

Berichtsblatt BWPLUS

Retrofit H2: Retrofitkonzepte für Bestandskraftwerke als Einstieg in die Wasserstoffnutzung

von

Dr. Martina Hohloch, Dr. Peter Kutne, Timo Lingstädt, Markus Wächter, Tze-Yeung Cheung

DLR, Institut für Verbrennungstechnik
Power Service Consulting GmbH (PSC)

Förderkennzeichen: BWZPH222118-9

Laufzeit: 01.01.2022 – 30.09.2024

Finanziert aus Landesmitteln, die der Landtag Baden-Württemberg beschlossen hat.

Dezember 2024



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

1 Kurzbeschreibung der Projektergebnisse

Im Projekt Retrofit H2 wurde erfolgreich ein Konzept für die Umrüstung von bestehenden Gasturbinenanlagen auf die Nutzung von Wasserstoff und Mischungen von Wasserstoff und Erdgas gezeigt. Hierzu wurden zunächst durch die Firma PSC verschiedene Bestandssysteme analysiert - vor allem in Bezug auf den Aufbau der Brennstoffverteiler- und Regelsysteme, sowie deren Sicherheitseinrichtungen und das Steuerungssystem. Für den Aufbau der Demonstrationsanlage wurde die Betrachtung speziell auf eine kommerziell erhältliche Mikrogasturbine (MGT) mit einer Größe von 100 kW der Firma Ansaldo Green Tech angewendet und die erforderlichen Umbauten definiert. Gleichzeitig wurde ein auf die MGT angepasstes flexibles Steuer-, Regel- und Mischsystem entwickelt. Dieses sogenannte Mischskid dient dazu, die vom Nutzer gewünschte Brennstoffmischung bereitzustellen und der Mikrogasturbine zuzuführen. Hierfür musste eine Kommunikation zwischen Gasturbinensteuerung und der Steuerung des Mischskids aufgebaut werden, die sicherstellt, dass beide Systeme aufeinander abgestimmt laufen und ein Informationsaustausch stattfindet. Die Mikrogasturbine wurde für die Nutzung von Wasserstoff und Brennstoffmischungen aus Wasserstoff und Erdgas umgebaut. Die Sicherheitseinrichtungen wurden überprüft und durch Wasserstofftaugliche Gaswarnsensoren ergänzt. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Brennkammer und das Brennstoffsystem gesetzt. Am Institut für Verbrennungstechnik (VT), Abteilung Gasturbinen, wurde für die Nutzung von Wasserstoff ein neues Brennkammersystem entwickelt. Die erste Auslegung wurde mittels CFD Methoden durchgeführt. Hierbei wurde ein Brennerkonzept gewählt, was auf der jetstabilisierten Verbrennung basiert. Dieses Konzept bietet eine hohe Brennstoffflexibilität und eine erheblich reduzierte Gefahr von Flammenrückschlägen, was vor allem in Hinblick auf die Nutzung von Wasserstoff von Vorteil ist. Aus den numerischen Untersuchungen konnten erfolgsversprechende Varianten gewonnen werden. Diese wurden zunächst in einem atmosphärischen Einzelbrennerprüfstand untersucht. Basierend auf den Untersuchungen wurden nacheinander zwei Prototypen für die Anlage ausgewählt. Als Testumgebung für die Demonstrationsanlage wurde der DLR Standort Lampoldshausen ausgewählt, da hier eine Testplattform für Wasserstoffanwendungen aufgebaut wurde, die alle Testplätze mit grünem Wasserstoff versorgt und die notwendige Infrastruktur bereitstellt. Die Demonstrationsanlage wurde von PSC und DLR-VT gemeinsam aufgebaut und mit den entwickelten Komponenten Mischskid und Brennkammersystem ausgestattet, sowie für den Betrieb modifiziert. Die Anlage wurde zudem mit einer mobilen Messdatenerfassung vom Institut VT ausgestattet, die es erlaubt, die Betriebsdaten aus dem Mischskid und der Turbine, sowie Temperatur- und Druckdaten aus der Brennkammer, sowie Emissionsdaten aus dem Abgas aufzunehmen und zu speichern. Die Demonstrationsanlage konnte erfolgreich mit dem Prototyp 1 in Betrieb genommen werden. Da dieser Prototyp noch Verbesserungspotentiale aufzeigte wurde daraufhin ein zweiter Prototyp aufgebaut und ebenfalls in der Anlage vermessen. Hiermit konnte ein Wasserstoffbetrieb mit Emissionen unterhalb von 15 ppm NO_x (normiert auf 15 Vol% Restsauerstoff) erreicht werden. Damit wurde die Grenze von Erdgas aus der TA Luft deutlich unterschritten, was für die Wasserstoffverbrennung, die tendenziell bei höheren NO_x Emissionen als die Erdgasverbrennung stattfindet, ein außerordentliches Ergebnis darstellt. Zudem konnte die erfolgreiche Zumischung von Erdgas bei stabiler Verbrennung gezeigt werden.

2 Durch die Projektergebnisse erzielte Fortschritte

Das Projekt konnte die Machbarkeit eines Retrofits einer Bestandsgasturbine auf die Nutzung von Wasserstoff und Mischungen von Wasserstoff und Erdgas zeigen. Dieses Konzept kann nun auch auf größere Gasturbinen skaliert bzw. angepasst werden.

