



Gasturbinen und KWK-Anlagen im Kontext einer Wasserstoffwelt

Inhalt

Einleitung	
Margit Thomeczek, EnergieAgentur.NRW	4
Einführung	
Franz-Wilhelm Iven, Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen	6
Gasturbinen im größeren Leistungsbereich	
Wasserstoff-Gasturbinen im größeren Leistungsbereich Erik Zindel, Siemens Energy Global GmbH & Co. KG	8
Große Gasturbinen für den Einsatz von Wasserstoff Jürgen Klebes, Mitsubishi Power Europe GmbH	9
Gasturbinen und Motoren im mittleren Leistungsbereich	
Wasserstoff-Gasturbinen im mittleren Leistungsbereich Dr. Nurettin Tekin, Kawasaki Gas Turbine Europe GmbH	10
Wasserstoff in der stationären Energiewandlung Jonas Wahl, MAN Energy Solutions SE	11
BHKW im kleineren Leistungsbereich	
Wasserstoff BHKW – Der Enabler Stefan Liesner, 2G Energy AG	12
Wasserstoff-BHKW Dr. Klaus Payrhuber, Innio Jenbacher GmbH & Co. KG	13
Brennstoffzellen-KWK	
Übersicht über Brennstoffzellen-Technologien im kleinen Leistungsbereich Dr. Rolf Albus, Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.	14
Workshop	
Teilnahmeliste Gasturbinen und KWK-Anlagen im Kontext einer Wasserstoffwelt	16

Einleitung

Der Nutzung von erneuerbarem Wasserstoff (H₂) als Brennstoff in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen mit Gasmotoren, Gasturbinen oder Brennstoffzellen wird eine zentrale Rolle zur Einhaltung der Klimaziele des Pariser Abkommens und der Energiewende beigemessen. Wirtschaft, Wissenschaft und Politik sehen darin einen Lösungsweg, wie eine klimaneutrale und sichere Energieversorgung realisiert werden kann. Das Land Nordrhein-Westfalen hat im letzten Jahr ihre Wasserstoff-Roadmap veröffentlicht, mit dem Ziel, die Energieversorgung in Nordrhein-Westfalen klimaneutral zu gestalten.

Über die Herstellung von Wasserstoff wird viel geforscht. Doch auch an technischen Lösungen, Wasserstoff zur Energiewandlung einzusetzen, wird weltweit gearbeitet. Der Anlagenbau ist bereits dabei, ihre Gasturbinen, Gasmotoren und BHKWs wasserstofffähig zu machen - und NRW ist ganz vorne mit dabei. Damit können die bisher mit Erdgas betriebenen Anlagen auf klimaneutrale Prozesse umgestellt werden und weiterhin zur Residuallastabdeckung beitragen.

Das Netzwerk Kraftwerkstechnik veranstaltete daher am 12. Februar 2021 einen Online-Workshop zum Thema **„Gasturbinen und KWK-Anlagen im Kontext einer Wasserstoffwelt“**, zu dem sich über 500 Personen angemeldet haben.

Nach einer Einführung von Franz-Wilhelm Iven vom NRW-Energieministerium berichteten Vertreter von Siemens Energy Global, Mitsubishi Power Europe, Kawasaki Gas Turbine Europe, MAN Energy Solutions, 2G Energy und Innio Jenbacher über den Stand der Technik, die technischen Herausforderungen und den weiteren Entwicklungs- und Forschungsbedarf von wasserstoffbasierten Gasturbinen, Gasmotoren und BHKW. Abgerundet wurde der Workshop mit einem Überblick des Gas- und Wärme-Instituts Essen über Brennstoffzellen-Technologien im kleinen Leistungsbereich.



Die Ergebnisse des Workshops sind in der vorliegenden Broschüre zusammengestellt. Die Präsentationen können über die QR-Codes heruntergeladen und die Referenten kontaktiert werden.

Das bereits im November 2020 veröffentlichte Themenblatt zur „Wasserstoffbasierten Kraft-Wärme-Kopplung“ können Sie unter folgendem QR-Code herunterladen.

Ich wünsche Ihnen eine spannende und erkenntnisreiche Lektüre!
Margit Thomeczek, EnergieAgentur.NRW



Themenblatt „Wasserstoffbasierte Kraft-Wärme-Kopplung“

Einführung

Zur Erreichung der Klimaschutzziele von Paris sieht sich die nordrhein-westfälische Landesregierung als Energie- und Industrieland in besonderer Verantwortung und gestaltet den eingeschlagenen Transformationsprozess hin zu einem klimaverträglichen Energiesystem der Zukunft aktiv mit.

