

Photovoltaik-Erträge durch Verschattungsanalyse sicherer prognostizieren

Ein Simulationsprogramm zeigt im Vorfeld exakte Darstellungen der Verschattung von PV-Systemen

Carsten Bleske, Software-Entwickler

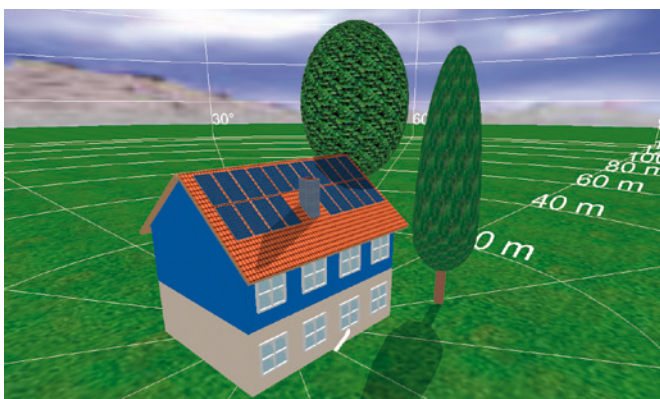


Abb.1: Animation des Schattenverlaufs für PV-Systeme auf dem Solardach

Simulationsprogramme ermöglichen eine optimale Auslegung und Konfiguration von Systemen für die photovoltaische Nutzung von Solarenergie.

Bei den Ertragsberechnungen von PV-Anlagen nimmt die reale Darstellung der Verschattung durch umliegende Objekte einen wichtigen Stellenwert ein. Das Programm PV*SOL Expert der Fa. Dr. Valentin Energie-Software kann erstmals eine 3D-Visualisierung von PV-Systemen mit Verschattungsberechnung auf der Basis von 3D-Objekten durchführen.

Das Programm berechnet anhand der eingegebenen Objekte die Häufigkeitsverteilung der Verschattung für die Modul-Belegungsfläche und zeigt das Ergebnis grafisch an. Dadurch kann eine Vorentscheidung über die Belegung einer Dachfläche getroffen werden. Durch die Visualisierung im 3D-Modus erhält der Anwender Aufschluss über die konkreten Schattenverläufe im Tages- und Jahresverlauf. Der gesamte Bedienungsablauf ist konsequent in Arbeitsschritte aufgeteilt, die das Arbeiten wesentlich erleichtern:

Terrainansicht, Gebäudeansicht, Modulbelegung und Modulverschaltung.

MODELLIERUNG DER UMGEBUNG UND DER BELEGUNGSFLÄCHE

Aus einer Sammlung häufig vorkommender Gebäudetypen wird ein Bezugsgebäude ausgewählt und angepasst. Hierbei ist es möglich, die einzelnen Teildachflächen über die Eingabe von Dachüberständen und Sperrflächen millimetergenau abzubilden. Der Nutzer kann mithilfe des Programms jederzeit die

umliegenden, Schatten verursachenden Objekte, wie etwa weitere Gebäude, Bäume und einfache Objekte (Mauern, Masten etc.), einstellen und anpassen.

SPERRFLÄCHEN UND ABSCHATTUNGS-OBJEKTE AUF DEM DACH

Nachdem die Dimensionierungsarbeiten am Bezugsgebäude abgeschlossen sind, können im nächsten Arbeitsschritt entweder Sperrobjekte wie Fenster und vielfältig skalierbare Sperrflächen sowie die Schatten verursachenden Objekte wie

