

CO₂-freie Mobilität mit einem multivalenten Fahrzeug für variablen Erdgas/Wasserstoff-Mischbetrieb

Helmut Eichlseder, Manfred Klell, Klaus Schaffer,
Daniel Leitner, Markus Sartory

Technische Universität / HyCentA Graz

11. Symposium Energieinnovation, Graz
10. bis 12. Februar 2010

Forschungsgesellschaft für Verbrennungs- kraftmaschinen und Thermodynamik mbH (FVT)

Geschäftsführer: Univ. Prof. Dr. Helmut Eichlseder

- 2002 von der Leitung des Institutes für VKM und Thermodynamik gegründet (TU-Graz)
- Arbeit des FVT ist eng mit Arbeit des Institutes verknüpft (Institutsleitung: Prof. Eichlseder)
- Forschungsschwerpunkte im Bereich
 - Energie
 - Motor
 - Verkehr und Umwelt

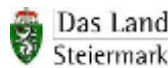


Hydrogen Center Austria (HyCentA)

Geschäftsführer: Dr. Manfred Klell



**Erstes österreichisches Forschungszentrum für Wasserstoff mit
Abgabestellen für LH2 und CGH2, eröffnet Oktober 2005**



CO₂-freie Mobilität mit einem multivalenten Fahrzeug für variablen H₂NG-Mischbetrieb

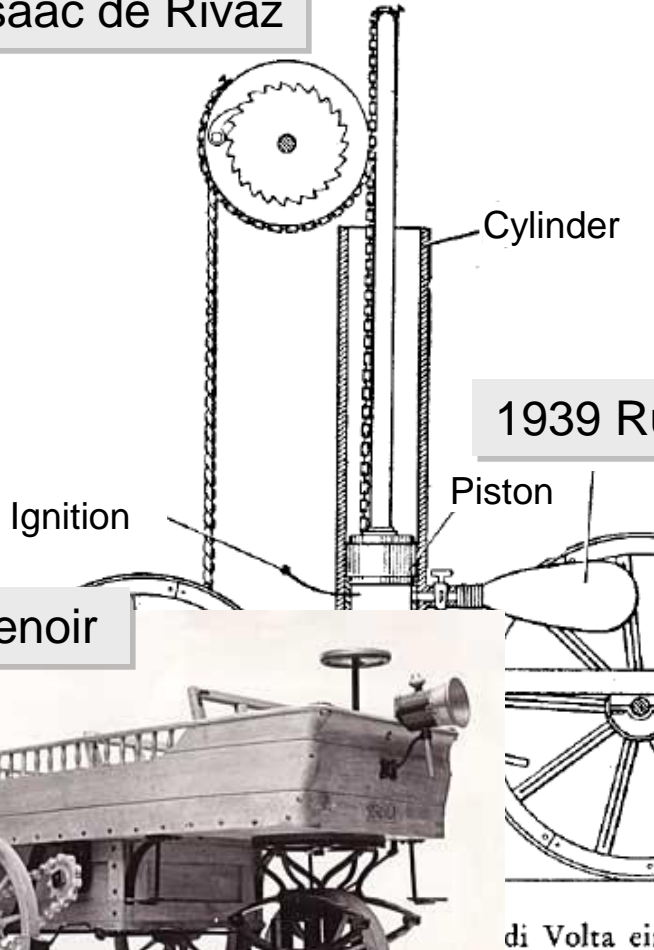
Inhalt:

- **Geschichtliches und aktuelle H₂-Konzepte**
- **H₂NG-Mischbetrieb: Motivation**
- **Umsetzung eines H₂NG-Fahrzeugkonzeptes**
- **Dezentrale Erzeugung von H₂ am HyCentA**
- **CO₂-Emissionen**
- **Zusammenfassung**

Geschichte: H₂ zum Antrieb von Fahrzeugen

Erste Anwendung bereits vor über 200 Jahren

1807 François Isaac de Rivaz

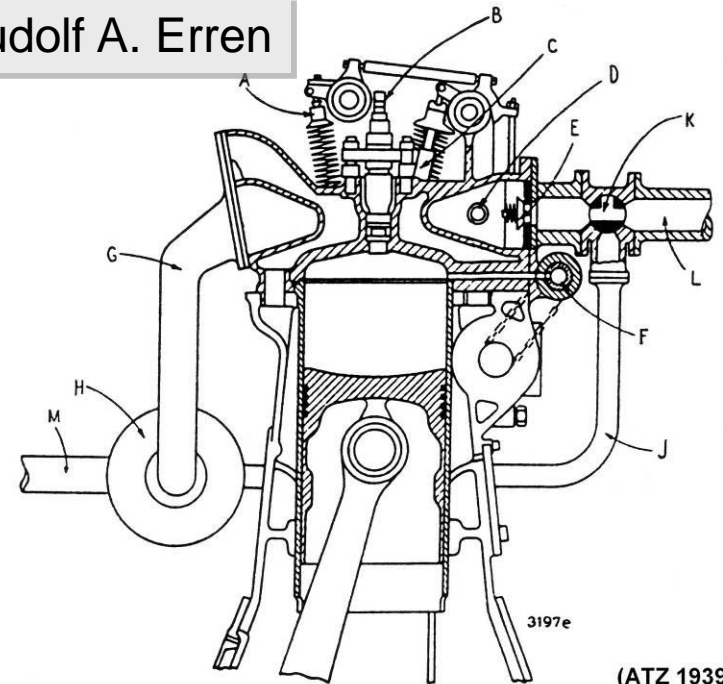


1933 Norsk Hydro



Quelle: <http://www.h2mobility.org/>

1939 Rudolf A. Erren



1860 Etienne Lenoir



di Volta ein

Aktuelle Konzepte: H₂ zum Antrieb von Fahrzeugen

State of the Art - Kleinserien und Forschungsfahrzeuge mit H₂-VKM

Ford

Saugrohrenblasung
Kompressor-Aufladung



Niederdruck-
Direkteinblasung
Turbolader
MAN



BMW

Saugrohr-Einblasung



Wankel
Niederdruck-
Direkteinblasung
Mazda

H₂NG: Motivation

Der Weg zu CO₂-freier Mobilität mit reinem Wasserstoff

H₂-Technologie heute



Probleme:

- Erzeugung
- Infrastruktur
- Kosten



Lösungsansatz:

- Brückenfunktion von H₂NG mit VKM

Zukünftig breiter Einsatz von H₂-Technologie



Quelle: www.netinform.net

H₂NG: Motivation

Brückenfunktion: Vorteile von H₂NG in Verbindung mit VKM

■ **Verbrennungskraftmaschine**

- (anteilige) Absenkung der Emissionen von CO₂ entsprechend dem H₂-Anteil
- Magerbetrieb mit hohem Luftüberschuss zur Absenkung von Emissionen und Steigerung des Wirkungsgrades
- Höheres Volllastpotential von H₂NG im Vergleich zu reinem H₂

■ **Fahrzeugeinsatz**

- Reichweitenvorteile durch die höhere Energiedichte
- Synergien bei gasführenden Komponenten im Fahrzeug (Drucktank, Leitungen, Ventile, Injektoren, ...)

