

Stand der Technik und Potential von Wasserstoff– Verbrennungskraftmaschinen

Grabner Peter

A3PS Konferenz

„Wasserstoff und Brennstoffzellen–Projekte“

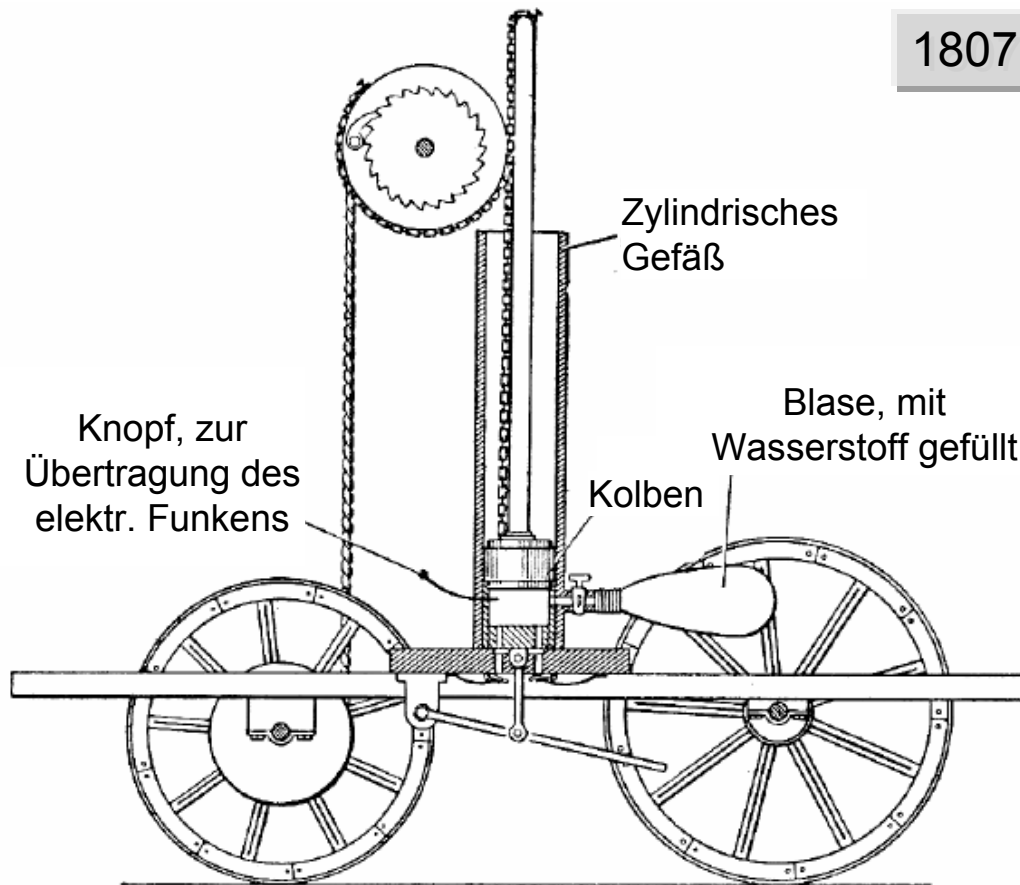
13. Dezember 2007

- **Einleitung und Historie**
- **Stand der Technik**
- **Direkt–Einblasung von Wasserstoff**
- **Prüfstandsergebnisse und Potentiale**
 - Leistung
 - Wirkungsgrad
 - Emissionen
- **Zusammenfassung und Ausblick**

Einleitung und Historie

Erste Versuche bereits vor 200 Jahren...

1807 François Isaac de Rivaz



Major de Rivaz konstruierte aus der Pistola di Volta ein Kraftfahrzeug

(Licence Nr. 731, Paris 1807)

