

Kurzbericht zum Leitprojekt

„Erdgasmotor mit innerer Gemischbildung (EDI)“

- durchgeführt im Auftrag des
Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg
mit Mitteln der Landesstiftung Baden-Württemberg -

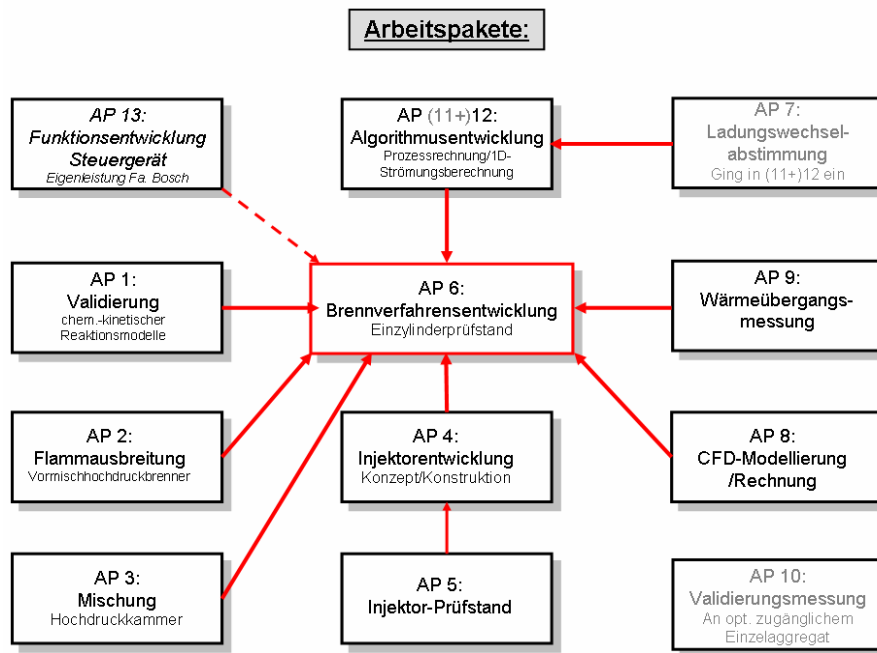
Einleitung

Der Einsatz von Erdgas als Kraftstoff in Fahrzeugen kann zu einer erheblichen Reduktion der klimarelevanten Gase beitragen. Von allen fossilen Energieträgern weist Erdgas bei der Verbrennung die günstigste CO₂-Bilanz auf. Im Vergleich zu Benzin verursacht Erdgas bei der Verbrennung bis zu 20 % weniger Kohlendioxid und trägt bis zu 80 % weniger zur Smogbildung bei. Der Ausstoß von Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Ruß- und anderen Partikeln wird bei Erdgas nahezu vollständig vermieden. Eine weitere Verringerung des CO₂ - Ausstoßes kann durch eine Wirkungsgradsteigerung infolge der hohen Klopfestigkeit von Erdgas erreicht werden.

Zielsetzung und Durchführung

In diesem Vorhaben wurden Werkzeuge und Verfahren entwickelt, welche die Darstellung eines CO₂- und emissionsoptimalen Brennverfahrens für den Kraftstoff Erdgas erlauben. Diese Werkzeuge und Verfahren eignen sich sowohl für die rechnerische Vorauslegung des Brennverfahrens, als auch die für die Versuchs- und Optimierungsphase.

In Experimenten wurden Grundlagenerkenntnisse gewonnen, welche die Erweiterung von bestehenden Simulationsmodellen und Analyseprogrammen ermöglichten. Diese wurden durch ihren Einsatz in der Brennverfahrensentwicklung an einem Forschungsaggregat kontinuierlich validiert und weiterentwickelt. So entstand über einen Zeitraum von 3 Jahren neue Erkenntnisse zur Mischung von Gasen, Flammenausbreitung und Zündung von realen Erdgas-Luftgemischen unter motornahen Bedingungen. Daraus wurden Erweiterungen für bestehende Prozess- und CFD-Berechnungsprogramme abgeleitet. Zusammen mit der Anpassung von Injektoren auf Erdgas und durch die Anwendung der Berechnungsmethoden konnte ein optimiertes Verfahren für ein Forschungsaggregat für die direkte Einblasung von Erdgas in den Brennraum entwickelt und validiert werden.