Bereits im Jahr 2019 haben wir die Energieversorgungsstrategie NRW entwickelt und damit die Weichen für den Umbau des Energiesystems in NRW gestellt. Sie ist eine wichtige strategische Säule, um Nordrhein-Westfalen möglichst schnell unter Berücksichtigung der Aspekte „Versorgungssicherheit“ und „Bezahlbarkeit“ klimaneutral zu gestalten. Seitdem arbeiten wir kontinuierlich und engagiert an deren Umsetzung und zeigen damit: NRW kann Energiewende.

So geht das Land auch bei der Umsetzung des beschlossenen Kohleausstiegs voran, indem Nordrhein-Westfalen bis einschließlich 2029 mehr als 70 Prozent der bundesweit zu reduzierenden Braunkohlekapazitäten übernimmt. Mit dem im Nachgang zu dem Beschluss des Bundesverfassungsgerichtes vom 24. März 2021 weiter verschärften Klimaschutzgesetz ist nochmals deutlicher geworden, dass der Energiewirtschaft sowohl mit Blick auf die weiteren überproportionalen Emissionsminderungsbeiträge, aber auch hinsichtlich der notwendigen Elektrifizierung der anderen Sektoren eine herausragende Bedeutung im Hinblick auf die Erreichung der Klimaziele zukommt.

Zwischen 2020 und 2030 soll sich die noch zulässige Jahresemissionsmenge für die Energiewirtschaft um mehr als 60 Prozent von 280 auf 108 Mio. Tonnen CO₂ reduzieren. Diese Zielsetzung erfordert eine überaus ambitionierte Transformation unseres Energiesystems in weniger als 10 Jahren. Auch für die Zielerreichung in den Jahren 2040 und 2045 sind erhebliche Anstrengungen zu unternehmen. Neben einem ambitionierten Erneuerbaren Energieausbau und dem Aus- und Umbau der Energieinfrastrukturen bedarf es insbesondere auch des zeitnahen Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft, um auf dem Pfad Richtung Klimaneutralität voranzukommen.

Für ein dicht besiedeltes Energie- und Industrieland wie Nordrhein-Westfalen steht dabei auch die Versorgungssicherheit immer im Fokus: Bereits durch die aktuellen gesetzlichen Vorgaben zur Stilllegung von Braun- und Steinkohlekraftwerken sowie aufgrund des Kernenergieausstiegs gehen in Deutschland allein im Zeitraum zwischen Juli 2020 bis Ende 2022 insgesamt knapp 20 GW gesicherte Kraftwerksleistung vom Netz. Das entspricht knapp einem Viertel der gesicherten Kraftwerksleistung im Jahr 2020 und in etwa einem Viertel der in Deutschland benötigten Spitzenlast. Mit weiteren Stilllegungen im Verlauf der 2020er-Jahre wird der Rückbau der gesicherten Kraftwerksleistung weiter voranschreiten.

Wir benötigen daher verlässliche Investitionsbedingungen und Planungssicherheit für dringend erforderliche Zubaumaßnahmen im versorgungssicheren Kraftwerkspark. Die betrifft insbesondere hocheffiziente gasbasierte Erzeugungsanlagen – sowohl als Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen als auch als Gas- und Dampfturbinenanlagen, die dem Versorgungssystem Strom und Wärme auch zukünftig verlässlich und klimafreundlich bereitstellen können. Als ein wesentlicher Energieträger wird dabei Wasserstoff als zentrales Element der Sektorenkopplung im Fokus stehen.



Der von manchen gehegten Befürchtung, der Zubau gasbasierter Erzeugungsanlagen schaffe infrastrukturelle Lock-In-Effekte, die eine dauerhafte fossile Erzeugungsstruktur zementierten, kann mit folgenden positiven Botschaften begegnet werden, die vom Netzwerk „KWK / Nah- und Fernwärme / Kraftwerke“ der EnergieAgentur.NRW am 12. Februar 2021 in einem Online-Workshop zum Thema „Gasturbinen und KWK-Anlagen im Kontext einer Wasserstoffwelt“ mit zahlreichen Branchenvertretern herausgearbeitet wurden; zu den wichtigsten Ergebnissen zählen:

Bei gasbasierten Erzeugungsanlagen – sei es KWK oder GuD – gibt es bei zahlreichen namhaften Anlagenbauern vielfältige Aktivitäten, bestehende Anlagen und zukünftig zu errichtende Neuanlagen für den Betrieb wasserstofffähig umrüstbar ausulegen.

Bereits heute gibt es innovative Beispiele praktisch realisierter und erprobter Erzeugungsanlagen im Betrieb mit bis zu 100% Wasserstoff. Hohe Beimischungsanteile von z.B. 30% und auch deutlich höher sind demnach durchaus bis Mitte der 20er Jahre auch in großen Gasturbinenanlagen praktisch möglich und kommerziell vorstellbar. Auch ein reiner Wasserstoffbetrieb erscheint Mitte bis Ende der 20er Jahre bei großen Gasturbinenanlagen angesichts des bereits erreichten Entwicklungsstands vorstellbar und ist erklärtes Ziel der Anlagenbauer.

