

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 103 (2012)
Heft: 5

Rubrik: Inspiration

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: 07.02.2026

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

Sauber und energieeffizient

Das wasserstoffbetriebene Kehrfahrzeug in Basel

Seit 2009 wird ein wasserstoffbetriebenes Kehrfahrzeug auf Basels Strassen erprobt. Die Testphase in Basel zeigt: Brennstoffzellen sind bereit für den Praxiseinsatz – gerade in Nischenanwendungen wie Kommunalfahrzeugen. Damit liesse sich einiges an Energie sparen, denn das Fahrzeug verbraucht weniger als die Hälfte davon. Anstatt 5 bis 5,5 l Diesel pro Stunde (180–200 MJ/h) verbrauchte es 0,3 bis 0,6 kg H₂ pro Stunde (40–80 MJ/h). Und auch punkto CO₂-Emissionen schneidet das Fahrzeug – selbst bei fossiler Produktion des Wasserstoffs durch die Dampfreformierung von Erdgas – um rund 40% besser ab als ein dieselbetriebenes Fahrzeug. Mit H₂ aus erneuerbaren Quellen wäre die CO₂-Reduktion noch grösser.

Im Betrieb erwies sich das Fahrzeug als benutzerfreundlich und sicher. Betankt wurde es von den Fahrern selbst an einer mobilen, einfach zu handhabenden Wasserstofftankstelle. Sowohl Tankstelle als auch Garage sind mit einem Überwachungssystem für Wasserstoff ausgerüstet. Seit Inbetriebnahme der Anlage kam es zu keinem einzigen Störfall wegen Wasserstofflecks. Dazu kommt, dass das

Fahrzeug vor allem im Dislokationsbetrieb, aber auch im Reinigungsbetrieb mit eingeschaltetem Sauggebläse und wischenden Besen deutlich leiser ist als ein Dieselfahrzeug.

Einziger Nachteil: An kühleren Tagen reichte die Abwärme von Brennstoffzelle und Elektromotor nicht aus, um die Fahrerkabine genügend zu beheizen, eine für

elektrische Antriebe typische Schwachstelle. Daher wurde das Fahrzeug inzwischen mit einer Sitzheizung ausgestattet.

Ein solches Kehrfahrzeug ist heute noch rund dreimal so teuer wie ein herkömmliches. Allerdings sind alleine die Kosten für Brennstoffzellensysteme in den letzten Jahren um rund das Zehnfache gesunken. No



Wasserstoff ermöglicht eine sparsamere, leisere und umweltfreundlichere Strassenreinigung.

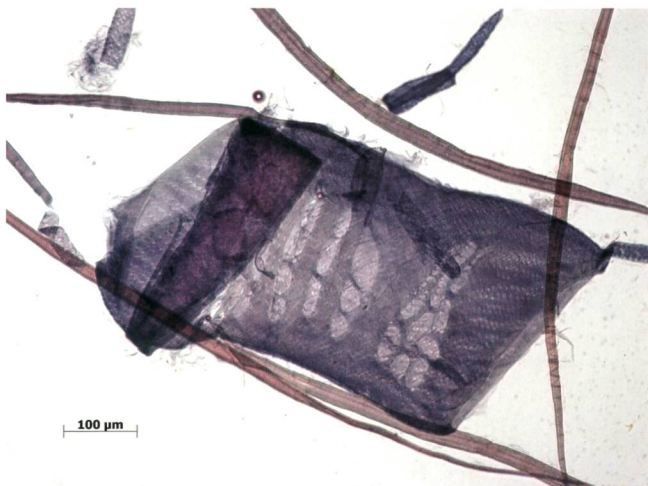
Tropenholz im Papier finden

Teak, Nyatoh und Meranti: Hinter diesen klangvollen Namen stecken tropische Bäume, die oft als Gartenmöbel oder Papier enden. In Letzterem sind sie allerdings bis heute kaum nachweisbar. Das wird sich nun ändern, denn TU Darmstadt

entwickelt derzeit eine einfache Analyse-methode für Tropenholzfasern. Hintergrund ist ein neues EU-Gesetz, nachdem ab 2013 auch Hersteller von Papier- und Zellstoffprodukten nachweisen müssen, welche Holzarten verwendet wurden.

