

ENERGIE-FORSCHUNG

Ringen um den Wirkungsgrad

Photovoltaik und Windkraft müssen die Energiewende schultern. Wissenschaftler arbeiten an einer höheren Effizienz - mit Erfolg.

Bernward Janzing Freiburg

Nicht jeder Weltrekord hält vier Jahre lang - dieser schon: 46 Prozent - das ist aktuell das Nonplusultra in der Photovoltaik. Einen derart hohen Wirkungsgrad einer Solarzelle erreichte Ende 2014 das Fraunhofer ISE in Freiburg zusammen mit internationalen Partnern. Wenngleich dieser Weltrekord nur ein Laborwert ist fernab der industriellen Umsetzung, so lässt er doch bereits erahnen, dass auch in der Serienfertigung der Solartechnik noch erhebliche Fortschritte bevorstehen dürften. Aktuell kommen gute Zellen in der Massenfertigung auf 23 bis 24 Prozent.

Technische Fortschritte werden nötig sein: Weil in wenigen Jahren die letzten Atomkraftwerke in Deutschland vom Netz gehen und auch die Kohleverstromung langsam auslaufen soll, müssen die Alternativen an Effizienz gewinnen. Im Wesentlichen sind es die Photovoltaik und die Windkraft, die die Energiewende zu schultern haben. Die anderen Erneuerbaren, wie Wasserkraft und Biomasse, sind in Deutschland schon weitgehend ausgereizt.

Forscher suchen daher sowohl in der Solarindustrie wie der Windtechnik nach innovativen Werkstoffen und Verfahren, um die Ausbeute weiter zu erhöhen oder die Kosten weiter zu senken. Speziell bei der Windkraft, bei der die Größe der Rotorblätter maßgeblich den Ertrag bestimmt, gilt es, auch die logistischen Herausforderungen zu meistern, die sich aus der Größe der Anlagen ergeben.

/// Der Klassiker ist ausgereizt // .

In der Photovoltaik wird an ganz neuen Zellkonzepten gearbeitet, weil sich der Wirkungsgrad der klassischen Zelle auf Basis von Silizium schon aus physikalischen Gründen nur noch in Maßen steigern lässt. Heute liegt der Weltrekord der Siliziumzellen - die hochwertigsten sind jene aus Einkristallen - bei 26,6 Prozent. Aufgestellt wurde er von der japanischen Firma Kaneka. Weitere Steigerungen sind sehr mühsam, weil man dem theoretischen Maximum dieser Technik, das bei normalem Sonnenlicht 29,4 Prozent beträgt, schon nahe ist.

Mehr Strom lässt sich allerdings erzeugen, wenn man weitere Schichten auf die Zelle aufträgt. Ein Beispiel ist eine Mehrfachsolarzelle, deren Silizium mit Schichten aus Gallium-Indium-Phosphid und Gallium-Arsenid überzogen ist. In diesem Fall absorbiert die oberste Lage vor allem das sichtbare Licht, die mittlere einen Teil des sichtbaren Lichts und gewisse Infrarotanteile und die untere dann langwelligeres Infrarot. Im Labor wurde damit schon eine Stromausbeute von 33,3 Prozent erzielt. Für den Weltrekord von 46 Prozent waren sogar vier Schichten nötig.

Als Hoffnungsträger der Photovoltaik gelten derzeit außerdem die Perowskite. Das ist eine Gruppe von Mineralien mit besonderer Kristallstruktur. Werden diese hauchdünn auf dem Silizium aufgebracht, erhöhen auch sie die Ausbeute. Allerdings ist bei diesen Zellen die Langzeitstabilität noch nicht gesichert.

