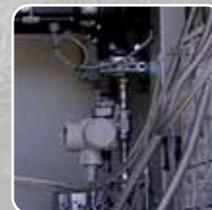


Technologiekompetenz Verkehr in Österreich

Im Fokus:
Wasserstoff- und Brennstoffzellen



IMPRESSUM

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie – BMVIT
A-1010 Wien, Renngasse 5

Für den Inhalt verantwortlich:
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Leitung: Mag.^a Evelinde Grassegger
Leitung-Stv.: Dr. Andreas Dorda

Redaktion:
Austrian Agency for Alternative Propulsion Systems (A3PS)
DI Heimo Aichmaier, DI Stefan Herndler
Tech Gate Vienna, Donau City Strasse 1, A-1220 Wien

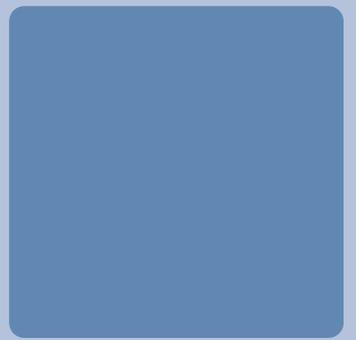
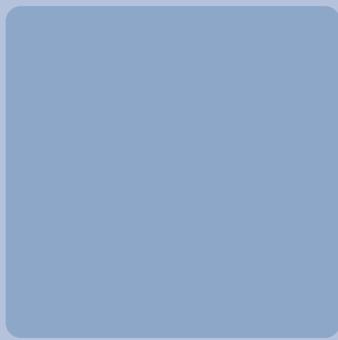
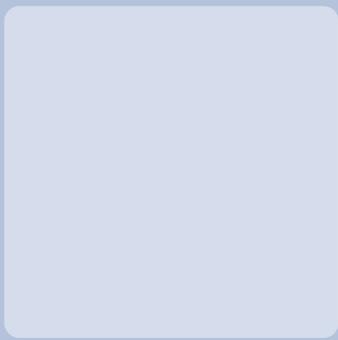
Produktion:
Projektfabrik Waldhör KEG
A-1180 Wien, Währinger Straße 121/3

Fotos und Abbildungen:
Projektpartner des bmvit, MAGNA STEYR und BMW, TU Graz - Institut für
Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, AVL List GmbH, Bitter GmbH
Universität Wien, Projektfabrik Waldhör KEG

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	5
Einleitung	6
Wasserstoff	8
> Wasserstoffherstellung	10
> Wasserstoffspeicherung	13
Wasserstoff in der Verbrennungskraftmaschine	28
Brennstoffzelle	34
> Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle	36
> Festoxid-Brennstoffzelle	48
Ausbildung, nationale und internationale Vernetzung	56
Institutionen im Bereich Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie	64
Kontakte und Informationen	67





VORWORT

Die Entwicklung alternativer Antriebe und Treibstoffe hat sich in den letzten Jahren zu einem zentralen Faktor der Wettbewerbsfähigkeit der Energie- und Verkehrstechnik entwickelt, da deren industrielle Umsetzung insbesondere die Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie als globaler Schlüsselbranche absichert und zusätzlich zur Lösung drängender umwelt- und verkehrspolitischer Probleme beiträgt. Österreichs bisher sehr erfolgreiche Automobilindustrie ist von diesem Thema besonders betroffen, da die mehr als 175.000 Beschäftigten dieser Branche in hohem Ausmaß in der Produktion und Entwicklung des Antriebsstrangs tätig sind. Um deren Wettbewerbsfähigkeit langfristig abzusichern, unterstützte das BMVIT seit 2002 deren Vorbereitung auf sich abzeichnende technologische Umbrüche im Rahmen des A3-Technologieprogramms „Austrian Advanced Automotive Technology“ und seit 2007 im Nachfolgeprogramm A3plus.

Um die Markteinführung neuer Antriebstechnologien zu erleichtern, fördert das BMVIT neben kooperativen Forschungsprojekten im Rahmen der A3-Ausschreibungen auch den Aufbau von „Leitprojekten“ als großen Pilot- und Demonstrationsprojekten unter Beteiligung von Entwicklern, Produzenten aber auch Anwendern dieser Technologien, um diese im Realbetrieb weiter zu optimieren und die Kunden auf technologische Umbrüche in der Verkehrstechnik vorzubereiten.

In den vier im Zeitraum 2002-2006 durchgeführten A3-Ausschreibungen wurden 78 kooperative Entwicklungsprojekte mit einem Förderbudget von 20,4 Millionen Euro und einem Gesamtprojektvolumen von 40 Millionen Euro umgesetzt und im Rahmen der beiden Ausschreibungen von Leitprojekten 8 Projekte mit einem Förderbeitrag von 3,4 Millionen Euro und einem Gesamtprojektvolumen von 7,4 Millionen Euro realisiert.

2004 hat das BMVIT das A3-Technologieprogramm um die „Österreichische Wasserstoff und Brennstoffzelleninitiative“ erweitert, da Brennstoffzellen einzigartige Vorteile in Bezug auf Lärm- und Abgasreduktion, Energieeffizienz sowie Sicherheit in der Treibstoffversorgung durch vielfältige Optionen in der Wasserstoffherstellung bieten. Die Bedeutung dieser Technologien spiegelt sich auch in den Projekteinreichungen wieder, da rund die Hälfte der 86 Leit- und A3-Projekte Wasserstoff und Brennstoffzellenentwicklungen betreffen. Diese Broschüre stellt die Ergebnisse dieser Projekte dar und gibt ein Bild von der hohen Kompetenz der österreichischen Industrie und F&E-Institutionen im Engineering und in der Herstellung von Komponenten und Produkten für Brennstoffzellen sowie die Herstellung, Speicherung und Umsetzung von Wasserstoff.

CHRISTA KRANZL

Staatssekretärin für Forschung / Innovation im
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und
Technologie



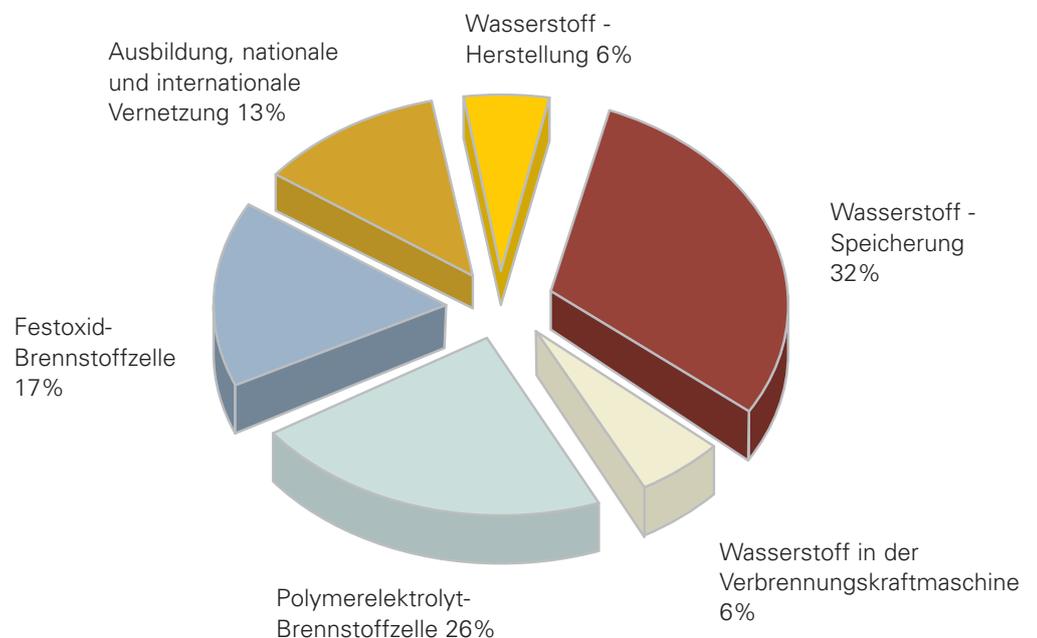
TECHNOLOGIEKOMPETENZ VERKEHR IN ÖSTERREICH

Mit dem Start dieser neuen Schriftenreihe „Technologiekompentz Verkehr in Österreich“ möchte das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) zu strategischen Forschungsthemen im Verkehr einen Überblick über den aktuellen Stand der Entwicklungen in Österreich geben. Im Zentrum stehen dabei die Forschungsergebnisse aus den Förderprogrammen und Förderinstrumenten des bmvit. Um einen umfassenden Überblick geben zu können, werden auch österreichische Projekte aus europäischen und internationalen FTE-Programmen einbezogen sowie dem bmvit bekannte, weitere FTE-Aktivitäten und Maßnahmen zur Unterstützung der Entwicklungen in diesen technologischen Themenfeldern präsentiert.

Zielsetzung dieser Schriftenreihe ist es, für Österreichs ForscherInnen den aktuellen FTE-Stand von wichtigen Forschungsthemen in kompakter Form zu dokumentieren und auf internationaler Ebene den gewählten österreichischen Technologieansatz und das österreichische Know-How zu präsentieren. Darüber hinaus sollen einer breiten Öffentlichkeit Informationen zu technologischen Spitzenleistungen zugänglich gemacht werden.

Wasserstoff - Herstellung	3
Wasserstoff - Speicherung	15
Wasserstoff in der Verbrennungskraftmaschine	3
Polymerelektrolyt- Brennstoffzelle	12
Festoxid- Brennstoffzelle	8
Ausbildung, nationale und internationale Vernetzung	6

BEINHALTETE F&E - ERGEBNISSE IM BEREICH:



SCHWERPUNKTTHEMA WASSERSTOFF UND BENNSTOFFZELLEN

Die erste Ausgabe dieser Schriftenreihe widmet sich dem Schwerpunktthema Wasserstoff und Brennstoffzellen. Hierbei werden erstmals die Ergebnisse von österreichischen, interdisziplinären, kooperativen Forschungs- und Entwicklungsprojekten sowie Leit- und Demonstrationsprojekten des A3 Technologieprogramms (Austrian Advanced Automotive) gesammelt dargestellt.

Der Automotive-Bereich wird durch sich ändernde gesetzliche Rahmenbedingungen wie Abgasgesetzgebung, Mindestanteile an Alternativtreibstoffen und verschärfte EU-Vorgaben für CO₂-Emissionen durch Pkw's oder das Kyoto-Ziel vor neue Herausforderungen gestellt. Technologische Spitzenleistungen in den Bereichen der Antriebstechnik, Materialforschung und Elektronik werden benötigt, um den sich verschärfenden Umweltstandards gerecht zu werden. Um diese zu erfüllen, werden alternative „Antriebssysteme und Treibstoffe schrittweise die derzeitigen Kombinationen aus Otto- bzw. Dieselmotor und den etablierten Benzin- bzw. Dieseltreibstoffen ersetzen. Von besonderem Interesse ist diesbezüglich die Brennstoffzelle, die im Unterschied zu Verbrennungskraftmaschinen nicht den thermodynamischen Limitierungen des Carnot'schen Wirkungsgrads unterworfen ist. Sie bietet ein hohes Potential zur Steigerung der Energieeffizienz und im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Erzeugung von Wasserstoff ein hohes Potential zur Verringerung von Treibhausgasemissionen.

Das bmvit hat im Rahmen des A3 Technologieprogramms in den Jahren 2002 bis 2006 kooperative Forschungsprojekte der industriellen, universitären und außeruniversitären Forschung mit dem Ziel der Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Automobilindustrie durch Innovationen und der Erhöhung der sozialen und ökologischen Akzeptanz des Straßenverkehrs gefördert. In 4 Ausschreibungen von F&E-Projekten und 2 Ausschreibungen von Leitprojekten – als große Pilot- und Demonstrationsprojekte – wurden insgesamt 86 Projekte gefördert. Die Anzahl der eingereichten und der zur Förderung ausgewählten F&E oder Leitprojekte bilden ein besonderes Interesse am Thema Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologien ab. Dies steht im Einklang mit den Strategien der großen Automobilkonzerne, die alle Wasserstoff und Brennstoffzellen eine besondere Bedeutung einräumen und als langfristige Zieltechnologie auf dem Weg zu „zero-emission vehicles“ ansehen.

Das A3-Technologieprogramm förderte in Ergänzung zu den Europäischen kooperativen Forschungsaktivitäten innovative Ansätze in der österreichischen Automobilzulieferindustrie und ist ein Bestandteil des bmvit-Strategieprogramms "Intelligente Verkehrssysteme und Services (IV2S)". Darin werden interdisziplinäre Forschungsk Kooperationen und Entwicklungsprojekte mit hohem Innovationsgehalt angestrebt. Ziel dabei war es echte Technologiesprünge zu initiieren und nicht nur die inkrementelle Verbesserung bestehender Technologien zu fördern, um die sehr erfolgreiche österreichische Automobilindustrie rechtzeitig auf sich abzeichnende technologische Umbrüche vorzubereiten.

Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung deckte das Programm den gesamten Innovationszyklus ab und bot Förderungen von der Grundlagenforschung bis zu Demonstrationsprojekten an. Weiters wurden auch Projekte gefördert, um die Ausbildung auf neue Herausforderungen anzupassen und ausreichende und qualifizierte Humanressourcen zu schaffen. Ein weiterer Pfeiler des Programms unterstützte die internationale Vernetzung, Mobilität und die Kooperation von Forschern. Um Synergien aus dem komplementären Know-how unterschiedlicher Partner zu erzielen, erfolgte die Mittelvergabe in A3 an Konsortien der industriellen, universitären und außeruniversitären Forschung.

Die vorliegende erste Ausgabe teilt sich in 4 Kapitel und beinhaltet 47 A3-geförderte Projekte aus dem Themengebiet Brennstoffzellen und Wasserstoff, wobei das Spektrum von Studien bis hin zu Demonstrationen reicht. Das erste Kapitel behandelt das Gebiet Wasserstoff anhand von 18 F&E-Ergebnisbeschreibungen, welche sich in 3 aus dem Bereich Herstellung und 15 aus dem Bereich Speicherung aufteilen. Zum Thema „Wasserstoff in der Verbrennungskraftmaschine“ werden im zweiten Kapitel die F&E-Ergebnisse von 3 Projekten vorgestellt. Ergebnisse auf dem Gebiet der Brennstoffzellenforschung werden im dritten Kapitel präsentiert und umfassen 20 F&E-Ergebnisbeschreibungen, wobei diese sich wiederum in 12 aus dem Bereich PEMFC und 8 aus dem Bereich SOFC gliedern. Das abschließende vierte Kapitel erläutert die Ergebnisberichte von 6 Projekten über horizontale und technologieübergreifende Aktivitäten wie Ausbildungsinitiativen, Maßnahmen zur verstärkten internationalen Vernetzung der österreichischen automotiven Forschung sowie KMU-Unterstützungsmaßnahmen.

WASSERSTOFFHERSTELLUNG

- > ÖKO-WASSERSTOFF INNOVATIV
- > DIE ÖKO-WASSERSTOFF-TANKSTELLE DER ZUKUNFT
- > NACHHALTIGE WASSERSTOFFPRODUKTION IN ÖSTERREICH

WASSERSTOFFSPEICHERUNG

- > THERMODYNAMIK IN ROHRLEITUNGEN VON FLÜSSIGWASSERSTOFFTANKS
- > L-H₂-INNENTANKAUFHÄNGUNG
- > SPD-MAGNESIUM
- > FE-MODELLIERUNG LH₂I/MLH₂I
- > HYCONTROL
- > HYDRO-PIM
- > L-H₂-PERIPHERIE
- > TANKISOLATION
- > TESTPROGRAMM LH₂I/TLH₂I
- > CRYOSENSE
- > GMI
- > H₂-ADS
- > NANO-MG H₂-SPEICHER
- > SAFE HYDROGEN STORAGE
- > SENSORCLUSTER LH₂



WASSERSTOFF



Bild: HyCentA

ÖKO-WASSERSTOFF INNOVATIV

Innovative gekoppelte Erzeugung von Öko-Wasserstoff als alternativem Treibstoff mit Nutzung der Nebenprodukte Sauerstoff und Wärme

Wasserstoff kann in Zukunft als alternativer Treibstoff für Transportzwecke eine bedeutende Rolle spielen, da er aus verschiedenen Primärenergieträgern gewonnen werden kann und die Emissionen bei Betrieb der Fahrzeuge stark reduziert (mit Brennstoffzellen-Fahrzeugen auf praktisch Null). Diese Rolle kann Wasserstoff nur erreichen, wenn seine Erzeugung, Speicherung und Verteilung nachhaltig erfolgen (d. h. energieeffiziente Erzeugung aus erneuerbaren Energieträgern – „Öko-Wasserstoff“). Um Öko-Wasserstoff aus der Elektrolyse mit Öko-Strom als alternativen Treibstoff effizient und damit kostengünstig bereitstellen zu können, ist die innovative Nutzung der Nebenprodukte der Elektrolyse (Sauerstoff und Wärme) notwendig. Bei der Elektrolyse von Wasser (H_2O) entstehen $0,5 \text{ Nm}^3$ Sauerstoff (O_2) pro 1 Nm^3 Wasserstoff (H_2). Etwa 25 – 30% der eingesetzten elektrischen Energie werden in Wärme auf einem Temperaturniveau von 70 – 90°C umgewandelt. Erst die effiziente und wirtschaftliche Nutzung dieser Nebenprodukte wird einen echten Technologiesprung bewirken, der die zukünftige Anwendung von Öko-Wasserstoff als alternativem Treibstoff möglich machen wird. Damit wird die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern in Zukunft reduziert sowie die Versorgungssicherheit des Transportsektors erhöht.

Untersuchung der gekoppelten Erzeugung von Öko-Wasserstoff als alternativem Treibstoff mit effizienter Nutzung der Nebenprodukte Sauerstoff und Wärme in Österreich mit einem richtungweisenden Fallbeispiel.

INFO

Projektleitung:

Joanneum Research
Forschungsgesellschaft mbH

Projektpartner:

HyCentA Research GmbH,
Linde Gas GmbH

In einer technischen Analyse wurden die unterschiedlichen Möglichkeiten der gekoppelten Nutzung von Sauerstoff und Wärme bei der Erzeugung von Öko-Wasserstoff grundlegend untersucht. Die interessantesten Optionen wurden ökonomisch und ökologisch bewertet, wobei nach der Wasserstoff, Sauerstoff und Wärme orientierten Betriebsweise unterschieden wurde. Aus ökologischer Sicht ist der Wärme orientierte Betrieb besonders günstig zu beurteilen, da fossile Energieträger zur Wärmeherzeugung ersetzt werden können. Das Potential der möglichen Wärmesubstitution ist sehr groß, womit auch große Wasserstoffmengen als alternativer Treibstoff mit Wärmeherzeugung möglich wären. Die durch den Wärmeverkauf erzielbaren Erlöse sind gering, und tragen zu einer Reduktion der Wasserstoff-Kosten von etwa 5 – 10% im Vergleich zur elektrolytischen H_2 -Erzeugung ohne Wärmenutzung nicht wesentlich bei. Aus ökonomischer Sicht ist der Sauerstoff orientierte Betrieb günstig zu beurteilen, da durch den Verkauf von Sauerstoff hohe Erlöse erzielt werden können, die die Erzeugungskosten für Wasserstoff um 15 – 60% deutlich reduzieren können.

Die Analyse der Zukunftspotentiale zeigt, dass der Ersatz des gesamte Sauerstoffes, der derzeit in Österreich durch Luftzerlegung erzeugt wird, durch die elektrolytische Erzeugung von Sauerstoff ersetzt werden würde, könnten 2 – 3% Wasserstoff im Verkehrssektor eingesetzt werden. Würden 10% des derzeitigen Wärmebedarfes durch Wärme aus der elektrolytischen Wasserstoff-Erzeugung gedeckt, so könnten etwa 25% des derzeitigen Treibstoffbedarfes durch Wasserstoff gedeckt werden.

Im Fallbeispiel zur innovativen elektrolytischen Erzeugung von Öko-Wasserstoff am HyCentA in Graz wurde eine Machbarkeitsanalyse durchgeführt, die zeigt, dass ein luftgekühlter PEM-Elektrolyseur mit einer Kapazität von $0,5 \text{ Nm}^3 \text{ H}_2/\text{h}$ den derzeitigen Bedarf an gasförmigen Wasserstoff am HyCentA abdecken könnte. Die Wärme würde zur Beheizung des Büros sowie zur Warmwasserherzeugung genutzt, der Sauerstoff würde nach der Reinigung in Druckflaschen abgefüllt und als technisches Gas abgegeben werden.



DIE ÖKO-WASSERSTOFF-TANKSTELLE DER ZUKUNFT

Demonstration der gekoppelten elektrolytischen Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff, Sauerstoff und Wärme aus Ökostrom am HyCentA

Am HyCentA in Graz wird eine innovative „Öko-Wasserstoff-Tankstelle der Zukunft“ aufgebaut, mit der die gekoppelte Erzeugung (Elektrolyse mit Öko-Strom) und Nutzung von Öko-Wasserstoff, Sauerstoff und Wärme im praktischen Einsatz erprobt wird. Im Rahmen von „Driving Events“ mit Wasserstoff-Fahrzeugen, z.B. im Rahmen der Zweiten Österreichischen Wasserstoff-Konferenz in Graz, wird der Betrieb einer Öko-Wasserstoff-Tankstelle einem Fachpublikum und der Öffentlichkeit demonstriert. Im Rahmen dieser „Driving Events“ werden auch zukünftige Anwender, z.B. Tankstellenbetreiber, Flottenbetreiber (z.B. Post, Taxi, Verkehrsbetriebe), eingebunden, um die Möglichkeit für die mittelfristige Markteinführung von Öko-Wasserstoff als alternativen Treibstoff an Tankstellen der Zukunft darzustellen.

Der Fokus des Demonstrationsprojektes liegt auf der messtechnischen Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Komponenten, der Einpassung in das Gesamtkonzept am HyCentA sowie die Erprobung in einem realen Umfeld. Das Projekt erweitert die bestehende Wasserstoff-Tankstelle um die wesentliche Komponente der innovativen Öko-Wasserstoff-Erzeugung und somit wird am Gesamtsystem eine „Öko-Wasserstoff-Tankstelle der Zukunft“ demonstriert. Ausgehend von der in Ausarbeitung befindlichen Machbarkeitsstudie werden die Detailplanungen für die Komponenten für die der Öko-Wasserstoff-Tankstelle durchgeführt. Für die Anlagenkomponenten werden Angebote eingeholt und evaluiert. Die Anlagenkomponenten werden bestellt; gleichzeitig wird ein Messprogramm für die Evaluierung des praktischen Betriebes bei stationären und instationären Betriebszuständen erstellt, insbesondere für die vier folgenden Bereiche:

- > Öko-Stromeinsatz
- > Sauerstoff-Erzeugung und Nutzung
- > Wasserstoff-Erzeugung und Nutzung
- > Wärme-Erzeugung und Nutzung

Die Anlagenkomponenten werden in Modulbauweise (eventuell in Containern) installiert. Anschließend erfolgen die Inbetriebnahme der Anlagenkomponenten sowie die Integration in die bestehende Infrastruktur. Ergänzend werden sicherheitsrelevante Aspekte untersucht. Die für das Messprogramm notwendigen Messeinrichtungen werden spezifiziert und die messtechnische Ausrüstung wird in die Anlage integriert, um unter anderem typische Lastgänge von Anlagen zur Öko-Strom-Erzeugung abzubilden und die Auswirkungen auf die Erzeugung und Nutzung der drei Koppelprodukte Öko-Wasserstoff, Sauerstoff und Wärme zu ermitteln und zu optimieren. Im Rahmen der „Driving Events“ werden Wasserstoff-Fahrzeuge die „Öko-Wasserstoff-Tankstelle der Zukunft“ als Gesamtsystem eines zukunftsweisenden Verkehrssystems demonstrieren. Die Wasserstoff-Fahrzeuge werden aus anderen nationalen und internationalen Projekten zur Verfügung gestellt, wobei dies neben klassischen Personen-Kfz auch Zweiräder, Nutzfahrzeuge bzw. Sonderfahrzeuge sein können.

Projekttablauf:

Der Projekttablauf wird in folgende vier Abschnitte unterteilt:

1. Vorarbeiten zur Realisierung der Demonstrationsanlage
2. Analyse der (zukünftigen) Markt- und Betriebsaspekte und der verkehrs- und umweltpolitischen Vorteile
3. Prototypen der Schnittstellen der gekoppelten Erzeugung von Öko-Wasserstoff, Sauerstoff- und Wärme zur bestehenden Infrastruktur und deren Nutzung
4. Betrieb einer Öko-Wasserstoff-Tankstelle der Zukunft mit begleitender messtechnischer Evaluierung unterschiedlicher Betriebszustände

Die Öffentlichkeitsarbeit, in der auch das „Driving Event“ stattfindet, wird hierzu parallel durchgeführt, um diese Demonstration in Fachkreisen und einer interessierten Öffentlichkeit auch bekannt zu machen.

Das Projekt wurde vor kurzem gestartet, der Text entspricht daher der Projektvorhabensbeschreibung.

