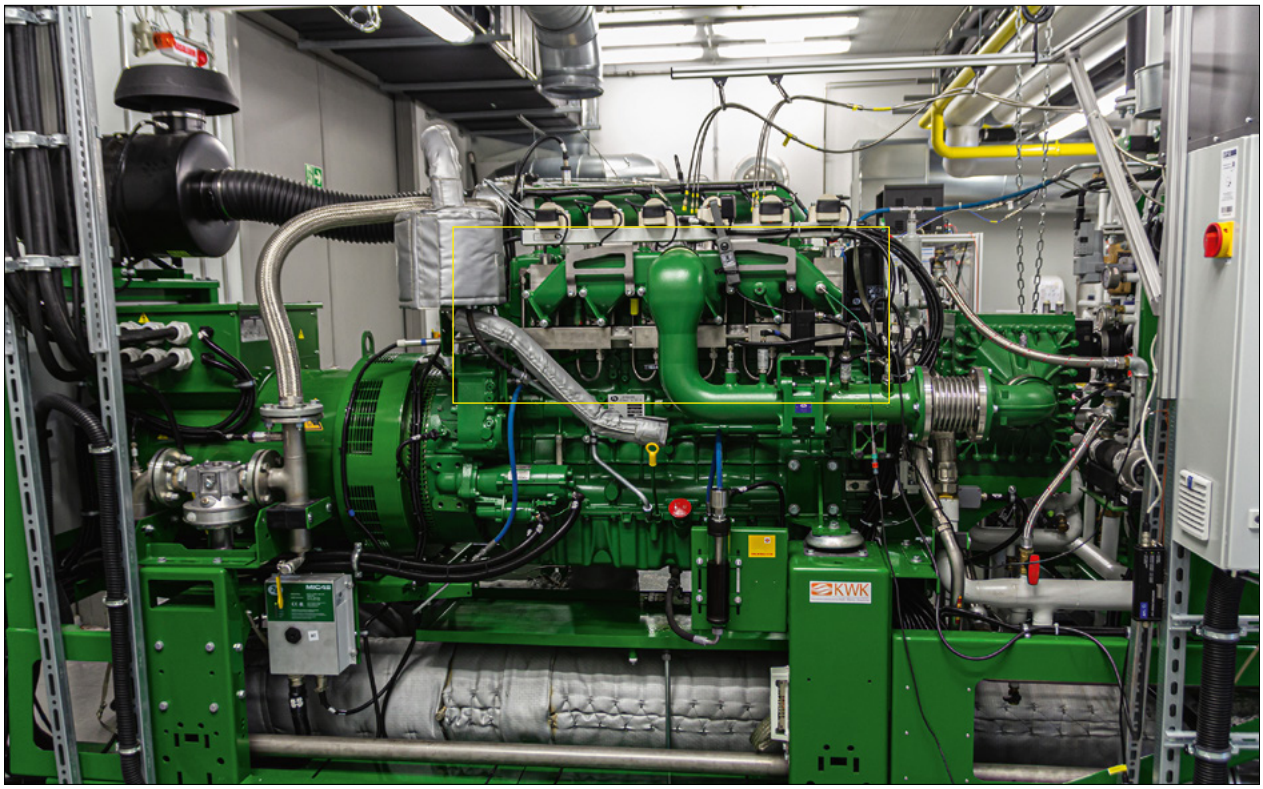


Das umgerüstete H2-BHKW mit der hinzugefügten Wasserstoff-Zuführung im eingerahmten Bereich
Bildquelle: Andreas Keck, OTH Amberg-Weiden

BHKW-Umbau erfolgreich gemeistert

Früher Erdgas – heute Wasserstoff

Bereits seit einigen Jahren wächst die Anzahl von neu installierten Blockheizkraftwerken, die mit 100 % Wasserstoff betrieben werden. Führende europäische Hersteller konnten bereits eine zweistellige Anzahl an H2 BHKW rund um den Globus installieren. Gemeinsam mit der Ostbayerischen Technischen Hochschule (OTH) Amberg-Weiden hat die 2G Energy AG nun erstmals ein bestehendes Erdgas-BHKW für den Betrieb mit Wasserstoff umgerüstet.

