



# Aus Klimagas wird Treibstoff

**Energietechnik** Die ETH ist einen Schritt weiter bei der Herstellung von CO<sub>2</sub>-neutralem Treibstoff. Der Prozess, der nur Luft, Wasser und Sonnenstrahlung benötigt, funktioniert jetzt auch ausserhalb des Labors – vorläufig noch im kleinen Massstab.



Das Heizsystem auf dem Dach der ETH Zürich liefert die Wärme, um aus CO<sub>2</sub>, Wasser und Sonnenschein flüssigen Treibstoff herzustellen. Fotos: Sabina Bobst

## Walter Jäggi

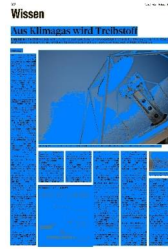
Auf dem Dach des Maschinenlaborgebäudes der ETH steht silbern glänzend ein grosser Parabolspiegel. Es ist keine Satellitenantenne und keine Anlage, um Strom zu erzeugen, sondern ein Heizsystem. Es liefert die Wärme für einen thermochemischen Prozess, bei dem aus CO<sub>2</sub>, Wasser und Sonnenschein flüssiger Treibstoff hergestellt wird.

Das Kohlendioxid, das bei der

Verbrennung des Treibstoffs später entstehen wird, ist somit bereits kompensiert. Wenn zum Beispiel ein Flugzeug mit dem Solartreibstoff betrieben wird, trägt es also nicht zur zusätzlichen Belastung der Atmosphäre bei. Die Anlage der ETH ist die erste weltweit, die eine solche Technik unter echten Umweltbedingungen demonstrieren kann.

Der Parabolspiegel, der im Ta-

gesverlauf automatisch der Sonne folgt, konzentriert das Sonnenlicht so stark, als würden 3000 Sonnen scheinen. Es werden 1500 Grad erreicht in dem Empfänger, in dem dann die zugeführte feuchte Luft in ihre chemischen Bestandteile zerlegt wird. Aus Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasserdampf (H<sub>2</sub>O) entsteht das sogenannte Synthesegas (Wasserstoff und Kohlenmono-



xid). Es ist ein in den Raffinerien gängiges Zwischenprodukt, das bei der Produktion von synthetischen Treibstoffen eingesetzt wird. Auf dem Dach der ETH ist also eine Miniaturraffinerie direkt an der Solaranlage angeschlossen. Ebenfalls direkt angeschlossen ist eine Anlage, die der Umgebungsluft CO<sub>2</sub> und Wasserdampf entzieht, welche die chemischen Komponenten für das Synthesegas liefern.

### Rohmaterial im Überfluss

Aus den reichlich vorhandenen Rohstoffen CO<sub>2</sub> und Wasser plus Sonnenlicht kann künstlich ein Produkt hergestellt werden, das einem Treibstoff aus fossilen Quellen ebenbürtig ist. Die Natur kann das auch, letztlich sind die heute genutzten fossilen Brennstoffe einst von Pflanzen und Mikroorganismen aus Luft, Wasser und Sonnenstrahlen gemacht worden. In der jetzigen Situation wäre es dringend, das CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre nicht weiter zu vermehren. Gefragt ist ein CO<sub>2</sub>-Kreislauf, bei dem aus Abgas wieder neuer Treibstoff wird. Das ETH-Verfahren kann dazu beitragen.

An der Technik, aus Luft und Licht Treibstoff herzustellen, wird an der ETH seit Jahren geforscht. 2010 sei das Verfahren im Labor zum ersten Mal erfolgreich zum Laufen gebracht worden, berichtete Philipp Furler bei der Präsentation der neuen Anlage am Donnerstag. 2014 sei erstmals sogenanntes Solarerosin produziert worden, damit hätte ein Flugzeug betankt werden können.

Philipp Furler, vorher Mitarbeiter von Professor Aldo Steinfeld am Institut für Energietechnik der ETH, ist heute technischer Leiter der Firma

Synhelion. Das ETH-Spin-off-Unternehmen arbeitet daran, Solartreibstoff kommerziell nutzbar zu machen. Beteiligt an der Demonstrationsanlage ist auch Climeworks, ein ETH-Spin-off-Unternehmen, dessen Anlagen CO<sub>2</sub> und Wasserdampf aus der Luft holen können.

Auch wenn Philipp Furler den solar gemachten Treibstoff als glasklare Flüssigkeit in einer kleinen Flasche vorzeigen kann, ist die Entwicklung weiter in vollem Gang. Vieles wurde seit 2010 schon erreicht. In dem Reaktor, in dem die chemischen Prozesse ablaufen, steckt als Kern ein Keramikschwamm aus dem chemischen Element Cer. Die Struktur dieses porösen Materials musste optimiert werden, sodass eine grosse Oberfläche entsteht, aber die Poren verschiedener Abmessungen stabil bleiben. Der Reaktor muss sowohl einen sogenannten Reduktionsvorgang wie auch eine Oxidationsphase durchmachen, wobei die Temperatur zwischen 1500 und 700 Grad wechselt. Das Metall Cer spielt dabei eine wichtige chemische Rolle, es kann Sauerstoff entweder abgeben oder aufnehmen, es verbraucht sich dabei nicht.

