

EU-PROJEKT „HDGAS“

ENTWICKLUNG EINER NEUEN GENERATION VON ERDGASMOTOREN FÜR SCHWERE NUTZFAHRZEUGE ZUR CO₂-SENKUNG

Projektdauer: Mai 2015 bis April 2018
Projektpartner: AVL, BorgWarner, FPT Industrial, IVECO,
Politecnico di Milano, Ricardo, IVT
Projektleiter: P. Grabner
Projektmitarbeiter: P. Fasching

Erdgas als Kraftstoff einzusetzen ist eine attraktive Möglichkeit, den CO₂-Ausstoß von Verbrennungsmotoren zu senken. Im Vergleich zu Diesel können die CO₂-Emissionen des Motors damit um bis zu 25% gesenkt werden, unter der Annahme gleicher Wirkungsgrade. Der Absatz von schweren Nutzfahrzeugen (NFZ), die mit Erdgas betrieben werden, ist jedoch niedrig und so machte es sich für NFZ-Hersteller bisher nicht bezahlt, Motoren speziell für den Erdgasbetrieb zu entwickeln. Stattdessen werden Dieselmotoren für den Betrieb mit Erdgas adaptiert. Dadurch ergeben sich aber Kompromisse und Einbußen im Wirkungsgrad, da Erdgasmotoren nach dem Ottoprinzip arbeiten, die Grundmotoren jedoch für Dieselbetrieb entwickelt und optimiert wurden – zwei gänzlich verschiedene Brennverfahren mit völlig unterschiedlichen Anforderungen.

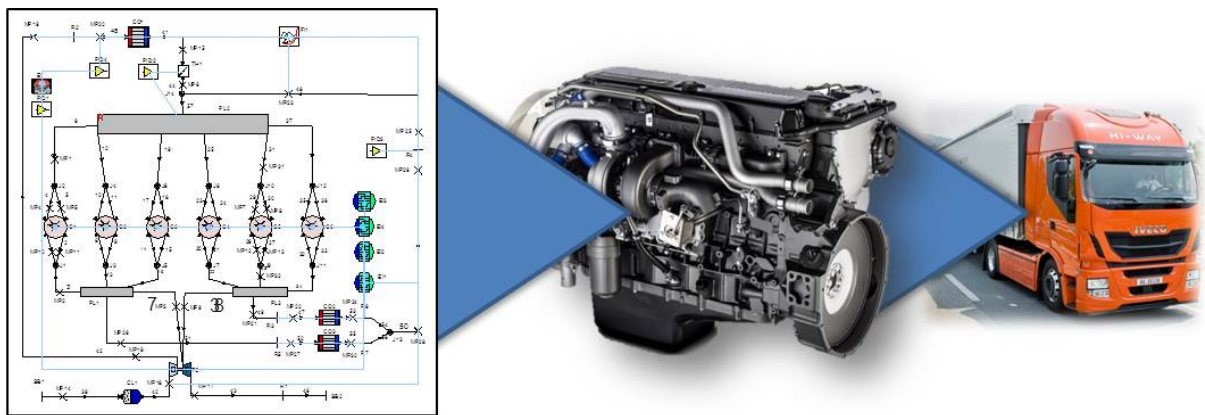
Das Projekt

Aus diesem Grund fördert die EU als Teil der Horizon 2020 Initiative das Projekt „HDGAS“. Im Rahmen dieses Projektes werden parallel drei Erdgasmotoren für schwere NFZ entwickelt, wobei unterschiedliche konzeptionelle Ansätze verfolgt werden und die aktuell gültige Abgasnorm EURO VI einzuhalten ist. Die Motoren werden ausschließlich für den Erdgasbetrieb bzw. den Dual-Fuel Betrieb ausgelegt und sollen dadurch bestehenden Erdgasmotoren deutlich überlegen sein. Zu Projektende sollen drei Konzeptfahrzeuge mit den entwickelten Motoren stehen, die von einer unabhängigen Prüfeinrichtung bewertet werden.

Die drei Konzepte umfassen einen homogen und stöchiometrisch betriebenen Motor mit Erdgas-Direkteinblasung, einen Erdgas-Diesel Dual-Fuel Motor mit Hochdruck-Direkteinblasung (HPDI) und Diffusionsverbrennung von Erdgas, sowie einen konventionellen Dual-Fuel Motor mit Saugrohreinblasung von Erdgas. Jedes Konzept wird gemeinsam mit einem anderen europäischen NFZ-Hersteller umgesetzt.

Allen drei Konzepten ist gemein, dass aufgrund der höheren Energiedichte verflüssigtes Erdgas (LNG) als Kraftstoff eingesetzt wird. In diesem Projekt werden daher auch zwei kryogene Tanksysteme für die unterschiedlichen Druckniveaus der Einspritzsysteme entwickelt, der Forschungsbereich Thermodynamik ist in diesem Arbeitspaket involviert (siehe Jahresbericht 2015). Zudem werden für die Betankung der Fahrzeuge Vorschläge für die Standardisierung der mechanischen Schnittstellen erarbeitet.