Aufbau einer innovativen „Öko-Wasserstoff-Tankstelle der Zukunft“, mit der die gekoppelte Erzeugung (Elektrolyse mit Öko-Strom) und Nutzung von Öko-Wasserstoff, Sauerstoff und Wärme im praktischen Einsatz erprobt wird. Im Rahmen von „Driving Events“ mit Wasserstoff-Fahrzeugen wird der Betrieb einer Öko-Wasserstoff-Tankstelle einem Fachpublikum und der Öffentlichkeit demonstriert.

INFO

Projektleitung:

Joanneum Research
Forschungsgesellschaft mbH

Projektpartner:

Linde Gas GmbH,
Biovest Consulting GmbH,
OMV Refining & Marketing GmbH,
HyCentA Research GmbH,
Weizer Naturenergie GmbH

NACHHALTIGE WASSERSTOFFPRODUKTION IN ÖSTERREICH

Evaluierung der Möglichkeiten der nachhaltigen Produktion von (Bio)Wasserstoff in Österreich mit besonderem Augenmerk auf den Einsatz nachwachsender Rohstoffe und die Anwendung im automotiven Bereich.

Hinsichtlich der Verwendung von Wasserstoff als Energieträger im automotiven Bereich wird zwar an den Themen Betankung/Speicherung sowie Antriebstechnik intensiv geforscht, bei der Bereitstellung des notwendigen Wasserstoffs stützt man sich jedoch nach wie vor auf konventionelle Rohstoffe wie Rohöl oder Erdgas. Dabei kann gerade der Energieträger Wasserstoff über verschiedene regenerative Wege erzeugt werden. Als Ausgangsmaterial bietet sich in Österreich Biomasse wie Holz, Stroh und Energiepflanzen aber auch biogene Abfallstoffe aus industriellen Produktionsprozessen an.

In dieser Studie werden Gesamtprozessketten vom Rohstoff über die Herstellung, den Transport und die Speicherung bis hin zur Nutzung des Wasserstoffs im automotiven Bereich mittels Prozesssimulation und Life-Cycle-Analyse untersucht und beurteilt. Um eine nachhaltige Produktion des Wasserstoffs zu gewährleisten, kommt dem Rohstoff eine besondere Bedeutung zu. Daher wird im Zuge dieser Studie auch ermittelt, in welchen Mengen verschiedene Rohstoffe in Österreich nachhaltig verfügbar sind und wie groß das Potential dieser Rohstoffe zur Wasserstoffproduktion ist.

Die Studie betrachtet die Herstellung, Speicherung und Nutzung von (Bio)Wasserstoff in Österreich für Verwertungsszenarien im automotiven Bereich. Als Ergebnis werden für verschiedene Prozessketten vom Rohstoff bis hin zur Nutzung im Motor bzw. der Brennstoffzelle im Fahrzeug technische, wirtschaftliche und ökologische Bewertungen vorliegen.

Als Verfahren zur H₂-Herstellung aus erneuerbaren Rohstoffen werden thermische (Vergasung) und fermentative (Biogas-, Dunkel- und Photofermentation) Technologien berücksichtigt, wobei jedes Verfahren in Kombination mit mehreren Rohstoffen untersucht wird. Bei der Vergasung und Biogasfermentation ist eine Reformierung des erzeugten Rohgases erforderlich, wobei zwei Szenarien untersucht werden: die dezentrale Reformierung direkt in der Anlage und die zentrale Reformierung mehrerer Gasströme in einer Großanlage. Bei der zentralen Variante wird das Rohgas zunächst auf Erdgasqualität gereinigt, in das Erdgasnetz eingespeist und über eine Erdgaspipeline zur zentralen Reformieranlage transportiert.

INFO

Projektleitung:

TU Wien – Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

Projektpartner:

Profactor Produktionsforschungs GmbH,
OMV Aktiengesellschaft – Corporate Strategy

Als Referenztechnologien werden in der Studie die „Stand der Technik“ Methoden Dampfreformierung von Erdgas und alkalische Wasserelektrolyse mit elektrischem Strom herangezogen. Für den Transport des Wasserstoffs werden sowohl LKW als auch Pipeline berücksichtigt, die Speicherung im Fahrzeug wird gasförmig bei 350 bar bzw. 700 bar erfolgen. Als Antrieb der Fahrzeuge werden sowohl Brennstoffzellen als auch Verbrennungskraftmotoren in Betracht gezogen.

Ergebnis dieser Studie ist die technische, ökologische und wirtschaftliche Bewertung der verschiedenen Gesamtprozessketten für die Erzeugung von Wasserstoff aus Biomasse und dessen Anwendung im automotiven Bereich in Österreich.

THERMODYNAMIK IN ROHRLEITUNGEN VON FLÜSSIGWASSERSTOFFTANKS

Kryotank

Der automotiv Einsatz dieser kryogenen Tanksysteme bedingt jedoch eine komplizierte Verlegung der Befüll-, Entnahme- und Sicherheitsleitungen, da der Einbau auf Grund der Packagevorgaben horizontal zu erfolgen hat. Eine falsche Auslegung der Leitungssysteme kann zur Entstehung sogenannter Heat-Pipes führen, die sich durch einen extrem hohen Wärmetransport vom warmen zum kalten Leitungsende auszeichnen. Dadurch kann ein beschleunigter Druckanstieg im Tankinneren auftreten. Mit Heat-Pipe-Effekten in Rohrleitungen sind weitgehend nur praktische Erfahrungen vorhanden, und die Parameter der auftretenden Effekte sind nur grob erfasst. Die Optimierung eines bestimmten Tankdesigns zur Vermeidung dieser Effekte ist jedoch aufwendig und kostenintensiv. Darüber hinaus sind Experimente mit flüssigem Wasserstoff nicht ganz ungefährlich. Es bestand daher der Wunsch nach einem Simulationsmodell, das auf rein rechnerischer Basis die gleichen Möglichkeiten bietet.

Ziel des Projektes „Kryotank“ war es daher, die Entwicklung eines soweit als möglich auch experimentell verifizierten Rechenmodells zur Simulation der instationären Strömungs- und Phasenübergangsvorgänge von gasförmigem und flüssigem Wasserstoff in Kryotanks. Der Vorteil der Simulationsrechnung liegt in der theoretischen Modellbildung, sodass bei ausreichender Iteration dieses Vorgangs Einsparungen bei Prototypen (Zeit und Kosten) und Optimierung möglich sind.

Dazu wurden zunächst verschiedene kryogene Flüssigkeiten im Bezug auf thermodynamisch charakteristische Stoffgrößen verglichen, um zu überprüfen, ob gegebenenfalls zur Modellvalidierung auch ein anderes sichereres und / oder billigeres Ersatzfluid herangezogen werden kann. Die Suche danach zeigte, dass keines der naheliegenden Fluide diejenigen Eigenschaften aufweist, die es als Ersatzfluid prädestinieren würden. Anschließend wurde an Hand von Modellrechnungen das Verhalten von kryogenem Wasserstoff in Rohrleitungen unter vereinfachten Bedingungen analysiert. Dabei wurde der Einfluss der Geometrie sowie das Verhältnis zwischen Wärmetransport via Stahlrohr und Wärmetransport via Wasserstoffgas untersucht. Ein mathematisches Modell zum Phasenübergang wurde erstellt. Die Grundlage des mathematischen Modells bilden Bilanzgleichungen für Masse, Impuls und Energie von Fluiden. Insbesondere die Modellierung der Trennflächen zwischen gasförmigen und flüssigem Wasserstoff wurde betrachtet. Alle bisherigen Modellansätze beruhen auf der Annahme, dass in dieser Zone thermodynamisches Gleichgewicht zwischen der flüssigen und der Gasphase vorliegt. Für die realitätsnahe Berechnung der physikalischen Vorgänge im Kryotank und zur Ermittlung der Abdampftrate des Wasserstoffs ist jedoch eine möglichst genaue Kenntnis des instationären Stoffübergangs sowie die Berücksichtigung der Temperatur- und Druckabhängigkeit der Diffusionskoeffizienten in der Phasenübergangszone von essentieller Bedeutung.

Die Erkenntnisse der Simulation finden in der Auslegung von Flüssigwasserstoff-Speichersystemen ihre Anwendung.

Wasserstoffbetriebene Motoren und Brennstoffzellen stellen einen wichtigen Entwicklungsschritt von konventionellen, mit fossilen Brennstoffen angetriebenen Motoren zu sauberen und umweltfreundlichen Antriebssystemen dar. Als Antriebsquelle kann dazu flüssiger Wasserstoff dienen, der in vakuumisolierten Druckbehältern gespeichert wird.

INFO

Projektleitung:

Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG

Projektpartner:

Messer Austria GmbH,
Montanuniversität Leoben – Christian-Doppler-Laboratorium für Rechnergestützte Angewandte Thermofluidynamik



L-H₂-INNENTANKAUFHÄNGUNG

Kombination von Rohrleitungen und Innentankaufhängung von L-H₂-Tanksystemen

Angesichts der begrenzten Ressourcen an fossilen Treibstoffen und der Notwendigkeit zur Senkung der umweltschädlichen Schadstoffemissionen im Individualverkehr sind nachhaltige, alternative Treibstoffe und Fahrzeugantriebe der Schlüssel zur Sicherung der zukünftigen individuellen Mobilität. In internationalen Studien wird Wasserstoff häufig als der aussichtsreichste Kraftstoff der Zukunft bezeichnet. Die Entwicklung von kryogenen Tanksystemen, insbesondere für die Wasserstoffspeicherung, stellt hierbei eine der Schlüsseltechnologien dar. Bei der Speicherung von flüssigem, tiefkaltem Wasserstoff bei etwa 20 K (-253°C) wird durch die Umgebung permanent Wärme in das Tanksystem eingebracht. Ein wesentlicher Anteil der eingebrachten Wärme gelangt durch Wärmeleitung über die Rohrleitungen und die Innentankaufhängung in das Tanksystem. Durch diesen Wärmeeintrag erhöht sich der Speicherdruck, welcher aus Gründen der Behälterfestigkeit begrenzt ist. Erreicht der Speicherdruck einen festgelegten Höchstwert, muss Wasserstoff abgelassen werden. Durch dieses Ablassen geht Wasserstoff – als Treibstoff ungenutzt – verloren.

Das Projekt beschäftigt sich konzeptionell mit der Aufhängung von Flüssigwasserstofftanks für Kraftfahrzeuge. Über den innovativen Ansatz einer Kombination von Tankaufhängung und Rohrleitungen wird versucht, die Leistungsmerkmale des Tanksystems zu steigern und die Systemkomplexität zu reduzieren. Eine tragende Rolle bei den Überlegungen spielen neuartige Kunststoffverbundwerkstoffe.

Bisher wurden die im Vakuumraum verbauten funktionalen Komponenten – Rohrleitungen, Ventile und Innentankaufhängung – weitgehend isoliert betrachtet. Ziel des Projekts war es, eine Kombination dieser Komponenten, die den Wärmeeintrag in das Tanksystem und damit die Verluste durch Wärmeeintrag möglichst reduziert, zu entwickeln. Dabei war die grundlegende Frage zu untersuchen, in welcher Art eine funktionelle Kombination dieser Komponenten sinnvoll und möglich ist. Vorteile können neben der angestrebten deutlichen Senkung des Wärmeeintrags durch Wärmeleitung eine Reduktion der Systemkomplexität sowie eine Verringerung der Masse des Tanksystems sein. Aufgrund des großen Spektrums an realisierbaren Werkstoffeigenschaften (mechanische, thermische und funktionelle Eigenschaften) spielten Polymerwerkstoffe,

INFO

Projektleitung:

MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & Co KG

Projektpartner:

Advanced Polymer Engineering GmbH,
Polymer Competence Center Leoben GmbH

und insbesondere Verbundwerkstoffe, bei den Lösungsansätzen eine entscheidende Rolle. Im Fokus der Untersuchungen standen neben der thermischen Verbesserung auch die im Betrieb und im Crashfall auftretenden thermomechanischen bzw. mechanischen Lasten, die von der zu entwickelnden Rohrleitungs- Innentankaufhängungs- Kombination zuverlässig aufzunehmen sind.

Ergebnis des Projekts ist ein innovatives Aufhängungskonzept, welches gegenüber dem Stand der

Technik Vorteile hinsichtlich des thermodynamischen, dynamischen und statischen mechanischen Verhaltens zeigt. Im Rahmen experimenteller Untersuchungen wurde die Funktionalität der neuartigen Konstruktion aus einem alternativen Werkstoff unter Beweis gestellt. Der Prototyp dient als Grundlage für zukünftige Serienentwicklungen im Bereich der automotiven Flüssigwasserstoffspeicherung.

SPD-MAGNESIUM

Severe Plastic Deformation für nano-kristallines Magnesium als Festkörper-Wasserstoffspeicher

Ziel des Projekts war es, über theoretische und experimentelle Machbarkeitsuntersuchungen zu ermitteln, ob und in welcher Weise eine Beschleunigung der Prozesse der Wasserstoffspeicherung im Magnesiumhydrid sowohl durch Katalysatoren als auch Nanostrukturierung (durch zwei neue viel versprechende Verfahren) möglich ist.

Nach Literaturrecherche wurden einige mit Katalysatoren vermengte Magnesiumlegierungen ausgewählt und hergestellt. Diese wurden anschließend mittels der o.g. Verfahren verarbeitet, wobei wichtige Prozessparameter gezielt variiert wurden, um die angestrebte Mikrostrukturverkleinerung zu bewirken. Nachfolgende Charakterisierung der Struktur mittels licht- und elektronenmikroskopischer Untersuchungen bestätigten, dass es auf diesem Wege gelungen ist, die Ausgangskorngröße von über 1 µm auf 300 nm zu reduzieren und damit das angestrebte Ziel zu erreichen. Anschließend wurden zyklischen Be- und Entladentests mit Wasserstoff in einer computergesteuerten Wasserstoff-Beladeanlage durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bestätigten, dass das mit Katalysatoren legierte Magnesium in nanokristalliner Form sowohl die erforderlichen Speicherkapazitäten von 5 Gewichtsprozent als auch rasche Be- und Entladekinetik aufweist und demzufolge den Anforderungen als Wasserstoffspeichermedium für automobilen Bereich entspricht.

INFO

Projektleitung:

ARC Seibersdorf research GmbH

Projektpartner:

Neumann Aluminium Austria GmbH,
Messer Austria GmbH,
Bitter Engineering & Systemtechnik GmbH,
Universität Wien – Institut für Materialphysik

Für den längerfristigen Umstieg auf alternative automotive Treibstoffe gilt Wasserstoff in Verbindung mit einer Brennstoffzelle als aussichtsreichster Kandidat. Ein zentrales Problem bei der Umsetzung stellt indes die Speicherung des Wasserstoffs dar. Als ein alternativer Weg – neben der Methoden der Speicherung in flüssiger Form bei tiefen Temperaturen oder als verdichtetes Gas in Hochdrucktanks – bietet sich die Anwendung der reversiblen Bildung bzw. Zersetzung von Leichtmetallhydriden (z.B. auf Magnesiumbasis) an. Ihre wesentlichen Vorteile als Wasserstoffspeicher für automotive Anwendungen liegen in erster Linie in der hohen volumetrischen Speicherdichte (50% mehr als im flüssigen Zustand) und in der beliebigen Form des Tanks.

FE-MODELLIERUNG LH₂/MLH₂I

Modellierung der Hertz'schen Kontakte von LH₂-Innentanklagerungen

Im Rahmen des Projektes soll ein Isolations- und Lagerungskonzept für Doppelwandtanksysteme für Flüssigwasserstoff-Kraftfahrzeuge gefunden werden. Die Innovation des Projektes beruht auf dem Konzept des minimierten Wärmeübertrags bei punktförmigen Kontakten.

Die Speicherung von Wasserstoff in flüssiger Form in einem Autotank verlangt eine bestmögliche thermische Isolierung des Tanks, um Erwärmung und ein Abdampfen des Wasserstoffs zu vermeiden. Als thermale Isolierung sind doppelwandige Tanks, mit Superisolation in einem Vakuumpalt Stand der Technik, die eine hervorragende Isolationswirkung ermöglichen. Für die mechanische Lagerung des Innentanks im Außentank wird im Rahmen dieses Projekts eine vollmetallische oder keramische Lagerung mit minimiertem Wärmeeintrag durch den Einsatz von Punktkontakten analytisch im Rahmen einer mittels Finite Elemente Thermalrechnung optimierten Konstruktion untersucht. Die Analyseparameter werden durch ein parallel laufendes Versuchsprogramm validiert (siehe Testprogramm LH₂I/TLH₂I).



Im Rahmen des Projektes werden ein lokales Modell eines Punktkontaktes, sowie ein Modell einer Tankaufhängung entwickelt. Das lokale Modell des Punktkontaktes bildet dabei den Versuchsaufbau des Parallelprojektes ab. Es dient zur Korrelation mit den Versuchsergebnissen, so dass die physikalischen Eigenschaften der Wärmeleitung über Punktkontakte rechnerisch erfassbar werden. Im Rahmen des Test-Programms zeigte sich eine wesentliche Abhängigkeit des Wärmeübergangs nicht nur von der Temperaturdifferenz und der Materialpaarung, sondern insbesondere auch von der lokalen Verteilung und der Höhe der Pressung im Kontakt. Diese Abhängigkeiten wurden nun in das Rechenmodell eingearbeitet, sodass die Simulationsergebnisse gut mit den Versuchsergebnissen korrelieren. Das Rechenmodell ermöglicht nun die Vorhersage des Wärmeeintrags durch eine vollmetallische oder keramische Lagerung mit minimiertem Wärmeeintrag durch den Einsatz von Punktkontakten.

INFO

Projektleitung:

Austrian Aerospace GmbH

Projektpartner:

TU Wien – Institut für Angewandte
und Technische Physik,
Bayerische Motoren Werke AG

Durch die durch Thermalrechnung unterstützte optimierte Konstruktion kann letztendlich ein theoretisch hinterlegt und im Parallelprogramm experimentell überprüftes, optimiertes Lagerungskonzept mit punktförmigen Kontakten für Fahrzeugtanks entwickelt werden.

HYCONTROL

Tanksteuergerät für Flüssigwasserstofftanks

Flüssigwasserstofftanks im Automobil stellen eine technologische Herausforderung sowohl an die funktionelle Machbarkeit als auch an die zu erbringende entsprechende Betriebssicherheit und die praktikable Umsetzung solcher Systeme dar.

Wasserstoff als Antriebsmedium wird bei einer Temperatur von -253°C in einem doppelwandig ausgeführten Behälter mit hochvakuumisoliertem Zwischenraum für die Nutzung im Kraftfahrzeug in flüssiger Form bereitgehalten.

Das Tanksteuergerät zur Bedienung eines automotiven Flüssigwasserstofftanks muss durch Auswertung einer Vielzahl an Sensoren und Ansteuerung von Aktuatoren für die geforderte Funktionalität und Betriebssicherheit des Systems sorgen. Mit Hilfe von Aktuatoren, wie z.B. von Tankventilen und einer Druckaufbaupumpe, kann das Steuergerät die Zustände des Tanksystems beeinflussen und somit dem Fahrzeug/Fahrer bestimmte Betriebsmodi zur Verfügung stellen. Ein solcher Betriebsmodus ist die Betankung, bei der besonders die Füllmasse überwacht wird und bei Erreichen eines definierten Wertes die Betankung zur Verhinderung einer Überfüllung abgebrochen wird. Ein weiterer wesentlicher Betriebsmodus ist die Entnahme, die sich durch Regelung des Innentankdruckes auf einen konstanten Wert auszeichnet.

Vor allem die Betriebssicherheit wurde im Projekt HyControl mit besonderem Augenmerk behandelt. So wurde das Tanksteuergerät gemäß den Anforderungen nach ISO 61508 SIL-3 für sicherheitsbezogene programmierbare elektrische und elektronische Systeme entwickelt, um bei einem kritischen Steuergerätfehler in weiterer Folge den unkontrollierten Austritt von Wasserstoff zu verhindern.

Bis zum aktuellen Zeitpunkt wurden im Projekt HyControl zwei Musterstände entwickelt, die den Fortschritt sowohl im internen Projekt als auch in korrespondierenden Projekten (z.B. Weiterentwicklung des Tankbehälters) widerspiegeln. Daraus resultiert für den zweiten Musterstand eine in vielen Bereichen erweiterte und verbesserte Funktionalität, wie z.B. die Option zur Einbindung eines zukünftigen Boil-Off Management Systems.

Konkret stellt sich das Tanksteuergerät hinsichtlich Hardware als ein Dualprozessorsystem mit sicherheitsrelevanter Umsetzung, entsprechend SIL3, von Sensorik- und Aktuatorikmodulen dar. Dies bedeutet vor allem eine umfangreiche Diagnosemöglichkeit durch Auswertung diverser Signale und Aktivierung von Testschaltungen. Das für den Betrieb des Tanksteuergerätes entwickelte Softwaresystem zeichnet sich durch einen hohen Grad an Modularität aus, wodurch zukünftige Anpassungen erheblich erleichtert werden. Durch Anwendung teilweiser SW-Diversität und den Einsatz zweier unterschiedlicher, preemptiver Betriebssysteme wird die Gesamtsicherheitsanforderung in Software erfolgreich umgesetzt.

Um einen Flüssigwasserstofftank im Automobil funktionstüchtig und sicher zu betreiben, ist ein erhöhter steuerungstechnischer Aufwand erforderlich. Die Sensorsignalerfassung, die Datenverarbeitung und die Steuerung des Tanksystems sind nach sicherheitstechnischen Kriterien durchzuführen. Im Zuge des Projekts „HyControl“ wird ein elektronisches Steuergerät entwickelt, welches diesen speziellen Anforderungen für den Einsatz im Automobil entsprechend Rechnung trägt.

INFO

Projektleitung:

MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik
AG & Co KG

Projektpartner:

Siemens AG Österreich,
TU Graz – Institut für Elektronik

HYDRO-PIM

Pulverspritzgießen von sicherheits-, funktions- und gewichtsoptimierten Bauteilen für die Wasserstoffspeicherung

Der Einsatz von Wasserstoff als ökologische Alternative zu klassischen automotiven Kraftstoffen ist zwar schon seit langer Zeit im Gespräch, er galt aber bisher als zu teuer und als zu wenig praktikabel. Die technologischen Fortschritte der letzten Jahre zeigen jedoch, dass Wasserstoff sehr wohl als mittelfristige Alternative für fossile Energieträger zu sehen ist. Eine auf Wasserstoff basierende Antriebstechnologie wäre auch dringend notwendig, um dem EU-Ziel eines 20%-Anteils an alternativen Kraftstoffen im Jahr 2020 zu entsprechen.

In HYDRO-PIM werden Bauteile von Flüssigwasserstoff-Speichertanks mit der innovativen Fertigungstechnologie des Pulverspritzgießens (PIM) hergestellt und getestet. Mit PIM können komplexe Bauteile hinsichtlich Gewicht und Kosten optimiert werden. Die Charakterisierung der pulvermetallurgischen Werkstoffe, die für die Herstellung dieser Komponenten verwendet werden, ist ebenfalls integraler Bestandteil des Projektes HYDRO-PIM.

Ein nach wie vor aktuelles Thema ist die Entwicklung geeigneter Speicher bzw. Tankseinheiten für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge. Um Wasserstoff verstärkt als Energieträger nutzen zu können, ist es notwendig, effektive und sichere Speicherverfahren zu entwickeln. Druck- und Flüssiggasspeicherung gehören heute zum Stand der Technik. Allerdings unterliegen die Tanksysteme großen thermischen und mechanischen Beanspruchungen. Deshalb müssen die Komponenten dieser Tanksysteme massiv ausgeführt werden und sind daher auch entsprechend schwer. Komplexere Komponenten solcher Tanksysteme wie Ventilblöcke werden in der Regel zerspanend (Fräsen, Drehen, Bohren) hergestellt. Mit PIM (Powder Injection Molding, Pulverspritzgießen) steht ein innovatives Verfahren für die Herstellung von gewichtsoptimierten Bauteilen aus hochwertigen Werkstoffen zur Verfügung. Das Verfahren vereint die Formenvielfalt des Kunststoffspritzgießens mit der Werkstoffvielfalt der Pulvertechnologie. Somit lassen sich komplexe Bauteile aus Metall (z. B. Edelstahl) in größeren Stückzahlen mit hoher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit kostengünstig herstellen.

