



Industriennah forschen: Wissenschaft findet längst nicht mehr in verstaubten Hinterzimmern statt. Neue Verfahren werden in Laboren auf modernsten Maschinen getestet, damit Hersteller sie schnell umsetzen können.



Hoffnungs- Schimmer

Die Krise der Photovoltaikhersteller gefährdet die Spitzenstellung der deutschen Solarwissenschaft. Doch Deutschlands Labore sind voll mit Neuerungen, die der Industrie zu frischer Wettbewerbskraft verhelfen könnten. Mit gezielter Politik wäre es möglich, Fortschrittsinvestitionen zu erleichtern.

Text: Sascha Rentzing, Fotos: Andy Ridder

Ist die Sache wirklich gelaufen? „Aus der Traum“, „Das Ende der deutschen Solarzelle“ oder „Untergang der Solarindustrie“, mit solchen Überschriften lassen die Medien derzeit keinen Zweifel aufkommen: Der Standort Deutschland hat für die Solarproduktion abgewirtschaftet. China dreht die Preisschraube radikal nach unten – und Hersteller in Deutschland müssen reihenweise Insolvenz anmelden, weil sie nicht mehr mithalten können, so die Argumentation.

Bewahrheitet sich diese düstere Prognose, kann die Solarforschung gleich mit einpacken. „Sie ist stark anwendungsorientiert und muss für Fortschritte ihre Ergebnisse schnell auf echte Produktionen übertragen“, erklärt Michael Powalla, Vorstandsmitglied des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). Ohne Rückkopplung mit der Industrie stagniert die Wissenschaft. Dabei waren die rund 70 solarforschenden Institute und Labore in Deutschland drauf und dran, der US-amerikanischen Solarforschung die weltweite Führungsrolle streitig zu machen: In allen Bereichen der Photovoltaik (PV), von den organischen Solarzellen bis hin zu den Konzentratormodulen, haben sich die Deutschen inzwischen Wirkungsgradrekorde gesichert (siehe Grafik).

Unbestritten: Die Solarindustrie steckt in großen Schwierigkeiten. Die chinesischen Hersteller haben mit staatlicher Hilfe riesige Fabriken errichtet und so massive Überkapazitäten geschaffen. Analysten schätzen, dass 2012 weltweit rund 30 Gigawatt (GW) an PV-Leistung installiert werden – bei einer globalen Produktionskapazität von 50 GW. Daher müssen Hersteller ihre Module teilweise unter Fertigungskosten verkaufen. „Der Wettbewerbsdruck ist wahnsinnig hoch“, sagt der Analyst Matthias Fawer von der Schweizer Bank Sarasin.

Weniger Geld für neue Zellen

Einigen Firmen geht bereits die Puste aus. Mit Inventux hat im Mai schon der vierte deutsche Modulhersteller Insolvenz angemeldet (siehe Seite 73). Und die Liste der Krisengeschüttelten könnte unter den schwierigen Marktbedingungen schnell noch länger werden.

Allmählich spüren auch die Institute und Labore die Krise. „Wir wachsen langsamer als in den vergangenen Jahren“, sagt Stefan Glunz, Leiter der Zellenforschung am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg. Was das ISE über Jahre hinweg beflügelte, wird nun zum Problem: Es ist eng verwoben mit der deutschen Solarindustrie; über die Hälfte ihres

Geldes verdienen die Freiburger über Industrie-Projekte, die sie selbst akquirieren. Diese Akquise ist deutlich schwieriger geworden. Das Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH) hat ähnliche Schwierigkeiten. „Die Aufträge für reine Zellenentwicklung werden weniger“, sagt Jan Schmidt, der am ISFH für Materialforschung zuständig ist.

Die Lösung klingt einfach: Solarforscher könnten zur Kompensation ihre Dienste auch den solventeren chinesischen Herstellern anbieten. Solarmaschinen aus Deutschland sind in Asien ein Renner. Große Ausrüster wie Centrotherm und Schmid exportieren 80 Prozent ihrer Anlagen für die Zellen- und Modulfertigung nach Fernost. Laborwissen müsste sich in China genauso gut verkaufen lassen. Doch in Wahrheit bietet das Land für deutsche Solarforscher kaum Perspektiven.