Als Fazit des im Rahmen des Workshops gewonnenen Überblicks über den aktuellen Entwicklungsstand der sogenannten H₂-Readiness und den weiteren Forschungsbedarf kann festgehalten werden, dass nunmehr zügig zu errichtende versorgungssichere Erzeugungsanlagen sicherlich technisch bereits so ausgelegt sind, dass der längerfristige Übergang von Erdgas auf zunehmend wasserstoffbasierte Energieträger mit im Vergleich zur Neubauinvestition eher geringen Umrüstkosten in der Anlage realisiert werden könnte.

Die hohe Zahl der Anmeldungen zum Online-Workshop im Februar verdeutlichte das große Interesse der Branche an dieser Thematik und mit der Vorlage dieser Broschüre soll diesem Interesse zusätzlich Rechnung getragen werden. Sie möge dazu dienen, sich weiterhin mit der wegweisenden Thematik zu beschäftigen.

Franz-W. Iven, Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Gasturbinen im größeren Leistungsbereich

Erik Zindel, Siemens Energy Global GmbH & Co. KG

Wasserstoff-Gasturbinen im größeren Leistungsbereich

Die Nutzung von Wasserstoff als Brennstoff für Gasturbinen und GUD-Kraftwerke zeichnet sich als die bevorzugte Lösung für die Dekarbonisierung der Residuallast („Dunkelflaute“) in einem voll dekarbonisierten Energieszenario ab, in dem Erneuerbare Energien (vornehmlich Wind- und Solarkraft) im Zentrum der Energielandschaft stehen werden. Dabei ermöglicht die Nutzung von Wasserstoff gleichzeitig die großflächige, saisonale Speicherung von Energie und ermöglicht außerdem durch die hohe Betriebsflexibilität von GUD-Kraftwerken den sicheren und stabilen Betrieb eines auf intermittierenden Energieformen basierenden Stromnetzes.

Siemens Energy arbeitet seit über 17 Jahren an der Entwicklung von Gasturbinen, die mit Wasserstoff betrieben werden können. Die aktuell zugelassenen Beimischungsverhältnisse von Wasserstoff in Erdgas betragen je nach Gasturbinenmodell zwischen 30% und 60%, wobei ein Modell schon für 100% Wasserstoff zugelassen ist. Siemens Energy hat sich verpflichtet, für Gasturbinenmodelle aller Leistungsklassen den Betrieb mit 100% Wasserstoff im DLE-Betrieb bis 2030 im kommerziellen Einsatz zu ermöglichen. Mehrere Demonstrations- und kommerzielle Wasserstoffkraftwerke sind derzeit im Betrieb bzw. im Bau und wir erwarten für 2023 die kommerzielle Demonstration eines 100% H₂-Betriebes einer Industriegasturbine in einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in Frankreich.

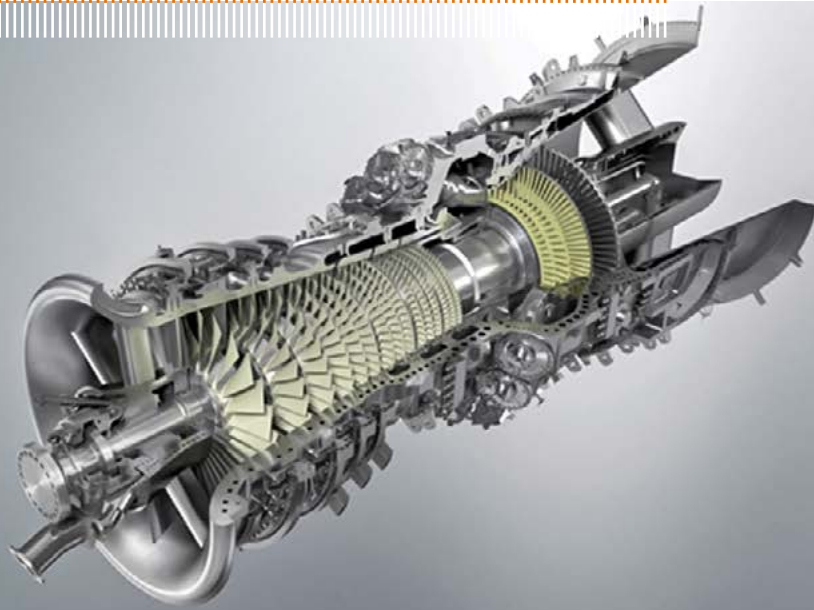
Parallel dazu bietet Siemens Energy die Nachrüstung existierender Gasturbinen auf Wasserstoffbetrieb an und bietet Kunden, die eine neue GUD-Anlage zunächst im Erdgasbetrieb fahren werden, aber mittelfristig auf Wasserstoff umsteigen wollen, an, die Anlage optimiert zu konfigurieren und für den zukünftigen Wasserstoffbetrieb vorzurüsten.

