




Grundlagen der BZ-Kleinantriebe
Medienversorgung, Regelung, Systemtechnik
Fachseminar 2006 „Brennstoffzellen-Kleinantriebe“ des WBzU in Ulm, 2006

Institut für Fahrzeugkonzepte
Dipl.-Ing. Andreas Brinner, Dipl.-Ing. FH Tilo Maag,
Dipl.-Ing. Sonia Urbano

Pfaffenwaldring 38-40, D-70569 Stuttgart


Tel: ++(0)711 6862 574 / 298 / 516 Fax: ++(0)711 6862 258
Internet: www.dlr.de/fk

 Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Vortragsinhalt

- Vorstellung des DLR-Instituts für Fahrzeugkonzepte
- Brennstoffzellen-Systemkonzepte für Kleinfahrzeuge
- Demonstrator-Beispiele
- Packagekonzepte kleiner PEFC-Systeme
- Anforderungen an Systembetrieb und Systemkomponenten
- Neue PEFC-Systemkomponenten für die Serienherstellung

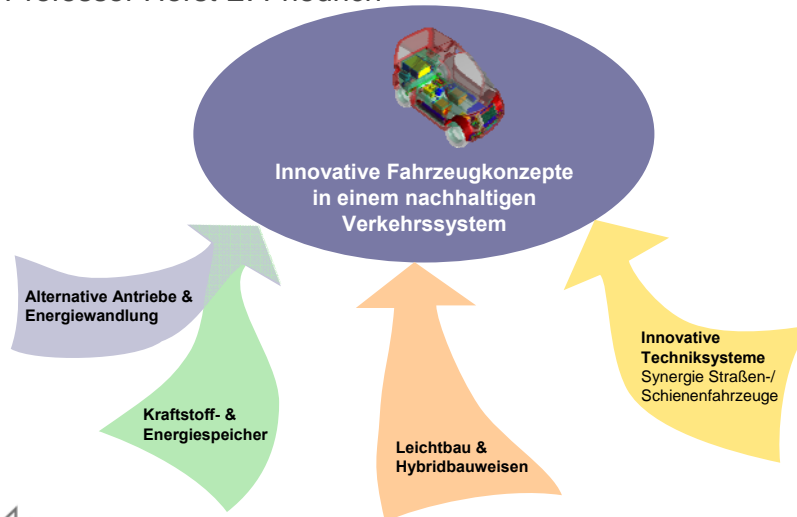
 Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano
Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06

Das Institut für Fahrzeugkonzepte

Professor Horst E. Friedrich



Forschungsfelder Ziele

Alternative Antriebe und Energiewandlung

Schaffen der Voraussetzungen für energieeffiziente und schadstoffarme Energieversorgungssysteme heutiger und zukünftiger Fahrzeugkonzepte.

Kraftstoff- und Energiespeicherung

Darstellung von Speicherkonzepten höherer Leistungsfähigkeit, z. B. Energiedichte, Gestaltfreiheit oder Betankung.

Leichtbau und Hybridbauweisen

Erforschung und Entwicklung neuer Fahrzeugbauweisen unter Berücksichtigung innovativer Werkstoff- und Verarbeitungstechnologien oder Einbeziehung funktionaler Effekte.

Innovative Techniksysteme

Analyse, Bewertung und Beschreibung von Fahrzeugkonzepten. Ausnutzung von Synergien Straßen-/Schienenverkehr.

Forschungsfelder Kompetenzen

Alternative Antriebe und Energiewandlung

- Systemdesign, Modellierung, Simulation ●
- Systemintegration, Bau von Demonstratoren ●
- H₂-Sicherheitstechnik, Zulassung ◐
- Energiewandlungstechniken ●
- Steuerungssoftware und -gerät ◐

Kraftstoff- und Energiespeicherung

- Kenntnis von Prüf- und Zulassungsverfahren ◐
- Batterien, SuperCap, Druckspeicher ●

Leichtbau und Hybridbauweisen

- Konzeption ●
- Konstruktion, Berechnung, Simulation ◐
- Werkstofftechniken (Metall, Polymer) ◐
- Füge- und Montagetechniken ○
- Bau und Prüfung von Demonstratoren ○

Innovative Techniksysteme

- LCA, Technikanalyse ◐
- Smart Systems ●



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

● vorhanden ◐ im Aufbau ○ in Planung

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano
Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06

Institutsneubau Einblicke

- Büroflächen
- Labore und Werkstätten
- nicht von FK belegte Flächen

Leichtbau-Labore
Fügetechnik
Smart Systems
etc.

Prüfstände Antriebsstrang
BZ-Prüfstand 100kW
Energiemanagement
Komponentenprüfung
etc.

Rollenprüfstand
Klima, H₂



Leichtbau-Labore
Bauteilprüfung
etc.