„Nachdem China gewaltige Produktionen aufgebaut hat, investiert es jetzt massiv in eigene Forschungs- und Entwicklungskapazitäten“, erklärt der Asienanalyst Stefan de Haan vom US-Marktforscher IHS iSuppli. Noch bedienen sich ausnahmslos alle großen chinesischen Hersteller bei ausländischen PV-Laboren. Suntech Power zum Beispiel, der größte Hersteller im Land, kooperiert eng mit der University of New South Wales in Sydney. Deren Wissenschaftler entwickelten schon in den 90er Jahren eine Siliziumzelle mit rekordverdächtigen 24,7 Prozent Wirkungsgrad. Einige Details dieser Zelle wie den so genannten selektiven Emitter, eine Schicht, die im Halbleiter generierte Ladungsträger besonders wirkungsvoll einsammelt, setzt Suntech bereits erfolgreich in der Serienfertigung um.

Doch die Firma baut inzwischen auch auf Expertise aus dem eigenen Land. „Wir kooperieren mit fünf chinesischen Hochschulen“, sagt Sprecher Björn Emde. Dieser Trend wird sich verstärken. Die chinesische Regierung hat beschlossen, dass der Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung am Bruttoinlandsprodukt von derzeit 1,75 Prozent bis 2020 auf 2,5 Prozent steigen soll. Durch massive Forschungsinvestitionen soll China von ausländischer Expertise und Technologie unabhängig werden.

Hoffen auf Bosch und Solarworld

Japan und die USA, die verbleibenden Länder mit nennenswerter Solarindustrie, sind längst unabhängig. Beide leisten sich eine eigene starke Solarforschung und wollen diese noch ausbauen. So will die amerikanische Regierung die Kosten für Solarstrom bis 2020 unter das Niveau von



Elektrolyse live: Im Labor lässt sich die Erzeugung von Wasserstoff aus Strom und Wasser sichtbar machen.



Mit Spannung erwarten Forscher des Fraunhofer ISE die Messdaten ihres neuen Batteriehybriden.

„Deutschland kann seine Technologieführerschaft nur mit hochqualifizierter Forschung und Entwicklung behaupten.“

Frank Stubenrauch,
Projekträger Jülich

Kohlestrom auf sechs Dollarcent pro Kilowattstunde drücken. Dafür pumpt das Department of Energy, das US-Energieministerium, viel Geld in die Labore: Voriges Jahr flossen im Rahmen des Sunshot-Förderprogramms 425 Millionen Dollar, umgerechnet rund 320 Millionen Euro, in die Solarforschung. Für dieses Jahr sind sogar 457 Millionen Dollar (343 Millionen Euro) veranschlagt – kein Land gönnt seinen Solarwissenschaftlern mehr Geld. Wozu also noch Wissen importieren?

Dennoch sind die deutschen PV-Forscher zuversichtlich. „Wenn die hiesige Solarindustrie jetzt schnell kostensenkende Innovationen her-

vorbringt, hat sie noch eine Chance. Dann wird in Deutschland weiterhin auch Spitzenforschung gefragt sein“, sagt ZSW-Vorstand Powalla.

Die Voraussetzung für ein Wiedererstarken der Industrie sind besser, als es derzeit den Anschein hat. Der Solar-Maschinenbau ist in Deutschland eine Bank. Sobald die globalen Überkapazitäten schwinden, werden allen voran die Chinesen in neue Linien investieren. Dann werden die Ausrüster auch wieder mehr neue Prozesse in den Laboren einkaufen, die sie für ihre neuen Maschinen evaluieren können.

Auch bei den deutschen Herstellern gibt es Lichtblicke: Bosch und Solarworld sind finanz- ►

„Man müsste die Chinesen mit ihren eigenen Waffen schlagen.“

Eicke Weber, ISE

30_Gigawatt PV-Leistung werden 2012 schätzungsweise weltweit installiert.

stark genug, um auch in kritischen Phasen in Forschung und Entwicklung zu investieren. Und beide bekennen sich klar zu ihren Standorten Arnstadt und Freiberg. „Wir sind überzeugt, dass sich ein Hightech-Produkt in Deutschland wettbewerbsfähig herstellen lässt“, sagt Boris Klebensberger, der bei Solarworld für das operative Geschäft verantwortlich ist.