Damit kann sowohl der zusätzliche Ausrüstungsaufwand während der Errichtungsphase minimiert, als auch eine einfache und kostengünstige spätere Umrüstung auf Wasserstoffbetrieb ermöglicht werden („H₂ ready plant“).



Präsentation Siemens





Jürgen Klebes, Mitsubishi Power Europe GmbH

Große Gasturbinen für den Einsatz von Wasserstoff

Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (MHI) fördert die Entwicklung großer Gasturbinen, welche zunächst für eine Mischung aus Erdgas und Wasserstoff mit Dry Low-NO_x (DLN) Brennern und ab spätestens 2030 auch für den reinen Wasserstoffbetrieb in einem neuen Multi-Cluster DLN-Brenner verwendet werden können. Für den DLN Vormischbrenner sind Tests mit einer Zumischung von 30 Vol.-% Wasserstoff erfolgreich abgeschlossen. Die Umrüstung einer Gasturbine in den Niederlanden auf 100% Wasserstoff mit konventionellen Diffusionsbrennern und Wassereinspritzung soll bis 2025 erfolgen.

Mit Wasserstoff betriebene Gasturbinen haben entscheidende Vorteile. Sie können entsprechend der Entwicklungsergebnisse schrittweise von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt werden. In Kraftwerksprozessen mit Nutzwärmeproduktion wie Fernwärme in Kraft-Wärme-Kopplung, erreichen sie einen hohen Brennstoffausnutzungsgrad. Sobald die neuen Multi-Cluster Brenner für die Gasturbinen verfügbar sind, können sie auch ohne Wasser- oder Dampfeindüsung vollständig mit reinem Wasserstoff betrieben werden.

Mit der neuen Kombianlage auf dem MHI Werksgelände in Takasago/Japan, T-Point 2, wird derzeit die zukünftige Gasturbinengeneration mit dem Ziel eines weiter erhöhten Wirkungsgrads von ca. 65% getestet. Dabei wird auch der weiter erhöhte Einsatz von Wasserstoff in DLN-Brennern erprobt. Die Herausforderungen liegen dabei insbesondere auf der NO_x-Reduktion sowie der Vermeidung von Flammenrückschlag.

Für die Stromerzeugung mit hohen Wasserstoffanteilen im Brennstoff kann MHI mit 29 in Betrieb befindlichen Gasturbinen und mehr als 3,5 Millionen kumulierten Betriebsstunden Referenzen aufzeigen.

Neue Projekte in den USA mit zunächst 30 Vol.-% Wasserstoffanteil mit DLN-Vormischbrennern sowie die Umrüstung einer Gasturbine in den Niederlanden auf 100% Wasserstoff mit Diffusionsbrennern sind die nächsten Meilensteine auf dem Weg zur Wasserstoff basierten Stromerzeugung.

