

# **Schlechte Kosten-Bilanz für Erneuerbare Energien!**

Deshalb benötigt man relativ viel Material, Platz und mithin Naturraum, um jene Menge an Wind-, oder Sonnenenergie zu ernten, die es braucht, um ein Kilo Kohle, einen Liter Erdöl, oder gar ein Kilo Atombrennstoff zu ersetzen. Auch die landwirtschaftliche Erzeugung von Biokraftstoffen aus Raps, Mais, oder Ölpalmen ist sehr flächenintensiv und auf pflegeintensive Monokulturen angewiesen und dabei aufgrund von Lachgasemissionen – einem starken Klimagas – keineswegs "klimaneutral". Wie die Flächen-Bilanzen und Kosten-Bilanzen im einzelnen aussehen, wird im Folgenden dargelegt.

## **Zunächst ein Vergleich der Leistungsdichten der unterschiedlichen Energieträger**

**Die Leistungsdichte eines Energieträgers gibt an, wie viel Leistung in Watt pro Flächeneinheit in Quadratmeter umgesetzt wird. Je höher dieser Wert, desto kleiner kann z.B. ein Kraftwerk ausgelegt werden. Geringe Leistungsdichte bedeutet umgekehrt einen höheren Materialaufwand.**

# **Leistungsdichten im Vergleich: Energiequelle, Leistungsdichte in kW pro m<sup>2</sup>**

**Erdwärme 0,00006**

**Gezeitenströmung (Mittel) 0,002**

**Windströmung (Windgeschwindigkeit  
6 m/s, Luftdruck 1000 hPa,  
Temperatur 20 °C) 0,128**

**Sonnenstrahlung (Solarkonstante)  
weniger als 1,37 (Mittel BRD  
0,11)**

**Öl (Heizkessel) 20 – 30**

**Wasserströmung (6 m/s, Dichte  
1.000 kg/m<sup>3</sup>) 108**

**Kohle (im Dampferzeuger-Brennraum  
eines Kraftwerkes) 500**

**Uran (am Brennelement-Hüllrohr)  
650**

**Die EE haben die geringsten  
Leistungsdichten. Das bedeutet, ein  
hoher Materialaufwand/ Flächenbedarf  
ist zur Energieproduktion aus EE  
erforderlich.**

**Kommen wir zu den  
Flächenbilanzen der EE**

**Die Flächen-Bilanz für  
Biokraftstoffe/ Rapsöl**

**Rund 5% des primären Energieverbrauchs in Deutschland werden derzeit durch Biomasse gedeckt. Was wäre notwendig, um den Primärenergieverbrauch zu 100% aus Biomasse – wie z.B. Rapsöl – zu decken?**

**Antwort: Eine Anbaufläche, die in etwa acht mal so groß ist wie die Fläche Deutschlands wäre notwendig, um den Primärenergieverbrauch in Deutschland komplett über Rapsöl zu decken.**

## **Die Flächen-Bilanz für die Windkraft**

**Rund 1% des primären Energieverbrauchs und rund 1,5% des Endenergieverbrauches in Deutschland werden derzeit durch Windkraft gedeckt. Der Endenergieverbrauch**

**ergibt sich aus dem Primärenergieverbrauch, abzüglich der Verluste, die bei der Erzeugung der Endenergie aus der Primärenergie auftreten. Was wäre notwendig, um den Endenergieverbrauch zu 100% aus Windkraft zu decken?**

**Antwort: Ca. 26% der Fläche Deutschlands wären notwendig, weit mehr, als die Fläche Bayerns, (mit in etwa 145.000 Offshore-Windkraftanlagen der 5 MW-Klasse) natürlich offshore, um den Endenergieverbrauch in Deutschland komplett (d.h. im Jahresdurchschnitt) aus Windkraft zu decken.**

