

Identifikation von Einsatzmöglichkeiten und Potentialen der Zündstrahltechnologie – Kurzbericht

Identifikation von Einsatzmöglichkeiten und Potentialen der Zündstrahltechnologie zur Verbesserung der Anlageneffizienz und Wirtschaftlichkeit von BHKW-Anlagen mit experimenteller Überprüfung der Vorteile an einer Pilotanlage unter realen Bedingungen im Praxisbetrieb

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert

Bearbeitungszeitraum: 12/2011 - 06/2014
Aktenzeichen: SF-10.08.18.7-11.41
Gesamtkosten: 430.700 €
Anteil Bundeszuschuss: 230.700 €

Forscher: Raphael Lechner
Nicholas O'Connell

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren

Institut für Energietechnik IfE GmbH an der
Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden
Kaiser-Wilhelm-Ring 23a
92224 Amberg
Tel.: +49 9621 / 482 - 3921
Fax: +49 9621 / 482 - 4921
E-Mail: info@ifeam.de
www.ifeam.de

Amberg, Januar 2015

Anlass / Ausgangslage

Im Hinblick auf die Ausbauziele zur KWK-Stromerzeugung und die steigenden Brennstoffpreise wird es zunehmend wichtiger die Stromausbeute von BHKW zu steigern. Einen Ansatz hierfür stellt die Zündstrahltechnologie dar, bei der ein gasförmiger Brennstoff durch die Einspritzung einer geringen Menge an Flüssigkraftstoff gezündet und verbrannt wird. Zündstrahlmotoren können bedingt durch ihre Bauart sehr hohe elektrische Wirkungsgrade erreichen und ermöglichen maximale Flexibilität in der Wahl des Brennstoffs und der Betriebsweise.

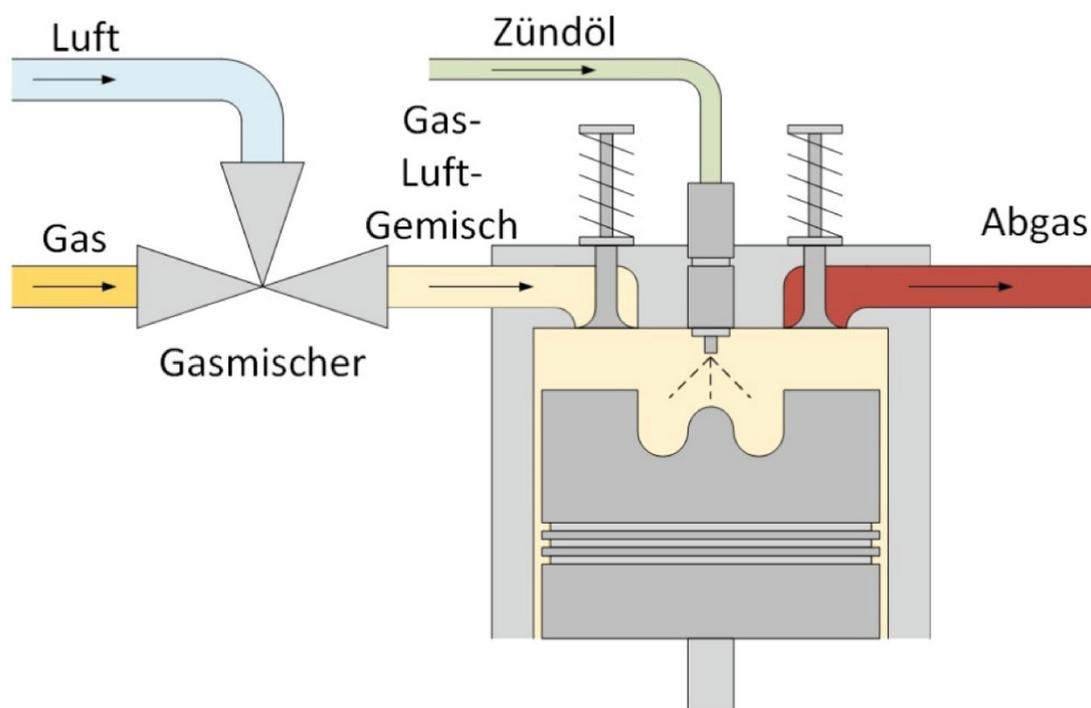


Bild 1: Schematische Darstellung eines Zündstrahlmotors

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die potentiellen Vorteile der Zündstrahltechnologie für BHKW-Anwendungen gegenüber Gas-Otto-Motoren herauszuarbeiten und unter realen Bedingungen an einer Pilotanlage zu überprüfen. Der Fokus lag auf BHKW im elektrischen Leistungsbereich von 50 kW bis 1 MW, die sich besonders gut für die Versorgung öffentlicher Liegenschaften (Krankenhäuser, Schwimmbäder,...) und kleinerer kommunaler und industrieller Nahwärmenetze eignen. In diesem

