

Sonnenstrom von landwirtschaftlichen Dächern - EEG2009

Energielehrschau-Sondertag

„Strom aus Sonne, Wasser und Wind“

Haus Düsse, 30.04.2009

Stefan Blome

Landwirtschaftskammer NRW

Referat 24 – Energie, Bauen, Technik

T: +49 2821 996 166

stefan.blome@lwk.nrw.de

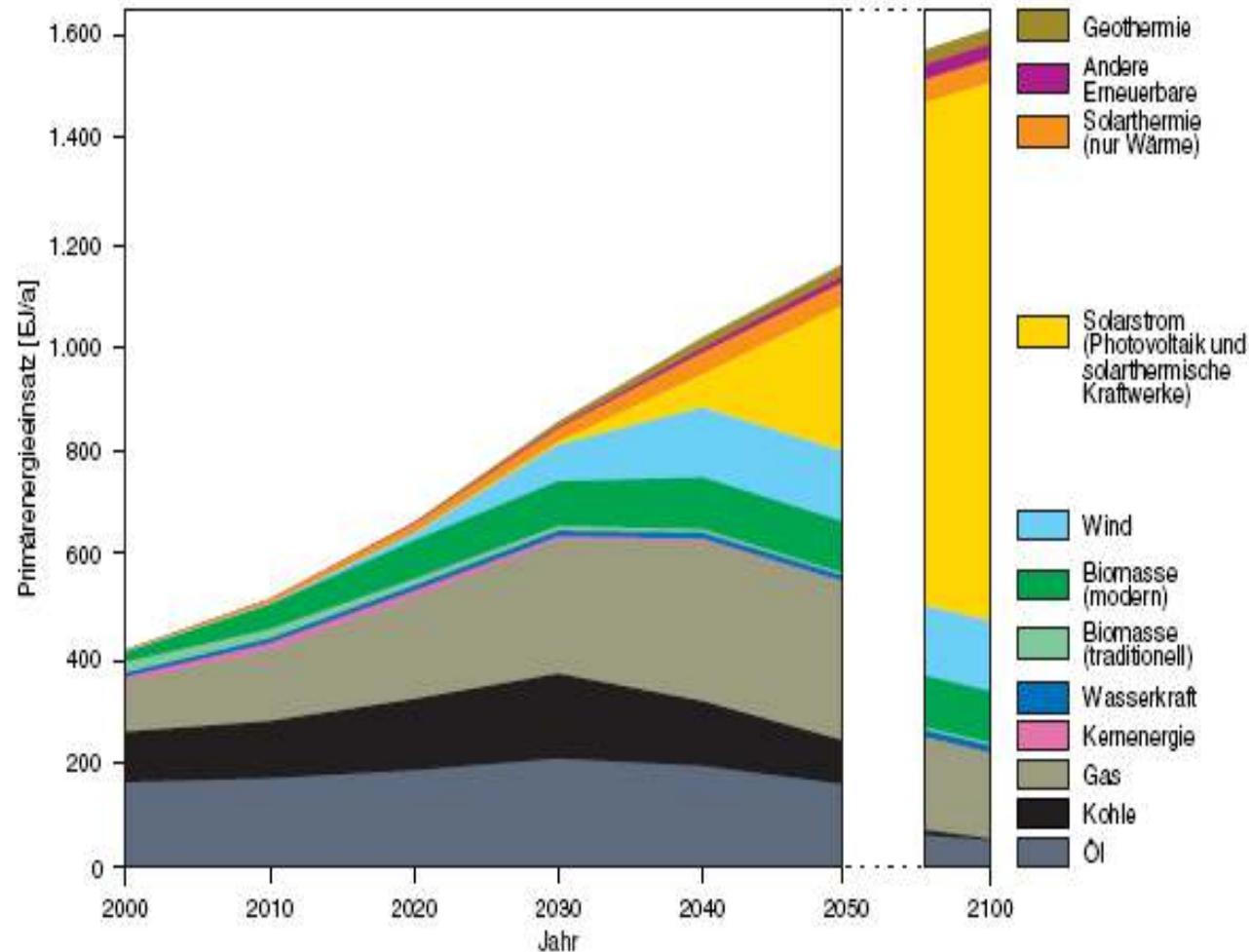


Abbildung 1
Die Veränderung des globalen Energiemix im exemplarischen Pfad bis 2050/2100.
Quelle: WBGU