Einleitung und Historie

Wasserstoffantrieb als Forschungsobjekt

1807 Rivaz



1933 Hydro



1860 Lenoir

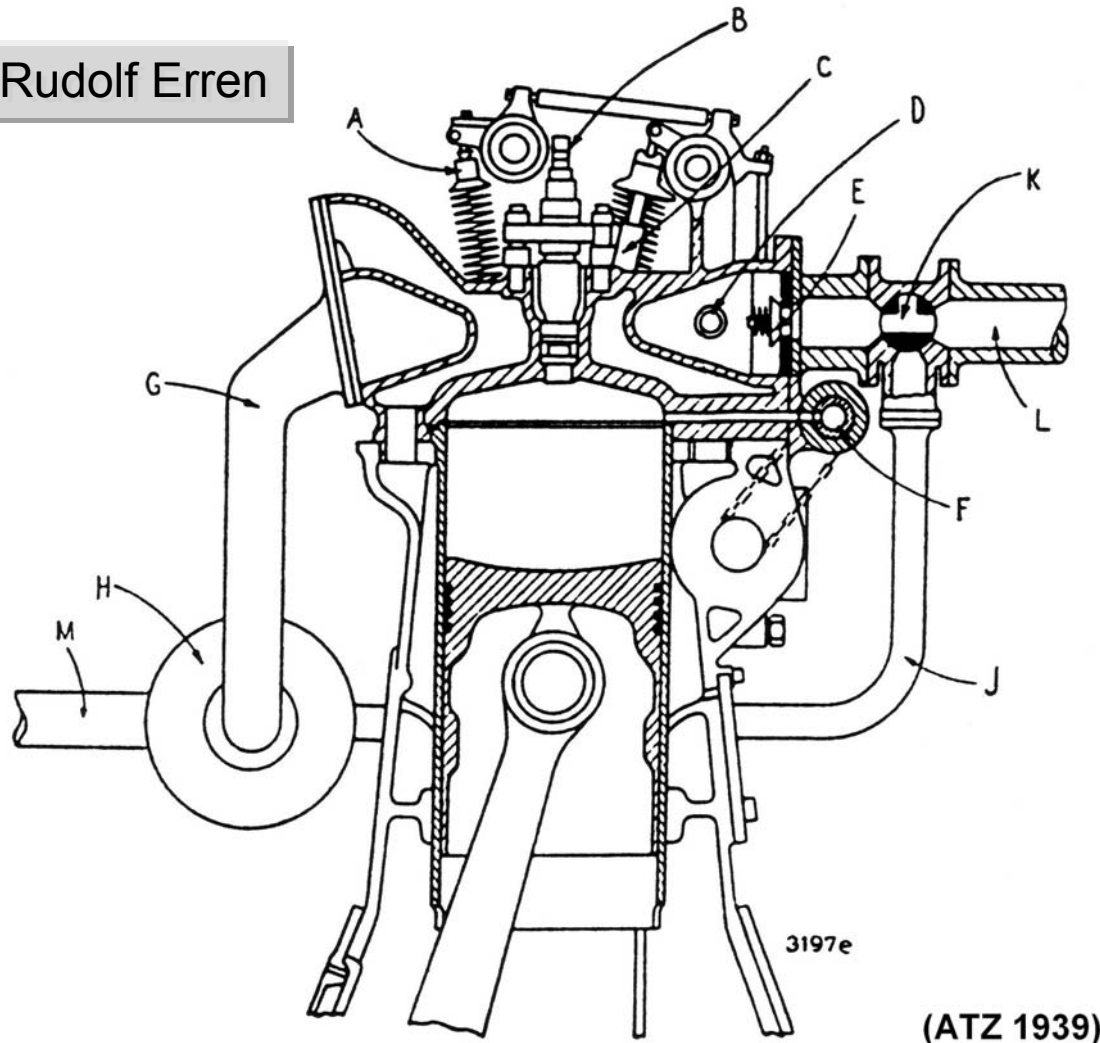


Quelle: <http://www.h2mobility.org/>

Einleitung und Historie

Frühe „Industrialisierung“

1939 Rudolf Erren



(ATZ 1939)

Einleitung und Historie

Anwendungsbeispiele in Prototypen- und „Serien“-Fahrzeugen

Quantum H₂-Prius



MAN H₂-City-Bus



BMW Hydrogen 7



Ford H₂ICE E-450



Mazda RX8 Hydrogen



Wasserstoff–Motorentechnologien

Stand der Technik



Saugrohreinblasung (AGB)

Direkteinblasung (DI)