Leistungsbereich waren zu Projektbeginn noch keine Zündstrahlaggregate für den Erdgasbetrieb auf dem Markt verfügbar. Von Interesse im Rahmen des Projekts war ausschließlich der Betrieb am Erdgasnetz, da hier einerseits das größte Wachstum prognostiziert wird¹ und andererseits die Zündstrahltechnologie für Schwachgase (Biogas, Holzgas) bereits am Markt etabliert ist. Als Industriepartner konnte die Fa. Burkhardt GmbH gewonnen werden, ein mittelständischer Hersteller von BHKW-Modulen im elektrischen Leistungsbereich von ca. 150 kW bis 300 kW. Die Fa. Burkhardt entwickelt und vertreibt u. a. Zündstrahl-Blockheizkraftwerke auf Dieselmotorbasis.

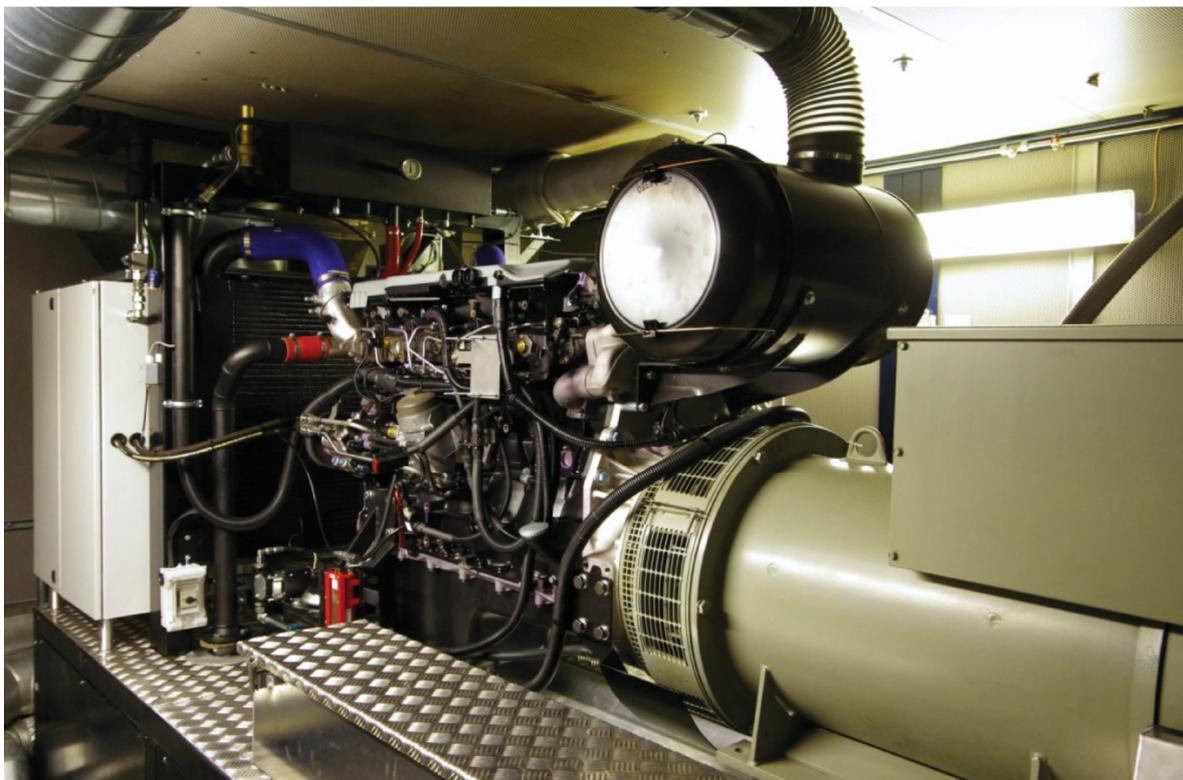


Bild 2: Zündstrahl-BHKW-Prüfstand

Im ersten Projektabschnitt wurden zunächst die verfügbaren Daten zum Bestand an BHKW-Anlagen in Deutschland zusammengestellt und der Marktanteil der Zündstrahltechnologie am BHKW-Markt analysiert, der sich derzeit fast ausschließlich auf den Biogasbereich beschränkt, um das mögliche Potential für die Verbreitung der Zündstrahl-Technologie für Erdgas-Anwendungen einschätzen zu können. Anschließend wurde anhand eines konkreten Zündstrahl-BHKW-Moduls des Projektpartners

