

## HyDie

### Wasserstoff-Diesel Dual-Fuel-Antrieb zur schnellen Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im ÖPNV

Ein Projekt finanziert im Rahmen der 1. Ausschreibung  
des Programms **Mobilität der Zukunft**  
[Fahrzeugtechnologien]

#### Finale Zusammenfassung für Public Relation Work:

Auf dem Gebiet der stationären Verbrennungsmotoren, die z.B. für die dezentrale Stromerzeugung eingesetzt werden ist das Prinzip der Zündstrahlverbrennung schon lange bekannt. Solche Motoren sind konstruktiv gesehen Dieselmotoren, in die Ansaugluft wird jedoch gasförmiger Kraftstoff, z.B. Erdgas oder Biogas, zugeführt. Die Zündung dieses brennfähigen Ansauggemisches erfolgt mit einer geringen Menge an eingespritztem Dieselmotorkraftstoff – daher Zündstrahlmotor. Der Hauptvorteil dieses Verfahrens ist ein, im Vergleich zu konventionellen Motoren für Erd- oder Biogas, höherer Wirkungsgrad. Man benötigt jedoch immer zwei Kraftstoffe, was bei der Konstruktion und der Infrastruktur berücksichtigt werden muss.

Die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs ist erklärtes Ziel der Politik für die nächsten Jahrzehnte. Parallel zur Einführung der Elektromobilität soll die Verwendung von Wasserstoff als Kraftstoff für eine bedeutende Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen sorgen. Langfristig ist der Einsatz von Brennstoffzellen für die On-Board-Stromerzeugung aus Wasserstoff gedacht. Diese Technologie ist derzeit jedoch noch sehr teuer und die Preisentwicklung in Jahrzehnten nicht absehbar. Durch die Verwendung von Wasserstoff in Verbrennungsmotoren ist jedoch bereits heute eine rasche Reduktion des Fahrzeug-CO<sub>2</sub>-Ausstosses möglich.

Wenn von Wasserstoff-Nutzung im Verkehr die Rede ist, stellt sich immer die Frage nach der Versorgung und der Infrastruktur. Für den breiten Einsatz ist derzeit weder ausreichend Wasserstoff noch eine entsprechende Infrastruktur vorhanden. Es gibt aber Überlegungen in Bereichen wo Abfall- oder regenerativ produzierter Wasserstoff anfällt, den lokalen Verkehr mit Wasserstoff als Kraftstoff zu betreiben, als mögliche Anwendungsgebiete werden der öffentliche Nahverkehr mit Bussen und im kommunalen Bereich eingesetzte Nutzfahrzeuge bezeichnet. Da Nutzfahrzeuge und Busse praktisch ausschließlich mit Dieselmotoren betrieben werden, lag es nahe, die Möglichkeit der Verwendung von Wasserstoff für Zündstrahl- bzw. Dual-Fuel-Motoren zu untersuchen.

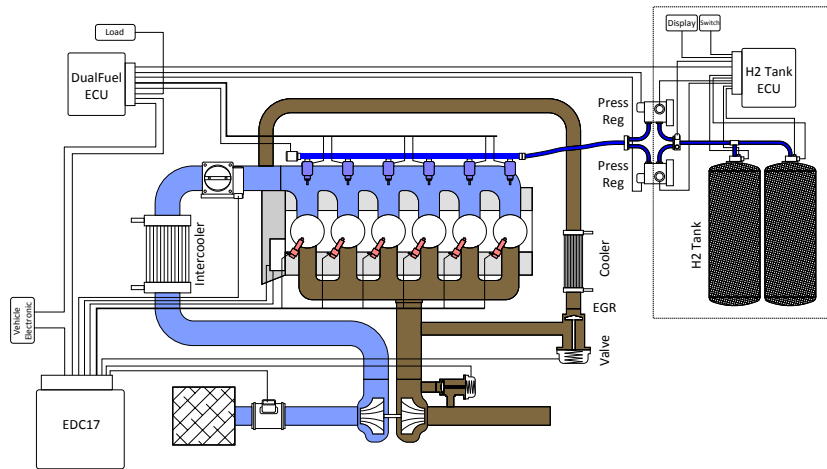
In diesem Projekt wurde ein in Serie befindlicher Nfz-Dieselmotor für den Einsatz von Wasserstoff adaptiert und das Brennverfahren, das durch den Dieselmotorzündstrahl

charakterisiert ist, auf die speziellen Anforderungen dieses Kraftstoffes angepasst. Ziel war es, die Anforderungen für einen Stadtbus-Motor zu erfüllen. Es zeigte sich, dass bis zu einem Lastanteil von 50 % bis 80 % (drehzahlabhängig) praktisch rein mit Wasserstoff gefahren werden kann, abgesehen von der, für die Entzündung notwendigen Dieseleinspritzmenge, deren energetischer Anteil ca. 2 % bis 5 % beträgt. Höhere Lastanforderungen können aufgrund von Verbrennungsanomalien jedoch nur durch Steigerung der Dieselizehung abgedeckt werden. An der Vollast beträgt der energetische Wasserstoffanteil aber immerhin noch 50 % bis 70 %.