Quelle: BMW



Quelle: MAN

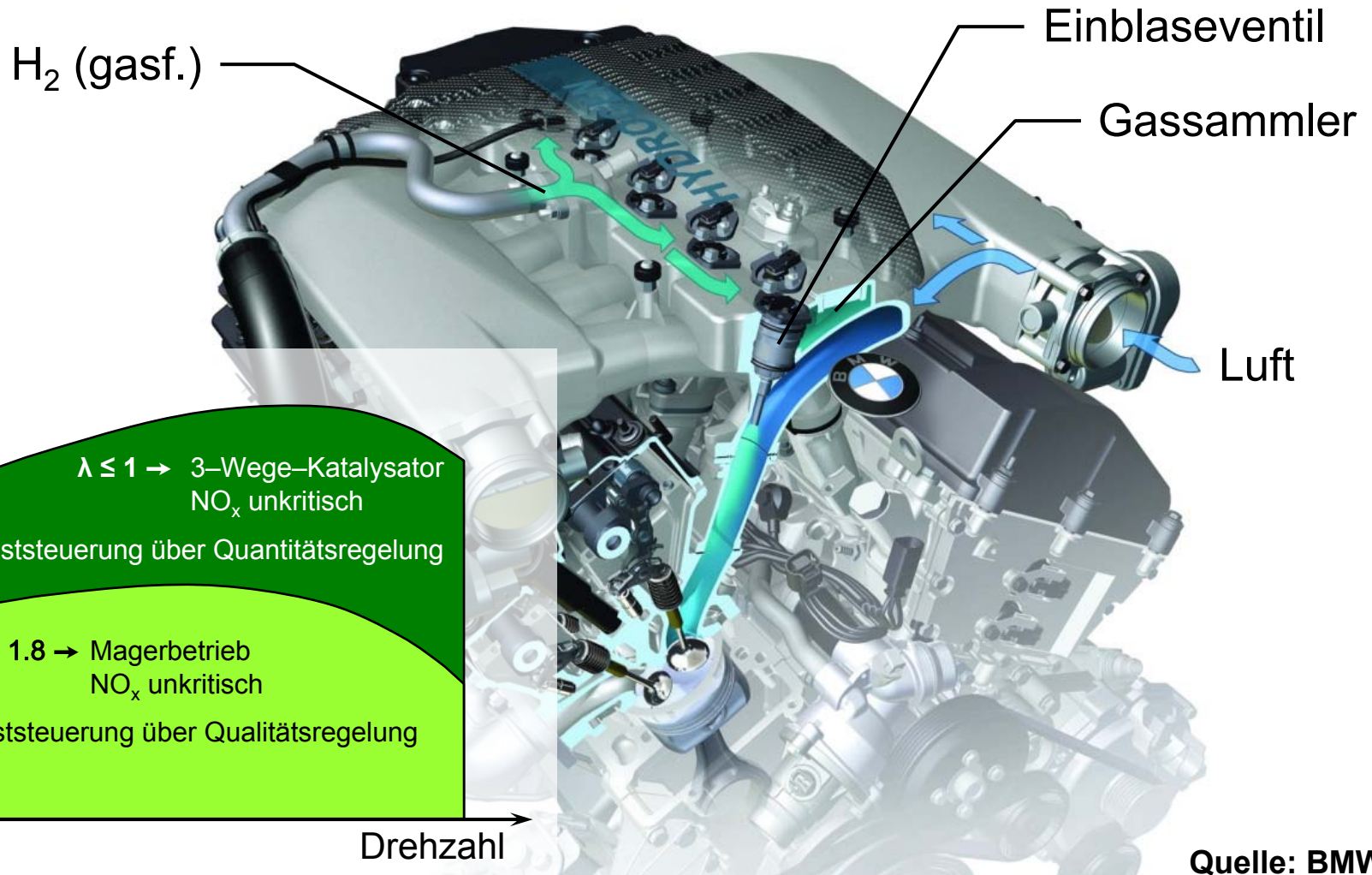
Wankel Motor (DI)