¹ Quelle: Arbeitsgemeinschaft: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Ingenieurbüro für neue Energien (IFNE): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – Schlussbericht; 2012

Burkhardt GmbH, das zu Projektbeginn kurz vor der Markteinführung stand, das ökonomische und ökologische Potential im Vergleich mit dem heutigen Stand der Technik mittels Modellrechnungen herausgearbeitet.

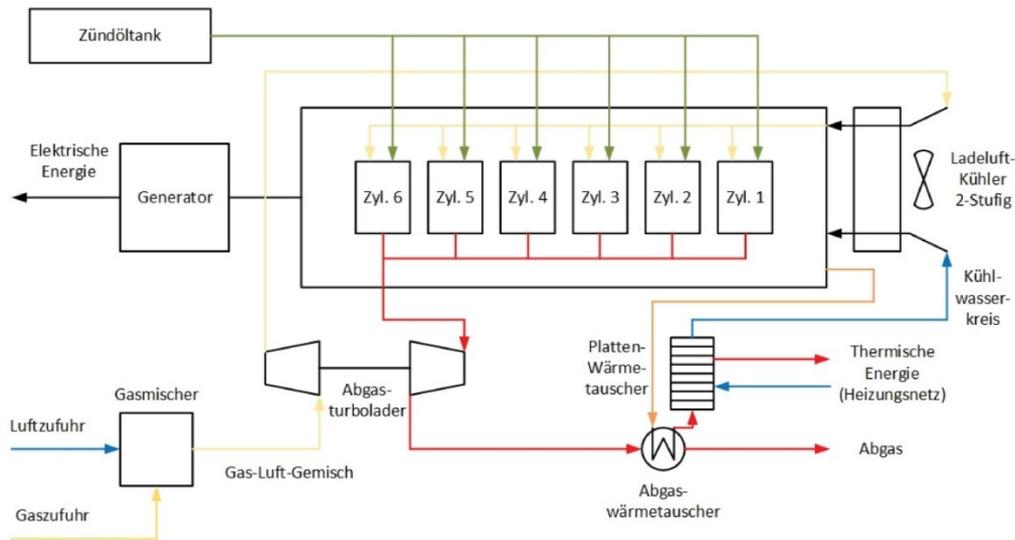


Bild 3: Schematische Darstellung des untersuchten Zündstrahl-BHKWs

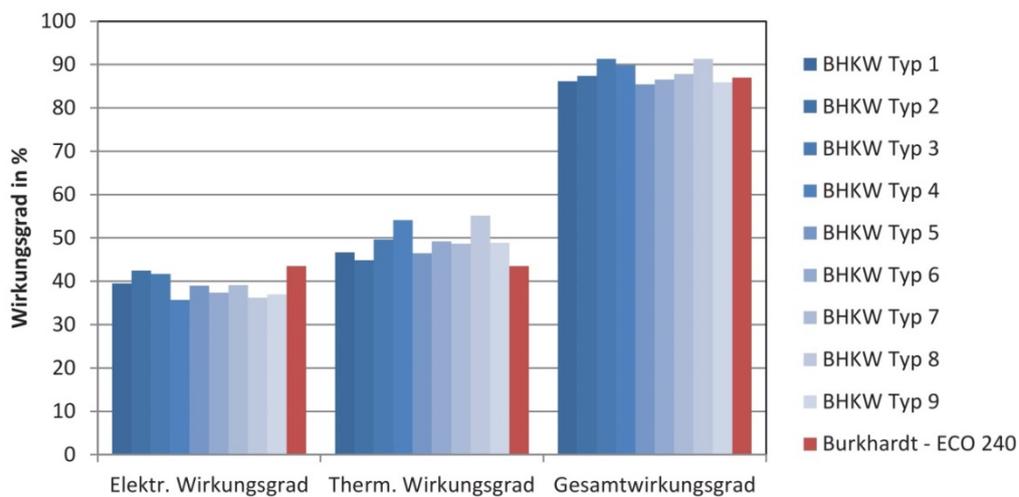


Bild 4: Wirkungsgrade ausgewählter Erdgas-BHKW im Überblick

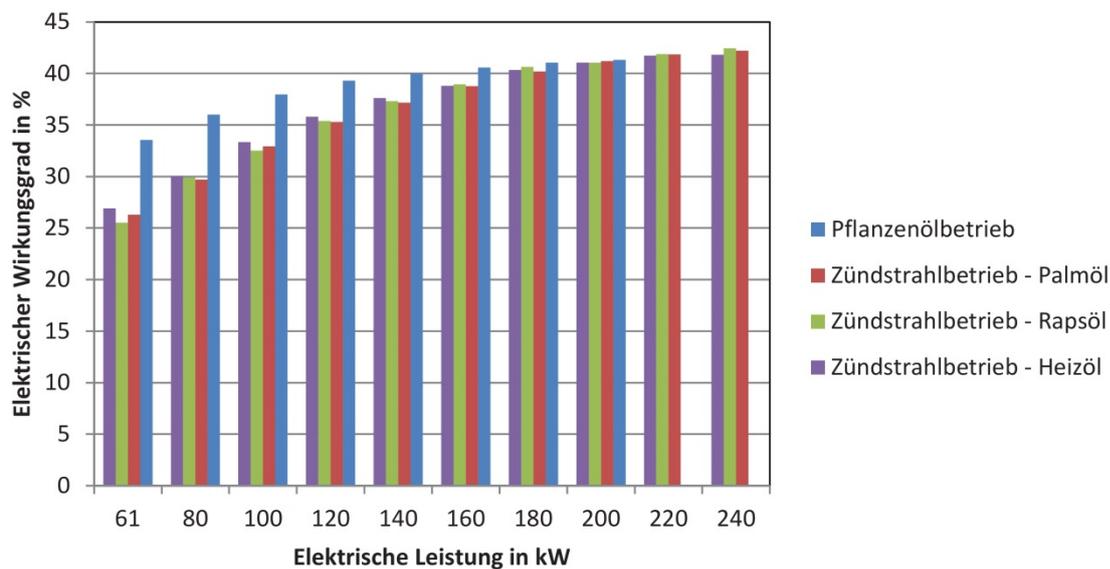


Bild 5: Elektrische Wirkungsgrade der Versuchsanlage bei verschiedenen Laststufen

In der zweiten Projektphase wurde in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner Burkhardt GmbH eine Zündstrahl-BHKW-Pilotanlage zur experimentellen Überprüfung der getroffenen Annahmen aufgebaut und in Betrieb genommen. Die Pilotanlage wurde über einen Zeitraum von etwa 10.000 Betriebsstunden im Praxisbetrieb erprobt. Ziel war es, die prognostizierten Effizienz- und Wirtschaftlichkeitsvorteile sowie die ökologischen Aspekte experimentell zu überprüfen und die Praxistauglichkeit der Technologie zu beurteilen. Schwerpunkt der Arbeiten war die Untersuchung des Verbrennungs- und Emissionsverhaltens, die Ermittlung der erreichbaren Wirkungsgrade und Nutzungsgrade im realen Betrieb und das Monitoring des Betriebsverhaltens über einen Zeitraum von mindestens 12 Monaten.

