

# 100% Erneuerbare Energien – Mögliche Beiträge der Solarenergie

Von Dr. Eberhard Waffenschmidt, 6.4.2007

Die Sonne ist für uns eine unerschöpfliche Energiequelle. Sie sendet allein auf die Fläche Deutschlands mehr als das Hundertfache der Energie, die wir in unserem Land im selben Zeitraum zur Stromerzeugung, Heizen oder Autofahren benötigen. Diese Energie können wir auf unterschiedliche Weise direkt nutzen:

Mit Solarzellen (Photovoltaik) lässt sich bekanntermaßen unmittelbar elektrische Energie aus dem Sonnenlicht erzeugen. Bild 1 zeigt ein dafür geeignetes Modul. Weiterhin lässt sich mit Sonnenkollektoren die Energie der Sonne direkt als Wärme nutzen. Vor allem zur Warmwassererzeugung und auch zur Erzeugung von Raumwärme lässt sich dies nutzen. Mit konzentrierenden Kollektoren lassen sich sogar sehr hohe Temperaturen für industrielle Prozesse erzielen. Außerdem wurde kürzlich über neuartiges Verfahren berichtet, mit dem es mit einem Wirkungsgrad von 12% möglich ist, direkt Wasserstoff aus Wasser bei Lichteinstrahlung zu gewinnen [9]. Dieses Verfahren ist allerdings erst im Labor demonstriert worden und soll daher in dieser Studie keine Berücksichtigung finden.



Bild 1: Photovoltaik wandelt Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom um.

Limitierende Faktoren für die Nutzung der Solarenergie sind die zur Verfügung stehende Fläche und die Energie, die sich pro Fläche erzeugen lässt. Beides wird im Folgenden vorgestellt und diskutiert.

## 1 Flächenertrag von Solaranlagen

Die pro Fläche erzeugte Energie ist abhängig von der Sonneneinstrahlung. Diese beträgt in unseren Breiten mittags an einem klaren Tag bis zu  $1000 \text{ W/m}^2$ . Dieser Wert ist als Standardwert in den Standard-Testbedingungen (STC) für Solarmodule festgelegt und auf ihn beziehen sich alle Angaben für die Spitzenleistungen von Solarmodulen in Datenblättern. Bei einer Auswertung von 13 aktuellen Datenblättern für Solarmodule (siehe Anhang Tabelle I und Tabelle II) ergibt sich für die Spitzenleistung ein Durchschnittswert von  $131 \text{ W}_{\text{pk}}/\text{m}^2$  (nach STC). Das entspricht einer durchschnittlichen Effizienz von 13.1%.

Aus der umfangreichen Statistik zu Erträgen von Photovoltaikanlagen des Solarenergie-Fördervereins Deutschland mit über 3000 Teilnehmern [4] lassen sich die Erträge von Solaranlagen in Deutschland ermitteln. Bild 2 und Tabelle III zeigen die Ergebnisse. Die Anlagen sind in allen sinnvollen Richtungen und Neigungen ausgerichtet. Die Ergebnisse sind daher repräsentativ für eine reale Verteilung von Dächern. Es ergibt sich im langjährigen Mittel für die Jahre von 1992 bis 2005 ein bundesdeutscher Durchschnittswert für die erzeugte Energie eines Solarmoduls von 837 kWh im Jahr pro installierter Spitzenleistung in  $\text{kW}_{\text{pk}}$  (nach STC). Dies entspricht einem jährlichen Flächenertrag von durchschnittlich  $109 \text{ kWh/m}^2$ . Der maximale mittlere Jahresertrag in dieser Periode betrug  $134 \text{ kWh/m}^2$ . Der minimale mittlere Jahresertrag in dieser Periode betrug  $99.7 \text{ kWh/m}^2$  und soll als Referenz dienen. Der allgemein bekannte „Daumenwert“ von ca.  $100 \text{ kWh}$  Stromerzeugung ist also als Mindestwert zu verstehen. In einem „guten“ Jahr können die Erträge um ein Drittel höher liegen.

