

DURCH DIE CLOUD ZUR SONNE

Wie intelligente Systeme die Stromerzeugung optimieren

>> von Maximilian Engelsberger und Thomas Greiner >
Herkömmliche Photovoltaik-Dachanlagen auf Industriegebäuden oder Privathaushalten nutzen – selbst bei günstiger Südausrichtung – ihr Potential nur für kurze Zeit am Tag voll aus. Aufgrund der Eigenrotation der Erde ändert sich der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen beständig mit der Uhrzeit. Der höchste Ertrag ergibt sich jedoch nur dann, wenn die beschienene Fläche möglichst groß ist, d.h. wenn die Photovoltaikfläche im rechten Winkel zu den einfallenden Sonnenstrahlen ausgerichtet ist.

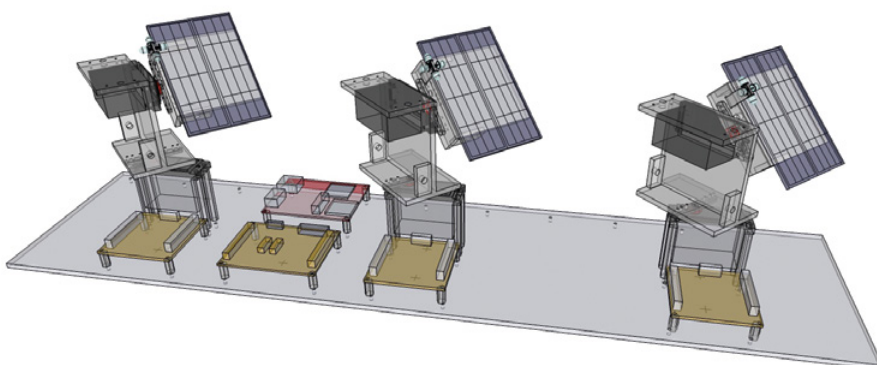
Immer der Sonne nach

Abhilfe schaffen sogenannte Solartracker. Diese führen die Solarmodule der scheinbaren Bewegung der Sonne am Taghimmel nach. Aber auch diese Systeme haben entscheidende Nachteile: sie sind aufwändig zu konfigurieren, da sie individuell an den jeweiligen Aufstellungsort angepasst werden müssen. Die elektro-mechanischen Komponenten sind außerdem fehleranfälliger und wartungsintensiver als starre Anlagen. Eine solche mechanische Konstruktion reagiert, im Vergleich zu einer fest montierten Anlage, zudem viel empfindlicher auf Wettereinflüsse wie Sturm, Hagel oder Schnee. Dazu kommen weitere systembedingte Nachteile: Um die Kosten zu senken, wählen die meisten Hersteller günstige Nachführsteuerungen, manche verzichten sogar komplett auf digitale Regler. Damit können aber nur vereinfachte Nachführungen realisiert werden.

Nach der Sonne oder nach den Wolken

Grundsätzlich gibt es zwei Methoden, ein Solarmodul der Sonne folgen zu lassen: Bei der sogenannten astronomischen Nachführung weiß der Solartracker, auf welcher geografischen Position sich die Anlage befindet und kann mit Hilfe des Datums und der Uhrzeit die aktuelle Position der Sonne errechnen und damit die Ausrichtung des Solarmoduls anpassen. Damit können tages- und jahreszeitliche Positionsänderungen der Sonne berücksichtigt werden, nicht aber Änderungen der lokalen Umgebung, wie z.B. ein ganz oder teilweise bewölkter Himmel. Schiebt sich eine Wolkenbank vor die Sonne, kann das Solarmodul weniger Leistungsertrag erbringen als z.B. bei Ausrichtung auf einen blauen Himmelsbereich, eine weiße Hauswand oder einen von Schnee bedeckten Berghang. Diese Anforderung löst die sogenannte sensorische Nachführung. Hierbei ermitteln Lichtsensoren den momentan hellsten – und damit ergiebigsten – Punkt am Himmel. Doch auch dieses Verfahren hat Nachteile: Neben Sensorstörungen oder dem „Festhängen“ auf lokalen Beleuchtungsmaxima besteht die Gefahr einer negativen Energiebilanz, wenn z.B. kurzzeitige Beleuchtungsschwankungen oder Reflexionen zu häufigen Positionsänderungen der Anlage führen, für welche ständig Antriebsenergie verbraucht wird.

