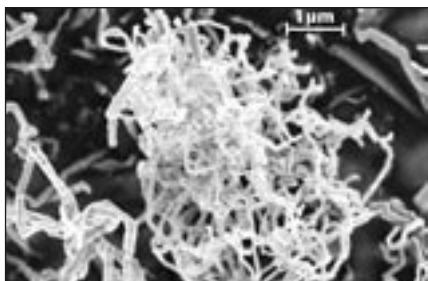


3500 suns crack the methane molecule



Carbon nanofilaments, produced during the solar thermal decomposition of methane. One example of the use of these nanofilaments is for composite materials. (Scanning electron micrograph, 1 μm = 1 micrometer = 1 thousandth of a millimetre)

Concentrated sunlight from the PSI solar furnace enables hydrogen and carbon nanofilaments to be generated from methane gas – and at a respectable yield.

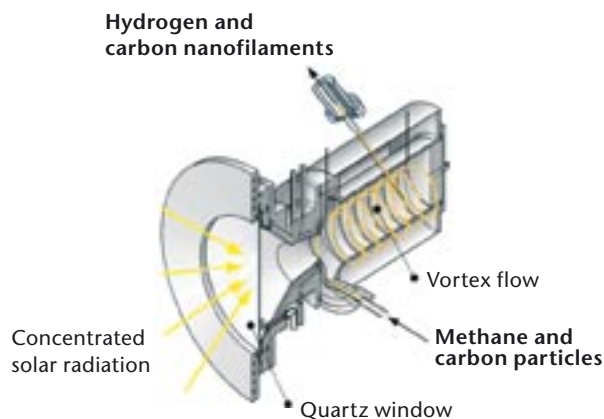
Solar chemistry may involve hybrid processes that make use of fossil fuels as well as solar energy. Here, fossil fuels are used exclusively as the chemical source of hydrogen, and concentrated solar radiation is used as the energy source of high-temperature process heat. The advantages of the solar-driven process are threefold: the discharge of greenhouse gases and other pollutants is avoided; the gaseous products are not contaminated by combustion by-products; and the calorific value of the fuel is upgraded by the solar energy input.

One research team at PSI is investigating the solar thermal decomposition of methane (CH₄) for the production of hydrogen and carbon. A vortex flow of methane (the main component of natural gas) laden with carbon particles is

generated in a solar reactor. The carbon particles simultaneously absorb the solar radiation and act as nucleation sites for the newly-produced carbon.

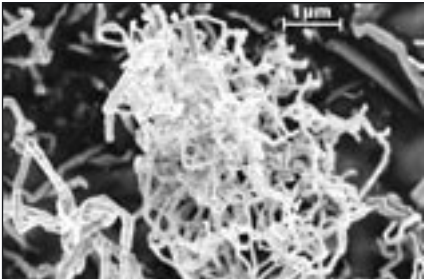
Path towards solar hydrogen

The tests took place at PSI's solar furnace and ETH's high-flux solar simulator. A 5 kW reactor prototype was subjected to power intensities reaching more than 3500 kilowatts per square metre (equivalent to about 3500 suns). The yield, i.e. the chemical conversion of hydrogen and carbon produced from the methane input, amounted to 67 percent at over 1300° Celsius. The structure of the carbon generated in this way is similar to that of nanofilaments, which can improve mechanical stability in high-performance materials. Result: the solar hybrid thermochemical process investigated here conserves natural gas, reduces carbon dioxide emissions, and offers a transition path towards solar hydrogen.



The solar chemical reactor features a vortex flow of methane confined to a cavity-receiver and laden with carbon particles. The source of high-temperature energy is concentrated sunlight. The chemical products are hydrogen and carbon nanofilaments. A schematic view is shown above, while the picture on the left shows the reactor installed in the PSI solar furnace.

