

Ammoniak zur effizienten Stromerzeugung mit CO₂-freier Abluft

Energie- und Verfahrenstechnik

Am Fraunhofer IKTS werden Systeme zur effizienten Strom- und Wärmeversorgung auf Basis von Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) entwickelt. Heute sind diese Geräte für Erdgas ausgereift und auf dem Markt erhältlich. Um CO₂-Emissionen bei der Wandlung zu Strom und Wärme weiter abzusenken, kommen kohlenstofffreie Brennstoffe wie Ammoniak in Betracht. Für die energetische Nutzung von alternativen Brennstoffen müssen SOFC-Systeme auf neue Brennstoffe angepasst werden und es ergeben sich im Vergleich zu den konventionellen Systemen andere Randbedingungen. Besonderes Augenmerk muss dabei auf das Cracken, die Systemintegration und das thermische Management in den Systemen gelegt werden.

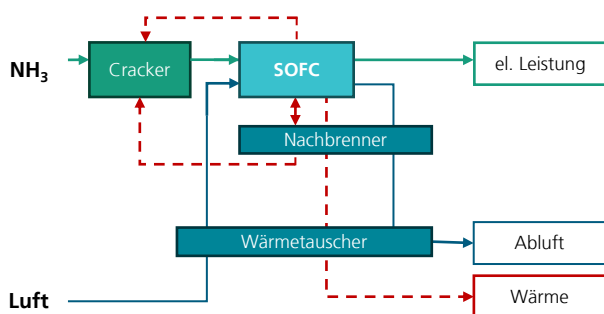


Bild 1: Prinzipschema eines Ammoniak-SOFC-Systems.

Systemnahe Demonstrationsanlage mit der IKTS-Stacktechnologie

Ein erster Prototypen-Teststand mit einer ammoniakbetriebenen SOFC in der Leistungsklasse von 1 kW_{el} wurde am Fraunhofer IKTS aufgebaut und bereits erfolgreich betrieben. Der Teststand, an dem Vortests durchgeführt wurden, wird im Rahmen eines Fraunhofer-Leitprojekts aufgerüstet, um die entsprechenden Fragestellungen zu beantworten.

In den Testreihen sollen vor allem das Verhalten eines externen Crackers, das systeminterne Wärmemanagement und das Zusammenspiel mit dem SOFC-Stack untersucht werden. Gasanalysen geben Aufschluss über den Umsatzgrad des Ammoniaks bei unterschiedlichen Bedingungen und dessen Einfluss auf den Gesamtprozess.

Testergebnisse

Bisher konnte die grundlegende Eignung von SOFC-Systemen für die Nutzung von Ammoniak als Brennstoff nachgewiesen werden. Eine vergleichbare Performance zum Wasserstoffbetrieb konnte am Demonstrator gezeigt werden. Der CFY-Stack des IKTS bietet durch die hohen Betriebstemperaturen und die robuste Bauweise viele Freiheitsgrade für einen effizienten Betrieb mit Ammoniak. Durch gezielten Einsatz von stackinternem Cracken können effizientere Systeme realisiert werden.

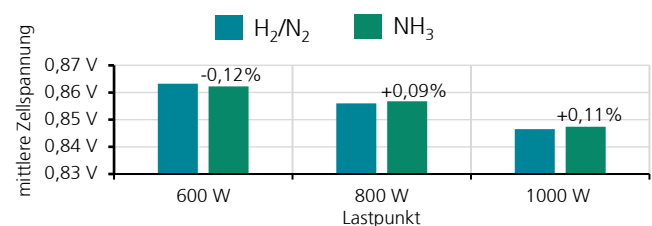


Bild 2: Vergleich mit H₂/N₂ bei gleichen SOFC-Lastpunkten.

