Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 93 (2002)

Heft: 10

Rubrik: Technik und Wissenschaft = Technique et sciences

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

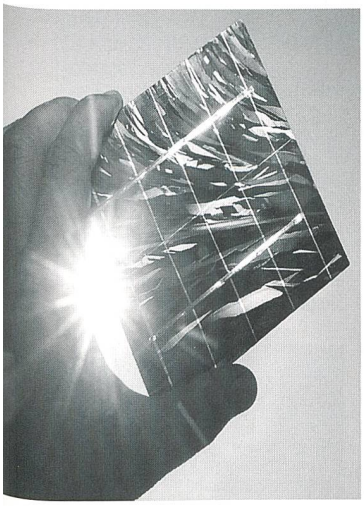
Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Wirkungsgrad von Solarsilizium erhöht



Höherer Wirkungsgrad für Solarzellen

(ia) Solarzellen aus Silizium wandeln Licht in elektrische Energie direkt um. Wie gut diese Umwandlung gelingt, hängt insbesondere von der Reinheit des Ausgangsmaterials und der Art der Herstellung der monokristallinen oder multikristallinen Silizium-Kristallstrukturen ab. Solarzellen aus monokristallinem Material haben zwar einen um 1 bis 2% höheren Wirkungsgrad bei der Energiewandlung als solche aus multikristallinem Material, sie sind aber teurer in der Fertigung. Aus diesem Grunde ist das Interesse der Zellenhersteller an multikristallinen Zellen in der letzten Zeit kontinuierlich gewachsen.

Die Deutsche Solar GmbH in Freiberg in Sachsen, die multikristalline Silizium-Scheiben (Wafer) an Zellenhersteller weltweit verkauft, arbeitet seit 1996 mit finanzieller Unterstützung durch das Bundeswirtschafts- beziehungsweise Bundesforschungsministerium (BMWi/BMBF) an der Verbesserung dieser Wafer. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Entwicklung von neuen Herstellungsverfahren für Solarsilizium mit Hilfe des Blockgiessverfahrens. Dabei werden im Unterschied zu anderen Verfahren das Schmelzen und das Kristallisieren in zwei verschiedenen Behältern durchgeführt. Der spezifische Energieverbrauch wurde verringert, es fiel weniger Bruchmaterial an, die Kokillen (Behälter) konnten öfter benutzt und die Versetzungen – sie mindern den Wirkungsgrad – reduziert werden.

Während der photovoltaische Wirkungsgrad 1996 in der industriellen Serie noch bei rund 13% lag, beträgt er jetzt mit diesem Material etwa 15%. Im Labor werden sogar Spitzenwirkungsgrade von fast 17% erreicht. Mit der Entwicklung von Solarsilizium aus der Freiberger Giessanlage ist jetzt bezüglich des Bruchverhaltens ein wesentlich gutmütigeres Material als bisher auf dem Markt verfügbar – ein deutlicher Fortschritt besonders für hochautomatisierte Produktionslinien.

Farbstoff- und organische Solarzellen

Neben der Entwicklung herkömmlicher, meist auf dem Halbleitermaterial Silicium basierender Solarzellen wird seit einigen Jahren auch an neuen, innovativen Solartechnologien geforscht. Ein Beispiel für den Einsatz vollständig anderer Materialien mit einem hohen Kostensenkungspotenzial sind Farbstoff- und organische Solarzellen. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE präsentierte kürzlich zusammen mit dem Freiburger Materialforschungszentrum FMF diese Technologie.

In der nanokristallinen *Farbstoffsolarzelle* wird Sonnenlicht – ähnlich wie bei der Photosynthese – mit Hilfe eines Farbstoffes in Energie umgewandelt. Fortschritte in der Nanotechnologie ermöglichten eine vielfach vergrösserte Lichtabsorption und führten so zu einer Effizienzsteigerung von etwa 8%. Die Freiburger Forscher sehen in der Zukunft Wirkungsgrade bis 12% als möglich. Ein wesentlicher Vorteil der Farbstoffsolarzelle sind die im Prinzip preisgünstigen Ausgangsmaterialien sowie einfachste Herstellungsschritte. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten am Fraunhofer ISE stehen die Steigerung der Effizienz, die Fertigungstechnologie für grossflächige Anwendungen, die Produzierbarkeit, die Entwicklung einer langzeitstabilen Versiegelung sowie der Ersatz des flüssigen Elektrolyten durch einen festen.