■ **Infrastruktur**

- Graduelle Einführung einer regenerativen H₂-Erzeugung
- Graduelle Einführung von Tankstelleninfrastruktur
- Dezentrale Erzeugung mit lokaler Wertschöpfung durch Verwendung von Biogas
- Graduelle Substitution von Erdgas durch Biogas
- Nutzung vorhandener Produktionslinien für VKM
- Brückenfunktion von CNG zu H₂ bezüglich Konsumentenverhalten

■ **Kosten**

- Verwendung „herkömmlicher“ VKM
- Mehraufwand nur durch zusätzlichen Gemischsensor und Bedatung von ECU

Umsetzung: Multivalentes H₂NG-Fahrzeug

Basis: Mercedes Benz E 200 NGT



Adaption des Motors

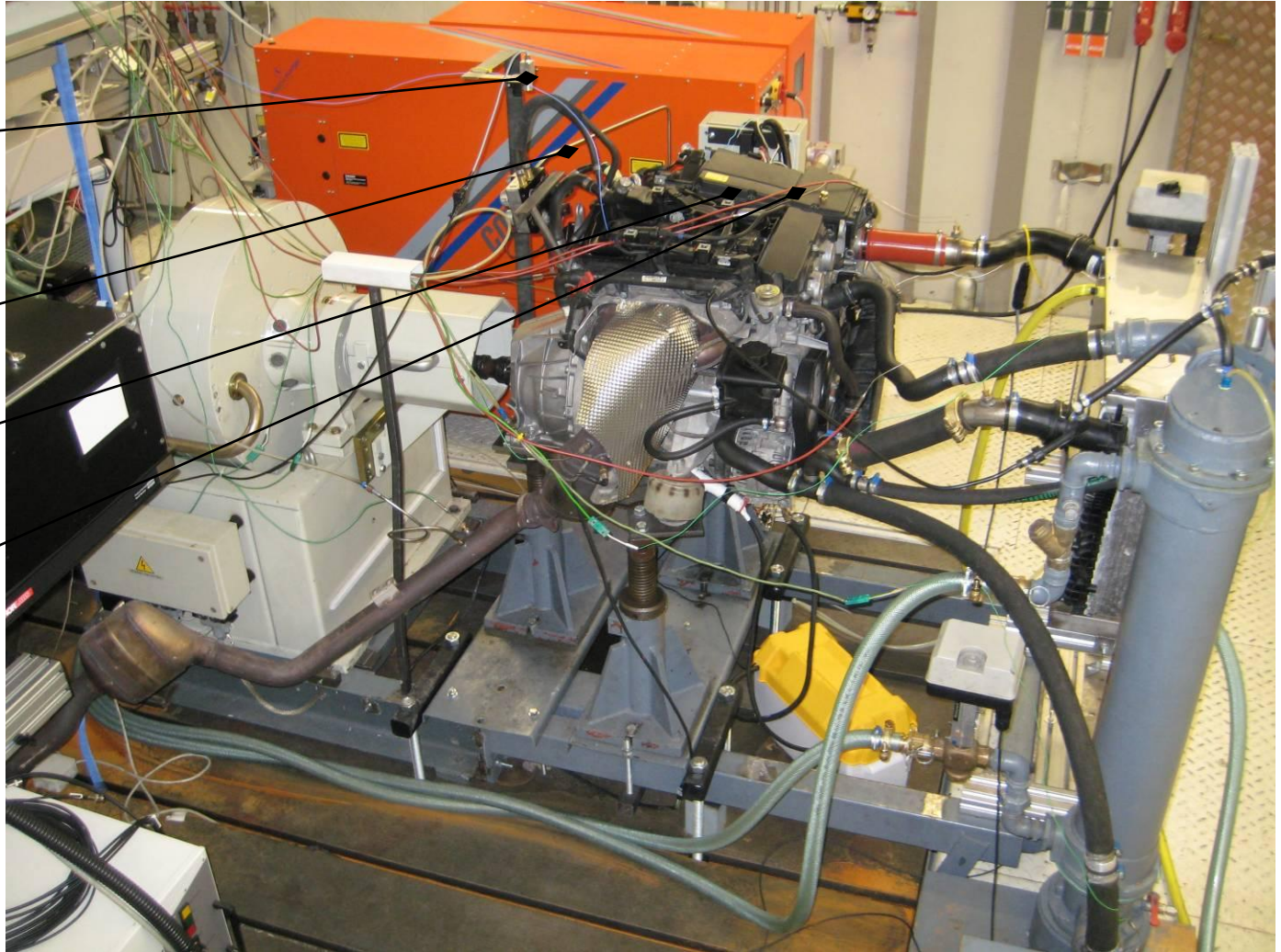
Prüfstand

H₂-Detektoren

