

# **Totale Photovoltaik basierte Stromversorgung Deutschlands.**

## **I. Stromerzeugung.**

Heiner Eckert, PD Dr. rer. nat.

### **Einleitung**

Nicht nachhaltige, konventionelle Verfahren der Stromerzeugung nutzen maximale Energiedichten der Primärenergie wie Uran, Kohle, Öl, Gas in räumlich hoch konzentrierten Anlagen mit anschließender Netzstruktur zur Strom-Verteilung. Diese Art der Erzeugung generiert enorme Betriebskosten für die Primärenergie und noch weitaus höhere volkswirtschaftliche Folgekosten für die Entsorgung des radioaktiven Abfalls und die gigantischen Schäden, die durch den durch freigesetztes CO<sub>2</sub> bewirkten Klimawandel auftreten. Außerdem können nach dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik nur ca. 25 % der Primärenergie thermisch in Elektrizität gewandelt werden, 75 % erhöhen als reine Wärme die Temperatur der Umgebung. In Verantwortung für die Zukunft muss diese Art der Stromerzeugung so schnell als möglich eingestellt und durch klimaneutrale Verfahren ersetzt werden.

### **Grundlagen der Photovoltaik (PV)**

Grundsätzlich ist die gesamte Globaleinstrahlung der Sonne auf die Erde 10.000-mal so groß, wie der gesamte Energieverbrauch der Menschheit! Das ist eine ausgesprochen solide Voraussetzung für die PV-Stromversorgung.

Da die PV die natürliche Sonnenstrahlung zur Stromgewinnung nutzt, ist sie relativ flächenintensiv. Die Solarkonstante liegt bei 1,367 kW/m<sup>2</sup>, das ist die Globaleinstrahlung senkrecht zur Erdoberfläche. Um alle Variablen, insbesondere den Einstrahlungswinkel und den Bedeckungsgrad mit Wolken berücksichtigen zu können, ist ein Bestimmungs-Zeitabschnitt von einem Jahr sinnvoll, in dem alle Energiebeiträge aufsummiert werden. Diese Erhebungen hat die Europäische Kommission 2001-2008 getätigt und den Mittelwert aus 8 Jahren in Bild 1 für ganz Deutschland (D) dokumentiert [1]. Bild 1 zeigt die gemittelte jährliche Globalstrahlung in kWh/m<sup>2</sup> für jeden Ort in D und liefert daraus einen Mittelwert von ca. 1200 [kWh/m<sup>2</sup>] über ganz D. Ein gutes Solar-Modul mit einem Wirkungsgrad von aktuell 23 % erzeugt daraus eine jährliche Elektrizitätsmenge von 1200 x 0,23 = **280** [kWh/m<sup>2</sup>]. Mit diesem Wert haben wir eine praktische Einheit für weitere Berechnungen bezüglich D.

### **Totale PV Stromversorgung in D**

Der gesamte jährliche Stromverbrauch in D belief sich 2018 auf 527 TWh (Tera = 10<sup>12</sup>) bei einem jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch von 7,2 MWh [2]. Wollte man die gesamte Menge Strom via PV generieren, ergibt eine einfache Berechnung des Flächenbedarfs FB dafür:

$$\begin{aligned} \text{FB} &= 527 \times 10^{12} / 280 \times 10^3 \text{ [Wh / (Wh/m}^2\text{)]} \\ &= 1,88 \times 10^9 \text{ [m}^2\text{]} \\ &= \mathbf{1880} \text{ [km}^2\text{]} \end{aligned}$$

Diese Fläche entspricht einem Quadrat mit einer Kantenlänge von 43 km.

# Global irradiation and solar electricity potential Optimally-inclined photovoltaic modules

Germany



Yearly sum of global irradiation [ $\text{kWh/m}^2$ ]

< 1100 1150 1200 1250 1300 1350 1400 >



< 825 863 900 938 975 1013 1050 >

Yearly electricity generated by  $1\text{kW}_{\text{peak}}$  system with performance ratio 0.75 [ $\text{kWh/kW}_{\text{peak}}$ ]

Authors: M. Šuri, T. Cebeauer, T. Huld, E. D. Dunlop

PVGIS © European Communities, 2001-2008

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

0 25 50 100 km

Bild 1: Jährliche Globaleinstrahlung der Sonne in Deutschland [1]

Bei einer Fläche Deutschlands von 357.000 km<sup>2</sup> entspricht der FB für eine totale PV Stromversorgung gerade mal **0,53 %**! Rational kann das kein Hindernis für die Durchführung sein. Politische Entscheidungen folgen jedoch häufig anderen Kriterien.

## Referenzen

1. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/> (Europäische Kommission)
2. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/164149/umfrage/netto-stromverbrauch-in-deutschland-seit-1999/> (Statista, online-portal für Statistik)