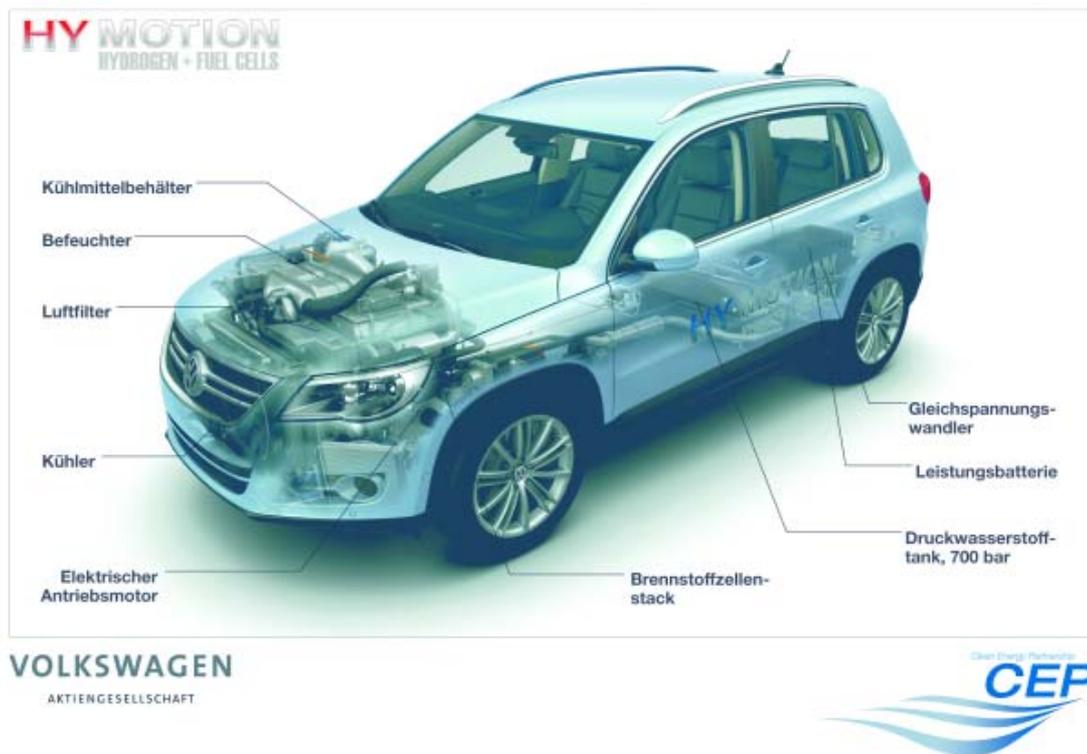


„Bereitstellung, Betrieb und Qualifizierung von Brennstoffzellenfahrzeugen im Rahmen von CEP II “

- Abschlussbericht -

Förderkennzeichen: 03BV202
Projektzeitraum: 01.07.2008-31.12.2010

Zuwendungsempfänger: Volkswagen AG



0: Inhaltsverzeichnis

0: Inhaltsverzeichnis	2
A: Abschlussbericht.....	2
A.1 Ausgangslage	3
A.1.1 Aufgabenstellung.....	3
A.1.2 Rahmenbedingungen des Projekts.....	3
A.1.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Projektbeginn	4
A.1.4 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	5
A.2 Projektverlauf	6
A.2.1 Aufbau und Bereitstellung von Brennstoffzellenfahrzeugen	6
A.2.2 Koordination und Betrieb	8
A.2.3 Sicherstellung der Betriebsbereitschaft	8
A.2.4. Datenerfassung und -auswertung	8
A.2.5. Planung und Umsetzung von Infrastrukturmaßnahmen.....	9
A.3 Projektevaluation	9
A.3.1 Verwendung der Zuwendung	9
A.3.2 Ergebnisse und Zielerreichung	10
A.3.3 Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	12

A: Abschlussbericht

Zuwendungsempfänger Volkswagen AG	Förderkennzeichen 03BV202
---	-------------------------------------

