



Forschung an der Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften: Forschungsprojekt „HylCE“: Entwicklung eines Wasserstoff-Brennverfahrens

Integrated Project „HylCE - Optimization of a Hydrogen Powered Internal Combustion Engine“

Das Automobil mit Verbrennungsmotor ist seit über 100 Jahren ein wesentlicher Garant für unsere Mobilität. Aufgrund der Erschließung neuer Märkte und der mittelfristig damit verbundenen deutlichen Steigerung des weltweiten Fahrzeugaufkommens auf der Strasse wird zunehmend die Nachhaltigkeit zukünftiger Mobilitätsszenarien zur Schonung der Umwelt sowie der endlichen fossilen Energiereserven gefordert.

Durch den Einsatz von Wasserstoff kann dieser Anspruch erfüllt werden, wenn seine Gewinnung durch Verwendung von regenerativen Energiequellen erfolgt. Bei seiner energetischen Umsetzung wird genau die Wassermenge wieder freigesetzt, die zur Herstellung erforderlich war, so dass ein geschlossener Kreislauf ohne die Nutzung der limitierten fossilen Kraftstoffreserven und ohne Beeinträchtigung der Umwelt (z.B. Treibhauseffekt durch Ausstoß von CO₂) entsteht. Seit dem Jahr 2001 wird am



Hochdruckeinblasung und kryogene Gemischbildung (Quelle: BMW)

Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik gemeinsam mit BMW an der Weiterentwicklung des Wasserstoff-Verbrennungsmotors gearbeitet. Wesentliche Aktivitäten des Institutes bezüglich alternativer Brennvorgänge mit niedrigsten Kohlendioxidemissionen werden mit heutigem Jahr in ein Forschungsprojekt innerhalb des 6. EU-Rahmenprogramms übergeführt. Hinter dem Projekt mit dem Namen „HylCE“ verbirgt sich ein Forschungsvorhaben zur Weiterentwicklung eines Wasserstoff-Verbrennungsmotors, das von der Europäischen Union mit ca. € 5 Mio. gefördert wird. Unter der Leitung der BMW AG haben sich Motorenhersteller im PKW-Bereich (Volvo, Ford) und im LKW-Bereich (MAN) zusammengeschlossen, um gemeinsam mit Zulieferern (Mecel, Hörbiger) und Universitäten aus ganz Europa (Institut Français du Pétrole, Universität der Bundeswehr München, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik) die Entwicklung von Wasserstoff-Verbrennungsmotoren voranzutreiben. In der Planungsphase wurden drei Hauptentwicklungsrichtungen festgelegt, die in dem auf drei Jahre geplanten Forschungsvorhaben untersucht werden sollen. Diese umfassen die H₂-Direkteinblasung mit hohem sowie niedrigem Einblasedruck und die kryogene (tiefkalte) Gemischbildung mit äußerer Wasserstoffzufuhr. Zur Erreichung der hochgesteckten Ziele sind wesentliche Entwicklungsfortschritte vor allem in den Bereichen Injektortechnik und Zündsystem erforderlich, da bestehende Komponenten aufgrund der geänderten Stoffeigenschaften von Wasserstoff nicht oder nur bedingt für den Einsatz im Wasserstoff-Verbrennungsmotor geeignet sind. Darüber hinaus wird intensiv an der Weiterentwicklung von Simulationswerkzeugen gearbeitet,

um deren Einsetzbarkeit unter den geänderten Randbedingungen sicherstellen zu können.

Das Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU Graz übernimmt im Rahmen dieses Projektes wesentliche Aufgaben sowohl im Bereich der experimentellen Aktivitäten als auch in der begleitenden 3D-CFD-Simulation. Neben detaillierten Untersuchungen am thermodynamischen Wasserstoff-Verbrennungsmotor wird ein für den H₂-Betrieb ausgerüsteter, optisch zugänglicher 1-Zylinder-Forschungsmotor aufgebaut. Damit kann zukünftig sowohl die Qualität von entwickelten Injektorkonzepten als auch die Güte optimierter Gemischbildungs- und Verbrennungskonzepten beurteilt werden. Die gewonnenen Ergebnisse am optischen Versuchsmotor stellen auch eine

unverzichtbare Eingangsgröße zur Validierung und Optimierung der weiterentwickelten Simulationswerkzeuge dar. Ziel der Entwicklungen im Rahmen des Projektes „HylCE“ ist die Darstellung

von Wasserstoff-Brennverfahren, die die Forderungen nach hohen Wirkungsgraden und hohen spezifischen Leistungen bei gleichzeitig nahezu emissionsfreiem Betrieb („Zero Impact“) bestmöglich erfüllen. Die praktische Umsetzung der Forschungsergebnisse wird einerseits durch den Aufbau eines Vollmotors sichergestellt, andererseits wird auch die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse auf alternative Motorkonzepte, z.B. den Free Piston Engine, überprüft.

Integrated Project „HylCE - Optimization of a Hydrogen Powered Internal Combustion Engine“

Major activities of the institute referring alternative combustion concepts with low carbon dioxide emissions will be conducted within the research project “HylCE”. Under the leadership of BMW AG, car and truck manufacturer (Volvo, Ford, MAN), technical supplier (Mecel, Hörbiger) and universities from all over Europe (Institut Français du Pétrole, University of the Armed Forces Munich, Institute of Internal Combustion Engines and Thermodynamics) work together in developing an optimized hydrogen internal combustion engine.

During the planning phase hydrogen direct injection into the cylinder and hydrogen cryogenic port injection were found to be the most promising concepts for achieving the high aims of this project. Main fields of activities are injector and ignition development, test bed investigations with thermodynamical as well as optical engines and enhancement of simulation tools for hydrogen operation. The overall target of this project is the development of an optimized combustion concept with high performance and efficiency and near-zero emissions.