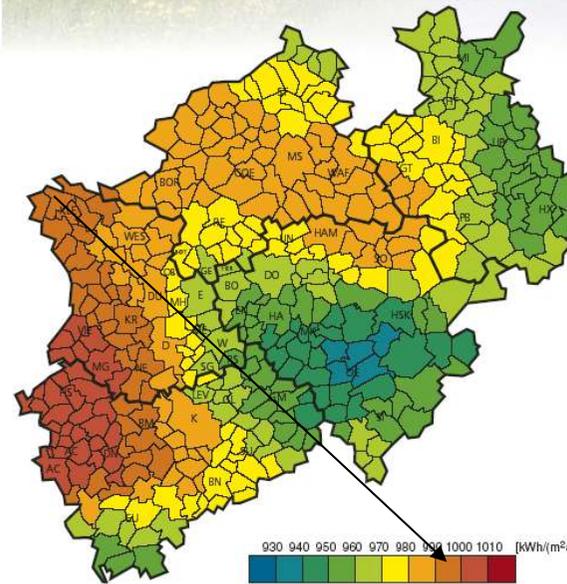
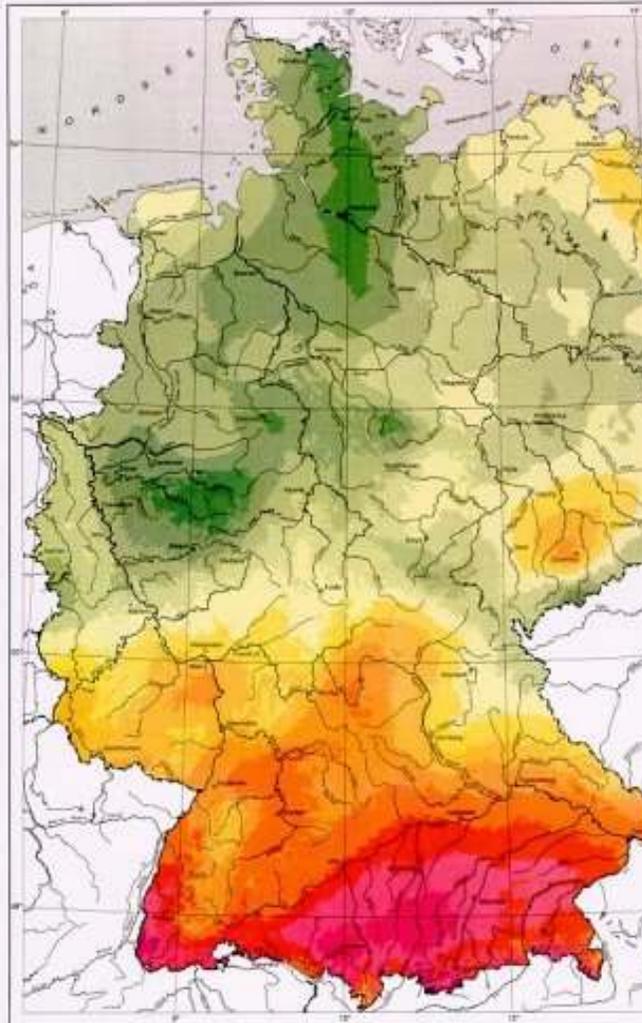
**Weltweit sind die
Klimaemissionen seit
1990 um 40 %
gestiegen.**
(UN-Klimasekretariat)