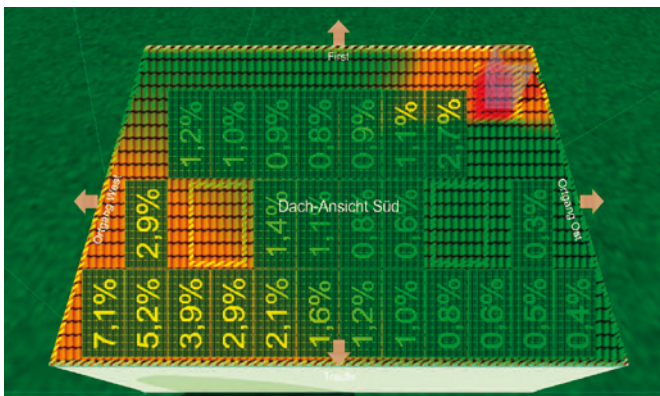


Abb.2: Schatten-Häufigkeitsverteilung

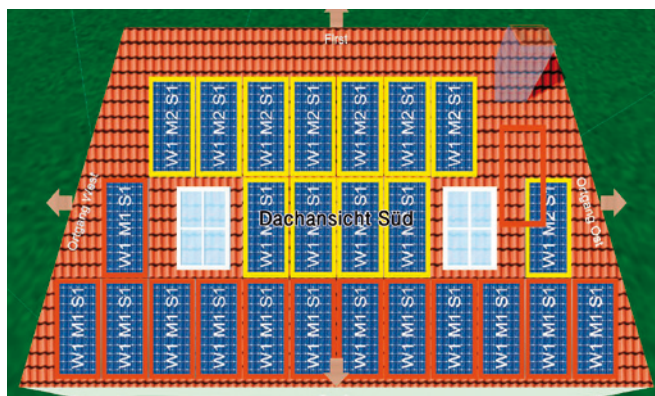


Abb.3: Modulverschaltung

So sieht ein Handy für Solarinstallateure aus.



- ✓ Handliches, robustes Gehäuse
- ✓ Drahtlose Verbindung zum Sensor
- ✓ Bedienungsfreundliches Farbtouch-Display
- ✓ Messbar: einzelne Module oder ganze Strings
- ✓ Einstrahlungswerte: zwei Referenzzellen am Sensor
- ✓ Komplettsset mit Koffer

Und so einfach lassen sich damit PV-Anlagen anrufen.

Ein Klick und der TRI-KA Kennlinienanalysator misst Leistung, Kurzschlussstrom und Leerlaufspannung der Solaranlage. Einfacher und schneller lässt sich die Ist-/Soll-Leistung nicht vergleichen. Mehr Infos über Anwendung und Schulung unter: www.tri-ka.com



Effizienter gehts nicht.

Kamine und Gauben auf den Flächen des Bezugsobjektes positioniert und skaliert werden.

MODULBELEGUNG

Die verbleibenden Belegungsflächen können automatisch mit der maximal möglichen Anzahl des ausgewählten Modultyps belegt werden. Es ist aber auch eine manuelle Belegung möglich.

Die Zuordnung der Module zu den einzelnen Strängen erfolgt automatisch vom Programm. Der Nutzer kann diese Zuordnung aber aufgrund der Abschattungssituation optimieren. Bei einer horizontal verlaufenden Teilabschattung kann eine entsprechende horizontale Strangverschaltung gewählt werden, so dass nicht mehrere Stränge, sondern nur ein Strang verschattet wird. Es ist auch möglich,

ERSTELLUNG EINES PROJEKTBERICHTES

Nach Abschluss der Ertragssimulation wird vom Programm ein Projektbericht mit allen relevanten Informationen bezüglich Einstrahlung und Verschattung erstellt. Um sich einen schnellen Überblick zu verschaffen, kann der Anwender auch sofort einen Kurzbericht wählen, Abb.5.



