

Mehr Wasserstoff verändert die Verbrennung

Eine Reduktion des CO₂-Ausstosses kann bei Gaskraftwerken mit der Abtrennung und Speicherung von Kohlendioxid erreicht werden. Wird dies vor dem Verbrennungsprozess in der Gasturbine durchgeführt, so entsteht ein veränderter Brennstoff, reich an Wasserstoff. Das internationale Forschungsprojekt H2-IGCC sucht Lösungen für die notwendigen Anpassungen bei den Kraftwerkskomponenten.



Das Forschungsprojekt H2-IGCC beleuchtet das gesamte Gaskraftwerk mit gezielten Analysen der vier Teilbereiche.

Auf der Leinwand wurden Tabellen mit Terminplänen und Meilensteinen gezeigt und Grafiken dargestellt, die den Einfluss von neuen Legierungen auf das Standzeitverhalten von Turbinenschaufeln erläuterten. Unter den Teilnehmenden konnte man verständnisvolles Nicken feststellen; in der Frageunde liessen sich Unklarheiten und abweichende Erfahrungen ansprechen. Während zweier Tage war ein intensiver Gedankenaustausch möglich. Aber bis zum nächsten Treffen müssen die eigenen Forschungsarbeiten weiter intensiviert werden. Denn das Halbzeit-Meeting der Forschenden diente weniger zum Ausruhen als zur verstärkten Fokussierung auf die anspruchsvollen Fragestellungen. Diese beruhen auf den Wünschen und Zielen des international angestrebten Umbaus der fossilen Kraftwerkstechnik, also auch der

mit Gasturbinen ausgestatteten Anlagen. Dank einer vorgängigen CO₂-Abscheidung soll der Anteil solcher Gaskraftwerke am weltweiten Kohlendioxid-Ausstoss vermindert werden.

Halbzeit-Treffen in Zürich

Im vergangenen Dezember haben sich rund 50 Teilnehmende aus Europa am Jahresmeeting des Projekts H2-IGCC in Zürich getroffen, um sich anlässlich der Halbzeit über den Stand ihrer Forschungsarbeiten auszutauschen. H2-IGCC – Integrated Gasification Combined Cycle – wird im 7. Forschungsrahmenprogramm der EU (FP7) durchgeführt und ist in vier Teilprojekte gegliedert. Eines davon steht unter der Leitung von Peter Jansohn, Forscher am Paul Scherrer Institut (PSI). Ausserdem amtet er als Leiter des Programms «Kraftwerk 2020» des Bundesamtes

für Energie (BFE) und koordiniert in dieser Funktion die entsprechenden Forschungsarbeiten innerhalb der Schweiz. Die angestrebte Verminderung des CO₂-Ausstosses bringt Veränderungen bei den Gaskraftwerken. Jansohn meint dazu: «Die CO₂-Reduktion bedingt Veränderungen von fossilen Brennstoffen. Dass die entsprechenden Forschungsarbeiten nur auf internationaler Basis erfolgen kann, ist einleuchtend und Grundlage für unser internationales Projekt.»