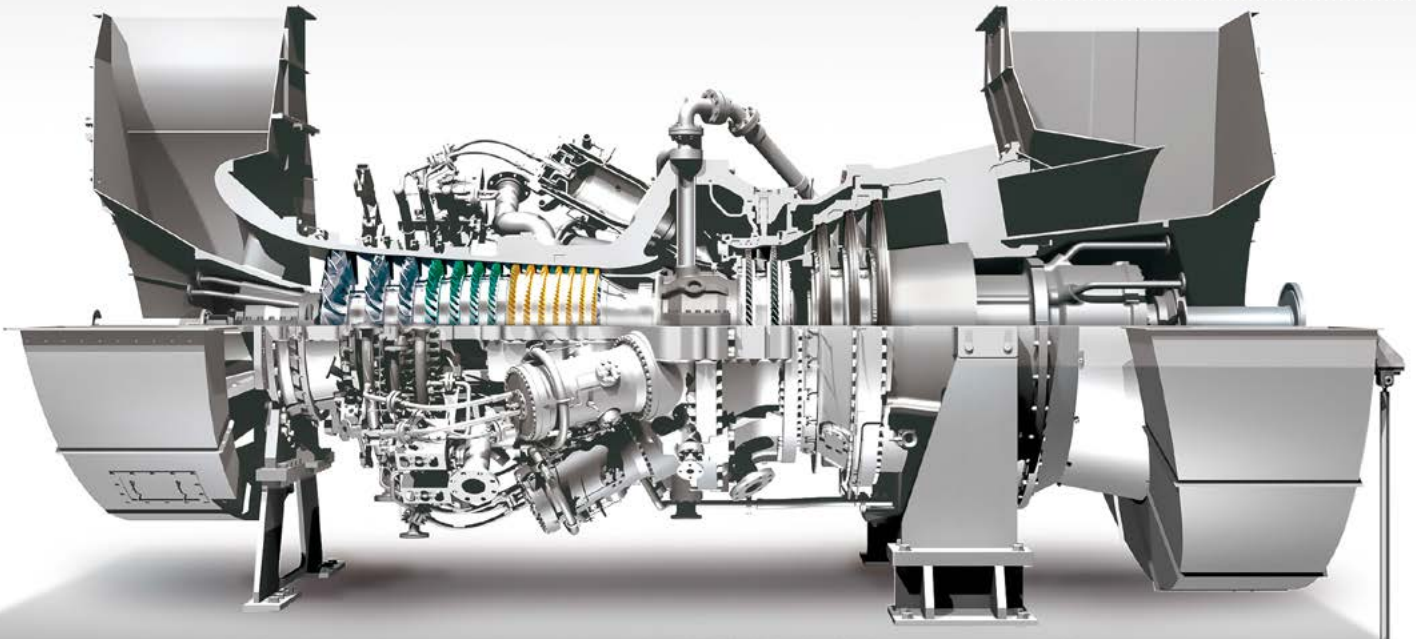
Präsentation Mitsubishi



Gasturbinen und Motoren im mittleren Leistungsbereich

Dr. Nurettin Tekin, Kawasaki Gas Turbine Europe GmbH

Wasserstoff-Gasturbinen im mittleren Leistungsbereich



In Verbindung mit der Nutzung erneuerbarer Energiequellen, stellt Wasserstoff einen alternativen Gasturbinenbrennstoff in der künftigen emissionsarmen Stromerzeugung dar. Aufgrund der großen Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften von Wasserstoff im Vergleich zu anderen Brennstoffen, wie Erdgas, können bereits etablierte Dry-Low-Emission (DLE) Gasturbinenverbrennungssysteme nicht unmittelbar für die Wasserstoffverbrennung eingesetzt werden. Daher stellt die Entwicklung von DLE-Wasserstoff-Verbrennungstechnologien eine wesentliche Herausforderung für die Zukunft von Wasserstoff betriebenen Gasturbinen dar.

Die Kawasaki Hydrogen Road befasst sich mit der Entwicklung von innovativen Technologien, welche die gesamte Wasserstofflieferkette abdecken: Angefangen von der Produktion, Speicherung, Transport bis hin zur Nutzbarmachung von Wasserstoff durch H₂-Gasturbinen. Im Rahmen dessen hat Kawasaki Heavy Industries, Ltd. das weltweit erste DLE-Verbrennungssystem für 100% H₂-Gasturbinen entwickelt, die niedrige NO_x-Werte ohne Wasser- oder Dampfeinsatz ermöglichen. Zudem bietet sie eine inhärente Sicherheit gegenüber Flammen-Rückschlag (Flash-Back).

Die sogenannte Micro-Mix-Verbrennungstechnologie (MMX-DLE) wurde in Kobe/Japan in einem H₂-Gasturbinenpackage mit 1,8 MW elektrischer Leistung erfolgreich mit 100% Wasserstoff betrieben und getestet und ist bereits kommerziell verfügbar. Die nach wie vor einzig-

artige MMX-DLE-Technologie wird auch für Gasturbinen größerer Leistungsklassen von 5 MW, 8 MW, 18 MW und 34 MW entwickelt, dessen sukzessive Kommerzialisierung in naher Zukunft erwartet werden.

Abschließend ist anzumerken, dass nur Anwendungen zwischen 60-100 Vol.-% Wasserstoffanteil zu signifikant hoher CO₂-Reduzierung führen.



Jonas Wahl, MAN Energy Solutions SE

Wasserstoff in der stationären Energiewandlung

Im Zuge der voranschreitenden Dekarbonisierung gilt Wasserstoff (H₂) als die ideale und nachhaltige Lösung in der intersektoralen Vernetzung von Energiewandlung, -distribution und -speicherung. Infolge dessen ist absehbar, dass neben Transformationsprozessen in der Industrie auch die H₂-Beimischung im Gasnetz eine wesentliche Lösung für die Energiewende darstellen wird. Dieses Vorgehen wird stark an Bedeutung gewinnen, sobald signifikante Mengen an Wasserstoff zur Verfügung stehen, die wiederum von global bis regional verteilt und gewandelt werden müssen.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung ist dabei die Funktionsfähigkeit der Endapplikationen, wobei Gasmotoren und -turbinen von MAN Energy Solutions eine wichtige Rolle einnehmen. Untersuchungen an Prüfständen belegen, dass der Betrieb mit einem Wasserstoff/Erdgas-Gemisch bei 20 Vol.-% H₂ ohne signifikante Hardwareänderung und unter Beibehaltung der Nennlastfähigkeit realisierbar ist. Hierfür wurden Steuerungskonzepte implementiert, welche es ermöglichen, bei variablen Wasserstoffanteilen im Brenngas vollflexibel und unter konstanter Effizienz die gegebenen Emissionsrichtlinien einzuhalten. Die dabei nötigen technischen und sicherheitsrelevanten Anpassungen am Powerhouse sind geprüft und stellen die Betreiber vor keine großen Herausforderungen.