Quelle: Mazda

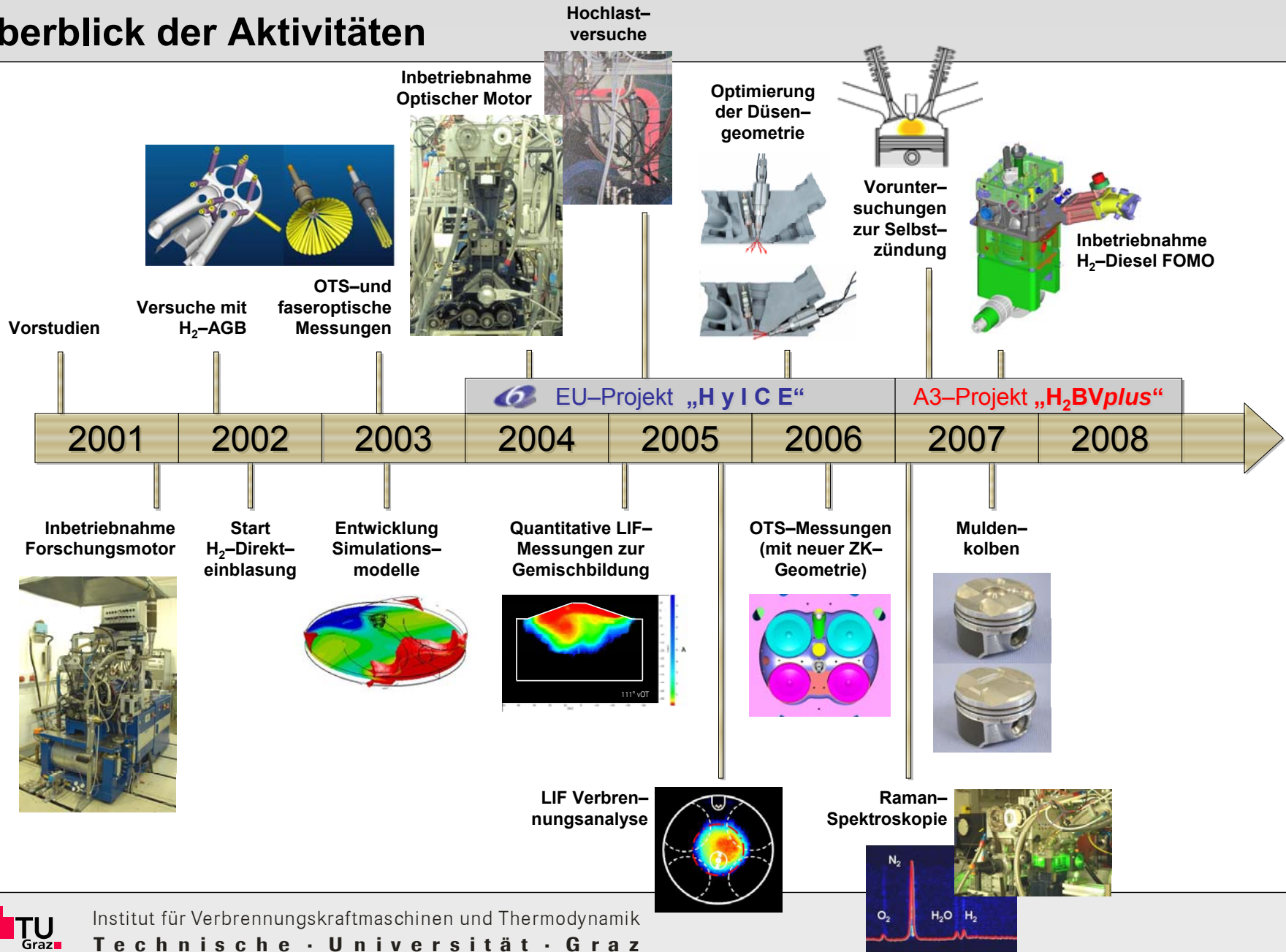
Wasserstoff–Motorentechnologien

Saugrohreinblasung (äußere Gemischbildung)



H₂-Forschung (TU Graz in Kooperation mit BMW)

Überblick der Aktivitäten



Projekt im Bereich „Wasserstoff“

H₂BVplus

**Hocheffizientes, sauberes
Brennverfahren für H₂-Motoren als
Automobylantrieb**

Projektart:
Wirtschaftsbezogene Grundlagenforschung

Projektleitung:

TU Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik (IVKM),

Univ.-Prof. Dr. Helmut Eichlseder

Projektpartner:

HyCentA Research GmbH

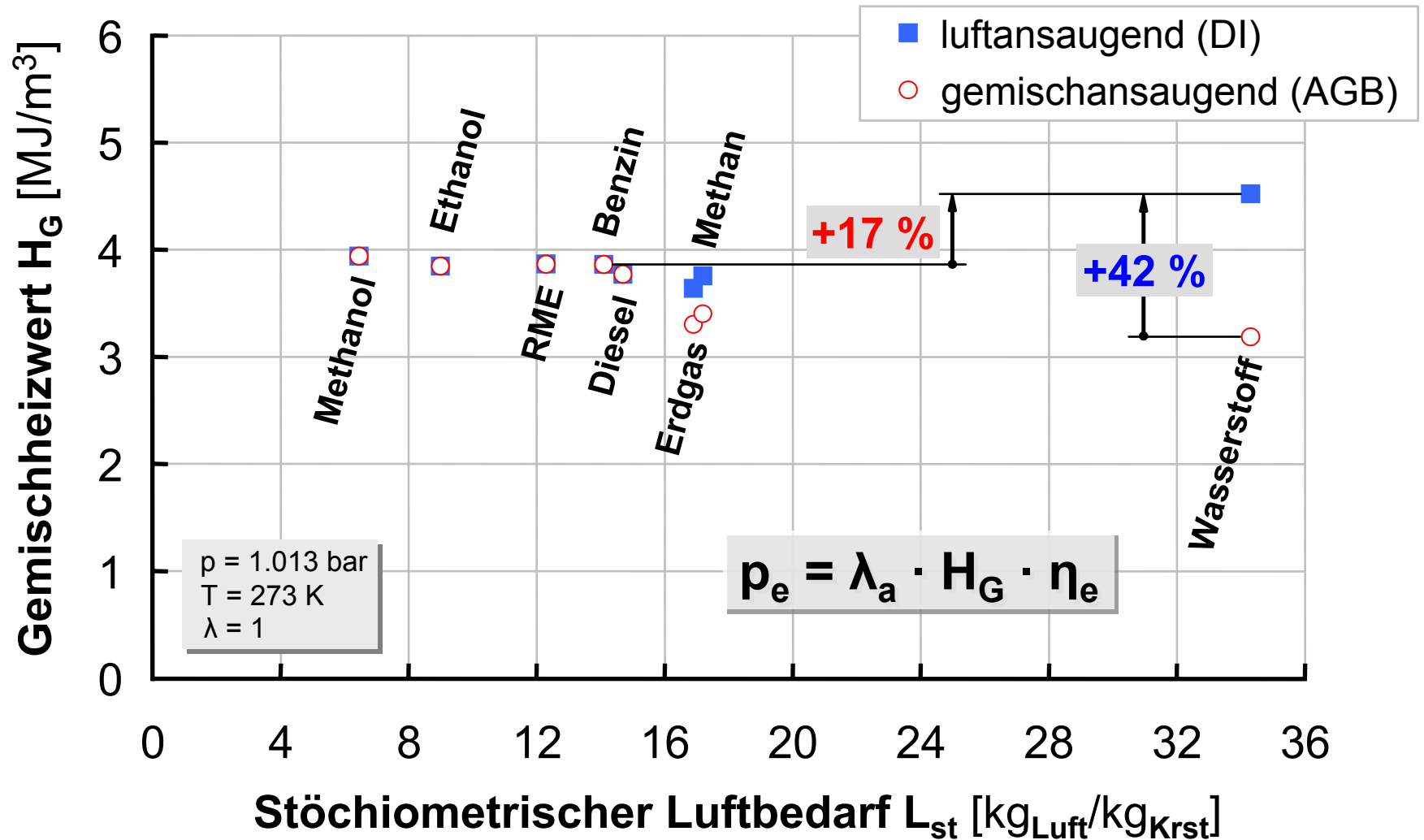
BMW

Forschung und Technik GmbH

Hoerbiger Valve Tec GmbH

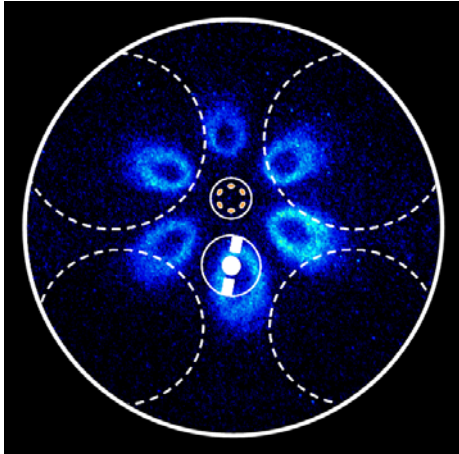
Wasserstoff–Direkteinblasung

Motivation – Gemischheizwerte unterschiedlicher Kraftstoffe

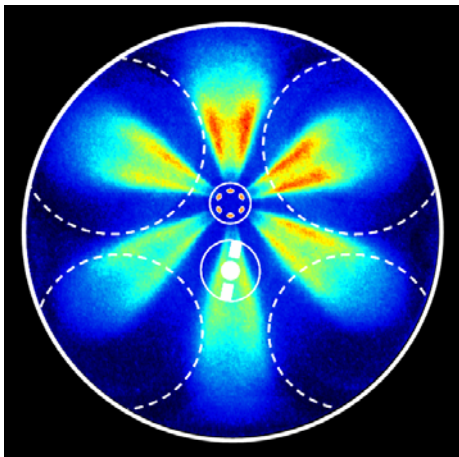


Wasserstoff–Direkteinblasung

Motivation und Zielsetzung



optische Aufnahmen der
Wasserstoff–Verbrennung



■ Potential der Direkteinblasung