Solarthermische Anlagen zur Wärmeerzeugung liefern deutlich höhere Energieerträge. Der ausführliche Bericht der Enquetekommission zur zukünftigen Energieversorgung in Deutschland listet jährliche Energieerträge von  $199 \text{ kWh/m}^2$  bis  $650 \text{ kWh/m}^2$  auf ([1], Tab. 4-73). Der Wirkungsgrad solarthermischer Anlagen zur Wärmeerzeugung ist damit mindestens doppelt so groß wie der von Photovoltaikanlagen. Man muss jedoch bedenken, dass diese Energiebeträge „nur“ in Form von Wärme genutzt werden können. Weiterhin kann diese Energie nicht einfach verteilt werden wie elektrischer Strom, so dass Überschussenergie im Sommer häufig verloren geht. In der Bilanz dieser Untersuchung wird solarthermische Energie mit  $200 \text{ kWh/m}^2$  pro Jahr angenommen, was dem niedrigsten Ertrag aus [1] entspricht.

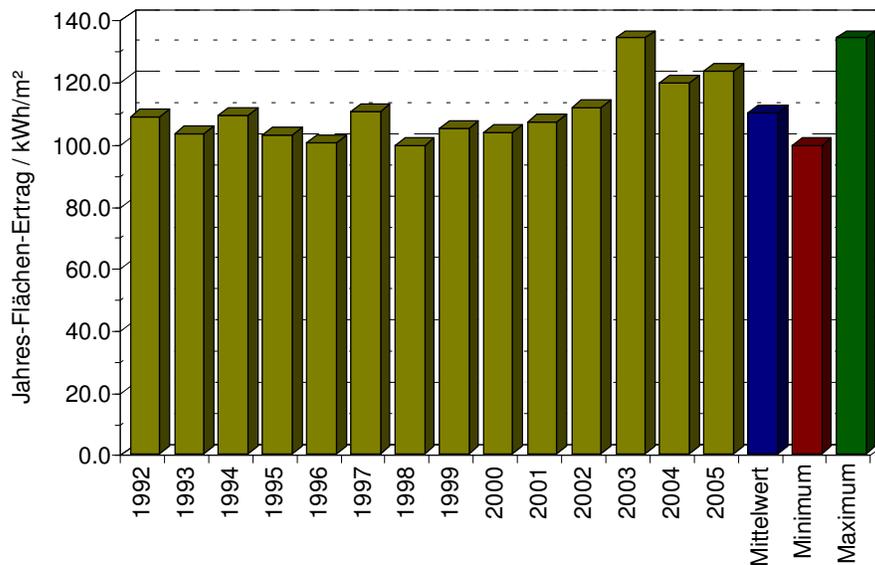


Bild 2: Jahreserträge von Photovoltaikanlagen in Deutschland, aus Solardatenbank des SFV [4], siehe auch Tabelle III.

## 2 Flächenangebot und Bedarf

Wollten wir den gesamten heutigen Endenergieverbrauch von 2563.3 TWh pro Jahr [2] in Deutschland mit Photovoltaik decken, so bräuchten wir dafür eine Fläche von 25693 km<sup>2</sup>. Das entspricht einem Quadrat mit einer Kantenlänge von 160 km. Dies würde 7.2% der 357000 km<sup>2</sup> großen Gesamtfläche von Deutschland in Anspruch nehmen. Es entspricht etwa der Fläche eines ganzen Bundeslandes wie Hessen (21115 km<sup>2</sup>), was eine solche Realisierung zunächst ziemlich unwahrscheinlich erscheinen lässt.

Bild 3 zeigt jedoch weitere Vergleiche, ebenso Tabelle V im Detail. Demnach entspricht die Fläche in etwa der gesamten Siedlungsfläche (Gebäude und zugehörige Freiflächen, siehe [3]) in Deutschland von 23938 km<sup>2</sup> und ist nicht sehr viel größer als die gesamte Fläche für den Verkehr von 17446 km<sup>2</sup> [3]. Wer hätte sich vor 60 Jahren eine solchen Dimension für den Straßenverkehr vorstellen können?

