

Photovoltaik



In der vorliegenden Präsentation finden Sie einige **grundlegende Informationen** zum Thema Photovoltaik.

Am Ende der Präsentation finden Sie auch eine Reihe von **LINKS** zu verschiedenen Web-Sites im Internet.

- weiter mit **MAUS** - Klick -

Werner Schmid
**Landesanstalt für Entwicklung
der Landwirtschaft Schwäbisch Gmünd**
Oktober 2005

Zur weiteren Vertiefung ihrer Kenntnisse empfehlen wir das Studium aktueller Testergebnisse sowie weiterführende Literatur



STARTSEITE Photovoltaik

Hinweise zum Aufbau der Präsentation:

Hier auf der **STARTSEITE** finden sie die verschiedenen Themenbereiche, zu welchen Informationen verfügbar sind. Durch Anklicken der „Buttons“ starten sie die jeweilige Info. Die einzelnen Themenbereiche nehmen ca. 3-5 Minuten Zeit in Anspruch.

Viel Spaß !!!

Komponenten der Anlage
... einige technische Grundlagen

Physikalische Grundlagen
... wieviel Sonne kann ich ernten?

Das EEG
... die gesetzliche Grundlage

Kosten der Anlage
... und deren Wirtschaftlichkeit

Finanzierung/Förderung
... Darlehen oder Eigenkapital?

Hinweise zum Bau
... worauf achten?

**Bilder zum Bau einer
5 kWp-Anlage**

**LINK -
Sammlung**

**ENDE
der Präsentation**

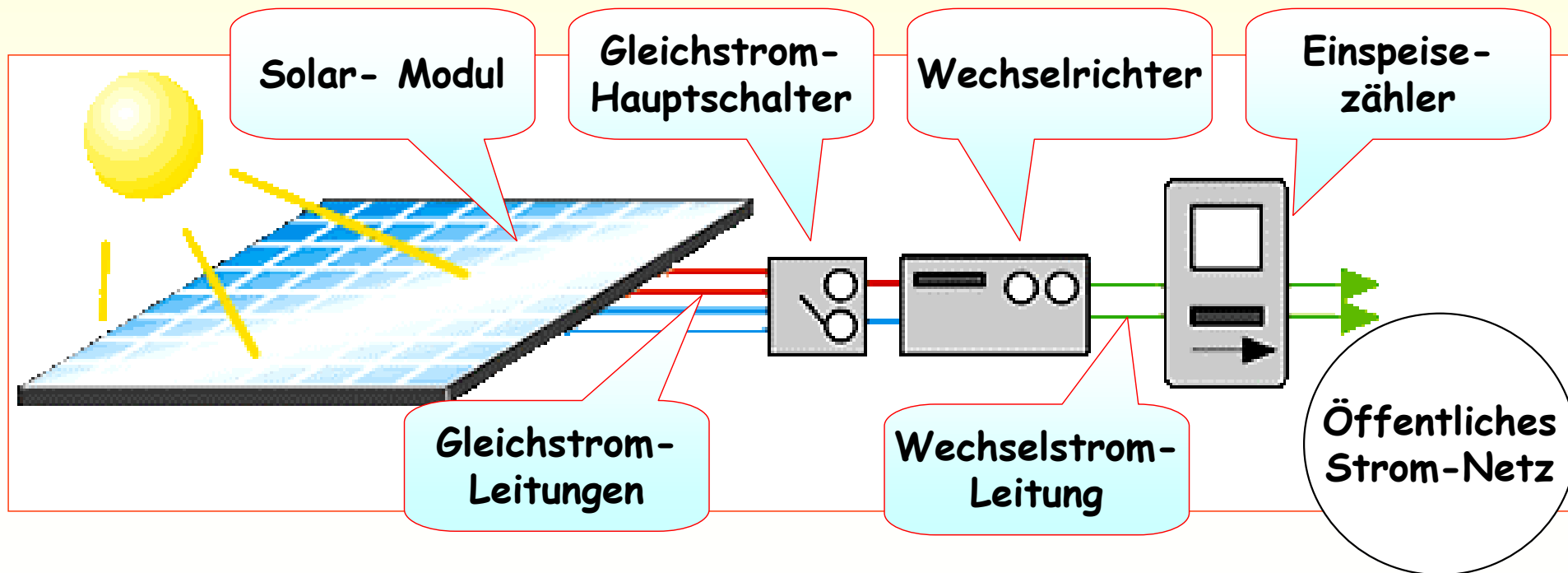


Komponenten der Anlage

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Das Aufbauschema einer Photovoltaikanlage ist relativ einfach. In der Skizze sind die Komponenten benannt. Eine Kurzbeschreibung finden sie in den nachfolgenden Seiten.



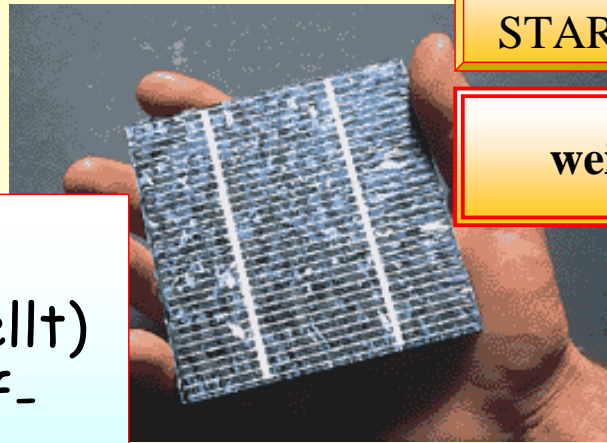


Komponenten der Anlage

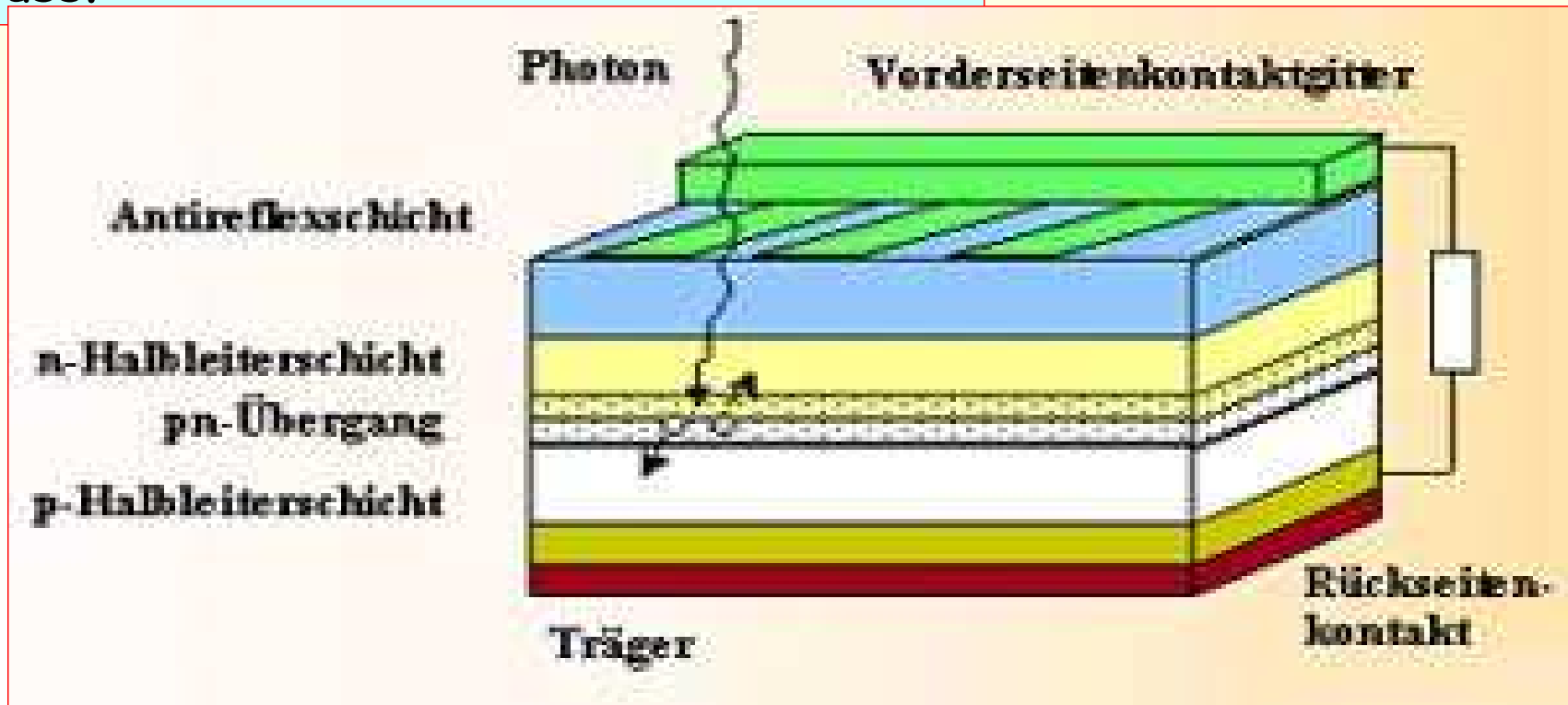
>Solarmodul<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...