Klebensberger spekuliert auf eine stark anziehende Weltnachfrage. Der europäische Solarindustrieverband Epia schätzt, dass sich die weltweiten jährlichen Solarinstallationen bis zum Jahr 2020 auf 100 GW verdreifachen werden. Kommen Bedarf und Produktionskapazitäten wieder ins Lot und normalisieren sich die Preise, hat auch der Produktionsstandort Deutschland eine Perspektive.

Selbst die insolvente Q-Cells kann bei weiter anziehender Nachfrage noch gerettet werden. In der Modulproduktion in Thalheim werde wie-

der an sieben Tagen die Woche gearbeitet, und die Voraussetzungen seien gut, dass das so bleibe, sagt Insolvenzverwalter Henning Schorisch. „Die Firma hat riesiges technologisches Potenzial.“

Forschen mit Praxisbezug

Den Neustart könnte Q-Cells unter anderem mit einem neuen, leistungsstärkeren Modul mit dem Namen Quantum schaffen. Test-Module aus multikristallinem Silizium erreichen auf der Q-Cells-Pilotlinie bis zu 18 Prozent Effizienz. Zum Vergleich: Derzeit gängige Multipaneele kommen im Schnitt auf 15 Prozent. Für Kostensenkungen sind Wirkungsgradgewinne elementar, denn jeder zusätzliche Prozentpunkt bringt deutliche Materialersparnisse.

Der Schlüssel zu hohen Wirkungsgraden liegt in den so genannten Perc-Zellen (Passivated Emitter and Rear Contact), mit denen die Quantum-Module bestückt werden. Bei Perc

Bleibt deutsche Solarforschung weltspitze?

Pro

„Die deutsche Solarforschung bleibt führend. Dass die Photovoltaik weltweit weiter wachsen wird, bestreitet keiner. Daher wollen große Hersteller wie Bosch langfristig auf Sonne setzen. Auch der deutsche Maschinenbau bleibt dank internationaler Aufträge stark. Wir glauben deshalb fest an die Zukunft des Industriestandorts und an weitere Forschungsaufträge. Zumal neue Themen hinzukommen: Neben der reinen Zellenentwicklung rücken Modul und System in den Vordergrund. Zellen- und Modulproduktion laufen künftig nicht mehr getrennt voneinander ab, sondern werden verheiratet – das bringt immense Kostenvorteile. Künftige Solarsysteme produzieren nicht nur Strom, sondern regeln intelligent den Verbrauch und entlasten das Netz. Wir werden viel rechnen und simulieren müssen. Dank der optimalen Forschungsförderung in Deutschland können wir die neuen Themen sehr gut besetzen.“



Jan Schmidt

ist Leiter der Abteilung Photovoltaik am Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) und Professor für Mathematik und Physik an der Leibniz Universität Hannover.

Contra



Peter Frey

ist Geschäftsführer des ostdeutschen Firmenclusters Solarvalley Mitteldeutschland. Er hat zuvor lange Jahre als Dünnschichtforscher gearbeitet.

„Wie die deutsche Photovoltaikforschung derzeit aufgestellt ist, hat sie keine Chance. Ihr Dilemma ist, dass sie stark anwendungsorientiert und somit auf Aufträge aus der Industrie angewiesen ist. Zwar hat sie zuletzt wirkliche Fortschritte gemacht und genug Innovationen in der Pipeline. Doch findet sich derzeit kein Hersteller und kein Maschinenbauer, der dafür Geld gibt; Kredite sind momentan schlicht nicht verfügbar. Wenn Institute von guten Aufträgen sprechen, ist das nur die Agonie vor dem Sterben. Kreditbürgschaften für Hersteller in Europa wären ein Rettungsanker. Doch die Chancen dafür sind eher mäßig. Aus meiner Sicht haben Industrie und Forschung in Deutschland nur eine Überlebenschance: Sie müssen sich schnell erweitern und Alleinstellungsmerkmale entwickeln; Lösungen für die Gebäudeintegration oder Netzmanagementsysteme zum Beispiel gehen nicht mit Massenware aus China.“



geht es vorrangig darum, Stromverluste zwischen Halbleiter und den metallenen Kontakten an der Rückseite der Zellen durch eine zusätzliche Barrierschicht zu reduzieren.