Stefan Liesner, Leiter Marketing & Politik bei 2G Energy, Heek
Max Becker, Wissenschaftlicher Mitarbeiter OTH Amberg-Weiden

Bei den Diskussionen um die Energiewende galt Wasserstoff bis vor wenigen Jahren vor allem als Option zur Dekarbonisierung in der energieintensiven Industrie. Spätestens mit den politischen Wirrungen der vergangenen Monate ist Wasserstoff jedoch auch ein fester Bestandteil in den politischen Planungen zur Stromerzeugung der Zukunft. Mit dem immer stärker werdenden Ausbau von Wind- und Sonnenergie steigt zeitgleich der Bedarf an gesicherter Erzeugungsleistung in Zeiten, wenn der Wind nicht weht und die Sonne nicht scheint.

Aktuell dreht sich die spannende Frage daher in erster Linie darum, wie genau der Fahrplan beim dringend benötigten Zubau der wasserstofffähigen Gaskraftwerke sein wird. Gerade bei der Schaffung dieser regenerativen Backupkapazitäten liegen massive Chancen in der Dezentralität, da schon heute tausende KWK-Anlagen bei Stadtwerken, in der Industrie oder in der Quartiersversorgung die Versorgungssicherheit lokal absichern. Ein wichtiger Baustein bei der Schaffung von wasserstofffähigen Kraftwerkskapazitäten liegt folglich in der Umrüs-

tung des bestehenden Anlagenparks auf den Betrieb mit 100 % Wasserstoff. Grund genug für die 2G Energy gemeinsam mit der OTH Amberg-Weiden, diese Umrüstung in die Realität zu überführen.

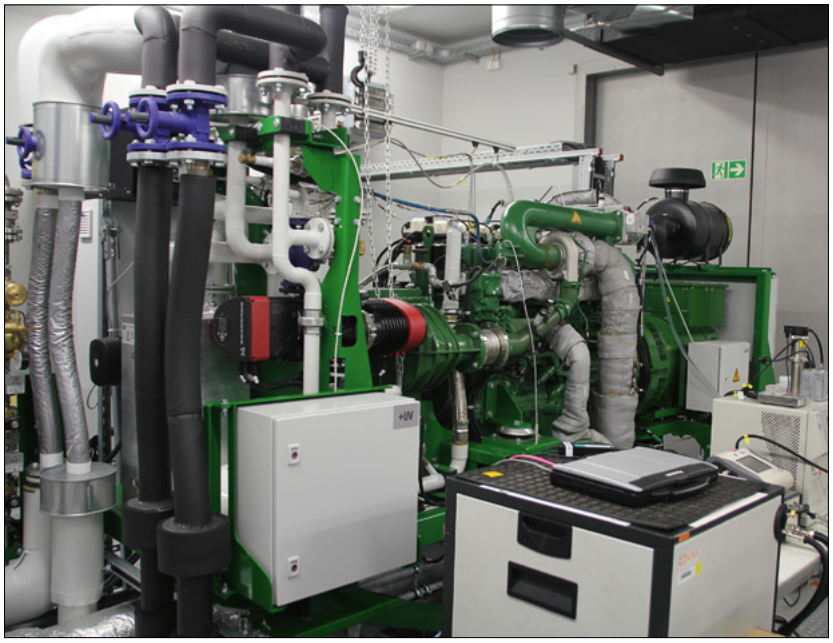
CH2P Projekt als einer der Eckpfeiler

Die gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten begannen jedoch nicht erst mit dem Entschluss zur Umrüstung bestehender Erdgasanlagen für den Betrieb mit Wasserstoff. Bereits seit 2019 liefen diese im Rahmen eines Gemeinschaftsprojekts des Stadtwerks Haßfurt mit dem Institut für Energietechnik (IfE) der OTH Amberg-Weiden an einem in Haßfurt installierten 2G H2-BHKW.

