

Formula Hydrogen –

International Dimensions of the Hydrogen Powered Racing Car Project

Professor Aleksandar Subic

Head, School of Aerospace, Mechanical and Manufacturing Engineering

Overview

- **Green Car Technologies @ RMIT**
- **Formula Hydrogen Project**
 - Objectives
 - International Partnership
- **Hydrogen Powered Racing Car**
 - Design
 - Development
- **Community Engagement**
 - National
 - International
- **Outlook and Research Directions**
 - Global Green Car Learning Cluster

Green Car Technologies @ RMIT

- **Global Green Car Learning Cluster** (involving RMIT University, University of Applied Sciences Ingolstadt (Germany), Chalmers University (Sweden), Australian National University (ANU), Ford Europe, Volvo, AutoCRC and others);
- **Master of International Automotive Engineering** (doubling up with University of Applied Sciences Ingolstadt with work and research placement in German automotive industry focusing on sustainable automotive technologies)
- **Green Engines Laboratory** focusing on engines powered by alternative fuels (gaseous fuels and biofuels) and direct injection technologies.
- **Green Racing** involving Formula Hydrogen and alternative Formula SAE vehicles (bio-ethanol, electric)

Formula Hydrogen Project *Objectives*

- Establish strategic collaboration in green car technologies between RMIT University (Australia) and University of Applied Sciences Ingolstadt (Germany)
- Form a community of learners in hydrogen propulsion involving students and staff across the two institutions with a common focus and goal
- Create the first Australian hydrogen powered racing car capable of achieving the GB World Speed Record for this class of car



Formula Hydrogen Project

International Partnership

- Project commenced beginning of 2007 with the two teams working 24 hrs at different sides of the world (e.g. when Australian team went to bed, German team started work)
- Significant industry interest and support both in Europe and Australia (e.g. BMW Germany donated the initial engine, MoTeC in Australia helped with the engine management system)
- Drawing on our complimentary research on hydrogen storage within the European Framework research program (UoAS Ingolstadt) and CSIRO National Cluster on Hydrogen Materials (RMIT)



Hydrogen Powered Racing Car - *Design*

- For us, the choice of hydrogen as the principal energy carrier was strategic. Hydrogen is the most common element in our universe that can be produced from water, natural gas and biomass using renewable energy sources; in relation to weight the energy density of hydrogen is nearly three times that of petrol; and it is virtually emission-free, whereby the exhaust emits only water vapour.



Hydrogen Powered Racing Car - *Design*



Engine:

Manufacturer: Rotax

2-cylinder in-line, capacity 798 cm³

Weight: 63 kg

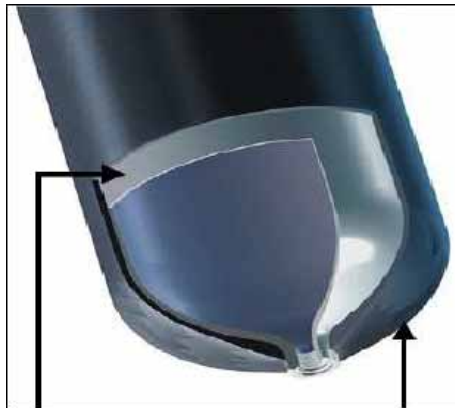
Power output:

petrol: 62 kW/ 85 HP @ 8.000 min⁻¹

H2: estimated around 40 kW*;

2 Transmission setups (accelerat. and max. speed)

*increased power with implementation of supercharging and intercooling



Seamless,
thin-walled
aluminium tank

High-strength carbon-
fibre/epoxy-resin
wrapping

Hydrogen Fuel System:

Tank manufacturer: Dynetek Europe GmbH

High Tech Carbon Fibre / Aluminium Tank

Nominal weight of H2 tank: 28 kg

Pressure: 200 bar (gaseous H2)

Hydrogen capacity: 1 kg (72 liters) of H2

H2 safety system incl. Hydrogen sensor, pressure regulation and control devices

Hydrogen fuel injectors: ported fuel injection, H2-certification

Hydrogen Powered Racing Car - *Development*

- Like a standard fuel-injected engine, fuel is fed into the system via a set of twin injectors. Unlike a standard combustion engine, the fuel sitting in the tank is highly compressed hydrogen gas, stored at 200 times atmospheric pressure.
- When released from the tank, the hydrogen runs through a series of pressure-reducers and check valves so by the time it reaches the engine, the gas has been brought down to about five times atmospheric pressure.
- Complex connection technology was developed to ensure safety of drivers and the crew, including specially-designed elements such as hydrogen detectors, sequential fuel injectors, connectors and adaptors. These systems measure pressure and temperature in the exhaust pipe, at the cylinder head and in the tank – before and after fuel injection.
- Hydrogen storage also required a complex solution because hydrogen is highly permeable at atomic level. The seamless, thin-walled aluminium tank was wound with carbon fibre to increase density and stability, while keeping down the weight. The tank needed to be strong enough to resist the extreme pressures involved when re-fuelling the car. It can hold up to 1,075 kg of compressed hydrogen, or 72 litres, giving the racer a range of about 100km.