„Für diese Innovation haben in Deutschland alle an einem Strang gezogen“, erklärt ISFH-Forscher Schmidt, dessen Institut an der Entwicklung der Perc-Zelle federführend beteiligt war. „Aus unserer Sicht ist Perc derzeit das Non-plus-ultra unter den kristallinen Zellen.“ Und die Labore haben noch weitere neue Technologien im Köcher, mit denen sie die Hersteller für den Wettbewerb fit machen und so die Basis für ihre eigene Zukunft schaffen können. Besonders bei der marktdominierenden kristallinen Siliziumtechnologie können die Produzenten aus dem Vollen schöpfen. So bieten ISE und ISFH alle Arten von Rückkontaktzellen an. Keine andere Siliziumzelle verspricht höhere Wirkungsgrade: Rückkontaktzellen tragen sämtliche Stromanschlüsse auf der Rückseite und sammeln dank der verschattungsfreien Front besonders viel Licht ein. Die wirkungsvollste dieser Zellen, der monokristalline Rückseitensammler, wandelt Sonnenstrahlen mit mehr als 20 Prozent Effizienz in Strom um.

Hohe Effizienzen sind der eine, Rohstoffersparnisse der andere Ansatz für Kostensenkungen. „Wir arbeiten an einer Zelle, die mit nur sieben Mikrometer Dicke bis zu 25 Mal dünner ist als gängige Siliziumzellen, aber mit 18 Prozent Wirkungsgrad mindestens genauso effizient“, beschreibt Schmidt das neueste Projekt des ISFH. Dafür lösen die Hamelner Forscher mit einem

speziellen Verfahren hauchdünne Schichten von einer Siliziumscheibe und verarbeiten diese Schichten dann gleich zu Modulen, indem sie sie mithilfe von Lasern direkt auf Glas applizieren und seriell verschalten. Das spart Material und vereinfacht die Herstellung.

Führend sind deutsche Solarforscher mittlerweile auch bei den Konzentratorzellen, einer neuen Solartechnologie, der Experten starkes Wachstum voraussagen (siehe Seite 62). Dabei bündeln Linsen Licht mit bis zu 1000-facher Konzentration auf winzige Hocheffizienz-Zellen, so genannte Stapelzellen. Dank ihres hohen Wirkungsgrads soll die Technologie in sonnenreichen Regionen Solarstrom 20 bis 30 Prozent billiger produzieren können als herkömmliche PV-Systeme. Beim ISE arbeitet daher eine eigene Abteilung an der Weiterentwicklung der Konzentratoren. Ihre Erkenntnisse nutzt unter anderem der französische Halbleiterhersteller Soitec, der derzeit in den USA eine Massenfertigung für lichtbündelnde Module baut und damit große Solarparks ausstatten will. Da immer mehr Firmen in die Konzentrator-PV einsteigen, kann das ISE auf weitere Aufträge in diesem Segment hoffen.

Mehr Forschungsmittel

Der Bund stärkt den dualen Innovationsmotor von Wissenschaft und Wirtschaft, indem er die Mittel für die industriennahe Forschung kontinuierlich aufstockt. „Deutschland kann seine Technologieführerschaft nur mit hochqualifizierter Forschung und Entwicklung behaupten“, sagt Frank Stubenrauch vom Projektträger



Eigenbau: Am Fraunhofer ISE entwickeltes Lithium-Ionen-Modul mit integriertem Batteriemanagementsystem.

Die größten laufenden Forschungsvorhaben

Das BMU fördert vor allem industriennahe Projekte. So stellt es sicher, dass Innovationen schnell umgesetzt werden können. Das größte Entwicklungspotenzial sieht das Ministerium bei den klassischen Silizium-Solarzellen. In Forschungsvorhaben zur Effizienzsteigerung dieser Zellen und zur Entwicklung besserer Fertigungsverfahren fließen die meisten Mittel.