**Um die globale
Erwärmung auf 2 bis
2,4° zu begrenzen,
muss bis 2050 von 46
bis 79 % weniger
Treibhausgas
ausgestoßen werden.**
(IPCC2007)

**Generationen- und
globale Gerechtigkeit
fordern: one human,
one emission right.**
(Eckart 2009)

Sonnenernte in Kleve

Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland
Mittlere Jahressummen, Zeitraum: 1981 – 2000



G = 995 kWh/(m²xa)

Abb. 32: Räumliche Verteilung der Globalstrahlungssumme im Jahresmittel für Nordrhein-Westfalen

**G x F x 0,8 = 876 kWh
Strom / (kWp x a)**

Globalstrahlung am Standort, Ausrichtung und Neigung der Module, eventuelle Teilbeschattung und der Umwandlungswirkungsgrad bestimmen den Stromertrag. In Kleve soll auf einer Maschinenhalle eine Sonnenstromanlage geplant werden. Eine Dachseite ist mit 15° nach Süd+15° geneigt.

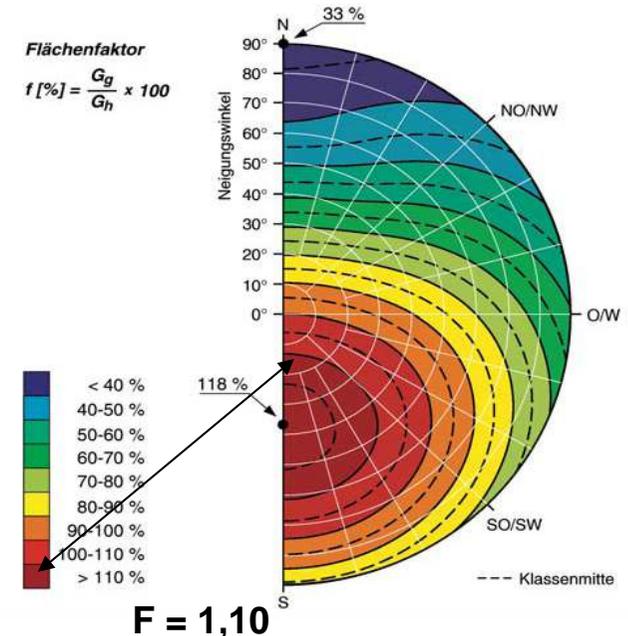


Abb. 33: Diagramm zur Bestimmung der Globalstrahlung auf geneigte Flächen im Jahresmittel

Platz zum Reinigen und Reparieren, Aufständering



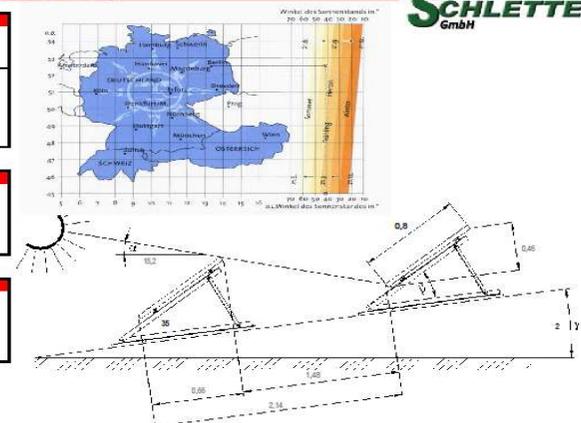
400 621 Verschattungsberechnung für geneigte Aufstellung

Solar Montagesysteme
SCHLETTER
GmbH

1. Schritt: Eingabedaten	
Datum	13.08.2008
Kunde	Buschulte
Anlage	Flachdach
Breitengrad	51,3
Dachneigung Gamma (Grad)	2
Modulhöhe h (m)	0,8
Reihenlänge (m)	7
Reihenanzahl	8
Aufstellwinkel Beta (Grad)	35

