

# Welche **Möglichkeiten** bietet mein Haus?

Die zentralen Grundlagen für die Nutzung der Sonnenstrahlung als Energiequelle sind der Standort und die Ausrichtung der Solarmodule. Hier muss sich Familie Fuchs ihr Haus genauer ansehen, Pläne heraussuchen und die nutzbaren Flächen mit Neigung und Ausrichtung identifizieren.

## Standort und Strahlung

Über die Angabe des Standorts, das heißt die genaue Adresse, kann ermittelt werden, mit wie viel Sonnenstrom dort über das Jahr gerechnet werden kann. Die Solarstrahlung ist je nach Region in Deutschland unterschiedlich, wie man auf der Karte (→ Abb. 2, Seite 32) sehen kann.

Aufgrund der unterschiedlichen Strahlung ergeben sich bei genau gleicher Anlagentechnik an verschiedenen Orten unterschiedliche Solarerträge der gleichen Photovoltaikanlage. Die Tabelle (→ Abb. 1) zeigt die Strahlungsunterschiede zwischen ausgewählten Städten.

Solarstrahlung in Städten	
STANDORT	MITTLERE JAHRESSUMME DER STRAHLUNG in kWh/m <sup>2</sup>
Berlin	1.042
Düsseldorf	1.060
Dresden	1.067
Frankfurt/Main	1.147
Hamburg	1.011
Hannover	1.007
München	1.156
Stuttgart	1.093

Abb. 1: Jährliche Globalstrahlungssummen beispielhaft für verschiedene Städte.

