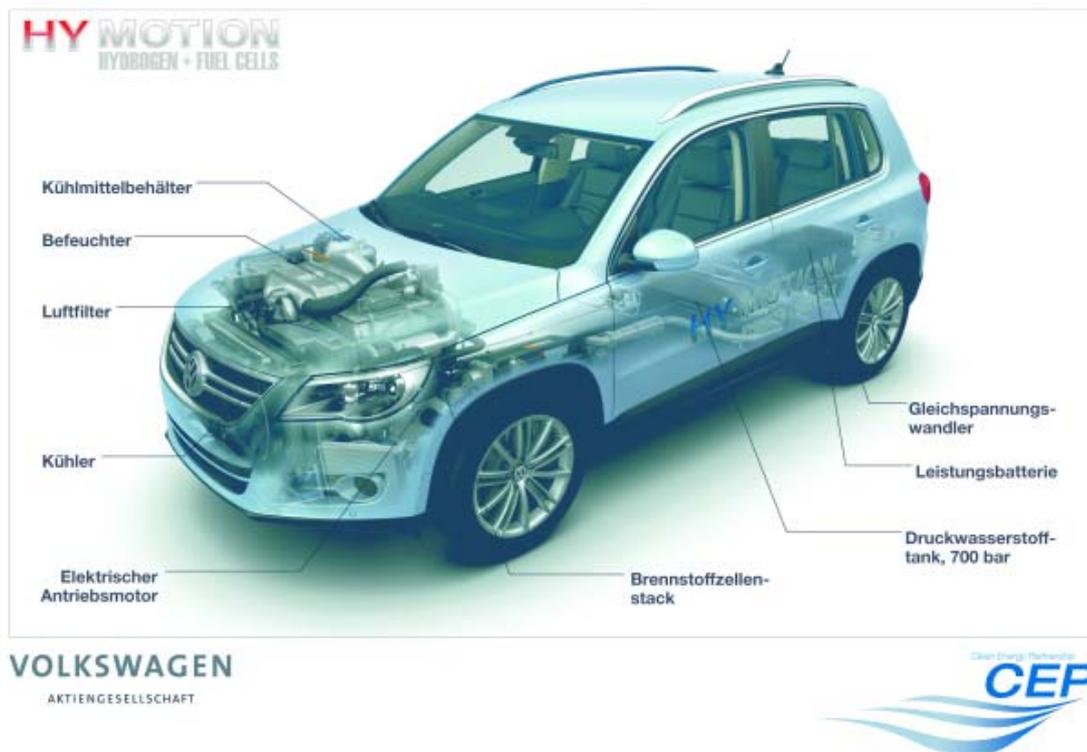


# „Bereitstellung, Betrieb und Qualifizierung von Brennstoffzellenfahrzeugen im Rahmen von CEP II “

- Abschlussbericht -

**Förderkennzeichen: 03BV202**  
**Projektzeitraum: 01.07.2008-31.12.2010**

Zuwendungsempfänger: Volkswagen AG



## 0: Inhaltsverzeichnis

---

0: Inhaltsverzeichnis .....	2
A: Abschlussbericht.....	2
<b>A.1 Ausgangslage</b> .....	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
<b>A.2 Projektverlauf</b> .....	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
<b>A.3 Projektevaluation</b> .....	9
A.3.1 Verwendung der Zuwendung .....	9
A.3.2 Ergebnisse und Zielerreichung .....	10
A.3.3 Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	12

## A: Abschlussbericht

---

<b>Zuwendungsempfänger</b> Volkswagen AG	<b>Förderkennzeichen</b> 03BV202
---	-------------------------------------

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

## 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/m<sup>3</sup>) im Vergleich zu komprimiertem Wasserstoff (40kg/m<sup>3</sup> 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 Kompositstanks 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.

