

DYSCRETE – SONNENSTROM AUS BETON

Stromproduzierende Veredelung mit organischer Solartechnik

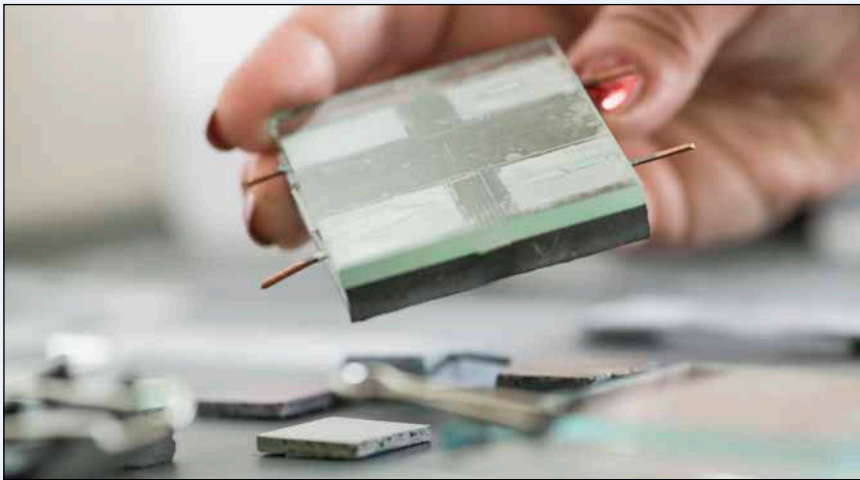


Bild 1: Prototyp einer DysCrete Solarzelle

DysCrete ist ein neuartiger, auf den Prinzipien der Farbstoffsolarzelle basierender Verfahrensansatz zu innovativen Energie erzeugenden Systemen. Die Buchstabenfolge DYSC des Titel gebenden Begriffs steht für den englischen Ausdruck Dye Sensitized Solar Cell, das Kürzel „-crete“ für den Werkstoff Beton. Der mittels elektrochemischer Reaktion Energie erzeugende DysCrete verwendet wie die Farbstoffsolarzelle organische Farbstoffe zur Absorption von Licht. Die Analyse dieses immer noch neuartigen technischen Ansatzes offenbart die hohe Kompatibilität der DYSC-Technologie mit der Chemie und der Physik von Beton einschließlich seiner Material- und Fertigungslogiken.

Abbildung pflanzlicher Fotosynthese

Die Farbstoffsolarzelle hat die Natur zum Vorbild. Sie nimmt Licht nicht mit Halbleitermaterialien, sondern – ähnlich wie die chlorophyllhaltigen Pflanzen – mit Suspensionen organischer Farbstoffe auf. Molekulare Ensembles, darunter die Licht sammelnden Moleküle der Chlorophylle, sind in den Zellen pflanzlicher Blätter auf der Nanometerebene bis in den Mikrometerbereich umfassend angeordnet, um Lichtenergie einzufangen und sie in chemische Energie zu wandeln. Diese Energie treibt die biochemische Maschinerie der Pflanzenzellen an. Mit der Farbstoffsolarzelle gelang es Graetzel Ende der 1980er Jahre ein dem Vorgang der Photosynthese ähnliches Prinzip abzubilden und für die Konstruktion einer Solarzelle zu nutzen. Es wird heute auch

als technische Photosynthese bezeichnet. Weil er damit einen neuen Forschungszweig zur Entwicklung ökonomisch und ökologisch sinnvoller Formen der Solarenergiegewinnung begründete, gilt der an der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne beheimatete Forscher heute als einer der bedeutendsten Wissenschaftler weltweit. Der Begriff Graetzelzelle ist zum Synonym für die Farbstoffsolarzelle geworden.

Stromproduzierende Veredelung von Beton

In ihrer einfachsten Bauform lässt sich die Farbstoffsolarzelle aus einigen wenigen frei erhältlichen Grundsubstanzen (Titandioxid, Iod-Kaliumiodid-Lösung, aus Pflanzen oder Früchten gewonnene natürliche Farbstoffe) herstellen. Technisch liegt der Zelle ein schematischer Aufbau von Funktionsschichten zugrunde. Hier bilden die genannten Substanzen in ihrer Gesamtheit die sogenannte Redoxreaktionsschicht, mittels der unter Lichteinfall auf elektrochemischem Weg Energie erzeugt wird. Das DysCrete-Prinzip bildet diese Funktionsschichten ab. Dies geschieht durch die gezielte physikalisch-chemische Modifikation des Betons an seiner Oberfläche sowie durch die Integration und durch die Applikation von Substanzen. Genau genommen ist DysCrete also ein neuartiges Verfahren zur photoreaktiven Funktionalisierung (stromproduzierenden Veredelung) von Oberflächen aus Beton mittlerer bis hoher Gütequalitäten, das auf den technischen Prinzipien der Farbstoff sensitivierten Solarzelle beruht.

