruno Burger  
bruno.burger@ise.fraunhofer.de



**Bild 2:** Entwicklung der deutschen Strom Außenhandelsbilanz seit 2006 (für 2015 bisher nur Daten von Januar bis Juli verfügbar). In 2015 wird der Außenhandelsüberschuss voraussichtlich wieder zwischen 1,5 und 2,0 Mrd. Euro liegen.



**Bild 3:** Seit 2010 ist die Stromproduktion aus deutschen AKWs von 133 TWh im Jahr auf 92 TWh in 2014 zurückgegangen. Im gleichen Zeitraum konnte die Stromerzeugung aus Wind, Sonne und Biomasse von 20 TWh auf 138 TWh gesteigert werden.