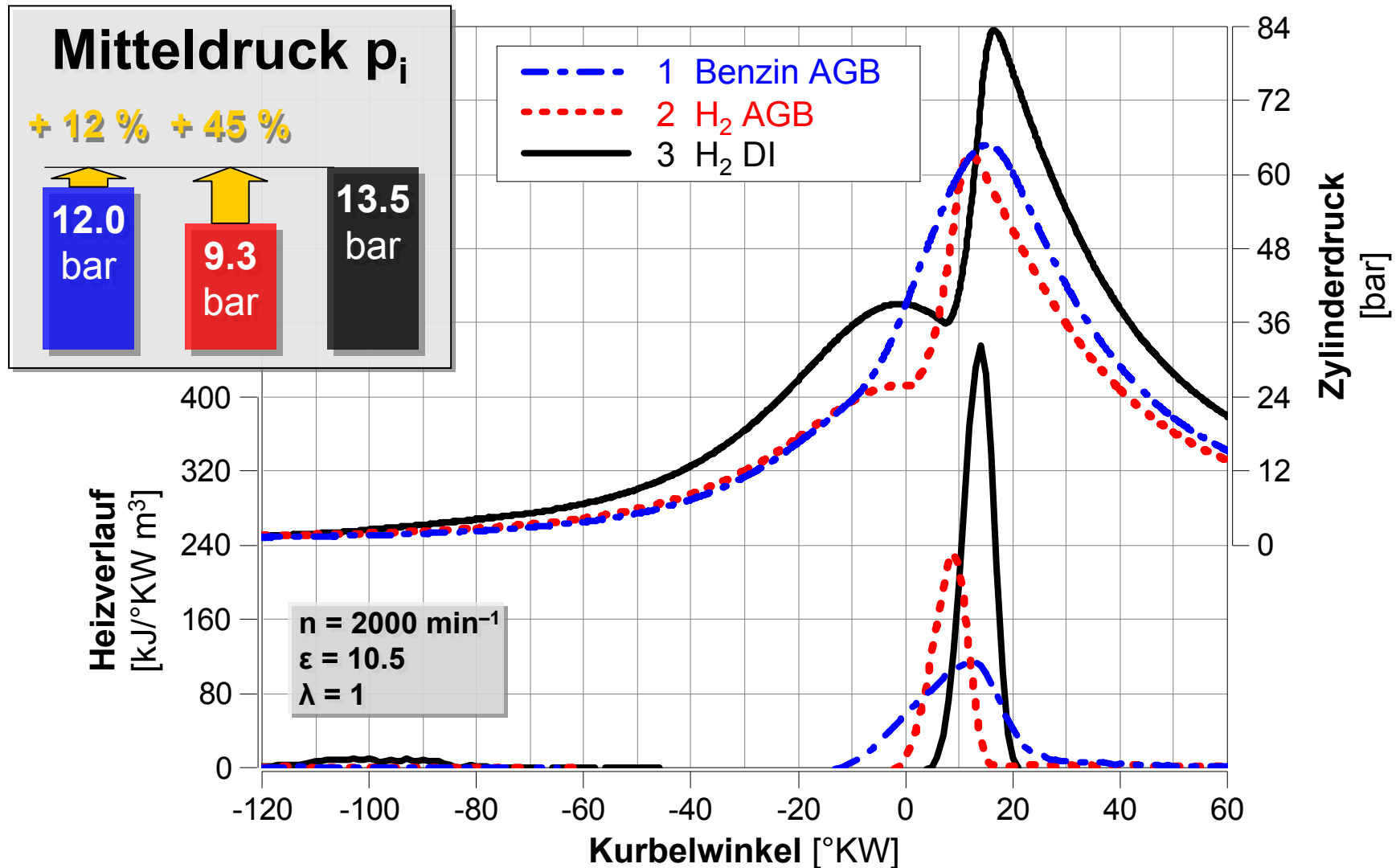
- hohe Leistungsdichte
- hoher Wirkungsgrad
- Vermeidung von Verbrennungsanomalien
- hohe Freiheitsgrade (Druck, Dauer, ...)
- frühe, späte & mehrfache Einblasung möglich

■ Herausforderungen bei Direkteinblasung

- Injektor (Dichtheit, Standzeit,...)
- Brennverfahren (Komplexität)
- Kraftstoffbereitstellung (Drücke ≥ 150 bar)

Wasserstoff–Direkteinblasung

Vollastverhalten (Benzin AGB – H₂ AGB – H₂ DI)