**Die Flächen-Bilanz für Photovoltaikstrom**

**Rund 0,2% des primären Energieverbrauchs und des Endenergieverbrauches in Deutschland werden derzeit durch Photovoltaikstrom gedeckt. Was wäre notwendig, um den Endenergieverbrauch zu 100% aus Photovoltaikstrom zu decken?**

**Antwort: In etwa 7% der Fläche Deutschlands, oder nahezu die gesamte Fläche Brandenburgs wäre notwendig, (ca. 26.000 Quadratkilometer Fläche) um den Endenergieverbrauch in Deutschland komplett (d.h. im Jahresdurchschnitt) über Photovoltaikstrom zu decken.**

**Die Berechnungen für die einzelnen Flächenbilanzen gehen direkt aus dem Vorgängerartikel "Schlechte Flächen-Bilanz für Erneuerbare Energien" hervor. Dabei zu berücksichtigen ist,**

**dass eine Vollversorgung durch eine der aufgeführten EE alleine nicht möglich ist, sondern eine Kombination der EE das Mittel der Wahl ist. Entsprechend ist bei der Abschätzung den Kosten-Bilanzen vorzugehen.**

**Kommen wir nun zur entscheidenden Frage: Was kostet eine Umstellung der Energieversorgung auf eine 100%ige Versorgung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland?**

**Die Kosten-Bilanz für Biokraftstoffe/ Rapsöl**

**Aus der Flächenbilanz geht hervor:  
Eine Anbaufläche, die in etwa acht mal  
so groß ist wie die Fläche  
Deutschlands wäre notwendig, um den  
Primärenergieverbrauch in Deutschland  
komplett über Rapsöl zu decken. Die  
Basisdaten: Netto ergibt sich ein  
Ertrag von ca. 1.290 Liter Rapsöl pro  
Hektar, bzw. 129.000 Liter pro km<sup>2</sup>.  
Die Gesamtfläche Deutschland beträgt  
ca. 360.000 km<sup>2</sup>. Um den  
Primärenergieverbrauch in Deutschland  
komplett über Rapsöl zu decken wären  
also ca.  $129.000 \times 360.000 \times 8 =$   
 $371.520.000.000$  (371,52 Milliarden)  
Liter Rapsöl pro Jahr erforderlich.  
Zwischen 50 und 60 Cent kostet der  
Liter Rapsöl. D.h. ca. 205 Milliarden  
Euro pro Jahr würde es kosten, um den  
Primärenergieverbrauch in Deutschland  
komplett über Rapsöl zu decken.**

**Alternativberechnung: In Deutschland  
beläuft sich der**



**Primärenergieverbrauch auf rund 4 Mio. GWh/Jahr. Der Heizwert von Rapsöl beträgt 9,7 kWh/L = 0,0000097 GWh/L. Somit wären ca. 412.371.134.000 (412,37 Milliarden) Liter Rapsöl pro Jahr erforderlich um den Primärenergieverbrauch in Deutschland zu decken. Zwischen 50 und 60 Cent kostet der Liter Rapsöl. D.h. ca. 225 Milliarden Euro pro Jahr würde es kosten, um den Primärenergieverbrauch in Deutschland komplett über Rapsöl zu decken.**

**Die ca. 200 Milliarden Euro wären nur der jährliche Materialeinsatz (Unkostenbeitrag) der zur Bereitstellung des Brennstoffes Rapsöl notwendig wäre. Externe Kosten zur Energieerzeugung über Kraftwerke, etc. würden dann noch hinzu kommen.**