Funktionsprinzip der Solarzelle:
Die Lichtenergie (hier als Photon dargestellt) erzeugt in der aus Halbleiterschichten aufgebauten Solarzelle eine Spannung und einen Stromfluss.





Komponenten der Anlage

>Solarmodul<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

- Man unterscheidet folgende drei Typen von Solarzellen:
 - **monokristalline Zellen:** Wirkungsgrad 14 - 18%
 - **polykristalline Zellen:** Wirkungsgrad 13 - 15 %
 - **amorphe Zellen:** Wirkungsgrad 5 - 7%

Die Unterschiede ergeben sich aus der Herstellung der Solarzellen. Amorphe Zellen sind zwar deutlich billiger als mono- oder polykristalline, man benötigt aber ungleich mehr Anlagen-Fläche um die selbe Leistung zu erreichen.

Mono- und polykristalline Solarmodule umfassen heute ca. 80% des Marktes.

- Ein **Solarmodul** ist aus einer Vielzahl zusammengeschalteter Solarzellen aufgebaut



Beispiel: Polykristallines Modul



Komponenten der Anlage

>Solarmodul<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zu den Solarzellen/ -modulen:

•**Grundsätzliches:** Solarzellen werden aus Silizium (Hauptbestandteil von z.B. Quarzsand) hergestellt. Aus heutiger Sicht geht man davon aus, daß die Module beim späteren Abbau der Anlagen keine Entsorgungsproblematik verursachen.



Komponenten der Anlage

>Solarmodul<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zu den Solarzellen/ -modulen:

• **Physikalisches:** Mit dem **Wirkungsgrad** wird beschrieben, wieviel der eingestrahlten Sonnenleistung von dem jeweiligen Modul(-typ) in Strom umgesetzt werden kann.

Beispiel: Strahlt die Sonne mit einer Leistung von 1000 Watt/m^2 so erzeugt ein aus

- monokristallinen Zellen aufgebautes Modul rund $140\text{-}180 \text{ Watt/m}^2$,
- ein polykristallines Modul rund $130\text{-}150 \text{ Watt/m}^2$,
- ein amorphes Modul lediglich rund $50\text{-}70 \text{ Watt/m}^2$.

• **Wichtig:** Die vom Hersteller genannte **Nennleistung** eines Moduls bezieht sich auf Normaltemperatur (25°C). Module werden jedoch in der Praxis deutlich wärmer und können dabei erheblich an Wirkungsgrad einbüßen.



Komponenten der Anlage

>Solarmodul<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zu den Solarzellen/ -modulen:

- **Praktisches:** Die „echte“ Leistung eines Solarmoduls kann etwas von der Nennleistung abweichen (Produktionstoleranzen). Die „**Leistungstoleranz**“ sollte jedoch +/- 3% nicht überschreiten.
- **Leistungsgarantien** auf die Solarmodule von 20 bis 25 Jahren (mind. 80% der Nennleistung) sind heute Standard.
- Verschiedene Anbieter rechnen nicht nach Nennleistung sondern nach der echt gemessenen Leistung ab (für jedes Modul liegen entsprechende Messprotokolle vor).
- Solarmodule werden häufig in Reihe geschaltet. Man sollte beachten, daß das „schwächste“ Modul die Gesamtleistung der ganzen Reihe bestimmt. Ein Zusammenschalten möglichst gleich leistungsstarker Module ist deshalb von Interesse. Manche Firmen stellen die Reihen durch ein sogenanntes „**matching**“ entsprechend zusammen.



Komponenten der Anlage

>Wechselrichter<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Der Wechselrichter wandelt den Gleichstrom in netzfähigen Wechselstrom um. Bei größeren Anlagen ist die Installation von mehreren Wechselrichtern notwendig.



Innenansicht eines Wechselrichters



Beispiel: Wechselrichter



Komponenten der Anlage

>Wechselrichter<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zum Wechselrichter:

- **Technisches:** Die Wirkungsgrad eines Wechselrichters ist bei Volllast am günstigsten. Der gelieferte Typ sollte mindestens einen europäischen Wirkungsgrad von 93% aufweisen.
- Die **Wechselrichterleistung** wird in der Regel auf rund 85-90% der Nennleistung der Anlage ausgelegt
(Beispiel: Anlagenleistung 10 kWp; Wechselrichterleistung 8500 W).
Der Grund hierfür: Die Anlagen laufen in unseren Breiten häufiger im Teil- als im Volllastbereich, eine etwas geringere Auslegung der Wechselrichterleistung führt nach Praxiserfahrungen insgesamt zu einer optimalen Leistung der gesamten Anlage.
Die Wechselrichterleistung sollte jedoch nicht unter 80% der Nennleistung der Anlage ausgelegt werden.



Komponenten der Anlage

>Wechselrichter<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zum Wechselrichter:

- **Praktisches:** Wechselrichter sollten an einem kühlen, schattigen und trockenen Platz aufgebaut werden. Bei hohen Temperaturen verlieren sie, wie die Solarmodule, an Wirkungsgrad.
- Für Wechselrichter sollten Sie eine **Garantieleistung** einfordern, da es gelegentlich vorkommt, daß diese ausfallen. Marktüblich sind derzeit Garantieleistungen von mind. 5 Jahren. Verschiedene Hersteller bieten gegen einen geringen Aufpreis eine Erhöhung der Garantieleistung auf 10 Jahre an.
- Derzeit befinden sich rund 100 Wechselrichter-Typen auf dem Markt.



Komponenten der Anlage

>Einspeisezähler<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Über den Einspeisezähler wird der produzierte Strom als Wechselstrom ins öffentliche Netz eingespeist.



Beispiel: Einspeisezähler



Komponenten der Anlage

>Einspeisezähler<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zum Einspeisezähler:

- **Praktisches:** Der Einspeisezähler sollte in der Regel in Nähe des vorhandenen Strombezugszählers angebracht werden. Für den Zähler wird ein freier Zählerplatz benötigt. Ist dieser nicht vorhanden, verursacht dies meist zusätzliche Kosten.
- Der Einspeisezähler kann vom Energieversorger gegen eine jährliche Gebühr gemietet (ähnlich der Zählergebühr beim Strombezug) oder mit der Anlage angeschafft werden.
- Bei eigenem Einspeisezähler entfällt die jährliche Miete, der Zähler muß jedoch auf eigene Kosten nach einer gewissen Zeit geeicht werden (bei frisch geeichten Geräten ist eine Eichung derzeit nach 16 Jahren erforderlich). Bei Ausfall des Zählers sind die Kosten der Reparatur bei eigenem Zähler ebenfalls selbst zu tragen.

Komponenten der Anlage



>ENDE<

oder weiter:

zurück zur STARTSEITE

Komponenten der Anlage
... einige technische Grundlagen

Physikalische Grundlagen
... wieviel Sonne kann ich ernten?

Das EEG
... die gesetzliche Grundlage

Kosten der Anlage
... und deren Wirtschaftlichkeit

Finanzierung/Förderung
... Darlehen oder Eigenkapital?

Hinweise zum Bau
... worauf achten?

**Bilder zum Bau einer
5 kWp-Anlage**

**LINK -
Sammlung**

ENDE
der Präsentation





Physikalische Grundlagen

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Für eine möglichst gute „Sonnenernte“ sind einige grundlegende Faktoren von Bedeutung.

So sind beispielsweise die

- Summe der **Globalstrahlung** in kWh/m², die
- **Ausrichtung der Anlage gegen Süden** und der
- **Anstellwinkel der Module zur Horizontalen**
- sowie **Moduleigenschaften**

für den „Ertrag“ von ausschlaggebender Bedeutung.