Demonstrator des Solartrackers mit drei unabhängigen Photovoltaikmodulen



Effizientere Methoden, um die optimale Ausrichtung eines Solartrackers – unter Einbeziehung aller verfügbaren Daten – zu verbessern, sind denkbar, erfordern allerdings aufwändigere Algorithmen und damit mehr Rechenleistung. Dies wiederum macht eine solche Nachführsteuerung deutlich teurer in Hinsicht auf Kosten für Entwicklung, Anschaffung, Betrieb und Wartung. Die am Institut für Smart Systems und Services der Hochschule Pforzheim entwickelte Lösung verfolgt ein anderes Konzept: Warum einen Solartracker mit einer aufwändigen Steuerung ausstatten, wenn auch eine vereinfachte Steuerung in Verbindung mit einem Internetzugang ausreicht? Die Idee beruht darauf, die grundlegende und rechentechnisch relativ einfache astronomische Steuerung auf dem Tracker ablaufen zu lassen. Aufwändigere Verfahren werden dann mittels weltweit zugänglichem Cloud Computing bereitgestellt. Dort wird die nächste sinnvolle Stellposition berechnet und zurück an den Tracker übertragen.

Sicher durch die Wolken: Standortvorteil nutzen

Einer der wesentlichen Vorteile „der Cloud“ liegt darin, dass kostengünstig Rechenkapazität und Speicherplatz zur Verfügung steht. Genau der richtige Ort, um aufwändige Berechnungen durchzuführen. Nicht nur für eine einzige Anlage: Je mehr Tracker über die Cloud gesteuert werden, desto schneller rechnet sich dieser Ansatz auch wirtschaftlich. Der Tracking-Algorithmus kann durch Analyse der aktuellen und vergangenen Sensorwerte entscheiden, ob ein astronomisches oder ein sensorisches Tracking effektiver ist und entsprechend adaptiv zwischen beiden Verfahren wechseln. Kurzzeitige Reflexionen können so verworfen, langfristige Beleuchtungsänderungen hingegen berücksichtigt werden. Auch eine Plausibilitätsprüfung der Sensorwerte wird durchgeführt: Ist ein Sensor verschmutzt oder anderweitig gestört, führt dies nicht zu einem fehlerhaften Tracking und somit schlimmstenfalls zu einem erheblichen Leistungsabfall des Solarkraftwerks. Stattdessen wird der betroffene Sensor von der Verarbeitung isoliert und – sofern vorhanden – werden andere Sensordaten genutzt. Die Ergebnisse der Analysen und Berechnungen werden in Form neuer Positionierungsdaten zurück an die Anlage gesendet. Die Energieausbeute kann sofort gemessen und in die weitere Trackingoptimierung einbezogen werden.

In weiteren Ausbaustufen können etwa Wetterberichte und Live-Daten von Windmessstationen in die Algorithmen integriert werden, um im Notfall die Risiken von Schäden an der Anlage durch eine Minimierung des Windwiderstandes zu erreichen. Weitere wichtige Optionen sind schnelle Entwicklung, Erprobung und Überführung neuer Steuerkonzepte in den Produktivbetrieb. Eine aufwändige Anpassung der Software in den Solartrackern entfällt dann meist vollständig.

Maximilian Engelsberger

ist Doktorand des in Zusammenarbeit mit der Universität Tübingen angebotenen kooperativen Promotionskollegs „Entwurf und Architektur Eingebetteter Systeme“.

Professor Dr. Thomas Greiner

ist einer der beiden Sprecher des kooperativen Promotionskollegs.