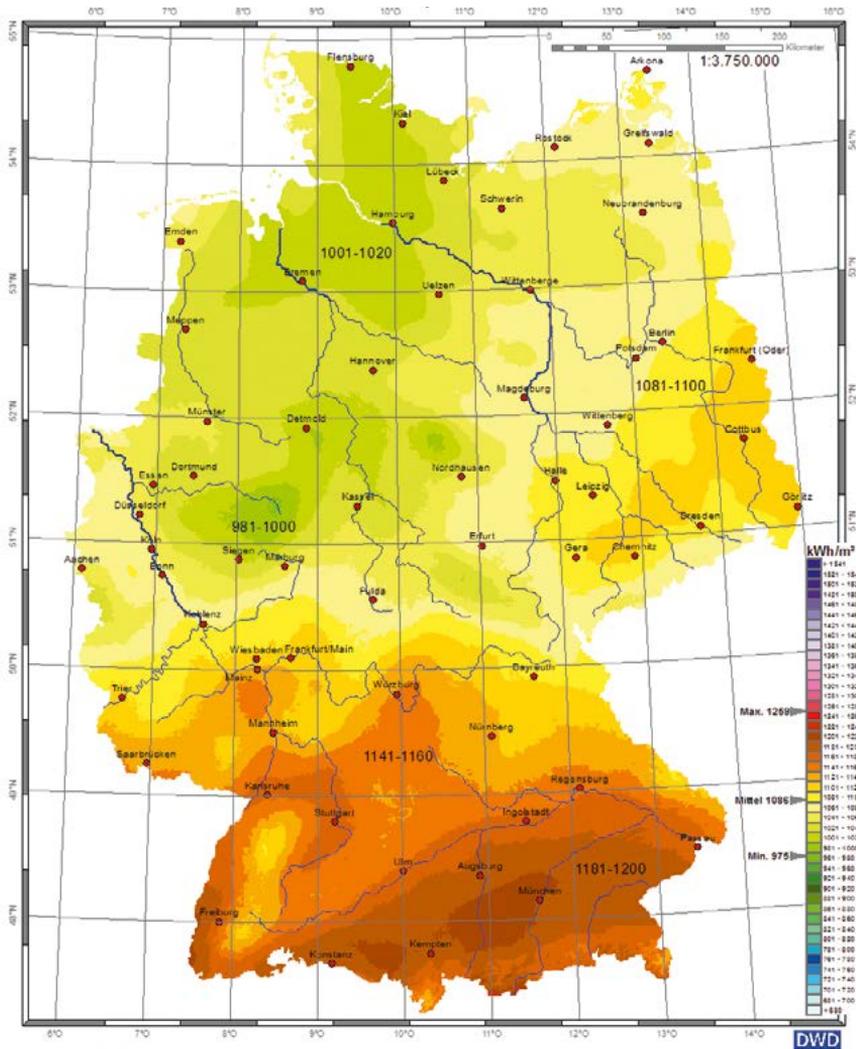


Abb. 2: Globalstrahlung in Deutschland. Die jährliche Strahlungssumme ist regional unterschiedlich. Gelbe und grüne Flächen bedeuten eine niedrigere, orange und braune eine höhere Einstrahlung (gemittelt über 30 Jahre, von 1991 bis 2020). Weitere Karten zu Strahlungsdaten finden Sie unter [www.dwd.de](http://www.dwd.de) (Suchwort: Strahlungsklimatologie)

Einige Kommunen, Regionen oder Bundesländer unterstützen die Nutzung von Sonnenenergie durch die Bereitstellung eines „Solarkatasters“. Damit können Interessierte online in einer Datenbank nachschauen, ob ihr Dach gut geeignet ist und mit wie viel Solarstrahlung sie an ihrem Standort rechnen können. Durch Laserscans werden Gebäude erfasst, sodass in der Datenbank auch Dachneigung und Ausrichtung der Dachfläche schon bekannt sind.

### → TIPP Solarkataster in NRW

Familie Fuchs wohnt in Düsseldorf in Nordrhein-Westfalen und hat erfahren, dass das Bundesland ein Solarkataster hat. Peter Fuchs setzt sich vor den Computer, klickt auf [www.energieatlas.nrw.de](http://www.energieatlas.nrw.de), wählt den Menüpunkt Solar/Solarkataster NRW und gibt dann seine Adresse ein. Die Datenbank weist für sein Dach eine gute Eignung sowie einen erreichbaren Jahresertrag von rund 900 Kilowattstunden pro Kilowatt (kWh/kW) aus. Das Solarkataster zeigt hier eine recht vorsichtige Ertragschätzung an, wir sehen später mit einer Detailsimulation, dass eine Anlage in der Praxis einen höheren Ertrag erreichen kann. Auch in vielen anderen Regionen Deutschlands kann ein Solarkataster bei der ersten Abschätzung helfen, ob sich das eigene Dach für eine Photovol-

taikanlage eignet. Eine solche Abschätzung ersetzt jedoch keine Detailplanung.

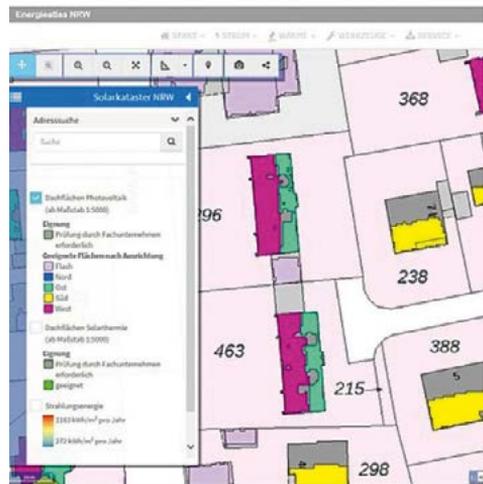


Abb. 3: Ausschnitt aus der Kartenansicht des Solarkatasters NRW.

Die Strahlungswerte in Deutschland haben sich in den letzten Jahrzehnten insgesamt leicht erhöht und liegen nun regelmäßig über dem 30-jährigen Mittelwert. Hintergrund dafür sind die Anstrengungen bei der Luftreinhaltung. Je weniger Abgase aus Industrie und Verkehr in die Luft geblasen werden, umso sauberer ist die Luft und die Durchlässigkeit für Sonnenstrahlen steigt an.



Abb. 4: Unterschiedliche Ausrichtungen der Module bringen unterschiedliche Erträge (auf 100 Prozent Maximalertrag bezogen).