Abb.4: Schattenanalysator SunEye im Einsatz vor Ort

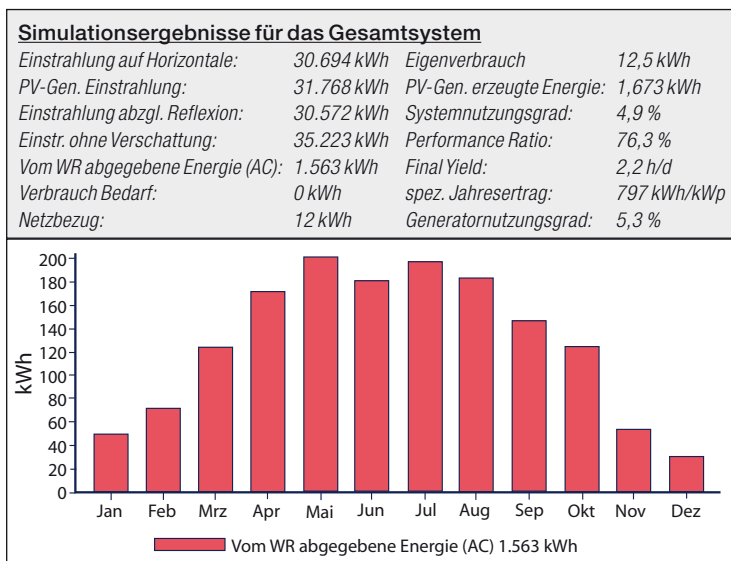


Abb.5: Auszug aus dem Projektbericht (PV*SOL Expert)

SCHATTEN-HÄUFIGKEITSVERTEILUNG

Der Anwender kann sich zu jedem Zeitpunkt der Simulation die jährliche Einstrahlungsminderung für jeden Punkt der Belegungsfläche und für jedes Modul anzeigen lassen, um zu entscheiden, ob ein Modul eventuell entfernt wird. So ist in Abb.2 beispielsweise die linke untere Ecke der Dachfläche stärker verschattet als der Rest der Dachfläche. Hier kann der Anlagenplaner entscheiden, ob einzelne Module entfernt oder verschoben werden. Während des gesamten Programmablaufs stehen dem Nutzer umfangreiche Animationshilfen zur Verfügung, über die er sich die jeweilige Schattenkonstellation verdeutlichen lassen kann, Abb.1.

OPTIMIERUNG DER MODULVERSCHALTUNG

Die eingesetzten Module werden vom Anwender mit Wechselrichtern verschaltet.

einzelne Module einem bestimmten Strang zuzuordnen, um eine Gruppierung von PV-Modulen mit ähnlichen Einstrahlungsbedingungen zu erreichen, Abb.3.

ERTRAGSSIMULATION

Ist die Wechselrichterverschaltung abgeschlossen, wird in der Software eine Ertragssimulation unter Berücksichtigung des Einflusses von Bypassdioden und der Teilverschattung jedes Moduls durchgeführt. Das Simulationsprogramm berücksichtigt hierbei die interne Zellverschaltung der PV-Module. Der Anwender kann optional die Anzahl der Bypassdioden sowie auch die interne Zellverschaltung definieren. Beispielsweise ist bei einem horizontal verschatteten, kristallinen PV-Modul eine horizontale Zellverschaltung und eine seitliche Anordnung der Bypassdioden sinnvoll, weil ein Durchschalten der betroffenen Bypassdiode nur eine begrenzte Anzahl an Zellsträngen stilllegen würde.

VERSCHATTUNGSANALYSE AUF KNOPFDRUCK

Neben der Verschattung durch naheliegende 3D-Objekte berücksichtigt das PV*SOL Expert auch weiter entfernte Objekte – die sogenannte Horizontverschattung. Dies kann über Standard-Horizontverschattungen oder über eine manuell erstellte Horizontverschattung optimal erfolgen.

Die Horizontverschattung kann allerdings auch mit speziell für diesen Zweck entwickelten Geräten ermittelt werden. Meist erfassen diese den Verlauf der realen Horizontlinie, indem mit einem Fischaugenobjektiv die Umgebung fotografiert wird.