Umweltschonend und regenerierbar

Der farbstoffsensitivierte energieerzeugende Beton führt die Vorteile von DYSC und Beton zusammen: Beton mit seinen positiven Eigenschaften als Bauprodukt (brandsicher, hohe Festigkeit und Dauerhaftigkeit, vielfältige Einbaumethoden) bildet die Basis des Systems. Die Energieerzeugungsfunktion wird ohne zusätzliche toxische Emissionen aus frei erhältlichen Komponenten hergestellt. Das Materialsystem regenerierbar, weitgehend recyclebar und umweltfreundlich. Das neuartige Werkstoffsystem kann auch die Energie diffusen Lichts nutzen. Dies ist eine besonders hervorzuhebende Eigenschaft, weil es damit im Vergleich zu herkömmlichen PV-Systemen kaum Einschränkungen bezüglich der baulichen Umsetzung gibt. So eröffnen sich neue Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Gebäude integrierten Photovoltaik. DysCrete eignet sich besonders für die Herstellung von Betonfertigteilen im Hochbau, für neuartige Fassaden sowie Wand- und Bodensysteme im Innen- und Außenbereich.

Der Weg zu ersten Prototypen

DysCrete wurde von Professor Heike Klussmann und Thorsten Klooster an der Forschungsplattform BAU KUNST ER-FINDEN der Universität Kassel konzipiert. Das Prinzip der solartechnischen Funktionalisierung von Betonoberflächen durch Beschichtung mit photoreaktiven Partikelsystemen wurde hier zunächst untersucht.

In mehrere Studien wurden Prototypen entwickelt, die eine funktionierende Materialsynthese aus Betonen verschiedener Güte sowie reaktiven Schichten nachwiesen. Seit 2013 wird es durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und



Bild 2: DysCrete Funktionsmodell Schichtaufbau



Bild 3: DysCrete Modul im Sonnensimulator

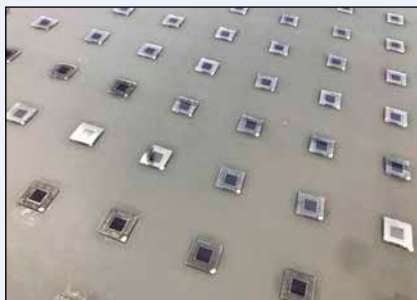

 Bild 4: DysCrete Modul,
1.000 x 1.000 mm / 64 Zellen


Bild 5: DysCrete auf der Bau 2017, Weltleitmesse für Architektur, Material, Systeme

Raumforschung BBSR gefördert. Kooperationspartner ist das Fachgebiet Werkstoffe des Bauwesens und Bauchemie der Universität Kassel. Das Forschungsprojekt ist im Hinblick auf eine anwendungsbezogene Entwicklung für das Bauwesen und eine Umsetzung der Ergebnisse unter Praxisbedingungen hin konzipiert. Im Rahmen des Projekts werden unter anderem Funktionsmuster erstellt und ein Demonstrator gebaut. Die Nachhaltigkeit der Entwicklung und die sachbezogene weitere Nutzung der Ergebnisse ist durch die Beteiligung der Industriepartner, die Kennwert KW GmbH, die Lothar Beeck Fertigteile GmbH und die Fabrino Produktionsgesellschaft gewährleistet.

Zwischen Kunst und Wissenschaft

Seit 2009 widmet sich die heute mit nationalen und internationalen Design- und Forschungspreisen ausgezeichnete transdisziplinäre Forschungs- und Lehrplattform BAU KUNST ERFINDEN der experimentellen Entwicklung neuer Werkstoffe und den Methoden ihrer Herstellung. Zu ihren Arbeiten zählen Materialerfindungen wie BlingCrete – lichtreflektierender Beton, TouchCrete – berührungssensitiver Beton und DysCrete – farbstoffsensitiver energieerzeugender Beton, SALIX – gewebtes Holz und TELA – Noise Control/ Sounding Surfaces. BAU KUNST ERFINDEN vereinigt Expertisen aus den Bereichen Bildende Kunst, Architektur, Stadtplanung, Interaktions- und Industriedesign, Informatik, Robotik, Experimentalphysik und Bauchemie. In die Konzeption und prototypische Entwicklung von DysCrete sind die Erfahrungen von erfolgreichen Vorläuferprojekten eingeflossen, darunter die Entwicklung des Licht reflektierenden Betons BlingCrete und die Ergebnisse des Projekts „Magnetic Patterning of Concrete“, das auf die anwendungsbezogene Funktionalisierung von Betonoberflächen mittels elektromagnetischer Streufelder zielt. Im Rahmen dieses Projekts wurden unter anderem Verfahren entwickelt, die Leitfähigkeit von Betonoberflächen zu optimieren – eine Voraussetzung für die dauerhafte Integration möglichst