Somit dürften zumindest in den kommenden fünf Jahren weiterhin die klassischen Siliziumzellen den Markt dominieren. Aber auch bei diesen tut sich einiges: Als großes Thema am Markt gelten aktuell die bifazialen Zellen. Das bestätigt Andreas Bett, Leiter des Fraunhofer ISE in Freiburg. Bifaziale Zellen fangen auf beiden Seiten Licht ein und machen es zu Strom. Das Verfahren kann je nach Montage für gute Zusatzausbeute sorgen. So können Module auch als Verschattungselemente an Gebäuden eingesetzt werden - und erhalten noch von unten diffuses Licht. Neue Wege der Kontaktierung haben diese Zellenart möglich gemacht.

/// Impulse von Gründern // .

Neben der Steigerung der Ausbeute - sei es beim Silizium oder mit neuen Materialien - ist auch weiter die Kostensenkung bei klassischen Zellen ein Thema. Hier will die Firma Nexwafe, eine Ausgründung aus dem ISE, Maßstäbe setzen. Sie wird in Bitterfeld im kommenden Jahr eine Fertigung aufbauen, die 2020 in Betrieb gehen soll. Eine Pilotfertigung gibt es bereits in Freiburg.

Das Start-up setzt auf eine völlig neue Art der Waferherstellung. Bislang nämlich werden die zumeist 180 Mikrometer dünnen Siliziumscheiben, aus denen die typischen Solarzellen aufgebaut sind, mittels Drahtsäge aus Blöcken geschnitten. Fast die Hälfte des aufwendig produzierten Siliziumkristalls wird dabei zu Staub zerrieben. Nexwafe hat nun eine Technik zur

Industriereife gebracht, die es ermöglicht, die Kristallplättchen direkt per Abscheidung aus der Gasphase in der gewünschten Dicke auf einem Saatkristall zu züchten - Epitaxie nennt man das in der Kristallografie. "Wir klonen quasi Siliziumkristalle", sagt der Physiker Stefan Reber, der Nexwafe leitet. Ohne Sägeverlust wird die Schicht dann vom Träger abgelöst und als Wafer wie üblich weiterverarbeitet zur Solarzelle.

/// Höhere Windernte im Blick //

Auch in der Windkraft sind die innovativen Ansätze vielfältig - von neuen Werkstoffen bis zur Optimierung der Flügelprofile. Gerade die Logistik birgt Herausforderungen - speziell in den Mittelgebirgen. Dort sind nämlich einerseits die Winde oft schwächer als an der Küste, was längere Rotorblätter sinnvoll macht, andererseits aber die Wege auf die Höhen oft steil und kurvig. Mit Rotorblättern von mitunter schon über 70 Meter Länge lassen sich die Wege durch die Wälder der Mittelgebirge nicht immer leicht bewältigen.

Deshalb setzt GE Renewable Energy bei einer neuen Anlagengeneration der Fünf-Megawatt-Klasse auf zweigeteilte Rotorblätter. Damit können große Anlagen auch an Orten installiert werden, die zuvor nicht zugänglich waren. "Die Logistikkosten werden erheblich reduziert, indem der Zusammenbau der Rotorblätter vor Ort ermöglicht und die Kosten für Ausrüstung und Straßenarbeiten gesenkt werden", betont die Firma. Duncan Berry, Chef der LM Wind Power, die zur GE Renewable Energy gehört, spricht von einer "aufregenden Rotorblatt-Erweiterung".

Weiterhin optimiert werden auch die Flügel, etwa durch Elemente, die man in der Branche als "Aero Add-ons" bezeichnet. Zu diesen Konstruktionen, die oft der Bionik entstammen, zählen zum Beispiel kleine Kämme an den Abrisskanten der Flügelblätter, die Strömungsgeräusche reduzieren, oder eine neue Formgebung an der Blattwurzel oder Flügelspitze. Besonders an den Spitzen, wo das Drehmoment am größten ist, bringen optimierte Formen Vorteile, weshalb einige Anlagen schon mit Winglets arbeiten, also gebogenen Flügelspitzen.