Ergebnisse

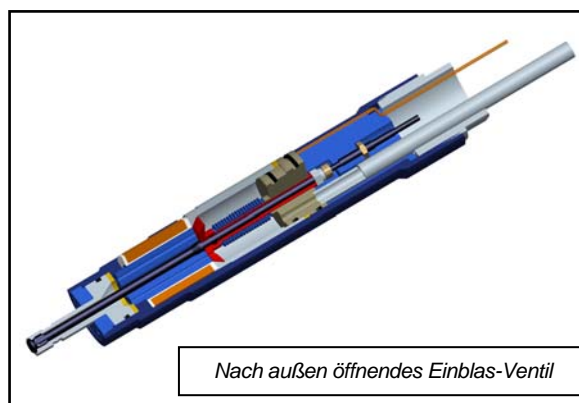
Mit den, an einem Forschungsaggregat gewonnenen Messdaten und den validierten numerischen Prozessrechnungen ist die Abschätzung des aus heutiger Sicht realisierbaren CO₂-Minderungspotenzials für den Kraftstoff Erdgas unter ottomotorischer Verbrennung gelungen. Dabei zeigte sich ein sehr hohes CO₂-Minderungspotenzial von ca. 15% in ausgewählten Teillastbetriebspunkten für die zentrale Injektorlage.

Simulationswerkzeuge

Bestehende Simulationsmodelle wurden für den Brennstoff Erdgas erweitert, die Reaktionsmechanismen wurden validiert und in den die in CFD-Code integriert. Es hat sich gezeigt, dass der Reaktionsmechanismus aus Leeds für Erdgas unter den motorischen Verbrennungsbedingungen über alle Bereiche gute Vorhersagen liefern.

Gasinjektor

Um das volle Potenzial des Kraftstoffs Erdgas in einem Verbrennungsmotor zu erschließen, wurden Injektoren entwickelt, die den notwendigen Gasvolumenstrom auch bei Volllast erlauben. Entsprechende Eigenentwicklungen und Untersuchungen zu nach außen öffnenden Ventilen und modifizierten BDE-Injektoren und deren Betriebsverhalten wurden erfolgreich durchgeführt.

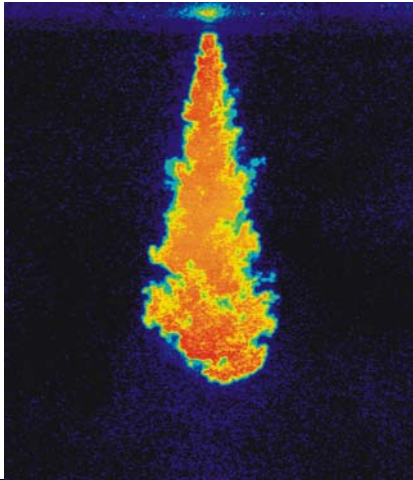


Flammausbreitung

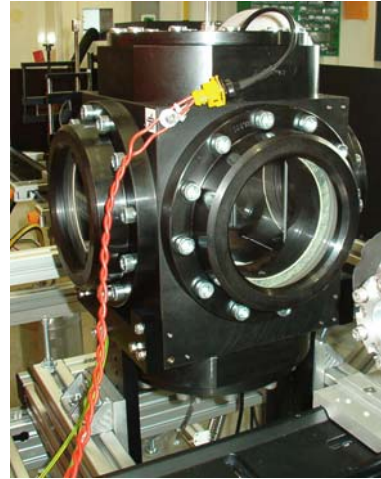
Die laminare Flammgeschwindigkeit für Erdgas konnte in einem großen Druckbereich für das stöchiometrische Mischungsverhältnis mit Luft ermittelt werden.

Mischungsverhalten

Mittels einer optisch zugänglichen Hochdruckkammer konnte experimentell das zeitliche Ausbreitungsverhalten Gas in Gas bei Einblasung unter hohem Innendruck bestimmt werden. Mit den dabei erfassten Aufnahmen konnte der gewählte numerische Ansatz zur Berechnung dieses Vorgangs verifiziert werden.



Typische Momentaufnahme des Einblasvorganges



Hochdruckkammer mit optischem Zugang

Mögliche Anwendungsfelder

- Motorenvorauslegung und -entwicklung sowie in die Entwicklung von Systemkomponenten, Simulationssoftware, Entwicklungswerkzeugen und Motorsteuersystemen
- Mischungsverhalten; Untersuchungen zu Einsprühverhalten von Flüssigkeiten in Gas bzw. Einblasverhalten von Gas in Gas (Verfahrenstechnik, Beschichtungstechnik, Verbrennungstechnik)
- Gasinjektor; Entwicklungswerkzeuge und Auslegung von elektromagnetische Ventilen und Injektoren

Ansprechpartner:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.	FKFS Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart
Prof. Dr. Manfred Aigner Institutsleitung Institut für Verbrennungstechnik Stuttgart Telefon: +49 711 6862-309 manfred.aigner@dlr.de	Prof. Dr.-Ing. Michael Bargende Vorstand Verbrennungsmotoren Telefon: +49 711 685-65645 bargende@fkfs.de
Dr. Martin Nedele Technologiemarketing Stuttgart Telefon: +49 711 6862-477 martin.nedele@dlr.de	Dipl. Ing. Hans-Jürgen Berner Leiter Thermodynamik und Brennverfahren Telefon: +49 711 685-65714 berner@fkfs.de