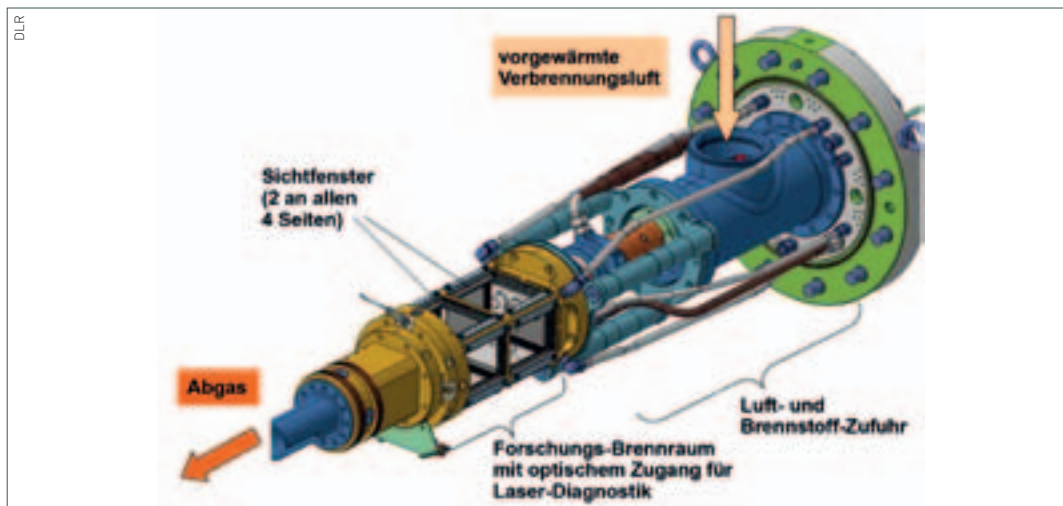
Veränderte Parameter der Verbrennung

Mit der CO₂-Abscheidung vor dem Verbrennungsprozess wird eine Massnahme gewählt, die zu veränderten Brennstoffqualitäten führt und damit andersartige Anforderungen an die im Einsatz stehenden Gasturbinen stellt. Deshalb werden bei diesem internationalen Projekt verschiedene Optionen untersucht. Es sollen technische Lösungen für Gasturbinen aufgezeigt werden, die in IGCC-Anlagen mit CO₂-Abscheidung möglichst effizient arbeiten können, insgesamt geringe Emissionen erzeugen (sog. Null-Emissions-Kraftwerke) und die nötige Flexibilität beim Brennstoffspektrum aufweisen. Das hat Auswirkungen sowohl auf den Verbrennungsprozess, auf die zu verwendenden Materialien, die Auslegung der Turbo-Komponenten (Kompressor, Heissgas-Turbine) als auch auf die System-Konfiguration. Wird aus reformiertem Erdgas der Kohlenstoff-Anteil in Form von CO₂ abgeschieden, so entsteht ein sehr wasserstoffreiches Brenngas. Damit erhöht sich die Flammgeschwindigkeit und der Selbstzündungs-

punkt wird gesenkt – und somit die mögliche Dauer, die für eine perfekte Vermischung von Brenngas mit Luft zur Verfügung steht. Ist diese nicht ideal, besteht die Gefahr, dass höhere NO_x-Emissionen entstehen. Auch der Brennstoff-Volumenstrom ist für ein solches Brenngas deutlich vergrössert. Alle diese Effekte stellen Herausforderungen an die eingesetzten Materialien, die gewählten Brennkammer-Konfigurationen, die Turbinengeometrie und die Betriebsweise der Gesamtanlage.

Vier Schwerpunkte

Das Projekt H2-IGCC wurde in vier Teilprojekte aufgesplittet, die sich mit dem gesamten Kraftwerkskonzept und den wichtigsten Technologiebereichen einer Gasturbine befassen. Auf diese Weise kann eine Komplettbetrachtung stattfinden, lassen sich Schnittstellen besser berücksichtigen und die gegenseitigen Abhängigkeiten und Einflüsse rascher erkennen. Das Teilprojekt 1 unter Leitung von Peter Jansohn umfasst 11 Partner aus Forschung und Industrie. Es ist das umfangreichste Teilprojekt und fokussiert sich auf den Verbrennungsraum. Neben dem Schweizer PSI sind die Universitäten von Cardiff (UK), Genua (I) und Galway (IRL) sowie die Technische Universität von Eindhoven (NL) und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt involviert. Als Industriepartner wirken Ansaldo Energia, E.ON Engineering (UK), Electricité de France sowie Siemens mit. Mit Modellierungen werden beispielsweise die veränderten Parameter beim Einsatz von wasserstoffreichen Brennstoffen simuliert. Dabei werden auch Strömungsberechnungspro-



Forschungsbrennkammer mit optischer Zugänglichkeit für die Laserdiagnose der Flammen.

gramme (Computational Fluid Dynamics – CFD) angewendet, um Vorstudien für geeignete Brenner-Formen zu analysieren. Es muss davon ausgegangen werden, dass kein reiner Wasserstoff zur Verfügung steht und man auch Kohlenmonoxid (CO) als Brennstoffbestandteil mitberücksichtigen muss. Ferner werden die in Experimenten ermittelten Daten zur weiteren Präzisierung von Modellrechnungen für die Konstruktion und Herstellung von Verdichtern und Brennkammern beigezogen. Um geeignete Auslegungsdaten zu erhalten, wurde ein spezieller Brenner für höhere Drücke entwickelt, mit dem man die laminare Flammengeschwindigkeit messen kann. Mit weiteren Experimenten konnten auch die Wärmefreisetzungs-Charakteristik der Wasserstoff-Luft-Gemische, die prognostizierten Flammenlängen sowie weitere verbrennungstechnische Kenngrößen ermittelt werden.