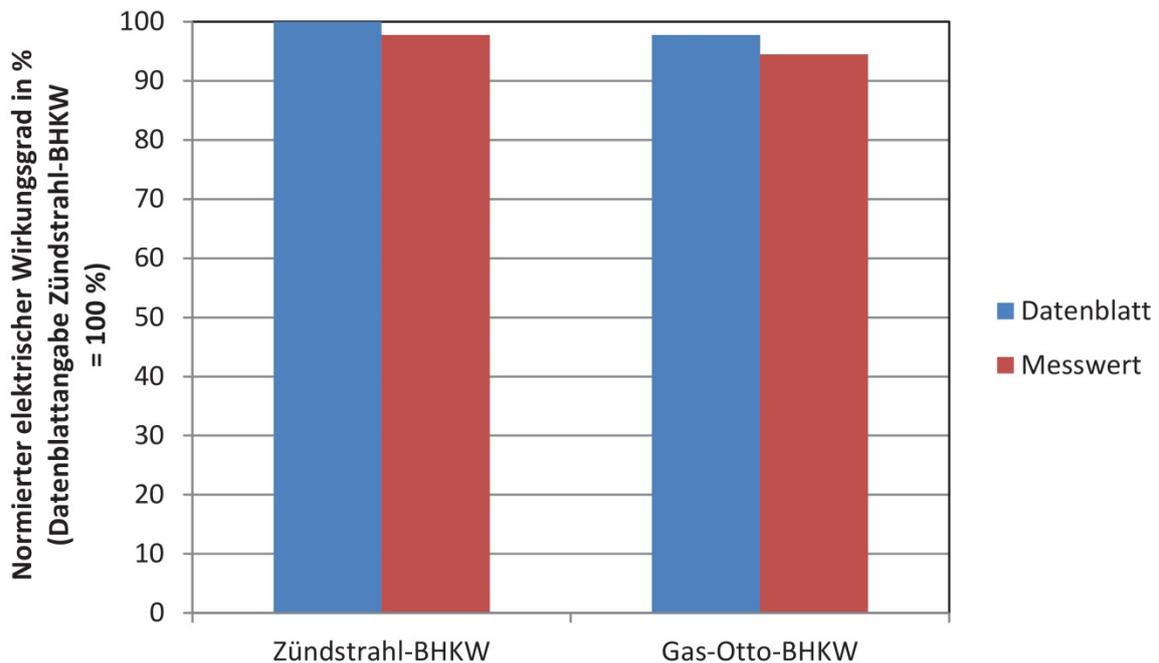


Bild 6: Vergleich der elektrischen Wirkungsgrade des untersuchten Zündstrahl-BHKW mit einem hocheffizienten Gas-Otto-BHKW im Praxisbetrieb

Fazit

Zur Abschätzung des wirtschaftlichen Potentials der Zündstrahltechnologie wurden Modellrechnungen (Vollkostenrechnung und Sensitivitätsanalyse) für verschiedene Szenarien durchgeführt. Auf Basis dieser lässt sich ableiten, dass Zündstrahl-BHKW immer dann interessant werden, wenn die elektrische Effizienz eine herausragende Rolle spielt, d. h. wenn die Stromgutschriften und/oder die Brennstoffkosten hoch sind. Ökologisch betrachtet konnten zu Primärenergieeinsparung und CO₂-Emissionen für die Zündstrahltechnologie weder besondere Vorteile noch Nachteile gegenüber Gas-Otto-Motoren festgestellt werden.

In der experimentellen Überprüfung an einer Pilotanlage mit einer Auslegungsleistung von 240 kW_{el} konnten die prognostizierten Wirkungsgradvorteile der Zündstrahltechnologie bestätigt werden. Die untersuchte Pilotanlage erreichte in der Praxis elektrische Wirkungsgrade bis zu 42,5 % und Gesamtwirkungsgrade bis knapp über 80 %. Insgesamt als hoch zu bewerten ist das Niveau der Rohabgasemissionen (vor Katalysator) der Pilotanlage, sodass Abgasnachbehandlungsmaßnahmen

erforderlich sind, um die relevanten Grenzwerte einzuhalten. Aufgrund des wirkungsgradoptimierten und vom Dieselmotor abgeleiteten Brennverfahrens betrifft dies insbesondere die Stickstoffoxid-Emissionen.

Als unproblematisch erwies sich das Betriebsverhalten der Pilotanlage. Bis auf Stillstandszeiten für regelmäßige Wartungsarbeiten und Umbauten im Zuge des Versuchsbetriebs waren im Zeitraum der Dauerprobung über knapp 10.000 Betriebsstunden keine größeren Ausfälle zu verzeichnen. Auf Basis der Dauererprobung konnten die Wirtschaftlichkeitsprognosen mit tatsächlichen Daten aus dem Praxisbetrieb bestätigt werden.

Im Vergleich mit dem aktuellen Stand der Technik wies die Zündstrahl-Technologie zu Beginn des Projekts im Jahr 2012 in Bezug auf die elektrischen Wirkungsgrade ein Alleistungsmerkmal auf dem BHKW-Markt auf. Mittlerweile (Stand 2014) drängen zunehmend elektrisch hocheffiziente Blockheizkraftwerke mit Gas-Otto-Motoren auf den Markt, die ähnlich hohe Wirkungsgrade erreichen. Ein verstärkter Einsatz der Zündstrahl-Technologie ist daher v. a. in Nischenanwendungen zu erwarten, in denen hocheffiziente Aggregate mit maximaler Brennstoff- und Betriebsflexibilität gefordert sind.