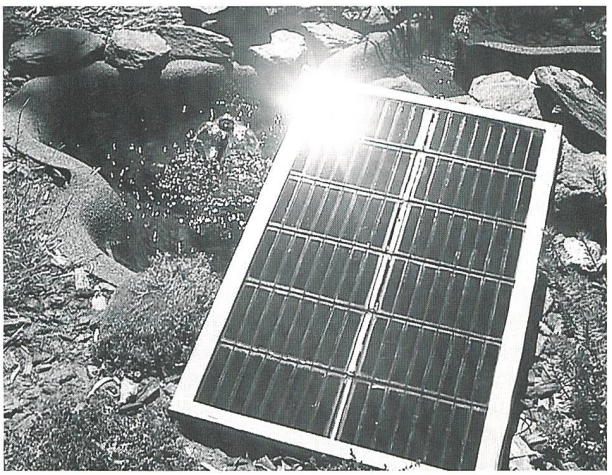
Organische Solarzellen stellen neben organischen Leuchtdioden und Transistoren einen Schwerpunkt auf dem vielversprechenden Forschungsgebiet der Polymerelektronik dar. Vorteile organischer Materialien sind ihre mechanische Flexibilität und das langfristige Potenzial einer kostengünstigen Herstellung. Hieraus ergeben sich aller Voraussicht nach neue Anwendungsfelder für Solarzellen. Attraktiv für die Architektur sind organische Solarzellen beispielsweise, weil

Solarzellen als Fensterscheiben

Die Firma Sustainable Technologies Australia (STA) hat lichtdurchlässige Solarzellen entwickelt, die als Fensterscheiben eingesetzt werden können. Bei den Solarzellen wurde im Gegensatz zu herkömmlichen Siliziumzellen erstmals ein Farbstoff zur Sammlung des Lichts eingesetzt.

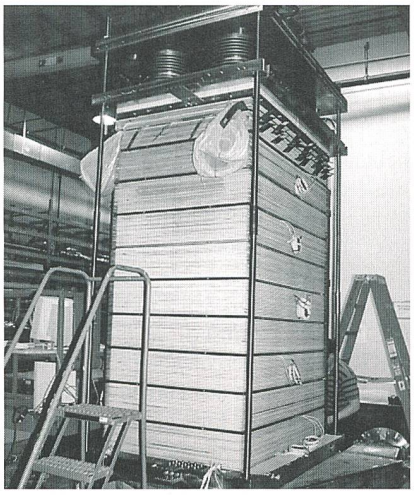
Der Farbstoff wird zwischen zwei dünnen Glasscheiben eingeschlossen. Fällt Licht auf die Scheiben, werden die Elektronen aus dem Farbstoff in die darüber liegende Titandoxid (TiO_2)-Schicht geschleudert. Elektrische Spannung entsteht. Die Solarzellen in den Farben Grün, Rot und Schwarz werden für eine maximale Energiegewinnung je nach Bedarf als lichtdurchlässige oder getönte Scheiben hergestellt.

Eine wesentliche Anwendung sehen die Entwickler in der Konstruktion der transparenten Module für Fensterscheiben, Displays, Dachbeleuchtung und Schiebedächer in Fahrzeugen. Vorteilhaft sei die Verwendung in Abhängigkeit der Belichtung. So eignen sich die Solarzellen bei direktem Sonnenlicht für Fensterscheiben und Dachfenster. Im Schatten sind sie als Kacheln einsetzbar. Der Wirkungsgrad der transparenten Solarzellen liegt derzeit bei rund 11%.



Durchsichtige Solarzellen (Dye solar cells) aus Australien (Photo STA).

Wissenswertes über die Brennstoffzelle


Brennstoffzellen-Stapel (Bild MC Power Corp.).

(sk) Die Brennstoffzelle gilt angesichts des weltweit steigenden Energiebedarfs unter Fachleuten als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Sie wird mit Wasserstoff und Sauerstoff betrieben, die auf der Erde in nahezu unerschöpflicher Menge vorhanden sind. Das Funktionsprinzip der Technologie wurde 1839 vom Engländer Sir William Grove entdeckt. Es ähnelt einer Batterie und basiert auf der Umkehrung der Elektrolyse.