Vorhabenbezeichnung „Bereitstellung, Betrieb und Qualifizierung von Brennstoffzellenfahrzeugen im Rahmen von CEP II “	
Laufzeit des Vorhabens	01.07.2008-31.12.2010
Berichtszeitraum	01.07.2008-31.12.2010

A.1 Ausgangslage

Das Projekt „Clean Energy Partnership“ (CEP) vereint seit 2002 Wirtschaftsunternehmungen unterschiedlichster Branchen, Unternehmen des öffentlichen Personen Nahverkehrs und Vertreter der Politik in der Demonstration von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien im Verkehrsbereich. Die erfolgreiche Erprobung wasserstoffbetriebener Fahrzeuge sowie Infrastrukturen der Produktion und Abgabe von Wasserstoff zielt auf ein im Betrieb für den Nutzer und Betreiber alltagstaugliches Technologiesystem ab, das einer intensiven Zusammenarbeit aller Partner bedarf, um zeitnah eine technologisch marktreife, gesellschaftlich nachhaltige und akzeptierte Gesamtlösung einer zukünftigen Mobilität zu entwickeln.

Das Wasserstoff-Demonstrationsprojekt konnte sich in seiner ersten Phase von 2002 bis 2008 als eines der international bedeutendsten Vorhaben zur Erprobung von Wasserstoff als Kraftstoff im Straßenverkehr etablieren. In Europa ist es das größte Projekt zur Demonstration der Wasserstofftechnologie im Verkehrsalltag.

Die Erfolge, die die CEP in ihrer ersten Phase erzielen konnte, wurden durch eine konsequente Ausweitung der Demonstrationsaktivitäten in der Phase II, welche im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) von 2008-2010 realisiert wurde, fortgeführt.

Die Bündelung der Demonstrationsaktivitäten wasserstoffbetriebener Fahrzeuge auf die Standorte Berlin und Hamburg zielte darauf ab, die vorhandene Infrastruktur auszulasten und den Betriebsalltag der Betankungseinrichtungen zu evaluieren.

A.1.1 Aufgabenstellung

Im Rahmen dieses Projektmoduls erprobte die Volkswagen AG insgesamt 7 Brennstoffzellenfahrzeuge. Hierzu wurden Fahrzeuge der neuesten Technologiegeneration (**2 Audi Q5 HFC, 2 VW Tiguan HyMotion, 2 VW Caddy HyMotion**), aufgebaut und gemeinsam mit einem **VW Touran HyMotion** in der CEP zur praxisnahen Demonstration betrieben. Die Erprobung und Demonstration der Brennstoffzellentechnologie unter realen Betriebs- und Umgebungsbedingungen lieferte nicht nur signifikante Erkenntnisgewinne, insbesondere über die Praxistauglichkeit der Fahrzeuge selbst, sondern auch zur Optimierung der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Betankungsinfrastruktur.

A.1.2 Rahmenbedingungen des Projekts

In der CEP, dem NIP-Leuchtturmvorhaben zur Mobilität, kommen Fahrzeuge unterschiedlicher Hersteller und somit verschiedene Technologiekonzepte zum Einsatz. Die Demonstration der Alltagstauglichkeit erschließt sich hierbei nicht nur in der Nutzerfreundlichkeit des einzelnen Fahrzeugs für den Kunden, sondern auch in einer anwenderorientierten Betankungsinfrastruktur sowie nachhaltigen Wasserstoffproduktion. Da alle hiermit verbundenen technischen und organisatorischen Fragestellungen eng miteinander verzahnt sind und viele Kriterien des Gesamtsystems sich hierbei bedingen, ist ein enger Erfahrungs- und Wissensaustausch nicht nur

zwischen Fahrzeugherstellern und Infrastrukturpartnern, sondern auch zwischen Fahrzeugherstellern erforderlich, um die Technologie zielführend weiter zu entwickeln und neue Ansätze zu erproben. Dieser Erfahrungsaustausch findet in den Gremien der CEP statt. Somit unterstützt die CEP die Ziele des NIP, indem sie

- mögliche Kommerzialisierungshindernisse identifiziert und überwindet,
- die in Deutschland eingesetzten Fahrzeugflotten ausbaut und somit eine Auslastung der entstehenden Infrastruktur ermöglicht,
- sowie begleitende Maßnahmen der Marktvorbereitung, z.B. kommunikativer Art oder durch Mitarbeit bei der Erstellung von Regelwerken, Vorschriften und Normen, durchführt.