Wollten wir nur den elektrischen Endenergieverbrauch von 500.3 TWh pro Jahr [2] erzeugen, so genüge eine Fläche von 5014 km<sup>2</sup>. Das wären gerade einmal 20.9% der gesamten Siedlungsfläche oder 12.1% der für Siedlungen und Verkehr benötigten Fläche. Ein Wert von etwa 12% der „verbauten“ Fläche ist ein Wert, dessen Realisierung durchaus vorstellbar ist, so dass grundsätzlich eine elektrische Vollversorgung mit Solarstrom in Deutschland möglich erscheint.

In jedem Fall akzeptiert wäre es jedoch, vorhandene Flächen wie Dächer und Fassaden der Bebauung zu nutzen. Leider sind direkte statistische Daten für die Dachflächen in Deutschland nicht erhältlich. R. Bischof hat im Jahre 1993 [5] die verfügbaren Dachflächen und Fassaden für die Stadt Aachen abgeschätzt und kommt zu einem Wert von 25.44 m<sup>2</sup> pro Einwohner oder 8.37% der Gesamtfläche (siehe auch Tabelle IV). Dieser Wert dürfte sich bis heute nur unwesentlich verändert haben. Dabei sind auch die Beiträge weniger günstig gelegener Dachflächen und Fassaden mit einbezogen und es wurden alle möglichen Ausrichtungen der Flächen angenommen. Da die Dachflächen eher mit der Anzahl der Bewohner als mit der Landesfläche korreliert, lässt sich die gesamte Dachfläche in Deutschland anhand der Einwohnerzahl hochrechnen. Bei 82.5 Mio Einwohnern in Deutschland (für 2005, siehe [3]) ergibt sich eine gesamte mögliche Kollektor-Fläche von 2098.8 km<sup>2</sup>.

Da der Erfahrungswert der Solardatenbank von 99.7 kWh/m<sup>2</sup> sich ebenfalls aus Anlagen in vielen unterschiedlichen Ausrichtungen ergibt, lässt sich der Stromertrag auf den verfügbaren Flächen zu 209.3 TWh pro Jahr abschätzen.

Im Vergleich dazu kommt der Bericht der Enquetekommission [1] zu einem sehr ähnlichen Ergebnis. Dort wird eine vergleichbare für Solarenergie verfügbare Fläche von 1900 km<sup>2</sup> angegeben. Für diese Fläche wird in der Studie ein ähnliches Potential für Solarenergie mit 209 TWh pro Jahr angegeben.

Grundsätzlich lässt sich ein Teil dieser Fläche anstelle zur Stromerzeugung zur Wärmeerzeugung mit solarthermischen Anlagen nutzen. Dies wäre sogar sehr sinnvoll, denn wie schon erwähnt, nutzen solarthermische Anlagen die Sonnenenergie besser aus. Eine Rechnung nur mit Photovoltaik ergibt demnach den „Worst-Case“.

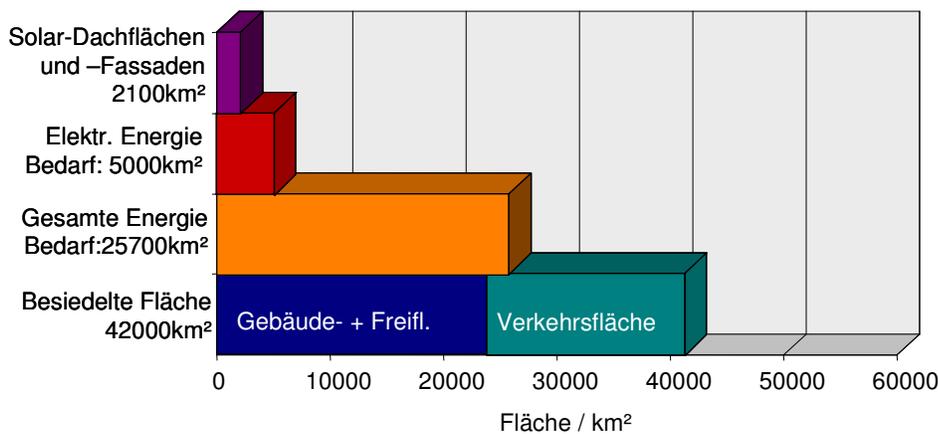


Bild 3: Flächenbedarf und -angebot für Photovoltaik.