2. Schritt: Verschattungsberechnung	
Verschattungswinkel Alpha (Grad)	15,2
Grundlinie a (m)	0,86
Senkrechte Höhe b (m)	0,46
Mindestabstand c (m)	1,48
Reihenlänge d (m)	2,14

3. Schritt: Flächenmaßstab	
Modulfäche netto (qm)	44,80
Benötigte Dachbreite (m)	7,00
Benötigte Dachtiefe (m)	15,82
Benötigte Dachfläche (qm)	109,33
Dachfläche / Modulfäche	2,44



- Bitte beachten:**
- Die Verschattungsberechnung ist ein Kundenservice der Schletter GmbH; alle Ergebnisse ohne Gewähr! Berechnungen: Dipl.-Ing. Hans Urban, Schletter GmbH
 - Basis ist verschattungsfreie Ausrichtung am 21. Dez. mittags (niedrigster Sonnenstand des Jahres)
 - Dachneigungen nach Norden werden durch negative Winkelwerte (Gamma) berücksichtigt

Bei begehbare Parallel-Montage von Modulen (160 * 80 cm, 160 Wp) auf einem 30 m langen und 8 m hohen Dach gilt folgendes Schema:

$$30 / (1,6*2 + 0,40) * 2 = 16 \text{ Spalten}$$

$$8 / 0,825 = 9 \text{ Zeilen}$$

$$16 * 9 = 144 \text{ Module}$$

$$144 * 0,16 = 23,04 \text{ kWp}$$

- **Bei Aufständigung wird durch den notwendigen Schattenwurfabstand auf Modulfläche verzichtet; die Größe sinkt auf etwa 12 kWp.
Dünnschichtzellen leisten auf dieser Fläche 18,4 (CdTe) bis 10,1 (ASi) kWp.**



Teil 2: Anschluss, Annahme, Übertragung und Verteilung, §§ 5-15

(1) Netzbetreiber sind verpflichtet, Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien oder aus Grubengas unverzüglich vorrangig an der Stelle an ihr Netz anzuschließen (Verknüpfungspunkt), die im Hinblick auf die Spannungsebene geeignet ist und die in der Luftlinie kürzeste Entfernung zum Standort der Anlage aufweist, wenn nicht ein anderes Netz einen technisch und wirtschaftlich günstigeren Verknüpfungspunkt aufweist. Bei einer oder mehreren Anlagen mit einer Leistung von insgesamt bis zu 30 Kilowatt, die sich auf einem Grundstück mit bereits bestehendem Netzanschluss befinden, gilt der Verknüpfungspunkt des Grundstücks mit dem Netz als günstigster Verknüpfungspunkt. ...

(4) Die Pflicht zum Netzanschluss besteht auch dann, wenn die Abnahme des Stroms erst durch die Optimierung, die Verstärkung oder den Ausbau des Netzes nach § 9 möglich wird. ...

Teil 3: Allgemeine und besondere Vergütungsvorschriften, §§ 16-33

(1) Netzbetreiber müssen Anlagenbetreiberinnen und Anlagenbetreibern Strom aus Anlagen, die ausschließlich Erneuerbare Energien oder Grubengas einsetzen, mindestens nach Maßgabe der §§ 18 bis 33 vergüten. ...

- Nach § 4 dürfen Netzbetreiber die Erfüllung ihrer Verpflichtungen aus dem EEG nicht vom Abschluss eines Vertrages abhängig machen.
- Von den Bestimmungen des EEG darf zu Lasten der Anlagenbetreiberin und des –betreibers nur abgewichen werden, soweit Anlagenbetreiberin und –betreiber und Netzbetreiber zur besseren Integration der Anlage in das Netz ausnahmsweise vertraglich vereinbaren, vom Abnahmevorrang abzuweichen.
- Schadenersatzansprüche bleiben unberührt.

