

## Faxantwort

Telefax: 0541 | 9633-190



Name	Vorname
------	---------

Firma
-------

Anschrift
-----------

Telefon	Telefax
---------	---------

E-Mail
--------

### Zu welcher Zielgruppe würden Sie sich zählen?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Politik/Verwaltung     | <input type="checkbox"/> Forschung/Hochschule |
| <input type="checkbox"/> Wirtschaft/Unternehmen | <input type="checkbox"/> Bildungseinrichtung  |
| <input type="checkbox"/> Mitarbeiterzahl _____  | <input type="checkbox"/> Umweltverband        |
| <input type="checkbox"/> Medien                 | <input type="checkbox"/> sonstige             |
| <input type="checkbox"/> Privat                 |   |

### Ich habe Interesse an Informationen über die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

- Förderleitlinien/Informationen zur Antragstellung
- Aktuelle DVD mit Förderleitlinien, Projektdatenbank, Jahresbericht etc.
- Aktueller Jahresbericht (einmalig)
- Jahresbericht (regelmäßige Zusendung)
- Monatlich erscheinender Newsletter DBU aktuell per Post  per E-Mail
- Kurzinformationen zur DBU und zum ZUK
- Informationen zum Deutschen Umweltpreis
- Publikationsliste der DBU
- Informationen zur internationalen Fördertätigkeit der DBU (in englischer Sprache)
- Informationen zu den DBU-Stipendienprogrammen
- Informationen zu DBU-Wanderausstellungen
- Einladungen zu DBU-Veranstaltungen

Ausgabe: 28.08-29/16

## Solar silicon from the microwave oven

The production of solar silicon begins with a process which originated in the early part of the previous century: quartz and carbon react chemically at 2,000 °C in an electric arc furnace to form silicon metal. In order to subsequently manufacture one kilogram of solar silicon, up to 120 kWh of electricity is required – in the process, some 75 kilograms of carbon dioxide are produced. The company JPM Silicon GmbH, in cooperation with the Institut für Thermodynamik der Technischen Universität Braunschweig and the company Fricke und Mallah Microwave Technology GmbH have, under the framework of a DBU project, developed an alternative, energy-efficient process for the production of silicon which not only saves energy, but also opens new paths in the production of solar silicon, which are made possible through a technological progression from the electric arc furnace to the microwave oven. In a current DBU project, the microwave process is now to be further refined. This will involve, among other steps, the use of high-purity raw materials, so that solar silicon is directly produced. In the process, the high-purity source materials are introduced in the form of pellets. In order to reach a high degree of purity of the silicon in the microwave process, it is necessary to minimize the entry of impurities from the walls of the reaction chamber. A further focal point of the work involves the testing of ceramics which are microwave-compatible for the reaction chamber.



## DBU – Wir fördern Innovationen

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert dem Stiftungsauftrag und dem Leitbild entsprechend innovative, modellhafte und lösungsorientierte Vorhaben zum Schutz der Umwelt unter besonderer Berücksichtigung der mittelständischen Wirtschaft.

Geförderte Projekte sollen nachhaltige Effekte in der Praxis erzielen, Impulse geben und eine Multiplikatorwirkung entfalten. Es ist das Anliegen der DBU, zur Lösung aktueller Umweltprobleme beizutragen, die insbesondere aus nicht nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweisen unserer Gesellschaft resultieren. Zentrale Herausforderungen sieht die DBU vor allem beim Klimawandel, dem Biodiversitätsverlust, im nicht nachhaltigen Umgang mit Ressourcen sowie bei schädlichen Emissionen. Damit knüpfen die Förderthemen sowohl an aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse über planetare Grenzen als auch an die von den UN beschlossenen Sustainable Development Goals an.

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
Postfach 1705, 49007 Osnabrück  
An der Bornau 2, 49090 Osnabrück  
Telefon: 0541 | 9633-0  
www.dbu.de



**Herausgeber**  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

**Fachreferat**  
Klimaschutz und Energie  
Dr.-Ing. Roland Digel

**Verantwortlich**  
Prof. Dr. Markus Große Ophoff

**Text und Redaktion**  
Melanie Vogelpohl

**Gestaltung**  
Helga Kuhn

**Bildnachweis**  
Titel: fotolia.com, weitere Bilder:  
JPM Silicon GmbH

**Druck**  
Druckhaus Bergmann GmbH,  
Osnabrück

**Ausgabe**  
28.08-29/16  
ID 1159

Ausgabe: 28.08-29/16



## Silizium aus der Mikrowelle



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Klassisches Silizium für die Photovoltaik entsteht über die energie- und kostenintensive Reinigung einer gasförmigen Siliziumverbindung.