Mit der jetzt betriebsfähigen Anlage kann erstmals die Funktionstüchtigkeit in einer normalen Umgebung, dem Zürcher Hochschulquartier, bewiesen werden. Als Nächstes wird Synhelion nun einen leistungsfähigeren Solarempfänger bauen, für 2025 hofft Philipp Furler dann auf die Inbetriebnahme einer ersten kommerziellen Anlage.

### Eine Technik für die Wüste

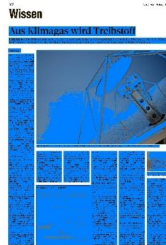
Der Wirkungsgrad muss dazu noch erheblich verbessert werden. 2010 konnten erst 0,4 Pro-

zent der Sonnenenergie in Treibstoffenergie umgesetzt werden, 2014 waren es schon 2 Prozent, heute sind es etwa 5 Prozent, das Ziel sind 25 Prozent. Bereits etwas besser arbeitet eine ebenfalls auf die ETH zurückgehende Anlage in Spanien, die nach dem gleichen Prinzip funktioniert wie der Zürcher Reaktor. Sie wurde ebenfalls am Donnerstag zeitgleich eröffnet und weist 7 Prozent Wirkungsgrad auf.

Die Solaranlage in Spanien verwendet für das Einsammeln der Sonnenstrahlen eine ganze Farm von flachen Spiegeln. Das Licht wird auf den Empfänger geschickt, der sich auf einem Turm befindet, wie man es von der Stromerzeugung in Solarkraftwerken kennt. So ähnlich stellen sich die Ingenieure in Zukunft die Kraftwerke vor, die aus Sonnenlicht Treibstoff machen. Als Standorte eignen sich vor allem Wüsten in aller Welt, auch wenn die Demonstrationsanlage sogar mit dem Zürcher Wetter klarkommt, sofern es nicht allzu schlecht ist. Auf grossen Wüstenflächen könnte man Spiegel platzieren, ohne Landwirtschaftsland zu beanspruchen. Luft und Luftfeuchtigkeit wären auf jeden Fall genügend verfügbar, sagt Philipp Furler.

Mit der Demonstrationsanlage können keine grossen Mengen hergestellt werden. Die Reaktion läuft nicht kontinuierlich, für die beiden Phasen des sogenannten Red-Ox-Prozesses wird etwa eine Viertelstunde benötigt. Selbst bei idealem Wetter und vielen Sonnenstunden lassen sich nur ein paar Liter pro Tag herstellen.

Mit einem besseren Wirkungsgrad und einer Spiegelfläche von einem Quadratkilometer wäre mit einer Tagesproduktion



von 20 000 Litern Flugtreibstoff zu rechnen, sagt Philipp Furler. Ein Swiss-Passagier benötigt für 100 Reisekilometer durchschnittlich 3,15 Liter, für Zürich-New York retour demnach rund 400 Liter.

### Interessant für die Fliegerei

Aus dem Synthesegas der Solarreaktion können mit konventioneller Raffinerietechnik verschiedene Treibstoffe hergestellt werden. Die ETH-Forscher sprechen gern vom Einsatz des Systems für die Produktion von Kerosin für den Flugverkehr. Der Flugverkehr stehe deshalb im Vordergrund, weil Flugzeuge auf



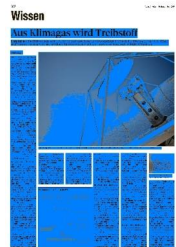
Kernelement des Reaktors: Ein Keramikschwamm aus Cer. einen flüssigen Treibstoff noch sehr lange angewiesen sein werden, erklärte Philipp Furler.

Zudem steht die Flugbranche vor dem Dilemma, dass der Verkehr weiter zunimmt und gleichzeitig die Klimabelastung deutlich reduziert werden müsste. Da wäre CO<sub>2</sub>-neutraler Treibstoff ein ideales Mittel.

Unter den verschiedenen For-

schungsgruppen der Hochschulen und der Industrie befassen sich denn auch nicht zufällig Experten der deutschen Industrie-Forschungsorganisation Baus Luftfahrt besonders intensiv mit dem Thema. Vorteile hat die Technik einige, nicht zuletzt weil es sich um eine sogenannte Drop-in-Neuheit handelt. Die ganze Infrastruktur wie Pipelines und Tanker und die Motoren könnten weiter benützt werden, ohne dass grundsätzlich alles neu zu erfinden wäre.

Neu zu erfinden wird allerdings die kommerzielle Seite des Solartreibstoffs sein, vom Preisunterschied zu den Konkurrenzprodukten hängt dereinst der Geschäftserfolg ab.



Tages-Anzeiger  
8021 Zürich  
044/ 248 44 11  
<https://www.tagesanzeiger.ch/>

Medienart: Print  
Medientyp: Tages- und Wochenpresse  
Auflage: 140'800  
Erscheinungsweise: 6x wöchentlich

Seite: 40  
Fläche: 122'523 mm<sup>2</sup>

Auftrag: 1086740  
Themen-Nr.: 999.051

Referenz: 73828720  
Ausschnitt Seite: 4/4

## Thermochemischer Reaktor der ETH

Im thermochemischen Reaktor werden mit der Energie der Sonnenstrahlung Wasser und CO<sub>2</sub> in ihre chemischen Bestandteile zerlegt. Dann werden diese zu einem synthetischen Treibstoff neu kombiniert.