Physikalische Grundlagen

>Globalstrahlung<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

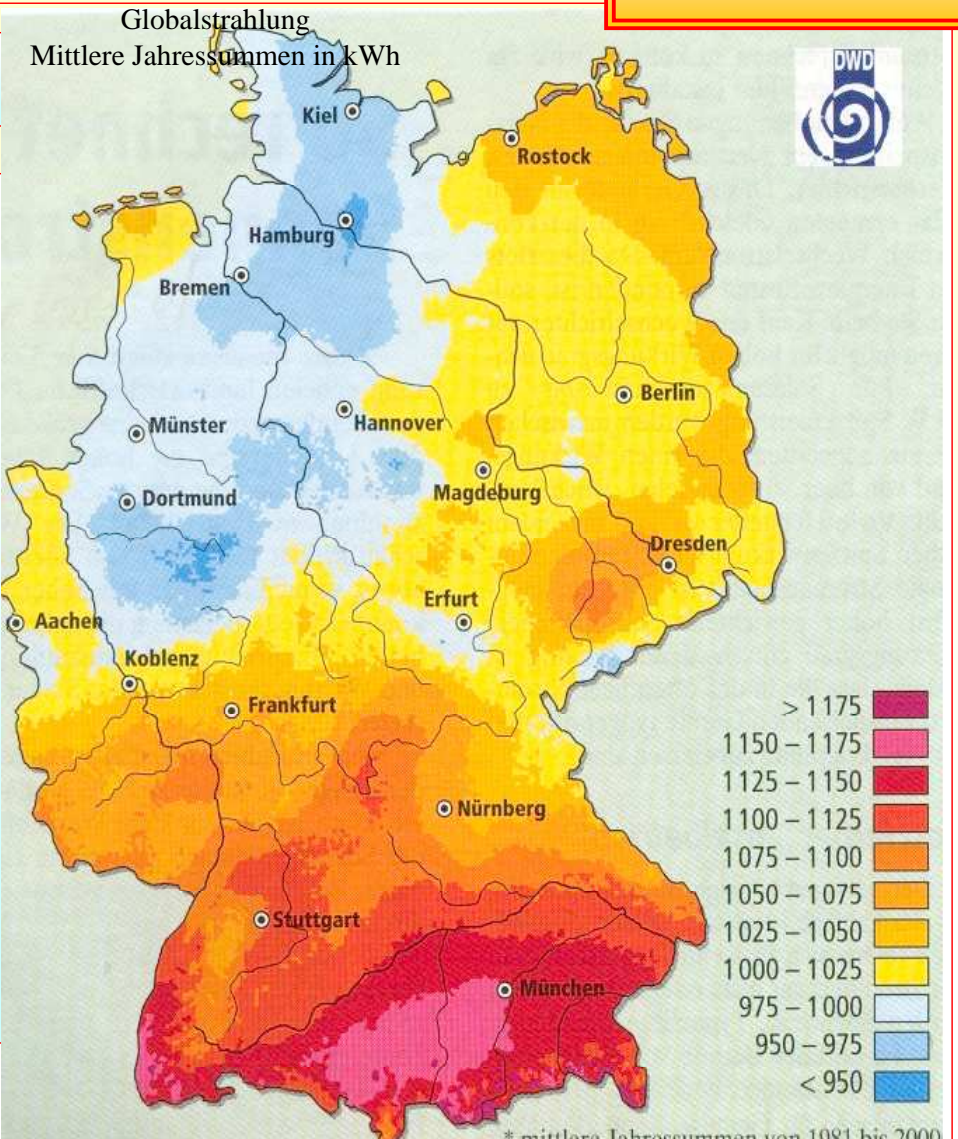
Wissenswertes zur Globalstrahlung:

- Summe der Globalstrahlung in der Region:

Begünstigt von der Sonne ist Deutschlands Süden.

Während in Freiburg im 20-jährigen Durchschnitt die Sonne knapp 1200 kWh/m^2 Sonnenenergie im Jahr einstrahlt, sind es im Norden gerade einmal gut 900 kWh/m^2 .

Quelle : Deutscher Wetterdienst





Physikalische Grundlagen

>Globalstrahlung<

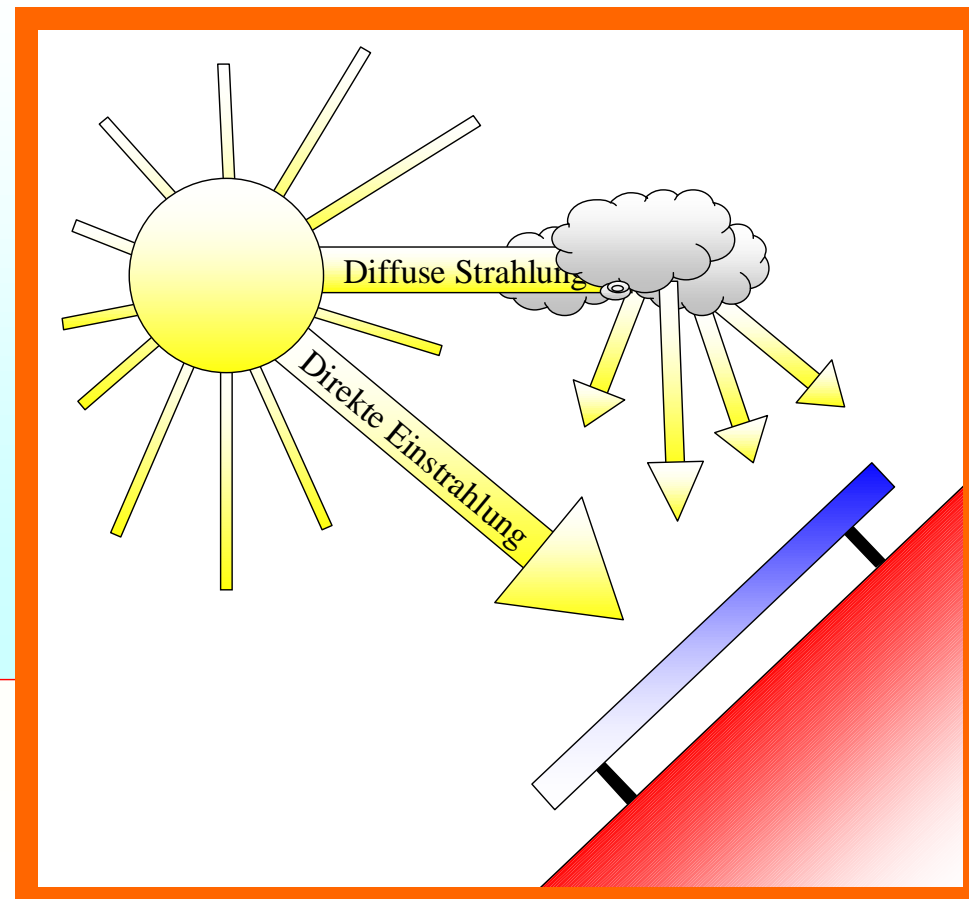
zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Globalstrahlung:

Lediglich rund 50% der Globalstrahlung treffen in Deutschland als **direkte Sonnenstrahlung** auf die Erdoberfläche.

Bei den restlichen 50% der einfallenden Globalstrahlung handelt es sich um sogenannte **diffuse Strahlung** (einschl. reflektierter Strahlung).





Physikalische Grundlagen

>Ausrichtung gegen Süden<

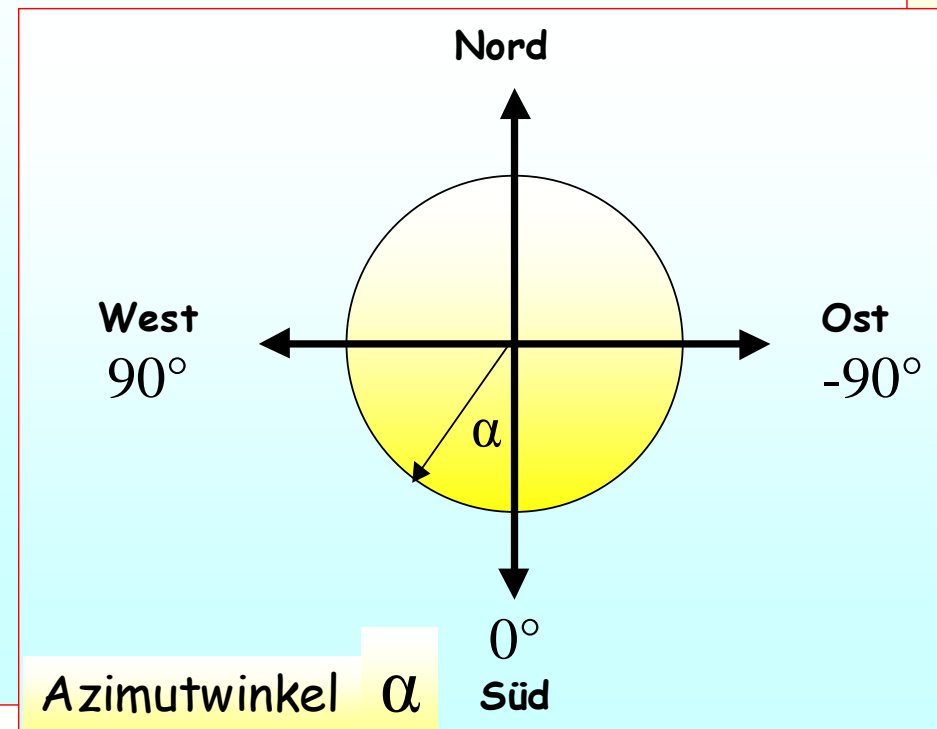
zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Ausrichtung der Anlage:

Photovoltaikanlagen werden bei Dachanlagen in der Regel fest montiert. Eine Nachführung zum Stand der Sonne erfolgt nicht. Von großer Bedeutung für die „Sonnenernte“ ist in diesem Fall die Ausrichtung des Daches gegen Süden.