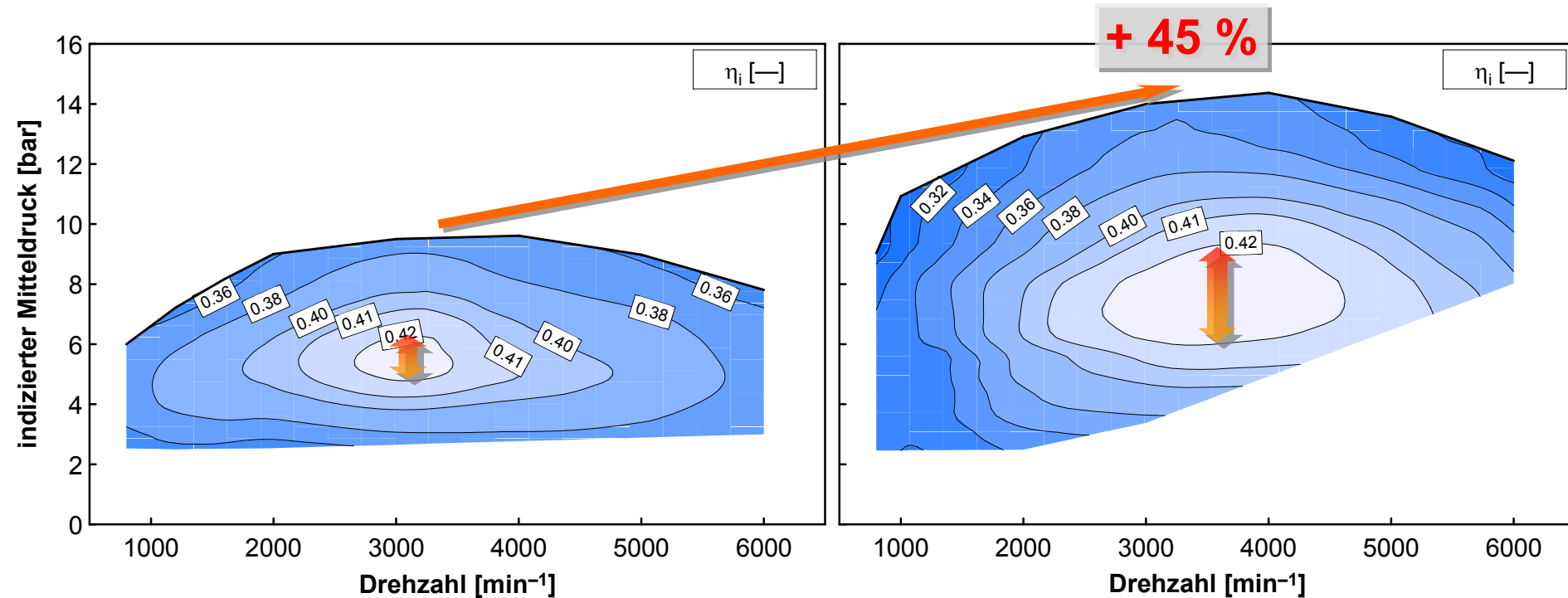


Wirkungsgrad

Indizierter Wirkungsgrad (bei $\varepsilon = 10.5$)