H₂-Druckleitung

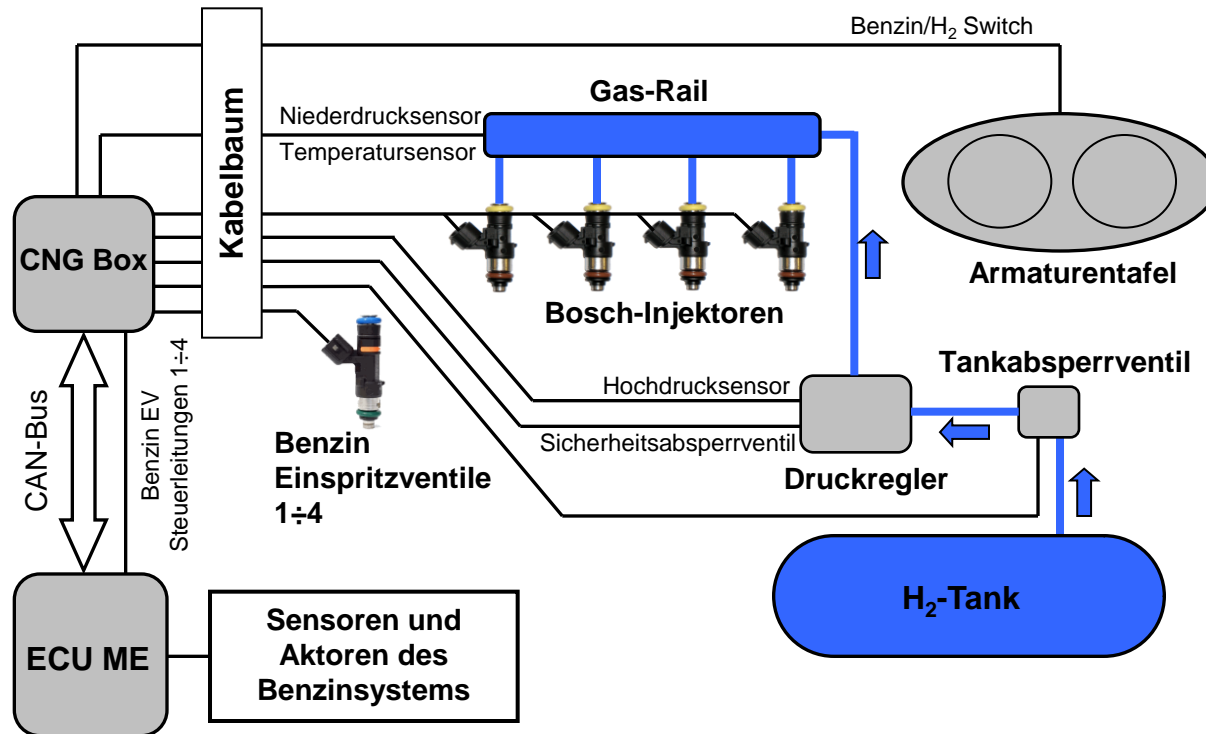
Alu-Sauganlage

H₂-Injektoren



Adaption des Motors

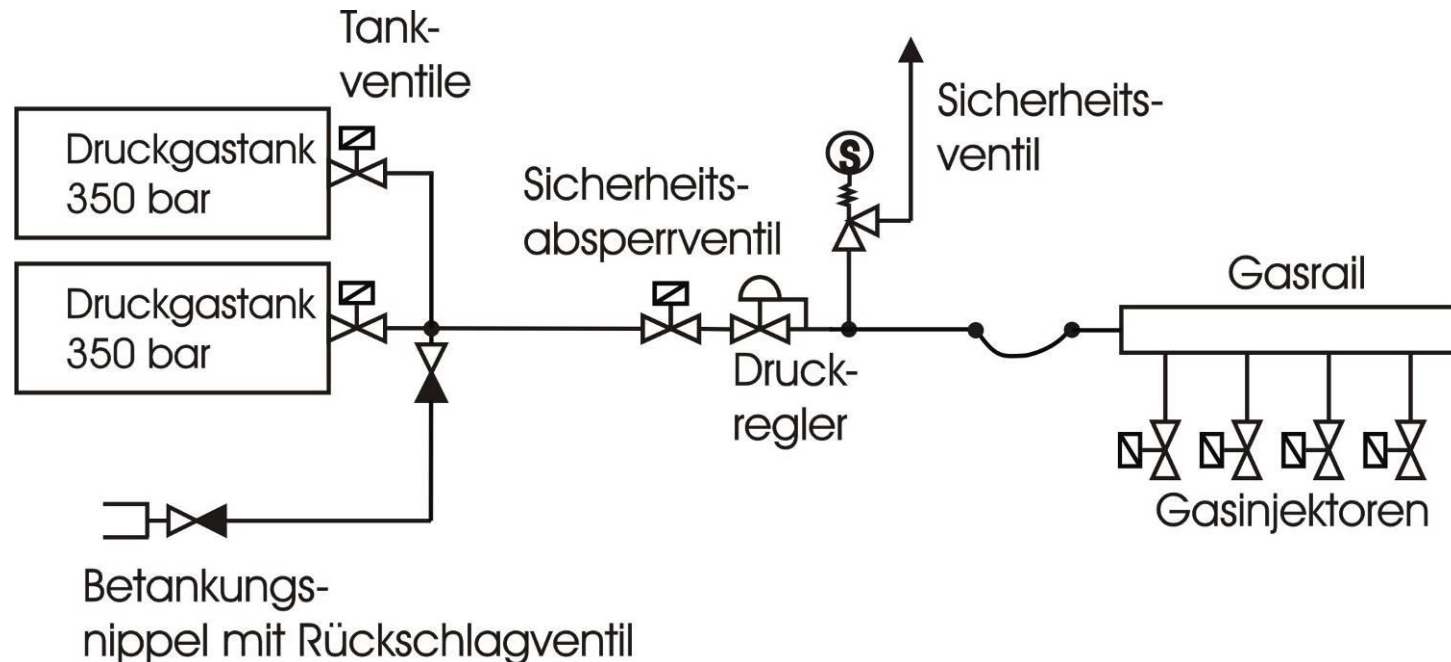
Motormanagement



Adaption des Fahrzeuges

Gasversorgungssystem

- Einbau 350 bar Druckgaszylinder für 1.7 kg H₂ (56.6 kWh)
- Einbau Sicherheitseinrichtungen und Druckkonditionierung
 - Sicherheitsventile, Schmelzsicherungen, Durchflussmengenbegrenzer, Absperrventile, Druckregler,...
 - Betankungsnippel für 350bar GH2

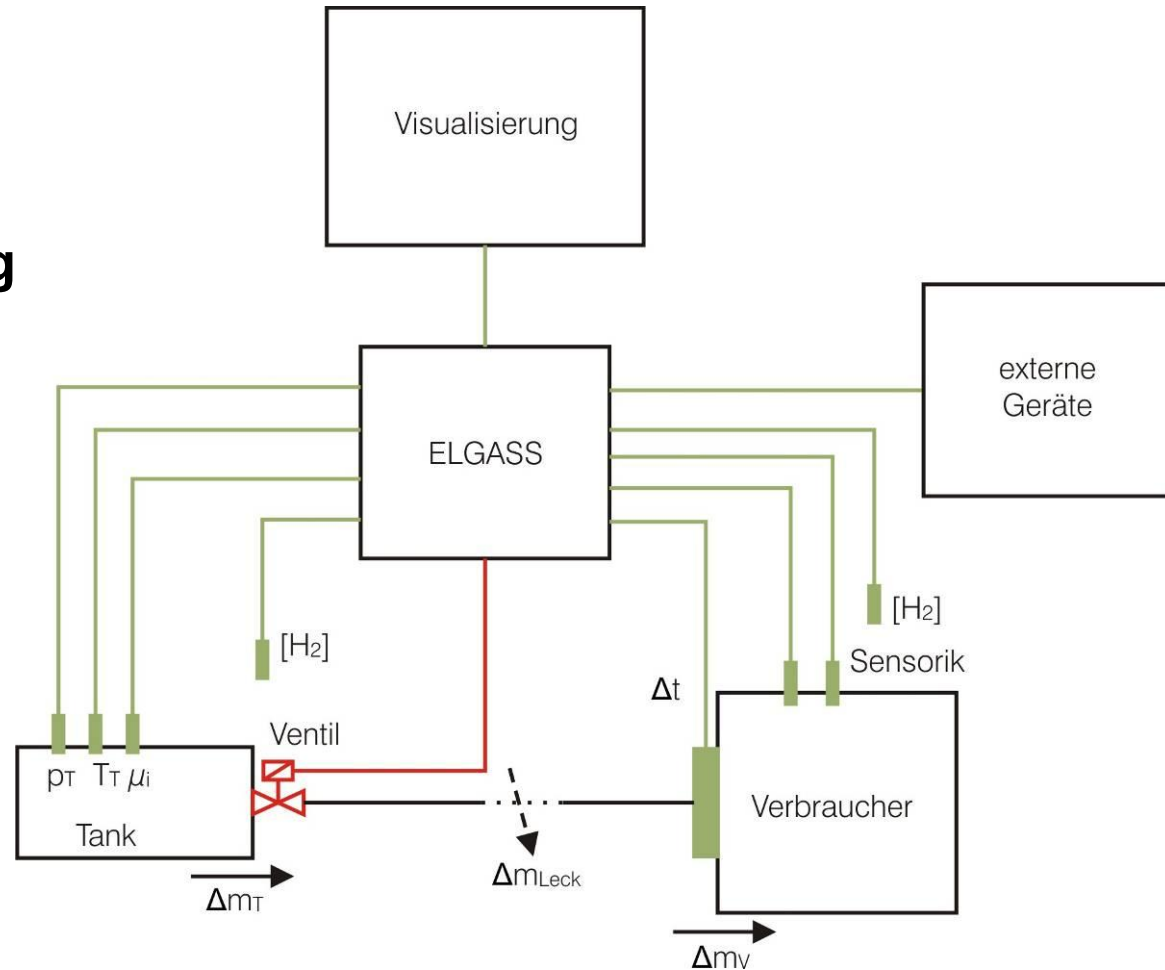


Adaption des Fahrzeuges

Elektronisches Gas Sicherheitssystem (ELGASS)

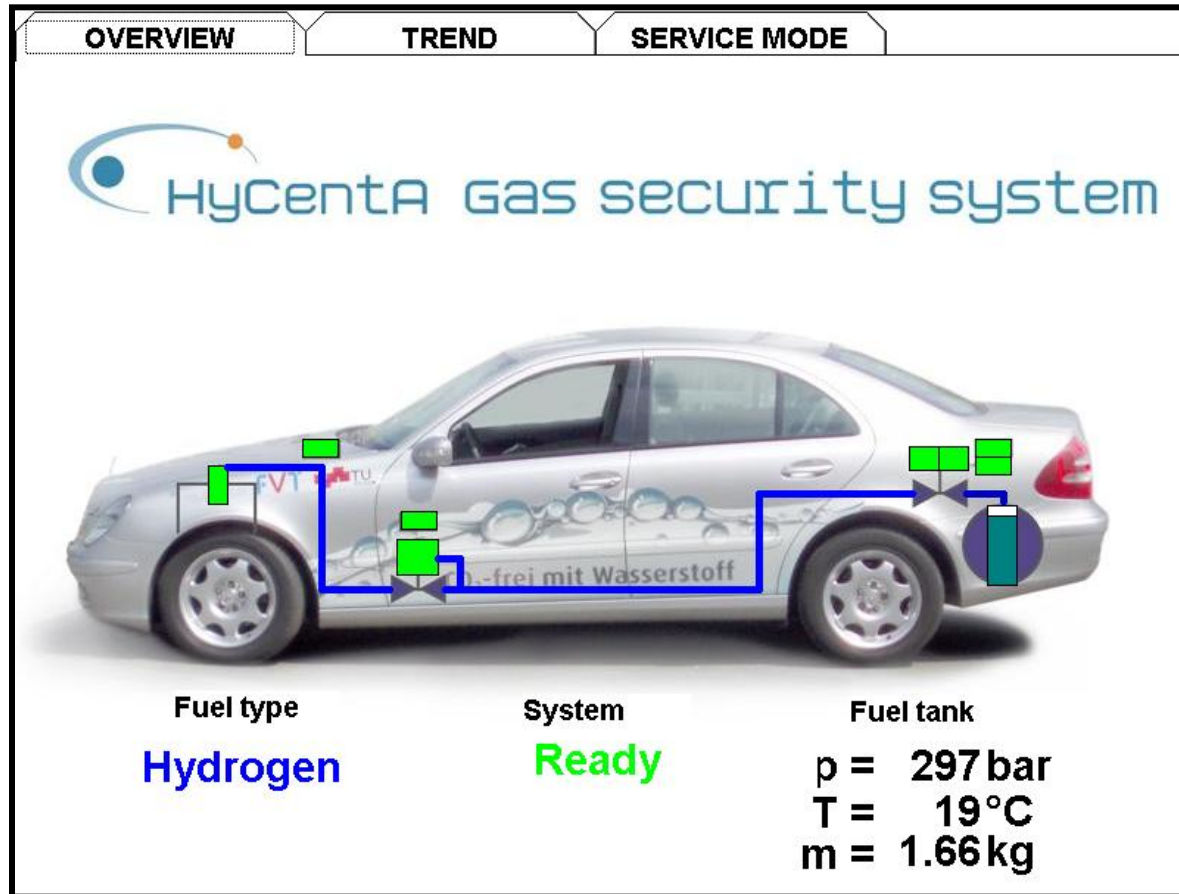
Funktionen:

- Umschaltsteuerung
- Füllstandsberechnung
- Redundante Leckage-detektierung
- Visualisierung des Systemstatus
- Messdatenerfassung
- Einleitung von Notaus-Maßnahmen



Adaption des Fahrzeuges

ELGASS: Visualisierung des Systemstatus



- **Konstruktion und Ausführung des multivalenten Gasfahrzeuges in Anlehnung an**
 - Einzelverordnung (EG) Nr. 79/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Jänner 2009 über die Typengenehmigung von wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugen und
 - Erdgasrelevante Regelwerke: ÖVGW G95 (ECE-R-110 u. 115)
- **Sept. 2009: TÜV-Abnahme durch TÜV Austria Automotive**
- **Okt. 2009: Abnahme des Fahrzeuges durch die Fachabteilung 17B – Kraftfahrwesen und Sicherheitsdienst**
- **Okt. 2009: Ausstellung des Einzelgenehmigungsbescheids**
 - Rechtsgrundlage §28 und §34 des Kraftfahrgesetzes 1967, BGBl. Nr. 267/1967 i.d.g.F.

Pressepräsentation

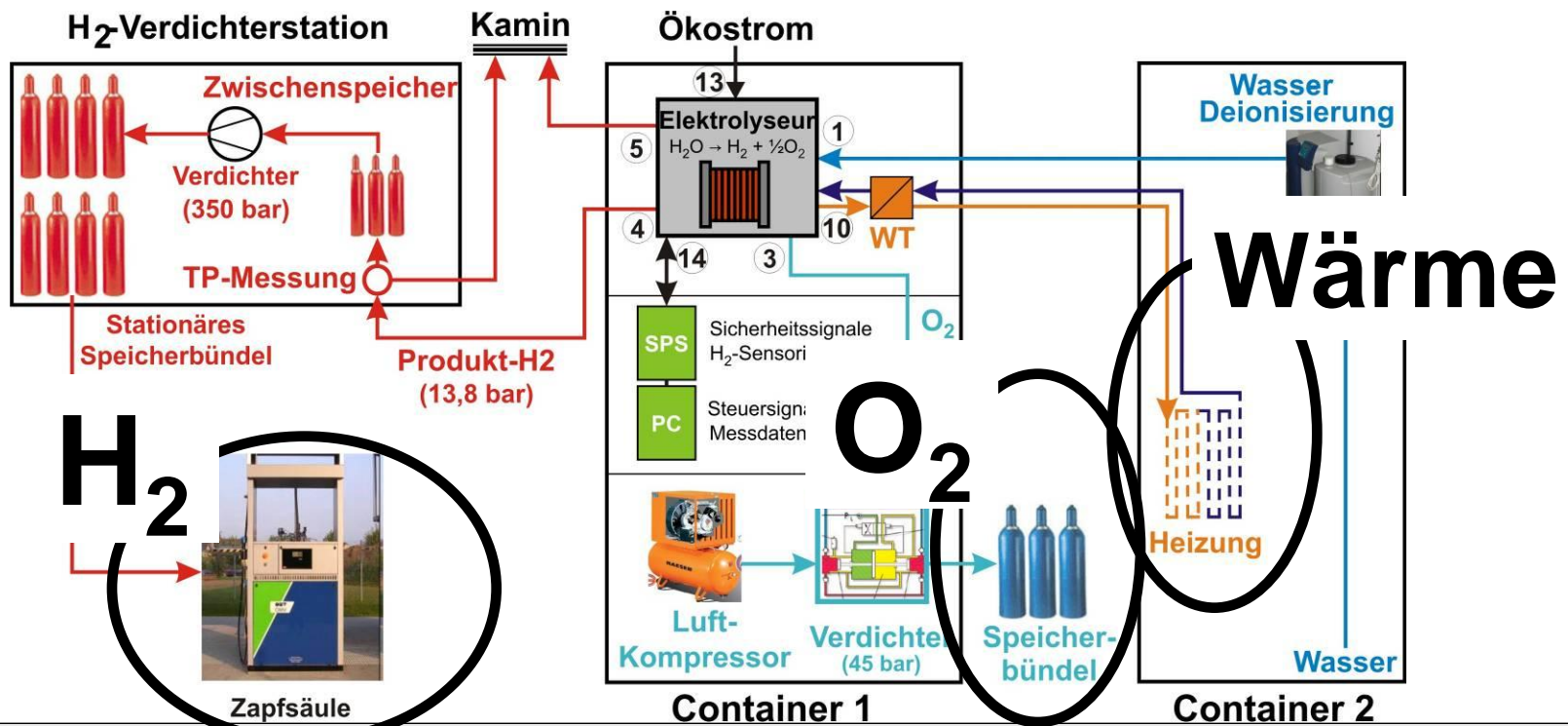
4. November 2009



Gradueller Aufbau von H₂-Erzeugung

Beispiel: Elektrolyse mit Ökostrom am HyCentA

- Dezentrale Produktion von Wasserstoff
- mit Ökostrom auf Basis von Sonnen-, Wasser- und Windenergie
- höchste Energieeffizienz durch Kopplung von H₂-Erzeugung, Wärme- und Sauerstoffnutzung