- **§ 6 Ziffer 1 fordert für alle Anlagen, deren Leistung 100 Kilowatt übersteigt, eine technische oder betriebliche Einrichtung zur ferngesteuerten Reduzierung der Einspeiseleistung bei Netzüberlastung und zur Abrufung der jeweiligen Ist-Einspeisung.**
- **Nach § 66 Abs. 1 Ziffer 1. gilt dies ab dem 1. Januar 2011 auch für Anlagen, die vor dem 1. Januar 2009 in Betrieb genommen worden sind.**

Meldepflicht für neue Sonnenstromanlagen

- Seit dem 1. Januar 2009 sind die Betreiberinnen und Betreiber von Photovoltaikanlagen gemäß § 16 Abs. 2 S. 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) verpflichtet, Standort und Leistung dieser Anlagen der Bundesnetzagentur zu melden. Andernfalls ist der Netzbetreiber nicht zur Vergütung des Stroms verpflichtet.
- Der Bundesnetzagentur muss die installierte Leistung aller Solarmodule (Photovoltaikanlagen) gemeldet werden, die ab dem 1. Januar 2009 neu in Betrieb gehen und für die eine Vergütung nach § 32 oder § 33 EEG gezahlt wird. Nicht zu melden sind Photovoltaikanlagen, wenn deren Betreiber den darin erzeugten Strom ausschließlich selbst verbraucht (z.B. im eigenen Haushalt) und eine Vergütung nach dem EEG nicht erfolgt.
- Zu melden sind der Bundesnetzagentur nur Anlagen, bei denen das Datum der Inbetriebnahme verbindlich feststeht. Die Meldung sollte spätestens mit der Inbetriebnahme erfolgen. Von Meldungen, die länger als zwei Wochen vor dem Inbetriebnahmedatum liegen, ist abzusehen.
- Für die Meldung ist das "Formular zur Meldung von Photovoltaikanlagen an die Bundesnetzagentur" zu verwenden. Bitte beachten Sie auch die Erläuterungen in dem gesonderten Dokument. www.bundesnetzagentur.de

§ 19 Abs. 1 regelt den Begriff der Anlage neu. Mehrere Anlagen gelten unabhängig von den Eigentumsverhältnissen und ausschließlich zum Zweck der Ermittlung der Vergütung für den jeweils zuletzt in Betrieb gesetzten Generator als eine Anlage, wenn

- 1. sie sich auf demselben Grundstück oder sonst in unmittelbarer räumlicher Nähe befinden,**
- 2. sie Strom aus gleichartigen Erneuerbaren Energien erzeugen,**
- 3. der in ihnen erzeugte Strom nach den Regelungen dieses Gesetzes in Abhängigkeit von der Leistung der Anlage vergütet wird und**
- 4. sie innerhalb von zwölf aufeinander folgenden Kalendermonaten in Betrieb gesetzt worden sind.**

- (mono- oder poly-) **kristalline** Silizium-Solarzellen (zertifiziert nach IEC 61215 / 61730), amorphe ASi- und CIS- bzw. CdTe-**Dünnschichtzellen** (zertifiziert nach IEC 61646 / 61730), Mehrschichtzellen > Module > String
- Gleichstrom wird im (String-, Multistring-, Zentral-) Wechselrichter (> IP54 / > 94% η_{eur}) zu netzkonformem Wechselstrom (= / ~). Das AC/DC-Verhältnis soll zwischen 0,9 und 1,1 betragen.
- Geeichter Drehstromzähler (ab 70 kW mit Wandlern) misst die elektrische Arbeit (kWh), evtl. kaufmännisch-bilanzielle Durchleitung durch eigenes Netz (ab 2009 auch zum eigenen Gebrauch mit Zuschlag)

§ 33 Abs. 1 bestimmt die leistungsabhängige Vergütung des Sonnenstroms an oder auf Gebäuden. Die Vergütung beträgt bei Inbetriebnahme in 2009