Austausch zwischen den Teilprojekten

Am Halbzeit-Treffen von H2-IGCC haben auch die ande-

ren Teilprojekte über Stand und Ausrichtung ihrer jeweiligen Arbeiten informiert. Die Gruppe zur Materialforschung (Teilprojekt 2) befasst sich mit unterschiedlichen Oberflächenbeschichtungen und dem Einfluss diverser Prozessbedingungen auf die Alterung der eingesetzten Metall-Legierungen und keramischen Schutzschichten.

Die Forschenden im Teilprojekt 3 untersuchen die Turbomaschinen-Hauptkomponenten (Kompressor und Turbine). Zunächst ging es dabei um die Charakterisierung dieser Komponenten und um die Möglichkeit von Modifikationen für den Einsatz von wasserstoffreichem Gas. Aufgrund der erhöhten Wärmebelastung der Turbinenschaufeln spielt auch die Optimierung der Geometrie der Schaufelkühlung eine wichtige Rolle.

Das 4. Teilprojekt beleuchtet das gesamte Kraftwerk, von der Luftzerlegungs- über die Vergasungseinheit, die CO₂-Kompression bis zur Emissionsverminderung nach dem Verbrennungsprozess.

H2-IGCC mit Schweizer Bezug

Peter Jansohn: «Mit den hier erarbeiteten Kompetenzen können einerseits die Hersteller der Gasturbinen und Kraftwerke bei der Entwicklung neuer Generationen unterstützt werden. Andererseits sind auch in der Schweiz im Rahmen der angestrebten Energiewende neue Gaskraftwerke (in Form von GuD-Anlagen) sowie die CO₂-Abscheidung und Speicherung (CCS) ein aktuelles Thema geworden.»

Das durch die leitende Funktion innerhalb des Projekts H2-IGCC gegenüber dem PSI ausgedrückte Vertrauen, zeichnet auch die Kompetenz der gesamten Schweizer Forschung im Bereich der Verbrennungsmaschinentechnik aus. Auf diese Weise werden ebenso die akademische Lehre und die Bildung des Nachwuchses in Forschung und Industrie gefördert.

Der Weg zur Demonstration

Das Projekt H2-IGCC hat 2009 begonnen und dauert bis 2013. Danach soll eine umfassende Demonstrationsanlage erstellt

werden und bis 2020 diese IGCC-Technologie mit CCS für den kommerziellen Einsatz zur Verfügung stehen. In Europa befinden sich die folgenden drei Kraftwerksprojekte auf Basis der IGCC-Technologie (potenziell mit vorgelagerter CO₂-Abscheidung) in Planung bzw. Realisierung: Magnum Kraftwerk (NL) mit 1200 MW Leistung. Die IGCC-Technologie soll ab 2012 mit Kohle und Biomasse genutzt werden. Zu einem späteren Zeitpunkt plant man die Abtrennung und Speicherung von CO₂ (CCS).

Die Goldenberg-Anlage (D) mit 450 MW Leistung wurde als IGCC-CCS-Kraftwerk geplant. Das CO₂ soll in erschöpften Gasreservoirs oder in Salzaquiferen gespeichert werden, sobald die gesetzlichen Rahmenbedingungen geschaffen sind. Bei der Hatfield-Anlage (UK) mit 900 MW Leistung ist CCS in einer zweiten Phase vorgesehen. Das Forschungsprojekt 2-IGCC identifizierte für die Umsetzung der Carbon Capture and Sequestration (CCS) vier unterschiedliche Hindernisse: Technik, Gesetze, Investitionen und Akzeptanz. Mit diesem Projekt wird an den technischen Rahmenbedingungen gearbeitet, welche nur einen beschränkten Einfluss auf die drei übrigen Bereiche ausüben kann. ☺

Jürg Wellstein
Fachjournalist
www.h2-igcc.eu
www.bfe.admin.ch/
forschungskraftwerk

Vor-Teile.



Wir bieten Ihnen optimale Unterstützung bei der Fertigung Ihrer Produkte.

GRENACHER

Grenacher Metall AG
5275 Etzgen
Tel. 062 867 20 00
Fax 062 867 20 01
grenacher-metall.ch