Der Forschungsbereich Brennverfahren ist für die thermodynamische Auslegung des homogenen, stöchiometrischen Motorkonzepts verantwortlich. Die Auslegung erfolgt mithilfe des 1D-Simulationsprogramms AVL BOOST.



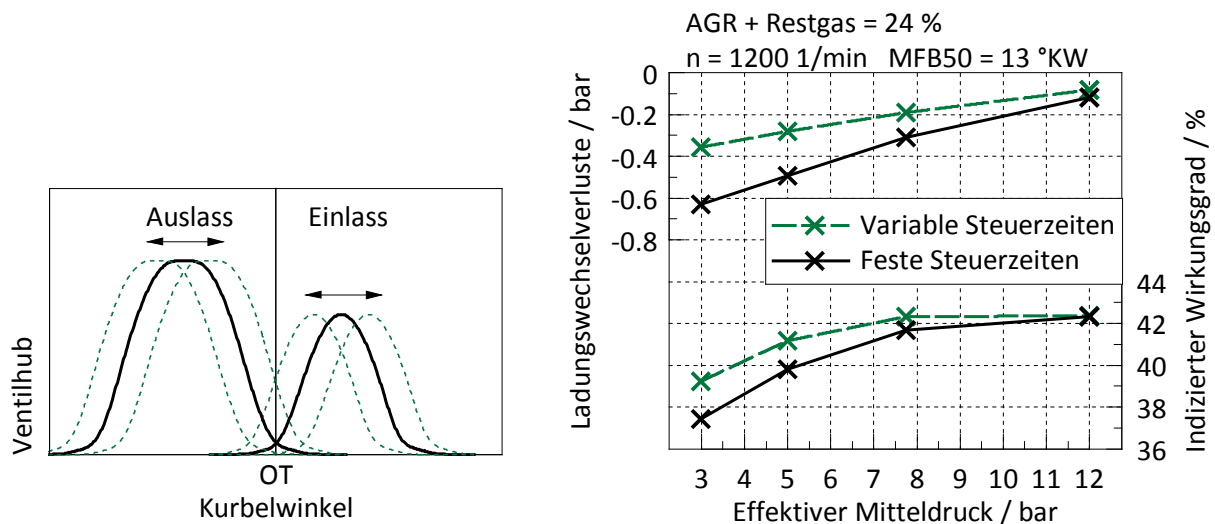
Das Konzept

Das verfolgte Konzept ist ein homogen und stöchiometrisch betriebener, turboaufgeladener Reihenmotor mit 6 Zylindern und knapp 13 Liter Hubraum. Das Kurbelgehäuse wird vom FPT Cursor-13 Motor übernommen, alle anderen Komponenten werden neu entwickelt, vor allem der Zylinderkopf stellt eine völlige Neukonstruktion dar. Das Konzept sieht Direkteinblasung des Erdgases mit bis zu 50bar vor, zur Verbesserung des Low-End-Torque, sowie Corona-Zündung für eine verbesserte Verbrennung. Die Konstruktion des Zylinderkopfs richtet sich konsequent nach den Erfordernissen für aufgeladene Ottomotoren. Für die Ladungsbewegung wird ein High-Tumble-Konzept verfolgt. Dazu kommen erstmals bei einem Motor dieser Größe schräg stehende Ventile und ein kuppelförmiges Brennraumdach zur Anwendung. Die Ventile werden mit zwei oberliegenden Nockenwellen und Rollenschlepphebeln betätigt. Zusätzlich verfügt das Konzept über Phasensteller an Einlass- und Auslassnockenwelle für variable Steuerzeiten. Des Weiteren kommen ein Twin-Scroll-Turbolader mit Wastegate, sowie gekühlte Hochdruck-Abgasrückführung zum Einsatz.

Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die thermodynamische Auslegung dieses Konzepts umfasst die Auswahl eines passenden Turboladers, die Wahl des AGR-Layouts, Auslegung und Wahl der Ventilhubkurven, sowie die Definition von Betriebsstrategien für die Phasensteller an beiden Nockenwellen. Es ergeben sich dabei Zielkonflikte zwischen den geforderten Leistungsdaten, den Temperaturlimits der Komponenten, den geforderten AGR-Raten und dem Wirkungsgrad des Motors. Aufgabe bei der Auslegung ist es, diese Vorgaben bestmöglich zu berücksichtigen und unter diesen Randbedingungen die beste Lösung zu erarbeiten.

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Einblick in diese Arbeit. Es sind Simulationsergebnisse dargestellt, die den Einfluss variabler Steuerzeiten auf den indizierten Wirkungsgrad des Motors für einen Lastschnitt bei 1200 1/min zeigen. Es ist zu sehen, dass vor allem bei niedrigen Lasten die Drosselverluste signifikant reduziert werden können und dadurch der indizierte Wirkungsgrad um knapp 2 Prozentpunkte gesteigert werden kann.



Information:

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement number 653391.