Systemoptimierung

Mit der Demonstrationsanlage, den Untersuchungen und Analysen ist der Baustein für die Entwicklung eines integrierten, optimierten SOFC-Systems auf Basis von Ammoniak gelegt. Hohe elektrische Wirkungsgrade sind zu erwarten, die sich vor allem durch eine stärkere thermische Integration der Bauteile und den Ausgleich von Wärmequellen und -senken im System ergeben werden. Kundenspezifische Ammoniak-Systementwicklungen in einem weiten Leistungsbereich für unterschiedliche Anwendungen sind damit möglich.



Bild 3: NH₃-SOFC - Demonstrationsanlage.

Dipl.-Ing. Mathias Hartmann

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
Telefon +49 351 2553-7985
mathias.hartmann@ikts.fraunhofer.de

745-W-24-10-22



Ammonia for efficient power generation with CO₂-free exhaust air

Energy and process engineering

Fraunhofer IKTS is developing systems for the efficient supply of electricity and heat based on solid oxide fuel cells (SOFC). Today, these devices for natural gas are fully developed and available on the market. In order to further reduce CO₂ emissions during conversion to electricity and heat, carbon-free fuels such as ammonia are being considered. For the energetic use of alternative fuels, SOFC systems must be adapted to new fuels and other boundary conditions arise in comparison to conventional systems. Particular attention must be paid to cracking, system integration and thermal management in the systems.

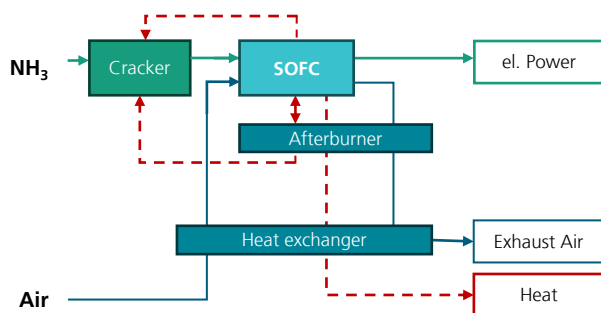


Figure 1: Schematic diagram of an ammonia SOFC system.

System-oriented demonstration system with IKTS stack technology

An initial prototype test stand with an ammonia-powered SOFC in the 1 kW_{el} power class has been set up at Fraunhofer IKTS and is already operating successfully. The test stand, on which preliminary tests have been carried out, is being upgraded as part of a Fraunhofer lead project in order to answer the relevant questions. In the test series, the behavior of an external cracker, the system-internal heat management and the interaction with the SOFC stack will be examined. Gas analyses will provide information on the degree of conversion of the ammonia under different conditions and its influence on the overall process.

Test results

So far, the basic suitability of SOFC systems for the use of ammonia as a fuel is known. A comparable performance to hydrogen operation was shown on the demonstrator. The IKTS CFY stack offers many degrees of freedom for efficient operation with ammonia due to its high operating temperatures and robust design. More efficient systems can be realized through the targeted use of in-stack cracking.

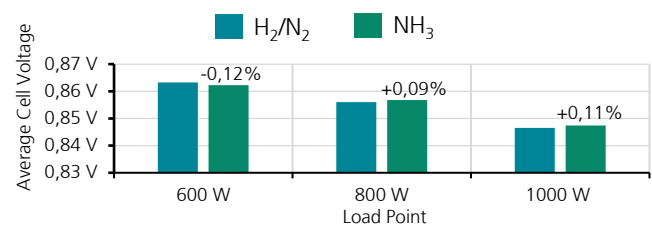


Figure 2: Comparison with H₂/N₂ at the same SOFC load points.

System optimization

The demonstration plant, the investigations and analyses have laid the foundation for the development of an integrated, optimized SOFC system based on ammonia. High electrical efficiencies are to be expected, which will result primarily from greater thermal integration of the components and the balancing of heat sources and sinks in the system. Customer-specific ammonia system developments in a wide performance range for different applications are therefore possible.



Figure 3: NH₃ – SOFC demonstration plant.

Dipl.-Ing. Mathias Hartmann

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden, Germany
Phone +49 351 2553 7985
mathias.hartmann@ikts.fraunhofer.de

745-W-24-10-