INFO

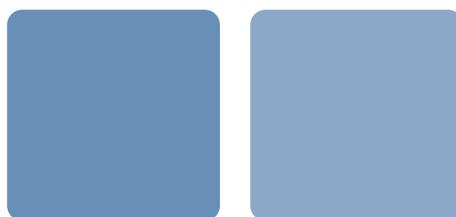
Projektleitung:

Austrian Research Centers GmbH – ARC

Projektpartner:

MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & Co KG,
Ernst Wittner GmbH,
Westcam Projektmanagement GmbH

Im Projekt HYDRO-PIM wurde die PIM-Technologie zur Herstellung von zwei unterschiedlichen Bauteilen aus Werkstoff DIN 1.4404 für Flüssigwasserstoff-Speichertanks eingesetzt und die Eignung von pulvermetallurgischen Werkstoffen hinsichtlich Gasdichtheit, Tieftemperatureignung, Wasserstoffversprödung und Festigkeit für diesen Einsatzzweck überprüft. Durch Ausnutzung der PIM-Gestaltungsmöglichkeiten konnte eine höhere Funktionalität und Sicherheit (z. B. weniger Komponenten – weniger Dichtungen – weniger Fehlerquellen) bei kleinerem Raumbedarf und erheblich verringertem Gewicht erreicht werden. Entsprechende Konstruktionsrichtlinien für sicherheitsgerechte PIM-Bauteile bei Wasserstoffeinsatz wurden erstellt. Derzeit werden die Musterteile zweier Komponenten – eines Ventilblockes und eines weiteren Bauteiles – in einem Teststand am HyCentA auf deren Eignung geprüft. In Folge wird die Gewichts- und Kostenreduktion gegenüber herkömmlichen Herstellungstechnologien quantifiziert und das Einsparungspotenzial für weitere kryogene Komponenten abgeschätzt. Bei einem erfolgreichen Einsatz pulvermetallurgischer Werkstoffe für Wasserstoffspeicherkomponenten ist der Grundstein für einen zukünftig breiteren, automotiven Einsatz der innovativen PIM-Technologie gelegt.



L-H₂-PERIPHERIE

Innovatives Peripheriesystem für Flüssigwasserstofftanks

Die Wasserstoffspeicherung wird eine Schlüsselrolle auf dem Weg zur regenerativen Energiewirtschaft spielen. Mit der tiefkalten Flüssigwasserstoffspeicherung erzielt man die höchstmögliche Energiespeicherdichte. Der Antrieb von Kraftfahrzeugen mit einem derartigen Kraftstoffspeichersystem gilt nicht nur wegen der schadstoffarmen Umsetzung des Kraftstoffs, sondern auch wegen der realisierbaren hohen Reichweite als Alternative zu herkömmlichen, auf fossiler Verbrennung basierenden, Fahrzeugantrieben.

Die derzeit für eine Kleinserie entwickelten Tanks haben Peripheriesysteme, die noch nicht in jeder Hinsicht voll befriedigen. So ist etwa das dynamische Verhalten des Tanksystems bei niedrigem Tankdruck, wie er sich etwa nach Beendigung des Tankvorgangs im Tank einstellt, sehr schlecht. Auf Grund des niedrigen Drucks kann dem Verbraucher nur wenig Treibstoff zugeführt werden. Es ist keine Druckerhöhung ohne gleichzeitigen Treibstoffverbrauch möglich. Für das Fahrzeug bedeutet dieser Umstand, dass in einer solchen Situation nur wenig Antriebsleistung zur Verfügung gestellt werden kann. Ferner weisen die gegenwärtig eingesetzten Ventile in technologischer Hinsicht noch Mängel auf; es gelingt nicht immer, die funktionellen Anforderungen (z. B. Zuverlässigkeit) in einer automotiven Technik umzusetzen. Durch Minimierung der Anzahl der verwendeten Rohrleitungen ist eine Verringerung der Komplexität des Tanksystems realisierbar.

Mit dem vorliegenden Projekt wurde ein neuartiges verfahrenstechnisches Tankschaltbild realisiert. Dieses beinhaltet ein neues Druckaufbausystem, welches aus einem offenen Wärmeüberträger und einer Wasserstoffpumpe besteht. Für die Steuerung des Systems werden vier Ventile, die auf Raumtemperaturniveau arbeiteten, und zwei Ventile, die mit kryogenen Temperaturen in Kontakt kommen, benötigt.

In der ersten Phase wurden von den Partnern sämtliche benötigten Komponenten getrennt voneinander parallel entwickelt. In einer zweiten, zeitlich kürzeren Phase, wurden die Komponenten zu einem kompletten Tanksystem zusammengebaut und anschließend in einer Versuchsserie das einwandfreie Funktionieren des Gesamtsystems für alle denkbaren Betriebszustände nachgewiesen.

Ergebnis des Projektes ist ein innovatives Flüssigwasserstofftanksystem, welches gegenüber dem Stand der Technik Vorteile hinsichtlich der Systemdynamik und Verlässlichkeit bietet. Durch die deutliche Verringerung der Komplexität und die Verwendung einer alternativen Mehrschichtisolation konnte der Wärmeeintrag und die damit verbundene Abdampftrate wesentlich verringert werden. Im Rahmen des Projekts wurde die Funktionsweise des Tanksystems unter Beweis gestellt. Der Prototyp stellt eine Basis für zukünftige Serienentwicklungen im Bereich der automotiven Flüssigwasserstoffspeicherung dar.

Im Projekt L-H₂-Peripherie wurde ein neuartiges Funktionsprinzip für die Flüssigspeicherung von Wasserstoff in Kraftfahrzeugen entwickelt. Die Neuerung umfasste hauptsächlich die Druckaufbaufunktion zur Entnahme von H₂ aus dem Speicher, die durch eine kleine Wasserstoffpumpe realisiert wurde. Das Peripheriesystem verlor dadurch wesentlich an Komplexität. Im Zuge des Projektes wurden die benötigten Hauptkomponenten des Peripheriesystems, das sind im wesentlichen die Ventile und die Wasserstoffpumpe, auf Komponentenebene erprobt. Am Ende des Projekts wurde die Funktion des Gesamtsystems am Wasserstoffprüfstand an Hand von mehreren Versuchen bestätigt.

INFO

Projektleitung:

MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & Co KG

Projektpartner:

Test-Fuchs – Ing. Fritz Fuchs GmbH,

VENTREX Automotive GmbH,

HyCentA Research GmbH

TANKISOLATION

Innovative Isolationstechniken für automobiler Flüssigwasserstoffsysteme

Angesichts der begrenzten Reserven an fossilen Treibstoffen und der Notwendigkeit zur Senkung der umweltschädlichen Schadstoffemissionen im Individualverkehr sind nachhaltige, alternative Treibstoffe und Fahrzeugantriebe der Schlüssel zur Sicherung der zukünftigen individuellen Mobilität. In internationalen Studien wird Wasserstoff häufig als der aussichtsreichste Kraftstoff der Zukunft bezeichnet. Flüssigwasserstoffsysteme speichern Wasserstoff in flüssiger Form bei sehr tiefen Temperaturen (ca. 20K, -253°C). Eine technische Herausforderung bei der Entwicklung derartiger kryogener Speichersysteme ist die thermische Isolation des Innentanks zur Minimierung des Wärmeeintrags. Durch die eindringende Wärme verdampft im Innentank der flüssige Wasserstoff, wodurch der Tankinnendruck ansteigt. Ab einem gewissen Druckniveau muss Wasserstoff kontrolliert abgegeben werden, wodurch sich die Reichweite des Fahrzeuges reduziert.

Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung einer – für die automotiv Anwendung sowohl hinsichtlich der thermischen Leistungsfähigkeit als auch hinsichtlich des Fertigungsaufwandes und der umweltverträglichen Entsorgung günstigen – Isolation von Flüssigwasserstofftanks. Eine wesentliche Rolle bei den Überlegungen spielen neuartige Getter-Materialien zur nachhaltigen Stabilisierung des isolierenden Hochvakuums



Die Herausforderung in diesem Projekt ist, dass sämtliche Isolationstechniken bisher nur in idealisierten Anwendungsfällen untersucht wurden. Unter spezifisch automotiven Anforderungen, wie komplexen und durchdrungenen Isolationsgeometrien und Prozesssicherheit bei der Montage, sind sie bisher nicht untersucht worden. Ein

Schwerpunkt des Projekts war die Untersuchung unterschiedlicher Getter-Materialien. Getter sind Metall(legierungen) mit der Eigenschaft, Gase chemisch zu binden. Durch deren Einsatz kann in Vakuumkammern für die Dauer einer kalkulierten Betriebszeit ein bestimmter Mindestdruck aufrechterhalten werden.

INFO

Projektleitung:

MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & Co KG

Projektpartner:

ARC Seibersdorf research GmbH,

Alvatec Alkali Vacuum Technologies GmbH

Im Projekt wurde eine geeignete Vakuumkammer so präpariert, dass damit der Wärmefluss über das jeweilige Isolationskonzept – Vakuum, Mehrlagenisolation (MLI) oder Microspheres – unter definierten, der Einbausituation im Automobil in wesentlichen Punkten

ähnlichen Situationen, z.B. mit Umgebungstemperaturen zwischen 20°C und 60°C sowie unterschiedlichen Vakuumbedingungen zwischen 10^7 und 5×10^{-3} mbar, gemessen werden konnte. Dabei wurde jeweils der Effekt der Getter im Detail studiert, indem Restgaszusammensetzung und Getterleistung gegenübergestellt wurden. Dabei hat sich gezeigt, dass die Einbringung von Microspheres die Wärmeisolation nur um etwa einen Faktor 1.2 hingegen MLI Isolationen etwa um einen Faktor 17 gegenüber reiner Vakuumisolation verbessern. Den größten Einfluss auf das Isolationsverhalten zeigt der im Vakuumraum vorhandene Restgasdruck der bei einem Anstieg von 10^7 mbar auf etwa 5×10^{-3} mbar eine Verschlechterung des Isolationsverhaltens von MLI's um einen Faktor 2.5 bedingt, was den Einsatz effektiver Getter-Materialien besonders wichtig macht. Da in diesem Projekt der thermischen Vermessung verschiedener Isolationen erstmalig realitätsnahe automotiv Bedingungen zugrunde gelegt wurden, ist ein Ergebnis des Projektes eine Entscheidungshilfe zwischen Isolationskonzepten auf Basis tragfähiger Daten. Der neu entwickelte mikrostrukturierte Getteraufbau ermöglicht eine flexible Anpassung und Optimierung der Getterleistung in Hinblick auf die Restgaszusammensetzung und auf die Isolationsmaterialien.

TESTPROGRAMM LH₂/TLH₂I

Messung der Hertz'schen Kontakte von LH₂ Innentanklagerungen

Die Speicherung von Wasserstoff in flüssiger Form in einem Autotank verlangt eine bestmögliche thermische Isolierung des Tanks, um Erwärmung und ein Abdampfen des Wasserstoffs zu vermeiden. Als thermale Isolierung sind doppelwandige Tanks, mit Superisolation in einem Vakuumspace Stand der Technik, die eine hervorragende Isolationswirkung ermöglichen. Für die mechanische Lagerung des Innentanks im Außentank wird im Rahmen dieses Projekts eine vollmetallische oder keramische Lagerung mit minimiertem Wärmeeintrag durch den Einsatz von Punktkontakten experimentell mittels Messung des Wärmeeintrages an einem Versuchsaufbau untersucht. Die Testergebnisse werden in dem parallel laufendes Analyseprogramm in ein Rechenmodell für derartige Aufhängungen übergeführt (siehe FE-Modellierung LH₂/MLH₂I).



In einem Versuchsaufbau wird der Wärmeübergang über Kugeln zwischen ebenen Platten bei einer Temperaturdifferenz von Raumtemperatur zu Flüssigwasserstofftemperatur kalorimetrisch gemessen. Das Messprinzip folgt der Temperaturdifferenzmessung über eine kalibrierte Temperaturabbaustrecke auf der Kaltseite des Messaufbaus.

Die Messungen finden im Hochvakuum statt, die Kühlung erfolgt durch flüssiges Helium. Mit diesem Messaufbau werden im Rahmen des Testprogramms der Einfluss verschiedener Materialpaarungen, Beschichtungen, Pressungen der Kugeln, Vakuumqualität, Temperaturpaarungen, sowie der Einfluss von Vorschädigungen durch Vibration untersucht. Es zeigte sich bislang insbesondere eine unerwartet hohe Abhängigkeit des Wärmeübergangs von der lokalen Verteilung und der Höhe der Pressung im Kontakt.

Durch die aus dem Testprogramm gewonnenen Erkenntnisse über den Einfluss verschiedener Konstruktionsparameter von Wärmeeinträgen über punktförmige Kontakte kann letztendlich ein experimentell hinterlegt und im Parallelprogramm analytisch nachvollziehbares, optimiertes Lagerungskonzept mit punktförmigen Kontakten für Fahrzeugtanks entwickelt werden.



Im Rahmen des Projektes soll ein Isolations- und Lagerungskonzept für Doppelwandtanksysteme für Flüssigwasserstoff-Kraftfahrzeuge gefunden werden. Die Innovation des Projektes beruht auf dem Konzept des minimierten Wärmeübertrags bei punktförmigen Kontakten.

INFO

Projektleitung:

Austrian Aerospace GmbH

Projektpartner:

TU Wien – Institut für Angewandte und Technische Physik,
Bayerische Motoren Werke AG

CRYOSENSE

Sensorik für intelligente kryogene Flüssiggas-Tanksysteme

Das Problem einer zuverlässigen und dennoch kostengünstigen Sensorik für mobile wie auch für stationäre Tanksysteme kryogener Flüssigkeiten ist bis zum heutigen Tage nicht zufriedenstellend gelöst. Die Forschungsaktivitäten zielen auf die Entwicklung derartiger Sensorik für stationäre Flüssiggas-Tanksysteme (LH₂, LNG) im Umfeld von alternativ-betriebenen Kraftfahrzeugen ab.



Für einen Flüssigwasserstofftank ist die Verwendung einer zuverlässigen, robusten Sensorik unumgänglich. Im Rahmen der Forschungsarbeiten werden Sensorkonzepte für die Messung des Füllstandes im Tank sowie des Massen- bzw. Volumensflusses durch die Zuleitungen für flüssigen Wasserstoff entwickelt. Durch die Messungen soll die Größenordnung der erreichbaren Messunsicherheiten von Messprinzipien mit minimaler Wärmebringung sowie möglichst geringen konstruktiven Veränderungen am Tanksystem evaluiert werden.

Die im Betrieb eines LH₂-Tanks zu erfassenden physikalischen Größen sind Temperatur, Druck, Tank-Füllstand sowie Massen- bzw. Volumensfluss bei Betankung und Entnahme. Die Bestimmung von Druck und Temperatur ist durch marktübliche Sensorik hinreichend genau und kosteneffizient möglich. Die Messung des Füllstandes ist vorwiegend für mobile Tanksysteme von Interesse, und wird durch andere Forschungsprojekte im Rahmen des A3-Programmes abgedeckt. Ziel der geplanten Forschungsarbeiten in diesem Projekt ist daher der Entwurf und die Evaluierung einer robusten Sensorik zur Messung des Massen- bzw. Volumensflusses für flüssigen Wasserstoff, die folgende Kriterien erfüllen soll:

- > Geringe Messunsicherheiten (d.h. hinreichende Genauigkeit für Überwachungs- und Verrechnungszwecke)
- > Anwendbarkeit bei den gegebenen thermischen Rahmenbedingungen für Flüssiggas-Tanks bzw. Leitungen (Temperatur ca. -250°C; hoher Temperaturgradient in der Nähe des Flüssiggases)
- > Einfache Systemintegration in bestehende Tanksysteme
- > Minimale Wärmebringung in das zu messende Medium
Hohe Stabilität und Lebensdauer
- > Möglichkeit der automatischen Kalibrierung und Eigendiagnosefähigkeit des Sensors

Im Rahmen des Projektes wird ein experimenteller Aufbau realisiert, der in die Flüssiggas-Leitung eingesetzt werden kann (vergleiche Abbildung). Mit Hilfe dieses Aufbaus können gleichzeitig zwei unterschiedliche Prinzipien eingesetzt und evaluiert werden, um den aktuellen Durchfluss zu bestimmen. Außerdem enthält das System einen Referenzsensor, mit dessen Messwert die Durchflusswerte der Prototyp-Sensoren verglichen werden können. Damit sind eine Beurteilung der prinzipiellen Anwendbarkeit sowie eine Abschätzung der Leistungsfähigkeit der Verfahren durch praktische Messungen möglich.

INFO

Projektleitung:

TU Graz – Institut für elektrische Messtechnik

Projektpartner:

OMV Refining & Marketing GmbH,
HyCentA Research GmbH

Neben der Bestimmung des Durchflusses von kryogenen Medien wurde im Rahmen des Projekts auch die Anwendbarkeit drahtlos angebundener Sensorik innerhalb des LH₂-Tanks untersucht.

GMI

Ganzmetall-Isolation von Flüssigwasserstofftanks

Das Vorhaben konzentriert sich auf die Verbesserung der Isolation von doppelwandigen Kraftstofftanks für flüssigen Wasserstoff nach den Kriterien Industrialisierbarkeit (Kosten), Bauvolumen (Reichweite, Druckaufbauzeit) und Vakuumstabilität.

Im Rahmen des Projektes soll dabei das neuartige Konzept einer Ganzmetall-Isolation für automotivem Flüssigwasserstofftanks mit analytischen und experimentellen Mitteln so weit erfasst und nachgewiesen werden, dass die grundsätzliche Tauglichkeit dieses Konzepts für die wesentlichen Betriebszustände (Fahrbetrieb, Druckaufbauphase, Boil-Off Phase, Service) festgestellt werden kann. Damit sollen die Möglichkeiten dieser neuartigen Isolationstechnik nutzbar gemacht werden:

- > Senkung der kalkulierten Herstell- und Montagekosten
- > Erhöhung der Vakuumstabilität und verbesserte Sauerstoff-Verträglichkeit
- > Erhöhung von Reichweite und Druckaufbauzeit unter Beibehaltung der Baugröße des Tanks

Im Bereich der Simulation sollen die thermischen Lastfälle „degradiertes Vakuum“ und „plötzlicher Vakuumbruch“ in einem mathematisch/physikalischen Modell abgebildet werden. Es wird dadurch ein Entwicklungswerkzeug für weitere Tankentwicklungen geschaffen.

Das umfangreiche Vorwissen, das von den einzelnen Partnern erstmalig zur Verfügung gestellt wird, soll zusammengeführt und genutzt werden, um das bestehende Thermalmodell für einen konkreten Prototypen auf die thermischen Lastfälle: „degradiertes Vakuum“ und „plötzlicher Vakuumbruch“ zu erweitern und mit Messergebnissen zu validieren.

Um die Modellierung des Wärmeeintrags für den Fall des Vakuumbruchs auch experimentell nachzuweisen, ist ein entsprechender Prüfstandversuch vorgesehen. Es soll für diesen Versuch ein Prüfkörper adaptiert werden, der für die Vermessung von Vakuum-Isolationen im Aufbau ist.

Um die praktische Umsetzbarkeit sicherzustellen, werden mögliche Fertigungs- und Montagetechniken für Folienschalen erarbeitet und Anschauungsmuster dargestellt, sowie Konstruktions-Richtlinien für Flüssigwasserstoff-Speicher mit Ganzmetall-Isolation abgeleitet.

Am Ende des Projektes soll – unter Berücksichtigung der wesentlichen thermischen Betriebszustände – eine klare, durch Simulationen und Messungen fundierte Aussage über die Tauglichkeit der Ganzmetall-Isolation für den Einsatz in automotivem Flüssigwasserstoff-Speicher getroffen werden können, sowie die praktische Umsetzbarkeit dieser Isolationstechnologie an konkreten Tankkonfigurationen nachgewiesen sein.

Das Projekt wurde vor kurzem gestartet, der Text entspricht daher der Projektvorhabensbeschreibung.

Im Rahmen des Projektes wird die Tauglichkeit des neuartigen Konzeptes einer Ganzmetall-Isolation für automotivem Flüssigwasserstofftanks mit analytischen und experimentellen Mitteln erprobt. Dazu werden die wesentlichen Betriebszustände (Fahrbetrieb, Druckaufbauphase, Boil-Off Phase, Service) analysiert, um fundierte Aussagen über die praktische Umsetzbarkeit liefern zu können.

INFO

Projektleitung:

Austrian Aerospace GmbH

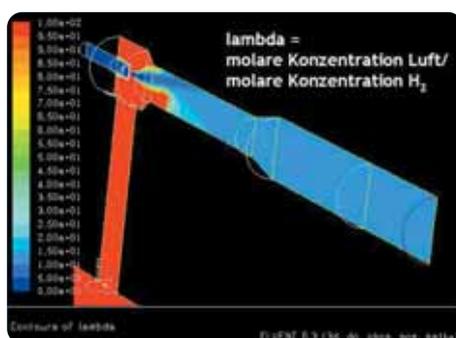
Projektpartner:

TU Wien – Institut für Umform- und Hochleistungslasertechnik,
HyCentA Research GmbH,
Bayerische Motoren Werke AG

H₂-ADS

Machbarkeitsstudie zu einem Abdampfsystem für Flüssigwasserstoffspeichersysteme

Bei längerer Ruhe muss aus Flüssigwasserstofftanks insbesondere von Kraftfahrzeugen Wasserstoff an die Umgebung abgeblasen werden, da durch den nie ganz zu verhindernden Wärmeeinfall in das Tanksystem ein Druckanstieg erfolgt. Dieser Anstieg muss begrenzt werden. Aus Sicherheitsgründen ist zu vermeiden, dass der Wasserstoff unbehandelt in die Umgebung entweicht. Eine Möglichkeit der Behandlung ist eine katalytisch gezündete und stabilisierte Oxidation des Wasserstoffs mit Umgebungsluft. Das Hauptproblem dabei ist, ein vollständig abreagierendes Wasserstoff-Luft-Gemisch mit einem für das Durchströmen des Katalysatorbauteils notwendigen Überdruck gegen die Atmosphäre bereitzustellen.



Bei längeren Ruhezeiten entsteht bei Flüssigwasserstofftanks aufgrund des Wärmeeinfalls ein Druckanstieg im Behälter. Dieser Anstieg muss begrenzt werden, jedoch darf der Wasserstoff nicht unbehandelt an die Umgebung abgegeben werden. Im vorliegenden Projekt wird die katalytisch gezündete und stabilisierte Oxidation des Wasserstoffs mit der Umgebungsluft behandelt.

Inhalt des Projekts ist es daher, verschiedene Möglichkeiten der Luftbeimischung gegenüberzustellen und zu untersuchen. Grundlage dafür ist die Auslegung einer Saugstrahlpumpe für den speziellen Zweck, die Auswahl geeigneter Katalysatorträger und -Beschichtungen, die Auslegung des Katalysators hinsichtlich Druckabfall, Baugröße, Rückschlagverhinderung und thermischer Belastung. Weiterhin ist zu untersuchen, ob eine Gemischbildung in sicherer Weise innerhalb des Ventils, welches als Druckwächterventil den Tankdruck begrenzt, angeordnet werden kann. Der Einsatz geeigneter numerischer Simulationsverfahren wird dabei helfen, die Anlage so aufzubauen, dass nur ein zündfähiges Gemisch das Katalysatorbauteil erreicht. Weiters sollen die Druckverhältnisse und das Gesamtgemischungsverhältnis vorhergesagt werden.

Die Recherche der Fach- und Patentliteratur zur Thematik der katalytischen Verbrennung von Wasserstoff ist abgeschlossen. Parallel dazu wurden für einfache Konstellationen der Düsenausführung und unterschiedliche Gegendrücke die lokalen Luft- und Wasserstoffkonzentrationen im Nachlauf erfolgreich simuliert. Das vorliegende Modell wird derzeit fertigungstechnisch überprüft.

Hersteller von Katalysatoren wurden bereits kontaktiert und die auf dem Markt angebotenen Bauteile im Hinblick auf ihre Eignung überprüft. Die im Projektverlauf evaluierte Ausführung von Düse und Mischstelle wird in den nächsten Wochen umgesetzt und die Vorhersage experimentell überprüft. Ziel des Projekts ist ein Designvorschlag für ein Abdampfverwertungssystem, welcher in einem möglichen weiteren Projekt optimiert und für den automotiven Einsatz entwickelt werden soll.

INFO

Projektleitung:

MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik
AG & Co KG

Projektpartner:

Test-Fuchs – Ing. Fritz Fuchs GmbH,
ICE Strömungsforschung GmbH

NANO-MG H₂-SPEICHER

Festkörper – Wasserstoffspeicher auf Nano-Magnesium-Basis

Im Rahmen einer Vorstudie (A3-Projekt) konnte eine deutliche Beschleunigung der Be- und Entladekinetik sowie Absenkung der Entladetemperatur in mittels ECAP-Verfahren (plastischen Hochverformung zur Nanostrukturierung) hergestelltem nanokristallinem Magnesium erzielt werden.

Der ECAP-Prozess wird im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit weiter optimiert. Einsatz von teuren, schweren und z. T. umweltbedenklichen Legierungszusätzen (Schwermetalle) zur weiteren Verbesserung der Be- und Entladekinetik sowie der Entladetemperatur wird optimiert bzw. durch Verwendung wirtschaftlicherer und unschädlicher Katalysatoren vermieden.

In Zusammenarbeit mit Industriepartnern wird ein Konzept eines Behälters aus Leichtmetalllegierungen erarbeitet, der eine Erhöhung der Gesamtsystem-Speicherkapazität erwirken soll. Zusätzlich wird ein Verfahren zur präzisen Füllstandsmessung von Wasserstoff entwickelt.

Im ersten Projekt-Abschnitt wurde eine im Rahmen der Vorstudie errichtete Wasserstoff-Beladeanlage ausgebaut und erweitert, damit sie den neuen, höheren Anforderungen des laufenden Projekts entspricht.



