

Die Sonne finanziert mit – Integration von PV-Anlagen

Baulehrschau-Fachtagung

LZ Eichhof, 18. Februar 2011

Stefan Blome

Landwirtschaftskammer NRW

Referat 24 – Energie, Bauen, Technik

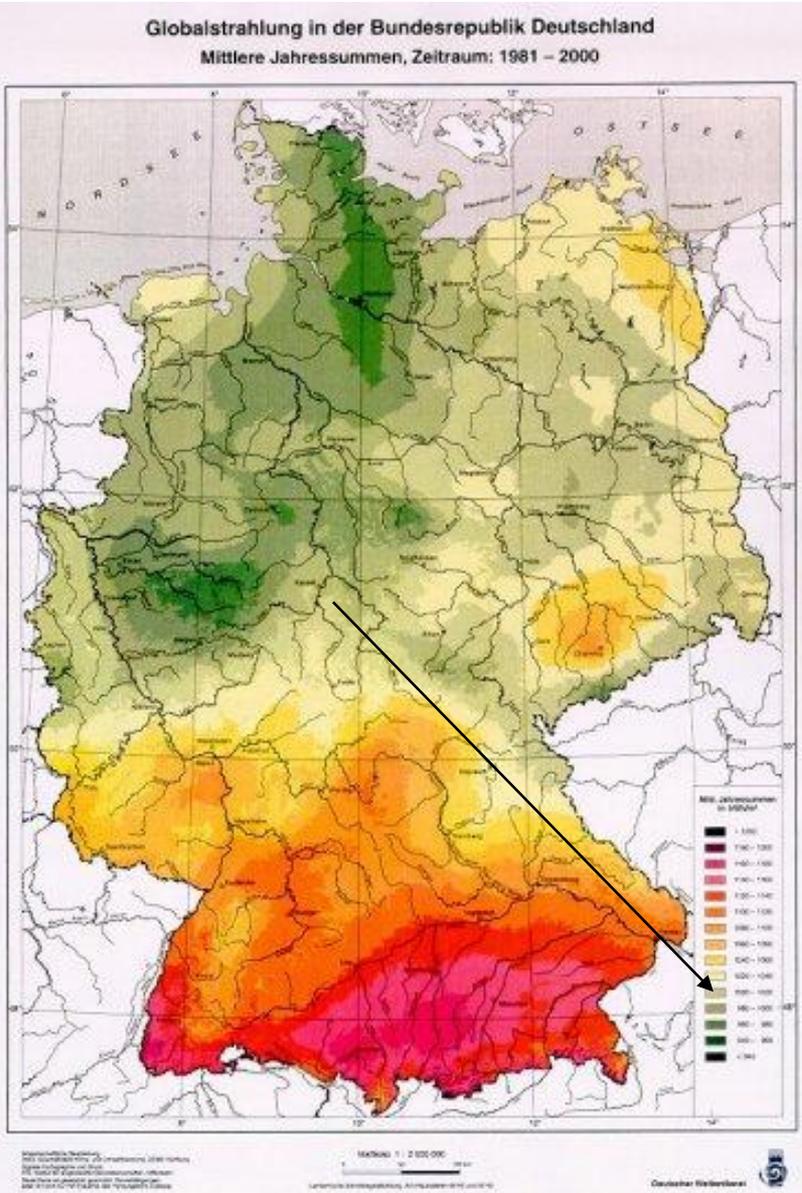
T: +49 2821 996 166

stefan.blome@lwk.nrw.de

Sonnenernte in Bad Hersfeld

In Bad Hersfeld soll auf einer Maschinenhalle eine Sonnenstromanlage geplant werden. Eine Dachseite ist mit 15° nach Süd+15° geneigt.

Globalstrahlung am Standort, Ausrichtung und Neigung der Module, eventuelle Teilbeschattung und der Umwandlungswirkungsgrad bestimmen den Stromertrag.



