

UNSTETE PLANGRÖÖE

Wo Sie Daten für die Sonneneinstrahlung finden

UM DEN ERTRAG VON SOLARSTROM-, SOLARWÄRMEANLAGEN ODER SOLARTHERMISCHEN KRAFTWERKEN BERECHNEN ZU KÖNNEN, BENÖTIGT MAN AUSSAGEKRÄFTIGE SOLARSTRAHLUNGSDATEN. „SONNENENERGIE“ STELLT UNTERSCHIEDLICHE MESSVERFAHREN VOR UND GIBT TIPPS, WO SIE STRAHLUNGSDATEN FINDEN UND WIE DIESE ZU BEWERTEN SIND.

von Volker Quaschnig

Die Bestimmung der Solarstrahlung für einen bestimmten Standort bietet große Unsicherheitsfaktoren. Selbst bei guter Messqualität ist ein langer Messzeitraum notwendig, um eine gute Aussage machen zu können. Neben der Messung stehen zahlreiche Datenbanken mit Strahlungswerten zur Verfügung, die jedoch zum Teil erhebliche Unterschiede zueinander aufweisen.

Während bei der Bestimmung der Globalstrahlung für Deutschland noch eine recht gute Übereinstimmung vorhanden ist, sind die Unterschiede bei der Direktstrahlung und damit auf einer geneigten oder nachgeführten Fläche erheblich. Hier kann man sich nur durch zur Hilfenahme mehrerer Datenquellen absichern und für den Standort die vorhandenen Spannweiten angeben.

Wer außerhalb von Europa Werte benötigt, ist auf eine zum Teil noch wackeligere Datenbasis angewiesen. Die NASA-Datenbank und das Programm Meteororm bieten zwar gute Anhaltswerte. Wer eine Ertragsgarantie auf Basis der gelieferten Werte gibt, muss große Sicherheitszuschläge einplanen. Eine kritische Prüfung der Messwerte beziehungsweise Datenbanken ist deshalb unverzichtbar.



Für die Ertragsberechnung konzentrierender Solarsysteme benötigt man gute Werte der Direkt-Normalstrahlung.
Foto: DLR, Plataforma Solar de Almería

WIE SICH SOLARSTRAHLUNG MESSEN LÄSST

Sind für einen Standort überhaupt keine Werte vorhanden, ist eine Vor-Ort-Messung der Solarstrahlung unausweichlich. Gemessen werden kann entweder mit Pyranometern, mit Silizium-Strahlungssensoren und indirekt über eine Auswertung von Satellitenbildern. Bei der Messung mit einem Pyranometer wird durch das Sonnenlicht ein geschwärztes Absorberplättchen erwärmt. Da die Erwärmung proportional zur Einstrahlung erfolgt, lässt sich aus der Temperaturdifferenz zur Umgebung die Einstrahlung ermitteln. Unter der Voraussetzung, dass das Pyranometer kalibriert ist und regelmäßig gereinigt wird, sind die Messungen sehr genau, aber verhältnismäßig teuer.

Deutlich preisgünstiger ist ein Silizium-Strahlungssensor. Bei diesem Sensor handelt es sich im Prinzip um eine Solarzelle, die einen zur Einstrahlung proportionalen Strom erzeugt. Der Nachteil dieses Sensors ist seine unterschiedliche spektrale Empfindlichkeit für Licht mit verschiedenen Wellenlängen. Langwellige Infrarotstrahlung kann er überhaupt nicht erfassen. Deshalb kann es zu einzelnen Tagesstunden zu größeren Abweichungen kommen.

Bei der Satellitenmessung werden anhand von Satellitenbildern Bewölkungsgrade bestimmt. Je heller ein Punkt auf einem Satellitenbild erscheint, desto mehr Wolken sind vorhanden, desto mehr Strahlung wird in das Weltall reflektiert und gelangt nicht mehr auf die Erdoberfläche. In der Jahressumme sind die Ergebnisse der Satellitenmessungen meist ausreichend genau. Bei Momentanwerten sind jedoch größere Abweichungen möglich.