---

## A.2 Projektverlauf

---

### A.2.1 Aufbau und Bereitstellung von Brennstoffzellenfahrzeugen

---

Im Rahmen dieses Vorhabens wurden zusätzlich zu einem bereits seit 2006 in der CEP betriebenen, und nicht im Rahmen dieses Vorhabens geförderten VW Touran HyMotion sechs weitere Brennstoffzellenfahrzeuge aufgebaut und im Demonstrationsbetrieb in der Region Berlin erprobt. Der Aufbau der Fahrzeugflotte erfolgte planmäßig: Bis Juni 2009 waren zwei Fahrzeuge im Einsatz, der 350bar Touran HyMotion aus der ersten Phase des CEP-Projekts sowie ein 700 bar Caddy HyMotion. Die Flotte wurde im Juli 2009 zuerst auf sechs Fahrzeuge aufgestockt und ab November 2009 mit der Inbetriebnahme des zweiten Audi Q5 HyMotion komplettiert. Alle sieben Fahrzeuge befanden sich bis zum Ende der Projektlaufzeit im Erprobungsbetrieb.

Die in den Fahrzeugen zum Einsatz gebrachten Technologien der neuesten Generation umfassten

- Niedertemperatur-Brennstoffzellen mit reduzierter Befeuchtung
- Hochvolt-Lithium-Ionenbatterien (NiMH-Batterien in den Caddy HyMotion-Fahrzeugen)
- 700bar Wasserstoffdruckspeicher

Im Gegensatz zum in der ersten Phase des Projekts zum Einsatz gebrachten Touran HyMotion, dessen Brennstoffzellensystem komplett zugeliefert wurde und demnach erhebliche Rohbauänderungen und damit verbundenen Innenraumbeschränkungen als Folge der Systemintegration nach sich zog, erfolgte der Aufbau der neuen Generation in enger Kooperation mit den entsprechenden Partnern und unter Berücksichtigung fahrzeugspezifischer Aspekte. Die gemeinsame Lösung ermöglichte die Integration des Brennstoffzellenantriebs in unterschiedliche Fahrzeugplattformen, die grundsätzlichen Konzepte konnten hierbei unter Ausschluss von Einschränkungen im Innenraumbereich einheitlich umgesetzt werden.

Tabelle 1: Übersicht über die Leistungsmerkmale der im Projekt eingesetzten Fahrzeuge

Modell	Leistung (Dauer)	Leistung (Spitze)	Abmessungen	Leergewicht	Druckstufe CGH2	Hybridbatterie	Batterieleistung	Geschwindigkeit (max.)	Beschleunigung 0-100 km/h	Tankvolumen
<b>Touran-HyMotion</b>	45 kW	80 kW	4391 x 1794 x 1635 mm	1950 kg	350 bar	NiMH	17 kW	140 km/h	16s	2,6 kg
<b>Tiguan-HyMotion</b>	55 kW	100 kW	4427 x 1809 x 1686 mm	1905 kg	700 bar	Li-Ionen	22 kW	140 km/h	14s	3,2 kg
<b>Tiguan-HyMotion</b>	55 kW	100 kW	4427 x 1809 x 1686 mm	1905 kg	700 bar	Li-Ionen	22 kW	140 km/h	14s	3,2 kg
<b>Caddy-HyMotion</b>	70 kW	90 kW	4405 x 1794 x 1833 mm	2081 kg	700 bar	NiMH	27 kW	140 km/h	15s	6,4 kg
<b>Caddy-HyMotion</b>	70 kW	90 kW	4405 x 1794 x 1833 mm	2081 kg	700 bar	NiMH	27 kW	140 km/h	15s	6,4 kg
<b>Audi Q5-HFC</b>	70 kW	90 kW	4629 x 1880 x 1653 mm	1984 kg	700 bar	Li-Ionen	33 kW	160 km/h	15s	3,2kg
<b>Audi Q5-HFC</b>	70 kW	90 kW	4629 x 1880 x 1653 mm	1984 kg	700 bar	Li-Ionen	33 kW	160 km/h	15s	3,2 kg



### A.2.2 Koordination und Betrieb

---

Die Fahrzeuge wurden erfolgreich seit 2008 unter Alltagsbedingungen im Straßenverkehr in der CEP-Region Berlin betrieben. Hierbei wurden unterschiedlichste Fahrprofile erprobt, um umfassende Erfahrungen zur Alltagstauglichkeit der Fahrzeuge zu generieren. Eine Integration der Fahrzeuge in die Kommunikationsaktivitäten der CEP, z.B. im Rahmen von Ride & Drive-Veranstaltungen und Shuttleservices ermöglichte darüber hinausgehend weitere wertvolle Erfahrungen im Bereich der öffentlichen Wahrnehmung und Nutzerakzeptanz der Fahrzeuge.