H₂NG: Motivation

Der Weg zu CO₂-freier Mobilität mit reinem Wasserstoff

H₂-Technologie heute



- ~~Probleme:~~
- Erzeugung
 - Infrastruktur
 - Kosten



Zukünftig breiter Einsatz von H₂-Technologie



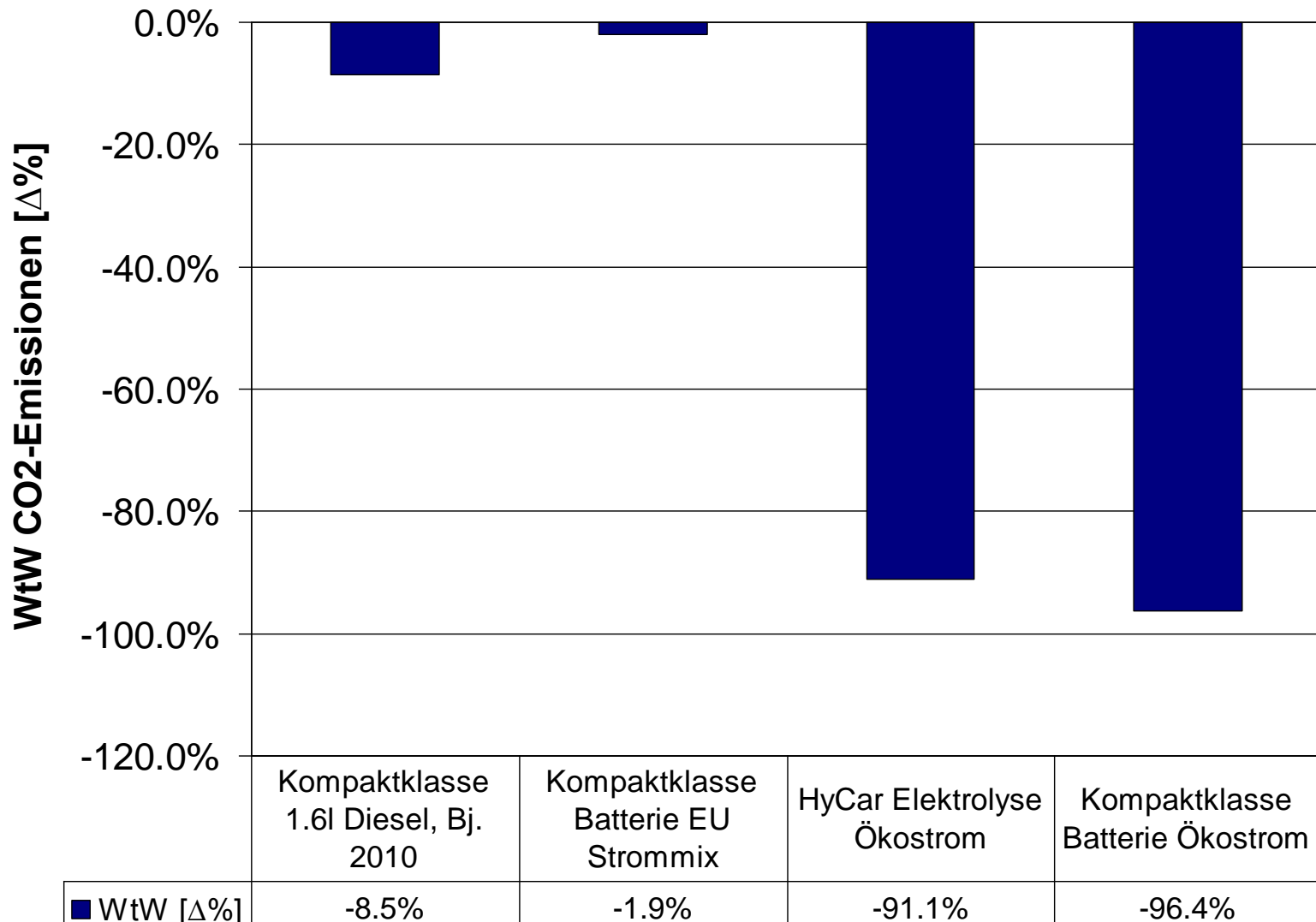
Quelle: www.netinform.net

Lösungsansatz:

- Multivalente Fahrzeuge für variablen Erdgas/Wasserstoff Mischbetrieb

CO₂-Emissionen: Well to Wheel im NEFZ

Vergleichsbasis: Kompaktklasse 1.7l Diesel: 117gCO₂/km Bj. 2000



- **Mischgase $H_2 - CH_4$ weisen neben CO_2 -Minderung günstige Eigenschaften für motorische Verbrennung auf**
 - Wirkungsgradpotential, Potential zur Emissionssenkung
 - Günstiges Vollastverhalten
 - Bessere Nutzbarkeit von Biogasen
- **„Multivalentes“ Versuchsfahrzeug wurde dargestellt und straßenzugelassen**
 - Adaptierung des Motors und neues Tanksystem
 - Eigenes elektronisches Gassicherheitssystem (HyCentA)
 - mit begrenztem Aufwand dargestellt
- **Einstiegsszenario und Brückentechnologie für Wasserstoff**
 - auf Basis kostengünstiger und ausgereifter Technologie
 - graduell möglich, z.T. Infrastruktur vorhanden
 - Reichweitenvorteil vs. reinem Wasserstoff

Mitsubishi Evo IX

Bivalentes Wasserstoff / Benzin Fahrzeug



CO₂-freie Mobilität mit einem multivalenten Fahrzeug für variablen Erdgas/Wasserstoff-Mischbetrieb

helmut.eichlseder@tugraz.at

klell@hycenta.at

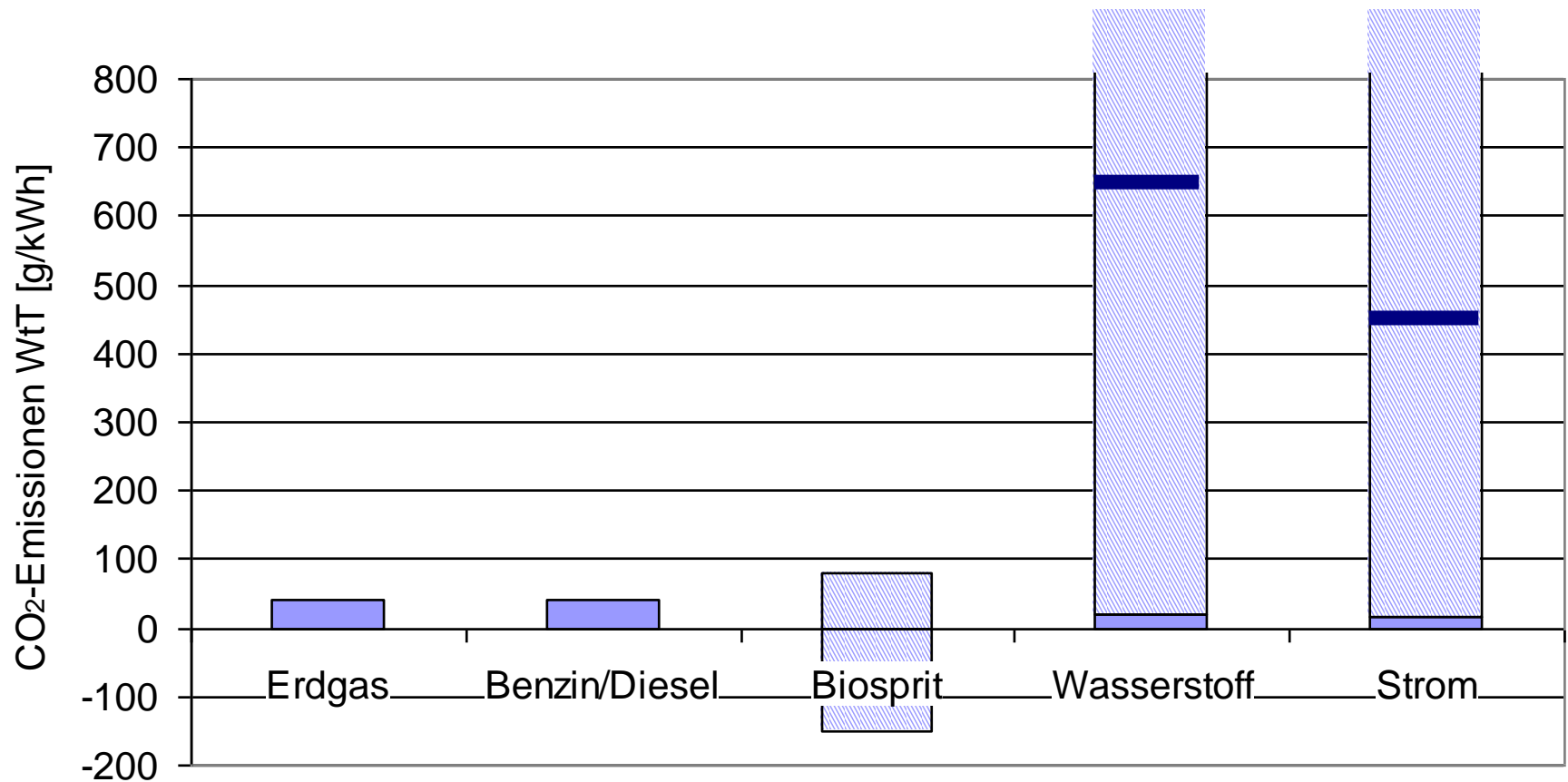
leitner@ivt.tugraz.at

sartory@hycenta.at

HYCAR-Projektpartner: FVT, HyCentA, Steirische Gas Wärme GmbH, Linde Gas GmbH und Continental Automotive AG (vormals Siemens VDO)

