

# FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

4. November 2024 || Seite 1 | 3

## Wasserstofftechnologien

### Klimafreundlicher Strom aus Ammoniak

**Bei der Stromerzeugung mit Wasserstoff entstehen keine klimaschädlichen Emissionen. Doch Speicherung und Transport des Gases sind technisch anspruchsvoll. Fraunhofer-Forschende nutzen deshalb das leichter handhabbare Wasserstoffderivat Ammoniak als Ausgangsstoff. Im Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Stack wird Ammoniak zerlegt und der entstehende Wasserstoff in Strom verwandelt. Die Abwärme kann beispielsweise als Heizenergie genutzt werden.**

Auf dem Energieträger Wasserstoff und seinen Derivaten ruhen große Hoffnungen. In der nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung nehmen sie bei der Energiewende eine zentrale Rolle ein. Insbesondere Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) hat dabei ein hohes Potenzial, denn Wasserstoff lässt sich in Form von Ammoniak besser speichern und transportieren.

Ein Forschenden-Team mit Prof. Laura Nusch vom Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS in Dresden hat auf Basis eines Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Stacks (Solid Oxide Fuel Cells, SOFC) einen Demonstrator entwickelt, der Ammoniak direkt und mit einem hohen Wirkungsgrad verstromen kann. Strom und Wärme entstehen in einer einzigen kompakten Anlage – ohne  $\text{CO}_2$ -Emissionen oder andere schädliche Nebenprodukte.

#### Aus Ammoniak wird Wasserstoff, wird Strom

Fraunhofer-Forscherin Laura Nusch erklärt die Vorteile: »Ammoniak ist in der chemischen Industrie seit Jahrzehnten im Einsatz, zum Beispiel für die Herstellung von Düngemitteln, der Umgang mit dem Stoff daher etabliert und bekannt, dennoch muss der Stoff mit Vorsicht behandelt werden. Als Wasserstoffträger bietet Ammoniak eine hohe Energiedichte und ist zugleich relativ einfach zu speichern und zu transportieren. Für die klimafreundliche Herstellung von Strom und Heizenergie ist Ammoniak ein ideales Ausgangsmaterial.«

Im Prozess wird Ammoniak zunächst in die Brenngasaufbereitung, den sogenannten Cracker, eingeleitet und auf Temperaturen von 300 Grad Celsius und höher erhitzt. Es zerfällt in Wasserstoff ( $\text{H}_2$ ) und Stickstoff ( $\text{N}_2$ ). Letzterer kann am Ende des Prozesses zusammen mit Wasserdampf als unschädliche Abluft entlassen werden. Anschließend wird der Wasserstoff in die Hochtemperatur-Brennstoffzelle geleitet. In keramischen Elektrolyten wird er über die Anode geführt, während die Kathode von Luft umflossen

---

#### Kontakt

**Monika Landgraf** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)  
**Katrin Schwarz** | Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS | Presse und Öffentlichkeitsarbeit |  
Telefon +49 351 2553-7231 | Winterbergstraße 28 | 01277 Dresden | [www.ikts.fraunhofer.de](http://www.ikts.fraunhofer.de) | [Katrin.Schwarz@ikts.fraunhofer.de](mailto:Katrin.Schwarz@ikts.fraunhofer.de)

wird. Bei der Aufspaltung des Wasserstoffs entstehen Elektronen, die von der Anode zur Kathode wandern. So beginnt Strom zu fließen. Neben Wasserdampf produziert die elektrochemische Reaktion auch Wärmeenergie. Außerdem entsteht durch die Nachverbrennung Abwärme. »Diese wird zum einen verwendet, um die hohe Temperatur im Cracker zu halten, und zum anderen als Abwärme entkoppelt. Dann kann sie beispielsweise für eine Gebäudeheizung eingesetzt werden«, erklärt Nusch.

---

**FORSCHUNG KOMPAKT**4. November 2024 || Seite 2 | 3

---

### **Hoher Wirkungsgrad bei 60 Prozent**

Bei der Konzeption der Anlage kam den Forschenden aus dem Fraunhofer IKTS die jahrzehntelange Expertise bei keramischen Brennstoffzellen-Stacks zugute. Damit konnte das Team einen Brennstoffzellen-Demonstrator bauen, der das Zerlegen von Ammoniak in Wasserstoff und dessen anschließende Verstromung praktisch in einem Gerät erledigt. Der Wirkungsgrad liegt dabei ebenso wie bei Erdgas-basierten Verfahren bei 60 Prozent, nur dass Ammoniak-SOFC-Systeme vergleichsweise einfach und robust aufgebaut sind.

Das System ist ideal für kleinere Industrieunternehmen, die Strom ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen erzeugen wollen und nicht am zukünftigen Wasserstoffkernnetz anliegen. Oder für Kommunen und Stadtwerke, die ihre Kunden mit grüner Wärme versorgen wollen. Auch große Schiffe lassen sich auf diese Weise mit umweltfreundlichen Antrieben auf Ammoniak-Wasserstoffbasis ausstatten.

### **Maßgeschneiderte Brennstoffzellen-Systeme**

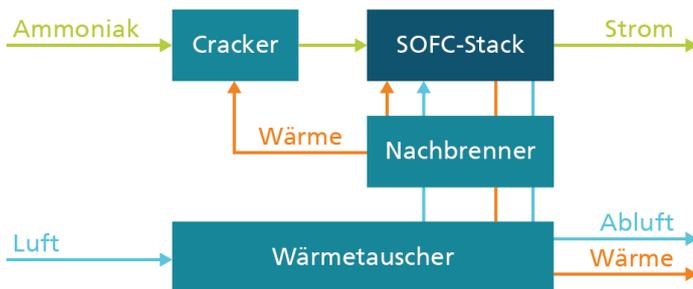
Je höher die Temperatur im Cracker, desto vollständiger wird Ammoniak in Wasserstoff zerlegt. Umgekehrt gilt, dass bei niedrigeren Temperaturen, also bei etwas über 400 Grad Celsius ein beträchtlicher Teil des Ammoniaks zurückbleibt. »Unsere Tests haben jedoch gezeigt, dass die Ammoniakmoleküle auch vollständig in der Hochtemperatur-Brennstoffzelle zu Wasserstoff zerfallen. Damit kann sogar eine Steigerung der Gesamtleistung der Anlage erreicht werden«, sagt Fraunhofer-Forscherin Laura Nusch. Das eröffnet mehrere Optionen im Rahmen des thermischen Managements der Anlage. »Durch die gezielte Auslegung und ein intelligentes thermisches Management sowie anderen Modifikationen, etwa an Leistung und Größe der Brennstoffzellen-Stacks, sind wir in der Lage, gerade auch für kleine und mittlere Unternehmen maßgeschneiderte Lösungen zur klimafreundlichen Strom- und Wärmeerzeugung zu entwickeln«, erklärt Nusch.



**Abb. 1 Demonstrations-  
anlage zur CO<sub>2</sub>-freien  
Stromerzeugung mit  
Ammoniak in  
Hochtemperatur-  
Brennstoffzellen (SOFC)**

© Fraunhofer IKTS

-----  
**FORSCHUNG KOMPAKT**  
4. November 2024 || Seite 3 | 3  
-----



**Abb. 2 Prinzip-  
schema eines Ammoniak-  
SOFC-Systems**

© Fraunhofer IKTS