$G = 1010 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$

$G \times F \times 0,8 = 889 \text{ kWh Strom} / (\text{kWp} \times \text{a})$

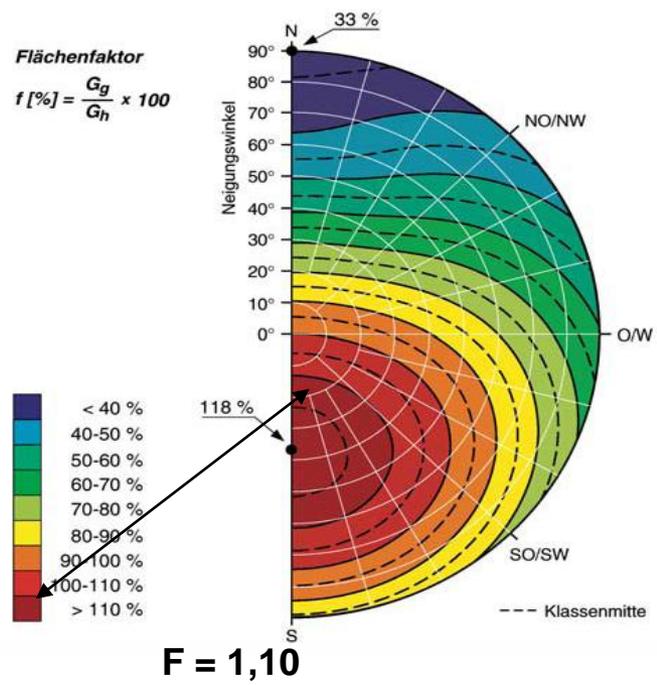


Abb. 33: Diagramm zur Bestimmung der Globalstrahlung auf geneigte Flächen im Jahresmittel

Platz zum Reinigen und Reparieren, Aufständerung

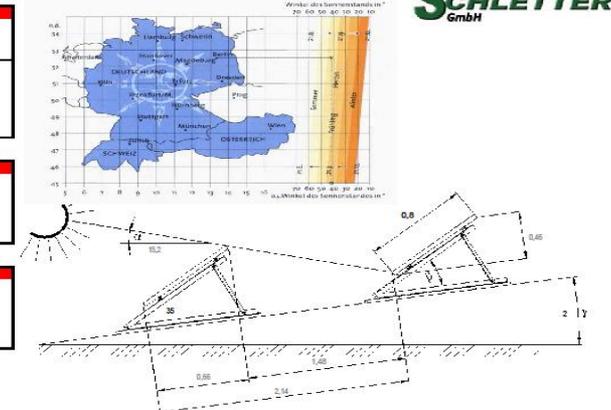


400 621 Verschattungsberechnung für geneigte Aufstellung

| 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) | 0,68 |
| Senkrechte Höhe b (m) | 0,48 |
| Mindestabstand c (m) | 1,45 |
| Reihenabstand d (m) | 2,14 |

| 3. Schritt: Flächenvergleich | |
|------------------------------|--------|
| Modulfäche netto (qm) | 44,80 |
| Benötigte Dachbreite (m) | 7,00 |
| Benötigte Dachtiefe (m) | 15,62 |
| Benötigte Dachfläche (qm) | 109,33 |
| Dachfläche / Modulfäche | 2,44 |



Bitte beachten:

- Die Verschattungsberechnung ist ein Kundenservice der Schletter GmbH; alle Eingabedaten 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 Winkelaingabe (Gamma) berücksichtigt

Bei begehbbarer Parallel-Montage von Modulen (160 * 80 cm, 180 Wp) auf einem 30 m langen und 8 m hohen Pfettendach gilt folgendes

Schema:

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

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

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

$$144 * 0,180 = 25,92 \text{ kWp}$$

Beim Sparrendach werden Module und Rechenweg um 90° gedreht.