Werkstätten

Laborfläche: 1.506 m²
Bürofläche: 1.188 m²



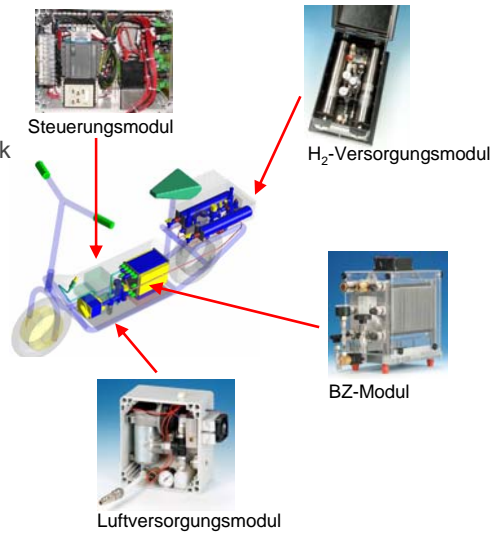
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano
Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06

Kleinfahrzeuge

- „Minimales“ und robustes Brennstoffzellensystem
- Luftgekühlte Stapel
- Keine Befeuchtung
- Betrieb nahe Atmosphärendruck
- Modularisierung



Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Applikationsbereiche & Betriebsarten

- **Antriebsenergieversorgung**
 - bemannt KFZ / NFZ / Boote
 - unbemannt Förderfahrzeuge
- **Auxiliary Power Unit (APU)**
 - KFZ / NFZ-Bordnetz
 - Lastkraftwagenkabine
 - Wohnmobil- / Campingwagen-Bordnetz
 - Schiffs-Bordnetz
- **Stromerzeuger**
 - selbstfahrend oder gezogen auf Hänger
- **Betriebsarten**
 - Manuell / Automatik / Laststeuerung
 - Stand-Alone / Gruppenbetrieb / Hybridbetrieb
 - statisch / quasi-statisch / dynamisch

Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Modularisierung und Standardisierung

Modularisierung durch Systemaufbau aus 4 – 6 kompakten Teilsystemen:

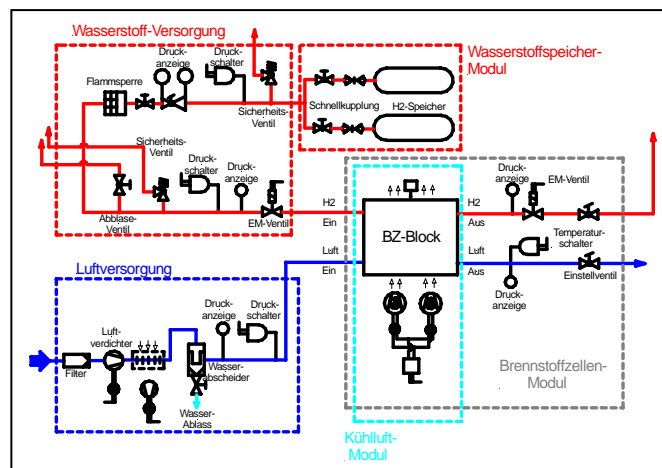
- Wasserstoff-Speichermodul
- Wasserstoff-Versorgungsmodul
- Luft-Versorgungsmodul
- PEFC-Systemmodul
- Kühlmodul
- Steuerungs-/Energieanpassungsmodul

Standardisierung durch verwechslungssichere Modulverbindungen:

- Medienverschlauchung/-verrohrung
- Steuersignalverkabelung
- Leistungsübergabeverkabelung

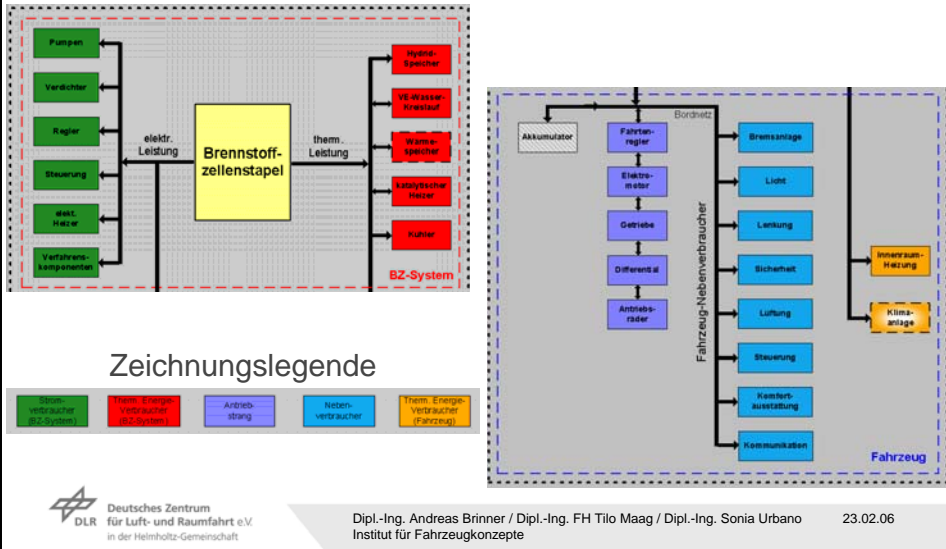
Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Blockschaltbild eines luftgekühlten PEFC-Systems