Als ideal wird eine **direkte Ausrichtung nach Süden (0°)** angesehen. Abweichungen von der Südrichtung um bis zu 45° sind in der Praxis jedoch ohne wesentliche Einbußen möglich. Auch bei noch stärkerer Abweichung aus der Südrichtung können Anlagen in Einzelfällen noch wirtschaftlich sein.





Physikalische Grundlagen

zurück zur
STARTSEITE

>Anstellwinkel gegen die Horizontale<

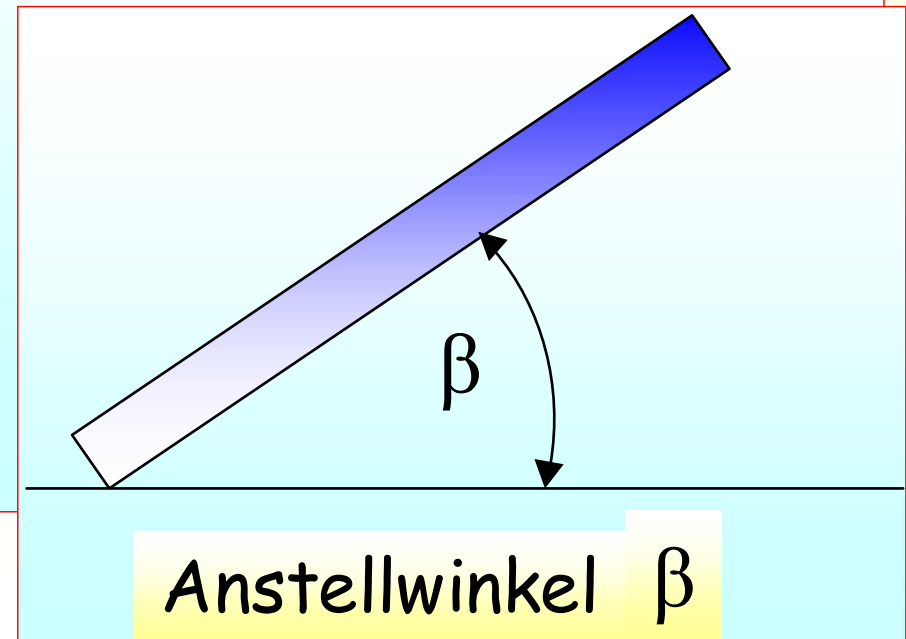
weiter ...

Wissenswertes zum Anstellwinkel:

Bei Südausrichtung des Daches hat sich in der Praxis für süd-deutsche Verhältnisse ein **Anstellwinkel von 30°** gegenüber der Horizontalen als ideal erwiesen.

Geringfügige Abweichungen vom Idealwert fallen kaum ins Gewicht.

Bei starker Abweichung des Daches aus der Südrichtung können flachere Anstellwinkel von Vorteil sein.





Physikalische Grundlagen

>Ertragsabschätzung<

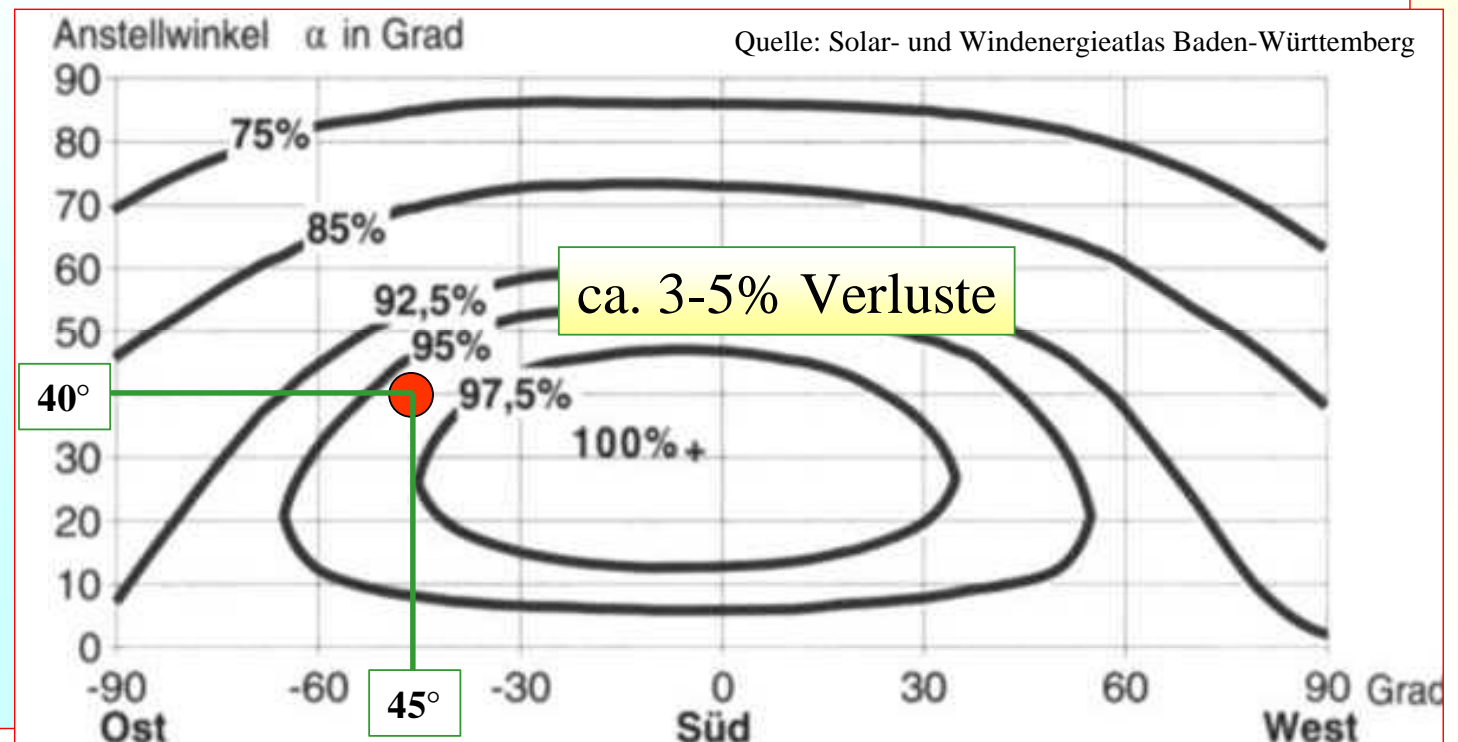
zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Ertragsabschätzung:

Bei nicht idealer Ausrichtung der Photovoltaikanlage kann der Ertrag mit Hilfe der beiliegenden Grafik ungefähr abgeschätzt werden. Aus der Grafik wird ersichtlich, daß Abweichungen von der Südrichtung um bis zu 45° sowie 10-15° vom idealen Anstellwinkel keinen großen Einfluß auf den Ertrag einer Anlage ausüben.

Beispiel:
Azimutwinkel 45° und Anstellwinkel 40° führt zu 3-5° geringerem Ertragspotential.





Physikalische Grundlagen

>Ertragsabschätzung<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Ertragsabschätzung:

Bei der Planung sollte zur Absicherung der Ertragsschätzung überlegt werden, die Dienstleistung des Deutschen Wetterdienst (DWD) zu nutzen. Der DWD erstellt standortspezifische Gutachten zur Globalstrahlung und zum voraussichtl. Stromertrag von Photovoltaikanlagen. Die Daten sind für ein Raster von 1 km² genau zu erhalten.