Es gibt weitere Möglichkeiten, Flächen für die Solarenergie zu nutzen. Sie können als „Reserve-Flächen“ zum Ausgleich für unvollständig genutzte Dach- und Fassadenflächen betrachtet werden. Zu diesen Flächen gehören beispielsweise die Flächen, die derzeit von Tagebauen, insbesondere Braunkohle-Tagebauen, genutzt werden. Insgesamt nimmt der Braunkohletagebau 1661 km<sup>2</sup> in Anspruch, wobei davon zur Zeit 590 km<sup>2</sup> Betriebsflächen und der Rest wieder nutzbar gemachte Flächen sind [6]. Auf der insgesamt in Anspruch genommenen Fläche könnte man mit Photovoltaik pro Jahr 165 TWh Strom erzeugen, nahezu soviel wie die 185.5 TWh, die derzeit in Braunkohlekraftwerken pro Jahr erzeugt werden [6].

Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, Verkehrsflächen mit Solaranlagen zu überdachen. Grundsätzlich ließe sich damit sogar fast der gesamte Bedarf an Endenergie in Deutschland decken, wenn alle Straßen überdacht würden (siehe vorheriger Absatz und Bild 3). Deutschland verfügt über 12174 km Autobahnen mit einer typischen Spurbreite von 3.75 m, davon sind 21.3% sechs oder mehrspurig [7]. Mit Rand- und Mittelstreifen ergibt sich so eine mittlere Breite einer Autobahn von 25 m und damit ein Flächenverbrauch von 2.5 ha/km Autobahn. Dieser Wert ist auch in einer weiteren Quellen im Internet als direkter Flächenverbrauch zu finden [8]. Damit ergeben sich weitere 304 km<sup>2</sup> über den deutschen Autobahnen, auf denen 30.2 TWh Solarstrom mittels Photovoltaik erzeugt werden könnten. Eine vollständige Überdachung ist technisch jedoch vergleichsweise aufwändig ist und zöge eventuell weitere Nachteile mit sich, z.B. Flickereffekt durch Lücken zwischen den Panels, Sicherheitsbedenken bei Sturm, Beleuchtung. Sicherlich wesentlich akzeptabler wäre es, am Rand der Autobahnen Solarwände zu errichten, die gleichzeitig den Lärm der Fahrzeuge abhalten können. Angenommen, diese Wände hätten eine Höhe von 3 m und es würden jeweils zwei Wände (links und rechts der Autobahn) errichtet, so ergäben sich mit der Länge des Autobahnnetzes von 12174 km eine Fläche von 73 km<sup>2</sup>, auf denen bei optimaler Ausrichtung pro Jahr 7.3 TWh an elektrischer Energie erzeugt werden könnten. Insgesamt würden Flächen über oder neben Autobahnen nur einen wesentlich geringeren Beitrag zur Stromerzeugung liefern können als beispielsweise die Dächer und Fassaden von Gebäuden.

*Fazit:* Angenommen, jedes geeignete Dach und Fassade hat eine Solaranlage für elektrischen Strom. Das ergibt etwa 2100 km<sup>2</sup> Solarfläche. Damit lässt sich etwa 40% des heutigen Stromverbrauchs erzeugen. Es gibt weitere Flächen z.B. Braunkohle-Tagebaue oder überdachte Verkehrswege, die genutzt werden könnten.