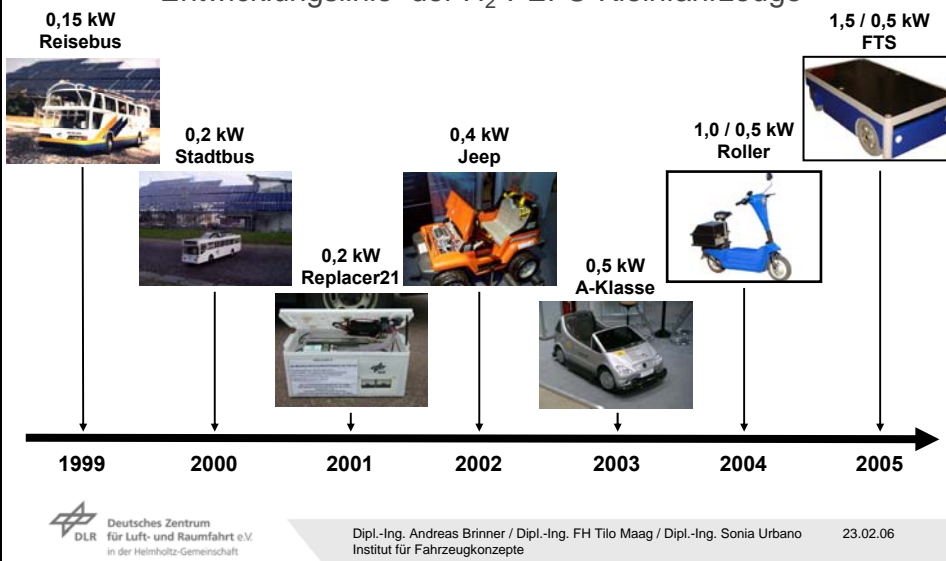
Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Energetische Kopplungen Fahrzeug – PEFC-System



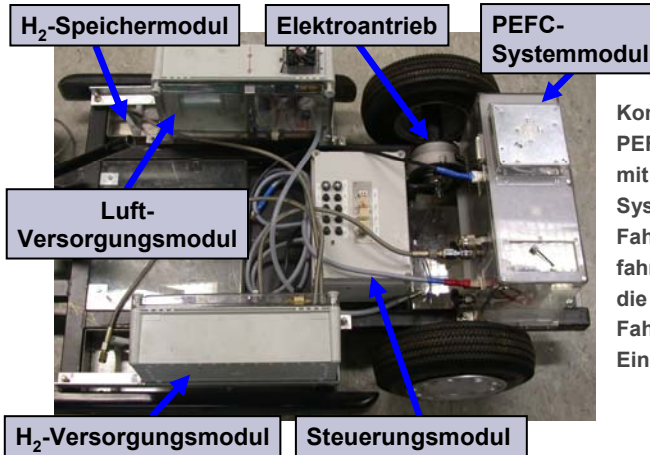
Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Entwicklungslinie der H₂-PEFC-Kleinfahrzeuge



Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Kleinfahrzeug mit 0,5 kW H₂-PEFC System in Modulbauweise



Konzeptionell ist dieses PEFC-Systemkonzept mit 4 – 6 unabhängigen Systemmodulen für kleine Fahrzeuge und selbst fahrende Geräte gedacht, die nur über kleine, im Fahrzeug verteilte Einbauräume verfügen

Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Elektro-Roller mit PEFC-System in Kompaktbauweise

Roller-Basisversion mit 0,3 kW Motor und 24 V/0,17 kWh Akkuspeicher



Brennstoffzellen-Roller mit 0,4 kW PEFC-System und 6 kWh Wasserstoffspeicher

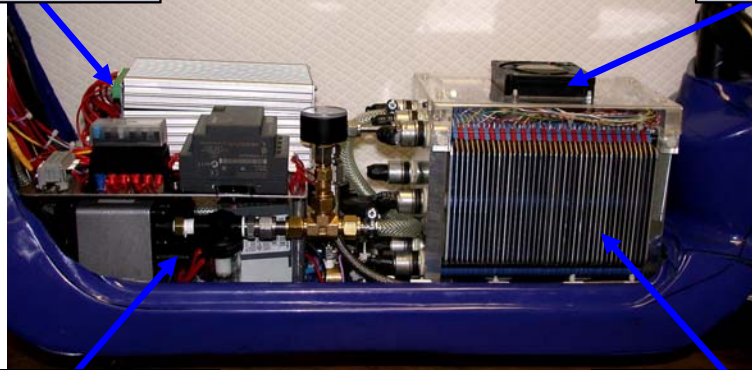


Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

PEFC-Systemaufbau in Kompaktbauweise im Elektro-Roller

Steuerungsmodul

Kühlmodul



Luft-Versorgungsmodul

PEFC-Systemmodul

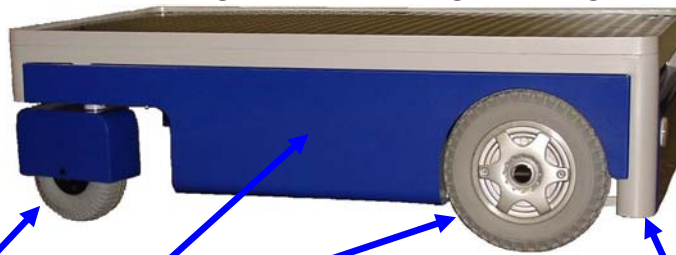


Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano
Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06

Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Fahrerloses Transportsystem FTS mit PEFC-Hybridantrieb
1,5 kW_p / 0,5 kW_N - Hybridantriebssystem für Fahrzeuggewicht
ca. 100 kg und max. 400 kg Zuladung