Der CO₂-freie und 100-prozentige Wasserstoffbetrieb wird aktuell an Gasturbinen sowie -motoren untersucht. Zudem werden Konzepte entwickelt, um heutige Energiewandler zukünftig auf 100% H₂ umzurüsten. Im weiteren Verlauf der Energiewende und zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit wird der Markt diese Funktionen aktiv fordern und nachfragen („Future Readiness“). Aus technologischer Sicht werden mögliche Lösungen in einem Zeitraum von 2025 bis 2030 verfügbar sein, wobei hier neben den Motoren und Turbinen auch das Powerhouse aus sicherheitstechnischen Aspekten angepasst werden muss.

Der nationalen Wasserstoffstrategie folgend tragen wir als MAN Energy Solutions zu einer H₂-Wirtschaft bei und stehen bei Fragen zum Gesamtkontext „Wasserstoff in der Energiewandlung“ gerne zu Verfügung.



Präsentation MAN Energy



BHKW im kleineren Leistungsbereich

Stefan Liesner, 2G Energy AG

Wasserstoff BHKW – Der Enabler

Durch den stetig wachsenden Anteil volatiler Wind- und Sonnenenergie wird der Versatz zwischen Energieerzeugung und Energiebedarf stetig größer, wodurch ein regeneratives Speichersystem nötig wird. Wasserstoffbetriebene BHKW können das entscheidende Rückgrat im Energiemix der Zukunft sein und sind bereits heute marktreif.

Neben der Anpassung des Verdichtungsverhältnisses des Motors besteht der wesentliche Unterschied zu erd- bzw. biogasbetriebenen BHKW vor allem im Prozess der Gemischbildung vor der Verbrennung. Wo im herkömmlichen BHKW die externe Gemischbildung im Gasmischer und vor der Verdichtung stattfindet, erfolgt diese im Wasserstoffbetrieb erst direkt vorm Brennraum. Da dank der sehr weiten Zündgrenzen von Wasserstoff und durch die spezielle Konzeptionierung des Wasserstoffmotors ein Gas-Luft-Gemisch mit sehr hohem Luftüberschuss verbrannt wird, sind sehr niedrige Abgasemissionen bei maximaler Motorleistung möglich.

Um eine flächendeckend bezahlbare Energiewende zu ermöglichen, kann jedes heute installierte Erdgas-BHKW im Rahmen einer regulären Wartungstätigkeit auch zu einem späteren Zeitpunkt für den Betrieb mit Wasserstoff umgerüstet werden. Zudem sind die 2G BHKW so konzeptioniert, dass auch ein Mischbetrieb zwischen Erdgas

und Wasserstoff ermöglicht wird, um jederzeit auf lokale Wasserstoffverfügbarkeit zu reagieren bzw. dem wachsenden Anteil von Wasserstoff im Erdgasnetz Rechnung zu tragen.

Bisher konnte 2G bereits sechs BHKW installieren, die mit 100% Wasserstoff betrieben werden. Das Portfolio umfasst aktuell Anlagen mit einer elektrischen Leistung zwischen 115 kW und 360 kW, welches stetig erweitert wird.

Die über Jahrzehnte ausgereifte und stetig weiterentwickelte BHKW-Technologie und damit verbundene Infrastruktur erscheint als effizienteste Lösung, um kurzfristig sichtbare Erfolge in der Klimapolitik zu erzielen und gleichzeitig den langfristigen Rahmen für eine dezent-



Präsentation 2G Energy





Dr. Klaus Payrhuber, Innio Jenbacher Gmbh & Co. KG

Wasserstoff-BHKW

Wasserstoff ist kein neuer Brennstoff für Gasmotoren. INNIO Jenbacher hat in den letzten 30 Jahren über 90 Projekte mit insgesamt rund 250 MW Leistung in 28 Ländern von Japan bis Hawaii realisiert, bei denen Wasserstoff im Brennstoff enthalten war. Viele dieser Projekte waren Synthesegasprojekte mit integrierter Biomassevergasung. Bei Koksgasverstromung beträgt der Wasserstoffanteil bis zu 70 Vol.-%.