In der wirtschaftsbezogenen Grundlagenforschung soll ein alternativer Weg der Wasserstoffspeicherung beleuchtet werden. Es wird dabei die reversible Bildung bzw. Zersetzung von Metall-Hydriden (z.B. MgH₂) näher untersucht. Eine rasche Entladung und eine niedrige Entladetemperatur sind diesbezüglich für eine technische wie auch wirtschaftliche Umsetzung von entscheidender Bedeutung.

INFO

Projektleitung:

Austrian Research Centers GmbH – ARC

Projektpartner:

Neuman Aluminium Fließpresswerk GmbH,

Bitter GmbH,

Universität Wien – Institut für Materialphysik,

CARDEC Hydrogen Technologies

SAFE HYDROGEN STORAGE

Sichere, drucklose, homogene Speicherung von Wasserstoff bei Raumtemperatur

Im Projekt „Safe Hydrogen Storage“ werden völlig neuartige, homogene, flüssige Speichersysteme auf Basis Ionischer Flüssigkeiten entwickelt. Ionische Flüssigkeiten sind äußerst niederschmelzende, organische Salze mit Erstarrungspunkten von bis zu minus 90°C. Das vollständige technologische Potenzial dieser neuen Verbindungsklasse ist derzeit noch nicht abzusehen und wird in der Zukunft nicht nur im Bereich der Wasserstoffspeicherung zu spektakulären Innovationen führen.

Das Vorhaben untersucht ein neuartiges Speichersystem für Wasserstoff auf Basis sogenannter Ionischer Flüssigkeiten. Die Speicherung erfolgt dabei unter Normaldruck bei Raumtemperatur. Im Projekt wird eine sichere Speicherung von Wasserstoff mit einer Speichermediendichte von fünf bis sechs Massenprozent Wasserstoff angestrebt. Parallel soll ein Speicherverfahren für die Be- und Entladung mit Wasserstoff entwickelt werden.

Die Speicherung erfolgt dabei unter Normaldruck und bei Raumtemperatur. Der Wasserstoff ist in der Ionischen Flüssigkeit chemisch gebunden und somit immobilisiert. Diese Speichermedien besitzen einen extrem niederen Dampfdruck, dadurch ist die Lagerung in drucklosen Tanksystemen möglich und auch eine Entzündung ausgeschlossen. Die Freisetzung des Wasserstoffes erfolgt katalytisch bei milden Temperaturen und kann exakt dosiert werden. Das Speichermedium selbst gibt bei unkontrollierter Freisetzung in die Umwelt Wasserstoff nicht oder nur sehr langsam ab. Das entladene Speichermedium ist ebenfalls flüssig und kann erneut mit Wasserstoff beladen werden.

Bis zum jetzigen Zeitpunkt ist bereits ein funktionierender Prototyp eines solchen Speichermediums entwickelt worden, welcher Wasserstoff drucklos speichert, diesen effektiv katalytisch freisetzt und einfach recycelt werden kann. Dieser Prototyp ist dabei tatsächlich äußerst stabil gegen thermische Zersetzung und Hydrolyse. Die derzeitige Speicherichte liegt allerdings erst bei knapp über 2 Massenprozent und wird gerade in intensiver Entwicklungsarbeit auf 4% erweitert. Eine parallel entwickelte

Additivierung wird das Speichermedium in seinen Eigenschaften weiter optimieren, um dann vor Allem Langzeitstabilität und Recyclierung genau zu untersuchen und erste Aussagen über die angestrebte Wirtschaftlichkeit treffen zu können.



INFO

Projektleitung:

OMV Refining & Marketing GmbH

Projektpartner:

proionic Production of Ionic Substances GmbH,
HyCentA Research GmbH,
Montanuniversität Leoben – Institut für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes

SENSORCLUSTER LH₂

Entwicklung eines automotiven Sensorclusters für LH₂-Tanks

Das Messsystem wurde so konzipiert, dass damit zukünftige PKW – Tankformen unabhängig von der Geometrie unterstützt werden. Durch die Cluster – Bildung der Sensoren wurde eine Gewichts- und Kostenreduktion erreicht. Die konstruktive Gestaltung des Sensorsclusters gewährleistet die Tauschbarkeit der Innentanksensorik. Im Prototypen (A-Musterstand) sind alle notwendigen Sensoren vorgesehen die zur Berechnung der Treibstoffmasse erforderlich sind.

Das Funktionsmuster ist derzeit in der Fertigungs- und Aufbauphase. Die zum Sensorcluster zugehörige Prüf-/Auswerteelektronik ist fertig entwickelt, ein entsprechendes Elektronik A-Muster wurde aufgebaut und erfolgreich getestet. Die für den Sensorcluster erforderlichen Systemtests an einem Versuchstank beim HyCentA (Hydrogen Center Austria) sind in Vorbereitung.

Als Sicherheitsmaßnahme werden die für die Wasserstoff-Technologie erforderlichen Explosionsschutz Richtlinien (ExSchutz) im Ansteuer- und Überwachungskonzept berücksichtigt. Da der Betrieb eines Flüssigwasserstoff-Tanks eine sicherheitstechnisch anspruchsvolle Füllstandsmessung erfordert (z.B. Überfüllung), werden für den Aufbau des Messsystems funktionssichere Strategien verfolgt.

Bei der Füllstandsmessung in einem kryogenen Tank sind folgende Herausforderungen gegeben:

- > Kryogene Temperaturen: Die Temperatur des flüssigen Wasserstoffs beträgt in Abhängigkeit des Drucks ca. 20-25 Kelvin (-253°C bis -258°C).
- > Vakuum: In einem Flüssigwasserstofftank wird Vakuum zur Isolation zwischen Innen- und Außentank verwendet.
- > Vakuum-Durchbrüche: Alle nach außen führenden Leitungen, seien es Befüll-, Entnahmeleitungen oder elektrische Leitungen müssen durch den Vakuumraum geführt werden.
- > Koppelstellen: Haltbarkeit und Lebensdauer bei kryogenen Temperaturen.
- > Explosionsschutz: Da Wasserstoff ein sehr reaktives Gas ist, besteht bei fehlerhaftem Gasaustritt im Bereich der Koppelstellen Explosionsgefahr.

Das Projekt erfolgt vorbereitend für eine spätere Serienentwicklung.

Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines automotiven Messsystems, welches alle notwendigen Sensoren zum Betrieb und zur Überwachung eines automotiven Flüssigwasserstoff-Innentanks enthält. Als Besonderheit soll zur Füllstandsmessung der Effekt der Supraleitung genutzt werden.



INFO

Projektleitung:

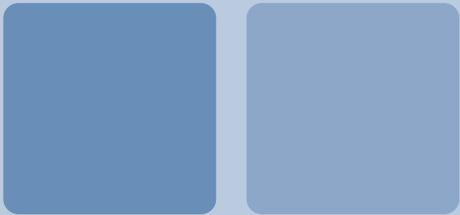
MAGNA STEYR
Fahrzeugtechnik AG & Co KG

Projektpartner:

Spath Micro Electronic Design KEG
(MEDS),
HyCentA Research GmbH



- > H₂RAD
- > H₂ETH HYBRID
- > H₂BVPLUS



WASSERSTOFF IN DER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE



Bild: BMW

H₂RAD

H₂ in der Verbrennungskraftmaschine als Antrieb von Zweiradfahrzeugen

Die vorliegende Studie bewertet den Einsatz von Wasserstoff in der Verbrennungskraftmaschine als Antrieb für Zweirad- und Freizeitfahrzeuge.

INFO

Projektleitung:

TU Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik

Projektpartner:

HyCentA Research GmbH,
TU Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit

Die Eignung der Wasserstofftechnologie für die Zweiradanwendung wurde evaluiert und notwendige Anpassungen der bestehenden Technologie auf die spezifischen Eigenschaften dieser Fahrzeugkategorie aufgezeigt. Den wichtigsten Aspekt dabei stellte die erforderliche Erhöhung der Fahrzeugmasse dar, die sich aus dem hohen Gewicht des Kraftstoffspeichers bei Unterstellung akzeptabler Reichweiten pro Tankfüllung ergab. Unter Einbeziehung eines Fahrzeug- und Motorenherstellers und eines Fahrzeugimporteure wurden Anforderungsprofile erstellt, um Fahrzeugklassen zu ermitteln, deren Platzangebot und Einsatzbereich die Adaptierung der neuartigen Technologie zulassen. Aus diesen Fahrzeugklassen wurden beispielhaft zwei Fahrzeuge ausgewählt, an welchen mit Hilfe von Fahrversuchen die veränderte Fahrdynamik untersucht wurde. Dabei wurde einerseits ein Stadtfahrzeug (ein 125 cm³ Roller) als Vertreter der Zweiradfahrzeuge und andererseits ein ATV (All Terrain Vehicle) als Vertreter der Freizeitfahrzeuge mit entsprechenden Zusatzmassen versehen, um die Massenerhöhung durch den Kraftstoffspeicher zu simulieren. Die Ergebnisse dieser Versuche führten unter Einbeziehung der geänderten technischen Rahmenbedingungen wie Gewicht, Reichweite, Fahrleistungen etc. zur Bestimmung des möglichen Einsatzgebietes.

Die Adaptierung der Wasserstofftechnologie in diesen Fahrzeugkategorien stellt einen wesentlichen Eingriff in das Packaging der Fahrzeuge dar. Dabei spielt die Höhe der Schwerpunktslage eine große Rolle, was bei den zu erwartenden Tankvolumina eine Herausforderung sein wird. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Tatsache, dass durch das erhöhte Fahrzeuggewicht die Motorleistung und die Rahmensteifigkeit an die neuen Randbedingungen angepasst werden müssen.

Aus heutiger Sicht können Zweiradfahrzeuge mit Wasserstoffantrieb durchaus in hoch belasteten urbanen Gebieten eingesetzt werden. Voraussetzung dafür ist eine ausreichende Infrastruktur, die es erlaubt, Fahrzeuge mit geringem Treibstoffvorrat zu versorgen. Die Auswirkung auf die Abgasemissionen bei sukzessiver Umstellung der Zweiradfahrzeuge auf Wasserstoffantrieb wurde beispielhaft für das österreichische Bundesgebiet und für das Stadtgebiet von Manila mit Hilfe einer Simulation prognostiziert. Die Reduktion der Kohlenwasserstoffemissionen bezogen auf den Gesamtverkehr hochgerechnet auf das Jahr 2020 fällt für das österreichische Bundesgebiet mit 2% eher gering aus, für das asiatische Ballungsgebiet mit 5,7% immerhin moderat.

Die Anwendung der Wasserstofftechnologie für den Bereich der Freizeitfahrzeuge beschränkt sich aus dem jetzigen Blickwinkel auf Fahrzeuge, die in Gebieten verkehren, wo der Einsatz konventioneller Antriebstechnologien untersagt ist. Als Zielgebiet vorstellbar sind Bereiche mit möglicher lokaler Wasserstoffversorgung, wie zum Beispiel Nationalparks oder Binnengewässer für die Fahrzeugkategorien „All Terrain Vehicles“ und „Personal Water Crafts“.

Das Mitführen von flüssigem oder gasförmigem Wasserstoff stellt für den Benutzer von Kraftfahrzeugen ein subjektives Gefahrenpotenzial dar. Um diese Gefahren zu verifizieren, wurden Crashesituationen simuliert, die verdeutlichten, dass hinsichtlich der aktiven und passiven Sicherheit kein prinzipbedingter Vor- oder Nachteil für das Wasserstofffahrzeug besteht. Weiters wurde erkannt, dass die Konzeption und Konstruktion eines wasserstoffbetriebenen Zweiradfahrzeuges den Kraftstoffbehälter als Designelement, das nicht verdeckt werden kann, ins Fahrzeug integrieren muss. Dabei können unter Umständen standardmäßige Komforteinrichtungen nicht umgesetzt werden, doch andererseits kann der großvolumige und in sich sehr steife Kraftstoffbehälter (Druckspeicher) durchaus positiven Einfluss auf die Gestaltung des Fahrzeugrahmens nehmen.

Begleitend zu den vorgestellten Berechnungen und Versuchen wurde die politische Lage zur Rolle des Wasserstoffs als einer der alternativen Kraftstoffe der Zukunft im weltweiten Energieszenario beleuchtet. Das Thema „Zweirad- und Freizeitfahrzeuge“ wird in den recherchierten Veröffentlichungen nicht diskutiert – für spezifische politische Aussagen scheint der Einführungszeitpunkt dieser Technologie noch zu weit entfernt zu sein.

H₂ETH HYBRID

High Efficiency Low NO_x Hydrogen/ Hybrid Engine

Die Jenbacher Gasmotorensparte von GE ist als einer der weltweit führenden Hersteller hocheffizienter gasbetriebener Kolbenmotoren, Gensets und Blockheizkraftwerken zur Energieerzeugung bestrebt, ihre Motoren laufend weiterzuentwickeln. Bei der Weiterentwicklung der Produkte wird auf Steigerung des Wirkungsgrades, der Leistung und Leistungsdichte sowie Zuverlässigkeit Wert gelegt. Auch der Betrieb mit Alternativkraftstoffen, wie H₂-Gemischen und die Senkung der Abgasemissionen bilden Entwicklungsschwerpunkte. Um die immer strengeren Abgasnormen zu erfüllen und die Jenbacher Gasmotoren mit zukunftssträchtigen Alternativkraftstoffen wie H₂-haltigen Gasen betreiben zu können, wurde das von FFG geförderte Projekt High Efficiency Low NO_x Hydrogen/ Hybrid Engine ins Leben gerufen.

GE-Jenbacher hat sich zum Ziel gesetzt die nächste Generation von H₂-tauglichen Gasmotoren zu konzipieren, die reinen Wasserstoff, wie auch verschiedene H₂-haltige Treibgase verbrennen können.

Im Bereich Geothermalhydrogen führen die hohen Schwefelgehalte im Treibgas zur Schädigung des Motors und werfen Sicherheitsaspekte auf. Bei Fa. Profactor ist zurzeit eine Verfahrensstudie in Arbeit, die die Entschwefelung des Treibgases und die Verwertung des Abfallproduktes Schwefel zum Ziel hat. Dabei werden die einzelnen Desulfationsmethoden durchleuchtet und für die einzelnen Anwendungsfälle konzipiert. Weiters wird die Wirtschaftlichkeit analysiert. Mit ersten Ergebnissen ist im ersten Quartal 2008 zu rechnen.

Die Verbrennung von H₂ bzw. H₂-Gemischen stellt eine hohe sicherheitstechnische Herausforderung dar. Die Fa. HyCentA erarbeitet zurzeit ein Regelwerk, das bei Anwendung von Treibgasen mit hohen Wasserstoffgehalten eingehalten werden muss. Das Regelwerk wird im ersten Quartal 2008 verfügbar sein.

Um einen Wasserstoffgroßmotor mit hohem Wirkungsgrad, hoher Leistung und niedrigen Emissionen entwickeln zu können ist ein Einzylinder-Forschungsmotor notwendig, um kosteneffektiv Grundlagenuntersuchungen durchzuführen. Dieser wurde von der Fa. FVT aus einem Jenbacher Baureihe 4 Gasmotor abgeleitet. Die Konstruktion des Forschungsmotors wie auch die Anpassung der Prüfstandsperipherie sind bereits abgeschlossen. Die Bauteile befinden sich in der Beschaffungsphase. Im März 2008 wird der Einzylindermotor am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik in Graz in Betrieb gehen. Erste Versuchsergebnisse mit H₂-haltigen Gasen sind Ende 2008 zu erwarten.

INFO

Projektleitung:

GE Jenbacher GmbH & Co OHG

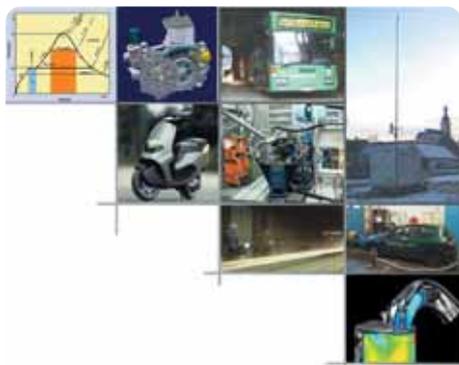
Projektpartner:

Profactor Produktionsforschungs GmbH,
HyCentA Research GmbH,
Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH



H₂BVPLUS

Hocheffizientes, sauberes Brennverfahren für H₂-Motoren als Automobilantrieb



Im Projekt H₂BVplus soll ein H₂-Selbstzündungsbrennverfahren als möglicher Automobilantrieb der Zukunft näher untersucht werden. Hinsichtlich Leistung und Wirkungsgrad lassen sich von konventionellen Dieselmotoren interessante Aspekte ableiten. Durch das H₂-Selbstzündungskonzept wird eine Erhöhung des Wirkungsgrades und der spezifischen Leistung erwartet.

Aus den bisherigen Erfahrungen mit H₂-Otto- sowie mit konventionellen Dieselmotoren lassen sich interessante Aspekte hinsichtlich Wirkungsgrad und Leistung für ein H₂-Selbstzündungsbrennverfahren als möglichen Automobilantrieb der Zukunft ableiten. Eine hohe spezifische Leistung soll beim Kunden die Akzeptanz hinsichtlich alternativer Kraftstoffe fördern und dem Fahrgefühl aktueller Antriebe zumindest ebenbürtig sein, idealerweise jedoch dieses sogar übertreffen. Der anzustrebende hohe Wirkungsgrad ist beim Energieträger Wasserstoff nicht nur aus energetischer und ökonomischer Sicht sinnvoll, sondern auch um den erforderlichen Platzbedarf des H₂-Speichers zu minimieren. Der Forderung nach hoher spezifischer Leistung wird im Vergleich zum H₂-Otto-Brennverfahren vor allem durch die ausgezeichnete Aufladefähigkeit eines H₂-Selbstzündungskonzepts folge getragen, welche sich durch den Wegfall der Klopfgrenze ergibt. Verglichen mit einem konventionellen Dieselmotoren hat das H₂-Selbstzündungskonzept durch das Fehlen der leistungslimitierenden Russgrenze und des prinzipiell höheren Gemischheizwertes bei H₂-Direktinblasung ein großes Potenzial hinsichtlich hoher Mitteldrücke. Zusätzlich lassen die rasch ablaufenden Reaktionen bei der Wasserstoffverbrennung auf eine mögliche Steigerung der Nenn-drehzahl schließen, welche bei ca. 4000 min⁻¹ die Leistungsausbeute aktueller DI-Dieselmotoren begrenzt.

Eine Erhöhung des Wirkungsgrades und somit auch der Reichweite eines H₂-Fahrzeugs kann bei H₂-Selbstzündung in erster Linie durch eine Anhebung des Verdichtungsverhältnisses verwirklicht werden. Wenn es dabei durch die Gestaltung des Brennverfahrens gelingt die Wandwärmeverluste zu senken, kann ein aktuelles H₂-Otto-Konzept diesbezüglich deutlich übertroffen werden. Kritische Punkte, welche es zu bewerten gilt, stellen die hohe Zündtemperatur von H₂-Luft-Gemischen, maximale Druckanstiege und Zünddrücke sowie der Einfluss hoher AGR-Raten und die NO_x-Bildung dar.

Im Laufe des Projektes konnten bisher sowohl bereits einige selbstgezündete Betriebspunkte an einem aus vorangegangenen Projekten zur Verfügung stehenden Otto-FOMO mit erhöhtem Verdichtungsverhältnis mit Hilfe einer Ansaugluftvorwärmung eingestellt, als auch durch extensiven Einsatz von 3D-CFD Simulationstools vielversprechende Auslegungen für die Kombination von Brennraum- und Injektordüsenlayout gefunden werden. Basierend auf diesen Konzeptvorschlägen konnten bereits sowohl ein vollständig neu aufgebauter hochverdichtender Forschungsmotor konzipiert als auch die zugehörigen Hochdruck-H₂-Injektoren realisiert werden.

INFO

Projektleitung:

TU Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik

Projektpartner:

HyCentA Research GmbH,
BMW Forschung und Technik GmbH,
Hoerbiger ValveTec GmbH

Neben dem laufenden Einsatz der CFD-Simulation zur Komponentenauslegung, Abbildung der Hochdruckeinblasung und der Diffusionsverbrennung ist für den weiteren Verlauf des Projektes unter Variation wesentlicher Parameter wie Verdichtungsverhältnis, Kolben- und Injektorgeometrie oder AGR-Rate vor allem die experimentelle Untersuchung von in obigem Sinne entwickelten Selbstzündungs-Brennverfahren für den Kraftstoff Wasserstoff geplant.

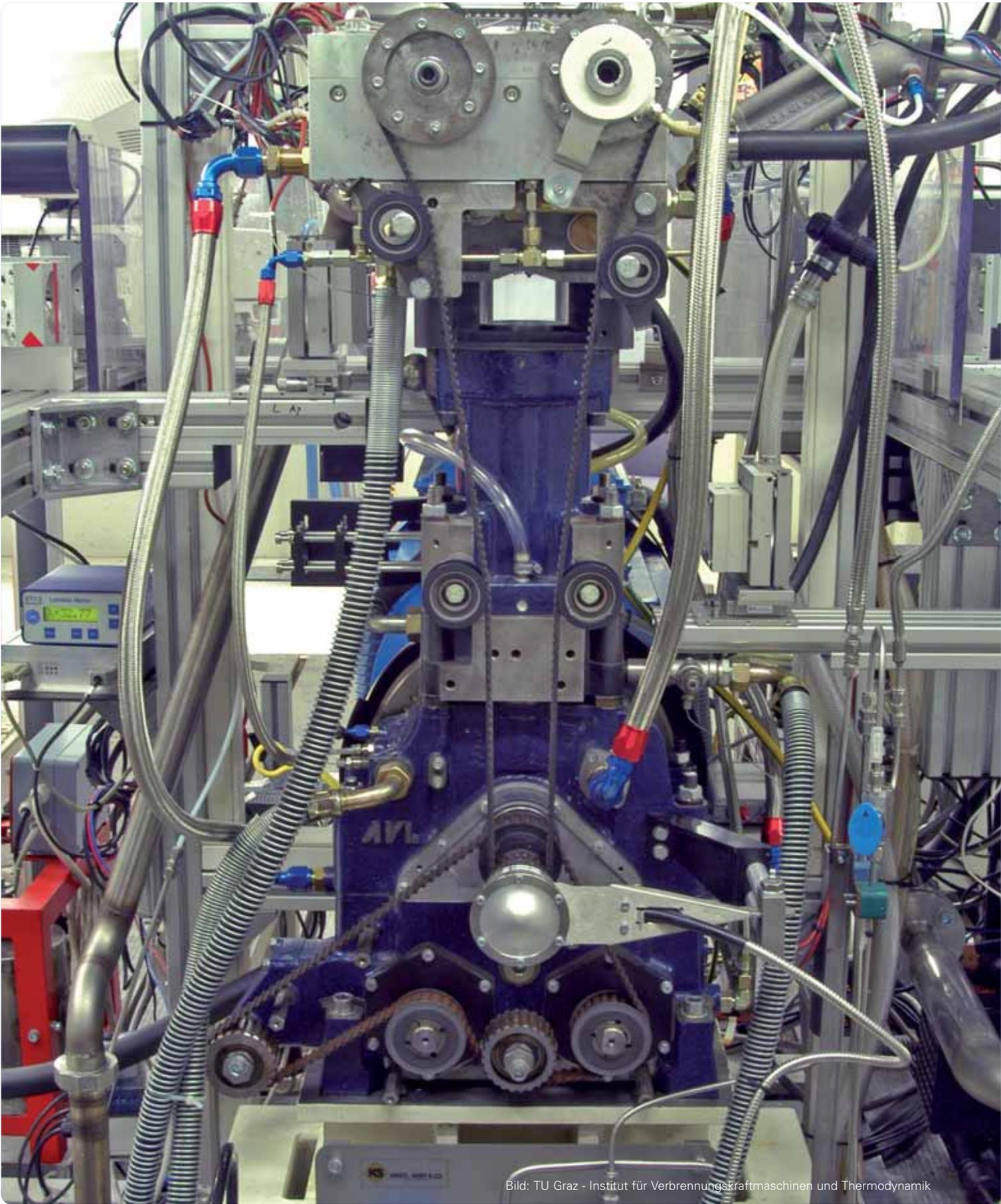


Bild: TU Graz - Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik

POLYMERELEKTROLYT-BRENNSTOFFZELLE

- > DIREKT-WASSERSTOFF BRENNSTOFFZELLENMODUL „CDT BZ“
- > PEM BRENNSTOFFZELLEN-HYBRIDFAHRZEUG
- > A-CELL
- > HOCHLEISTUNGSEINHEIT FÜR PEM BRENNSTOFFZELLEN
- > HEAVY DUTY ZERO EMISSION (HDZ)
- > PEMFC – KLEINTRAKTION
- > RECYCLECAT
- > BZ-LOGISTIKZUG/HYLOG
- > ELYSE
- > FLUIDPEM
- > HT-MEA
- > THDA

FESTOXID-BRENNSTOFFZELLE

- > ENERGIEEFFIZIENTE KLIMATISIERUNG FÜR NUTZFAHRZEUGE
- > HOCHTEMPERATUR FESTOXIDBRENNSTOFFZELLE
- > ABSOCOOL-TRANSPORT
- > E2MOBIGEN
- > SOFC APU
- > BIO-SOFC-DRIVE
- > PMTECH 4 SOFC
- > ABSOCOOL-TRANSPORT II



BRENNSTOFFZELLE



Bild: AVL

DIREKT-WASSERSTOFF BRENNSTOFFZELLENMODUL „CDT BZ“

für Fahrzeugantriebe und Auxiliary Power Units (5kW)

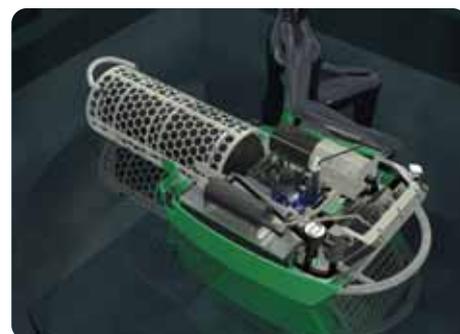
Das 5 kW-Modul (Stack-Leistung) wird mit einem Druckwasserstoff-Kartuschensystem für Anwendungen im Personen- und Güterbeförderungsbereich ausgerüstet und ist damit als APU für LKW und PKW aber auch als mobiler Energielieferant für Notfall- und Rettungseinsatzkräfte geeignet. Zum Betanken kann die Kartusche gewechselt oder in eingebautem Zustand betankt werden.

Das System besteht aus einer Brennstoffzelleneinheit auf Basis eines PEM-Polymermembran Brennstoffzellenstacks mit Druckwasserstoff als Primärenergieträger. Das vorrangige Entwicklungsziel liegt in der fahrzeugauglichen und mobilen Ausführung des Brennstoffzellenmoduls. Das System kann bei gleicher technischer Infrastruktur auf elektrische Leistungen zwischen 2,5 und 4,3 kW ausgelegt werden.

Am Ziel des Projektes sind die Voraussetzung für eine Serienproduktion der mobilen PEM-Brennstoffzellen-APU's geschaffen.

Technische Eckdaten:

- > Leistung 4,3 kW_{el}
- > Wasserstoffspeicherung Druckwasserstoff (5.1)
- > Tanksystem Kartusche, Druck 35 MPa, Volumetrischer Inhalt 26 l, entsprechend 0,7 kg H₂
- > Wasserstoffverbrauch bei P_{max} 1,1 l/s
- > Arbeitstemperatur BZ: 70°C
- > Kühlmedium Stack: Glykol
- > Systemüberdruck Gase max. 0,5 bar, Ausgangsdruck Tanksystem max. 10 bar.
- > Gewicht: ca. 85 kg



INFO

Projektleitung:

Bitter GmbH

Projektpartner:

TMG - OÖ Technologie- und Marketinggesellschaft mbH / Cluster Diesel Technologie,
Fronius International GmbH,
ECHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH,
Johannes Kepler Universität Linz – Institut für Regelungstechnik und elektrische Antriebe,
KTM-Kühler GmbH

PEM BRENNSTOFFZELLEN-HYBRIDFAHRZEUG

Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzellen / Batterie E-Fahrzeug

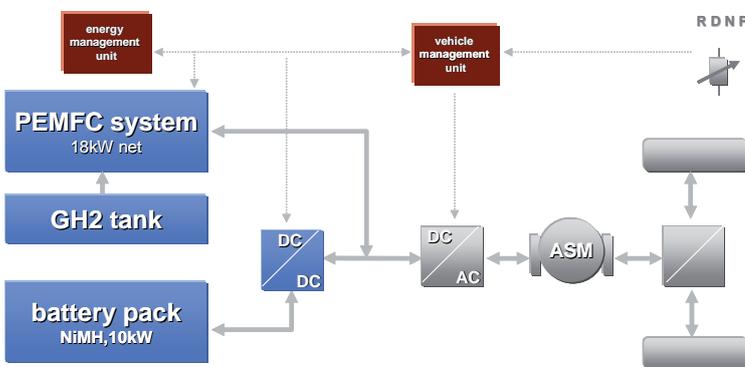
Ein ursprünglich Blei-Batterien betriebenes Elektrofahrzeug („Hotzenblitz“) stellte die Basis für die Umrüstung auf ein Wasserstoffbetriebenes („zero emission“) BZ-Fahrzeug dar. Aus Wirkungsgradgründen wurde ein Hybridkonzept ausgewählt d.h. neben der Brennstoffzelle werden NiMH Batterien für den Antrieb eingesetzt. Der Fahrzeug-Gesamtwirkungsgrad konnte sich durch die Regeneration der Bremsenergie mit Speicherung in der Batterie im Europäischen Fahrzyklus (NEDC) um ca. 8% verbessern. Wobei die Vorteile im Stadtbereich deutlicher ausgeprägt sind, hingegen auf Freilandstrassen geringer sind.

Ein weiterer Aspekt des Hybridkonzepts ist der Vorteil, dass das BZ-System kleiner ausgelegt werden kann. Die erforderlichen Leistungsspitzen z.B. beim Beschleunigen des Fahrzeugs, können aus der Kombination Batterie – Brennstoffzelle abgedeckt werden. Die Brennstoffzellen-Einheit muss daher nicht auf Volllast ausgelegt werden. Dazu werden hohe transiente Spitzen des Leistungsbedarfs im Fahrbetrieb durch die Batterie teilweise kompensiert – das Brennstoffzellen-System kann sich langsamer auf Laständerungen einstellen.

Das Systemdesign, Komponentenentwicklung und -qualifizierung sowie die Fahrzeugumbauten wurden im Gesamten vom Partner DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) durchgeführt. Von der AVL wurden die Fahrzeugcharakterisierung des Basisfahrzeugs durchgeführt, die übergeordnete Fahrzeugsteuerung entwickelt, sowie Verbrauchs- und Antriebseffizienzstudien durchgeführt. Das Christian Doppler Labor für BZ-Systeme (TU Graz) bildete die PEM-BZ als Modell ab. Für das effiziente Zusammenwirken der einzelnen Systeme im Fahrzeug bzw. Module die von unterschiedlichen Partnern entwickelte wurden, sind gemeinsame Schnittstellen bzw. Standards spezifiziert worden. In einem Parallelprojekt in Deutschland waren noch weitere Unternehmen in die Fahrzeugentwicklung eingebunden.

Das Wasserstoff betriebene BZ Hybrid Fahrzeug wurde erfolgreich in Betrieb genommen. Das Fahrzeug absolvierte im Jänner 2005 die erste Testfahrt und wurde im Februar 2005 auf dem 6. Internationalen Stuttgarter Fahrzeugsymposium erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Ergebnisse wurden u.a. bei der EVS21-Konferenz internationalem Fachpublikum vorgestellt (Monaco, April 2005).

Ziel des Projekts war es, für die beteiligten Partner aus Industrie und Universität ein PEM-Brennstoffzellen-Fahrzeug aufzubauen, um auf Basis einer realen Plattform Entwicklungswerkzeugen und Komponenten für Brennstoffzellensysteme zu entwickeln und testen.



INFO
Projektleitung:
 AVL List GmbH
Projektpartner:
 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,
 TU Graz – Christian-Doppler-Labor für Brennstoffzellensysteme

A-CELL

Hochtemperatur-Membran-Elektrodeneinheiten für Brennstoffzellenfahrzeuge

In diesem Projekt wurden in Zusammenarbeit mit dem CD-Labor für Brennstoffzellensysteme und österreichischen Industriepartnern innovative Ansätze der Brennstoffzellenforschung verfolgt. Das Ziel, eine hochtemperaturbeständige, befeuchtungsunabhängige Membran-Elektroden-Einheit für die Anwendung bei Temperaturen bis 180°C zu entwickeln, entspricht den internationalen Bemühungen im Automobilsektor. Der Forschungsaufwand wird dabei durch die erwarteten Vorteile einer stark erhöhten Toleranz des Katalysators gegenüber Kohlenmonoxid, einem befeuchtungsunabhängigen Betrieb, einer schnelleren Reaktionskinetik der Sauerstoffreduktion und einem verbesserten Wärmehaushalt gerechtfertigt, sofern es möglich ist, durch die Verwendung von innovativen Materialien die Lebensdauer und die Leistung der Membran-Elektroden-Einheit unter den neu zu adaptierenden Bedingungen erhalten bzw. zu verbessern.

Der Einsatz von Brennstoffzellen in Fahrzeugen wird bereits mittelfristig zu grundlegenden Veränderungen in der Automobilzulieferindustrie führen und wird die Erweiterung der Kompetenzen der österreichischen Automobilzulieferindustrie hin zur Chemischen Technologie erforderlich machen. Dieses Projekt befasst sich mit der Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen für die mittel- bis langfristige Entwicklung von Brennstoffzellen in Österreich, um damit für die existierenden und die zukünftigen Zulieferbetriebe einen Vorsprung im internationalen Wettbewerb zu schaffen.

Zur Fertigung der Elektroden wurden Kohlenstoff-Nanofasern sowohl für den Aufbau einer Gasdiffusionsschicht als auch als Katalysatorträger in der Aktivschicht gewählt. Diese Fasern bieten durch ihren röhrenförmigen Aufbau aus geschlossenen Graphitschichten eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit als auch eine bessere Oxidationsbeständigkeit gegenüber herkömmlichem Ruß. Die Abscheidung des Katalysatormetalls erfolgte bei sehr guten Ergebnissen mit einem zeit- und kosteneffizienten Verfahren ohne den Einsatz organischer Lösungsmittel. Bei der Elektrodenherstellung musste aufgrund der Eigenschaften des Fasermaterials von herkömmlichen Verfahren Abstand genommen werden. Hierbei wurde ein neues Verfahren entwickelt, aufgrund großer Resonanz aus der Fachwelt zum Patent angemeldet wurde und bereits für eine wirtschaftliche Verwertung in Betracht gezogen wird. Es ermöglicht die Herstellung von exakt reproduzierbaren, leistungsstarken Elektroden aus Kohlenstoff-Nanofasern bei hoher Wirtschaftlichkeit und der vollständigen Vermeidung von organischen Lösungsmitteln.

INFO

Projektleitung:

TU Graz – Christian-Doppler-Labor für Brennstoffzellensysteme

Projektpartner:

proionic Production of Ionic Substances GmbH,
Electrovac GmbH,
Gabriel Chemie GmbH

Zur Realisierung einer befeuchtungsunabhängigen Membran wurde der Ansatz verfolgt, ionische Flüssigkeiten als Protonenleiter zu verwenden. Diese ionischen Flüssigkeiten sind nahezu beliebig modifizierbar und haben in der Regel eine sehr hohe elektrochemische und thermische Stabilität. Die in diesem Projekt durchgeführte systematische Auswahl und anschließender elektrochemischer Charakterisierung von geeigneten ionischen Flüssigkeiten stellt aufgrund der sehr begrenzt veröffentlichten Forschung in diesem Gebiet die Grundlage für den Einsatz als Elektrolyt in Brennstoffzellen dar. Die Möglichkeiten zur Realisierung einer Membran auf der Basis von ionischen Flüssigkeiten

wurden untersucht und erfolgversprechende Ansätze bereits im Brennstoffzellenbetrieb getestet. Diese erarbeiteten Erkenntnisse bieten die Grundlage für das Nachfolgeprojekt, das sich im Schwerpunkt mit der Verwirklichung der befeuchtungsunabhängigen Membran befassen wird.

Aufbauend auf dieser Grundlagenarbeit besteht das langfristige Ziel in der Entwicklung eines hocheffizienten Brennstoffzellenmoduls zur Stromerzeugung an Bord von Fahrzeugen. Dieses Ziel deckt sich mit den strategischen Zielen des A3-Technologieprogrammes und führt zu einer Mehrfachdividende, da damit auch der Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen (Weißbuch der EU) und der Reduktion des Kohlendioxid-Ausstosses (Kyoto-Protokoll) entsprochen wird. Zusätzlich vermindert das mit Elektromotoren betriebene Fahrzeug die lokalen Schadstoffemissionen und die Lärmemissionen.

HOCHLEISTUNGSEINHEIT FÜR PEM BRENNSTOFFZELLEN

Entwicklung einer bipolaren Hochleistungseinheit für PEM Brennstoffzellen

Die Brennstoffzellen (BZ)-Technologie wird als eine der wesentlichen Techniken des 21. Jahrhunderts betrachtet, da sie vor allem im automobilen Bereich eine saubere und effiziente Alternative zu den vorherrschenden Verbrennungskraftmotoren darstellt.

Im Projekt „Hochleistungseinheit für PEM Brennstoffzellen“ (PEM Polymer Elektrolyt Membran) wurden neuartige und hocheffiziente bipolare Einheiten entwickelt, die mit Hilfe von Massenfertigungsverfahren äußerst kostengünstig hergestellt werden können. Mittels iterativer Kopplung von Computersimulation und Strömungsexperimenten an Prototypen wurde eine optimale Struktur der bipolaren Einheiten entwickelt. Diese neuartigen bipolaren Einheiten bieten aufgrund ihrer 3-dimensionalen konstruktiven Auslegung prinzipielle Vorteile beim Einsatz in elektrochemischen Reaktoren, da ein im Vergleich zu herkömmlichen Varianten wesentlich einfacherer An- und Abtransport von Ausgangsstoffen und Endprodukten gewährleistet ist. Als Massenproduktionsverfahren für die bipolaren Einheiten wurde das Spritzgussverfahren gewählt.

Die Entwicklung geeigneter thermoplastischer Compounds war die Voraussetzung, um die bipolaren Einheiten mittels Spritzgusstechnik herzustellen. Für die Festlegung der erforderlichen Spritzgussbedingungen wurde wiederum die iterative Kopplung von Simulation und Experiment angewandt, wobei die Abstimmung der Parameter mit der Compoundentwicklung einherging.

Die Projektdauer betrug 24 Monate, wobei ein wesentlicher Schwerpunkt auf der Entwicklung und Charakterisierung der Materialien lag.

Das Projekt „Hochleistungseinheit für PEM Brennstoffzellen“ beschäftigte sich mit der Entwicklung bipolarer Einheiten für PEMFCs. In diesem Projekt wurden neuartige hochleistungsfähige Polypropylencompounds entwickelt mit denen Bipolarplatten mittels Massenfertigungsverfahren kostengünstig hergestellt werden können.



INFO

Projektleitung:

ECHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH

Projektpartner:

Gabriel Chemie GmbH,
Electrovac GmbH,
Smotech Brennstoffzellen GmbH,
LKT Laboratorium für Kunststofftechnik GmbH,
TU Wien – Institut für Chemische Technologie und Analytik / EC 164

HEAVY DUTY ZERO EMISSION (HDZ)

Sauberer Bus- und Güter Fernverkehr in Österreich

Im Rahmen des Projektes „HDZ – Heavy Duty Zero Emission“ wurden Konzepte zur Realisierung von schadstoffarmen Traktionsantrieben im Schwerverkehr betrachtet. Aus heutiger Sicht können Technologien wie CNG und LPG als alternative Treibstoffe, sowie Wasserstoff mit Brennstoffzellen zur Verfügung stehen. Die Energieversorgung des Schwerverkehrs mit alternativen Kraftstoffen wie Wasserstoff kann mittelfristig auf viele verschiedene Arten erfolgen. Ein Ausgangspunkt für die Errichtung einer Infrastruktur für neue Energieträger kann dabei die Betankung von Flotten sein. Jedoch zeigt sich, dass eine rein regenerative Versorgung des Schwerverkehrs schwierig zu bewerkstelligen sein wird.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen in der EU zeigen strengen Vorschriften im Sinne des Immissionsschutzes, jedoch von Seite der Emissionsregelungen weitere Handlungsräume. So sind die festgesetzten Grenzwerte für Schwerfahrzeuge in Kalifornien teilweise um ein Vielfaches niedriger angesetzt, als die geltenden und kommenden in der EU.

INFO

Projektleitung:

TU Wien – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau

Projektpartner:

TU Wien – Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft,
 ECHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH,
 Öamtc Akademie,
 Neoman Bus GmbH / Kompetenzzentrum Sonder-Transport-Systeme,
 DHL Express (Austria) GmbH,
 Vossloh Kiepe

Die konkreten Anforderungen an saubere Antriebstechnologien für den Schwerverkehr wurden anhand des Umschlags eines Logistikunternehmens betrachtet. Dies zeigt, dass für den konkreten Anwendungsfall im Expressdienst zumindest einen Strecke von 1000 km ohne Tankstopp zurückgelegt werden muss. Als mittelfristige Lösung wurde ein CNG Antriebskonzept entwickelt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Integration des Tanksystems aus verfügbaren Technologien in heutige Sattelzugmaschinen für eine Reichweite von ca. 1000 km schwierig ist, jedoch die geringeren Betriebskosten beim CNG Betrieb ein wesentlicher Anreiz dazu sein können. Als ein langfristiger Ansatz in Richtung eines emissionsfreien Konzeptes wurde zusätzlich die Integration einer wasserstoffversorgten Brennstoffzelleneinheit betrachtet.

Für die im Rahmen des Projektes untersuchten Strecken wurden detaillierte Berechnungen der CO₂ und Schadstoff-Emissionen durchgeführt. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die LKW mit Anhänger zwischen 70% und 90% der Emissionen des Schwerverkehrs auf diesen gewählten Strecken ausstoßen und somit dominante Verursacher sind. Exemplarisch für die A1 Westautobahn berechnete Daten der anderen Verkehrsteilnehmer zeigen, dass etwa 80% der Kilometerleistung von PKW erbracht werden, aber nur 55% der CO₂ Emissionen. Bei den limitierten Schadstoffen ist der PKW mit 53% an den Partikelemissionen und 30% an den Stickoxidemissionen beteiligt. Der Vergleich der Emissionsniveaus zwischen dem Basisjahr 2005 und einem Szenario im Jahr 2020 zeigt große Potentiale für die Reduktion der NO_x, Partikel und CO₂ Ausstöße durch den Einsatz von CNG, LPG und H₂ im Schwerverkehr.

Bei Logistikunternehmen durchgeführte Akzeptanzuntersuchungen zeigten Sensibilität und Bewusstsein vor allem gegenüber Biokraftstoffen, wesentlich geringer bei CNG und Wasserstoff. Umfragen in der Bevölkerung haben ergeben, dass aus dem Schwerverkehr vor allem die Abgase als störend wahrgenommen werden,

Den Abschluss des Projektes bildete ein Symposium zum Thema „Sauberer Transitverkehr“ in Tirol und die Publikation Teile der Ergebnisse in der Internetplattform www.sauberer-stadtverkehr.info/hdz.

PEMFC – KLEINTRAKTION

Einsatz eines hybriden PEMFC-Antriebsystems in verschiedenen Anwendungen der Kleintraktion

Gegenwärtig wird die Brennstoffzellen (BZ)-Technologie im Zusammenhang mit umweltfreundlicher Energiebereitstellung als eine der wesentlichen Technologien des 21. Jahrhunderts betrachtet.

Aufgrund der Kostenstruktur derzeit eingesetzter Technologien im Vergleich mit der Brennstoffzellentechnologie kann der Markt in den nächsten Jahren am ehesten im Leistungsbereich unter 1 kW der Brennstoffzelle erschlossen werden, z. B. Anwendungen der Kleintraktion und anderer mobiler Kleinanwendungen. So sind die Kosten für das hybride PEMFC-Energiebereitstellungssystem (PEMFC Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell) relativ niedrig und der Wasserstoffverbrauch entsprechend der BZ-Leistung gering. Dies ermöglicht wiederum einen relativ einfachen Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur. Darüber hinaus ist die Kleintraktion eine BZ-Anwendung, die massiv in der Öffentlichkeit wahrgenommen wird und so der Bewusstseinsbildung dient.

Im Projekt „PEMFC-Kleintraktion“ werden drei Anwendungen aus der Kleintraktion im Leistungsbereich von 1 bis 3 kWel mit einem hybriden PEMFC-Energiebereitstellungssystem aufgebaut und dessen Funktionalität demonstriert. Einen weiteren Grundstein für die mittelfristige Einführung solcher Anwendungen im Kleintraktionsbereich bildet die Konzeptstudie zum Aufbau einer Pilotanlage zur Produktion eines hybriden PEMFC-Energiebereitstellungssystems samt Komponenten. Inhalt ist sowohl eine technische als auch eine finanzielle Betrachtung.

Das hybride PEM-Brennstoffzellensystem wird bei einem Elektro-Scooter und einem Niederflurtransporter als Energiebereitstellungssystem für den Antrieb eingesetzt. Im Falle des 3,5t-Leichtbaukühlfahrzeuges dient das hybride PEM-Brennstoffzellensystem als Energieversorgung für das Kühlaggregat. Fahrzeuge dieses Typs sollen vor allem im innerstädtischen Zulieferbetrieb für Kühlware eingesetzt werden.

Das erste Fahrzeug („HyCart“) mit hybridem PEM-Brennstoffzellensystem wurde im September 2007 fertig gestellt. Ausgerüstet mit einer Nennleistung von 1kW der BZ-Einheit, zwei 12V Bleiakкумуляtoren mit einer Kapazität von 70Ah und einem 350 bar Druckwasserstofftankmodul (Kapazität: 0,94 kg H₂) konnten die Vorteile dieses Systems bei Testfahrten aufgezeigt werden. So wird die Reichweite um das drei- bis vierfache erhöht (von 50km auf bis zu 200km) und die Betankung des Wasserstoffspeichers erfolgt in wenigen Minuten – im Vergleich zu einer Ladezeit von 3 bis 6 Stunden der Bleiakкумуляtoren. Optional können statt dem 350 bar Wasserstofftankmodul Metallhydridspeicher eingesetzt werden.

Im weiteren Projektverlauf wird ein Elektro-Scooter mit einem BZ-System (Nennleistung der BZ-Einheit: 350 bis 400 Watt) und mit zwei Metallhydridspeichern (je 1.000NL Kapazität) ausgerüstet. Für die Energieversorgung des Kühlaggregates werden eine BZ mit einer Nennleistung von 1kW und zwei Bleiakкумуляtoren mit einer Kapazität von 95 Ah eingesetzt. Die Wasserstoffversorgung kann durch das 350 bar Druckwasserstoffmodul oder durch Metallhydridspeicher erfolgen. Die Vorteile bei der Energieversorgung des Kühlaggregats im Kühltransporter sind der abgasarme und lärmarme Betrieb sowie die Gewährleistung einer geschlossenen Kühlkette bei längeren Standzeiten während der Auslieferung.

Das Projekt „PEMFC-Kleintraktion“ hat die Entwicklung und Produktion eines hybriden PEMFC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)-Energieversorgungssystems in einem Leistungsbereich von 500 W_{el} bis 1 kW_{el} der Brennstoffzeleinheit und dessen Einsatz in drei Anwendungen der Kleintraktion zum Ziel.

INFO

Projektleitung:

ECHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH

Projektpartner:

Fotec Forschungs- und Technologietransfer GmbH,
TMG Technologie- und Marketinggesellschaft mbH,
Photovoltaiktechnik GmbH,
Fronius International GmbH,
Banner GmbH,
Bitter GmbH,
IO Fahrzeuge Produktions- und Handels GmbH,
S. Graf, Carello Elektrofahrzeuge Erzeugungs- und Vertriebsgesellschaft m.b.H.,
Schuh Karosseriebau GmbH,
ZSW Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung,
FuMA-Tech GmbH

RECYCLECAT

Alternative Quellen für Brennstoffzellenkatalysatoren

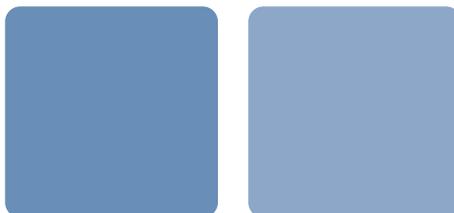
Der Bedarf an Katalysatormaterial wird in Zukunft, vor allem bedingt durch eine flächendeckende Einführung der Brennstoffzellentechnologie, stark ansteigen. Um die Importabhängigkeit zu lindern und eine Grundversorgung an Katalysatormaterial für die Automotive-Industrie sicherzustellen, kann ein Großteil der benötigten Elemente aus rezyklierten Bauteilen gewonnen werden.

Auf Basis der Kreislaufsysteme und anhand der Erfahrungen beim Autoabgaskatalysator-Recycling soll ein Recyclingverfahren für Brennstoffzellen entwickelt und an die Besonderheiten der in Brennstoffzellen verwendeten Komponenten und Materialien angepasst werden. Marktstruktur und Logistikwege sind grundsätzlich ähnlich zu bestehenden Recyclingprozessen für Autoabgaskatalysatoren. Aufgrund der höheren Katalysatorbeladungen von Brennstoffzellen (im Vergleich zu Autoabgaskatalysatoren) sind effiziente Recyclingabläufe hier allerdings von noch größerer Bedeutung.

Auf Basis der Kreislaufsysteme für Katalysatormaterialien aus der Automobilindustrie soll ein Recyclingverfahren auch für PEMFC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells) entwickelt und an die Besonderheiten der in Brennstoffzellen verwendeten Komponenten und Materialien angepasst werden.

Grundbedingung für die Erzielung hoher Recyclingquoten sind moderne Aufbereitungs- und Reinigungsverfahren sowie ein effizientes Sammelsystem. Wenn es gelingt, den Aufbereitungszyklus effizient zu gestalten, kann so eine alternative Quelle an Rohstoffen für die Brennstoffzellenproduktion erschlossen werden.

Das Ergebnis des Projektes sind neue, kostengünstige Recyclingprozesse für Brennstoffzellenkomponenten, bei denen neben den Katalysatormaterialien auch die hochwertigen Trägersubstrate und Ionenleiter (Polymerelektrolytmembran) zurück gewonnen werden können.



INFO

Projektleitung:

ECHEM Kompetenzzentrum für
Angewandte Elektrochemie GmbH

Projektpartner:

TU Wien – Institut für Chemische
Technologie und Analytik / EC 164,
Clean Air Technologies

BZ-LOGISTIKZUG/HYLOG

Demonstration einer Brennstoffzellen-Logistikanwendung und Bau einer Solarwasserstofftankstelle an einem europäischen Transitknoten in OÖ

Im Projekt HyLOG geht es um die Entwicklung und Integration eines 2,5 kW Brennstoffzellen-Range-Extender Antriebssystems in ein Logistikzugfahrzeug, welches in der Standardausführung mit einer Traktionsbatterie ausgestattet ist. Mit dem Betrieb des Prototypenfahrzeugs in einem realen, industriellen Anwendungsumfeld sollen die Vorteile der Range-Extender Antriebstechnologie im Vergleich zu Fahrzeugen mit Traktionsbatterieantrieb nachgewiesen und eingehend untersucht werden.

Die Wasserstoffversorgung für den Range-Extender Logistikzug erfolgt durch eine am Standort errichtete Wasserstoff-Betankungsanlage, wobei der Wasserstoff vor Ort mittels erneuerbarer Energie aus einer Photovoltaikanlage durch einen Elektrolyseur erzeugt wird.

Ziel des HyLOG Projekts ist die Demonstration und Untersuchung des Gesamtsystems einer emissionsfreien industriellen Transportlogistiklösung und die Bereitstellung einer Referenz zur Beschleunigung der Markteinführung dieser innovativen Technologie.

DIE PROJEKTZIELE IM DETAIL UMFASSEN:

- > Entwicklung eines 2,5kW Range-Extender Antriebssystems mit 26 Liter, 350 bar Druckwasserstofftanksystem und dessen zertifizierbarer Integration in ein Serien-Logistikzugfahrzeug auf Basis geltender Sicherheitsstandards. Praktische Erprobung des Prototyp in einer realen industriellen Anwendungsumgebung, um Erfahrung zu sammeln und Daten für technisch-wirtschaftliche Vergleiche mit Batteriefahrzeugen zu erhalten. Der Einsatz der neuen Technologie in einem realen Produktionsumfeld ermöglicht auch die Untersuchung der sozialen Akzeptanz und die Identifikation legislativer Barrieren für eine breite Markteinführung.
- > Errichtung und Demobetrieb einer autonomen Betankungsinfrastruktur für Fahrzeuge mit 350 bar Druckwasserstofftanksystem mit Vorortzeugung von Elektrolysewasserstoff mittels erneuerbarer Energie aus einer 605kWp Photovoltaikanlage. Die Effizienz der Solarwasserstoff-Betankungsinfrastruktur soll durch Entwicklung einer Lösung zur DC-Direktkopplung des Elektrolyseur mit dem PV-Generator und durch Untersuchung und Optimierung der Betriebsstrategie des Gesamtsystems, um bis zu 15% verbessert werden. Die Analyse der Systemtechnik des Gesamtsystems soll Potentiale zur Standardisierung und Kostensenkung aufzeigen.
- > Entwicklung und Abschätzung des Marktpotentials für das Gesamtsystem aus industrieller Brennstoffzellen Logistikanwendung und autonomer Solarwasserstoffbetankungsinfrastruktur und dessen Teilanlagen. Identifikation und Entwicklung von Vermarktungsszenarien für das Range-Extender Antriebssystem in den Bereichen Automotive, Flurförderfahrzeuge und Freizeitanwendungen (bspw. Boote).
- > Anbindung der installierten Solarwasserstoff-Betankungsinfrastruktur an die im Aufbau befindliche, europäische Wasserstoffinfrastruktur.



Im Projekt HyLOG wird der Einsatz eines Brennstoffzellen-Range-Extender Antriebssystems mit 2,5 kW am Beispiel einer innerbetrieblichen Logistikanwendung entwickelt, demonstriert und wissenschaftlich untersucht. Die Treibstoffversorgung des innovativen Transportsystems erfolgt durch eine am Standort Sattledt/OÖ errichtete, energieautonome Wasserstoffbetankungsanlage für Fahrzeuge mit 350 bar Druckwasserstofftank. Der erforderliche Wasserstoff wird durch Elektrolyse mittels erneuerbarer Energie aus einer 605 kWp Photovoltaikanlage bereitgestellt.

INFO

Projektleitung:

Fronius International GmbH

Projektpartner:

Bitter GmbH,

Biovest Consulting GmbH,

HyCentA Research GmbH,

Clusterland Oberösterreich GmbH

/ Automobil-Cluster

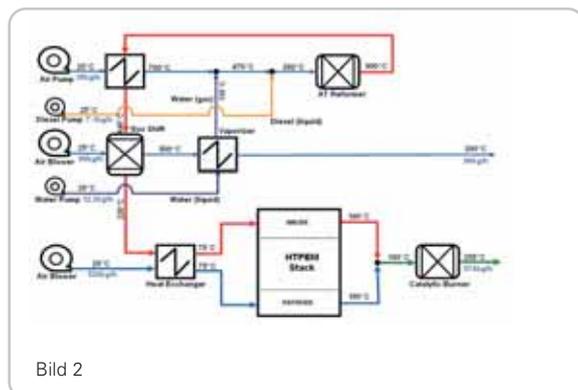
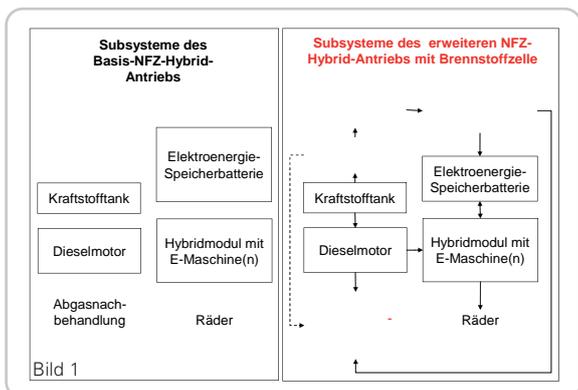
ELYSE

Electricity for Light duty commercial hYbrid powertrain SystEms

Im Projekte ELYSE wird die Einbindungsmöglichkeit einer kontinuierlichen Brennstoffzellen-Elektro-Energiequelle in leichten Nutzfahrzeugen untersucht. Die Brennstoffzelle wird mit Diesel-Reformatgas betrieben. Das Reformatgas soll zusätzlich auch für die Verbesserung der Abgasnachbehandlung genutzt werden (Bild 1).

Der Betrieb von leichten Nutzfahrzeugen (LD-NFZ) ist durch häufige Kaltstarts, langen Betrieb in der Teillast und durch extreme Änderungen der Last gekennzeichnet. Der Wirkungsgrad dafür geeigneter Antriebe, wurde durch den Einsatz von direkt einspritzenden Dieselmotoren und durch die Nutzung der Hybridtechnologie verbessert (s. Daimler Chrysler Hybrid-Sprinter). Weitergehende Verbesserungen wären durch eine Ausweitung des rein elektrischen Fahrbetriebes möglich. Überdies werden auch auf europäischer Ebene Forderungen für begrenzten, emissionsfreien Betrieb von Straßenfahrzeugen formuliert. Das größte Problem stellt dabei die Batterie als begrenzender Energiespeicher dar. Mit einem vom Hauptantrieb unabhängigen Brennstoffzellensystem könnten letztlich alle elektrisch betriebenen Hilfs- und Nebenaggregate optimal mit Strom versorgt werden und würden dabei jeweils nur die aktuell erforderliche Antriebsleistung aufnehmen.

Ziel des Projektes „Electricity for Light duty commercial hYbrid powertrain SystEms – ELYSE“ ist es daher, die Einbindungsmöglichkeiten einer kontinuierlichen Brennstoffzellen-Elektro-Energiequelle betrieben mit Diesel in einem LD-NFZ zu untersuchen. Ferner soll analysiert werden, welche Vorteile und Synergien sich durch diese neuen



Bord-Komponenten hinsichtlich der Abgasnachbehandlung ergeben. Konkret soll im aktuellen Projekt entsprechend dem intermittierenden Elektro-Energiebedarf eines LD-NFZ der Einsatz einer Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzelle untersucht werden. Der neuartige Zelltyp kann ohne Gasbefeuchtung bei sehr hohen Anoden-CO Konzentrationen betrieben werden. Damit ist es möglich, flüssige Kohlenwasserstoffe sehr einfach aufzubereiten (Fuel Reformer ohne CO Feinreinigung) und daher den Kraftstoff (Diesel oder Bio-Diesel) aus dem Tank des Hybridantriebes zu beziehen. Das Reformatgas soll zusätzlich für die Verbesserung der Abgasnachbehandlung (motorunabhängige Regeneration des Partikelfilters) genutzt werden.

INFO

Projektleitung:

AVL List GmbH

Projektpartner:

TU Graz – Christian-Doppler-Labor für Brennstoffzellensysteme, CERTH / CPERI / APTL, Griechenland, PEMEAS GmbH, SüdChemie, München

Im laufenden ersten Projektjahr wurde zusammen mit den Projektpartnern die Systemstruktur untersucht und festgelegt (Bild 2). Auf dieser Basis erfolgen nun laufend die Komponentenauslegungen und -untersuchungen.

FluidPEM

Fluid-Transport in PEM Brennstoffzellen

PEM-Brennstoffzellen, die mit H₂ und Luft betrieben werden, können sehr hohe Wirkungsgrade von mehr als 60% erreichen, wobei sie absolut emissionsfrei arbeiten. Daher gibt es für diesen Brennstoffzellen-Typ vielversprechende und weitreichende Anwendungsmöglichkeiten wie z.B. im automotiven, portablen und auch im stationären Bereich. Die Leistungsfähigkeit der heutigen PEM-Brennstoffzellen ist allerdings stark von zwei Faktoren innerhalb der Zelle abhängig, einerseits vom Strömungs-Management der Reaktanden (H₂, Luft) betreffend die optimale Versorgung der aktiven Fläche und andererseits vom Wärmemanagement wegen des notwendigen Austrags der Abwärme aus den Zellen. Um die maximal mögliche Leistung aus einem Stack (Zellstapel) gewinnen und damit die Kosten pro kW minimieren zu können, muss jede einzelne Zelle ihre maximale Leistung erbringen können, und entsprechend müssen Strömungs- und Wärmemanagement optimal funktionieren.

Im aktuellen Projekt werden neueste Modellierungstechniken der 3D-CFD Simulation mit modernsten experimentellen Untersuchungs-Methoden kombiniert. Das Gesamtprojekt umfasst zwei parallel laufende Teilprojekte – eines in Österreich und eines in UK.

Im österreichischen Projektteil wird eine neue Simulationstechnik der AVL für diese Brennstoffzellen erstmals angewandt, die eine explizite Berechnung der 2-Phasenströmung (Gas und Wasser) auch in den porösen Gasdiffusionsschichten ermöglicht (Bild 1). Parallel dazu werden bereits am CDL für Brennstoffzellensysteme Messungen an einer „segmentierten Zelle“ (Bild 2) durchgeführt, um damit die Simulationen validieren zu können.

Im englischen Projektteil wird die Lattice-Boltzmann Equation (LBE)-Methode angewandt, um Verbesserungspotenziale durch neue, speziell mikrostrukturierte Materialien für die Gasdiffusionsschichten der Zellen des leitenden Industriepartners des englischen Projektteiles zu identifizieren. Der Einfluss auf das Zellverhalten wird schließlich mit dem validierten CFD Simulationsprogramm der AVL untersucht.

Das technische Ziel des Gesamtprojektes ist es, die Leistungsdichte der verwendeten Zellen in etwa zu verdoppeln.

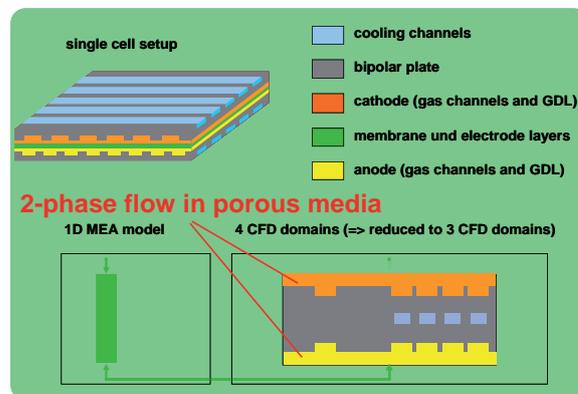


Bild 1



Bild 2

Die Leistungsfähigkeit von PEM-Brennstoffzellen ist sehr stark abhängig vom Strömungs-Management der Reaktanden innerhalb der Zelle sowie vom globalen Wärmemanagement. Im vorliegenden Projekt soll das Design der Brennstoffzellen durch fortschrittliche Modellierung- Methoden und experimentellen Untersuchungen diesbezüglich optimiert und erprobt werden.

INFO

Projektleitung:

AVL List GmbH

Projektpartner:

TU Graz – Christian-Doppler-Labor für Brennstoffzellensysteme

HT-MEA

Entwicklung und Kleinserienfertigung von hochleistungsfähigen Hochtemperatur-Membran-Elektrodeneinheiten

Im vorliegenden Projekt werden Hochtemperatur-Membran-Elektrodeneinheiten für Niedertemperaturbrennstoffzellen entwickelt. Es werden dazu unter anderem neue Ansätze einer mikroporösen, hochtemperaturbeständigen Verbundmembran mit eingebetteten ionischen Flüssigkeiten als Elektrolyt verfolgt. Als Elektroden werden die in einem Vorgängerprojekt entwickelten Elektroden aus tubulären Kohlenstofffasern adaptiert und eingesetzt. Die erwarteten Ergebnisse sind in erster Linie die Erhöhung der Brennstoffzellen-Lebensdauer unter erhöhten Temperaturen sowie eine Kostenreduzierung.

In diesem Projekt wird das Ziel verfolgt, aufbauend auf den Ergebnissen des Vorgängerprojekts A-Cell eine hochtemperaturbeständige Membran-Elektroden-Einheit zu entwickeln, wobei die Materialien von den österreichischen Partnern entwickelt bzw. zur Verfügung gestellt werden.

Prinzipiell sind die Vorteile einer Betriebstemperatur der Brennstoffzelle über 120°C darin zu sehen, dass die Leistungsfähigkeit weitgehend befeuchtungsunabhängig ist, dass der Wärmehaushalt sich in der mobilen Anwendung wesentlich einfacher darstellen lässt, dass sich die Kohlenmonoxid-Toleranz wesentlich erhöht und dass die Reaktionskinetik bei der höheren Betriebstemperatur steigt. Aus diesem Grund gibt es weltweit Bemühungen um Hochtemperaturmembranen für den automotiven Einsatz zu entwickeln.

Der erste Entwicklungsschwerpunkt befasst sich mit innovativen Methoden zur Herstellung der Protonenleitfähigkeit in an sich nicht ionenleitenden Polymermembranen. Zu diesem Zweck wird eine mikroporöse Membranstruktur erzeugt, in dessen offene Kanäle ionische Flüssigkeiten eingebracht werden, welche in der Regel eine sehr hohe elektrochemische und thermische Stabilität aufweisen und nahezu beliebig modifizierbar sind. Ein weiteres Ziel besteht in der Untersuchung von polymerisierbaren ionischen Flüssigkeiten.

Der zweite Fertigungsschwerpunkt liegt in der Adaptierung von Elektroden mit tubulären Kohlenstoff-Nanofasern, welche sowohl in der Gasdiffusionsschicht als auch in der Aktivschicht als Katalysatorträger verwendet werden. Das Kriterium einer homogenen und haftfähigen Katalysierung sowie das Elektrodenfertungsverfahren an sich wurden bereits im Projekt A-Cell unter außerordentlichem Echo in der Fachwelt gelöst. Mit der Verwendung von Kohlenstoff-Nanofasern als Elektrodenmaterial wird sich der Verbrauch an Katalysatormaterial verringern, was einerseits die Kosten reduziert und andererseits Migrationseffekte bei höheren Temperaturen im Betrieb der Brennstoffzelle verhindern soll.

INFO

Projektleitung:

TU Graz – Christian-Doppler-Labor für Brennstoffzellensysteme

Projektpartner:

Electrovac AG,
Lipp-Terler GmbH



THDA

Entwicklung eines neuen Stack-Überwachungssystems als Serienkomponente in stationären und mobilen Brennstoffzellenanwendungen

Im Projekt THDA wird eine neue Elektronikkomponente zur Stacküberwachung in mobilen und stationären Brennstoffzellensystemen entwickelt. Besonders für Brennstoffzellen mit hoher Leistungsdichte ist die Überwachung der Betriebsgrenzen für den Stack entscheidend für dessen Lebensdauer. Ein seriennaher Prototyp der innovativen Stacküberwachung wird in einem 5 kW Range-Extender Antriebssystem unter realen Bedingungen getestet.

Stand der Technik bei der Stacküberwachung ist die Spannungsmessung an jeder einzelnen Zelle am Stack und die Messung des Stackstroms. Der Nachteil dieser Methode ist, insbesondere in automotiven Brennstoffzellensystemen mit bis zu mehreren hundert Einzelzellen, der hohe Aufwand zur Signalerfassung und Auswertung. Diese Systeme benötigen teure Hardwarelösungen, die zudem eine hohe Fehleranfälligkeit besitzen.

Der im Projekt THDA verfolgte, bereits patentierte Verfahrensansatz „Total Harmonic Distortion Analysis – THDA“ basiert allein auf der Messung von Stackstrom und -spannung und der zielgerichteten Signalinterpretation. Einzelzellen die sich in kritischen Betriebszuständen befinden, verursachen charakteristische Frequenzmuster im Messsignal, wodurch unzulässige Zellzustände identifizierbar sind. Gegenstand der Methodenentwicklung ist die Isolation von Störeinflüssen durch die Brennstoffzellensystemperipherie (z.B. Leistungselektronik) sowie die Untersuchung der Anwendungsgrenzen der Methode zur Überwachung und Steuerung relevanter Grenzzustände (z.B. den Kaltstart).

Ausgehend von der Entwicklung einer weitgehend anwendungs-unabhängigen Stand-Alone Lösung soll das System im Projekt THDA in eine konkrete 5 kW Range-Extender Anwendung zur Überwachung eines 100 Zellen Stacks integriert werden. In dieser Anwendung bedeutet der Einsatz der innovativen THDA-Methode eine drastische Reduktion der Messkanalzahl von 101 auf 2 und eine erhebliche Vereinfachung der Signalaufbereitung. In praxisnahen Tests wird die Leistungsfähigkeit der THDA-Methode im Vergleich zur Einzelzellspannungsüberwachung nachgewiesen.

Entwicklung einer Elektronikkomponente zur Stacküberwachung in Brennstoffzellensystemen mittels der Messung von Stackstrom und -spannung und darauf aufbauender Signalinterpretation. Auf Basis der gewonnenen Frequenzmuster können Betriebszustände der Stacks charakterisiert werden. Die Erprobung des Konzeptes erfolgt in einem 5 kW Range-Extender Antriebssystem.

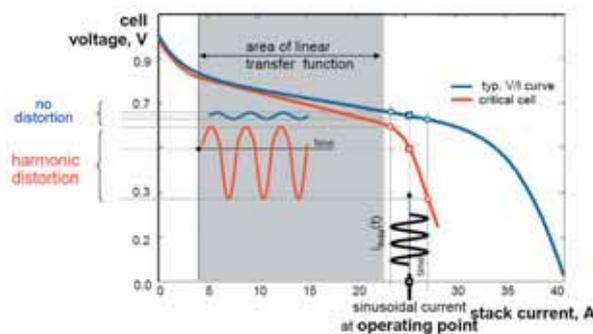
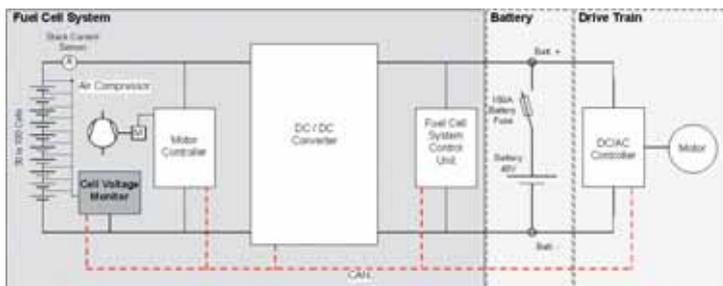
INFO

Projektleitung:

Fronius International GmbH

Projektpartner:

AVL List GmbH,
TU Graz – Christian-Doppler-Labor für Brennstoffzellensysteme



ENERGIEEFFIZIENTE KLIMATISIERUNG FÜR NUTZFAHRZEUGE

Feasibility Studie zur hybriden Entkoppelung der Antriebsleistung der Klimaanlage von der Wellenleistung des Primärtriebs unter Nutzung von Hochtemperatur Brennstoffzellen

Die beauftragte Feasibility-Studie untersuchte daher die Potentiale eines hybriden Systems zum Antrieb eines elektrisch betriebenen Kompressors unter Nutzung einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC):

- > Elektrifizierung mit höheren Betriebsspannungen (min. 42V) bringt reduzierte Kompressorleistungserfordernisse (Lt. Simulation für PKW ca. 50%)
- > SOFC stellt diese Energie mit hohem Wirkungsgrad zur Verfügung (>50%)
- > Nachweis der Tauglichkeit der SOFC für diese Anwendung (thermische Zyklierbarkeit)
- > Entwicklung einer intelligenten hybriden Koppelung im thermischen Gesamtmanagement zur weiteren Steigerung des Wirkungsgrades

Klimaanlagen sind erhebliche Energieverbraucher in Nutzfahrzeugen wie z.B. Bussen, wo die mechanische Antriebsleistung des Kompressors bis zu 30kW betragen kann. Zusätzlich soll diese Klimatisierungsleistung auch möglichst im Stillstand erbracht werden können.

Zentrales Element ist eine mikrotubuläre SOFC, welche inhärent thermisch stabiler ist, als die vielfach verfolgten planaren Konzepte und damit auch für mobile Einsätze geeigneter.



INFO

Projektleitung:

ALPPS Fuel Cell Systems GmbH

Projektpartner:

Arsenal Research GmbH,
FH Wels, Studiengang Öko-
Energietechnik

HOCHTEMPERATUR FESTOXIDBRENNSTOFFZELLE

Brennstoffzellen-Auxiliary Power Unit für mobile Anwendungen

Als weiterer Projektpartner hat die Firma CTP GmbH in Graz den Kathodenwärmetauscher sowie den katalytischen Nachverbrenner entwickelt, sodass diese Komponenten zusammen mit einem Ergas-Prereformer, der von der AVL aufgebaut wurde, als Teilsystem auf einem ebenfalls im Rahmen des Projektes entwickelten, vollautomatisierten SOFC Prototypenprüfstandes integriert und ersten Tests unterzogen werden konnten (Bild 2).



Bild 2

Mit Hilfe des automatisierten Prüfstandes wurden die fehlenden Bauteile (z.B. der Luftversorgung) simuliert und das System konnte sehr realitätsnahe auch dynamisch betrieben werden.

Dabei wurden bei einer bemerkenswerten Kraftstoffausnutzung (fuel utilization) von 92% Systemspitzenwirkungsgrade bis 55% und im Lastzyklus mittlere Wirkungsgrade von 37% erreicht, wodurch der Zielwert von 35% sogar leicht übertroffen wurde (Bild 3).

Untersuchungen zur Systemintegration zeigten, dass eine wirtschaftliche Anwendung in mobilen Systemen aber nur dann darstellbar ist, wenn

- > auf gewohnte Kraftstoffe zurückgegriffen werden kann, d.h. Tankstellen-Diesel für Nutzfahrzeuganwendungen,
- > die Kosten für teure Komponenten wie die Interconnectoren gesenkt werden können und
- > eine bessere Integration des Systems weitere Vorteile für den Anwender bieten kann.