/// Supraleiter für Generatoren //

In der Gondel, dem Maschinenhaus der Windkraftanlage, geht es vor allem um höhere Effizienz und um höhere Leistungsdichten, denn so lässt sich die Größe reduzieren. Das könnte - die große Vision für die kommenden Jahrzehnte - der Supraleiter leisten. So könnte laut Konzept die Generatorwicklung aus einem supraleitenden Material gefertigt und so weit heruntergekühlt werden, dass der elektrische Widerstand praktisch auf null sinkt. Folglich können die Leiterquerschnitte drastisch reduziert werden. Vorteile wären eine kompakte Bauform und eine geringe Turmkopfmasse.

Das Fraunhofer-Institut für **Windenergiesysteme** (Iwes) hat auf seinem Gondelprüfstand in Bremerhaven bereits einen Generator mit Supraleiter bei minus 240 Grad Celsius getestet. Die Wissenschaftler sind zufrieden: Das System spare 40 Prozent Gewicht - verglichen mit einem durch Permanent-Magneten erregten Synchrongenerator. Nächster Schritt ist der Aufbau einer Testanlage mit Supraleiter in Dänemark.

Neue Werkstoffe sind auch beim Bau der Rotorblätter ein Thema. Schon heute kommen bei den langen Flügeln vermehrt Verbundstoffe mit Carbonfasern zum Einsatz, weil diese noch stabiler sind als Glasfasern.

Künftig sollen auch Nanomaterialien verwendet werden. Kohlenstoffnanoröhren könnten das Gewicht der Rotorblätter weiter verringern und die Stabilität erhöhen. Noch sind die Ideen im Forschungsstadium. Doch gearbeitet wird auch an Nano-Oberflächenbeschichtungen, die Eisbildung und Verschmutzung auf den Rotorblättern reduzieren können.

Die Digitalisierung beschleunigt Innovationen: "Digitale Zwillinge sind auch in der Windkraft ein großes Thema", sagt Iwes-Leiter Andreas Reuter. Das sind Modelle, die eine konkrete Windkraftanlage kontinuierlich digital widerspiegeln, und somit eine optimierte Analyse von Betriebszuständen und Verschleiß erlauben.

Mit dem Fortschreiten der **Energiewende** kommen neue Aufgaben auf Windräder zu. Werden Großkraftwerke abgeschaltet, die dem Netz Stabilität verleihen, müssen **Erneuerbare** die Aufgabe übernehmen. Hier spielen zurzeit etwa Rotoren der Generatoren in Kohle- oder Gaskraftwerken eine wichtige Rolle. Windräder der Zukunft werden die sogenannte Trägheit der rotierenden Massen elektrotechnisch simulieren, um Frequenzschwankungen abzuf puffern.

Kasten: ZITATE FAKTEN MEINUNGEN

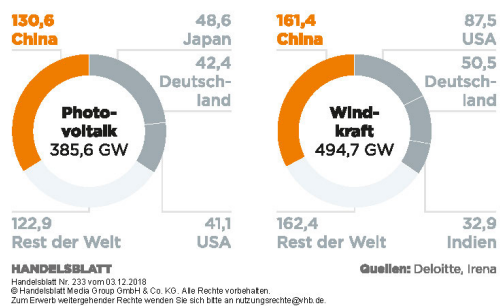
46 Prozent beträgt der höchste Wirkungsgrad einer Solarzelle.

Quelle: Fraunhofer

Janzing, Bernward

China dominiert

Die größten Solar- und Windenergiemärkte 2018
nach Leistung in Gigawatt (GW)



Quelle: Handelsblatt print: Nr. 233 vom 03.12.2018 Seite 050

Ressort: Specials

Serie: Klima und **Energie** (Handelsblatt-Beilage)

Branche: ENE-01 Alternative **Energie** B

Dokumentnummer: ED974C29-4987-4629-B271-7E522FC94FD7

Dauerhafte Adresse des Dokuments:

https://www.wiso-net.de/document/HB_ED974C29-4987-4629-B271-7E522FC94FD7%7CHBPM_ED974C29-4987-4629-B271-7

Alle Rechte vorbehalten: (c) Handelsblatt GmbH

GENIOS © GBI-Genios Deutsche Wirtschaftsdatenbank GmbH