Bei neueren Projekten geht es oft um lokale Wasserstoffzumischung, um die Rückverstromung von erneuerbarem Wasserstoff zu demonstrieren. Dazu hat INNIO Jenbacher bereits zahlreiche Demoprojekte realisiert. In den letzten zehn Jahren waren dies Projekte mit bis zu 42 Vol.-% Wasserstoff. So basiert zum Beispiel ein Projekt in Argentinien mit bis zu 42 Vol.-% Wasserstoff auf einem Jenbacher J420 Gasmotor mit 1,4 MW Leistung. Der Motor ist seit 2008 in Betrieb und hat bereits mehr als 70.000 Betriebsstunden gesammelt. Im Jahr 2020 wurden zwei weitere Projekte in Japan und Deutschland mit bis zu 60 Vol.-% Wasserstoffzumischung umgesetzt.

Das erste Projekt mit 100 Vol.-% Wasserstoffbetrieb eines 1-MW-Großgasmotors, hat INNIO Jenbacher gemeinsam mit der HanseWerk Natur realisiert. Dabei wurde erstmals ein auf Erdgas und hohen Gesamtwirkungsgrad ausgeleg-

ter Gasmotor im Feld so umgerüstet, dass er mit unterschiedlichen Gemischen aus Erdgas und Wasserstoff bis hin zu 100 Vol.-% Wasserstoff betrieben werden kann.

Da sich die Verbrennungseigenschaften von Wasserstoff erheblich von jenen von Erdgas unterscheiden, bedarf es für reine Wasserstoffmotoren noch weiterer Entwicklungsschritte. Ziel ist es, mittelfristig ähnliche Performance-Daten wie bei Erdgasmotoren zu erreichen bzw. diese langfristig noch zu übertreffen.