In der Brennstoffzelle werden Sauerstoff und Wasserstoff in einer kontrollierten chemischen Reaktion zusammengebracht. Damit bleibt die aus Schulversuchen bekannte Knallgas-Reaktion aus. Stattdessen fliesst als Ergebnis der so genannten kalten Verbrennung Strom zwischen den beiden Polen einer Elektrolyt-Membran. Als Abgas fällt lediglich Wasserdampf an, darüber hinaus entsteht nutzbare Wärme. Das Treibhausgas Kohlendioxid, das vor allem durch die Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle und Erdöl entsteht, fällt nur in sehr geringen Mengen an.

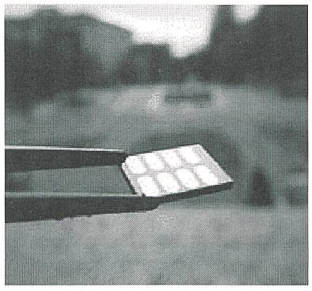
Weitere Informationen zur Brennstoffzelle gibt es im Internet unter folgenden Adressen:

- http://www.diebrennstoff zelle.de/ (Informationen über Typen und Wirkungsweise von Brennstoffzellen)
- http://www.brennstoffzellen auto.com/ (Brennstoffzellen als Autoantrieb)
- www.ise.fhg.de (Mini-Brennstoffzellen beim Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme)
- www.bmwgroup.com/cleanenergy (Wasserstoffautos von BMW)
- www.fuelcellpartnership. org (Infoseite der California Fuel Cell Partnership)
- www.fuelcells.org (Infoseite in Englisch, die das Prinzip der Brennstoffzelle und Anwendungsmöglichkeiten erklärt)
- www.sulzer.ch (Sulzer Hexis – Innovative dezentralisierte Energieversorgung mit Brennstoffzellen).

sie sowohl in die Gebäudeverglasung integriert als auch auf gewölbten Oberflächen angewandt werden können. Im wahrsten Sinne des Wortes anziehend sind die flexiblen Zellen möglicherweise auch für den Einsatz in funktionaler Kleidung. Weitere zahlreiche Möglichkeiten eröffnen sich im Kleingerätebereich. Auf längere Sicht ist jedoch auch der Einsatz als preiswerter solarer Stromerzeuger auf grossen Flächen nicht ausgeschlossen. Gegenwärtig beträgt der erreichte Wirkungsgrad von organischen Solarzellen 3%.

Billige Solarzellen aus Plastik

Wissenschaftern der University of California, Berkeley, ist es gelungen, kostengünstige


Solarzellen aus Plastik, basierend auf anorganischen, halbleitenden Polymeren (Bild UOC, Berkeley).

Solarzellen aus Plastik zu entwickeln. Die Zellen sollen flexibel genug sein, um auf jeder Oberfläche befestigt zu werden und Strom für tragbare elektronische Geräte liefern. Noch ist ihr Wirkungsgrad allerdings auf 1,7% beschränkt. Der heutige Standard im Wirkungsgrad der kommerziellen Photovoltaik liegt bei 10%. Die besten Solarzellen, hochpreisige Halbleiter-Laminate, können aber bereits bis zu 35% der Sonnenenergie in Elektrizität umwandeln.

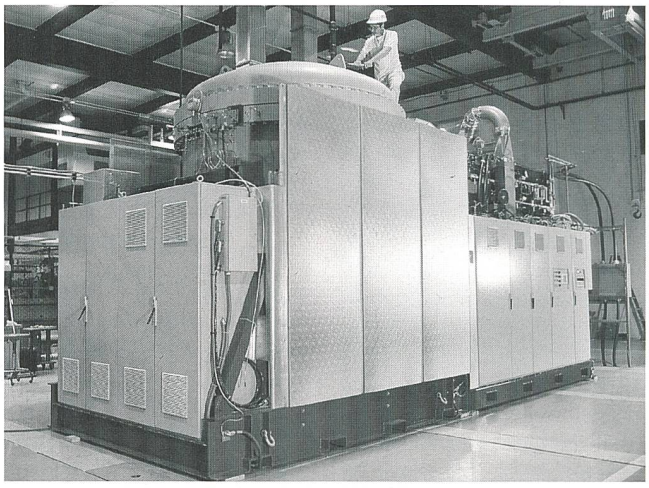
Kostengünstiges innovatives Brennstoffzellenauto