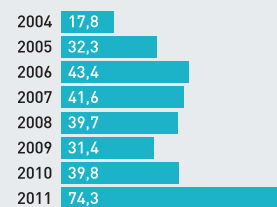
Empfänger	Laufzeit	Betrag in Mio. Euro	Thema
ISE	2008-2012	6,6	MASSE – Massenfertigungstaugliche Verfahren für monokristalline Solarzellen mit 20% Wirkungsgrad
Solarworld	2011-2012	6,0	SONNE – Silizium-Hocheffizienz-Zellen und -module, Teilprojekt Prozessentwicklung und -integration
ISFH	2011-2015	4,9	ForTeS – Entwicklung fortschrittlicher Technologien zur Effizienzsteigerung von Silizium-Solarzellen
ISFH	2010-2012	3,8	SHINE – Solarzellenprozess mit hoher Industrierelevanz
ISE	2010-2014	3,0	KoMGenb – Entwicklung von Konzentratormodulen

Legende:

ISE = Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, ISFH = Institut für Solarenergieforschung in Hameln, ZSW = Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Quelle: BMU

Neue Projekte

Fördersumme (Mio. Euro)



Um Innovationen voranzutreiben und die deutsche Solarindustrie zu stärken, hat das Bundesumweltministerium die Fördermittel im vorigen Jahr deutlich aufgestockt und mehr Forschungsprojekte bewilligt.

Quelle: BMU

Die besten Zellen

Die Photovoltaik fächert sich auf in vier Technologien. In allen Bereichen halten deutsche Forscher inzwischen Effizienzrekorde. Die Führungsrolle amerikanischer Wissenschaftler in der Solarforschung ist ins Wanken geraten.

Technologie	
Nanosolarzellen	
organisch	W: 10,7%; R: Heliatek, D
anorganisch	W: 10,1%; R: Konarka, USA
Farbstoff	W: 11,4%; R: NIMS, J
Dünnschichtzellen	
TFSI	W: 12,5%; R: United Solar, USA
CdTe	W: 17,3%; R: First Solar, USA
CIS	W: 20,4%; R: ZSW, D
Siliziumzellen	
multikristallin	W: 20,4%; R: ISE, D
monokristallin	W: 25%; R: NREL, USA
Konzentratorzellen	
einfach	W: 26,4%; R: ISE, D
mehrfach	W: 43,5%; R: Solar Junction, USA

Legende:
 W = Wirkungsgrad, R = Rekordhalter, ISE = Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, NIMS = National Institute for Material Science, NREL = National Renewable Energy Laboratory, ZSW = Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, TFSI = Dünnschichtsilizium, CdTe = Cadmium-Tellurid, CIS = Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid

Quelle: NREL

Jülich, der die PV-Forschungsprogramme für die öffentliche Hand umsetzt. Deshalb hat das Bundesumweltministerium (BMU) die Fördermittel für Kooperationsprojekte voriges Jahr auf rund 74 Millionen Euro nahezu verdoppelt. Das Bundesforschungsministerium (BMBF) sichert die Grundfinanzierung der Einrichtungen und ergänzt die anwendungsorientierte Projektförderung des BMU: Insgesamt etwa 40 Millionen Euro stellte das BMBF 2011 bereit.

Nach den Vorgaben des 6. Forschungsrahmenprogramms, das von 2010 bis 2014 gilt, soll die Solarforschung künftig noch stärker unterstützt werden. Die Bundesregierung plant, die Fördermittel für erneuerbare Energien von 2010 bis 2014 um rund 60 Millionen Euro auf 266 Millionen Euro aufzustocken. Zusätzlich fließen seit 2011 Forschungsgelder aus dem Energie- und Klimafonds, den Berlin zur beschleunigten Energiewende im vorigen Jahr eingerichtet hat. Dieses haushaltsunabhängige Sondervermögen wird mit den Erlösen aus der Versteigerung der CO₂-Zertifikate gespeist und soll für die Regenerativforschung von 40 Millionen Euro im Jahr 2011 bis 2014 auf 165 Millionen Euro mehr als vervierfacht werden.