A.1.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Projektbeginn

Der Brennstoffzellentechnologie wird das Potenzial bescheinigt, zukünftig eine Alternative zu konventionellen Antrieben darstellen zu können. In der Automobilbranche werden deshalb erhebliche Anstrengungen unternommen, die grundsätzliche Konzepttauglichkeit dieser Technologie z.B. durch den Fahrzeugbetrieb unter Extrembedingungen (Heißland, Kaltland) sowie unter Alltagsbedingungen im Flottenbetrieb nachzuweisen.

In mobilen Anwendungen wurden zu Projektbeginn ausschließlich Brennstoffzellensysteme eingesetzt, die auf Niedertemperatur-Polymermembran-Brennstoffzellen (NT-PEM) basierten und auch zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes den Stand der Technik darstellen. Die am häufigsten eingesetzte NT-PEM basiert auf einem sulfonierten Polytetrafluorethylen-Copolymer (Handelsname: z.B. Nafion; Copolymer aus Tetrafluorethylen und einem Sulfonsäurefluorid-Derivat eines Perfluoralkylvinylethers) oder auf Nafion-ähnlichen Kunststoffen. Die elektrolytische Leitung findet dabei über hydratisierte Protonen statt, weshalb für die Protonenleitfähigkeit das Vorhandensein von flüssigem Wasser Bedingung ist. So ist zum Betrieb der PEM-Brennstoffzelle im Kraftfahrzeug ein Anfeuchten der Betriebsgase erforderlich, was einen hohen Systemaufwand bedeutet. Ferner beschränkt sich die maximale Betriebstemperatur dieser Brennstoffzellen- auch aufgrund der mangelnden thermischen Dauerstabilität der Membranen- bei Normdruck unter 100 °C. Da der überwiegende Teil der vom Brennstoffzellenstapel produzierten Wärme über den Kühlkreislauf abgeführt wird, und die Temperaturdifferenz zwischen Umgebung und Stapel relativ gering ist, müssen die Kühlflächen gegenüber einem Verbrennungsmotor gleicher Leistung deutlich größer sein. Sowohl Befeuchtung als auch größerer Kühlkreislauf wirken sich negativ auf Volumen, Masse und Kosten aus.

Bei den technischen Möglichkeiten zur Speicherung des Wasserstoffs im Fahrzeug, unterscheidet man zwischen den konventionellen, weitestgehend ausgereiften Speichermethoden, wie z.B. der Speicherung komprimierten Wasserstoffs in Stahl- oder Kompositbehältern oder der flüssigen Speicherung des Wasserstoffs in hochvakuum-superisolierten Tanks bei -253°C, und den alternativen Möglichkeiten zur Speicherung des Wasserstoffs in Feststoffen, wie beispielsweise die absorptive Speicherung des Wasserstoffs durch atomare Einlagerung in Metallgittern bzw. salzartigen oder kovalenten Gitterstrukturen als Hydrid oder die adsorptive Speicherung in molekularer Form an Trägermaterialien mit extrem hohen Oberflächen, wie z.B. aktivierte Kohlenstoff- oder siliziumbasierte poröse Trägermaterialien mit wohlgeordneter kristalliner Struktur oder auch Zeolithe.