Info's unter:

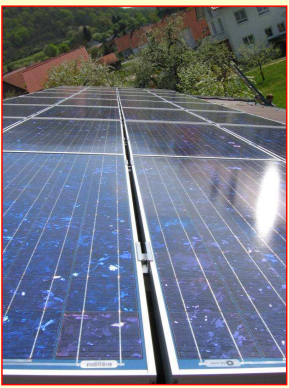
[Deutscher Wetterdienst
www.dwd.de](http://www.dwd.de)

**Mittlere monatliche Tagessummen
und mittlere Jahressumme
der Globalstrahlung G und des Stromertrags E**
bezogen auf eine um 30° geneigte
und nach 180° ausgerichtete Photovoltaik-Fläche
Strahlungshausen, PLZ 99999
50° 00' N / 10° 00' E - (1981 - 2000)

	G (0°)	G (30° / 180°)	E (PR= 80,5 %) - 1 kWp
	Mittlere monatliche Tagessumme		
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh
Januar	0,738	1,084	0,9
Februar	1,485	2,070	1,7
März	2,499	3,076	2,5
April	3,828	4,234	3,4
Mai	4,860	4,943	4,0
Juni	5,302	5,201	4,2
Juli	5,394	5,399	4,3
August	4,669	5,038	4,1
September	3,115	3,704	3,0
Oktober	1,749	2,309	1,9
November	0,907	1,291	1,0
Dezember	0,564	0,825	0,7
Jahr	1071	1194	961

Bemerkung: Albedo = 20 %
Anlagennutzungsgrad (performance ratio) PR = 80,5 %
Peakleistung der Anlage PV = 1 kWp
Änderung von G-geneigt zu G-horizont = 11,492 %

Quelle: Deutscher Wetterdienst



Physikalische Grundlagen

>ENDE<

oder weiter:

zurück zur STARTSEITE

Komponenten der Anlage
... einige technische Grundlagen

Physikalische Grundlagen
... wieviel Sonne kann ich ernten?

Das EEG
... die gesetzliche Grundlage

Kosten der Anlage
... und deren Wirtschaftlichkeit

Finanzierung/Förderung
... Darlehen oder Eigenkapital?

Hinweise zu Bau und Betrieb
... worauf achten?

**Bilder zum Bau einer
5 kWp-Anlage**

**LINK -
Sammlung**

ENDE
der Präsentation





Das EEG

>die gesetzliche Grundlage<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zum EEG: (Stand: Oktober 2005)

Im „**Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien**“ (EEG) (Bundesgesetzblatt I, Nr. 40; 2004, S. 1918 ff) sind die grundlegenden Vorschriften für die Stromeinspeisung aus Photovoltaikanlagen festgeschrieben.



Das EEG

>die gesetzliche Grundlage<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zum EEG: (Stand: Oktober 2005)

Das Wichtigste in Kürze:

Die **Einspeisevergütung** (Mindestvergütungen nach §11 EEG):

- beläuft sich für Anlagen auf Gebäuden, die 2004 in Betrieb gehen
 - bis zu 30 kW Leistung auf 57,4 Cent/Kilowattstunde,
 - ab 30 bis 100 kW Leistung auf 54,6 Cent/Kilowattstunde,
 - ab 100 kW Leistung auf 54,0 Cent/Kilowattstunde.
- vermindert sich für Anlagen die nach 1.1.2005 in Betrieb genommen werden um 5%. Für Anlagen die nach dem 1.1.2006 wird der Mindestvergütung wiederholt um 5% bzw. für Anlagen nach §11 Abs. 1 (z.B. Freilandanlagen) um 6,5% gesenkt. Der Vorgang wiederholt sich jährlich.

Die **Mindestvergütungen** sind für die Dauer von 20 Jahren ohne Berücksichtigung des Inbetriebnahmejahres zu zahlen (§9 EEG).

In der Praxis bedeutet dies: Wer 2004 ans Netz ging erhält 20 Jahre lang 57,40 ct/kWh. Bei Inbetriebnahme 2005 erhält der Betreiber 54,53 ct/kWh für 20 Jahre garantiert, usw.



Das EEG

>die gesetzliche Grundlage<

zurück zur
STARTSEITE

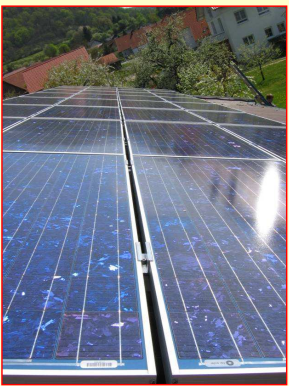
weiter ...

Wissenswertes zum EEG: (Stand: Oktober 2005)

Höhe der Mindestvergütungen		(Dachanlagen; in					€ /kWh)		:
Inbetriebnahmejahr:		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Degression:			5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	
30 kWp		0,5740	0,5453	0,5180	0,4921	0,4675	0,4442	0,4219	
30 bis 100 kWp		0,5460	0,5187	0,4928	0,4681	0,4447	0,4225	0,4014	
über 100 kWp		0,5400	0,5130	0,4874	0,4630	0,4398	0,4178	0,3969	
Bonus für Fassadenanlagen:		5 Cent / kWh							
Freilandanlagen:		2004: 45,7 Cent/kWh;		Degression:		am 1.1.2005 = 5%		ab 1.1.2006 = 6,5%	

Die Mindestvergütungen sind für die Dauer von 20 Jahren, ohne Berücksichtigung des Inbetriebnahmejahres, garantiert (§12 EEG).

-Für „Altanlagen“ die vor dem 31.12.2003 in Betrieb genommen wurden gelten die bisherigen Vorschriften (d.h. Altanlagen kommen nicht in den Genuß der erhöhten Einspeisevergütung, sondern werden weiter nach den „alten“ Vorschriften behandelt).



Das EEG

>ENDE<

oder weiter:

zurück zur STARTSEITE

Komponenten der Anlage

... einige technische Grundlagen

Physikalische Grundlagen

... wieviel Sonne kann ich ernten?

Das EEG

... die gesetzliche Grundlage

Kosten der Anlage

... und deren Wirtschaftlichkeit

Finanzierung/Förderung

... Darlehen oder Eigenkapital?

Hinweise zu Bau und Betrieb

... worauf achten?

**Bilder zum Bau einer
5 kWp-Anlage**

**LINK -
Sammlung**

**ENDE
der Präsentation**





Kosten der Anlage >und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Grundsätzliches zur Investition:

Die genannten Preise stammen aus Angeboten des Sommers 2005. Durch die hohe Nachfrage stiegen die Preise vom Frühsommer 2004 bis heute um teilweise 800-1.000 € je kWpeak. Die Auswirkung der Preissteigerung auf die Wirtschaftlichkeit einer Anlage kann unter anderem anhand eines „Solarrechners“ der LEL kalkuliert werden.

www.landwirtschaft-bw.de
Stichwortsuche:
„Photovoltaik“

Photovoltaik -Kalkulation-	Berechnungsbasis ist das Angebot: Elektro Mustermann incl. Montage der Module	
	Datum:	1.10.2005
Stand: Januar 2005; Version 1.1		(Hinweis: gelb hinterlegte Felder sind Eingabefelder)
Hilfe	Größe und Nutzungsdauer:	
	installierte Leistung gesamt:	30,00 kWp
	Nutzungsdauer:	20 Jahre
	Standort:	Stuttgart Standort
	durchschnittliche jährl. Einstrahlung am Standort:	1105 kWh/ m²
Hilfe	Investition: (Kosten ohne Mwst.)	
	Kosten der Anlage in Euro/kWp:	4.700,00 €/kWp (o.Mwst.)
	Herstellungskosten ges. in Euro (lt. Angebot; ohne Mwst.):	141.000 €

Programmbeschreibung





Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zu den Kosten einer PV-Anlage:

PV-Anlagen werden häufig als Komplettpaket angeboten.
Nachfolgend ein Beispiel für eine 30 kWp-Anlage (Stand Oktober 2005):

Solarmodule

polykristallin; 5 Jahre Produktgarantie des Herstellers;
25 Jahre Leistungsgarantie auf 80% der Nennleistung

4.700,- € pro kW-Peak
zzgl. 16% MwSt.