«Das Problem bei Papierprodukten ist, dass aus den Holzfasern das Lignin herausgekocht wird, wodurch viele Faser-Informationen zerstört werden. Eine eindeutige Bestimmung der Holzart ist deswegen bislang kaum möglich», berichtet Dr. Heinz-Joachim Schaffrath vom Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik der TU Darmstadt. In ihrem Labor haben die Darmstädter bislang bei Anfragen zu Papierprodukten nicht alle Fasern botanischen Arten zuordnen können. Nicht definierbare Fasern wurden dann als ein Hinweis auf Tropen-hölzer betrachtet.

Die Darmstädter erstellen zurzeit einen Faser-Atlas, in dem Zellen von Tropenhölzern und ihre jeweiligen Erkennungsmerkmale aufgeführt werden sollen. «Bis zu 28 Arten von tropischen Bäumen werden wir auf diese Weise identifizierbar machen», kündigt Schaffrath an. No



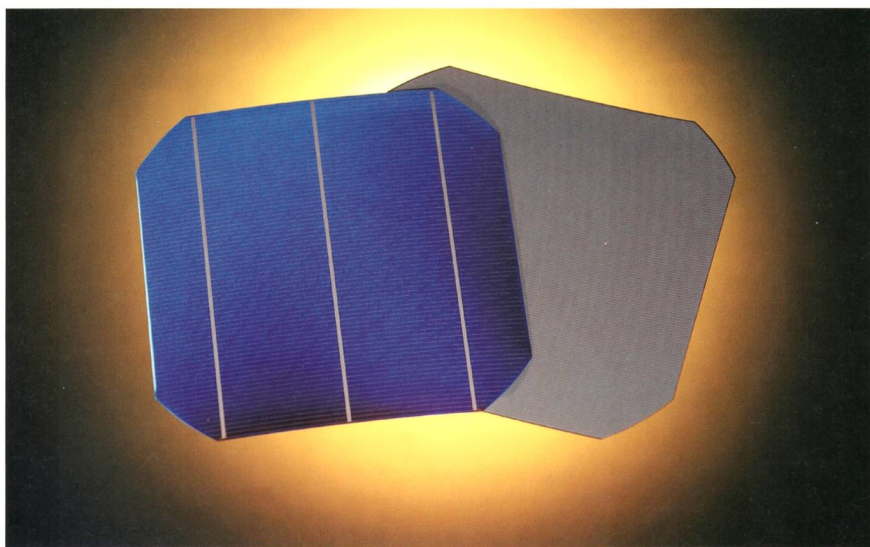
Heinz-Joachim Schaffrath

Mikroskopaufnahme einer auffälligen Zelle, die vermutlich aus Tropenholz stammt.

Des cellules PV en silicium sérigraphiées d'un rendement de 20,1 %

L'Institut de recherche sur l'énergie solaire de Hameln (ISFH, Institut für Solarenergieforschung Hameln) fait progresser les cellules photovoltaïques en silicium métallisées par sérigraphie en améliorant leurs rendements qui varient actuellement entre 17,0 et 18,5 % dans l'industrie solaire à une valeur record de 20,1 %, comme l'a confirmé l'Institut Fraunhofer ISE dans un rapport de mesure indépendant. Cette avancée est obtenue en améliorant la face arrière des cellules par application d'une double couche d'ICP- $\text{AlO}_x/\text{SiN}_y$ sans faire appel à la technologie à émetteur sélectif. Ce chiffre de 20,1 % est l'un des rendements les plus élevés jamais mesurés pour des cellules photovoltaïques de type industriel avec métallisation par sérigraphie (seuls Schott Solar et Q-Cells sont parvenus à des rendements supérieurs, à savoir 20,2 %).