Community Engagement

- Essential part of the project is broad community engagement both in Australia and in Europe to showcase the car and to promote green car technologies and future projects.
- The car was launched at the Federation Square in Melbourne end of 2008, and was recently showcased at the Audi Innovative Industry Expo in Germany, in Frankfurt and Stuttgart.
- Formula H is planned to feature at the Melbourne Grand Prix in March 2010.



Community Engagement



Bayerns Wirtschaftsminister Martin Zeil testet auf dem Zuliefererkongress zusammen mit Ingolstadts OB Alfred Lehmann und Franz Schabmüller (v.l.) das dreisitzige Motorrad von Schabmüller Automobiltechnik. Insgesamt 180 Aussteller präsentierten ihre Ideen für die Automobilbranche, darunter auch ein mit Wasserjet betriebener Sportprototyp (rechts), den Studenten der Hochschule Ingolstadt in Zusammenarbeit mit der Melbourne-Universität entwickelt haben. Fotos: Manfred Dittenhofer

Mit Innovationen durchstarten

Zuliefererkongress Teilnehmer zeigen die Entwicklungsmöglichkeiten im Automobilbau

VON MANFRED DITTENHOFER

Ingolstadt Das Motorrad sieht innovativ und rasant aus und fällt sofort durch seine Länge auf. Die drei Paar Fußrasten lassen es schon erahnen: Auf dieser Maschine können neben dem Fahrer noch zwei Beifahrer Platz nehmen. Die Firma Schabmüller zeichnet sich für diesen Denkanstoß zusammen mit einem Firmenkonsortium verantwortlich. Es war eines von vielen ideenreichen Fahrzeugen, die am Mittwoch beim Zuliefererkongress im Audi Forum präsentiert wurden.

Denn nicht nur am Messestand Schabmüller Automobiltechnik GmbH aus Großmehring konnten im Audi Forum Innovationen pur getankt werden. Insgesamt 180 Aussteller zeigten, was sie können und

anbieten. Diese Innovationen seien wichtiger denn je, sagte Professor Dr. Josef Nassauer, Geschäftsführer der Bayern Innovativ GmbH, die zu diesem Kongress geladen hatte.

Über 1000 Teilnehmer aus 18 Ländern

Über 1000 Teilnehmer aus 18 Ländern waren dem Ruf gefolgt. Damit war die Ausstellung wieder ausgebucht. „Oft wird nicht erkannt, dass die Innovationskraft der Automobilindustrie trotz Krise ungebrochen ist.“ Die Automobilbranche werde auch weiterhin eine Wachstumsbranche sein, meinte Nassauer.

Und eine ganz Wichtige noch dazu, ist sich der bayerische Wirtschaftsminister Martin Zeil sicher: „Gerade die Premium-Fahrzeuge sind Innovationstreiber.“ Entwick-

lungen würden durch die innovativen Unternehmen der Automobilzulieferindustrie und durch die Automobilhersteller selbst aktiv vorangetrieben. Dabei gehe es momentan vor allem um neue Materialien, das Optimieren von Motoren und Antriebssystemen, die Emissionsreduktion und die Einbindung von Informations- und Assistenzsystemen.

Nassauer und auch Wirtschaftsminister Zeil sehen erste Entspannungssignale in der Krise. Dafür spräche auch die rege Resonanz zu dem 11. Kongress „Zulieferer-Innovativ“, sagte Nassauer.

Als abschließender Redner der Vormittagsvorträge forderte der Präsident des Verbandes der deutschen Automobilindustrie (VDA), Matthias Wiessmann, die öffentlichen und privaten Banken auf, ihre

