

Aus Sonne wird Kraftstoff

Jülich (NRW). Es klingt fast märchenhaft: In einem hohen, Spiegel-besetzten Turm entstehen aus Wasser, CO₂ und Sonnenlicht nachhaltige Kraftstoffe. Zu diesem Plan steuern Fraunhofer-Expertinnen und -Experten ihr Know-how in einem besonderen Projekt bei: »Material Advancements for Solar Fuels Technology«, kurz MAfoS heißt das Vorhaben, in dem ein Team kreativer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL des Fraunhofer-Instituts für Silicatiforschung ISC zukunftsweisende Materialien für die erste industrielle Solar-to-Fuel-Demonstrationsanlage entwickelt.



-Wenn-aus-Sonnenlicht-Treibstoff-wird-Synhelion-DLR

Mit ihren Partnern arbeiten die Fachleute im Rahmen des europäischen Förderprogramms Eurostars 3 an einem ganzheitlichen Konzept zur CO₂-Reduktion und Speicherung erneuerbarer Energien in künstlichen Treibstoffen.

Ein Turm voller Energie

Tatsächlich existiert bereits eine Pilotanlage, die der Projektpartner Synhelion, ein Schweizer Start-up-Unternehmen, am Solarturm des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt DLR in Jülich betreibt. In dieser Solar-to-Fuel-Anlage werden aus Wasser und Kohlendioxid beziehungsweise Methan Treibstoffe hergestellt. Im Fokus der Experten steht dabei aktuell der Kraftstoff Kerosin. Die Anlage umfasst eine große Fläche mit Spiegeln, die Sonnenlicht bündelt. Dieses wird in einem Turm in Hitze umgewandelt, welche über ein Rohr in eine Reaktorkammer geleitet wird. Dort reagieren die so erhitzten Ausgangsprodukte miteinander und bilden den gewünschten Treibstoff.

Um den Vorgang starten und den Turm für die Kraftstoffproduktion nutzen zu können, sind für die einzelnen Komponenten besondere Materialien erforderlich. Eine Herausforderung stellen die hohen Temperaturen in Kombination mit Wasserdampf dar: Am Sonnenstrahleneintrittsfenster sind sie mit bis zu 800 Grad Celsius noch vergleichsweise moderat. In den darauffolgenden Prozessschritten steigt die Temperatur auf bis zu 1500 Grad Celsius. Für diese Bedingungen ist die Materialauswahl besonders anspruchsvoll, die konstruktiven Lösungen sind aufwändig. Neue, extrem widerstandsfähige Hochleistungsbeschichtungen sollen diese in Zukunft erleichtern und mehr Möglichkeiten für die Konstrukteure schaffen.

Know-how für Hochtemperaturwerkstoffe

An diesem Punkt setzt das Fraunhofer ISC Zentrum HTL mit seiner Material-Expertise für Leichtbau und Hochtemperaturwerkstoffe an. Sie entwickeln anorganische keramische Materialien als Schutzschichten für verschiedene Anlagenkomponenten und zukünftige Anwendungen. Die Materialien müssen zahlreichen Anforderungen gerecht werden: So ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Beschichtung am Eintrittsfenster anhaltend sonnenlichtdurchlässig und beständig gegen Wasserdampf ist. Zudem muss sie an den Wärmeausdehnungskoeffizienten der Glasscheibe angepasst sein, damit sie bei Temperaturwechseln nicht abplatzt. Mit den folgenden Prozessabschnitten und ihren stetig steigenden Temperaturen muss die Beschichtung hinsichtlich der Wärmeausdehnung stets an das jeweilige Träger-Substrat angepasst und dabei dicht sein. Über diese Materialien hinaus entwickeln die Fraunhofer-Fachleute Trägerstrukturen aus Faserverbundkeramik für Rohrleitungen. Faserverbundkeramik ist schadenstoleranter als monolithische Keramik, doch die am Markt verfügbaren Fasern tolerieren nur maximal 1200 Grad Celsius. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer HTL haben sich zum Ziel gesetzt, eine höhere Temperaturstabilität zu erreichen und die Anwendungstemperatur der Verstärkungsfasern auf 1500 Grad Celsius zu erhöhen.

Erfolgreich in der Zusammenarbeit

Einen ersten wichtigen Meilenstein haben die Forschenden bereits erreicht: die Beschichtung für das Sonnenstrahleneintrittsfenster. »Hier war der sehr geringe Wärmeausdehnungskoeffizient die große Herausforderung. Doch es ist uns gelungen, ein geeignetes Material zu identifizieren. Durch unsere Tests konnten wir nachweisen, dass es nicht nur besonders hitze-, sondern auch wasserdampf-

stabil ist. Es schützt das darunterliegende Material und ist transparent genug, um dauerhaft genügend Sonnenlicht passieren zu lassen«, freut sich MAfoS-Projektleiter Jonathan Maier.



-Wenn-aus-Sonnenlicht-Treibstoff-wird-Synhelion-DLR

Im nächsten Schritt wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das Eintrittsfenster in realer Bauteilgröße beschichten, damit es bei Synhelion getestet werden kann. Gemeinsam mit einem weiteren Projektpartner, der Firma CeraFib, spezialisiert auf hochtemperaturbeständige Werkstoffe und Bauteile in Verbundbauweise, haben die Fachleute des Fraunhofer HTL zudem bereits erfolgreich Rohrleitungen aus Faser-verbundkeramik gefertigt.

Begeistert zeigen sich die Experten des Fraunhofer HTL nicht nur vom Gesamtprojekt, sondern auch von dem Beitrag, den sie durch ihre Mitwirkung leisten können: »Wir wollten schon immer mit unseren klassischen Fraunhofer-HTL-Themen, den Hochtemperaturbeschichtungen und -werkstoffen wie auch den keramischen Fasern, in das Feld Erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Power-to-X und Power-to-Fuel vorstoßen. In diesem Projekt treten wir den Beweis an, dass wir kundenorientiert und nah am Markt mit unserem fachlichen Know-how gerade

auch für kleine und mittelständische Unternehmen in diesem Bereich ein starker Kooperationspartner sind.«, freut sich Arne Rüdinger, Leiter der Abteilung Keramikfasern am Fraunhofer HTL. Und Jonathan Maier ergänzt: »Darüber hinaus ist es sehr schön, dass wir mit unserer Forschung einen so wichtigen Beitrag zur CO₂-Reduzierung und damit zur nachhaltigen Transformation unserer Gesellschaft leisten können.« Einer Transformation, die dank des Engagements der MAfoS-Partner in greifbare Zukunft rückt: Bereits 2024 soll Synhelions industrielle Solar-to-Fuel Demonstrationsanlage in Deutschland den Betrieb aufnehmen.



Wenn-aus-Sonnenlicht-Treibstoff-wird-Keramik.

Text:, Fotos Fraunhofer Institut,