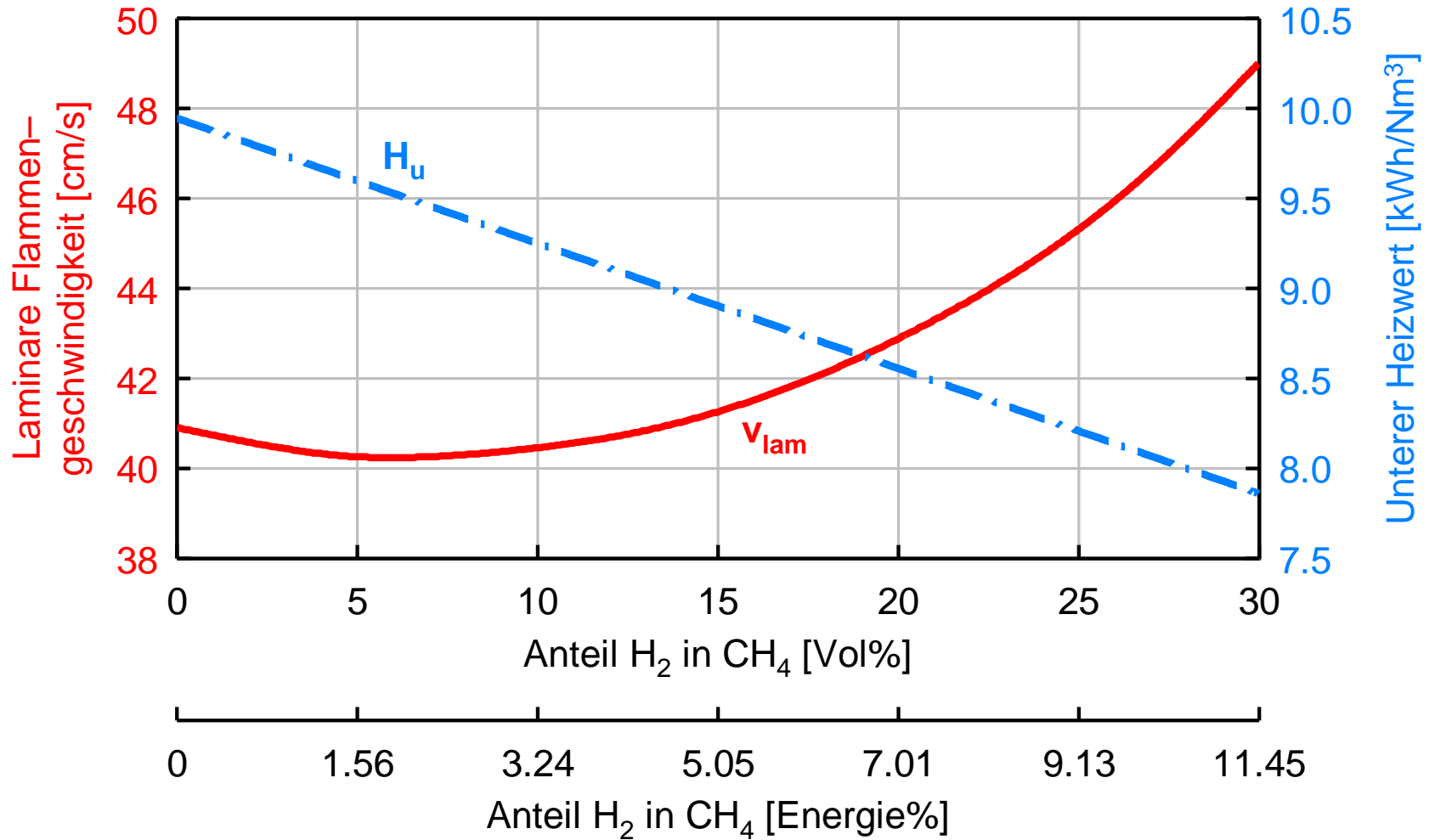
CO₂-Emissionen

Well to Tank



Flammengeschwindigkeit

Wasserstoff in Methan



Motivation

Eigenschaften Gemischbildungungsverfahren

■ Verbrennungskraftmaschine

→ (anteilige) Absenkung der Emissionen von CO_2 , entsprechend H_2 - und/oder Biogasanteil

Annahmen:

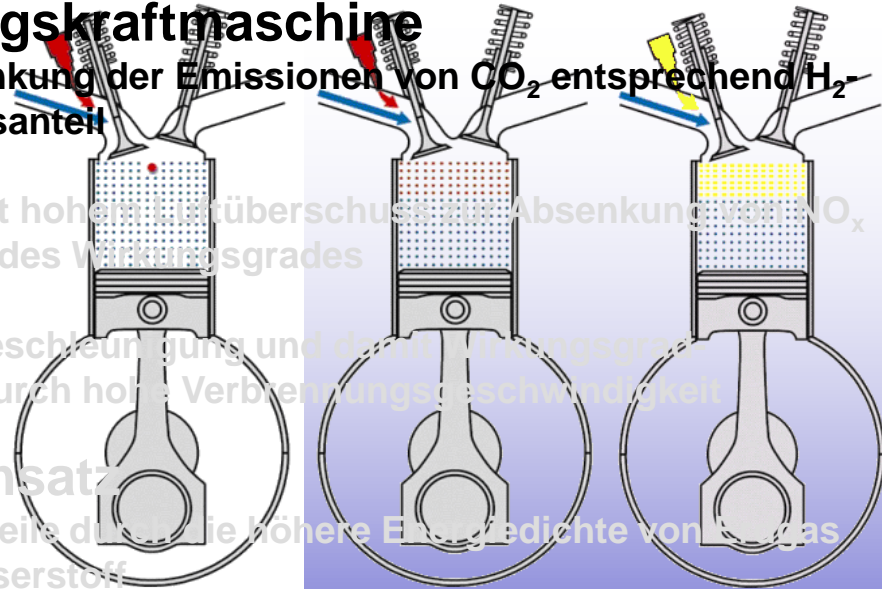
$\lambda = 1$ und Steigerung des Wirkungsgrades

$\lambda_a = \text{konst.}$

$\eta_e = \text{konst.}$

$n = \text{konst.}$

$V_H = \text{konst.}$



■ Fahrzeugeinsatz

→ Reichweitenvorteile durch die höhere Energiedichte von Erdgas gegenüber Wasserstoff

Kraftstoff	Benzin	Wasserstoff	Erdgas
Gemischbildung	Saugrohr	Saugrohr	Saugrohr
Gemischtemperatur [K]	293	293	293
Gemischheizwert [MJ/m ³]	3.59	2.97	3.40
Vollaspotential [%]	100	83	90

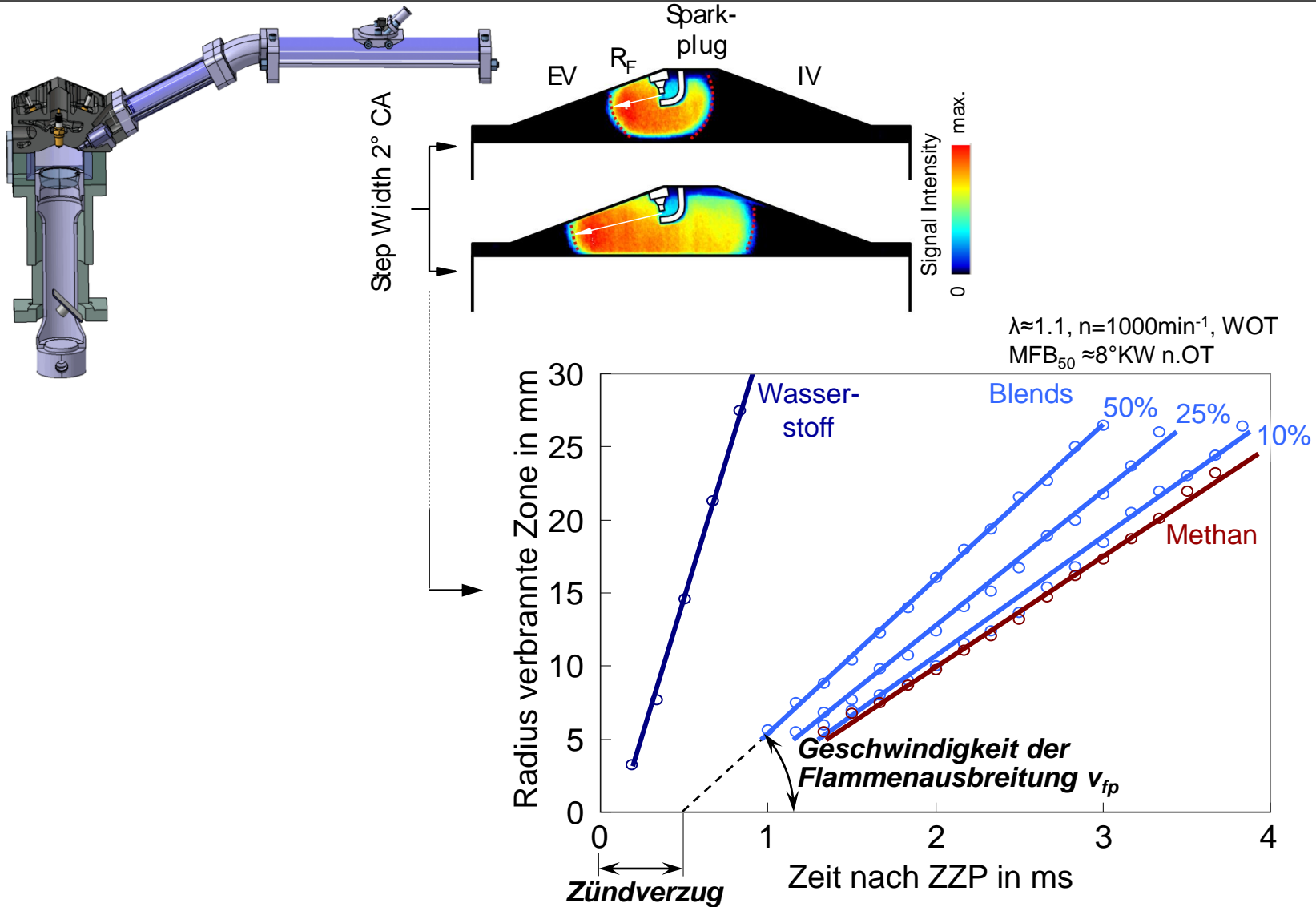
→ Brückenfunktion von CNG zu H_2 bezüglich Konsumentenverhalten und Infrastruktur