## Dachorientierung

Eine verfügbare sonnenreiche Dachfläche ist die wichtigste Grundlage für eine Photovoltaiknutzung. Beschattungen beeinträchtigen die Leistung von Solarmodulen erheblich. Dagegen spielen Neigung und Ausrichtung der Dachfläche eine geringere Rolle, als oft vermutet wird. Zum einen zieht die Sonne eine weite Bahn, die sich im Verlauf der Jahreszeiten stark verändert. Deshalb verfügen die meisten Dachflächen nicht nur über einen kleinen optimalen Ausrichtungspunkt, sondern über einen größeren Bereich mit sehr guten Einstrahlungsverhältnissen. Zum anderen gibt es bei uns einen hohen Anteil an wolkigen Tagen mit diffuser Sonneneinstrahlung: Für diesen Energieanteil gibt es keine optimale Ausrichtung, die Solarmodule müssen einfach nach oben zum hellen Himmel geneigt sein. Die höchste Jahressumme an Einstrahlung und Energieertrag bringen hierzulande Solarmodule mit einem Neigungswinkel von etwa 30 Grad (gegenüber einer ebenen Fläche), die nach Süden zeigen. Doch auch Flächen, die grob zwischen Südost und Südwest und mit üblichen Dachneigungen zwischen 15 und 60

Grad ausgerichtet sind, erreichen Erträge im Bereich von über 90 Prozent gegenüber dem Idealertrag.

### Unterschiedlich ausgerichtete Solarmodule

Um eine größere Photovoltaikanlage zu realisieren, bietet es sich oft an, mehrere Dachflächen auf einem Haus mit Solarmodulen zu belegen. Das können zwei Dachflächen sein, die gleich geneigt und ausgerichtet sind. In diesem Fall ist keine besondere Vorkehrung zu treffen. Werden die Solarmodule aber auf mehreren Teilflächen verteilt, die unterschiedlich geneigt oder ausgerichtet sind, müssen Sie die elektrische Verschaltung der Solarmodule beachten: Es dürfen nur Module, die gleich ausgerichtet sind, zu einem Modulstrang verbunden werden. Zwei unterschiedlich ausgerichtete Modulflächen ergeben immer mindestens zwei Modulstränge. Diese beiden Modulstränge müssen dann entweder zu zwei verschiedenen Wechselrichtern oder zu einem Wechselrichter mit zwei getrennt geregelten Eingängen („MPP-Regelung“ → Seite 64) geführt werden. Nur dann wird die Stromerzeugung in beiden Modulflächen optimiert.

### Ost-West-Ausrichtung

Bei entsprechender Ausrichtung ist eine Belegung mit Solarmodulen in „Ost-West-Ausrichtung“ möglich. Das bedeutet, dass bei einem Gebäude, dessen First ungefähr von Nord nach Süd zeigt, sowohl die östliche als auch die westliche Dachfläche mit Solarmodulen belegt wird. Damit kann eine große Photovoltaikanlage realisiert werden und es wird eine gute Solarstromverteilung über den Tag erreicht: Das Ost-Modulfeld produziert schon früh am Morgen, das West-Modulfeld noch spät am Nachmittag Strom aus Sonnenlicht.

Sinnvoll ist das bei Gebäuden mit einer geringen Dachneigung zwischen rund 10 bis 30 Grad, bei steilen Dächern ist es nicht zu empfehlen. Eine Ost-West-Ausrichtung von Modulen ist auch bei der Belegung eines Flachdachs möglich.

Die Ost- und West-Ausrichtung von Modulen hat auch eine Auswirkung auf die Auswahl des Wechselrichters: Zum einen muss dieser mindestens zwei Modulstränge getrennt regeln können, zum anderen kann die Wechselrichterleistung etwas kleiner gewählt werden: Für eine Ost-West-Anlage mit zwei Modulfeldern á 5 kW reichen rund 90% der Modulleistung als Wechselrichterleistung, also hier 9 Kilowatt. Weil die Sonne nie ideal gleichzeitig über beiden Modulflächen steht, werden bei einer Ost/West-Anlage nie

beide Modulfelder die volle Leistung gleichzeitig erbringen können.

### Spezialfall Norddächer

Steile Norddächer bringen nur wenig Solarertrag und sind daher nicht für Solarmodule geeignet. Doch auf einem recht flachen Norddach können Solarmodule als Ergänzung einer Süddach-Belegung untergebracht werden, die Anlagenleistung erhöht sich. Die Nord-Module bringen zwar nicht ganz so viel Ertrag wie die Module auf der Südfläche, kosten (als Ergänzung bei gleichbleibenden Fixkosten des Gesamtprojektes) aber auch nur geringfügig mehr Geld.