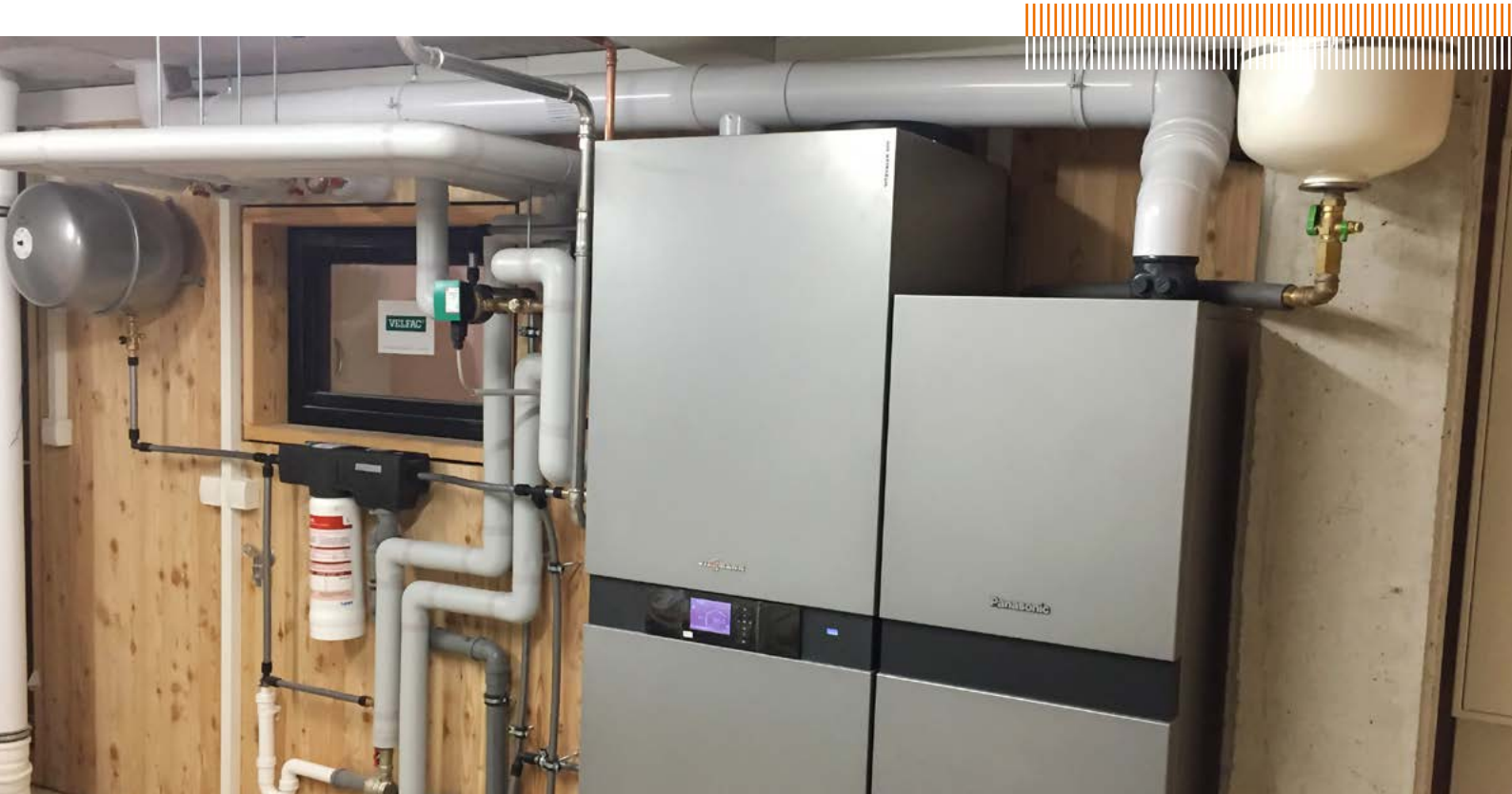


Präsentation INNIO Jenbacher

Brennstoffzellen-KWK

Dr. Rolf Albus, Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.

Übersicht über Brennstoffzellen-Technologien im kleinen Leistungsbereich



Nach mehreren Jahrzehnten andauernder Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf nationaler und internationaler Ebene haben sich Brennstoffzellensysteme mit einer elektrischen Gesamtleistung bis zu $1,5 \text{ kW}_{el}$ im Wärmemarkt und im Kleingewerbe etablieren können. Verschiedene Hersteller bieten neben Gesamtsystemen zur Gebäudeenergieversorgung (Wärme und Strom) auch Stand-alone-Systeme zur Nachrüstung von Bestandsanlagen an. Der Markt ist noch sehr überschaubar, wenige Hersteller sind aktiv und die Systemvielfalt noch zu gering.

Zurzeit werden wegen zu geringer Stückzahlen Gesamtsysteme zur Gebäudeenergieversorgung nicht unter 20.000 € angeboten, dem stehen aber Fördergelder von – je nach System – über 10.000 € gegenüber. Die Verkaufszahlen von Brennstoffzellensystemen lagen im Jahr 2020 bei ca. 5.200 Stück, Tendenz weiter stark steigend.

Die eigentliche Technologieentwicklung des Brennstoffzellenstacks sowie des Reformers sind abgeschlossen, insbesondere die hohe technologische Reife der Stacks (SOFC, PEM-HT, PEM-NT) werden belegt durch niedrige Degradation, hohe elektrische Wirkungsgrade sowie eine hohe Lebensdauer.



F&E-Bedarf:

- Die Reformierprozesse müssen u.U. noch auf höhere Wasserstoffanteile im Gasgemisch (< 20 Vol.-%) angepasst werden (Optimierung der internen Energiebilanz).
- Weitere Wirkungsgradpotenziale (elektrisch und thermisch) sind für alle Brennstoffzellensysteme im Gesamtsystem noch realisierbar (insbesondere eine noch weiter verbesserte Abwärmenutzung).
- Für eine flexible Fahrweise (Prosumer / Konsumer) der Brennstoffzellensysteme über die „Gebäudegrenze“ hinaus sind effiziente Speichersysteme und Kommunikationswege (Digitalisierung) notwendig.

Dazu erforderlich: Analyse von Netzzuständen bei der Strom einspeisung, Betriebsverhalten bei Netzzurückkopplung bzw. bestimmten Netzzuständen.



Präsentation GW1

Workshop

Teilnehmerliste

Gasturbinen und KWK-Anlagen im Kontext einer Wasserstoffwelt



Teilnehmerliste Workshop
Gasturbinen und KWK-Anlagen



Umfrage Ergebnisse



Impressum

EnergieAgentur.NRW GmbH
Roßstraße 92
40476 Düsseldorf

Telefon: 0211/8 3719 30
hotline@energieagentur.nrw
www.energieagentur.nrw

© EnergieAgentur.NRW GmbH/EA642

Stand

8/2021

Ansprechpartner

EnergieAgentur.NRW
Dipl.-Geogr. Margit Thomeczek
Leiterin KWK, Nah- und Fernwärme,
Kraftwerke der Zukunft

EnergieAgentur.NRW
Roßstraße 92
40476 Düsseldorf
0211/86642-277
thomeczek@energieagentur.nrw
www.energieagentur.nrw/kwk
www.kwk-für-nrw.de

Bildnachweis

Siemens Energy Global GmbH & Co. KG S. 8;
Mitsubishi Power Europe GmbH S. 9; Kawasaki
Gas Turbine Europe GmbH S. 10; MAN Energy
Solutions SE S. 11; 2G Energy AG S. 12; Innio
Jenbacher GmbH & Co. KG S. 13; Gas- und
Wärme-Institut Essen e.V. S. 14, 15

Die EnergieAgentur.NRW GmbH verwendet in ihren Veröffentlichungen allein aus Gründen der Lesbarkeit die männliche Form von Substantiven; diese impliziert jedoch stets auch die weibliche Form. Eine Nutzung von Inhalten – auch in Teilen – bedarf der schriftlichen Zustimmung.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen