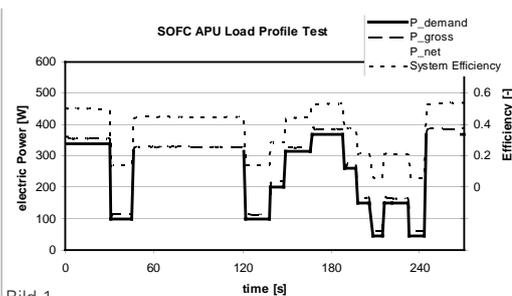


Bild 1

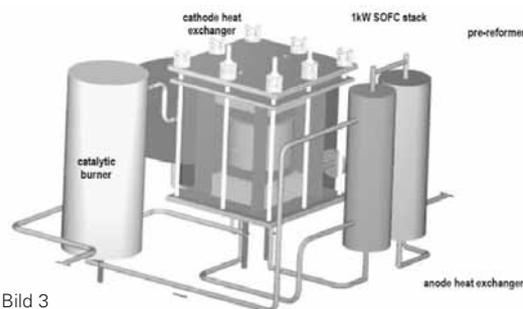


Bild 3

Ziel des Projektes war die Untersuchung des Verbrauchs- und Emissionsreduktionspotenzials im mobilen Bereich durch Einsatz der SOFC-Brennstoffzellentechnologie als sogenannte Auxiliary Power Units (APU's) für die Stromerzeugung. In Zusammenarbeit mit dem CD-Labor für Brennstoffzellensysteme der TU Graz wurden Simulationsmodelle erarbeitet, mit denen die Vorauslegung und Dimensionierung einer ersten Prototypenanlage im 1 kW Leistungsbereich erfolgte (Bild 1). Von Seiten des dänischen Projektpartners Topsoe Fuel Cell AS wurde ein SOFC Stack entwickelt und für die Versuche zur Verfügung gestellt.

INFO

Projektleitung:

AVL List GmbH

Projektpartner:

Chemisch Thermische Prozesstechnik GmbH,
TU Graz – Christian-Doppler-Labor für Brennstoffzellensysteme,
Topsoe Fuel Cell AS (DK)

ABSOCOOL-TRANSPORT

Studie über die Nutzung von brennstoffzellenbetriebenen Sorptionskühlsystemen für Transportkühlanwendungen

Das Projekt nutzt eine neuartige Lösung der Strom-Wärme-Kopplung für die Transportkühlung mit dem Potenzial einer erheblichen Verbrauchs- und Emissionsreduktion. Das Projekt setzte sich zum Ziel zu ermitteln, inwieweit die Kombination Hochtemperatur-Brennstoffzelle und Sorptions-Kältetechnik für Transportkühlanlagen eingesetzt werden kann. Als Ergebnis kann man sich signifikante Kraftstoffverbrauchs- und Emissionsreduktionen (>50%) gegenüber dem heute zum Einsatz kommenden dieselmotorgetriebenen Kompressionskälteanlagen erwarten.

Die Kombination aus Brennstoffzelle und Sorptionskältemaschine stellt im Fahrzeugs-ektor eine neuartige Konstruktion dar. Diese Koppelung in derartig kompakter Form wird erstmals untersucht werden. Inwieweit die Wärmenergie der Brennstoffzelle als Antrieb einer Sorptionskälteanlage genutzt werden kann, wird sich im Zuge dieser Studie zeigen.

In der Studie wurde gezeigt, wie und an welcher Stelle eine Integration eines solchen Systems in die verschiedenen Transportmittel möglich ist und in welcher Höhe es zu einer Reduktion des Treibstoffaufwandes und damit zu einer Reduktion der Emissionen kommt. Dieses Projekt soll nicht nur eine Substitution durchführen sondern darüber hinausgehend Innovationen aufzeigen.

Durch dieses Projekt wird an einer Verbesserung der Effizienz der Nebenaggregate, im Speziellen der Kühlaggregate, gearbeitet. Es hat sich gezeigt, dass ein solches System von der Energieseite her sinnvoll ist. Es kann auch an den dafür vorgesehenen Plätzen der heutigen Kühlaggregate integriert werden, ohne einen Mehrplatzbedarf auszuweisen.

INFO

Projektleitung:

ALPPS Fuel Cell Systems GmbH

Projektpartner:

CLIMT Claassen Industrie Management Trading GmbH,

Arsenal Research GmbH

Weiters bietet ein solches kombiniertes System die Möglichkeit, eine beträchtliche Menge an Treibstoff zu sparen und gleichzeitig den Wirkungsgrad des Gesamtsystems deutlich zu verbessern, da das System über weite Strecken nicht im Volllastbereich sondern im Teillastbereich betrieben wird. Es wurde aus Sicht der Projektpartner ein kombiniertes System entwickelt, dass einen Kompressionsteil mit einem Absorptionsteil verbindet. Weiters wird noch ein Brennstoffzellensystem integriert. In einem Nachfolgeprojekt wird an dem ersten Prototypen gearbeitet.

E₂MOBIGEN

Energieeffiziente mobile Energiegenerierung aus Diesel mit Brennstoffzellen

Die Entwicklung energieeffizienter Nebenaggregate für Fahrzeuge führt zu einer immer stärkeren Elektrifizierung von Nebenaggregaten. Gleichzeitig werden die Anforderungen des Kunden an Komfort und Sicherheit immer größer, was zu noch mehr elektrischen Verbrauchern im Kraftfahrzeug führt. Durch den daher steigenden Bedarf an elektrischer Energie liegt es nahe, dass eine getrennte effiziente Stromversorgung einen wesentlichen Beitrag zu Treibstoffeinsparungen und CO₂-Reduzierung leisten kann.

Das vorliegende Projekt bereitet auf zumindest zwei technologische Umbrüche in der Fahrzeugtechnik vor. Einerseits auf die zunehmende Elektrifizierung (drive by wire etc.), aber auch auf die Einführung der Brennstoffzellentechnologie, die einen enormen Einfluss auf die Struktur der Kfz-Zulieferindustrie haben wird.

Das Projekt ist in zwei Phasen geteilt. In den ersten 2 Jahren wird die notwendige Technologie entwickelt und ein Prototyp gebaut. Diese Arbeiten basieren auf einer Studie, die in der ersten Ausschreibung des A3-Programms gefördert wurde und die Machbarkeit des angepeilten Systems gezeigt hat. In weiterer Folge läuft dann die Testphase, die von den Anwendungspartnern durchgeführt wird.

E₂mobiGen trägt zu folgenden positiven Veränderungen bei:

- > „Sauberer“ zum Beispiel durch NO_x Reduktion,
- > „Sicherer“ durch Reduktion der thermischen Belastung des Fahrers,
- > „Leiser“ durch nahezu geräuschlosen Betrieb von Nebenaggregaten.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines leistungsfähigen Aggregats mit hoher österreichischer Wertschöpfung für die Hilfsenergieversorgung in Kraftfahrzeugen. Dieses wird umweltfreundlich mit einer Brennstoffzelle ausgestattet sein und mit Diesel oder Biodieselbetrieben werden.



INFO

Projektleitung:

ALPPS Fuel Cell Systems GmbH

Projektpartner:

FH OÖ Forschungs- und Entwicklungs GmbH,

Arsenal Research GmbH,

Rexxon GmbH (D),

Rosenbauer International AG

SOFC APU

Konzeption und Erprobung neuer Technologien für ein wettbewerbsfähiges Brennstoffzellen-APU System

Brennstoffzellen-Systeme zur Stromversorgung von Nebenaggregaten in Nutzfahrzeugen haben Kostenziele, die eine konsequente Ausrichtung auf Kostenoptimierung erfordern. Innerhalb des Projekts werden daher sowohl kostengünstige Materialien und Verfahren zur Massenfertigung der Brennstoffzelle als auch Konzepte zur verstärkten Integration und erweiterten Nutzung von Brennstoffzellen-Systemen im Fahrzeug untersucht. Wichtige Anforderungen an das APU System für den mobilen Einsatz sind wettbewerbsfähige Herstellungskosten und die Verwendung des im Fahrzeug vorhandenen Treibstoffes (z.B. Diesel). Mit den heutigen Systemansätzen, Komponenten und verwendeten Materialien sind die Zielkosten für die mobile Fahrzeuganwendung nicht erreichbar. Damit die Brennstoffzellen-APU ein wettbewerbsfähiges Produkt werden kann, wurde vom Konsortium eine doppelte Strategie verfolgt:

INFO

Projektleitung:

AVL LIST GmbH

Projektpartner:

Plansee AG,

Haldor Topsoe A/S (DK),

Montanuniversität Leoben – Department

Metallkunde und Werkstoffprüfung,

TU Graz – Christian-Doppler-Labor für Brennstoffzellensysteme,

Landwirtschaftskammer Steiermark

1. Steigerung des Nutzungsgrades des APU Systems durch stärkere Fahrzeugintegration:
 - > Ersetzen von Bauteilen im Fahrzeug
 - > Gemeinsame Nutzung von Bauteilen durch Fahrzeugsystem und APU
 - > Ermöglichen neuer Funktionalitäten für das Gesamtsystem Fahrzeug
2. Anwendung neuer Material- und Designansätze für eine Brennstoffzellengeneration, die eine signifikante Systemvereinfachung und kostengünstige Massenfertigung ermöglichen.

AVL hat basierend auf einer detaillierten Integrationsstudie zwei Konzepte für wettbewerbsfähige Systeme entwickelt. Im ersten Konzept, einem „Stand-Alone“ Ansatz, gilt der Fokus der Minimierung der Produktions- und Integrationskosten für einen raschen und erfolgreichen Markteintritt. Das zweite Konzept „PTSU – Power Train Support Unit“

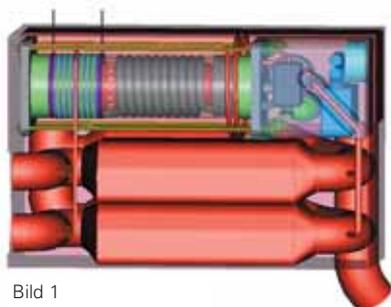


Bild 1



Bild 2



Bild 3

zielt auf eine Maximierung des Gesamtwirkungsgrades. Dabei werden wesentliche Funktionen des Antriebsstranges durch das SOFC APU System erfüllt (Bild 1).

Weiters hat AVL einen Diesel-Reformer entwickelt und damit den Anodenkreislauf des APU Systems aufgebaut. Damit konnte ein Spitzenwirkungsgrad von 83% und ein Zykluswirkungsgrad von 78% demonstriert werden (Bild 2).

Im Rahmen des Projektes wurden weiters 2 SOFC Stacks mit metallischen Interkonnektoren (aus unterschiedlicher Generation) der Fa. Plansee aufgebaut und auf einem AVL Prüfstand charakterisiert (Bild 3). Damit konnte die Leistungsfähigkeit von Plansee Low-Cost Interkonnektor-Materialien im Vergleich zum Ausgangswerkstoff demonstriert werden.

Durch die Arbeiten im Projekt SOFC APU konnten Ansätze identifiziert werden, um die Amortisationsdauer von SOFC APU Systemen (für den Endkonsumenten) auf unter zwei Jahre zu verkürzen.

BIO-SOFC-DRIVE

Entwicklung und Demonstration eines mit biogenen Treibstoffen betriebenen SOFC Batterie-Hybrid-Antriebs

Entwicklung und Demonstration eines mit biogenen Treibstoffen betriebenen SOFC Batterie-Hybrid-Antriebs

Im Projekt Bio-SOFC(Solid Oxide Fuel Cell)-Drive wird ein innovativer und umweltfreundlicher Fahrzeugantrieb – ein Brennstoffzellen-Hybrid-Antrieb – in einem kleinen Flottentest auf mehreren Fahrzeugplattformen erprobt. Eine mikrotubuläre SOFC-Brennstoffzelle wird als „Range Extender“ für batteriebetriebene Fahrzeuge eingesetzt, um die größte Schwachstelle von Elektrofahrzeugen, die Reichweite, wesentlich zu verbessern. Die Verwendung eines SOFC-Brennstoffzellensystems ermöglicht auch dessen Einsatz als Ladegerät für die Batterie, da die mikrotubuläre Lösung die erforderliche Dynamik und Zyklusbeständigkeit bereits nachgewiesen hat.

Ein optimiertes Batterie- und Antriebsmanagementsystem verbessert das Antriebssystem des Fahrzeugs auch dahingehend, dass möglichst hohe Energiemengen rückgewonnen werden, ein geringer Kraftstoffverbrauch erzielt wird und konstante Belastungen der Brennstoffzelle vorliegen. Bestehende elektrobetriebene Fahrzeuge werden um ein „Bordladegerät“ ergänzt, das die Batterieladung laufend auffrischt.

Dadurch ergeben sich folgende Vorteile:

- > Erhöhte Reichweite des Fahrzeuges im Vergleich zu herkömmlichen elektrobetriebenen Fahrzeugen;
- > die Abwärme der Brennstoffzelle kann für die Heizung des Fahrzeuges verwendet werden;
- > die Batterieladung wird bei Bergabfahrten – durch Bremsenergieerückgewinnung – nachgeladen. Dies bringt eine zusätzliche Kraftstoffersparnis.

Als Kraftstoff wird Biodiesel verwendet, wodurch der Test mit bestehender Infrastruktur auch in dezentralen Gebieten wie Tourismusgemeinden erfolgen kann. Es werden außerdem Versuche mit anderen biogenen Kraftstoffen gemacht. Klein-Lieferwagen, Kleinbusse, ein Boot und ein Messfahrzeug stellen sicher, dass die Praktikabilität in einem repräsentativen Applikationsspektrum qualifiziert beurteilt werden kann. International werden Range-Extender als wichtige Zukunftslösung für die Brennstoffzelle in Fahrzeugen gesehen, da durch die Hochtemperaturbrennstoffzelle der Einsatz von regenerativen Kraftstoffen ermöglicht wird. Weitere Untersuchungen und Analysen inkludieren die Nutzerzufriedenheit, Auswirkungen der Kraftstoffqualität, Vergleiche zu konventionellen Antrieben und allgemeine Hinweise auf den Nutzen und die Anwendbarkeit des SOFC Batterie-Hybrid-Antriebs.

Großes Augenmerk wird auch auf die fachliche Betreuung durch unabhängige Stellen gelegt, die Sicherheitsthemen behandeln, Benutzer schulen, Umweltmessungen machen, etc. Das Projekt läuft über zwei Jahre, wobei ein Jahr zur Vorbereitung der technischen Lösung und das zweite Jahr zum Betrieb der Fahrzeuge vorgesehen ist. Ziel ist es, die Praxistauglichkeit dieser Lösung nachzuweisen.

Für die Umsetzung des Projektes werden folgende Komponenten entwickelt bzw. gebaut:

- > Batterie-Hybrid-Antriebskonzept inkl. intelligentem Batterie- und Energiemanagement (Energierückgewinnung);
- > Biodiesel-SOFC Modul;
- > ReDeNOx Entstickungssystem, für Vergleich mit Verbrennungskraftmaschine.

Diese Einzelkomponenten werden so miteinander kombiniert, dass verschiedene Antriebskonzepte realisiert, vermessen und miteinander verglichen werden können.

Entwicklung und Flottentest mit Brennstoffzellen-Batterie-Hybridfahrzeugen unter Einsatz von SOFC-Brennstoffzellen und biogenem Treibstoff. Vergleich unterschiedlicher Antriebstechnologien (Diesel, Diesel + Abgasentstickung, BZ-Elektro-Hybrid). Demonstration des Bio-SOFC-Drive in ökologisch sensiblen österreichischen Einsatzgebieten.

INFO

Projektleitung:

ALPPS Fuel Cell Systems GmbH

Projektpartner:

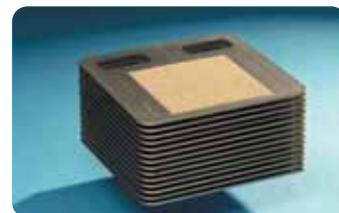
Arsenal Research GmbH,
FJ BLT Wieselburg,
ÖGUT – Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik,
CLIMIT Claassen Industrie Management Trading GmbH,
ÖAMTC Österreich,
MLU – Monitoring für Leben und Umwelt GmbH,
Tourismusverband Werfenweng,
Blaguss Reisen GmbH,
TU Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit

PMTECH 4 SOFC

Herstellung von metallischen Hochtemperatur- und Hochleistungskomponenten im Stack einer SOFC-Brennstoffzelle für mobile und stationäre Anwendungen

In dem Forschungsprojekt PMTECH 4 SOFC werden Technologien für die massentaugliche Herstellung eines metallischen Interkonnektors für eine mobile SOFC-Brennstoffzelle erarbeitet.

SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)-Hochtemperatur-Brennstoffzellen haben in den vergangenen Jahren große Entwicklungsfortschritte erfahren und stehen am Anfang ihrer wirtschaftlichen Verwertbarkeit. Die SOFC-Brennstoffzelle basiert auf dem Prinzip der direkten Umwandlung von fossiler in elektrische Energie mittels elektrochemischer Prozesse. Der Einsatz einer SOFC-Brennstoffzelle als sog. Auxiliary Power Unit (APU) in Pkw oder Nutzfahrzeugen kann in Zukunft dazu führen, dass Fahrzeugökonomie und Energiemanagement an Bord verbessert werden. Die direkte elektrochemische Umwandlung von fossilem Kraftstoff in elektrische Bord-Energie gestattet einen höheren Wirkungsgrad und dadurch reduzierten Verbrauch gegenüber der herkömmlichen Kombination von Motor, Lichtmaschine und Batterie.



Die in der SOFC-Brennstoffzelle gestapelten, plattenförmigen Einzelzellen sind durch so genannte metallische Interkonnektoren voneinander getrennt. Im Werkstoffverbund mit der keramischen Zelle soll der metallische Interkonnektor verschiedene Funktionen zuverlässig über einen langen Zeitraum erfüllen, woraus sich hohe Anforderungen an die Hochtemperatur- Festigkeit, den thermischen Ausdehnungskoeffizienten, die thermische und elektrische Leitfähigkeit und die Korrosionsbeständigkeit ergeben:

In den vergangenen Jahren konnte Plansee pulvermetallurgische FeCr-Legierungen entwickeln, deren Profil speziell auf die Anwendung als Interkonnektor in mobilen Brennstoffzellen abgestimmt ist. Im Rahmen des Projektes konnten folgende Ziele adressiert werden:

- > Innovative pulvermetallurgischen Fertigungswegen für eine Herstellung von Folien
- > Erarbeitung eines umfassenden Verständnisses bezüglich der im Einsatz als SOFC-Interkonnektor auftretenden Einflüsse auf den Werkstoff
- > Innovativen und massentauglichen Fertigungs-Technologien zur Herstellung von SOFC-Interkonnektoren
- > Entwicklung und Charakterisierung von funktionalen Beschichtungen

INFO

Projektleitung:

PLANSEE GmbH

Projektpartner:

PhysTech Coating Technology GmbH,
Montanuniversität Leoben – Department Metallkunde und Werkstoffprüfung,
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH,
Staxera GmbH,
Hexis AG

ABSOCOOL-TRANSPORT II

Hybrid fuel cell driven absorption compression transport cooling system

Ziel dieses Projektes ist die Umsetzung und Erprobung der in der Vorgängerstudie AbsoCool-TRANSPORT aufgezeigten Möglichkeit der Transportkühlung von verderblichen oder leichtverderblichen Gütern mit Hilfe einer neuartigen Lösung der Strom-Wärme-Kopplung.

Dabei soll ein Prototyp gebaut und getestet werden der die Basis für eine weitere Industrielle Fertigung und Vermarktung darstellt. Die angestrebte Kombination von Hochtemperatur-Brennstoffzelle und Sorptionskältetechnik weist aufgrund der vorliegenden Resultate ein hohes Einsparungspotenzial hinsichtlich des Kraftstoffverbrauches im Vergleich zu den derzeitigen standardmäßig eingesetzten dieselbetriebenen Kompressionskälteanlagen auf. Vergleicht man den heutigen Stand der Technik im Bereich der Brennstoffzelle und legt diese Werte einer Vergleichsrechnung zugrunde, erhält man ein Mehrverbrauch des konventionellen Aggregates von rund 23%. Berücksichtigt man die Entwicklung auf dem Sektor der Brennstoffzellen und der daraus resultierenden höheren Effizienz, ergibt sich ein Mehrverbrauch des konventionellen Kühlaggregates von bis zu 64% (Quelle: Endbericht Projekt AbsoCool-Transport).

Nicht zuletzt aufgrund der höheren Effizienz und des damit geringeren Kraftstoffverbrauches sowie der nachweislich schadstoffärmeren Umsetzung des verwendeten biogenen Treibstoffes in der Brennstoffzelle ergibt sich dadurch auch eine signifikante Reduktion der Emissionen wie z.B. CO₂ und NO_x vor allem aber auch des Feinstaubes. Ein weiterer nicht unbedeutender Punkt ist die Reduktion des Lärmpegels in der Umgebung der Anlage, da die derzeit verwendeten Verbrennungskraftmaschinen aus den Kühlaggregaten vollständig entfernt werden können.

Das Projekt wurde vor kurzem gestartet, der Text entspricht daher der Projektvorhabensbeschreibung.

Im Projekt wird eine neuartige Möglichkeit der Transportkühlung von verderblichen oder leichtverderblichen Gütern betrachtet. Es soll ein Prototyp gebaut und getestet werden, der auf einer neuen innovativen Lösung der Strom- Wärme- Kopplung beruht. Es wird dabei eine Kombination von einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle mit der Sorptionskältetechnik durchgeführt. Aufgrund der im Vorfeld abgehandelten Studie wird ein hohes Kraftstoff-Einsparungspotenzial erwartet.



INFO

Projektleitung:

CLIMT Claassen Industrie
Management Trading GmbH

Projektpartner:

Arsenal Research GmbH,
Frigopol Kälteanlagen GmbH

- 
- > BZ-VIT
 - > PRO – BZ
 - > QUANT-B
 - > BZ – CORE GROUPS
 - > FC-HY-TECHTRAIN
 - > H₂ AUTOMOTIVE





AUSBILDUNG, NATIONALE UND INTERNATIONALE VERNETZUNG

Bild: Universität Wien

BZ-VIT

Brennstoffzelle – Vernetzung-Internationalität-Transfer

Die Brennstoffzelle gilt als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Neben vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten in stationären und mobilen Systemen findet diese Technologie ein breites Anwendungsspektrum in der Automobilindustrie, wodurch in der Zukunft erhebliche Emissionen eingespart werden könnten.

Im Zuge des A3 Technologieprogramms „Austrian Advanced Automotive Technology“ des bm:vit, wurde daher das Projekt BZ-VIT (Brennstoffzelle – Vernetzung/Internationalität/Transfer) zur Bewusstseinsbildung und Vernetzung der österreichischen Automobilindustrie zur Thematik Brennstoffzelle durchgeführt.

Bei einer Roadshow in Linz, Graz und Wien wurde die heimische Automobilindustrie über die Funktionsweise der Brennstoffzelle, den Stand der Technik und die prognostizierte Markteinführung referiert. Herr Dr. Gerd Arnold von der Adam Opel AG/General Motors präsentierte den rund 150 Teilnehmer die konzerninternen Aktivitäten und verdeutlichte das Engagement, mit dem sich die Automobilhersteller mit dieser Thematik auseinandersetzen und warum man sich bereits jetzt mit der Brennstoffzelle beschäftigen sollte.

In einem weiteren Schritt fanden individuelle Fachberatungen durch die CLIMT GmbH als Brennstoffzellen-Experte statt, in denen sich Automobil-Zulieferer über Bedeutung der Brennstoffzellentechnologie, sowie die Konsequenzen und den Nutzen für ihr Unternehmen beraten lassen konnten. Es haben sich für den Fall eines Ersatzes des Verbrennungsmotors durch Brennstoffzellen interessante Konsequenzen ergeben: Jeder zweite Betrieb wäre dadurch ernsthaft negativ betroffen. Hingegen bieten sich für zwei Drittel der Gesprächspartner durch die Brennstoffzelle neue Geschäftschancen.

Aufbauend auf diese allgemeine und individuelle Bewusstseinsbildung, wurde eine internationale Technologie-Kooperationsbörse „Fuel Cell for mobile Applications“ durchgeführt. Die Zielsetzung war, sowohl die internationale Vernetzung der österreichischen Wirtschaft und Wissenschaft in den europäischen Forschungsraum, als auch die Schaffung einer Plattform, über die sich Unternehmen und F&E Einrichtungen treffen können, um gemeinsame Projekte zu initiieren. Vor allem heimischen Klein- und Mittelbetrieben wurde die Möglichkeit geboten werden, den Zugang zu erforderlichem Know-how und Technologien für eigene Entwicklungsprojekte zu legen. Auf Grundlage eines Technologiekataloges mit 52 Technologieangeboten und Nachfragen, konnten 73 Teilnehmer aus fünf Nationen über 220 persönliche Kooperationsgespräche führen. In fast



100 Fällen wurden weitergehende Gespräche vereinbart, was den Erfolg dieser Veranstaltung verdeutlicht. Erste Kooperationsprojekte wurden direkt auf der Veranstaltung vereinbart.

INFO

Projektleitung:

CATT Innovation Management GmbH

Projektpartner:

CLIMT Claassen Industrie Management Trading GmbH,

TMG – OÖ Technologie- und Marketinggesellschaft mbH / Automobil-Cluster OÖ,

DANUBE

Abschließend fand ein Brennstoffzellen-Forum in Steyr statt, das einen Schlusssimpuls zur Gründung einer heimischen Brennstoffzellen Szene im Automobilsektor setzte. Rund 75 Teilnehmern wurden die Ergebnisse des BZ-VIT Projektes vorgestellt, sowie Fachvorträge über die Wasserstoffherstellung und Speicherung, die internationale Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren für die Markteinführung der Brennstoffzelle sowie erste Projekte rund um die Thematik Brennstoffzelle/Automobil präsentiert.

Neben der CATT Innovation Management GmbH aus Linz als Koordinator, war der Automobilcluster Oberösterreich, Danube Wien und die CLIMT GmbH aus Graz an diesem Projekt beteiligt.

PRO – BZ

Programm zur Schaffung von Brennstoffzellen – Expertise

Zunächst wurden bestehende Ausbildungsprogramme für Brennstoffzellentechnologie erhoben und in Interviews mit zentralen Playern die Anforderungen an die Ausbildung in den verschiedenen Qualifikationsstufen erfasst. Vorschläge für Ausbildungspläne wurden erarbeitet und mit Interessenten abgestimmt. Da Schnittstellen zu ähnlichen Vorhaben in anderen Ländern bestehen, wurden die dort gesammelten Erfahrungen genutzt.

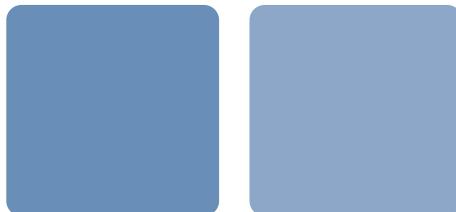
Die Neuheit des PRO-BZ Projektes besteht im Konzept einer einheitlichen nationalen „Mehr Parteien Diskussionsplattform“, welche zu objektiven, abgestimmten und qualitativ vereinheitlichten österreichischen Ausbildungskonzepten führen soll.

Die Ergebnisse stehen zur Verwendung durch Ausbildungsstätten zur Verfügung.

Projektumfang:

- > Bestandsaufnahme und Bewertung bestehender Lehrmethoden und -pläne.
- > Schaffung von Ausbildungsprogrammen für Brennstoffzellentechnologie auf allen benötigten Qualifikationsstufen von Berufsschülern bis Postgraduate.
- > Abstimmung mit anderen europäischen Systemen.
- > Bereitstellung von Musterausbildungsplänen und Vorschlägen für die Ausbildung für interessierte Schulen und Universitäten.
- > Präsentation der Ausbildungspläne vor Interessenten aus Universitäten, Wirtschaft, Ministerium etc.
- > Publizitätsmaßnahmen, z.B. Seminare, um die Ergebnisse der Diskussionen zu veröffentlichen.

Eine am Beginn einer starken Expansion stehende Technologie wie die Brennstoffzelle benötigt für ihre Verbreitung ein schnell wachsendes Potential an gut ausgebildeten Arbeitskräften. Um im internationalen Wettbewerb zu bestehen, sind technologieübergreifende Kenntnisse in den Bereichen Elektrochemie, Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Elektrotechnik notwendig.



INFO

Projektleitung:

ALPPS Fuel Cell Systems GmbH

Projektpartner:

FH Wels, Studiengang Öko-Energietechnik,
ECHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH

QUANT-B

Qualifizierung und Ausbildung von Lehrern und Fachkräften im Bereich der neuen Technologien > Brennstoffzellen und Hochleistungsbatterien

In weiterer Folge wurde im Projekt ein Brennstoffzellen-Lehrsystem am ECHEM installiert. Dieses ermöglicht neben dem theoretischen Basiswissen eine praxisnahe schulische und berufliche Ausbildung durch Experimente und Simulationen in der Brennstoffzellentechnologie.

Zu Beginn des Projektes QUANT-B wurde eine Bedarfsanalyse durchgeführt. Zielgruppe dieser Bedarfserhebung waren der österreichische Bildungsbereich (Berufsschulen, AHS, BMHS, Fachhochschulen und Universitäten) und Unternehmen. Diese Untersuchung zeigte einen erhöhten Bedarf bzw. Wunsch nach Weiterbildung im Bereich der Brennstoffzellentechnologie. 83% der Lehrkräfte und 90% der Schüler sowie 42% bei den Lehrenden an Hochschulen und 67% der Studierenden sahen einen Bedarf an Weiterbildung. Bei den Unternehmen bestand ein prozentualer Bedarf in der Höhe von 79%.

In enger Zusammenarbeit mit dem Projekt PRO-BZ („Programm zur Schaffung von Brennstoffzellenexpertise“) wurden in einem ersten Schritt die notwendigen Inhalte, modular strukturiert, von Ausbildungseinheiten für „Brennstoffzellen-relevante“ Schul-, Fachhochschul- und Universitätstypen evaluiert. Mit diesen Informationen wurden Musterausbildungspläne erstellt. Die einzelnen Module wurden dabei je nach Bedarf für die verschiedenen Zielgruppen im Bildungsbereich und in Unternehmen gewichtet.

Für die Umsetzung der Musterausbildungspläne wurden Seminarkonzepte zu den Themen „Hochleistungs- und Traktionsbatterien“ und „Brennstoffzellentechnologie“ erstellt.

Das Seminarkonzept „Hochleistungs- und Traktionsbatterien“ gibt einen Überblick über wichtige Begriffe in Zusammenhang mit Batterien und Akkumulatoren, sowie deren technischen Aufbau, die zugrundeliegenden chemischen Prozesse, die Anwendungsgebiete und Lade- bzw. Entladetechniken der wichtigsten Systeme. Weiters wird auf die bei Wartung, Instandhaltung und Gebrauch von Batterieanlagen einzuhaltenden Vorsichtsmaßnahmen eingegangen und ein Überblick über einschlägige Literatur und (Schul-) Experimente gegeben.

Bei der Erstellung der Unterlagen für das Seminarkonzept „Brennstoffzellentechnologie“ wurde neben der Absicht, dem Auszubildenden physikalisch-chemische Grundlagen zur Brennstoffzellentechnologie zu vermitteln und einen Überblick über BZ-Typen und deren unterschiedliche Anwendungsbereiche zu geben, auch auf die Darstellung der historischen Entwicklung von Brennstoffzellen Wert gelegt. Es werden allgemeine

Überlegungen zum Begriff „Energie“ und zum Phänomen „Elektrische Energie“ angestellt und im Folgenden wird auf die mit der Etablierung der BZ-Technologie einhergehende Herausforderung im Umgang mit Wasserstoff, dessen Speichermöglichkeiten und Handhabung betreffend, eingegangen.

INFO

Projektleitung:

ECHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH

Projektpartner:

TU Wien – Institut für Chemische Technologie und Analytik / EC 164,
CATT Innovations Management GmbH

BZ – CORE GROUPS

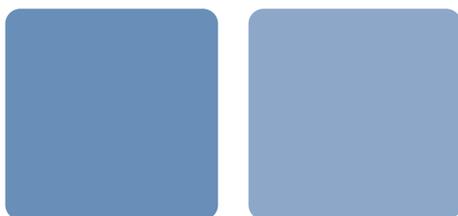
Bildung und internationale Vernetzung von Arbeitsgruppen für Core technology Aufgabenstellungen in Brennstoffzellenbereichen

Brennstoffzelle und Wasserstoff als erst seit relativ kurzer Zeit vor breiter Markteinführung stehende Technologiebereiche sind hinsichtlich Kooperationen, Networking und Internationalisierung noch nicht so gut organisiert wie gestandene Technologien, z.B. der Verbrennungsmotor. In dem im ersten A3-Programm erfolgreich abgewickelten Projekt „BZ-VIT“ wurde ein qualifiziertes Echo der TeilnehmerInnen ermittelt und das vorliegende Projekt baut auf den dort gemachten Vorschlägen auf.

Um österreichische Firmen, insbesondere KMUs (Kleine und Mittlere Unternehmen), schneller an den internationalen Standard bei Brennstoffzellen- und Wasserstoff-Technologie heranzuführen und die sowohl in der Wirtschaft wie auch von der öffentlichen Hand noch sehr begrenzten Mittel optimal zu nutzen und bestmöglich durch internationale Fördermittel zu ergänzen, wurde das vorliegende Projekt durchgeführt:

- > Sammeln der in Österreich bereits aktiven Player und potenzieller InteressentInnen für den Einstieg in die BZ- und H₂-Technologie
- > Bildung von Arbeitskreisen nach den Interessenslagen der betroffenen TeilnehmerInnen, geplant nach den Themen Niedertemperatur-BZ, Hochtemperatur-BZ, Wasserstoff-Speicherung und Infrastruktur sowie Normungsprobleme. Letztere werden international bereits forciert und der Anschluss ist zu wahren.
- > Erarbeiten von Stärken-/Schwächenanalysen der österreichischen Technologien, um den Bedarf für zukünftige Aktivitäten zu ermitteln.
- > EU-Screening, um für die Themenstellungen der Arbeitskreise die richtigen Vernetzungsmöglichkeiten, Partner und Projektchancen zu ermitteln.
- > Anfangs-Coaching der Arbeitskreise mit dem Ziel, diese unabhängig oder angelehnt an andere Organisationen wie Normungsinstitute, BIT, Autocluster, EU-Thematische Netzwerke, internationale Fachgremien etc. weiterbestehen und weiterarbeiten zu lassen.

Ziel dieses Projektes ist es, eine Zusammenarbeit der nationalen Player, die es bereits im Bereich Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gibt, zum Zwecke des Erfahrungsaustausches, gemeinsamer Lösung bestehender Probleme und Vorbereitung internationaler Zusammenarbeit (EU-Projekte) zu etablieren.



INFO

Projektleitung:

CLIMT Claassen Industrie Management Trading GmbH

Projektpartner:

TMG – OÖ Technologie- und Marketinggesellschaft mbH /
Cluster Drive Technology,
CATT Innovation Management GmbH,
ARC Seibersdorf Research GmbH,
ECHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH

FC-Hy-TECHTRAIN

Integration der Themen „Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie“ in die Ausbildung der naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen

Das Projekt „FC-Hy-TECHTRAIN“ beschäftigt sich mit der Integration der Themen „Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie“ in die Ausbildung der naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen. Engagierte LehrerInnen werden durch die Erarbeitung von Ausbildungsinhalten und Schulung unterstützt und an ihren Schulen als AnsprechpartnerInnen für das Thema „Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie“ etabliert.

Im Projekt FC-Hy-TECHTRAIN wurde eine Grundstruktur von Unterrichtsmaterial erarbeitet. Das Ziel, alle Schultypen (AHS, HTL, Berufsschulen, FH und Hochschulen) ansprechen zu können, wurde durch einen modularen Aufbau der Unterrichtsmaterialien erreicht.

Es wurden 11 Module ausgearbeitet und nach folgenden Gesichtspunkten gereiht: Zu Beginn steht eine allgemeine Einführung in die Begriffe Energie und Umwelt, sowie die Einführung in die Brennstoffzellentechnologie. Im Modul 3 („Grundlagen“) werden wichtige Begriffe aus der Thermodynamik und Kinetik für ein besseres Verständnis der Brennstoffzelle und den ablaufenden Reaktionen bzw. dem Verhalten der Brennstoffzelle unter bestimmten Betriebsbedingungen erläutert. Die nächsten 3 Module geben einen tieferen Einblick in die Brennstoffzellentechnologie. Es werden die in den verschiedenen Brennstoffzellentypen ablaufenden Reaktionen und das Verhalten der Brennstoffzelle unter bestimmten Einflüssen (z.B. Temperatur, Druck und Kohlenmonoxid) beschrieben. Des Weiteren wird das elektrische und thermische Verhalten bei dem Übergang einer Einzelzelle auf den sog. „Brennstoffzellenstapel“ und die daraus notwendige Steuerung und Regelung eines Brennstoffzellenstapels bzw. eines Gesamtsystems, bestehend aus Brennstoffzellenstapel und Peripherie, behandelt. Das Modul 7 („Brennstoffe für Brennstoffzellen“) zeigt die einsetzbaren Brennstoffe, sowie deren Vor- und Nachteile für den Einsatz in unterschiedlichen Systemen auf. In den folgenden Modulen wird schwerpunktmäßig Wasserstoff als Brennstoff für Brennstoffzellen behandelt. Nach der Beschreibung der Verfahren zur Wasserstoffherstellung, wobei sowohl die Herstellung aus fossilen Rohstoffen, als auch aus regenerativen Energiequellen behandelt wird (Modul 8), werden die Speichermethoden, im speziellen für Wasserstoff, vorgestellt (Modul 9). Auch das Modul 10 („Sicherheitsaspekte“) beschäftigt sich vor allem mit Wasserstoff. Im abschließenden Modul 11 („Wasserstoff-Energiewirtschaft“) wird ein Ausblick auf den oft diskutierten langfristigen Umstieg auf den Energieträger Wasserstoff gegeben. Für eine leichtere Integration des Themas „Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie“ in bestehende Unterrichtspläne wurden zu den Inhalten der einzelnen Module Präsentationsunterlagen erstellt.

Für die Kommunikation des Projektes wurde die Fachzeitschrift „Chemie und Schule“ gewählt, da die Abonnentenstruktur genau der Zielgruppe des Projektes „FC-Hy-TECHTRAIN“ entsprach. (Die Fachzeitschrift wird vom Verband der Chemielehrer Österreichs vierteljährlich herausgegeben und zu den Abonnenten zählen ca. 900 AHS und BHS Lehrkräfte der naturwissenschaftlichen Disziplinen.) Es wurden während der Projektlaufzeit zwei Artikel (Ausgabe 1/2005 und Ausgabe 1/2006) veröffentlicht. Ein weiteres Highlight war die Teilnahme am 8. Europäischen Chemielehrerkongress (30. März

bis 2. April 2005 in Eisenstadt) mit dem Ziel die Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie, sowie die Projektziele, vor allem die Abhaltung von Workshops für Lehrkräfte, vorzustellen.

INFO

Projektleitung:

ECHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH

Projektpartner:

FH OÖ Studienbetriebs GmbH,
ALPPS Fuel Cell Systems GmbH,
Verband der Österreichischen
Chemielehrer

Die Möglichkeit der Integration des Themas „Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologie“ in den Unterricht wurde im weiteren Projektverlauf durch die Abhaltung von Workshops (in Wels, Graz und Wiener Neustadt) für Lehrende der technischen und naturwissenschaftlichen Disziplinen komplettiert.

H₂ AUTOMOTIVE

Wasserstoff als Energieträger der automobilen Zukunft

Wasserstoff als Energieträger wird als wichtiges Zukunftsszenario für eine nachhaltige Mobilität betrachtet. Die Studie H₂-Automotive hat sich mit der Anwendung von Wasserstoff im Verkehr in einer ganzheitlich, interdisziplinären Betrachtung von der Gewinnung über die Anwendung im Fahrzeug und dem Stand in der Brennstoffzellenentwicklung bis zu den Auswirkungen auf den österreichischen Automobilstandort gewidmet.

Der Wasserstoff hat sich dabei als ein Energieträger herausgestellt, der aus einer Vielzahl von Quellen gewonnen werden kann. Zur Herstellung können Elektrolyse aus regenerativ erzeugtem Strom aus Wind-, Sonnen- oder Wasserkraft, Pyrolyse zur Gewinnung aus biogenen Ausgangsstoffen, Bioreaktoren oder als Übergangstechnologie auch Reformation aus Erdgas dienen. Tritt bei letzterem dennoch eine gewisse Ausstoß an CO₂ Emissionen auf, so zeigt sich etwa das große Potential der Windenergie darin, dass ein Offshore Windpark langfristig ausreichen könnte um einen Großteil des Verkehrs in Österreich mit Wasserstoff zu versorgen.

Die Potentiale für eine Minderung des CO₂ Ausstoßes sind viel versprechend, erfordern bis zu einer Diffusion der Technologien aber noch Anstrengungen. So sind noch Investitionen in Forschung und Entwicklung erforderlich, um die erheblichen Vorteile der neuen Technologie gegenüber derzeitigen Technologien konkurrenzfähig werden zu lassen. Die notwendigen buy-down costs werden Anstrengungen über mehrere Dekaden erfordern.

Die Fahrzeuge haben in den vergangenen Jahren große Fortschritte in den Bereichen der Speicherung, der elektrischen Antriebstechnik und des Gesamtfahrzeug-Packages gemacht. So sind heute Konzepte realisierbar die mit rund einem kg Wasserstoff / 100km auskommen, zukünftige Systeme sollen durch Optimierung der Komponenten und intelligenten Einsatz von Kombinationen eine weitere Verbesserung bringen. Wichtige Forschungsbereiche werden in Zukunft in der Reduktion der Verluste in den Nebenaggregaten der Brennstoffzelle, der Kombination neuer Technologien zu Gesamtkonzepten und in der Kostenreduktion liegen.



Das angesprochene Element der Brennstoffzelle zum Teil noch vor unbefriedigenden Lösungen vor allem im Bereich der Materialien. Ebenso haben bestehende Patente Einflüsse auf Bauweisen und Preise der derzeitigen Systeme. Wichtige Entwicklungen sind daher bei Nebenaggregaten, den verwendeten Materialien und Katalysatoren notwendig um bestehende Probleme zu lösen.

Um in diesen sich entwickelnden Technologiebereichen mittel- und langfristig neue Geschäftsfelder aufbauen zu können ist es für die österreichische automotive Industrie wesentlich bereits in einer frühen Phase internationale Anbindungen zu finden. Aus diesem Grund nahmen an dem, von den Projektpartnern organisierten „H₂-Automotive Workshops“ in San Diego, CA (März 2006) global agierende Firmen wie DaimlerChrysler, General Motors und Magna Steyr teil.

Diese Entwicklungen werden als Webplattform für die österreichische Automobilindustrie und Entscheidungsträgern zur Verfügung stehen. Unter www.h2-automotive.info können sich Player der österreichischen Automotiven Szene, wie auch zukünftige Nutzer der Technologien über die Möglichkeiten, die sich auf diesem Sektor bieten informieren.

INFO

Projektleitung:

TU Wien – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau

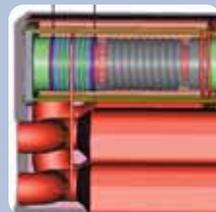
Projektpartner:

ECHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH,
TU Wien – Institut für elektrische Antriebe und Energiewirtschaft,
University of California at San Diego, Center for Energy Research,
ÖAMTC AKADEMIE, Wissenschaftlicher Verein für Mobilitäts- und Umweltforschung

INSTITUTIONEN IM BEREICH WASSERSTOFF- UND BRENNSTOFFZELLENGEOTECHNOLOGIE

Advanced Polymer Engineering GmbH	www.4a-engineering.at
ALPPS Fuel Cell Systems GmbH	www.alpps.at
Alvatec Alkali Vacuum Technologies GmbH	www.alvatec.com
Arsenal Research GmbH	www.arsenal.ac.at
Austrian Aerospace GmbH	www.space.at
Austrian Research Centers GmbH – ARC	www.arcs.ac.at
AVL List GmbH	www.avl.com
Banner GmbH	www.bannerbatterien.com
BMW Group	www.bmwgroup.com
Biovest Consulting GmbH	franz.leichtfried@biovest.at
Bitter GmbH	www.bitter.at
Blaguss Reisen GmbH	www.blaguss.com
CATT Innovation Management GmbH	www.catt.at
Chemisch Thermische Prozesstechnik GmbH	www.ctp.at
CLIMT Claassen Industrie Management Trading GmbH	www.climt.at
Clusterland Oberösterreich GmbH / Automobil-Cluster	www.automobil-cluster.at
Clean Air Technologies	www.cleanair.welcometo-us.com
DANUBE	www.danube.or.at
DHL Express (Austria) GmbH	www.dhl.at
EICHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie GmbH	www.echem.at
Electrovac GmbH	www.electrovac.com
Ernst Wittner GmbH	www.wittner.at
FH Wels, Studiengang Öko-Energietechnik	www.fh-ooe.at/campus-wels/studiengaenge/studiengaenge/bachelor-studien/vollzeit/oeko-energietechnik.html
FH OÖ Forschungs- und Entwicklungs GmbH	www.fh-ooe.at/fh-oberoesterreich/fe.html
FH OÖ Studienbetriebs GmbH	www.fh-ooe.at
FJ BLT Wieselburg	blt.josephinum.at
Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH	vkm-thd.tu-graz.ac.at
Fotec Forschungs- und Technologietransfer GmbH	www.fotec.at
Tourismusverband Werfenweng	www.werfenweng.org
Frigopol Kälteanlagen GmbH	www.frigopol.com
Fronius International GmbH	www.fronius.com
Gabriel Chemie GmbH	www.gabriel-chemie.com
GE Jenbacher GmbH & Co OHG	www.jenbacher.com
Hoerbiger ValveTec GmbH	www.hoerbiger.com
HyCentA Research GmbH	www.hycenta.tugraz.at
ICE Strömungsforschung GmbH	www.ice-sf.at
Johannes Kepler Universität Graz – Institut für Regelungstechnik und elektrische Antriebe	regpro.mechatronik.uni-linz.ac.at
IO Fahrzeuge Produktions- und Handels GmbH	www.io-scooter.com
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH	www.joanneum.at
KTM-Kühler GmbH	www.ktm-kuehler.at
Landwirtschaftskammer Steiermark	stmk.agrarnet.info
Linde Gas GmbH	www.linde-gas.at
Lipp-Terler GmbH	www.lipp-terler.com
LKT Laboratorium für Kunststofftechnik GmbH	www.lkt-tgm.at
Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG	www.magnasteyr.com
Messer Austria GmbH	www.messer.at
MLU – Monitoring für Leben und Umwelt GmbH	www.mlu.at

Montanuniversität Leoben - Christian-Doppler-Laboratorium für Rechnergestützte Angewandte Thermofluidodynamik	gcdw05.unileoben.ac.at
Montanuniversität Leoben - Department Metallkunde und Werkstoffprüfung	institute.unileoben.ac.at/metallkunde
Montanuniversität Leoben - Institut für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes	www.vtiu.com
Neumann Aluminium Austria GmbH	www.neuman.at
ÖAMTC AKADEMIE, Wissenschaftlicher Verein für Mobilitäts- und Umweltforschung	www.oeamtc.at/akademie
ÖAMTC Österreich	www.oeamtc.at
ÖGUT – Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik	www.oegut.at
OMV AG	www.omv.com
PEMEAS GmbH	www2.basf.de/en/pemeas
Photovoltaiktechnik GmbH	www.pvt-austria.at
PhysTech Coating Technology GmbH	www.phystech-coating.at
PLANSEE GmbH	www.plansee.com
Polymer Competence Center Leoben GmbH	www.pccl.at
Profactor Produktionsforschungs GmbH	www.profactor.at
proionic Production of Ionic Substances GmbH	www.proionic.at
Rosenbauer International AG	www.rosenbauer.com
S. Graf, Carello Elektrofahrzeuge Erzeugungs- und Vertriebsgesellschaft m.b.H.	www.graf-carello.com
Schuh Karosseriebau GmbH	www.schuh.co.at
Siemens AG Österreich	www.siemens.at
Smotech Brennstoffzellen GmbH	www.smole-ec.com
Spath Micro Electronic Design KEG (MEDS)	www.meds.at
Test-Fuchs – Ing. Fritz Fuchs GmbH	www.test-fuchs.com
TMG – OÖ Technologie- und Marketinggesellschaft mbH	www.tmg.at
TU Graz – Christian-Doppler-Labor für Brennstoffzellensysteme	www.fuelcells.tugraz.at
TU Graz – Institut für elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung	www.emt.tu-graz.ac.at
TU Graz – Institut für Elektronik	www.ife.tugraz.at
TU Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit	www.vsi.tugraz.at
TU Graz – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik	vkma-thd.tu-graz.ac.at
TU Wien – Institut für Angewandte und Technische Physik	www.ifp.tuwien.ac.at
TU Wien – Institut für Chemische Technologie und Analytik / EC 164	info.tuwien.ac.at/echem
TU Wien – Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft	www.ea.tuwien.ac.at
TU Wien – Institut für Umform- und Hochleistungslasertechnik	info.tuwien.ac.at/iftl
TU Wien – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau	www.ivk.tuwien.ac.at
TU Wien – Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften	www.vt.tuwien.ac.at
Universität Wien – Institut für Materialphysik	www.univie.ac.at/materialphysik
VENTREX Automotive GmbH	www.ventrex.com
Verband der Österreichischen Chemielehrer	www.vcoe.or.at
Weizer Naturenergie GmbH	www.weizernaturenergie.at
Westcam Projektmanagement GmbH	www.westcam.at



KONTAKTE UND INFORMATIONEN

GESAMTVERANTWORTUNG

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie www.bmvit.gv.at
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
A-1010 Wien, Renngasse 5
Mag.a Evelinde Grassegger
e: evelinde.grassegger@bmvit.gv.at, t: +43-(0)1-711 62-65 3106

Programmlinie A3plus www.A3plus.at
Mag. Christian Drakulic
e: christian.drakulic@bmvit.gv.at, t: +43-(0)1-711 62-65 3212

PROGRAMM-MANAGEMENT UND FÖRDERABWICKLUNG (IV2S, IV2Splus)

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft GmbH www.ffg.at
Bereich Thematische Programme
A-1090 Wien, Sensengasse 1

Programmleitung IV2Splus
DI Martin Russ
e: martin.russ@ffg.at, t: +43-(0)5 77 55-5030

Programmlinie A3plus
DI(FH) Thomas Uitz
e: thomas.uitz@ffg.at, t: +43-(0)5 77 55-5032