DIFFUSE PROBLEME

Neben der Globalstrahlung, die mit allen drei Messmethoden relativ gut bestimmt werden kann, wird in der Solartechnik eine Aufteilung der Gesamtstrahlung in den direkten und diffusen Strahlungsanteil benötigt. Bei der Auswertung von Satellitenbildern ist eine Aufteilung der Globalstrahlung in den direkten und den diffusen Anteil nur über statistische Modelle mit entsprechend großen Fehlern möglich. Wer die Solarstrahlung auf unterschiedlich geneigten Solaranlagen oder gar auf nachgeführten oder konzentrierenden Systemen berechnen möchte, braucht neben der Globalstrahlung aber zumindest die Diffusstrahlung. Sie kann man mit einem Pyranometer oder einem Siliziumsensor mit festem oder rotierendem Schattenring messen. Durch den Schattenring wird der direkte Strahlungsanteil abgeschattet, der diffuse Strahlungsanteil bleibt übrig. Allerdings reduziert der Schattenring auch die Diffusstrahlung, was eine nachträgliche Korrektur der Messwerte notwendig macht.



Diffusstrahlungsmessung mit einem Pyranometer mit festem Schattenring

Foto: DLR, Plataforma Solar de Almería



Global- und Diffusstrahlungsmessung mit einem Siliziumsensors mit rotierendem Schattenring
Foto: DLR, Plataforma Solar de Almería

Die Messungen sollte man mit größter Sorgfalt durchführen. Verfügbare Messwerte weisen leider eine höchst unterschiedliche Qualität auf. Wird zum Beispiel Vogelkot auf dem Sensor nicht sofort, sondern erst nach ein paar Tagen entfernt, wird man eine zu niedrige Jahressumme feststellen.

GUTE ZEITEN, SCHLECHTE ZEITEN

Selbst wenn es gelingt, ein Jahr mit hoher Qualität zu messen, ist die Aussage für den zu betrachtenden Standort relativ gering. Die Sonnenstrahlung variiert von Jahr zu Jahr erheblich. So schwanken zum Beispiel die vom Deutschen Wetterdienst gemessenen Jahressummen der Globalstrahlung für Potsdam aus den Jahren 1937 bis 1999 zwischen 887 und 1.180 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr. Die höchste Jahressumme liegt in dem Zeitraum damit um 33 Prozent über der niedrigsten.

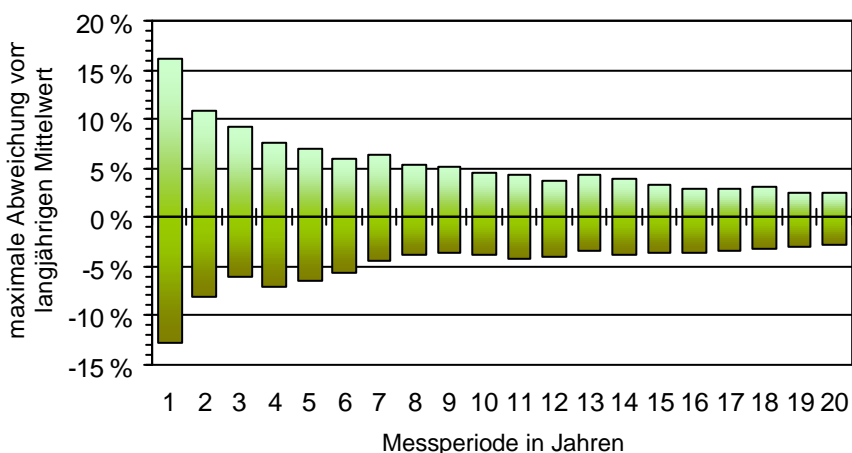


Abbildung 1: Maximale Abweichung unterschiedlich langer Messperioden vom langjährigen Mittelwert aus den Jahren 1937 bis 1999 am Standort Potsdam

Um eine verlässliche Aussage treffen zu können, sollten deshalb Messungen über einen längeren Zeitraum vorliegen. Hieraus kann dann ein typisches meteorologisches Jahr bestimmt werden. Abbildung 1 zeigt für den Standort Potsdam die Abweichung der Messwerte für verschiedene Messperioden vom Mittelwert der Jahre 1937 bis 1999.

Deutlich wird, dass die Messperiode mindestens einen Zeitraum von fünf Jahren umfassen sollte, um nicht mehr als sieben Prozent vom langjährigen Mittel abzuweichen. In anderen Worten: Liegen für einen Standort Messungen für einen Zeitraum von fünf Jahren vor, kann die mittlere jährliche Einstrahlung in den nächsten fünf Jahren durchaus 14 Prozent höher oder niedriger als in den Jahren zuvor ausfallen.