# **Die Kosten-Bilanz für die Windkraft**

**Aus der Flächenbilanz geht hervor: Ca. 26% der Fläche Deutschlands wären notwendig, weit mehr, als die Fläche Bayerns, (mit in etwa 145.000 Offshore-Windkraftanlagen der 5 MW-Klasse) natürlich offshore, um den Endenergieverbrauch in Deutschland komplett (d.h. im Jahresdurchschnitt) aus Windkraft zu decken. Eine Offshore-Windkraftanlage der 5 MW-Klasse kostet ca. 15 Mio. € (bei einer veranschlagten Lebensdauer von 20 Jahren). (Zum Vergleich: Baukosten Alpha Ventus mit 12 Anlagen ca. 250 Mio. Euro und Baukosten Bard Offshore 1 mit 80 Anlagen ca. 1.200 Mio. Euro). D.h. der Bau der 145.000 Offshore-Windkraftanlagen würde rund 2.175 Milliarden Euro kosten und das veranschlagt auf eine Lebensdauer von**

**20 Jahren. Macht 109 Milliarden Euro Kosten pro Jahr alleine für die Aufrechterhaltung der Windparks. Hinzu kommen die Betriebs- und Wartungskosten der Anlagen und Demontage- und Entsorgungskosten nach 20 Jahren Betriebszeit.**

## **Die Kosten-Bilanz für Photovoltaikstrom**

**Aus der Flächenbilanz geht hervor: In etwa 7% der Fläche Deutschlands, oder nahezu die gesamte Fläche Brandenburgs wäre notwendig, (ca. 26.000 Quadratkilometer Fläche) um den Endenergieverbrauch in Deutschland komplett (d.h. im Jahresdurchschnitt) über Photovoltaikstrom zu decken. Die Lebenszeit von Photovoltaikmodulen beträgt in etwa 25 Jahre. Danach bringen sie nur noch ein Teil ihrer**

**Leistung, werden wartungsintensiv und müssen durch neue Module ersetzt werden. Der Quadratmeter Photovoltaikmodul kostet ca. 200 EURO (ebay-Preis, ohne Montage). 26.000 Quadratkilometer (Mio. Quadratmeter) Fläche mit Photovoltaikmodulen auszustatten würde also ca. 5.200 Milliarden Euro kosten und das veranschlagt auf eine Lebensdauer von 25 Jahren. Macht 208 Milliarden Euro Kosten pro Jahr alleine an Modulkosten für die Aufrechterhaltung. Hinzu kommen die Montage-, Betriebs-, Wartungskosten der Anlagen und Demontage- und Entsorgungskosten nach 25 Jahren Betriebszeit.**

## **Das Fazit**

**Um eine Erstinfrastuktur aus 100% EE hier in Deutschland aufzubauen sind**

**Material- und Baukosten zwischen ca. 2.000 – 5.000 Milliarden Euro erforderlich. Die Kosten um die Erstinfrastuktur zu erneuern/ aufrecht zu erhalten belaufen sich auf mindestens 100 – 200 Milliarden Euro pro Jahr. Hinzu kommen die Betriebs-, Wartungs-, Demontage- und Entsorgungskosten der Anlagen. Außerdem zu berücksichtigen sind der nötige Ausbau der Stromnetze und die Errichtung von Energiespeichern, welche notwendig sind, um die unstetige Windkraft und den Tages- und Jahresgang im Solarstrom auszugleichen. Denn bei Flaute gibt es keinen Windstrom und in der Nacht und im Winter wenig bis gar keinen Solarstrom. Der Energiebedarf in Winter ist aber besonders groß. Um das auszugleichen sind gigantische Energiespeicher und ein entsprechendes Stromnetz, welches den Strom nach Bedarf verteilen kann, erforderlich. Somit werden sich die oben genannten**

**Kosten leicht verdoppeln bis verdreifachen. Abschließend noch zum Vergleich: Die privaten Haushalte gaben 2005 für Energie und Kraftstoffe rund 98 Milliarden Euro aus. Die Gesamtausgaben für Energie einschließlich Kraftstoffen in Deutschland beliefen sich 2005 auf 212 Mrd. €.**

**Michael Krüger zuerst erschienen bei Readers Edition am 26.10.11**

**Geowissenschaftler u.a. tätig gewesen am AWI**