BLEND

→ Mögliche graduelle Einführung einer regenerativen H_2 -Erzeugung

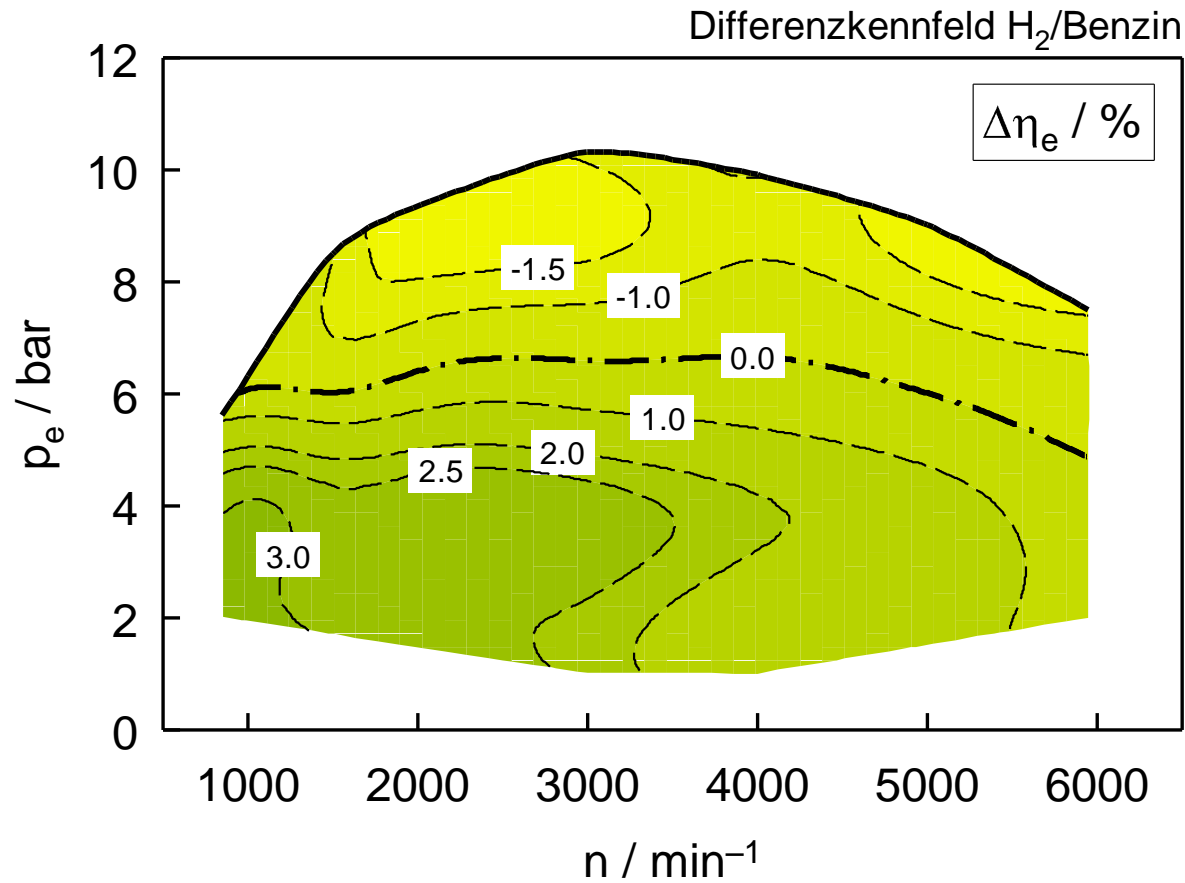
Experimentelle Untersuchungen

Transparentmotor



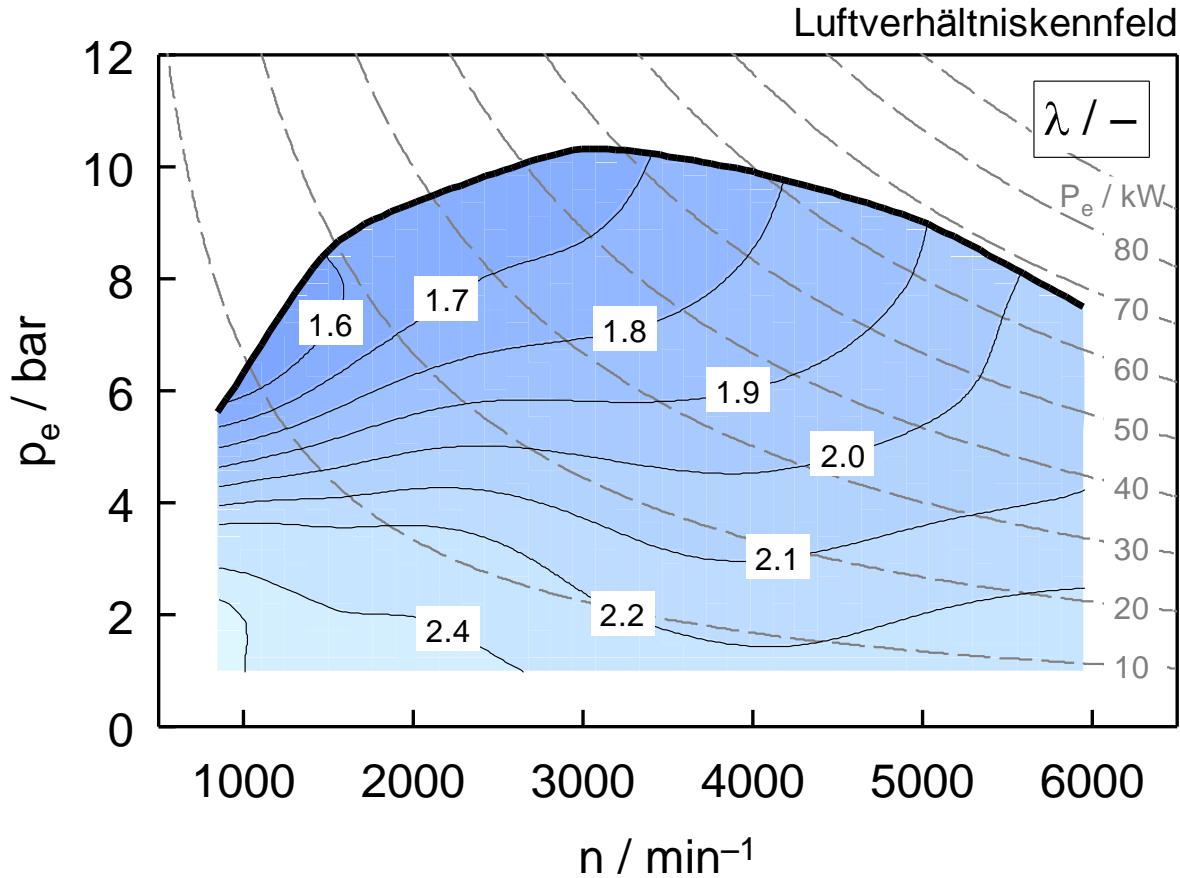
Adaption des Motors

Versuchsergebnisse



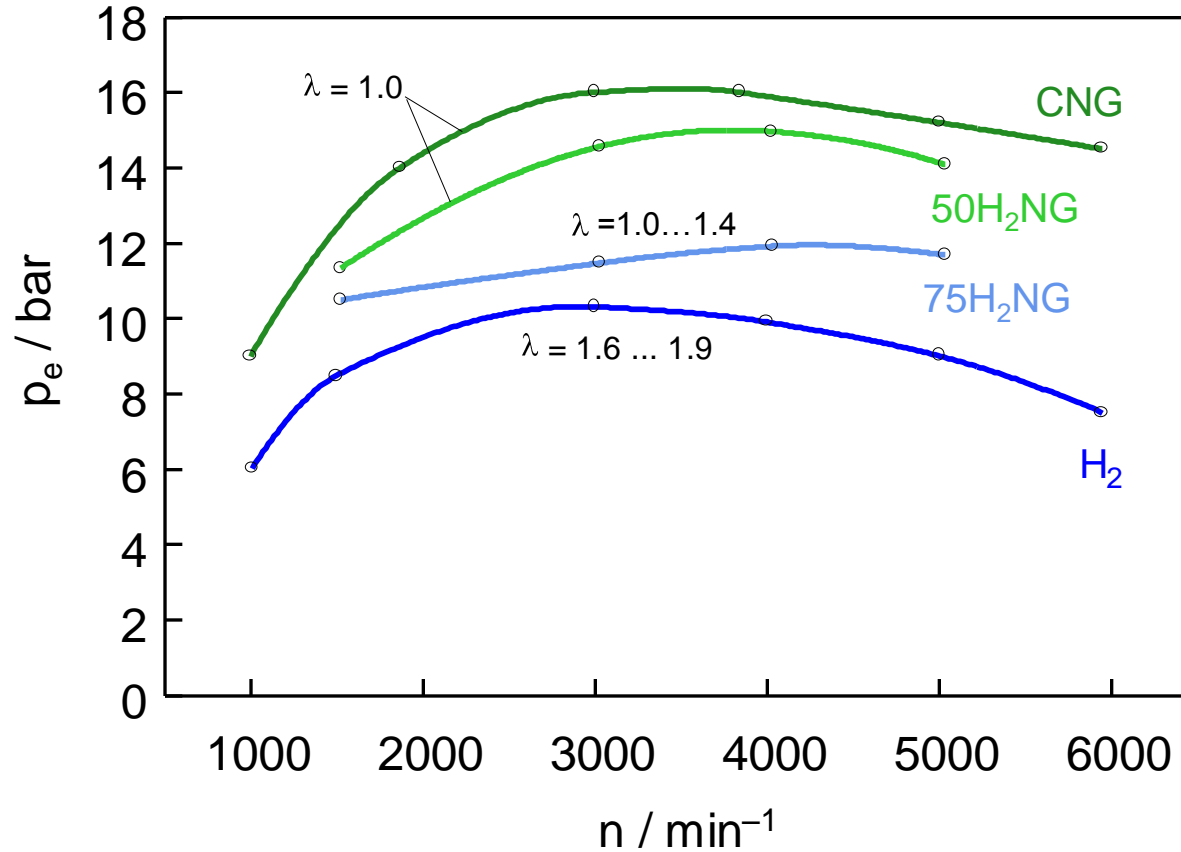
Adaption des Motors