Wer den künftigen Ertrag einer Anlage auf Basis einer Messung von wenigen Jahren garantieren möchte, begibt sich also auf sehr dünnes Eis. Hierfür sollten Messwerte über einen Zeitraum von etwa 20 Jahren oder mehr vorliegen. Von möglichen zukünftigen Klimaveränderungen einmal abgesehen, da diese die Unsicherheiten noch verstärken.

DATENBANKEN FÜR SOLARSTRAHLUNG

Eigene Messungen über einen langen Zeitraum sind mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Deshalb lohnt es sich, auf vorhandene Datenquellen zurückzugreifen. Die meisten Simulationsprogramme für Solaranlagen liefern zum Teil recht umfangreiche Datenbanken zur Solarstrahlung mit. Die Anbieter fügen jedoch meist nur wenig Informationen über Quelle, Messzeitraum und Qualität der Daten bei.

Spezielle Datenbanken auf CD oder im Internet oder spezielle Strahlungsatlanten versprechen eine größere und genauere Datenbasis. Auf eine Datenbank von Monatsmittelwerten der Globalstrahlung für weltweit 1.195 Standorte können Sie im Internet kostenlos über die NASA bzw. NREL zugreifen.

Im Rahmen des europäischen Projekts S@tel-Light haben Forschungsinstitute und Hochschulen Satellitenbilder der Jahre 1996 und 1997 ausgewertet. Strahlungszeitreihen können Sie für jeden europäischen Standort kostenlos über das Internet anfordern. Der Service soll künftig um die Jahre 1998 bis 2000 erweitert werden.

Messwerte der Direkt- und Diffusstrahlung für zahlreiche europäische Standorte finden sich auch im Europäischen Strahlungsatlas. Die ältere Ausgabe wurde 1996 vom Springer Verlag als gedrucktes Werk herausgegeben. Die aktualisierte und stark überarbeitete Fassung gibt es inzwischen auf CD.

Neben dem Internetangebot der NASA liefert auch die Software Meteororm eine sehr umfangreiche weltweite Datenbasis. Neben der Solarstrahlung finden sich hier auch meteorologische Größen wie Temperatur, Windgeschwindigkeit oder Luftfeuchte. Als Datenbasis liegen bei diesem Programm Monatsmittelwerte vor. Stundenwerte kann der Nutzer über statistische Verfahren generieren. Ist der gewünschte Standort nicht in der Datenbank vorhanden, kann er Werte aus den nächstgelegenen Standorten interpolieren.

UNTERSCHIEDLICHE QUALITÄT DER STRAHLUNGSDATEN

Für verschiedene Standorte ist die Qualität der Daten höchst unterschiedlich. Das zeigt der Vergleich der Abbildungen 2 und 3 für Potsdam und Mailand. Was auf den ersten Blick noch recht passabel aussieht, erweist sich beim zweiten Hinsehen als kritisch.

Relativ gut sind die Übereinstimmungen der Globalstrahlungswerte. Erwartungsgemäß sind die Unterschiede der Jahreswerte bei S@tel-Light am größten. Die Abweichungen der anderen Quellen, die sich auf Mittelwerte mehrerer Jahre stützen, sind deutlich geringer und betragen maximal zwei Prozent in Potsdam beziehungsweise knapp sieben Prozent in Mailand.

Deutlich größer sind jedoch die Abweichungen bei der Diffusstrahlung. Die NASA-Datenbank enthält überhaupt keine Diffusstrahlungswerte. Meteororm liefert interessanterweise unterschiedliche Diffusstrahlungswerte für Monats- und Stundenwerte, was das Vertrauen in die Berechnungsmethoden nicht gerade stärkt.