### 3 Literaturhinweise

- [1] „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“; Bericht der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages, 2002, Drucksache 14/2687. Auch im Internet unter:  
<http://www.bundestag.de/parlament/gremien/kommissionen/archiv14/ener/index.html>
- [2] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.,  
„Energiebilanz der Bundesrepublik 2002“, Excel -Datei,  
<http://www.ag-energiebilanzen.de/daten/inhalt1.php#>
- [3] Statistisches Bundesamt,  
<http://www.destatis.de/>
- [4] Solardatenbank des Solarenergie-Fördervereins,  
[http://www.pv-ertraege.de/cgi-bin/pvdaten/src/bundes\\_uebersichten.pl](http://www.pv-ertraege.de/cgi-bin/pvdaten/src/bundes_uebersichten.pl)
- [5] Ralf Bischof, „Möglicher Beitrag der Photovoltaik zur elektrischen Energieversorgung einer Stadt“, Diplomarbeit am Institut für Elektrowärme der Universität Hannover, Juni 1993
- [6] „Braunkohle in Deutschland – Profil eines Industriezweiges“, DEBRIV, Bundesverband Braunkohle,  
[http://www.braunkohle.de/schule/medien/debriv02\\_ge.pdf](http://www.braunkohle.de/schule/medien/debriv02_ge.pdf)
- [7] Wikipedia, Stichwort „Autobahn“,  
[http://de.wikipedia.org/autobahn\\_\(Deutschland\)](http://de.wikipedia.org/autobahn_(Deutschland))  
Mit Verweis auf Statistisches Bundesamt,  
<http://www.destatis.de/>
- [8] [www.auto-umwelt.at/print/4%20%20Flaechenverbrauch.pdf](http://www.auto-umwelt.at/print/4%20%20Flaechenverbrauch.pdf) mit Verweis auf Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien,  
<http://www.umwelt.net.at/articleview/27722/7207>, Lebensministerium V/5, 22.05.2002
- [9] Dr. Martin Demuth, “Generation of hydrogen and oxygen from water with titanium silicide and solar radiation including storage of gases.”, First International Renewable Energy Storage Conference (IRES I), October 30 and 31, 2006 Science Park Gelsenkirchen/Germany.

## 4 Tabellen

Tabelle I: Wirkungsgrade und Peakleistung pro Fläche von kommerziellen Solar-Modulen:

Hersteller / Typ	Zell-Typ	Bestrahlungs-Stärke / W/m <sup>2</sup>	Peak-leistung / Wpk	Modul-breite / m	Modul-länge / m	Modul-fläche / m <sup>2</sup>	Spez. Peak-leistung / [Wpk/m <sup>2</sup> ]	Effizienz
BP 7175	?	1000	175	0,790	1,593	1,26	139,06	13,9%
SunWare, SW 5066	?	1000	69	0,600	0,890	0,53	129,21	12,9%
Kyocera KC130GHT-2	polykristallin	1000	130	0,652	1,425	0,93	139,92	14,0%
IBC Solar AG, IBC-160P	polykristallin	1000	160	1,318	0,994	1,31	122,13	12,2%
Aleo, Aleo150	polykristallin	1000	165	1,600	0,800	1,28	128,91	12,9%
Sharp, NTR5E3E / NT175E1	monokristallin	1000	175	1,575	0,826	1,30	134,52	13,5%
Sharp, NDQ0E3E / ND160E1	polykristallin	1000	160	1,318	0,994	1,31	122,13	12,2%
Tenesol. TE2000	polykristallin	1000	200	1,507	0,994	1,50	133,52	13,4%
Solon, P220	polykristallin	1000	220	1,660	0,990	1,64	133,87	13,4%
Alfa Solar 180PQ6L	polykristallin	1000	195	0,986	1,475	1,45	134,08	13,4%
Suntaics, STC 190-35M5-H	monokristallin	1000	190	1,580	0,793	1,25	151,64	15,2%
Sunways SM230M	monokristallin	1000	230	1,610	1,070	1,72	133,51	13,4%
Shell SP140	monokristallin	1000	140	0,814	1,619	1,32	106,21	10,6%
<b>Mittelwert</b>							<b>131,44</b>	<b>13,1%</b>

Tabelle II: Quellennachweis für Solarmodule:

Hersteller / Typ	Quelle im Internet
BP 7175	<a href="http://www.adfontes.de/html/download/Photovoltaik/Solarmodule/15.pdf">http://www.adfontes.de/html/download/Photovoltaik/Solarmodule/15.pdf</a>
SunWare, SW 5066	<a href="http://www.sunware.de/DE/Produktgruppen/Produkte/Module/Datenbl%C3%A4tter/DatenSW_5066_D.htm">http://www.sunware.de/DE/Produktgruppen/Produkte/Module/Datenbl%C3%A4tter/DatenSW_5066_D.htm</a>
Kyocera KC130GHT-2	<a href="http://www.esomatic.de/pdf/DB-D-KC130GHT-2.pdf">http://www.esomatic.de/pdf/DB-D-KC130GHT-2.pdf</a>
IBC Solar AG, IBC-160P	<a href="http://www.solarladen.de/download/pdf/module/IBC_160_P.pdf">http://www.solarladen.de/download/pdf/module/IBC_160_P.pdf</a>
Aleo, Aleo150	<a href="http://www.grammer-solar.de/downloads/pv/pv_db_aleo_150.pdf">http://www.grammer-solar.de/downloads/pv/pv_db_aleo_150.pdf</a>
Sharp, NTR5E3E / NT175E1	<a href="http://www.sunenergy-gmbh.de/downloads/module/Sharp_Solar_NTR5E3E.pdf">http://www.sunenergy-gmbh.de/downloads/module/Sharp_Solar_NTR5E3E.pdf</a>
Sharp, NDQ0E3E / ND160E1	<a href="http://www.sunenergy-gmbh.de/downloads/module/Sharp_Solar_NDQ0E3E.pdf">http://www.sunenergy-gmbh.de/downloads/module/Sharp_Solar_NDQ0E3E.pdf</a>
Tenesol. TE2000	<a href="http://www.parabel-solar.de/files/02_solarstrom/TE2000poly.pdf?PHPSESSID=btrcur5r3rnqjbk4kumphium5">http://www.parabel-solar.de/files/02_solarstrom/TE2000poly.pdf?PHPSESSID=btrcur5r3rnqjbk4kumphium5</a>
Solon, P220	<a href="http://www.parabel-solar.de/files/02_solarstrom/solon_p_220_6_plus.pdf?PHPSESSID=btrcur5r3rnqjbk4kumphium5">http://www.parabel-solar.de/files/02_solarstrom/solon_p_220_6_plus.pdf?PHPSESSID=btrcur5r3rnqjbk4kumphium5</a>
Alfa Solar 180PQ6L	<a href="http://www.alfasolar.de/uploads/media/alfasolar_180PQ6L_02.pdf">http://www.alfasolar.de/uploads/media/alfasolar_180PQ6L_02.pdf</a>
Suntaics, STC 190-35M5-H	<a href="http://www.parabel-solar.de/files/02_solarstrom/STC190-35M5-H.pdf?PHPSESSID=btrcur5r3rnqjbk4kumphium5">http://www.parabel-solar.de/files/02_solarstrom/STC190-35M5-H.pdf?PHPSESSID=btrcur5r3rnqjbk4kumphium5</a>
Sunways SM230M	<a href="http://www.solarmarkt.com/downloads/sunways/Sunways%20SM%20230M%20Datenblatt%20060201_de.pdf">http://www.solarmarkt.com/downloads/sunways/Sunways%20SM%20230M%20Datenblatt%20060201_de.pdf</a>
Shell SP140	<a href="http://www.af-solartechnik.de/ShellSP140.pdf">http://www.af-solartechnik.de/ShellSP140.pdf</a>

Tabelle III: Jahreserträge für Solaranlagen aus der Solardatenbank des SFV:

Jahr	Mittlerer Jahresertrag / kWh / kWpk	Jahres-Flächen-Ertrag / kWh/m <sup>2</sup>
1992	829	108.6
1993	786	103.0
1994	833	109.1
1995	783	102.6
1996	764	100.1
1997	840	110.0
1998	759	99.4
1999	800	104.8
2000	791	103.6
2001	817	107.0
2002	852	111.6
2003	1022	133.9
2004	912	119.5
2005	941	123.3
Mittelwert	837.8	109.7
Minimum	759	99.4
Maximum	1022	133.9
	Peak Einstrahlung / W/m <sup>2</sup>	Wirkungsgrad
	1000	13.10%

Tabelle IV: Photovoltaisch nutzbare Dach und Fassaden-Flächen:

Autoren / Quelle	Betrachtungs-gebiet	Rand- bedingungen  PV = Photovoltaisch ST = Solarthermisch D = Dächer F = Fassaden	Flächen				
			absolut / km <sup>2</sup>	in % der Gebäude- grund- fläche	in % der Gesamt- fläche	pro Ein- wohner / [m <sup>2</sup> /cap]	Deutschland / km <sup>2</sup>
Bischof 1993	Stadbezirk Aachen (1991)	PV+ST, D+F	2.39	49.1%	4.64%	14.1	1163.3
Bischof 1993	Stadbezirk Aachen (1991)	PV, D+F	2.23	45.7%	4.32%	13.13	1083.2
Bischof 1993	Stadbezirk Aachen (1991)	PV, D+F	4.32	88.6%	8.37%	25.44	2098.8
Kaltschmitt / Wiese 1992	Stuttgart (1987)	PV+ST, D+F	2.13	k.A.	1.03%	3.85	317.6
Kaltschmitt / Wiese 1992	Konstanz (1987)	PV+ST,D	0.31	k.A.	0.58%	4.46	368.0
Luther / Nitsch 1992	Modellstadt (2025) mit 507000 Einw.	PV+ST, D+F	4.70	33.8%	2.06%	9.27	764.8
Luther / Nitsch 1992	Modellstadt (2025) mit 507000 Einw.	PV, D+F	2.30	16.5%	2.95%	4.54	374.6
Persch 1991	Homburg/Saar-Mitte (1987)	PV+ST, D	0.74	44.9%	6.64%	22.12	1824.9
Böhnisch et al. 1992	Rottweil (2010)	PV, D	0.15	k.A.	0.13%	5.28	435.6
Leuchtner 1991	München (1991)	PV + ST, D	10.69	36.5%	3.44%	8.68	716.1
Leuchtner 1991	München (1991)	PV, D	10.03	34.3%	3.23%	8.15	672.4
Reismayer et al. 1990	Berlin (1989)	PV, D	21.26	45.9%	4.43%	11.48	947.1
Hannover-Studie 1992	Großraum Hannover Wohngebäude	PV, D	11.00	k.A.	0.48%	9.66	797.0
Kaltschmitt / Wiese 1992	Baden-Württemberg (1985)	PV+ST, D	73.73	25.8%	0.21%	7.81	644.3
Nitsch / Luther 1990	Bundesrepublik (1985)	PV+ST, D	650.00	k.A.	0.26%	10.65	878.6
Wiese / Kaltschmitt 1992	Bundesrepublik (1990)	PV+ST,D	799.70	k.A.	0.22%	10.08	831.6
Brummelen / Alsema 1992	Niederlande	PV,D	115.00	30.7%	0.27%	7.72	636.9
Hill et al. 1992	Großbritannien	PV, D+F	2459.00	k.A.	1.01%	42.92	3540.9
<i>kursiv</i> nach Ralf Bischof, Diplomarbeit, Juni 1993							
Enquettkommission 2002	Bundesrepublik 2002	PV, D+F	1900.00	k.A.	0.53%	23.0	1900.0
Stat. Bundesamt	Einwohner der Bundesrepublik Deutschland	82501000					

Tabelle V: Flächenangebot und -bedarf:

	Fläche / km <sup>2</sup>	Quelle	Energie- Ertrag / TWh/a
Bundesrepublik Deutschland	357050	Stat. Bundesamt	35501.1
Bundesland Hessen	21115	Stat. Bundesamt	2099.4
Gebäude- und Freifläche	23938	Stat. Bundesamt, für 2004	2380.1
Verkehrsfläche	17446	Stat. Bundesamt, für 2004	1734.6
Besiedelte Fläche (Gebäude-, Frei- und Verkehrsfläche)	41384		4114.8
Dach- und Fassadenflächen	2099	Bischof 1993	208.7
Braunkohle gesamte Landinanspruchnahme	1661	debriv-Bundesverband Braunkohle 2005	165.2
davon Braunkohle Betriebs-Fläche	591	debriv-Bundesverband Braunkohle 2005	58.8
Autobahnen Grundfläche	300	Wikipedia	29.8
Autobahnen Seitenwände	73		7.3
Gesamter Energiebedarf	25780	AG Energiebilanzen für 2002	2563.3
Gesamter Strombedarf	5032	AG Energiebilanzen für 2002	500.3
Spez. Energie-Ertrag / kW/m <sup>2</sup> /a	99.4	SFV-Solardatenbank	