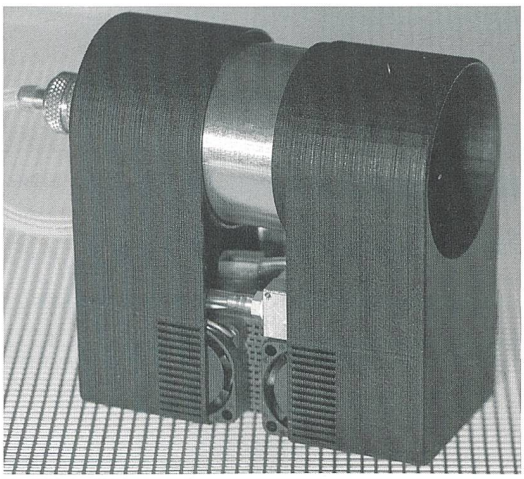
Die Öffentlichkeit konnte im März am Automobilsalon in Genf ein innovatives Brennstoffzellenauto besichtigen. Das Paul Scherrer Institut (PSI) hatte die Initiative für dieses Fahrzeug ergriffen und das Projekt auch geleitet. Erfolgreich bestand der neuartige, mit Brennstoffzellen und Superkondensatoren ausgerüstete VW Bora HY.POWER bereits im Januar bei einer Fahrt über den winterlichen Simplonpass den ersten Härtetest.

Das mit einem Brennstoffzellensystem des PSI ausgerüstete Originalfahrzeug konnte am Automobilsalon in Genf besichtigt werden.

Erstes seriennahes Brennstoffzellenkraftwerk in Europa

(si) Der Siemens-Bereich Power Generation (PG) errichtet erstmals ein seriennahes Brennstoffzellenkraftwerk in Europa. Im Auftrag der Stadtwerke Hannover AG und der E.ON Energie AG soll bis 2003 eine standardisierte SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)-Brennstoffzellenanlage mit einer maximalen Leistung von 250 Kilowatt in Hannover auf dem Gelände des Kraftwerks Herrenhausen entstehen. Das von PG schlüsselfertig gelieferte Hochtemperatur-Brennstoffzellenkraftwerk wird im Normalbetrieb 225 Kilowatt elektrische Leistung ins Netz der Stadtwerke Hannover einspeisen. Gleichzeitig werden etwa 160 Kilowatt Wärme für das Fernwärmenetz von Hannover erzeugt.


Brennstoffzellen, gekoppelt mit Gasturbine.



Mikro-Brennstoffzelle (Bild Fraunhofer ISE).

Serienfertigung für Mikro-Brennstoffzellen

Neue Lösungen für die Stromversorgung portabler elektronischer Geräte sind das Ziel der «Fraunhofer-Initiative Mikro-Brennstoffzellen». Unter der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE haben sich sechs deutsche und ein amerikanisches Fraunhofer-Institut(e) zusammengeschlossen, um serienreife und zuverlässige Brennstoffzellensysteme zu entwickeln.

Die Institute bündeln ihre jeweiligen Kompetenzen für die Untersuchung sämtlicher für die Entwicklung und Fertigung von Brennstoffzellensystemen relevanter Aspekte. Simulation und Charakterisierung von Brennstoffzellen spielen dabei ebenso eine Rolle wie die Entwicklung und Regelung des Gesamtsystems. Auch Werkstofftechnik, Produktion und Montage werden untersucht sowie Mikroventile für die Wasserstoffzufuhr entwickelt. Zu den neuen Entwicklungen zählt die Verbindungstechnologie der Brennstoffzelle ohne Schraubverbindung nur durch Klebung. Weitere Neuheiten sind Bipolarplatten aus leitfähigen Polymeren, eine voll integrierte Ablaufsteuerung sowie die thermische Kopplung von Metallhydridspeicher und Brennstoffzelle.

Das enorme Marktwachstum für portable elektronische Geräte und damit einhergehend die wachsenden Leistungsanforderungen an deren Energieversorgung machen die Entwicklung neuer Konzepte und Lösungen immer dringlicher. Mikro-Brennstoffzellen bieten als Alternative zu Batterien und Akkus viele Vorteile. Sie haben eine hohe Energiedichte und eine lange Lebensdauer.