Dies ermöglicht das Einlesen von Horizontverschattungen, die mit dem Schattenanalysator SunEye™ der Firma Solmetric erstellt wurden. Das Produkt erhielt beim 23. Photovoltaik-Symposium in Bad Staffelstein den

2. Preis in der Kategorie „Innovativstes Produkt“. Es ist der Schattenanalysator mit dem derzeit größten Funktionsumfang. Das Solmetric-Gerät stellt eine vollständige Sonnenverfügbarkeits- und Schattenanalyse in einem integrierten, tragbaren Gerät für verschiedene Anwendungen bereit. Hiermit können die Nutzer exakte Umgebungsanalysen und schnelle Simulationen vornehmen und so Ergebnisse über die zu erwartende Sonneneinstrahlung erhalten.

Außerdem lassen sich »was-wäre-wenn«-Fragen beantworten. So können sowohl im Gerät mittels Touchscreen als auch in der mitgelieferten Software klar erkennbare Hindernisse wie z.B. schattenwerfende Bäume aus dem Digitalfoto herausretuschiert oder ein künftiges Haus auf dem bislang unbebauten Nachbargrundstück eingefügt werden. Ein großer Vorteil dabei ist, dass sofort festgestellt werden kann, wieviel zusätzliche Energie produziert werden würde bzw. entfällt, falls man die Hindernisse entfernt oder neue Hindernisse entstehen. Möglichkeiten zur Anlagenoptimierung bieten sich auch, weil der Installateur mit dem Gerät jene Teile der Dachfläche auffinden kann, auf die nie ein Schatten fällt und andere Bereiche, die regelmäßig verschat-

tet sind. Diese Angaben können dann bei der Verschaltung der Module berücksichtigt werden. Diese Funktionen des Solmetric-Gerätes machen es einfach und benutzerfreundlich. Das All-in-One-Gerät ist mit integriertem Fischaugenobjektiv und Digitalkamera, Kompass, Wasserwaage und Touchscreen sowie Schutzabdeckung ausgestattet.

BESTIMMUNG DER REALEN HORIZONTVERSCHATTUNG

Zuerst muss der Schattenanalysator nach Süden ausgerichtet werden. Hierzu kann der einbaute Kompass genutzt werden. Vor der eigentlichen Aufnahme der Horizontallinie muss auch eine möglichst genaue Ausrichtung des Gerätes gewährleistet sein. Dies kann durch eine im Gerät integrierte Libelle kontrolliert werden. Hierzu wird es am besten auf ein Stativ montiert.

Anschließend schießt man ein Foto, das den gesamten Horizont abbildet. Aus den Standortkoordinaten berechnet die integrierte Software die Sonnenlaufbahn und ermittelt anhand der Horizontallinie die durchschnittliche Verschattung in Prozent.

Messergebnisse, eine grafische Darstellung der Sonnenpfade für die Breiten- und Längengrade des Standorts sowie eine

Bestimmung der jährlichen, jahreszeitlichen, monatlichen und viertelstündlichen Abschattungs-Prozentsätze liegen sofort vor. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die automatische Anpassung der Daten für die magnetische Deklination eines bestimmten Standorts. Es können über 50 Standortmessungen im tragbaren Gerät gespeichert werden.

Die Daten können an einen Desktop-PC zur späteren Überprüfung und Weiterbearbeitung gesendet werden. Die Desktop-Software für PCs erzeugt automatisch Berichte und exportierte Datendateien. Spezielle Beispiele für die Dateien sind im Benutzerhandbuch zum Herunterladen verfügbar unter: www.soleg.de/Downloads/Verschattungsanalyse/SunEye.

Im Menüpunkt „Bearbeiten“ können der eingezeichnete freie Himmel bzw. die Schatten verursachenden Hindernisse geändert werden. Die neuen Berechnungen ermöglichen es, die unterschiedliche Sonnenverfügbarkeit zwischen den derzeitigen Bedingungen und hypothetischen Bedingungen zu sehen.

Autor

*Carsten Bleske, Software-Entwickler,
Dr. Valentin EnergieSoftware, Berlin*

Foto / Grafiken: Valentin

www.valentin.de