- **Bei Aufständerung wird durch den notwendigen Schattenwurfabstand auf Modulfläche verzichtet; die Größe sinkt auf etwa 12 kWp. Dünnschichtzellen leisten auf dieser Fläche 19,5 (CdTe) bis 10,7 (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

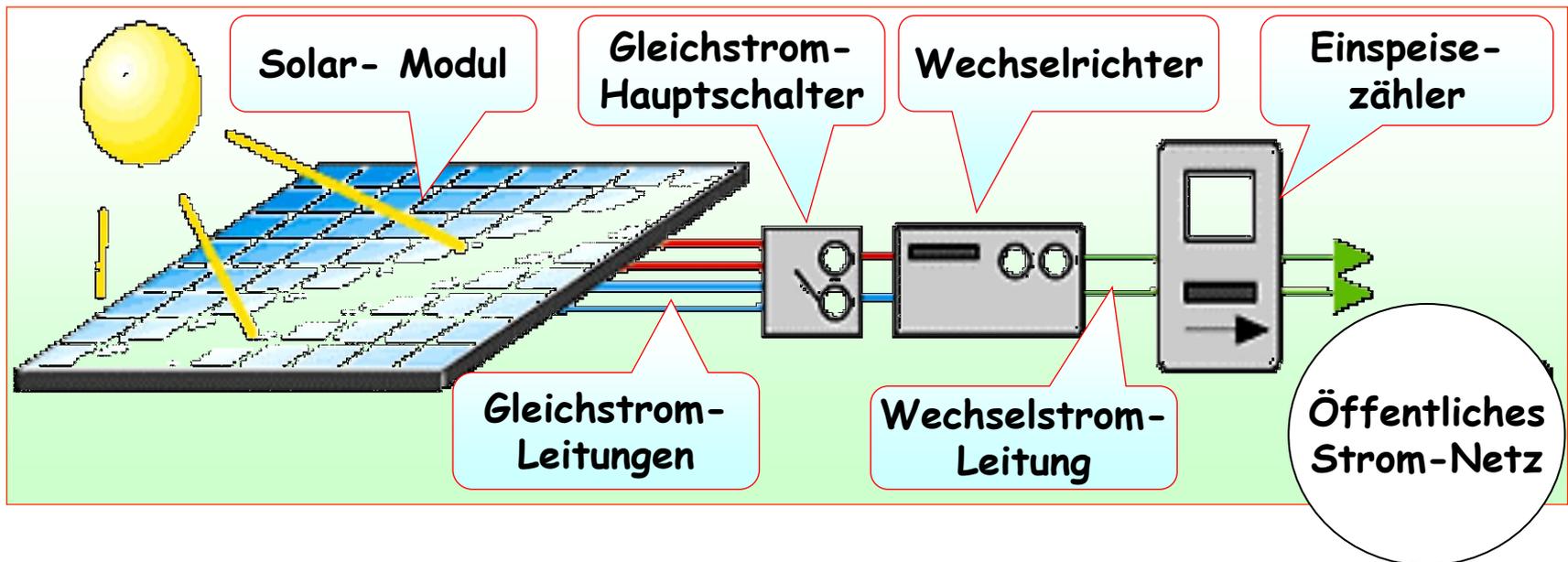
(1) Netzbetreiber müssen Anlagenbetreiberinnen und Anlagenbetreibern Strom aus Anlagen, die ausschließlich Erneuerbare Energien oder Grubengas einsetzen, mindestens nach Maßgabe der §§ 18 bis 33 vergüten. ...

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" oder das Internetformular zu verwenden.

www.bundesnetzagentur.de

Aufbau einer Fotovoltaikanlage



§ 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-**Dünnschicht**zellen (zertifiziert nach IEC 61646 / 61730), Mehrschichtzellen > Module > String
- Gleichstrom wird im (String-, Multistring-, Zentral-) Wechselrichter (> IP54 / > 96% 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 bis 30.06.2011 oder 31.12.2011

- 1. bis einschließlich einer Leistung von 30 Kilowatt 28,74 Cent pro Kilowattstunde,**
- 2. bis einschließlich einer Leistung von 100 Kilowatt 27,33 Cent pro Kilowattstunde,**
- 3. bis einschließlich einer Leistung von 1 Megawatt 25,86 Cent pro Kilowattstunde und**
- 4. ab einer Leistung von über 1 Megawatt 21,56 Cent pro Kilowattstunde.**

Selbstversorgung!