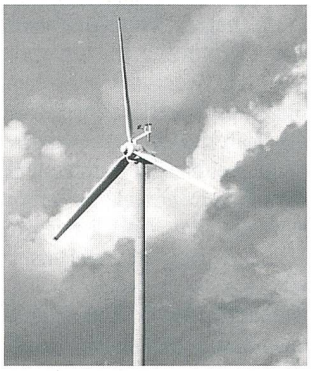
Windgenerator mit «Lattenzaun»

(b) Ein neuartiger Windgenerator aus Spanien soll die Windenergie effizienter und kostengünstiger einfangen. Der «Aerogenerator» der Firma Enerlim besteht aus zwei 25 Meter hohen Säulen im Abstand von 135 Metern. Jede Säule trägt übereinander drei Riemenscheiben von drei Metern Durchmesser, die eine umlaufende Kabelkonstruktion spannen, an deren Aussenseite wie Zaunlatten 53 rechteckige Windschaufeln angebracht sind. Der Wind schiebt die Schaufeln auf ihrem Weg um die Säulen herum, Wechselstromgeneratoren produzieren elektrische Energie. Erste Prototypen mit 280 000 kWh/Jahr stehen im Losa-Tal bei Burgos.

«Aerogenerator» mit umlaufendem «Lattenzaun».

Leichtwindanlage in Marthalen

(n/a) Seit März erzeugt eine neue Turbine in Marthalen (ZH) Strom aus Windkraft. Auf dem 38 Meter hohen Getreidesilo der Landwirtschaftlichen Genossenschaft wurde eine Windturbine mit drei Rotorblättern (Durchmesser 12,8 m) installiert. Engagiert im Projekt ist die Genossenschaft Genosol Martella, die sich für die Nutzung erneuerbarer Energien einsetzt. Die Turbine produziert bei mittlerer Windgeschwindigkeit von 4 m/s rund 21 500 kWh jährlich. Dabei handelt es sich um eine so genannte Leichtwindanlage.



Die Aventa Leichtwindanlage AV-7 (Nennleistung 6,4 kW) wurde mit finanzieller Unterstützung von Elektrizitätswerken (EWZ, StWW und WWZ), Bund und Kantonen entwickelt. Der Bund will die Stromerzeugung aus Windkraft in der Schweiz (gegenwärtig rund 5 GWh) bis 2010 mindestens verzehnfachen.

Leichtwindanlagen beginnen schon bei Windgeschwindigkeiten von 2 m/s zu drehen, und bleiben auch bei einem kaum wahrnehmbaren Lüftchen von 1 m/s noch in Bewegung. Für die Windenergienutzung kommen Standorte mit mittleren Jahreswindgeschwindigkeiten von 2,5 m/s bis 4,5 m/s in Frage. Standorte, wie sie im Jura, Voralpengebiet, in der Ostschweiz, im Wallis und Rhonetal, im Rheintal und im Mittelland und auch im Tessin häufig vorhanden sind. Günstige Standplätze sind zum Beispiel Orte, an denen Westwind und Bise freien Zugang haben.

Ausgezeichnete Alpen-Forschung

(eth) «Die hydrologische Modellierung in unterschiedlichen Massstabsebenen» des ETH-Doktoranden Massimiliano Zappa überzeugte in Chur die ICAS (Interakademische Kommission Alpenforschung) am meisten. Von 25 Arbeiten, die junge Forschende an der Tagung «Phil.Alp – Die Alpen aus der Sicht junger Forschenden» präsentierten, wurde die Arbeit des ETH-Hydrologen als beste Dissertation mit einem Anerkennungspreis ausgezeichnet.

Eine mögliche Anwendung seines Modells sieht Zappa bei der Wasserwirtschaft: «Die Wirtschaftlichkeit eines neuen Wasserkraftwerks könnte mit meinem Modell abgeschätzt werden.» Die prämierte Arbeit baut auf Modellvalidierungen in kleinen Skalenbereichen von wenigen Quadratmetern auf und lässt sich aber letztlich bis auf den ganzen Alpenraum ausdehnen.

Wirtschaftlichkeit eines neuen Wasserkraftwerks abschätzen: Massimiliano Zappa.