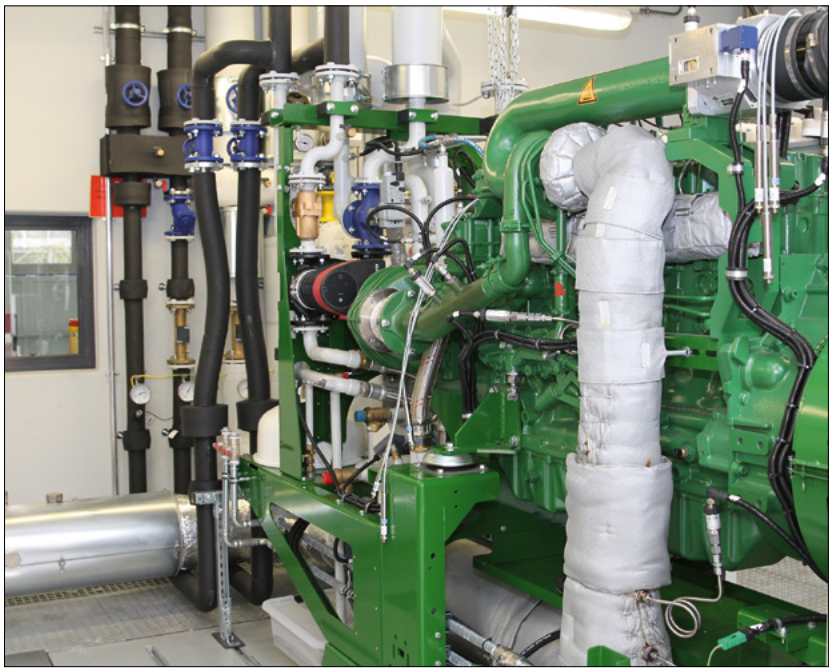
Aufbauend auf den dort gemachten Erfahrungen entwickelt seit dem letzten Jahr ein Konsortium unter Leitung der 2G Energy AG in einem neuen Forschungsvorhaben Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) der nächsten Generation, um aus Wasserstoff hocheffizient und kostengünstig Strom und Wärme bereitzustellen. Das Vorhaben mit dem Projektnamen »CH2P« wird über das 7. Energieforschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) mit rund 2,36 Mio. Euro gefördert und beheimatet neben dem Kompetenzzentrum KWK der OTH Amberg-Weiden und der 2G Energy weitere sieben Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft. Im Projekt soll vor allem die Leistungsdichte der Aggregate weiter gesteigert werden, sodass sich die Effizienz erhöht und sich die Kosten für dezentrale KWK-Anlagen reduzieren. Auch die Emissionsreduktion und neue Materialen stehen im Fokus des Vorhabens.

Erfahrung aus vielen Neuinstallationen hilft beim Umbau

Grundlage für die nun vorgenommene Umbaumaßnahme war ein bestehendes Erdgas-BHKW mit 250 kW elektrischer Leistung, das im März 2019 bei der OTH in Amberg installiert und seit Inbetriebnahme bereits für diverse Messungen im Rahmen von Forschung und Lehre genutzt wurde. Für Frank Grewe, CTO bei 2G Energy, war die Planung zur Umrüstung von Erdgas auf Wasserstoff die logische Konsequenz aus der Entwicklungsarbeit der letzten Jahrzehnte: »Die hocheffiziente Nutzung grüner Gase stand seit jeher im Fokus unserer Firmenphilosophie und hat maßgeblich zur positiven Entwicklung des Unternehmens beigetragen – man denke hier an den Hochlauf des Biogasmarktes Anfang der 2000er Jahre. Erst durch die dort gemachten Erfahrungen wurden wir in die Lage versetzt, uns frühzeitig