Nach § 33 Abs. 2 EEG2009 verringern sich die Vergütungen für Strom aus Anlagen bis einschließlich einer installierten Leistung von 500 Kilowatt um 16,38 Cent pro Kilowattstunde für bis zu 30 % des Sonnenstroms und um 12,0 Cent über 30 % des Sonnenstroms, 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 2.100 und 2.400 € je kW_{peak}. Dünnschichtanlagen haben die starke Preissenkung seit 2009 noch nicht vollzogen. 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!

- 25,92 kW_{peak} kosten 57.024 Euro (2.200 € je kW_{peak}). Eigenkapital fordert Rendite, Darlehen Zins und Tilgung. KfW-Programmdarlehen Nr. 270 kostet in Preisklasse B mit 20 Jahren Laufzeit und 10 Jahren Zinsbindung effektiv 4,01 %.
- Ist die Sonnenstromanlage in Bad Hersfeld auf der Maschinenhalle mit 15° Neigung nach Süd + 15° ausgerichtet, dann erzielt sie 889 kWh je kW_{peak}. Die Gesamtkapitalverzinsung beträgt dann vor Steuern 7,46 %. Der Kapitalwert bei 4 % Abzinsung beträgt 18.159 €.
- So kann die Sonnenstromanlage auch Gebäudekosten mittragen, bspw. die Asbestsanierung oder das spezielle Solargebäude.

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 | interne Zins des Eigenkapitals | 12,67% |
| 30,000 | 100.500 € | - € | 75.375 € | 20 | 4,40% | 100,0% | - | Kapitalwert bei 4,00% Kalkulationszins | 25.418 € |
| kWh / kWp | EEG-Preis | Versicherung, Wartung | Sonstiges | Inflation | Alterung | AfA-Jahre | Grenzsteuer | Eigenkapital | 25.125 € |
| 880 | 0,4301 € | 0,7% | 0,6% | 2,0% | 0,4% | 20 | 0% | | |
| Jahr | Ertrag | Zinsen | Tilgung | Versicherung, Wartung, 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 € | 1.385 € | 3.245 € | 5.025 € | 1.988 € | -€ | 3.245 € |
| 5 | 11.174 € | 2.653 € | 3.769 € | 1.411 € | 3.339 € | 5.025 € | 2.082 € | -€ | 3.339 € |
| 6 | 11.128 € | 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 € | 4.335 € | 5.025 € | 3.080 € | -€ | 4.335 € |
| 17 | 10.649 € | 663 € | 3.769 € | 1.794 € | 4.424 € | 5.025 € | 3.167 € | -€ | 4.424 € |
| 18 | 10.607 € | 497 € | 3.769 € | 1.829 € | 4.511 € | 5.025 € | 3.255 € | -€ | 4.511 € |
| 19 | 10.564 € | 332 € | 3.769 € | 1.866 € | 4.598 € | 5.025 € | 3.342 € | -€ | 4.598 € |
| 20 | 10.522 € | 166 € | 3.769 € | 1.903 € | 4.684 € | 5.025 € | 3.428 € | -€ | 4.684 € |
| | 218.667 € | 34.823 € | 75.375 € | 31.745 € | 76.724 € | 100.500 € | 51.589 € | -€ | 76.724 € |
| | 100% | 16% | 34% | 15% | 35% | 46% | 24% | 0% | 35% |

Modellrechnung Blome, LWK NRW,
08.02.2009

- Mit dem Beschluss des OVG NRW vom 20.09.2010 wird bestätigt, dass eine gewerblich betriebene Solaranlage eine genehmigungspflichtige Nutzungsänderung eines im Außenbereich privilegierten Gebäudes darstellen kann. Plant der Landwirt eine Anlage, die mehr Sonnenstrom erzeugt als das Doppelte des landwirtschaftlichen Stromgebrauchs, dann muss er für das Gebäude eine Nutzungsänderung beantragen. Dieser Antrag ist nach § 35 Abs. 2 BauGB zu prüfen. In der Regel liegt kein Widerspruch zur Darstellung „Fläche für die Landwirtschaft“ im Flächennutzungsplan vor. Ob der öffentliche Belang des Landschaftsbildes bzw. der natürlichen Eigenart der Landschaft beeinträchtigt ist, bedarf der Prüfung im Einzelfall.
- Eine genehmigungspflichtige Nutzungsänderung liegt nach dem Erlass des Landesbauministeriums dann nicht vor, wenn der im Außenbereich privilegierte Betrieb mehr als 50 Prozent der von der Sonnenstromanlage erzeugten Strommenge gebraucht. Dabei spielt es keine Rolle, ob eine Photovoltaikanlage zunächst den gesamten Strom ins öffentliche Netz einspeist und sodann der eigene Bedarf aus dem öffentlichen Netz gedeckt wird. Es kommt vielmehr einzig auf die Differenz zwischen der gesamt erzeugten Strommenge und dem Energieeigenbedarf an. Liegt diese Differenz unter 50 Prozent, so liegt keine Nutzungsänderung vor.
- Der Bundesbauminister ist aufgefordert, das Bauplanungsrecht so zu ändern, dass diese Baugenehmigungspflicht entfällt.

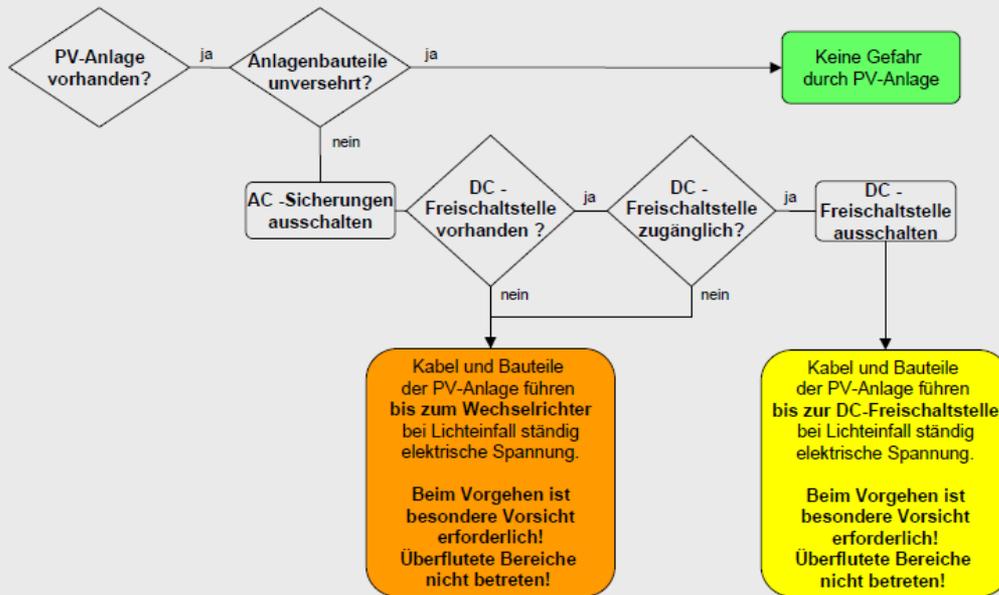
- **Sonnenstrom ist Gewerbe. Ein Landwirt kann auch Gewerbe betreiben, eine Personengesellschaft (GbR, KG) aber nur mit der Folge, dass steuerliche Vorteile der Landwirtschaft verloren gehen. Daher betreibt den Gewerbebetrieb eine andere Personengesellschaft oder Einzelperson.**
- **Die Sonnenstromanlage ist kein Hofvermögen i.S.d. HöfeO. Daher wird der zukünftige Hofnachfolger Eigentümer der Sonnenstromanlage von Anfang an.**
- **Werden aus der Sonnenstromanlage erhebliche Gewinne erzielt, dann können nach § 13 Abs. 4 HöfeO Nachabfindungsansprüche weichender Erben entstehen.**
- **Ehepartner von Nebenerwerbslandwirten/innen können sich von der Altekasse befreien, wenn sie Arbeitseinkommen über 4.800 € jährlich nachweisen. Über Einzelheiten wie erreichte Rentenanwartschaft, evtl. Verlust des Erwerbsminderungsschutzes, Kuren, Betriebshilfe, Berücksichtigung des Beitragszuschusses, alternative Altersvorsorge mit eingesparten Beiträgen und Verlust der Kranken-Familienversicherung berät der Landwirtschaftsverband.**
- **Von IHK-Beiträgen kann man sich befreien, wenn die Einnahmeüberschüsse 5.200 € nicht übersteigen.**