- 1. bis einschließlich einer Leistung von 30 Kilowatt 43,01 Cent pro Kilowattstunde,**
- 2. bis einschließlich einer Leistung von 100 Kilowatt 40,91 Cent pro Kilowattstunde,**
- 3. bis einschließlich einer Leistung von 1 Megawatt 39,58 Cent pro Kilowattstunde und**
- 4. ab einer Leistung von über 1 Megawatt 33,0 Cent pro Kilowattstunde.**

Nach § 33 Abs. 2 EEG2009 verringern sich die Vergütungen für Strom aus Anlagen bis einschließlich einer installierten Leistung von 30 Kilowatt auf 25,01 Cent pro Kilowattstunde, soweit die Anlagenbetreiberin, der Anlagenbetreiber oder Dritte den Strom in unmittelbarer räumlicher Nähe zu Anlage selbst verbrauchen und dies nachweisen.

Für den Nachweis wird an die Stelle des alten Hausanschlusszählers ein neuer rücklaufgesperrter Zweirichtungszähler montiert.

Auch auf den vermiedenen Strombezug ist Mehrwertsteuer zu zahlen.



- Die Angebote unterscheiden sich nicht nur in den angebotenen Komponenten, sondern auch in der Vollständigkeit. Drei Stufen sind unterscheidbar: Lieferung bis einschließlich Wechselrichter, Montage bis einschließlich Wechselrichter und Montage bis zum Netzanschluss.
- Kristalline Sonnenstromanlagen kosten zur Zeit zwischen 3.000 und 3.500 € je kW_{peak}. Dünnschichtanlagen haben die starke Preissenkung Anfang 2009 teilweise nachvollzogen. Aufgrund geringerer Flächenleistung waren sie bisher zwischen 200 und 500 € billiger.
- Der Marktanteil kristalliner Module beträgt weltweit 90%. Jahrelange Erfahrung und Qualitätskontrolle geben uns Sicherheit. Dagegen sind Dünnschichtmodule mit Unsicherheit hinsichtlich Lebensdauer und Leistungsdegradation behaftet. Ich rechne daher mit unterschiedlichen Alterungen, 0,4% p.a. bei kristallinen und 1,0% bei Dünnschichtmodulen.
- Aufständigung kostet 150 bis 200 € je kW_{peak} mehr als Dach parallele Montage und eignet sich wegen des hohen Flächenanspruchs nur für kristalline Module.
- Oberhalb 30 kW Einspeiseleistung wird der Netzanschluss teurer, weil die frei zugängliche Netztrennstelle und eventuell lange Erdkabel hinzukommen.

Kommen wir zur Wirtschaftlichkeitsrechnung!