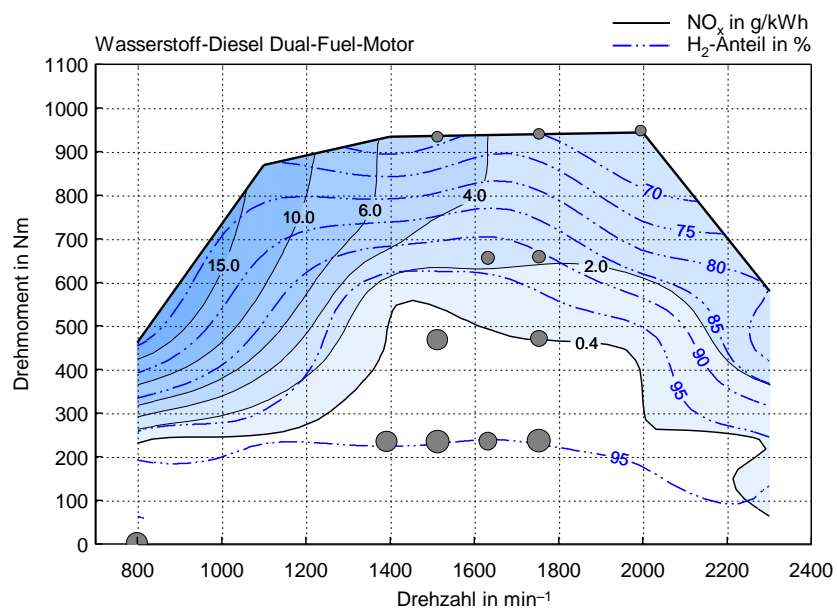
Eine wesentliche Fragestellung war, wie sich der Schadstoffausstoß des so realisierten Verbrennungsverfahrens darstellt. Durch den hohen Wasserstoffanteil ist nur ein geringer Ausstoß von Schadstoffen, die Kohlenstoff (HC, CO, Ruß) enthalten, zu erwarten. Bekannt ist, dass bei Motoren die mit Wasserstoff betrieben werden, ein erhöhtes Maß an Stickoxidemission möglich ist. Mit diesem Projekt konnte gezeigt werden, dass durch gezielte Wahl der Betriebsparameter eine Verbrennungsführung erreicht werden kann, die auch bei hohem Wasserstoffanteil praktisch stickoxidfreies Abgas hinterlässt.

Aus den gemessenen Emissionswerten im gesamten Kennfeld lässt sich hochrechnen, dass mit einem Nutzfahrzeugmotor der im Dual-Fuel-Betrieb mit Wasserstoff betrieben wird, ein Emissionsniveau von Euro V (für Nfz) ohne Bedarf an Abgasnachbehandlung möglich ist. Der Aufwand für ein Abgasnachbehandlungssystem zur Erfüllung der Euro-VI-Grenzwerte wird deutlich niedriger sein als bei den bisher am Markt befindlichen Motoren. Ruß- bzw. Partikelemissionen sind nur in Kleinstmengen aufgetreten, was einen bedeutenden Beitrag zur Verbesserung der Feinstaubemission durch Busse im urbanen Raum bringen kann.

Parallel zur Entwicklung des motorischen Brennverfahrens wurde ein elektronisches Steuergerät definiert und als Prototyp entwickelt mit dem die Ansteuerung der Wasserstoffzufuhr und die Kontrolle des Dieselpetriebs im Alternativbetrieb ausgeführt wird. Diese Motorsteuerung wird zusätzlich zum Basissteuergerät, das für reinen Dieselpetrieb entwickelt ist, betrieben. Damit ist eine Voraussetzung geschaffen um unterschiedlichste Nutzfahrzeugmotoren auf dieses Dual-Fuel-Betriebsverfahren nachzurüsten und diese Umrüstung auch bei kleinen Stückzahlen wirtschaftlich zu gestalten. Eine Umrüstung von mechanischen Bauteilen am Motor ist zwar notwendig, hier beschränken sich die Abänderungen jedoch auf den Tausch von einzelnen Bauteilen.



Funktionsschema des Dual-Fuel-Motors



NO<sub>x</sub>-Emissionen und energetischer Wasserstoffanteil im Motorkennfeld (Messpunkte für Emissionseinstufung als gewichtete Kreise)

## Kontaktdaten:

<p><b>Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH (FVT)</b> Inffeldgasse 19 8010 Graz vertreten durch: Ao.Univ.-Prof. Dr. Peter Sturm</p>	
<p><b>Alset GmbH</b> Liebenauer Tangente 6 8041 Graz Austria vertreten durch: José Ignacio Galindo, Geschäftsführer</p>	
<p><b>Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik Technische Universität Graz (TUG)</b> Inffeldgasse 19 8010 Graz vertreten durch: Univ.-Prof. Dr. Helmut Eichlseder</p>	