#### Dachneigung und Solarerträge

DACHNEIGUNG NACH NORDEN	VERHÄLTNIS ZUM ERTRAG EINES SÜDDACHS (MIT 30 GRAD NEIGUNG)
10 Grad	80%
20 Grad	70%
30 Grad	60%
40 Grad	50%
50 Grad	40%
60 Grad	35%

Abb. 5: Flache Norddächer bringen recht gute Solarerträge, steile Norddächer nicht.

### Module horizontal verlegen?

Auf horizontal verlegte Module scheint eigentlich ausreichend Sonne, um gute Erträge zu erwirtschaften (→ Abb. 4). Trotzdem ist das nicht empfehlenswert: Solarmodule, die unter 7-10 Grad Modulneigung gegenüber der Horizontalen geneigt sind, verschmutzen schnell und werden nicht vom Regen gereinigt. Ergebnis: Die Erträge sind dann enttäuschend gering. Darum sollten auch bei einem Flachdach die Solarmodule immer auf einer Unterkonstruktion leicht ange stellt werden.

### Weitere Flächen

Photovoltaikmodule können auch auf anderen Flächen zum Einsatz kommen. Sei es eine Dachverlängerung als Balkonüberdachung, eine Modulfläche an der Fassade oder eine Carport-Überdachung neben dem Haus – vieles ist denkbar und technisch bereits ausgereift. Interessante Anwendungsfälle für die Gebäudeintegration von Solarmodulen sind auch Verglasungen für Wintergärten. Wichtig ist dabei: Module, die über Kopf angebracht werden, müssen aus Sicherheitsgründen eine spezielle Zulassung besitzen.



#### HINTERGRUND

### Bauaufsichtliche Zulassung

Nur wenige Solarmodule auf dem deutschen Markt besitzen eine „allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)“ und dürfen damit über Kopf montiert oder an Fassaden verwendet werden. Wer dafür Standardmodule einsetzen will, muss unter dem Modul eine Schutzschicht anbringen, zum Beispiel ein Blech oder ein Netz. Das verhindert bei einem Modulschaden herunterfallende Glassplitter. Eine Ausnahme besteht bei Steckersolar-Geräten: Hier gibt es laut Deutschem Institut für Bautechnik (DiBt) keine solche Einschränkung, weil die Solarmodule nicht als dauerhafter Bestandteil der Gebäudefassade gelten.

Einige Hersteller bieten zudem Solarmodule in Isolierglasausführung an – natürlich nicht zum Preis von Standardmodulen.



Abb. 6: Solarmodule als Balkonüberdachung ausgeführt. Hier müssen besondere Solarmodule verwendet werden.

### Zustand der Dachflächen

Eine installierte Photovoltaikanlage soll mehr als 20 Jahre an ihrem Platz bleiben und Strom erzeugen. Wenn in dieser Zeit eine Sanierung der darunterliegenden Dachfläche notwendig wäre, hätte das einen großen Aufwand und Ertragsverlust zur Folge, vor allem wenn die Sanierung im Sommer stattfinden muss und die Module ausgerechnet bei viel Sonne abgebaut in der Garage gelagert sind. Deshalb sollte der Zustand der Bedachung unbedingt im Vorfeld überprüft werden. Eine solche Einschätzung können Sie von Ihrem Dachdecker erhalten.

Normalen Dachziegeln und Dachpfannen wird eine Lebensdauer von einigen Jahrzehnten zugesprochen, da ist der Zustand

meist kein Problem. Doch bei alten Well- eternit-Dächern oder einem alten Folien- dach sollte gut überlegt werden, ob nicht vor der Anbringung von Modulen eine Dachsa- nierung umgesetzt wird.

Bei alten Welleternit-Dächern sollte auch unbedingt geprüft werden, ob die Dachplat- ten Asbest enthalten, denn dann dürfen sie nicht mit Solarmodulen belegt werden. Ein neues Dach und die spezielle Entsorgung der alten Dachplatten sind dann unbedingt not- wendig. Bei recht neuen Dachfläche ist auch Vorsicht geboten: Hier ist zu prüfen, ob nicht eine „Dichtheitsgarantie“ vom Dachdecker besteht, die bei einer Modulmontage durch eine Fremdfirma erlöschen könnte.