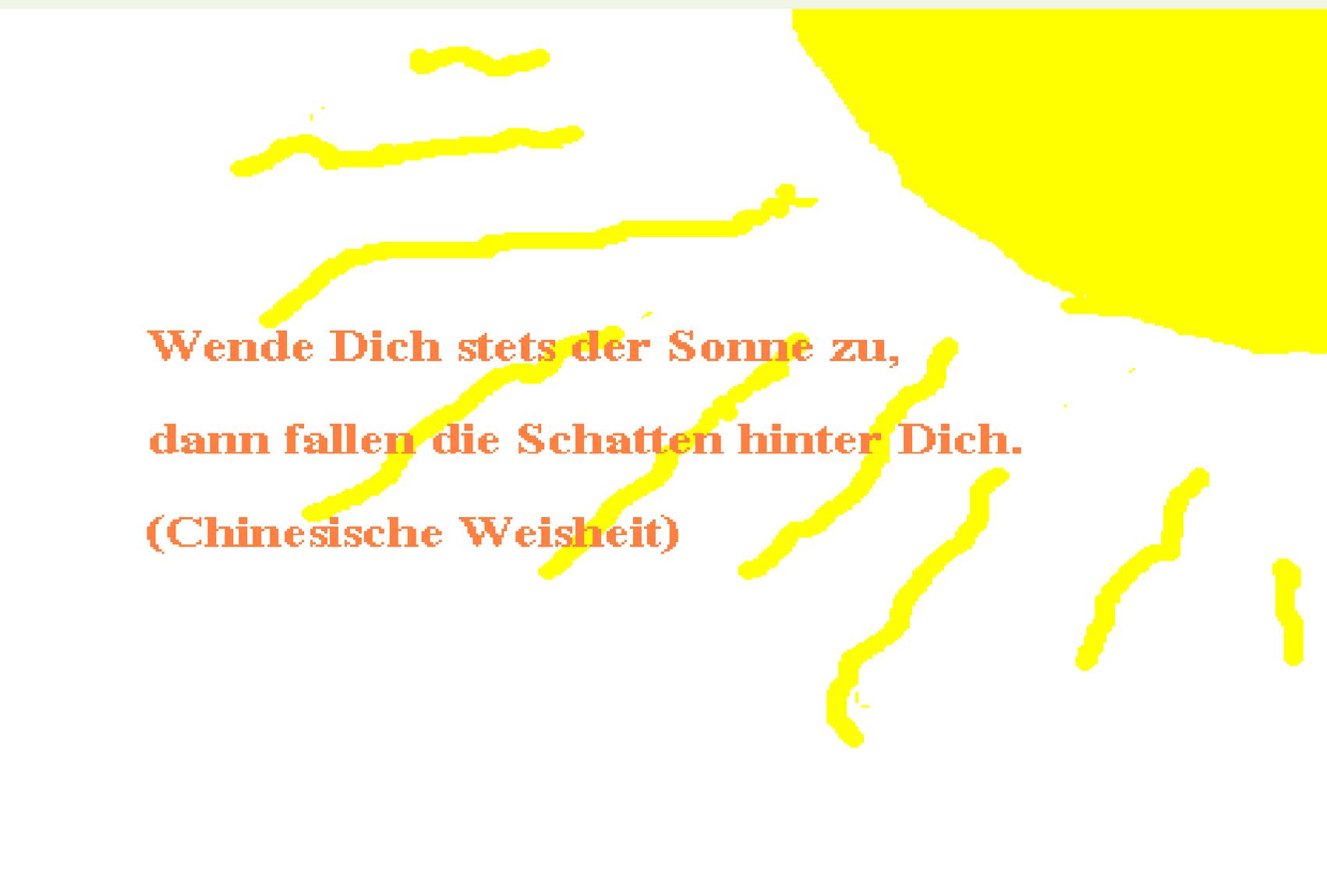
- 30 kW_{peak} kosten 99.000 Euro (3.300 € je kW_{peak}). 75 % LR-Ratendarlehen (20 Jahre Laufzeit, 10 Jahre Zinsbindung, 100 % Auszahlung) kosten effektiv 4,60 % Zins (Preisklasse B).
- Ist die Sonnenstromanlage in Köllitsch auf der Maschinenhalle mit 15° Neigung nach Süd + 15° ausgerichtet, dann erzielt sie 906 kWh je kW_{peak}. Die Eigenkapitalverzinsung beträgt dann vor Steuern 14,44 %.
- Werden nur 860 kWh Sonnenstrom geerntet, dann sinkt die Eigenkapitalrendite auf 11,95 % .
- Kostet die Anlage mehr, steigen die Zinsen und/oder der Darlehensanteil, dann wird die Investition in eine Sonnenstrom-Anlage unwirtschaftlich.

Lassen Sie sich unabhängig beraten!

Markus Mustermann 99999 Musterdorf 30,0 kWp - Sonnenstromanlage (Süd + 15°, 15° geneigt) 100 % Ertrag 75 % LR-Ratendarlehen Preisklasse B

Fotovoltaik		Invest je kWp: 3.350 €	§ 7g AfA:	0, Jahr	InvAbzug: 0 %	Inbetriebnahme: 2009			
kWpeak	Investition	Steuerermäßigung aus InvAbzug	Darlehen	Laufzeit	Zinssatz	Auszahlung	tilgungsfrei		
30,000	100.500 €	- €	75.375 €	20	4,40%	100,0%	-		
kWh / kWp	EEG-Preis	Versicherung, Wartung	Sonstiges	Inflation	Alterung	AfA-Jahre	Grenzsteuer		
880	0,4301 €	0,7%	0,6%	2,0%	0,4%	20	0%		
								Interne Zins des Eigenkapitals	12,67%
								Kapitalwert bei 4,00% Kalkulationszins	25.418 €
								Eigenkapital	25.125 €
Jahr	Ertrag	Zinsen	Tilgung	Versicherung, Sonstiges	Geldüberschuss	Abschreibung	Gewinn	persönl. Steuer	Geldüberschuss nach Steuer
1	11.355 €	3.317 €	3.769 €	1.307 €	2.963 €	5.025 €	1.707 €	- €	2.963 €
2	11.309 €	3.151 €	3.769 €	1.333 €	3.057 €	5.025 €	1.801 €	- €	3.057 €
3	11.264 €	2.985 €	3.769 €	1.359 €	3.151 €	5.025 €	1.895 €	- €	3.151 €
4	11.219 €	2.819 €	3.769 €	1.386 €	3.245 €	5.025 €	1.988 €	- €	3.245 €
5	11.174 €	2.653 €	3.769 €	1.414 €	3.338 €	5.025 €	2.082 €	- €	3.338 €
6	11.129 €	2.487 €	3.769 €	1.442 €	3.431 €	5.025 €	2.175 €	- €	3.431 €
7	11.085 €	2.322 €	3.769 €	1.471 €	3.523 €	5.025 €	2.267 €	- €	3.523 €
8	11.040 €	2.156 €	3.769 €	1.501 €	3.615 €	5.025 €	2.359 €	- €	3.615 €
9	10.996 €	1.990 €	3.769 €	1.531 €	3.707 €	5.025 €	2.451 €	- €	3.707 €
10	10.952 €	1.824 €	3.769 €	1.561 €	3.798 €	5.025 €	2.542 €	- €	3.798 €
11	10.909 €	1.658 €	3.769 €	1.593 €	3.889 €	5.025 €	2.633 €	- €	3.889 €
12	10.865 €	1.492 €	3.769 €	1.624 €	3.979 €	5.025 €	2.723 €	- €	3.979 €
13	10.821 €	1.327 €	3.769 €	1.657 €	4.069 €	5.025 €	2.813 €	- €	4.069 €
14	10.778 €	1.161 €	3.769 €	1.690 €	4.159 €	5.025 €	2.902 €	- €	4.159 €
15	10.735 €	995 €	3.769 €	1.724 €	4.247 €	5.025 €	2.991 €	- €	4.247 €
16	10.692 €	829 €	3.769 €	1.758 €	4.336 €	5.025 €	3.080 €	- €	4.336 €
17	10.649 €	663 €	3.769 €	1.794 €	4.424 €	5.025 €	3.167 €	- €	4.424 €
18	10.607 €	497 €	3.769 €	1.823 €	4.511 €	5.025 €	3.255 €	- €	4.511 €
19	10.564 €	332 €	3.769 €	1.856 €	4.598 €	5.025 €	3.342 €	- €	4.598 €
20	10.522 €	166 €	3.769 €	1.903 €	4.684 €	5.025 €	3.428 €	- €	4.684 €
	218.867 €	34.823 €	75.375 €	31.745 €	76.724 €	100.500 €	51.599 €	- €	76.724 €
	100%	16%	34%	15%	35%	46%	24%	0%	35%

Modellrechnung Blome, LWK NRW, 08.02.2009



**Wende Dich stets der Sonne zu,
dann fallen die Schatten hinter Dich.
(Chinesische Weisheit)**