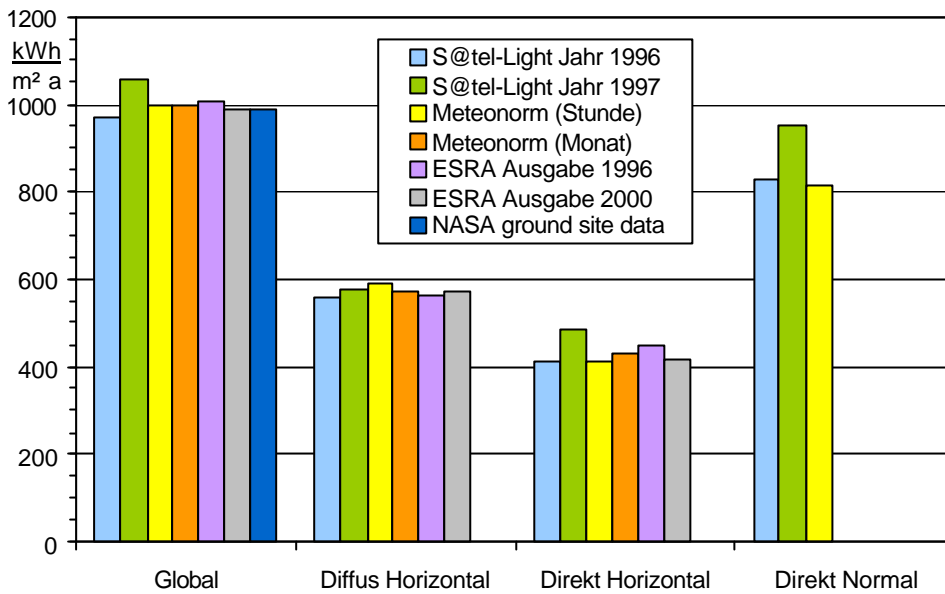


Abbildung 2: Vergleich verschiedener Datenquellen für den Standort Potsdam

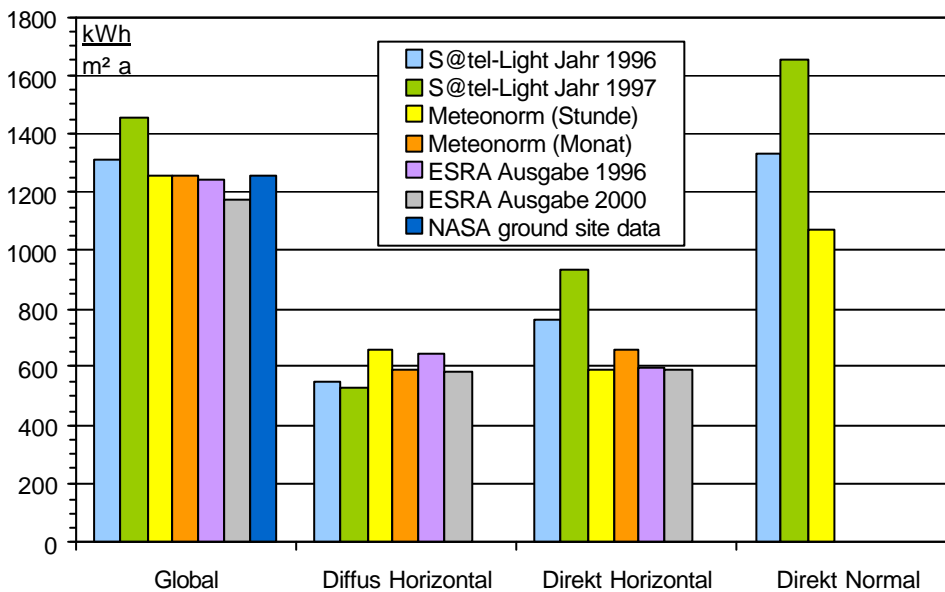


Abbildung 3: Vergleich verschiedener Datenquellen für den Standort Mailand

Bei der Direkt-Normalstrahlung betragen die Unterschiede zwischen den höchsten und niedrigsten Werten in Potsdam 17 Prozent, in Mailand sogar stolze 58 Prozent. Vor allem die einzelnen Jahreswerte der Satellitendaten zeigen große Abweichungen. Die Direkt-Normalstrahlung auf einer der Sonne nachgeführten Fläche lässt sich nur mit Hilfe von S@tel-Light oder Meteor norm bestimmen. Die Unterschiede sind jedoch für Mailand so groß, dass man hier alternativ die Werte auch erraten könnte. Abhilfe liefert das vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt entwickelte STEPS-System, das anhand spezieller Verfahren die Direkt-Strahlung aus Satellitenbildern bestimmt. Da die Auswertung hierbei relativ aufwendig ist, kann sie derzeit allerdings nur in Individualaufträgen erfolgen.

Information und Bezugsquellen

European Solar Radiation Atlas: Springer Verlag Berlin 1996, ISBN 3-540-61179-7

The European Solar Radiation Atlas:

http://www.ensmp.fr/Fr/Services/PressesENSMP/Collections/ScTerEnv/Livres/atlas_tome2.htm

Meteonorm: <http://www.meteotest.ch/products/meteonorm/index.html>

S@tel-light: <http://www.satellight.com>

NASA ground site data: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse>

STEPS: <http://www.dlr.de/TT/system/projects/Stk/steps>