Das H2-BHKW ist mit umfangreicher Messtechnik zur Verbrennungs- und Emissionsanalyse ausgestattet
Bildquelle: Andreas Keck, OTH Amberg-Weiden



Die im Forschungsbetrieb des H2-BHKW erzeugte Energie (Strom & Wärme) wird in das Hochschulnetz eingespeist
Bildquelle: Sonja Wiesel, OTH Amberg-Weiden

Außenansicht des KWK-Technikums am Campus der OTH Amberg-Weiden

Bildquelle: Andreas Keck, OTH Amberg-Weiden

mit anderen Gasarten wie Wasserstoff zu beschäftigen.«

Die Umrüstung bestehender erdgasbetriebener BHKW sei nun der nächste Schritt, erläutert Grewe weiter: »Die politische Richtung ist klar: Weg vom Erdgas – Hin zu Biogas und vor allem Wasserstoff. Wir sehen diese Marschrichtung in erster Linie als große Chance mit Hilfe unserer tausenden installierten Anlagen einen wichtigen Beitrag bei der Transformation des Energiesystems zu leisten.«

Anpassung von Brennraumgeometrie, Kolben und Gemischbildung

Konkret stattgefunden hat die Umbaumaßnahme im Dezember 2022 und war aus technischer Sicht von eher geringer Herausforderung, führt Grewe aus: »Bereits seit einigen Jahren konzipieren wir unsere Anlagen in modularer Bauweise, sodass wir über einen Tausch einzelner Komponenten den sofortigen Wasserstoffbetrieb sicherstellen können.« Ein wesentlicher Baustein besteht dabei in der Anpassung der Brennraumgeometrie. Neben der Änderung des Verdichtungsverhältnisses durch die Nutzung anderer Kolben gehört beim Umbau daher vor allem der Prozess der Gemischbildung angepasst.

Wohingegen im regulären Erdgas- oder Biogasbetrieb die externe Gemischbildung im Gasmischer und vor der Verdichtung im Turbolader stattfindet, erfolgt diese im Wasserstoffbetrieb erst direkt vor dem Brennraum. Dazu wird der Wasserstoff über einen Gasinjektor in den Ansaugtrakt geleitet, ehe das zündfertige Gemisch dem Brennraum zugeführt wird – die sogenannte »Saugrohreinblasung«.

Notwendig wird diese Änderung in erster Linie durch die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften von Wasserstoff und Erdgas bzw. Biogas. So verfügt Wasserstoff neben einer erhöhten Zündfreudigkeit gegenüber herkömmlichen Gasen auch über eine schnellere laminare Flammengeschwindigkeit, sodass die verdichtete Luft erst kurz vor der Verbrennung mit dem Wasserstoff vermischt wird, um unkontrollierte Zündungen zu vermeiden.

Intelligente Verknüpfung von Wartungs- und Umrüstungsplänen

Sowohl die Kolben wie auch die Gasinjektoren wurden inzwischen so weit standardisiert, dass Sie nachträglich ausgetauscht bzw. nachgerüstet werden können – wie nun eben in Amberg. Parallel dazu wurde der Turbolader ausgetauscht und an die erhöhten Anforderungen durch den Betrieb mit Wasserstoff angepasst. Doch nicht nur die Technologie selbst – auch beim Zeitpunkt der Umstellung strebt 2G nach Standardisierung, wie Grewe verdeutlicht: »Bei intelligenter Verknüpfung der Wartungspläne mit den Umrüstungsplänen auf Wasserstoff können Kolben und Turbolader, die bei der Zwischenüberholung ohnehin getauscht werden müssten, direkt als Wasserstoffvariante verbaut werden. Dadurch können die Kosten der Umstellung auf etwa 10 – 15% des ursprünglichen Investments reduziert werden.«

Zusätzlich zu den diversen mechanischen Anpassungen wurde ein Steuerungs- und Softwareupdate aufgespielt, um etwa Zündzeitpunkte, Regelstrategie oder Hochfahrrampen dem neuen Brennstoff anzupassen. Um den Hebel für die bestehende Anlagen möglichst groß zu halten, ist die Wasserstoffumrüstung für alle installierten BHKW ab Baujahr 2011 problemlos möglich.