Cette hausse du rendement est rendue possible par deux améliorations technologiques. D'une part, la face arrière des panneaux solaires est passivée par une double couche d'ICP- $\text{AlO}_x/\text{SiN}_y$. ICP est l'acronyme anglais de « Inductively Coupled Plasma » qui désigne la méthode de dépôt innovante d' AlO_x développée à l'ISFH en coopération avec Singulus Technologies SA. L'établissement du contact par l'aluminium sur la face



ISFH (Salzmann PhotoDesign)

Prototype de cellule photovoltaïque métallisée par sérigraphie et passivée par une double couche d'ICP- $\text{AlO}_x/\text{SiN}_y$. Ces cellules affichent un rendement de 20,1 %.

arrière de la cellule intervient au moyen d'orifices de contact linéaires obtenus par ablation au laser. La face arrière modifiée des cellules réfléchit mieux les rayons solaires tout en réduisant la recombinaison des porteurs de charge, ce qui conduit à une amélioration du courant et de la tension du panneau. D'autre part, la face avant de la cellule est métallisée par double impression sérigraphi-

que (print-on-print) de façon à obtenir des doigts de contact plus fins et à réduire la production d'ombre. Par ailleurs, la cellule photovoltaïque a été fabriquée en faisant appel à des processus de production courants dans l'industrie, en particulier avec un émetteur dopé au phosphore de façon homogène ainsi qu'un wafer en silicium obtenu par la méthode de Czochralski (Cz) de $156 \times 156 \text{ mm}^2$. No

Atomwanderung im Grenzgebiet

Dünnschichtsolarzellen werden zukünftig einen grossen Anteil am Fotovoltaik-Markt haben, davon sind viele Experten überzeugt. Die Zellen aus Kupfer-Indium-Gallium-Selenid oder -Sulfid (CIGSe, CIS) unterscheiden sich in vielen Dingen von der klassischen Siliziumsolarzelle. So tragen in kristallinen Siliziumsolarzellen Korngrenzen substanziell zum Stromverlust bei. Mit CIGSe-Absorbern werden dagegen Wirkungsgrade von mehr als 20 % erreicht, obwohl die polykristallinen Dünnschicht-Materialien eine hohe Dichte an Korngrenzen aufweisen.

Woran das liegt, ist noch ungeklärt. Forscher des Helmholtz-Zentrums Berlin (HZB) und britische Kollegen vom SuperSTEM konnten nun erstmals experimentell belegen, wie die Korngrenzen innerhalb einer CIGSe-Dünnschichtsolarzelle atomar tatsächlich aussehen.

Mit hochauflösender Mikroskopie haben die Forscher um Daniel Abou-Ras Regionen an den Korngrenzen identi-

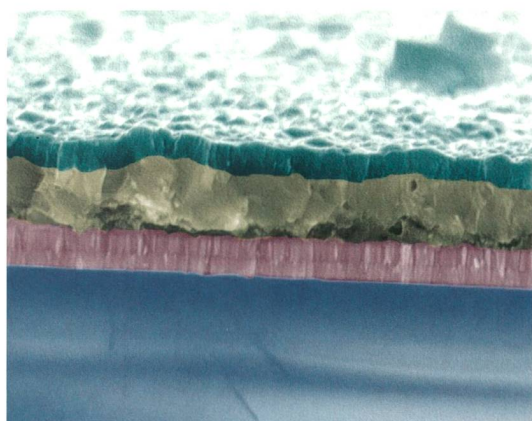
ziert, die im Vergleich zum Korninneren eine andere chemische Zusammensetzung haben.

«Wir können erkennen, dass sich in den Atomlagen direkt an den Korngrenzen Atome umlagern. Zum Beispiel diffundieren Kupfer-Atome weg, dafür nehmen Indium-Atome deren Plätze im Kristallgitter ein, und umgekehrt», erläutert

Abou-Ras. Ebenso können Selen-Atome verschwinden und durch Sauerstoffatome ersetzt werden, die als Verunreinigung aus dem Glassubstrat in die CIGSe-Schicht diffundieren.

Die neuen Erkenntnisse wollen die Forscher nun nutzen, um aussagekräftige Bauelementsimulationen an Solarzellen durchzuführen. No

In CIS/CIGSe-Solarzellen ist die Dichte an Korngrenzen hoch. HZB-Wissenschaftler konnten mit bislang unerreichter Auflösung Atomlagen unmittelbar an den Grenzflächen analysieren.



HZB