Unterkonstruktion

Alu/VA; incl. Stockschrauben, Ziegeldachhalter,
Profilschienen, Modulhalter, Befestigungsmaterial

Wechselrichter

Auslegung der Wechselrichterleistung auf ca. 80%
der Nennleistung der Anlage. 5 Jahre Garantie

DC-Leitung

Gleichstromleitung; von den Modulsträngen zu den Wechselrichtern

AC-Leitung

Wechselstromleitung; von den Wechselrichtern zum Einspeisezähler

Montage

Montage der kompletten Anlage; elektrischer Anschluß AC und DC- seitig;
incl. liefern und Montage eines Zählerplatzes

(Preise sind Nettopreise)



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zu den Kosten einer PV-Anlage:

Zusätzlich zum genannten Paket sind im Einzelfall weitere Leistungen sinnvoll oder erforderlich. Eine Auswahl dieser Zusatzoptionen incl. Kosten sind nachfolgend aufgestellt:

Alu/Edelstahl-Aufständerung für zu flache Dächer:	ca. 170-200 €/kWp
Überwachungssysteme für die PV-Anlage	800 - 2.500,- €
zusätzlicher Zählerschrank (liefern und einbauen)	ca. 250 - 300,- €
zusätzliche DC-Leitung	ca. 1,30 €/lfm
zusätzliche AC-Leitung	10 - 16,- €/lfm
Erdarbeiten und Verlegung der AC-Leitung	i.d.R. Abrechnung nach Aufwand

(Preise sind Nettopreise)



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

Die Erhöhung der Einspeisevergütung für Anlagen mit Inbetriebnahmejahr 2004 (und später) hat einen Boom im Anlagenbau von PV-Anlagen ausgelöst. Durch die deutliche Verbesserung der Rahmenbedingungen (siehe Kapitel EEG) kann mit in vielen Fällen mit einer nachhaltigen Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen gerechnet werden, zumindest an gut geeigneten Standorten und wenn die Herstellungskosten der Anlage nicht zu hoch liegen.

Nachfolgend werden einige wichtigen Parameter mit großem Einfluß auf den Gesamterfolg von PV-Anlagen kurz erläutert und beschrieben.



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

➤ Parameter mit großem Einfluss den Gesamterfolg:

1) Kosten der Investition pro kWpeak:

Die Anlagenpreise liegen derzeit im Bereich von
4.500,- bis 6.000,- €/kW-Peak.

Hochpreisige Anlagen unterscheiden sich meist auch in Leistung und/oder Qualität von günstigeren Angeboten. Ob die höhere Leistung die Preisdifferenz rechtfertigt kann nur eine klare Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigen.

Bei heutigen Preisen um 5.000,- €/kWp (Oktober 2005) muss schon genau gerechnet werden, ob und in welcher Höhe eine Investition noch rentabel ist.



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

➤ Parameter mit großem Einfluss auf den Gesamterfolg:

2) Prognose des jährlichen Stromertrags:

Wesentlichen Einfluß auf den Stromertrag haben Standort, Ausrichtung der Dachfläche und Neigungswinkel der Module gegen die Horizontale (siehe Kapitel: „Physikalische Grundlagen“).

Für süddeutsche Verhältnisse hat sich in der Praxis bisher ein Stromertrag von ca. 900 kWh/kWp und Jahr als nachhaltig erzielbar erwiesen. 2003 war außerordentlich „sonnenreich“ und brachte rund 15-20% höhere Ernten. 2004 lag in B.-W. leicht über der Kalkulationsbasis. Für 2005 zeichnet sich ein ähnliches Ergebnis wie 2004 ab.

Durch ein Gutachten des Deutschen Wetterdienstes lässt sich die standortspezifische Ertragsprognose ggf. besser absichern.



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

➤ Parameter mit großem Einfluss auf den Gesamterfolg:

3) Monat der Inbetriebnahme im Herstellungsjahr:

Eine möglichst frühe Inbetriebnahme im Herstellungsjahr wirkt sich auf den Gesamterfolg einer Anlage deutlich positiv aus. Grund hierfür ist die Tatsache, daß das EEG die Einspeisevergütung für 20 Jahre **ohne Berücksichtigung des Inbetriebnahmejahres** garantiert.

In der Praxis bedeutet dies beispielsweise für eine Anlage, die am 01.04. ans Netz geht, daß die Garantie der Einspeisevergütung für 20,75 Jahre gültig ist.

Dagegen gilt sie für eine Anlage, die am 1.10. in Betrieb genommen wird praktisch nur 20,25 Jahre.



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

➤ Parameter mit großem Einfluss auf den Gesamterfolg:

4) Finanzierung:

Bei hohem Einsatz von Eigenmitteln verbessert sich der Gesamterfolg einer Anlage i.d.R. erheblich.

- Grund hierfür ist, daß Fremdmittel i.d.R. mit einer Laufzeit von 10 (-12) Jahren angeboten werden. Bei vollständiger Fremdfinanzierung reichen die Erlöse aus Stromverkauf während dieser ersten 10 (-12) Jahre meist nicht aus, die variablen Kosten sowie den Kapitaldienst zu bedienen. Es entsteht ein Zuschußbedarf in diesem Zeitraum. Wird dieser nicht durch Eigenmittel gedeckt, entsteht auf dem Abwicklungskonto für die PV-Anlage ein mehr oder weniger hohes SOLL, es fallen zusätzliche (teils erhebliche) Zinsen an.
- Darüber hinaus hat natürlich der durchschnittliche Zinssatz für Fremdmittel deutlichen Einfluß auf den Gesamterfolg.



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

➤ Parameter mit großem Einfluss auf den Gesamterfolg:

5) Höhe der variablen Kosten:

a) **Wartung und Reparatur:** Für Wartung und Reparatur wird in der Praxis häufig ein Ansatz von 0,5% der Herstellungskosten gemacht.

Wartung und Reparatur fallen überwiegend im Bereich der Wechselrichter und evtl. des Einspeisezählers an. Das Kostenrisiko kann insgesamt dadurch vermindert werden, daß auf ausreichende Garantieleistungen beim Kauf der Anlage geachtet wird (Wechselrichter mind. 5 Jahre Garantie; Einspeisezähler evtl. vom EVU mieten).



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

➤ Parameter mit großem Einfluss auf den Gesamterfolg:

5) Höhe der variablen Kosten:

b) (Solar-) **Versicherung**: (Komponente Elementarschaden)

- Die Anlage sollte unbedingt gegen **Elementarschäden** versichert werden (Sturm, Hagel, Brand, Wasser, höhere Gewalt, Explosion, Frost und Schneedruck, Überspannung, Kurzschluß, Blitzschlag, Induktion)

Einige Versicherer bieten darüber hinaus noch Schutz gegen **weitere Gefahren** an (z.B.: Sabotage, Vandalismus, Diebstahl, Bedienungsfehler, unsachgemäße Handhabung, ...)

Die Kosten für die Versicherung liegen je nach Anbieter i.d.R. im Bereich von ca. 0,3% vom Anlagenneuwert.



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

➤ Parameter mit großem Einfluss auf den Gesamterfolg:

5) Höhe der variablen Kosten:

b) (Solar-) Versicherung: (Komponente Ertragsausfall)

- Einige Anbieter bieten auch eine Deckung von **Ertragsausfall** an.

Ziel der Ertragsausfallkomponente ist es, die entgangene Einspeisevergütung im Falle eines ersatzpflichtigen Schadens durch eine Pauschale weitgehend auszugleichen.

- Die Dauer der Ausfalldeckung wird dabei meist auf wenige (meist 3) Monate begrenzt.

- Die Höhe der Entschädigung wird an die Jahreszeit angepasst.

(Beispiel: Juni-August 2,50 € je kWp und Tag; Monate April, Mai, September 1,50 €/kWp und Tag; Oktober bis März 1,00 € pro kWp und Tag)



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

➤ Parameter mit großem Einfluss auf den Gesamterfolg:

5) Höhe der variablen Kosten:

c) sonstige Kosten:

Weitere Kosten können für eine Reihe von Positionen anfallen.

- Erstellung der Umsatzsteuererklärung
- Erstellung eines steuerlichen Abschlusses (ggf. Einnahmen-Ausgaben-Überschubrechnung)
- Miete (Dachmiete für Anlagen auf fremden Gebäuden)
ca. 1-2 €/m² und Jahr
- Miete für den Einspeisezähler (wenn von EVU gemietet)



Kosten der Anlage

>und deren Wirtschaftlichkeit<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wissenswertes zur Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage:

Kalkulationsprogramm der LEL Schwäbisch Gmünd:

Doch wie immer und überall, auch hier steckt der Teufel im Detail !