Frei bewegliche Hinterräder

PEFC-Batterie-Hybridantriebssystem

Frontantrieb mit 2 Radnabenmotoren

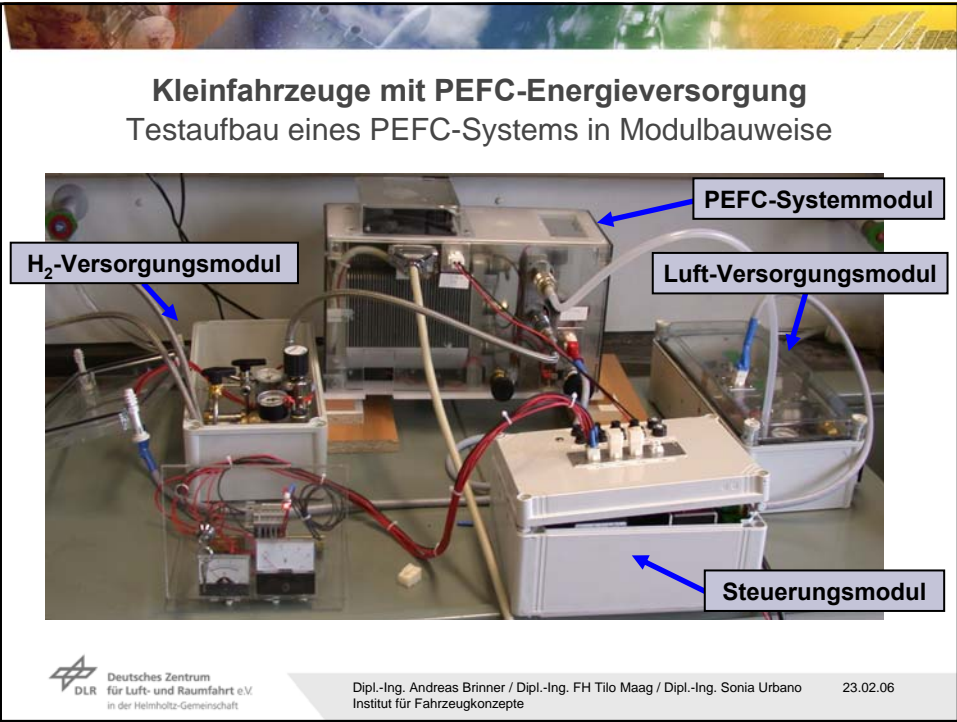
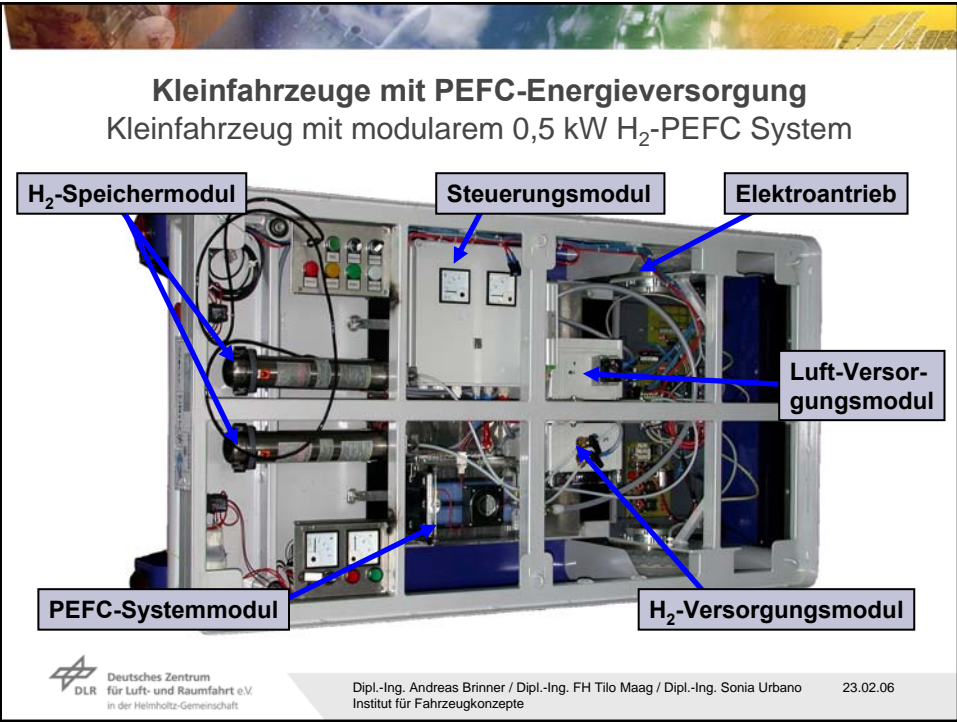
Vollautomatische Sensor-Fahrsteuerung

FTS-Projektpartner des DLR:



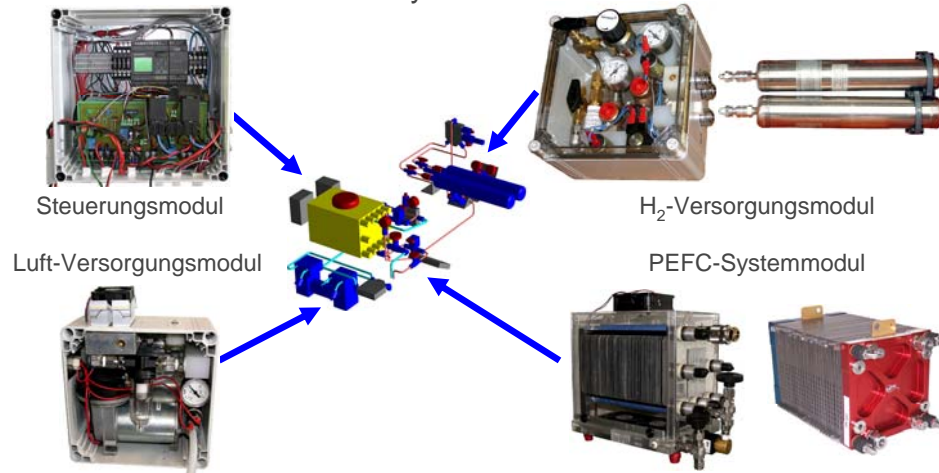
Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano
Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06



Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Modulares PEFC-System der dritten Generation



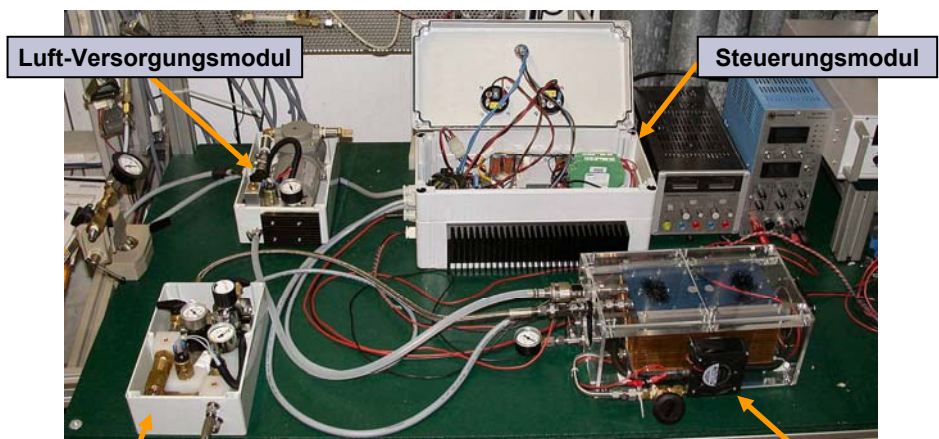
DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano
Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06

Kleinfahrzeuge mit PEFC-Energieversorgung

0,5 kW_N PEFC-System der 4. Generation in Modulbauweise



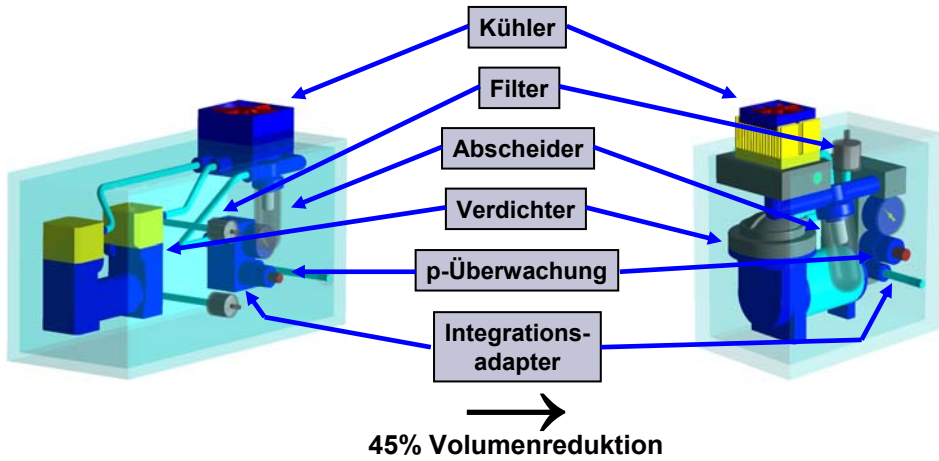
DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano
Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06

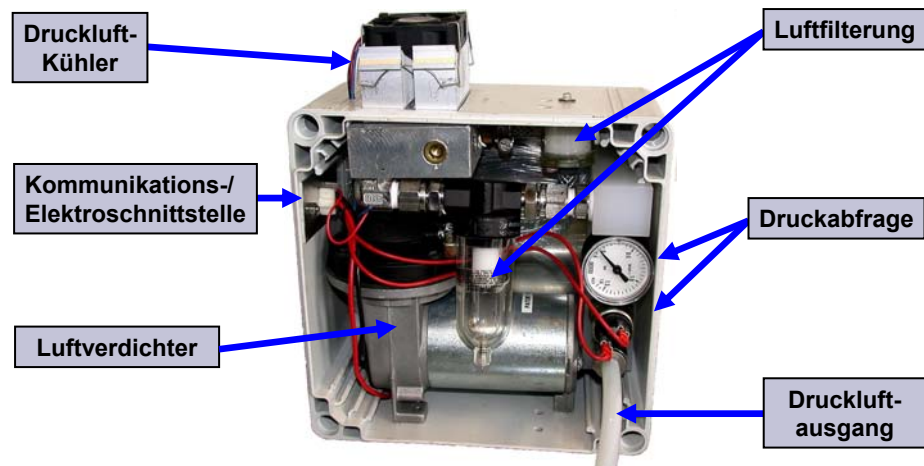
Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