### Art der Dachflächen

Neben „normalen“ Schrägdächern können auch flach geneigte Dächer mit Trapezblech-Deckung, Dächer mit Biberschwanz-Ziegeln oder auch Flachdächer mit Modulen belegt werden. Dafür muss eine spezielle Unterkonstruktion passend zum Dach gewählt werden. Bei einem Neubau mit Flachdach kann zudem eine Kombination von Gründach und Photovoltaik realisiert werden. Hierzu gibt es Befestigungssysteme am Markt, die sowohl die Dachbegrünung als auch die Solarmodule festhalten. Dabei muss jedoch über die Jahre das Wachstum der Pflanzen auf dem Dach genau beobachtet werden, damit es nicht zu Verschattungen der Solarmodule kommt. Das Dach muss zudem sehr tragfähig sein, denn sowohl die Begrünung als auch die Solaranlage haben ein hohes Gewicht.

### Verschattung

Nichts beeinträchtigt den Ertrag einer Solarstromanlage so sehr wie Schatten auf den Solarmodulen. Der einfache Grund: Solarzellen und Solarmodule werden fast immer in Reihe geschaltet, um brauchbare Betriebsspannungen zu haben und die Stromverluste in Leitungen und Elektronik zu minimieren. Der Nachteil: Bei der Reihenschaltung bestimmt das schwächste Glied die Leistung der gesamten Kette. Wird eine Solarzelle abgedeckt, so wirkt das, als würde

man einen Gartenschlauch abknicken. Der ganze Zellen- und Modulstrang fiele dann aus und würde keinen Strom mehr liefern. Um das zu verhindern, führen im Modul eingebaute Bypassdioden die volle Leistung des restlichen Strangs um die betroffenen Solarzellen herum.

Auch die Wechselrichter sind heute mit Optimierungen hinsichtlich Verschattung ausgestattet und können Ertragsverluste minimieren. Außerdem kann der Einsatz von Modulwechselrichtern im Einzelfall helfen, auf besonders stark verschatteten Dachflächen trotzdem gute Erträge zu erreichen.

### → TIPP Leistungsoptimierer

Anbieter werben seit einiger Zeit für sogenannte Leistungsoptimierer, eine kleine Elektronik, die am Modul oder im Strang Verluste reduzieren soll. Doch diese Geräte verbrauchen selbst Energie, sind nicht ganz billig und können die Module komplett lahmlegen, wenn sie defekt sind. Je nach Anbieter können solche Leistungsoptimierer entweder für alle Solarmodule einer Anlage eingesetzt werden oder nur für einzelne Module, die besonders von Schatten betroffen sind.

## Dächer von Dritten nutzen

Nicht jeder Dacheigentümer kann oder will eine Photovoltaikanlage bauen. Und nicht jeder, der eine Solarstromanlage bauen möchte, verfügt selbst über ein geeignetes Dach. Manchmal hat ein Betreiber auch schon alle eigenen Dachflächen belegt und möchte weiter investieren. Die Lösung in diesen Fällen: Mieten Sie für Ihre Solarstromanlage ein fremdes Dach. Viele Kommunen stellen die Dächer öffentlicher Gebäude für größere Bürgersolkraftwerke zur Verfügung. Betreibergesellschaften mieten zudem Dächer von großen Gewerbegebäuden.

Auch Wohneigentümergeinschaften können ihr Dach zur Verfügung stellen. Einige der Eigentümer können sich zusammenschließen und gemeinsam eine Photovoltaikanlage darauf errichten.

Einige Anbieter auf dem Photovoltaikmarkt werben mit einer Anlagenmiete (→ Seite 146). Dabei bekommen Sie eine Photovoltaikanlage auf Ihr Dach, müssen diese jedoch nicht kaufen, sondern mieten sie über einen langen Zeitraum. Die verbaute Anlagentechnik bleibt dabei Eigentum des Anbieters, der zur Nutzung ebenfalls eine „fremde“, nämlich Ihre, Dachfläche nutzt.