Aus diesem Grund wurde an der LEL Schwäbisch Gmünd ein Kalkulationsprogramm erstellt, mit dessen Hilfe sehr schnell verschiedene Fallgestaltungen kalkuliert werden können. Im Ergebnis wird die Wirtschaftlichkeit sowie der Verlauf der Liquidität einer Investition dargestellt.

Sie finden das Programm im Internet zum kostenlosen Download unter:

www.landwirtschaft-bw.de

Stichwort- oder Volltextsuche: „Photovoltaik“



Kosten der Anlage

>ENDE<

oder weiter:

zurück zur STARTSEITE

Komponenten der Anlage

... einige technische Grundlagen

Physikalische Grundlagen

... wieviel Sonne kann ich ernten?

Das EEG

... die gesetzliche Grundlage

Kosten der Anlage

... und deren Wirtschaftlichkeit

Finanzierung/Förderung

... Darlehen oder Eigenkapital?

Hinweise zu Bau und Betrieb

... worauf achten?

**Bilder zum Bau einer
5 kWp-Anlage**

**LINK -
Sammlung**

**ENDE
der Präsentation**





Finanzierung / Förderung

zurück zur
STARTSEITE

>...Darlehen oder Eigenkapital ?<

weiter ...

Einige Hinweise zur Finanzierung:

Grundsätzlich erhöht sich der Gesamterfolg einer gut geplanten und an günstigem Standort erstellten Photovoltaikanlage, wenn sie mit Eigenkapital finanziert ist.

Steht nicht ausreichend oder gar kein Eigenkapital zur Verfügung werden derzeit eine Reihe günstiger Finanzierungsmöglichkeiten angeboten, die selbst bei Vollfinanzierung einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen.

Nachfolgend werden einige der Möglichkeiten aufgelistet. Die jeweiligen aktuellen Bedingungen sind bei den Kreditinstituten zu erfragen, da sich diese relativ kurzfristig leicht verändern können. Nachfolgend genannte Werte sind daher -ohne Gewähr- und lediglich als Orientierung zu verstehen.



Finanzierung / Förderung

>...Darlehen oder Eigenkapital ?<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Einige Hinweise zur Finanzierung:

Zuschüsse:

-In der Vergangenheit bezuschussten einige Kommunen den Bau von Solaranlagen, teilweise auch Photovoltaikanlagen. Bitte erkundigen Sie sich ggf. bei ihrem Bürgermeisteramt.

-In einigen nördlichen Bundesländern bestand für landwirtschaftliche Betriebe die Möglichkeit, die Anlagen im Rahmen der landwirtschaftlichen Förderprogramme zu fördern. Die Programme wurden inzwischen teilweise eingeschränkt. Bitte erkundigen Sie sich ggf. bei der Offizialberatung oder den Landwirtschaftskammern.

-In den überwiegenden Fällen sind jedoch nach derzeitigem Stand (Oktober 2005) keine Zuschüsse zu erhalten, da viele Programme im Zuge der Änderung des EEG (Erhöhung der Mindestvergütung) ausgesetzt wurden oder ausliefen.



Finanzierung / Förderung

>...Darlehen oder Eigenkapital ?<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Einige Hinweise zur Finanzierung:

Darlehen:

Sowohl für Privatpersonen als auch für landwirtschaftliche und gewerbliche Betriebe gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, günstige Darlehen in Anspruch zu nehmen. Spezielle Programme zum Thema Photovoltaik finden sie z.B. bei folgenden Banken.

- Hausbanken (teilweise)
- Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)
- Landwirtschaftliche Rentenbank
- Umweltbank
-

Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit

Die Darlehen werden meist mit Laufzeiten von 10 -15 (20) Jahren angeboten und bieten Zinssätze zwischen 3,5-5,0% (Stand Oktober 2005).



Finanzierung / Förderung

>...Darlehen oder Eigenkapital ?<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Einige Hinweise zur Finanzierung:

Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit

Einige konkrete Beispiele:

-Angaben ohne Gewähr-

KfW: Solarstrom erzeugen ca. 3,6%

Landwirtschaftliche Rentenbank: Sonderkreditprogramm ca. 3,8%

Umweltbank: Projektfinanzierung k.A.

Hausbank: im Rahmen von Baufinanzierungen k.A.

Die Darlehenssicherung erfolgt i.d.R. über Grundschuld. Die Anlagen selbst werden nur von wenigen Banken als Sicherheit akzeptiert. Bitte erkundigen Sie sich zu den konkreten Konditionen bei der Bank.

Finanzierung / Förderung



>ENDE<

oder weiter:

zurück zur STARTSEITE

Komponenten der Anlage
... einige technische Grundlagen

Physikalische Grundlagen
... wieviel Sonne kann ich ernten?

Das EEG
... die gesetzliche Grundlage

Kosten der Anlage
... und deren Wirtschaftlichkeit

Finanzierung/Förderung
... Darlehen oder Eigenkapital?

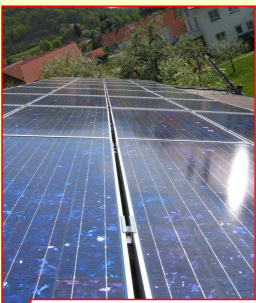
Hinweise zu Bau und Betrieb
... worauf achten?

**Bilder zum Bau einer
5 kWp-Anlage**

**LINK -
Sammlung**

ENDE
der Präsentation





Hinweise zum Bau

>...worauf achten?<

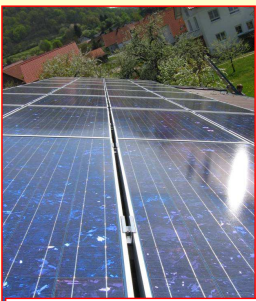
zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Zusammenfassung / wichtige Voraussetzungen:

Darauf sollten sie unbedingt achten:

- Das Dach sollte eine möglichst optimale Ausrichtung gegen Süden aufweisen. (bis zu 45° Abweichung von der Südrichtung sind jedoch nahezu ohne Auswirkung auf die „Sonnenernte“)
- 30° Dachneigung sind als ideal zu betrachten. Ggf. sollte eine Aufständering der Module erfolgen (leichte Abweichungen sind ohne große Einfluß auf den Ertrag) .
- Bei einer Dachneigung unter 25° läuft man Gefahr, daß die Kollektorfläche keine ausreichende Selbstreinigung aufweist (Schmutz bleibt hängen, ...)
- Verschattung, auch von Teilbereichen der Anlage sind unbedingt zu vermeiden. Die Verschattung nur eines einzigen Moduls mindert die Leistung des gesamten Strangs erheblich.
- Das Dach sollte in gutem Zustand sein. Während der Laufzeit der Anlage von 20-25 Jahren sollten keine Dachreparaturen erforderlich werden.
- Dachanlagen mit parallel zum Dach verlaufenden Modulen sind i.d. R. genehmigungsfrei.



Hinweise zum Bau

>...worauf achten?<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Ablaufplan (beispielhaft):

- 1) **Kontaktaufnahme zur Installationsfirma:** Klärung von Standortfragen (Dachausrichtung und -neigung, Anlagengröße, Beschattung, Zählerplatz, ...)
- 2) **Kontaktaufnahme zum Energieversorger (EVU):** **Achtung!**
Im Vorfeld (vor Bestellung) muß geklärt werden, daß das EVU den Strom zuverlässig abnimmt (möglichst schriftlich einfordern). Bei größeren Anlagen schalten die EVU's häufig sogenannte Netzprüfungen vor, um festzustellen, ob das örtliche Netz den Strom aufnehmen kann.
- 3) **Kontaktaufnahme zur Bank:** **Achtung!**
Klärung der Finanzierung; Bei vielen Sonderprogrammen darf die Anlage erst bestellt werden, wenn der Kreditantrag gestellt ist, in einigen Fällen bedarf es sogar der Bewilligung vor Vergabe eines Auftrages.
- 4) **Bestellung und Bau der Anlage**
- 5) **Fertigmeldung an das EVU (möglichst unverzüglich)**
Ist die Anlage mit einem eigenen Einspeisezähler ausgestattet sollte man die Abnahme durch das EVU möglichst schnell veranlassen, da meist erst ab dem Zählerstand zur Abnahme durch das EVU der Strom vergütet wird!
- 6) **Abschluß des Einspeisevertrages mit dem örtlichen EVU**



Hinweise zum Bau

>...worauf achten?<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Regelmäßige Kontrollen:

Photovoltaikanlagen arbeiten nahezu wartungsfrei. Dennoch empfiehlt es sich, insbesondere wenn keine automatische Funktionskontrolle eingebaut wurde, sich durch regelmäßiges Ablesen des Stromzählers ein Bild vom Zustand der Anlage zu machen. So können ggf. auftretende Fehler schnell erkannt und behoben werden.