Versuchsergebnisse Wasserstoffbetrieb



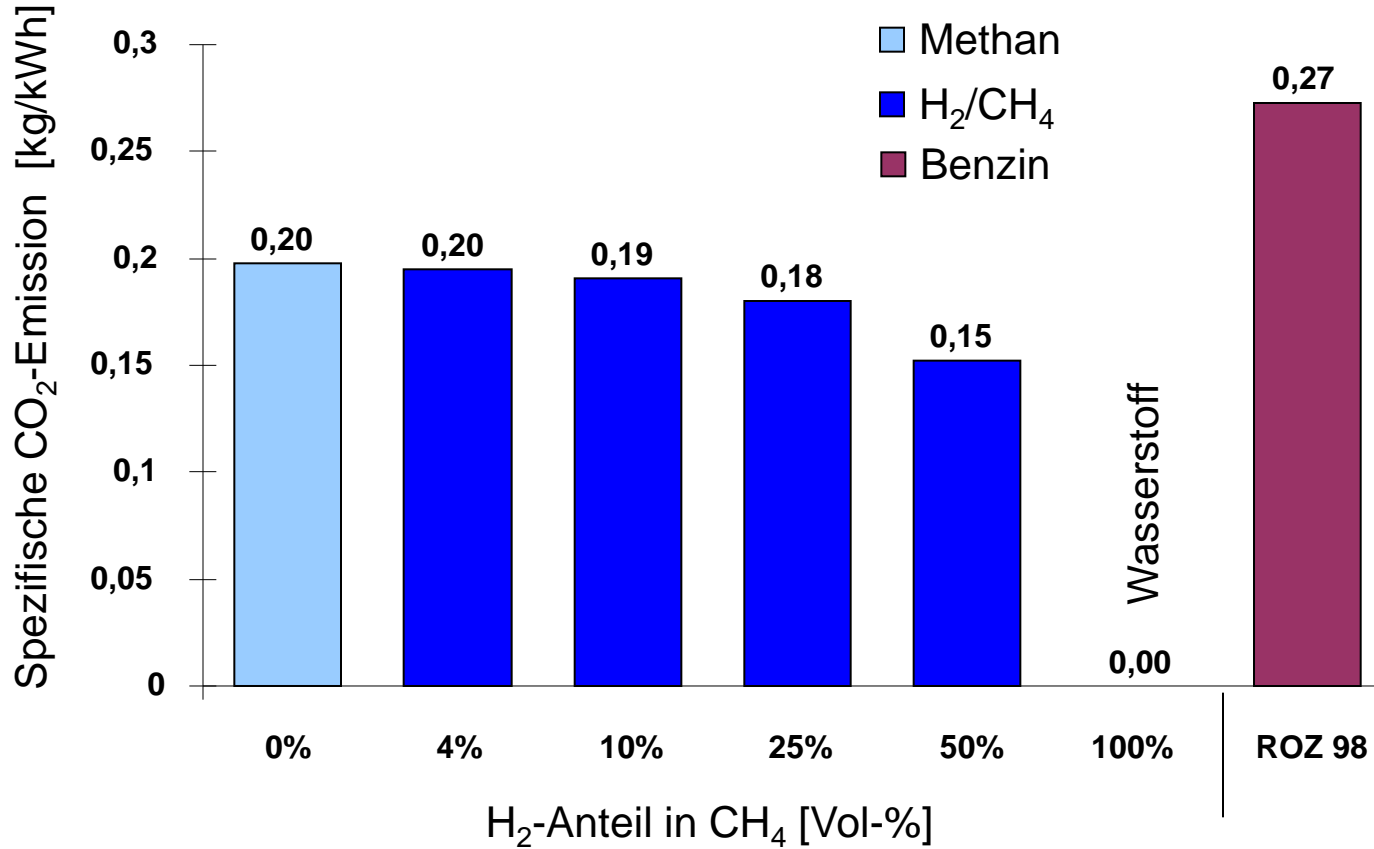
Adaption des Motors

Volllastpotenzial



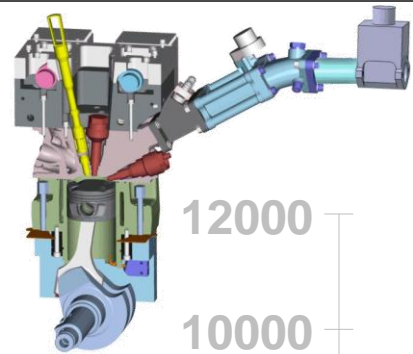
Eigenschaften von H₂NG

CO₂-Emissionen



Experimentelle Untersuchungen

Emissionen und Wirkungsgrad



$n=2000\text{min}^{-1}$, $p_i=6\text{bar}$, $MFB_{50} \sim 8^\circ\text{KW n.O.T}$