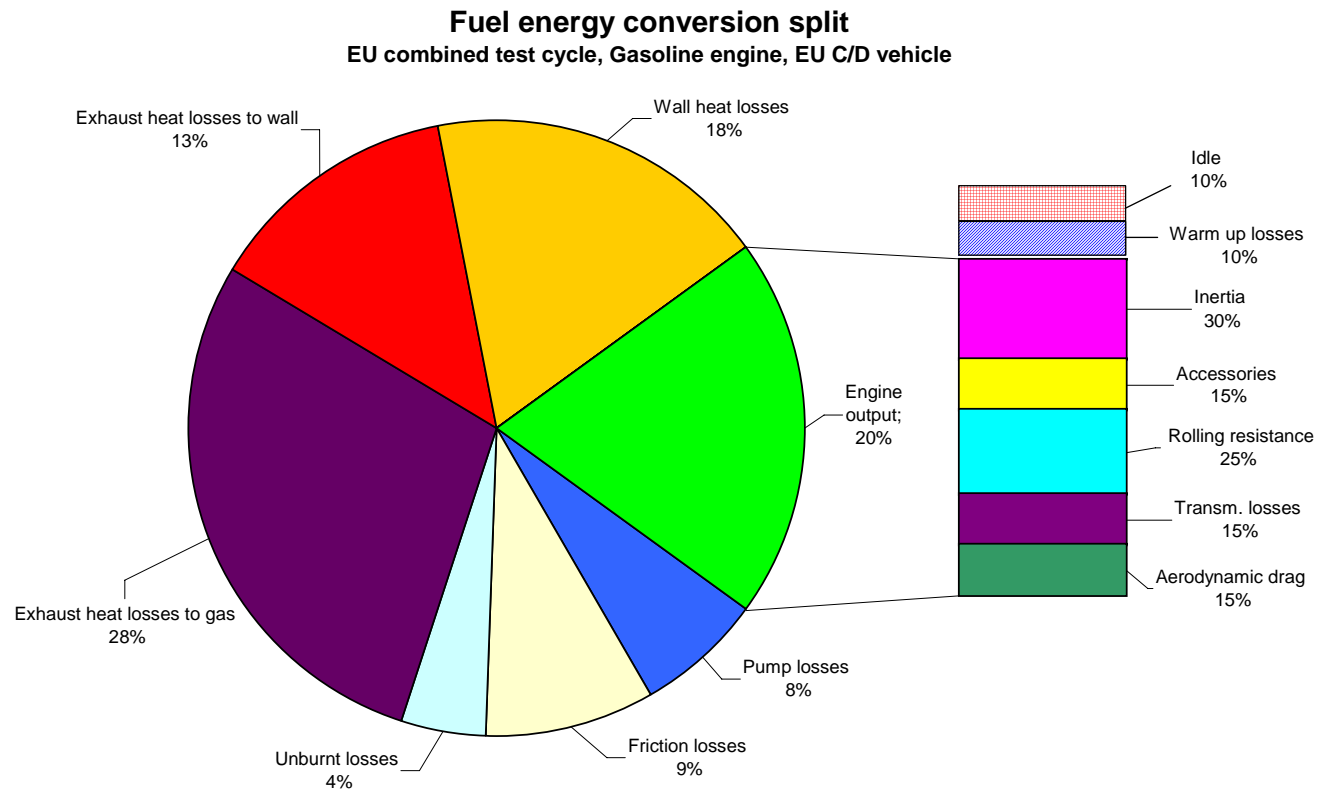
Verantwortung in der Krise zu übernehmen. Ihr Geschäftszweck sei vor allem die Versorgung der Wirtschaft mit Finanzierungsmitteln. „Die kommen bei uns in der Automobilindustrie und vor allem bei unseren Zulieferunternehmen aber nicht an“, beklagte Wiessmann.

Herbert Fürst, Geschäftsführer der FS Firmenverwaltung, zu der auch das Unternehmen Schabmüller Automobiltechnik gehört, erklärte unterdessen das dreisitzige Motorrad, auf dem es sich auch der Wirtschaftsminister gemächlich machte: Man wolle damit einen Denkanstoß in Richtung effizienter und platzsparender Mobilität geben. „Natürlich sind verkehrsrechtliche Belange nicht geprüft. Wir wollen nur zeigen, was möglich wäre.“



Outlook and Research Directions

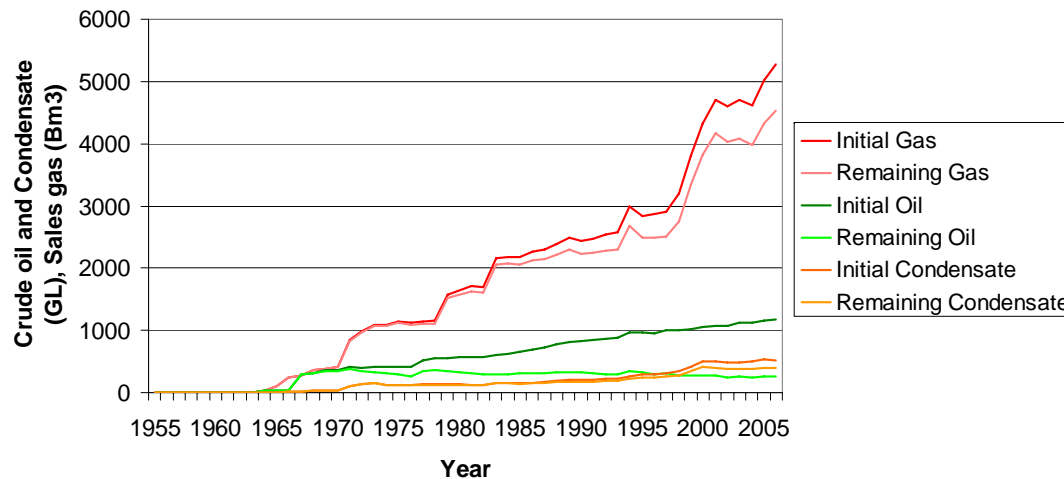
- Is the Internal Combustion (IC) Engine dead?



Many opportunities for green car technologies lie in the improvement of efficiency of the spark-ignited IC engine.

Outlook and Research Directions

- Gaseous (hydrogen, natural gas, CNG, LNG, biogas) engines research and development makes sense in Australia.



Lower heating values and Carbon content of different fuels

	95 RON	98 RON	Diesel	Natural gas
Q_{LHV} [MJ/kg]	42.7	41.7	43	45
% C	87	86	86	75

Questions?