## Der Grundstein: Silizium aus der Mikrowelle

Die Produktion von Solarsilizium beginnt mit einem Verfahren, dessen Ursprung am Anfang des letzten Jahrhunderts liegt: Quarz und Kohle reagieren bei 2 000 °C im Lichtbogenofen zu Siliziummetall. Anschließend muss das Silizium in einem energieaufwendigen Prozess unter Einsatz chlorhaltiger Chemikalien veredelt werden, um die Reinheit von Solarsilizium von 99,9999 % zu erhalten. Um ein Kilogramm Solarsilizium herzustellen, werden bis zu 120 kWh elektrischer Energie benötigt – dabei entstehen etwa 75 Kilogramm Kohlendioxid. Die JPM Silicon GmbH hat in Kooperation mit dem Institut für Thermodynamik der Technischen Universität Braunschweig und der Fricke und Mallah Microwave Technology GmbH im Rahmen eines DBU-Projektes einen alternativen, energieeffizienten

Prozess zur Gewinnung von Silizium entwickelt, der nicht nur Energie einspart, sondern auch neue Wege in der Produktion von Solarsilizium eröffnet. Möglich wird das durch einen Technologiewandel vom Lichtbogenofen zum Mikrowellenofen.

## Die Zukunft: Solarsilizium aus der Mikrowelle

Im Rahmen des Projekts wurde ein Mikrowellenofen zur Herstellung von Silizium ausgelegt und gefertigt. Die Auswertungen zeigten: Im Mikrowellenofen kann hochwertiges Siliziummetall erzeugt werden. In einem aktuellen DBU-Projekt soll das Mikrowellenverfahren nun weiter verfeinert werden. Dabei werden unter anderem hochreine Rohstoffe in Form von Pellets eingesetzt, sodass direkt Solarsilizium entsteht. Die Eignung des so gewonnenen Siliziums für den Einsatz in Solarzellen wird in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) analysiert.

## Simulation für die optimale Pellet- Beschaffenheit

Die unterschiedlichen Eigenschaften der Rohstoffe erfordern eine Anpassung der Prozessführung im Mikrowellenofen, um eine energieeffiziente Umsetzung mit optimaler Ausbeute realisieren zu können. Ein softwaregestütztes Simulationsmodell wird nun für die Beschreibung von Pellets verschiedener Größe, Form und Zusammensetzung getestet und erweitert, um so die optimale Beschaffenheit der Rohstoffpellets für die Herstellung von Solarsilizium im Mikrowellenofen bestimmen zu können.

## Verunreinigung durch Beschichtung vermeiden

Um den hohen Reinheitsgrad von Solarsilizium im Mikrowellenprozess zu erreichen, ist es erforderlich, den Eintrag von Verunreinigungen aus den umgebenden Materialien zu minimieren. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten liegt daher darin, mikrowellen- und hochtemperaturgeeignete Keramiken für den Reaktionsraum zu erproben. In Kooperation mit der Sindlhauser Materials GmbH aus Kempten sollen so geeignete Werkstoffe für den Mikrowellenprozess entwickelt werden.



Laboranlage für die Produktion von Silizium bei JPM Silicon



Laborversuche zur energieeffizienten Gewinnung von Rohsilizium im Mikrowellenofen

Projektthema

## Solarfähiges Silizium aus dem Mikrowellenofen

### Projektdurchführung

JPM Silicon GmbH  
Rebenring 33  
38106 Braunschweig  
info@jpmsilicon.de  
www.jpmsilicon.de

### Kooperationspartner

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Thermodynamik  
ift@tu-bs.de  
www.ift-bs.de  
Sindlhauser Materials GmbH, Kempten  
info@sindlhauser.de  
www.sindlhauser.de

AZ 28408