3500 Sonnen knacken die Methan-Moleküle



Kohlenstoff-Nanofasern, die bei der solarthermischen Zersetzung von Methan entstanden. Sie lassen sich beispielsweise in Verbundwerkstoffen verwenden. (Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme, 1 µm = 1 Mikrometer = 1 Tausendstel-Millimeter)

Mit konzentriertem Sonnenlicht aus dem Solarofen des PSI lassen sich aus Methan-Gas Wasserstoff wie auch Kohlenstoff-Nanofasern gewinnen – mit respektabler Ausbeute.

Bei der Solarchemie können neben konzentriertem Sonnenlicht auch fossile Brennstoffe zum Einsatz kommen. Diese werden in energieaufwändigen Prozessen ausschliesslich als chemische Ausgangsstoffe zur Herstellung von Wasserstoff verwendet, indem man die Solarenergie als Quelle für die Hochtemperatur-Prozesswärme nutzt. Solche hybride Verfahren haben vielfältige Vorteile. Zum einen werden Emissionen von Treibhausgasen und weiteren Schadstoffen vermieden, zum andern sind die Produktgase nicht durch Verbrennungsnebenprodukte verunreinigt. Zudem wird der Heizwert des Brennstoffs durch die eingebrachte Solarenergie erhöht.

Am PSI untersucht ein Forschungsteam die solarthermische Zersetzung von Methan (CH_4) zur Produktion von Wasserstoff und Kohlenstoff. In einem Solarreaktor wird hierfür eine mit Koh-

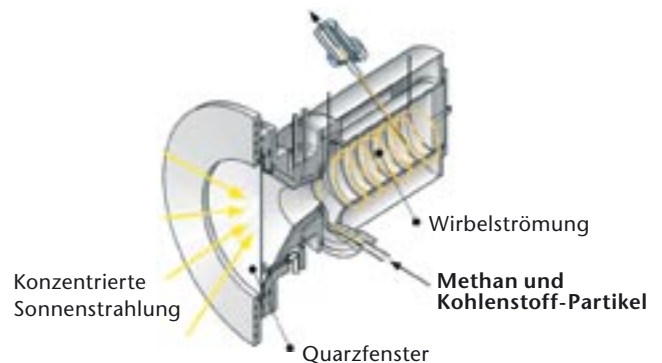
lenstoff-Partikeln beladene Wirbelströmung aus Methan erzeugt, dem Hauptbestandteil von Erdgas. Die Kohlenstoffteilchen absorbieren die Sonnenstrahlung und dienen gleichzeitig als Keime für den neu gebildeten Kohlenstoff.

Weg zu solarem Wasserstoff

Die Tests erfolgten im Solarofen des PSI und im Hochfluss-Sonnensimulator der ETH Zürich. Ein 5-kW-Reaktor-Prototyp wurde Strahlungsintensitäten von über 3500 Kilowatt pro Quadratmeter (entspricht rund 3500 Sonnen) ausgesetzt. Die Ausbeute, d.h. die Menge des gewonnenen Wasserstoffs und Kohlenstoffs, gemessen am eingespeisten Methan, betrug 67 Prozent bei über 1300 Grad Celsius. Die Struktur des erzeugten Kohlenstoffs gleicht derjenigen von Nanofasern, die z.B. in hochwertigen Verbundwerkstoffen die mechanische Festigkeit verbessern können. Fazit: Der untersuchte solare Prozess schont die Erdgasreserven, reduziert die Kohlendioxid-Emissionen und stellt eine Übergangsphase auf dem Weg zu solarem Wasserstoff dar.



Wasserstoff und Kohlenstoff-Nanofasern



Im solarchemischen Reaktor wird eine Wirbelströmung aus Methan und Kohlenstoff-Partikeln erzeugt, um so mit konzentriertem Sonnenlicht Wasserstoff und Kohlenstoff-Nanofasern zu gewinnen. Oben ein schematischer Schnitt, links der Reaktor im Solarofen des PSI.