Die Miete einer Photovoltaikanlage wird oft mit hohen Einsparungen bei den Stromkosten angepriesen. Es macht aber oft Sinn, das im Detail zu betrachten. Dazu bietet die

Verbraucherzentrale einen ausführlichen Online-Text. Darin werden unter anderem Risiken und Pflichten der Anbieter, aber auch Kennwerte zur Rentabilität aufgeführt: [www.verbraucherzentrale.nrw/node/71086](http://www.verbraucherzentrale.nrw/node/71086)

### Dachnutzungsvertrag abschließen

Bei der Nutzung von fremden Dächern ist es sehr wichtig, alle Fragen von vornherein in einem juristisch einwandfreien Mietvertrag zu klären. In der Praxis, so Juristen, sei das leider oft nicht der Fall. Die Vereinbarungen müssen im Hinblick auf mögliche Streitfälle hieb- und stichfest sein, schließlich kann innerhalb der üblichen 20 bis 30 Jahre Betriebszeit der Photovoltaikanlage der Eigentümer des Dachs oder der Solaranlage wechseln. Der jeweilige Anlagenbetreiber kann das Dach jedoch nicht so einfach wechseln.

Bei der Nutzung fremder Dächer steht und fällt die Investitionssicherheit für den Anlagenbauer mit der Rechtssicherheit bezüglich der Dachnutzung. Deshalb sollte ein Mustervertrag von einem Juristen, der sich mit Photovoltaik auskennt, durchgesehen und an den individuellen Fall angepasst werden. Einfach ein Vertragsmuster aus dem Internet zu nutzen, kann nicht empfohlen werden.

Rechtlich handelt es sich bei der Standortnutzung immer um „Miete“, auch wenn oft die Begriffe „Gestattung“, „Nutzung“ oder „Pacht“ verwendet werden. Laut Bürgerli-

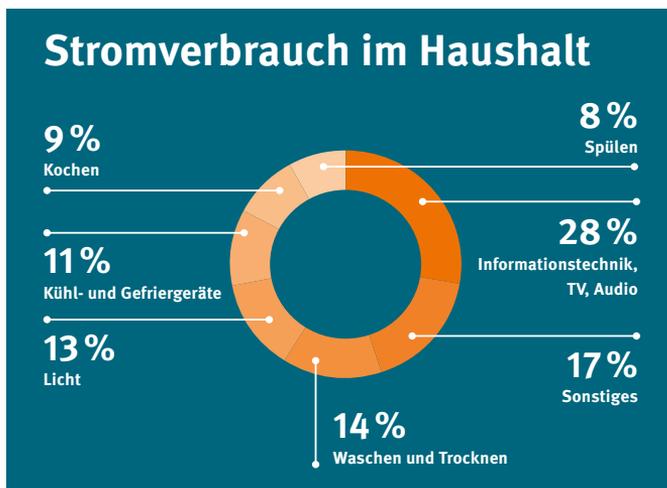


Abb. 7: Statistischer Durchschnitt der Verwendung von Strom in Privathaushalten.

chem Gesetzbuch (BGB) kann ein Mietvertrag maximal über 30 Jahre geschlossen werden. Die Laufzeit des Nutzungsvertrags für die Photovoltaikanlage sollte sich mindestens über die Laufzeit der EEG-Vergütung erstrecken, also 20 Jahre plus Inbetriebnahmejahr, Verlängerungsoptionen sind möglich. Neben der Laufzeit sind die zentralen Punkte der Vereinbarung die Mietzahlung, die Sicherung des Eigentums und die Eintragung einer Grunddienstbarkeit ins Grundbuch.

### → **TIPP Auf Dachzustand achten**

Grundsätzlich sollten nur Dächer gemietet werden, die neu, saniert oder fachlich geprüft und in einwandfreiem Zustand sind, sodass in den nächsten 20 bis 30 Jahren mit keinen alterungsbedingten Reparaturen zu rechnen ist. Flachdächer sind diesbezüglich besonders heikel, weshalb von solchen Dächern

im Zweifel eher abzuraten ist. Zumindest sollte ein Montage- und Verkabelungssystem gewählt werden, das den Ab- und Aufbau schnell und einfach ermöglicht und das beim Flachdach nur aufs Dach aufgesetzt wird, ohne die Dachhaut zu verletzen.

### **Mietzahlung**

Die Vergütung für den Dacheigentümer bemisst sich nach den Quadratmetern genutzter Dachfläche, der installierten Photovoltaikleistung oder anteilig am Ertrag. Die Zahlung kann im Voraus (abgezinst) oder jährlich erfolgen. Für den Betreiber ist die jährliche Zahlung einer ertragsabhängigen Mietzahlung am besten, denn dann ist auch der Dacheigentümer selbst daran interessiert, dass die Anlage optimal läuft.