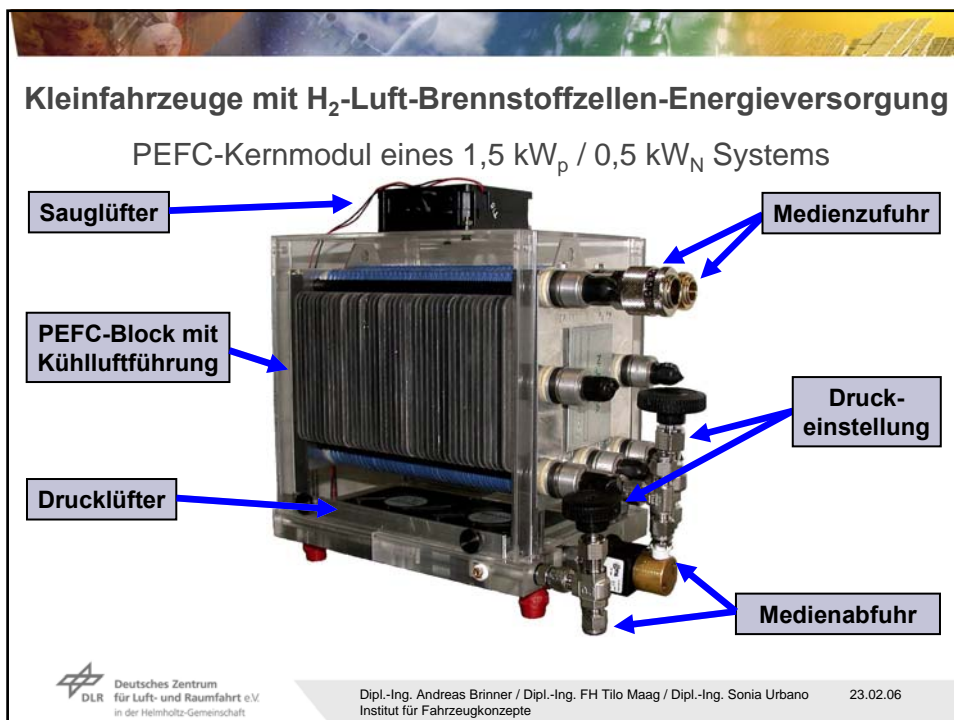
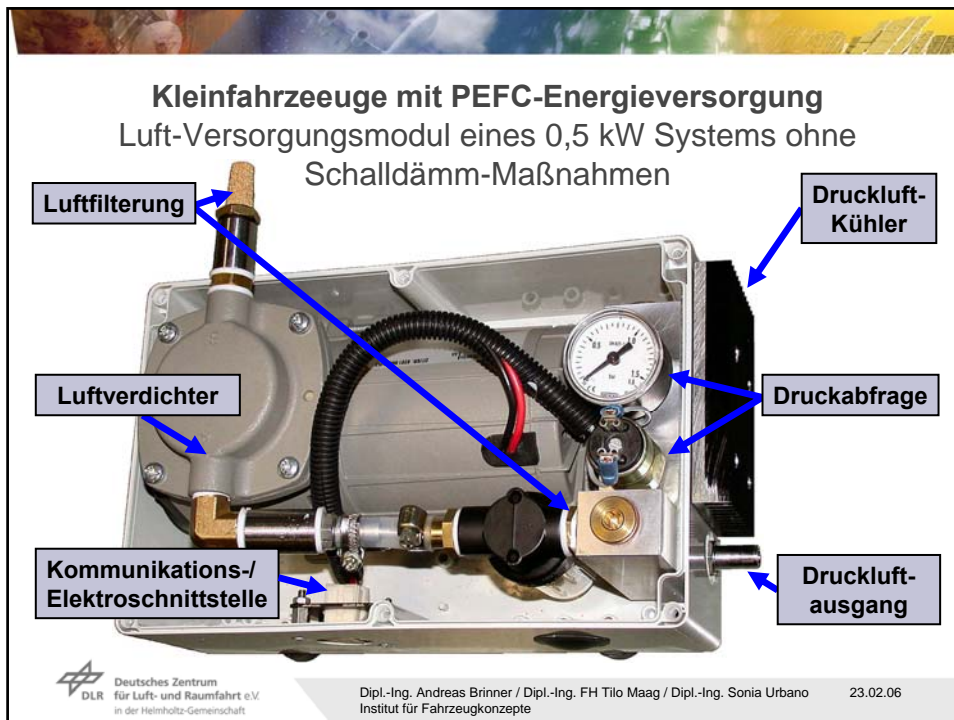
Packaging-Weiterentwicklung eines Luftversorgungsmoduls



Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

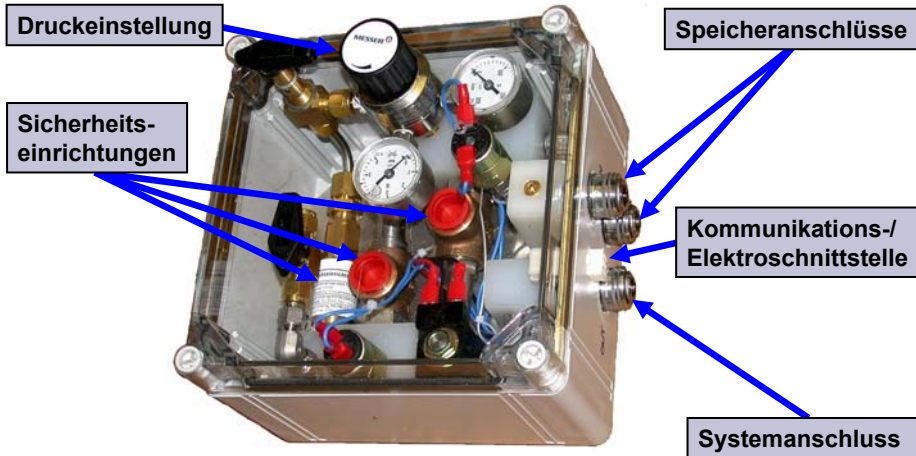
Luft-Versorgungsmodul eines 0,5 kW Systems