Mit dem zusätzlichen Geld können die Wissenschaftler neue Themen besetzen. „Die Forschung muss sich erweitern, sonst verliert sie ihre Spitzenstellung“, sagt Peter Frey, Geschäftsführer des ostdeutschen Firmenclusters Solarvalley Mitteldeutschland. Das ist zwar zugespitzt, aber nicht ganz von der Hand zu weisen: Die netzverträgliche Integration der Sonnenenergie wird mit steigenden Solarstrommengen immer wichtiger.

Die ersten Firmen bieten zur Anpassung des Verbrauchs an die Erzeugung daher bereits Technologien an, die den Strom aus der Photovoltaik auch intelligent managen und überdies Netzdienstleistungen übernehmen. Neueste Solar-systeme sind in der Lage, bei Sonnenschein die Verbraucher im Haushalt über einen Regler automatisch zu aktivieren und Akkus im Keller anzusteuern, wenn überschüssige Energie vorhanden ist. Auch Wechselrichter übernehmen neue Funktionen: Moderne Geräte speisen bei Spannungsschwankungen Blindstrom ein und stabilisieren so das Netz. „Das System wird relevanter“, sagt Frey.

Von der Zelle zur Batterie

Noch sind smarte Solarsysteme teuer, da vor allem die Batterien bisher nicht wirtschaftlich sind. Doch die Forscher treiben Innovationen auf diesen Zukunftsfeldern rasch voran, damit sich

die Firmen hier schnell erfolgreich positionieren können. Fast alle Solarinstitute in Deutschland forschen mittlerweile an Batterien oder der Systemintegration der PV. „Es geht nicht mehr nur um Spitzenlaststrom, sondern wir kümmern uns um die Vollversorgung mit Solarstrom“, sagt ISE-Leiter Eicke Weber. So weit denkt man in anderen Solarnationen noch nicht: Während die junge chinesische Solarforschung noch die Grundlagen der PV studiert, bringt das US-Energieministerium weiterhin viele Millionen Dollar für die Dünnschichtforschung auf. Dabei ist fraglich geworden, ob die Dünnschicht überhaupt eine Zukunft hat. Weder bei der Effizienz, noch bei den Kostenreduktionen kann sie mit kristallinen Siliziumzellen Schritt halten.

Kredite für die Forschung statt für Banken

Bisher steht die deutsche Solarwissenschaft also auf einem sicheren Fundament. Forschungsgelder fließen gut und gezielt. Im marktdominierenden kristallinen Bereich geben deutsche Forscher daher seit Jahren den Ton an: Was an Zellenkonzepten und Fertigungsverfahren für diese Zellen existiert, ist in hiesigen Laboren verfügbar. Was an Technologien für Hersteller und Maschinenbauer relevant werden könnte, ist dort in der Entwicklung. Zudem ist das Zukunftsfeld Systemintegration identifiziert. Wenn China in einigen Jahren nach Möglichkeiten sucht, den fluktuierenden Sonnenstrom zu bändigen, verfügen deutsche Forscher und Ingenieure wahrscheinlich längst über die Lösung.

Um wirklich sicher zu gehen, dass Deutschland ein wichtiger PV-Standort bleibt, muss die Bundesregierung allerdings noch mehr tun. In China können Firmen dank staatlicher Bürgschaften unbegrenzt Kredite für Fortschrittsinvestitionen erhalten, in Deutschland müssen Unternehmen hart darum ringen. Das bremst die Kommerzialisierung von Innovationen und gefährdet die Stellung der Firmen. ISE-Chef Weber hätte eine Lösung: „Man müsste die Chinesen mit ihren eigenen Waffen schlagen.“

Weber schlägt ein Leuchtturmprojekt vor: Ein Firmenverbund etwa von Bosch, Q-Cells und Solarworld baut eine große, moderne Solarfabrik, die ein GW Module pro Jahr herstellen kann, und die Investitionen dafür würden staatlich abgesichert. „Wenn wir bereit sind, für Banken Kreditgarantien von 100 Milliarden Euro zu geben, muss das auch für eine Milliarde für die Schlüsselindustrie Solarindustrie möglich sein“, sagt Weber. ◀