-Sichtkontrolle der Modulfläche: Verschattung?, Verschmutzung durch Blätter, Pollenstaub, Staub,...?. (die Beeinträchtigungen möglichst umgehend beseitigen)

-Funktionskontrollen: Funktionskontrolle der Wechselrichter; Ablesen des Einspeisezählers;

-Vorteilhaft ist der Vergleich mit anderen Photovoltaikanlagen in der Region. Dabei wird die Einspeiseleistung innerhalb festgelegter Zeiträume, bezogen auf 1 kW-Peak Anlagenleistung verglichen. Fallen die Daten der eigenen Anlage hier aus dem Rahmen, ist relativ schnell klar, daß ein Fehler vorliegt. Die Fehlersuche kann so relativ zeitnah aufgenommen werden, der Schaden an der Anlage sowie der wirtschaftliche Schaden dadurch minimiert werden.



Hinweise zum Bau

>ENDE<

oder weiter:

zurück zur STARTSEITE

Komponenten der Anlage
... einige technische Grundlagen

Physikalische Grundlagen
... wieviel Sonne kann ich ernten?

Das EEG
... die gesetzliche Grundlage

Kosten der Anlage
... und deren Wirtschaftlichkeit

Finanzierung/Förderung
... Darlehen oder Eigenkapital?

Hinweise zu Bau und Betrieb
... worauf achten?

**Bilder zum Bau einer
5 kWp-Anlage**

**LINK -
Sammlung**

ENDE
der Präsentation





Bilder zum Bau

>einer 5 kW-Peak Anlage<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Montage der Unterkonstruktion auf dem Dach:





Bilder zum Bau

>einer 5 kW-Peak Anlage<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Lieferung der Module und „matching“:





Bilder zum Bau >einer 5 kW-Peak Anlage<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Vorbereitung der Modul-Montage:



Bündelung und Verlegung der DC-Leitungen auf dem Dach





Bilder zum Bau

>einer 5 kW-Peak Anlage<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Montage der Module:



... nach ca. 2 Stunden sind 32 Module montiert



Bilder zum Bau

>einer 5 kW-Peak Anlage<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Montage des Wechselrichters:





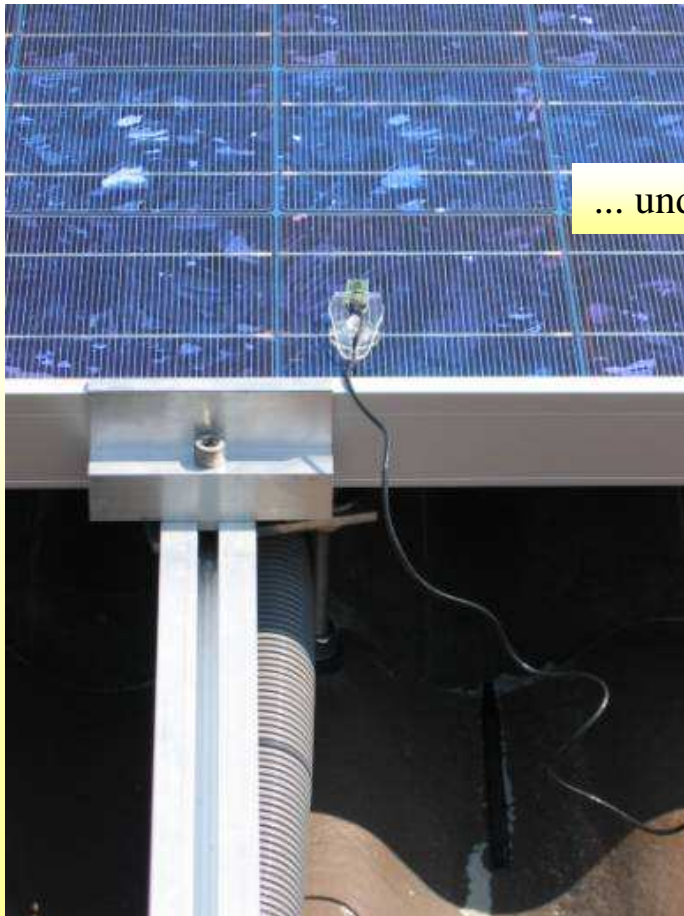
Bilder zum Bau

>einer 5 kW-Peak Anlage<

zurück zur
STARTSEITE

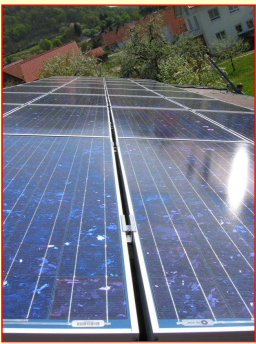
weiter ...

Endkontrolle:



... und mit der aktuellen Einstrahlung abgeglichen.





Bilder zum Bau

>einer 5 kW-Peak Anlage<

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Anmeldung beim EVU:

...jetzt noch die Anmeldung
beim EVU...



Bilder zum Bau >einer 5 kW-Peak Anlage<

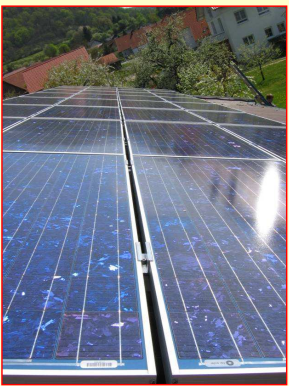
zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Wir sind am Netz:



...und nach einer halben Stunde
sind die ersten 2,5 kWh produziert.



Bilder zum Bau

>ENDE<

oder weiter:

zurück zur STARTSEITE

Komponenten der Anlage

... einige technische Grundlagen

Physikalische Grundlagen

... wieviel Sonne kann ich ernten?

Das EEG

... die gesetzliche Grundlage

Kosten der Anlage

... und deren Wirtschaftlichkeit

Finanzierung/Förderung

... Darlehen oder Eigenkapital?

Hinweise zu Bau und Betrieb

... worauf achten?

**Bilder zum Bau einer
5 kWp-Anlage**

**LINK -
Sammlung**

**ENDE
der Präsentation**





Link-Sammlung

>...hier gibt's weiter Info's

zurück zur
STARTSEITE

weiter ...

Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit

Europäische Kommission (Regenerative Energien):

http://europa.eu.int/comm/energy/res/sectors/wind_energy_dissemination_en.htm

Banken:

<http://www.kfw.de> (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

<http://www.landwirtschaftliche-rentenbank.de> (Landwirtschaftliche Rentenbank)

<http://www.umweltbank.de> (Umweltbank)

<http://www.solarfoerderung.de> (interaktiver Förderberater)

Sonstige:

<http://www.ise.fhg.de> (Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme, Freiburg)

<http://www.infodienst.bwl.de> (Stichwort- oder Volltextsuche: „Photovoltaik“)

<http://www.solarenergie.com>

<http://www.mysolar.de>

<http://www.solarrechner.de>

<http://solarserver.de>

<http://www.solar-na-klar.de>

<http://www.solartechnikberater.de>

<http://www.solarcontact.de>

<http://www.solarportal24.de>

<http://www.solarinfo.de>

<http://www.solarpraxis.de>

<http://www.energieportal24.de>

<http://www.boxer99.de>



Link-Sammlung

>ENDE<

oder weiter:

zurück zur STARTSEITE

Komponenten der Anlage
... einige technische Grundlagen

Physikalische Grundlagen
... wieviel Sonne kann ich ernten?

Das EEG
... die gesetzliche Grundlage

Kosten der Anlage
... und deren Wirtschaftlichkeit

Finanzierung/Förderung
... Darlehen oder Eigenkapital?

Hinweise zu Bau und Betrieb
... worauf achten?

**Bilder zum Bau einer
5 kWp-Anlage**

**LINK -
Sammlung**

**ENDE
der Präsentation**





Photovoltaik

>ENDE der Präsentation<

zurück zur
STARTSEITE



Anschrift des Autors:

Werner Schmid

Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft
und der Ländlichen Räume (LEL)

Schwäbisch Gmünd

Oberbettringer Straße 162

73525 Schwäbisch Gmünd

Tel: 07171 / 917 – 227

E-mail: werner.schmid@lel.bwl.de

An dieser Stelle möchte ich allen, die mich
bei der Erstellung der Unterlage unterstützt
haben, danken.

Mein besonderer Dank gilt meinen

Kollegen der LEL (Abt.2) und

Herrn Thomas Braun

vom Maschinenring Schwäbisch Hall

ENDE
der Präsentation