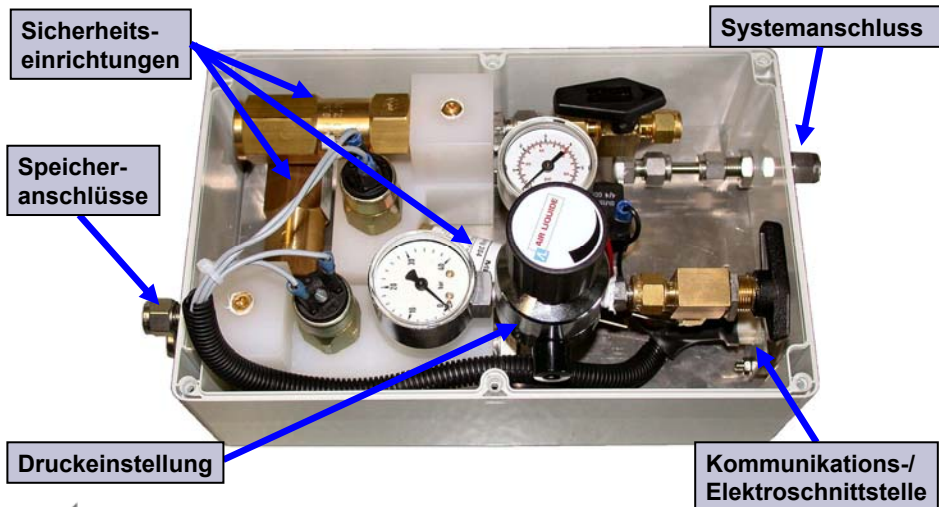
Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

H₂-Versorgungsmodul eines 0,5 kW Systems



Kleinfahrzeuge mit PEFC-Energieversorgung

H₂-Versorgungsmodul eines 0,5 kW Systems

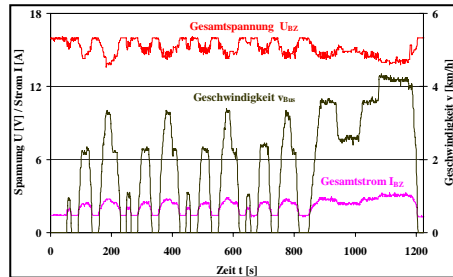
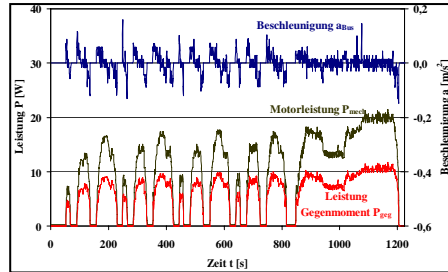


Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Dynamische PEFC-Fahrzeugbetriebsbeispiele



FTS
mit 0,5 / 1,5 kW
PEFC-System



Roller
mit 0,4 / 1,0 kW
PEFC-System



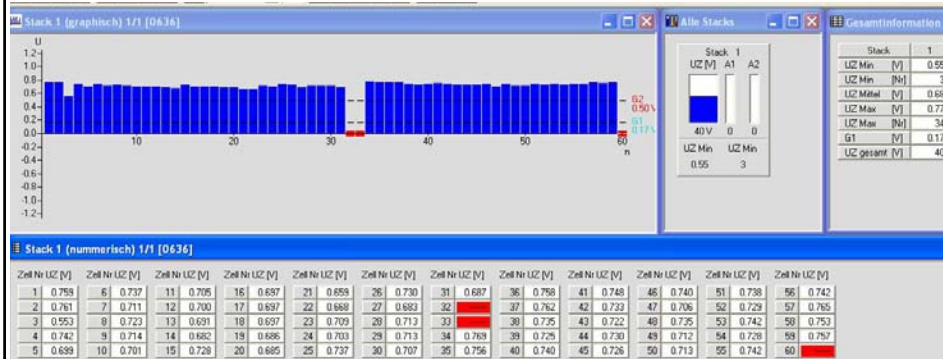
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano
Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06

Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Stationärer 40 V – Systembetrieb mit 13 A Laststrom



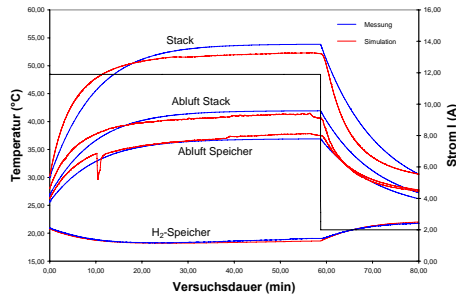
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano
Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06

Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

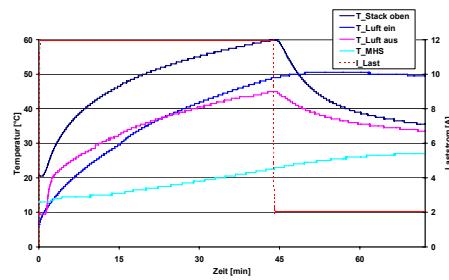
Versorgung und Betrieb kleiner Brennstoffzellensysteme