Weitreichende Tests beim Gas-Transformationspfad

Für die OTH Amberg war die Umrüstung jedoch nur der erste Schritt für weitere Forschungsarbeiten, um den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft wissenschaftlich zu begleiten, wie Prof. Dr. Raphael Lechner, Professor für Digitale Energiesysteme und Sektorkopplung an der OTH Amberg-Weiden, erklärt: »Wir forschen seit vielen Jahren auf dem Gebiet der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung als Schlüsseltechnologie der lokalen Energiewende. Die Gaswirtschaft wird in den nächsten Jahren allen voran dadurch charakterisiert sein, dass sie einen sukzessiven Wandel hin zu 100 Prozent erneuerbaren Energien schaffen muss. Dieser Wandel wird an unterschiedlichen Orten auf unterschiedliche Art und Weise stattfinden – abhängig von der Nähe zum europäischen H2-Backbone, lokalen Wasserstofferzeugungskapazitäten oder der Verfügbarkeit von Biogas in einer Kommune. Mit unserer Forschung wollen wir insbesondere aufzeigen, dass für diese verschiedenen Pfade die dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung eine Schlüsselrolle spielt.«

Zusätzlich zur neuen 4 bar H2 Versorgung mit MPI-Gasinjektionstechnik kann die Anlage auch weiterhin mit Erdgas betrieben werden. Lechner betont darüber hinaus die Wichtigkeit zum Aufbau eigener Forschungskapazitäten an seiner Hochschule: »Obwohl wir die Entwicklung in enger Kooperation mit dem Hersteller 2G durchgeführt haben, liegt es uns sehr am Herzen, das eigene Forschungsteam rund um die dezentrale Energieversorgung der Zukunft weiter aufzubauen. Anders als bei einem regulär durch 2G verkauften Aggregat verfügen wir bei unserem Modul daher über tiefgreifende Zugriffe auf die Anlagensteuerung und sämtliche Parameter, um einen umfangreichen Forschungsbetrieb sicherstellen zu können.«

Darüber hinaus wurde das Aggregat mit einem System zur optischen Verbrennungsanalyse ausgerüstet, mit dem die Themen Gemischbildung und Verbrennungsanomalien im Rahmen von CH2P eingehend untersucht werden können.

Die nächsten Schritte in Amberg

Das BHKW, welches im ursprünglichen Zustand 250 kW elektrische Leistung erbracht hat, erzeugt im Betrieb mit Wasserstoff in etwa 170 kW, erläutert 2G Chefentwickler Grewe: »Aktuell haben wir unsere Wasserstoffmotoren mit bis zu 14 bar Mitteldruck im Vergleich zu 18 bar Mitteldruck für die Erdgasreihe freigegeben, wodurch die Leistung etwas reduziert wird. Bei unserem Entwicklungsprüfstand in Heek fahren wir auch Wasserstoff bereits mit 18 bar, sodass auch die absolute Leistung identisch ist. Die Kollegen in Amberg verfügen ebenfalls über genau diese Freigabe, um auch seitens der Wissenschaft den Betrieb mit höheren Leistungen zu erforschen.«

Ein weiterer Meilenstein soll in Amberg in Kürze erfolgen: Der aktuell noch in Flaschenbündeln angelieferte Wasserstoff wird mittelfristig durch ein Wasserstofflager bereitgestellt werden. Anfang Mai starteten die Bauarbeiten für eine eigene Wasserstoffversorgungsstation für unser KWK-Technikum in Amberg, erläutert Prof. Lechner mit Blick in die Zukunft.

s.liesner@2-g.de

ma.becker@oth-aw.de

www.2-g.com

www.oth-aw.de

Anzeige