- Rückbaukosten ergeben sich aus Demontage, Abtransport und Wiederherstellung der Dachdichtigkeit. Sie sind angesichts des „goldenen Endes“ der Sonnenstrom-Investition zu vernachlässigen. Die wieder verwendbaren kristallinen Solarzellen bezahlen den Recycling- und Entsorgungsprozess (pvcycle). CdTe-Module werden vom Hersteller First Solar nach endgültiger Demontage kostenfrei zurückgenommen. Im Übrigen kostet eine Tonne Sondermüll in der Müllverbrennung heute 1.000 €, ein ebenfalls zu vernachlässigender Betrag.
- Auch wenn Dachintegration und Architektur bei landwirtschaftlichen Sonnenstromanlagen in der Regel geringe Beachtung finden, soll nicht verschwiegen werden, dass auf Wohnhäusern und im Stadtbild die Sonnenstrom-Bauteile eine zunehmende Rolle spielen und von einigen Architekten in die Gebäude integriert werden. Dadurch erschließen sich weitere Potentiale für den Sonnenstrom und dessen dezentrale Nutzung.
- Die Allgefahrenversicherung (1,8 Promille) und die Haftpflichtversicherung (50 €) schützen vor fast allen Risiken.

Gefahren für die Feuerwehreinsatzkräfte durch

- toxische Gase
- herab fallende Teile
- elektrischen Schlag

Vorgehen im Einsatzfall



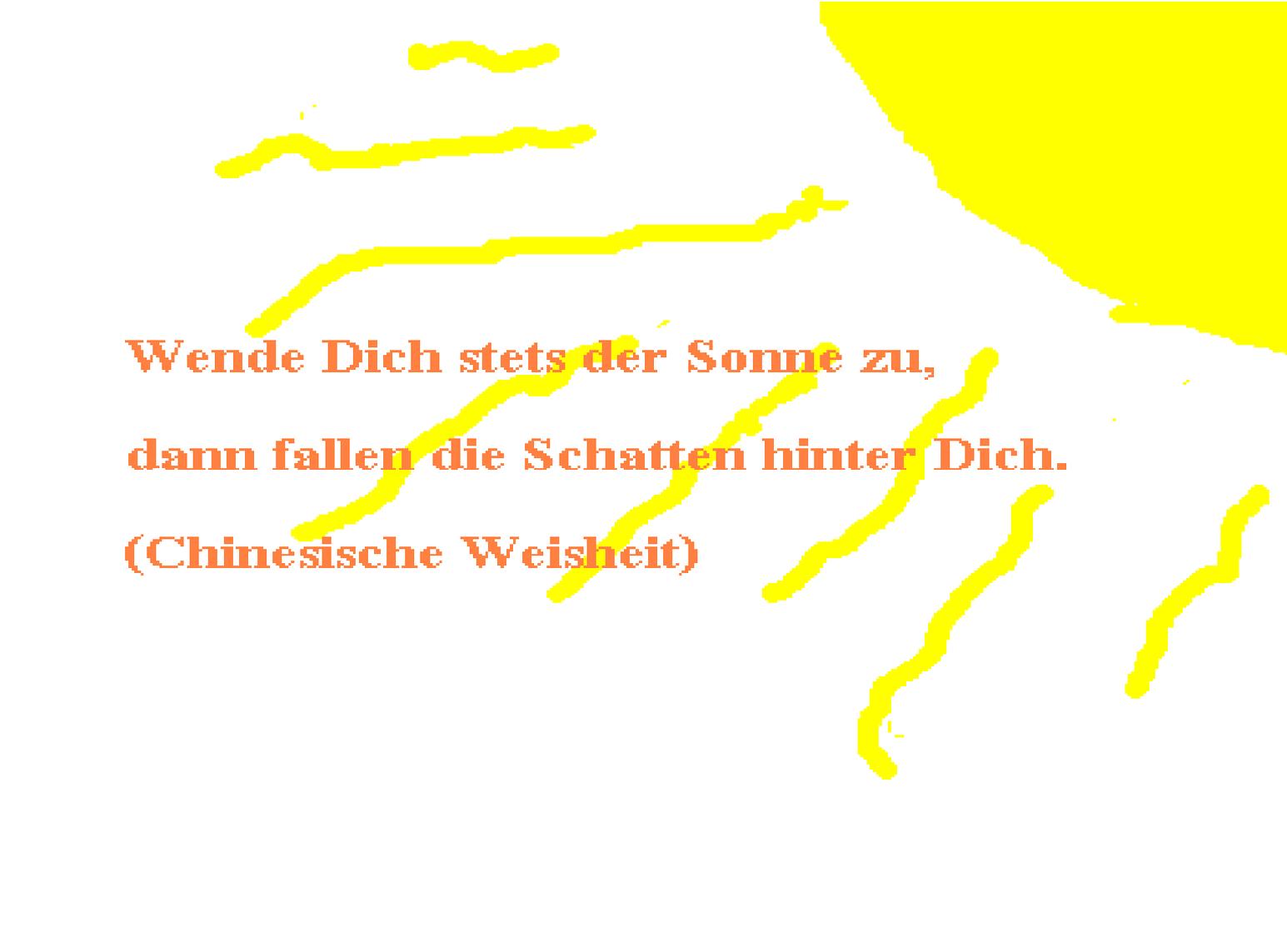
© thiem/huber



Was können wir tun?