vieler Funktionsschichten der Solarzelle in den Trägerwerkstoff Beton.

Solare Alternativtechnologie

Hintergrund des Projekts sind aktuelle technische Entwicklungen zur Nutzung solarer Energie. Die erste und zweite Generation der photovoltaischen Systeme, die Silizium-Solarzellen, haben sich weitgehend als Aufdach-Solarstromanlagen etabliert. Während der für ihre Herstellung notwendige Grundstoff Silizium im Prinzip unbegrenzt zur Verfügung steht, sind die ebenfalls notwendigen Materialien wie etwa Indium, Gallium, Tellur und Selen bezüglich ihrer Materialökonomie, des Ressourcenverbrauchs und ihrer Umweltverträglichkeit kritisch zu bewerten. Mit Systemen wie den Farbstoffsolarzellen und den organischen Solarzellen stehen prinzipiell Techniken und Verfahrensvarianten der dritten und vierten Generation zur Verfügung, deren Potentiale es anwendungsbezogen zu entwickeln gilt. Die Farbstoffsolarzelle ist eine der innovativsten alternativen Solarzellen-Technologien. Bei einer flüssigen Variante werden derzeit Wirkungsgrade von bis zu zwölf Prozent erzielt. Die Anwendung dieser Technologie auf Werkstoffe wie Beton wurde bislang außer Acht gelassen, weil die Aufmerksamkeit zunächst den großen Entwicklungspotentialen von Glas basierten transluzenten Modulen galt.

Variabler Aufbau durch Sandwichstruktur

Optimierungsbedarf besteht bei der Herstellung von Farbstoffsolarzellensystemen vor allem im Bezug auf die Langzeitstabilität der Farbstoffkomponente. Neben der Entwicklung eines dauerhaft stabilen Systems (alle Schichtkomponenten stabil, Optimierung aller Schichtstoffe im Hinblick auf ihre Lebensdauer sowie die optimale Versiegelung des Gesamtsystems zum Schutz) verfolgt DysCrete den Ansatz eines auch in-situ einsetzbaren Sprühverfahrens als Schicht-Erneuerungsverfahren. Anstelle der einmaligen Verkapselung, bei der mit dem Ausfall einer Materialkomponente die gesamte

Farbstoffzelle unbrauchbar wird, sieht dieser Ansatz ein Schichtgruppensystem mit einer erneuerbaren Sandwich-Struktur und einem variablen Zellenaufbau vor.

Erste Versuche bestätigen Machbarkeit

Die Vorstellung eines Betonklotzes, der, einmal mit Fruchtsaft übergossen, beginnt, Strom zu produzieren, stand am Beginn des DysCrete-Projekts. Inzwischen kann eine Reihe von maßstäblichen Funktionsmodellen als Nachweis der Praktikabilität des Ansatzes gelten. Demonstratoren zeigen, dass eine gezielte Materialsynthese aus photoreaktiven Partikeln und Baustoffen auf Zementbasis möglich ist. Ein großer Vorzug des Farbstoff sensitivierten Betons sind die vergleichsweise geringen Produktionskosten. Das System hat das technologische Potential einer „Low-Cost Energy Source“.

ZU DEN AUTOREN:

▶ Heike Klusmann

Künstlerin und Professorin am Fachbereich Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung der Universität Kassel

▶ Thorsten Klooster

Architekt, Materialforscher und Geschäftsführer der Kennwert KW GmbH, dem Spin Off der Forschungsplattform BAU KUNST ERFINDEN

www.baukunstfinden.org
www.kennwert.com

Produkte | Innovationen

In dieser Rubrik stellen wir Ihnen aktuelle Entwicklungen aus Wirtschaft und Forschung vor: Neue Produkte und Ideen aus dem Bereich Erneuerbare Energien und Energieeffizienz.

Anregungen und Themenvorschläge nimmt die Redaktion gerne entgegen:
✉ redaktion@sonnenenergie.de