Den technischen Benchmark und die zu Projektbeginn vorwiegend eingesetzte Speichermethode stellt die Druckspeicherung des Wasserstoffs bei nominalen Arbeitsdrücken von bis zu 700 bar in kohlefaserverstärkten Komposittanks dar. Der bedeutendste Entwicklungsschwerpunkt der Druckspeicherung bestand und besteht in der Minimierung der zur Gewährleistung der Zylinder-Zyklusstabilität benötigten Kohlefasermenge. Dies reduzierte einerseits den Bedarf des Hauptkostentreibers und erhöhte andererseits die gravimetrische sowie volumetrische Speicherdichte durch reduziertes Zylindergewicht bzw. geringere Zylinderwandstärken. Aufgrund der

ca. 57% höheren Dichte von flüssigem (70kg/m³) im Vergleich zu komprimiertem Wasserstoff (40kg/m³ bei 700bar und 15°C), lassen sich in Flüssigspeichern etwas höhere Speicherdichten erreichen. Nachteilig wirkten sich jedoch ein potentiell möglicher Vakuumbruch sowie die nach längerem Stillstand einsetzenden Abdampfverluste (Boil-off) aus, die nicht vermieden werden können. Fahrzeuge mit Flüssigwasserstofftank dürfen deshalb nicht in geschlossenen Räumen abgestellt werden.

Hauptkostentreiber dieser Speichertechnologie war und ist der zeitaufwändige und komplexe Produktionsprozess. Eine Kombination aus Druck- und Flüssigspeicherung war die sog. kryo-komprimierte Speicherung des Wasserstoffs in kombinierten hochvakuum-superisolierten, druckstabilen Kompositttanks bei -253°C und bis zu 350 bar.

Hierbei kann sowohl Druck- als auch Flüssigwasserstoff getankt werden. Aufgrund der doppelten Materialanforderungen (hoher Druck und niedrige Temperatur) war diese Speicherlösung allerdings entsprechend kostenintensiv. Bei den alternativen Feststoffspeichern waren zu Projektbeginn keine ausgereiften Tanksysteme im Fahrzeugeinsatz. Die Machbarkeit der Verwendung im Fahrzeug war bis dato nur unter idealisierten Bedingungen nachgewiesen.

A.1.4 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Fahrzeugerprobung erfolgte in der ersten Projekthälfte wie geplant über den Unterauftragnehmer „Volkswagen Automobile Berlin GmbH“, der die Fahrzeuge nach entsprechenden Vorgaben der Volkswagen AG betrieb.

Ab dem 01.07.2009 konnte der Lehrstuhl für Kraftfahrzeugtechnik des Instituts für Land- und Seeverkehr der Technischen Universität Berlin als Forschungspartner gewonnen werden. Die 7 Brennstoffzelle-Fahrzeuge wurden ab der zweiten Jahreshälfte des Jahres 2009 von wissenschaftlichen Mitarbeitern der TU-Berlin auf gemeinsam ausgearbeiteten Fahrprofilen erprobt.

Im Rahmen der Anerkennung des Normentwurfs SAE TIR J 2601 durch die Mobilitätspartner wurde die Tankstelle Berlin Heerstraße auf eine Wasserstoff-Vorkühltemperatur von -40 °C (A 70 Protokoll) umgerüstet. In Folge wurde festgestellt, dass die Dichtungen des Tankzulieferers den während des Betankungsprozesses auftretenden Temperaturgradienten nicht Stand hielten. Um weiterhin am Projekt teilnehmen zu können, wurde es notwendig, die Tanksysteme der sechs 700 bar Fahrzeuge umzurüsten. In Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der „Magna International Inc.“ konnten alle Tanksysteme entsprechend qualifiziert werden.

Antragsgemäß wurden mit einem Projektpartner ab Ende 2009 automatisierte Auswertungsroutinen entwickelt, die Rückschlüsse auf Fehlerursachen ermöglichten und die Zuverlässigkeit der Fahrzeuge wesentlich steigerten. Diese Auswerteroutinen wurden im Projektverlauf durch Routinen der Datenübermittlung auf Projektebene ergänzt.