- Kennzeichnung von Anlagen
- Abschaltmöglichkeiten schaffen
- Anlagenflächen auf Dächern unterteilen
- Brandabschnitte beachten
- Einwandfreie Ausführung der Klemmverbindungen
- Gekennzeichnete Leitungsverlegung

- **Mit einem ab Inbetriebnahme mindestens 20 Kalenderjahre laufenden Mietvertrag bindet sich der Vermieter fast eine ganze Generation lang und verzichtet auf eigene unternehmerische Tätigkeit. Als Gegenleistung erhält er jährlich 0,60 € bis 3,00 € je m² Dachfläche.**
- **Der Mieter braucht für die Finanzierung die Scheinbestandteil-Regelung des § 95 BGB, die erstrangige Eintragung des Mietrechts als beschränkt persönliche Dienstbarkeit nebst Vormerkung, die einredefreie Übertragbarkeit des Mietrechts auf einen Dritten, den Verzicht auf Vermieterpfandrecht und die Vermieterpflicht, seine vertraglichen Pflichten auf einen eventuellen Käufer zu übertragen.**
- **Ein solcher Mietvertrag ist auch zu schließen, wenn der Vermieter Gesellschafter des Anlagenbetreibers ist.**
- **Der Landwirt kann das landwirtschaftlich bilanzierte Dach und die übrigen erforderlichen Gebäudeteile für die gewerbliche Sonnenstromnutzung vermieten. Mehrwertsteuer muss nach § 19 UStG nicht abgeführt werden.**



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