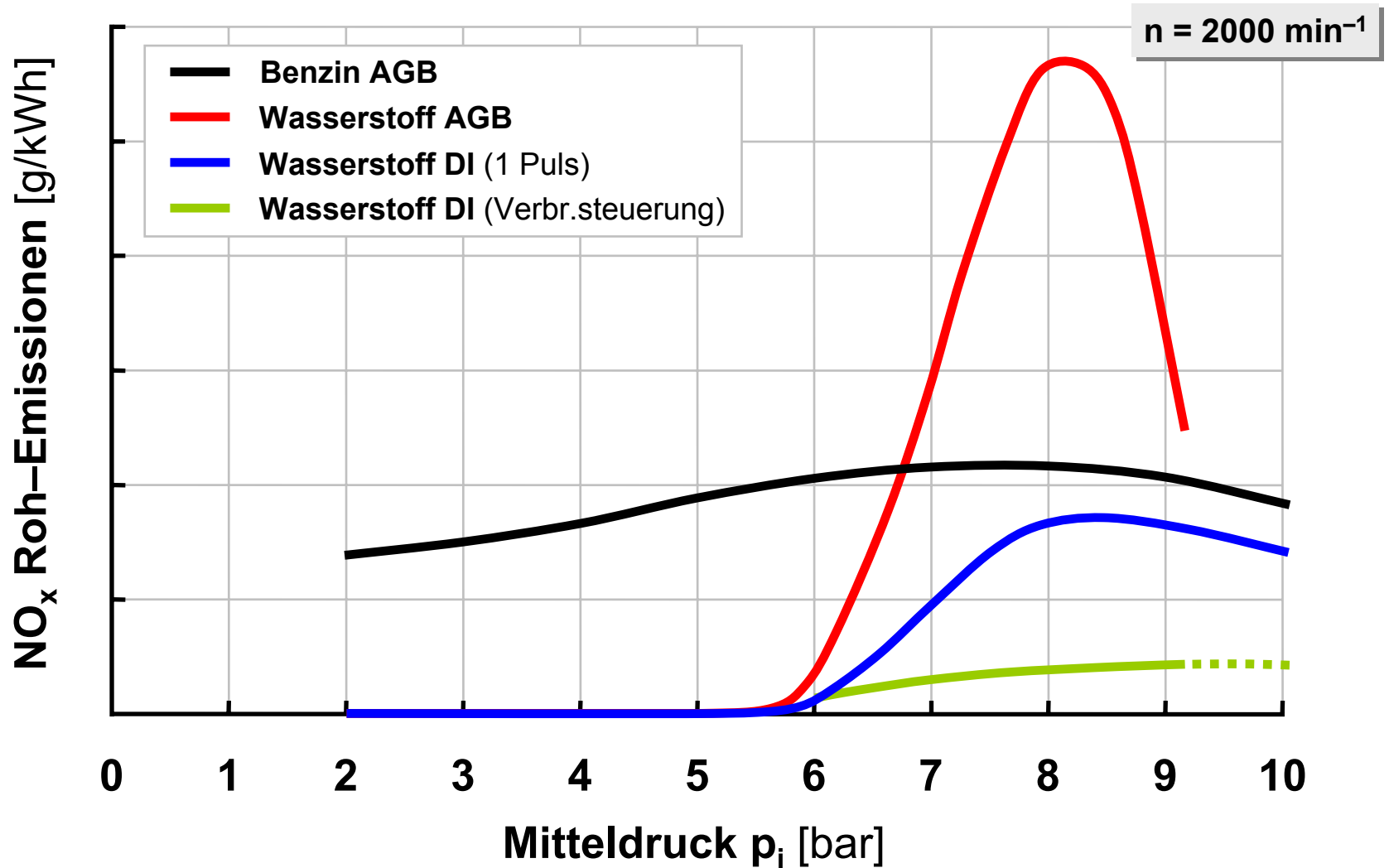
Äußere Gemischbildung

Direkteinblasung



Stickoxid–Emissionen

Potential verschiedener Gemischbildungs–Strategien



- **Heute ausgeführte H₂–Motoren werden überwiegend mit äußerer Gemischbildung betrieben**
 - sehr geringes Emissionsniveau ($\lambda = 1$ und 3–Wege–Katalysator für hohe Lasten)
 - Serienreife im Fahrzeug wurde demonstriert (z.B. BMW Hydrogen 7)
 - aber: relativ geringe Leistungsdichte
- **Potential der Direkteinblasung bezüglich Wirkungsgrad, NO_x–Rohemissionen und Leistung konnte gezeigt werden**
- **Weiteres Potential durch Brennverfahrensoptimierung (Ausnutzung H₂–spezifischer Eigenschaften) und Aufladung**
- **Herausforderungen bei der Weiterentwicklung**
 - Injektor (Baugröße, Dichtheit, Standzeit, ...)
 - Kraftstoffbereitstellung (Herstellung, Onboard–Speicherung, ...)
 - Brennverfahren (fremdgezündet, selbstgezündet, hybrid, ...)

■ A3–Projekt „H₂BVplus“

- Potentialbewertung eines selbstgezündeten H₂–DI–Brennverfahrens mit
 - höchsten Wirkungsgraden
 - geringen NO_x–Rohemissionen
 - hoher Leistungsdichte
- Laufzeit: 2 Jahre (Jan. 2007 ÷ Dez. 2008)
- Bisherige Aktivitäten
 - Voruntersuchungen mit Ottomotor–Geometrie
 - 3D CFD–Auslegung des Brennraumes und der Injektorgeometrie
 - Neukonstruktion H₂–Diesel Zylinderkopf
 - Injektorweiterentwicklung

Stand der Technik und Potential von Wasserstoff– Verbrennungskraftmaschinen

Grabner Peter

A3PS Konferenz

„Wasserstoff und Brennstoffzellen–Projekte“

13. Dezember 2007