Betriebsstart bei Raumtemperatur

Betriebsrandbedingungen

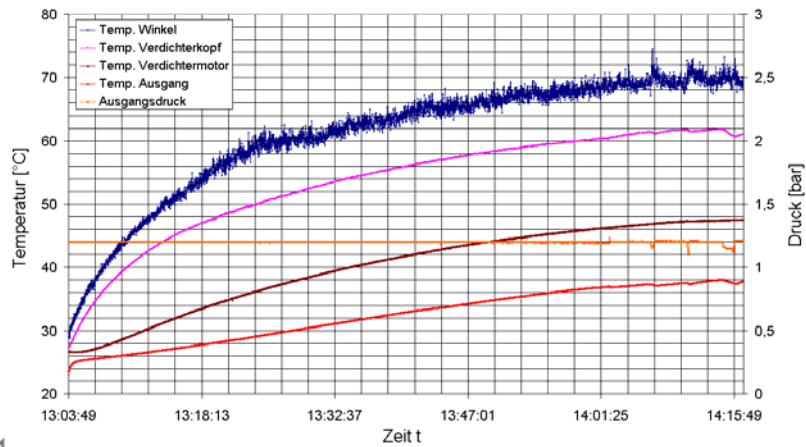
Lastwechsel bei -5°C
(System wärmeisoliert)



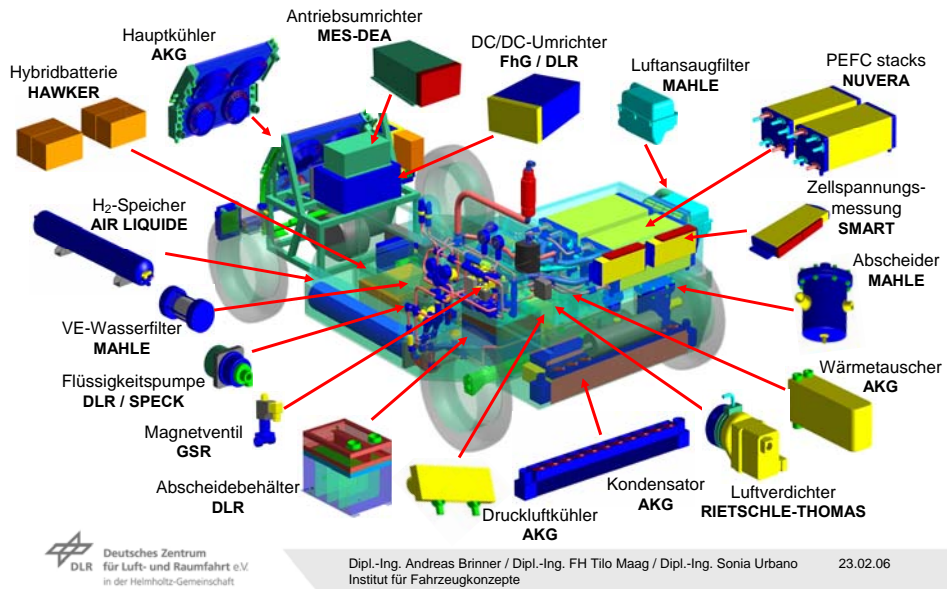
Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

Thermischer Haushalt eines 0,5 kW_N Luftversorgungsmoduls

Verdichtermessung (0,2 bar ü.N. / Raumtemp. 20,8 °C)
am 22.11.05 mit Kühlk. und Schalldämmung (S.-Nr.0201 00000443)



Entwicklung von PEFC-Systemkomponenten für Fahrzeuge



Entwicklung von PEFC-Systemkomponenten für Fahrzeuge

Beispiele neuer PEFC-Systemkomponenten von Partnerfirmen



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft

Dipl.-Ing. Andreas Brinner / Dipl.-Ing. FH Tilo Maag / Dipl.-Ing. Sonia Urbano Institut für Fahrzeugkonzepte

23.02.06

Entwicklung von PEFC-Systemkomponenten für Fahrzeuge

Neue / verbesserte Brennstoffzellen-Systemkomponenten



Kleinfahrzeuge mit H₂-Luft-Brennstoffzellen-Energieversorgung

PEFC-Kleinantriebe sind dem Versuchsstadium entwachsen

- Alle Leistungsanforderungen sind direkt oder im Hybrid-Betrieb erfüllbar
- Ein gemeinsames Systemdesign für alle Anwendungen ist benutzbar
- Einfache Bedienung, Sicherheit, Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer des Systems sind erreichbar
- Alle Package-Varianten für die Systemintegration sind machbar
- Systemkomponenten für den Produktionsstart existieren
- BZ-Kleinantriebe können Nischenprodukte mit Massenproduktionszahlen sein
- Großserienumsetzbarkeit des Systems ist erreichbar
- Systembau-Kostenziele werden erreichbar sein, da Produktionsmethoden und Komponenten mit bekannten Systemen vergleichbar sind
- Kritische Pfad ist die reproduzierbare, kostengünstige Serienherstellung von BZ-Blöcken



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Für Ihre Fragen
zu diesem Vortrag,
zu unseren PEFC-Systemkonzepten, des FTS und
zur PEFC-Kleinsystementwicklung des DLR allgemein
stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.**