Mit dem Brennkammersystem konnte ein großer Fortschritt in der Wasserstoffverbrennung mit niedrigen Emissionen erreicht werden. Im Allgemeinen werden bei der Verbrennung von Wasserstoff höhere Emissionen von Stickoxiden (NO_x) aufgrund der höheren Temperaturen erreicht. Diese Brennkammer zeigt nun, dass es doch mit dem Einsatz der jetstabilisierten Verbrennung möglich ist, auch hier geringe Emissionen zu erreichen.

3 Nutzen und praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen

Mit der Durchführung dieses Projektes wurde der gesamte Ablauf eines H_2 -Retrofits anhand einer Demonstrationsanlage durchgespielt. Somit sind nun alle Schritte bekannt, welche bei der Umrüstung einer Anlage beachtet werden müssen. Dadurch kann die Firma PSC das im Projekt entwickelte Konzept für ein Retrofit an Bestandsgasturbinen nun als herstellerunabhängiges Unternehmen kommerzialisieren und am Markt anbieten.

Des Weiteren bietet sich für die Firma PSC die Möglichkeit, einzelne Dienstleistungen und Komponenten aus dem Projekt anzubieten. Als Beratungsunternehmen gehört dazu auch die Begleitung von Kraftwerksbetreibern beim Umrüsten ihrer Bestandsanlagen bzw. beim Herstellen der „ H_2 -Readiness“. Hierbei können durch PSC verschiedenste Rollen innerhalb dieser Projekte angenommen werden, angefangen bei der Erstellung von Ausschreibungen und Spezifikationen über Projektplanung und -management, Risikobeurteilungen, Engineering-Dienstleistungen bis zur Qualitätssicherung und Koordination von Behörden und Zertifizierungsstellen.

Auf der Herstellerseite bietet es sich an, das Brennstoffmischsystem generell auch für die Mischung anderer Gase zu erweitern und zu vertreiben. Der Anwendungsbereich liegt bei der Verwertung von Abfallgasen aus industriellen Prozessen (z.B. Synthesegas, Biogas, Gicht- und Kuppelgase). Das System kann zur Konditionierung des Brenngases auf einen gewünschten Heizwert bzw. Wobbe Index genutzt werden, um die anfallenden Gase überhaupt in einem gegebenen Brennkammersystem verbrennen zu können. Andererseits kann das Mischsystem genutzt werden, um auf schwankende Lagerbestände oder Einkaufspreise für verschiedene Gase zu reagieren.

Die Brennkammer kann auch für den reinen Wasserstoffbetrieb eingesetzt und ohne Mischsystem vertrieben werden. Auch die Umrüstung der Mikrogasturbine auf den reinen Wasserstoffbetrieb ist ein mögliches Geschäftsfeld. PSC konnte hierzu bereits erfolgreich eine auf Wasserstoff umgerüstete MGT mit DLR Brennkammersystem an die Technische Hochschule Ulm ausliefern. Auch die Herstellerfirma der Mikrogasturbine, die Firma Ansaldo Green Tech, zeigt Interesse am Wasserstoffumbau.

Das DLR Institut für Verbrennungstechnik konnte aus dem Projekt wertvolle Erkenntnisse für die Brennerentwicklung gewinnen und wird diese für die zukünftige Forschung weiter einsetzen. Am Brennkammersystem wurden noch Optimierungspotentiale erkannt, die in Zukunft umgesetzt werden sollen. Das Projekt hat gezeigt, dass mit dem jetstabilisierten Brennkammerkonzept gerade für die Wasserstoffverbrennung einzigartige Emissionen erreicht werden können. Dies soll nun weiter genutzt und entwickelt werden. Das Brennerkonzept kann auch auf größere Anlagen, wie beispielsweise die Aurelia A400, angewendet werden. In einem Projekt u.a. mit Aurelia wird

diese Skalierung nun durchgeführt und die Erkenntnisse aus Retrofit H2 angewendet. Auch für den Bereich der Industriegasturbinen bietet das Brennkammerkonzept eine Anwendungsmöglichkeit. Als Partner für die Kommerzialisierung des Brennkammer-systems und den Vertrieb ist die Firma PSC mit dem DLR eine Lizenzvereinbarung eingegangen. Diese Zusammenarbeit sichert die Übertragung der wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Anwendung.

4 Konzept zum Ergebnistransfer auch in projektfremde Anwendungen und Branchen

Aufgrund des spezifischen Inhalts des Projektes, der erfolgreichen Demonstration eines H2-Retrofits in einer bestehenden Gasturbinenanlage, sind die Ergebnisse nur bedingt auf anderweitige Anwendungen zu transferieren.

Grundsätzlich ist eine Übertragung nur auf Bereiche möglich, in denen ebenfalls eine Verbrennung zum Einsatz kommt. Hier wäre es möglich, beispielsweise das Brennerkonzept auch für Anwendungen in anderen Druckbereichen oder im atmosphärischen zu untersuchen. Diese Anwendungen lägen z.B. im Bereich der Heizkessel für reine Wärmeerzeugungsanlagen. In diesen Anwendungen könnte auch das Mischskid für den Einsatz adaptiert werden, sofern Brennstoffmischungen relevant sind.