Der Fahrzeugbetrieb erfolgte in der ersten Projekthälfte wie geplant über einen Unterauftragnehmer, der die Fahrzeuge nach entsprechenden Vorgaben der Volkswagen AG betrieb. Mit Hilfe dieser Vorgehensweise wurden zunächst Fahrdaten generiert, deren Auswertung Verbesserungen an den Fahrzeugen nach sich zogen. Im Wesentlichen waren dies eine Optimierung der Fahrzeugperformance und eine Erhöhung der Zuverlässigkeit. Der regelmäßige Fahrbetrieb (500-1.000km pro Monat) diente der Beschleunigung der technologischen Lernkurve.

Ab der zweiten Jahreshälfte des Jahres 2009 konnte das Institut für Kraftfahrzeugtechnik der Technischen Universität Berlin als Forschungspartner gewonnen werden. Die 7 Brennstoffzelle-Fahrzeuge wurden von wissenschaftlichen Mitarbeitern der TU-Berlin auf gemeinsam ausgearbeiteten Fahrtrouten erprobt. Der Universität wurde seitens der Volkswagen AG begleitend ein Mitarbeiter der Volkswagen AG zur Seite gestellt

Mit dem Ausbau der Flotte in der zweiten Hälfte des Jahres 2009 wurde ein Caddy HyMotion für einen gesteigerten Fahrbetrieb ausgewählt, ein Fahrer fuhr das Fahrzeug täglich bis zu 10 Stunden. Aus Erfahrungen mit diesem Fahrzeug konnten wertvolle Erkenntnisse in Hinblick auf die Komponentenzuverlässigkeit gezogen werden, von denen die weiteren Flottenfahrzeuge in Form von Optimierungsaktivitäten und sowie Komponententausch profitierten.

### A.2.3 Sicherstellung der Betriebsbereitschaft

---

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurden die das Fahrzeug betreuenden Mitarbeiter des Unterauftragnehmers jährlich geschult, um den ordnungsgemäßen Betrieb wie auch die Durchführung der monatlich notwendig werdenden Fahrzeugwartungen erfolgreich durchführen zu können. Die Qualifizierung des Servicepersonals vor Ort diente zum einen der Sicherstellung der Fahrzeugverfügbarkeit durch eine zeitnahe Durchführung notwendiger Wartungsmaßnahmen und kleinerer Reparaturen, um eine möglichst große Fahrleistung der Flotte zu erreichen.

### A.2.4. Datenerfassung und -auswertung

---

Antragsgemäß wurden mit einem Kooperationspartner ab Ende 2009 weiterführende automatisierte Datenauswertungsroutinen entwickelt, die Rückschlüsse auf Fehlerursachen ermöglichten und somit die Zuverlässigkeit der Fahrzeuge wesentlich zu steigern. An den Fahrzeugen auftretende Fehler konnten aufgrund der im Rahmen des Projektes entwickelten automatisierten Auswertung Fahrzeug-Subsystemen zugeordnet und von den verantwortlichen Arbeitsgruppen abgestellt werden.

Diese Auswerteroutinen wurden im Projektverlauf durch die auf Projektebene fahrzeugübergreifend stattfindenden Auswertungen im Rahmen des Übergeordneten Moduls zu Betankungsparametern ergänzt.

Im Jahr 2010 betanken die sieben im Einsatz befindlichen Fahrzeuge in 296 Tankvorgängen eine Wasserstoffmenge von insgesamt 640 kg.

### A.2.5. Planung und Umsetzung von Infrastrukturmaßnahmen

---

Obgleich die im Rahmen dieses Projektmoduls betriebenen Fahrzeuge im Vergleich zur Vorgängergeneration wesentlich weniger empfindlich auf Witterungsverhältnisse waren, wurde aus Gründen der Fahrzeugpflege und dem Schutz der Prototypen vor Vandalismus Abstellplätze an der Homepage der Volkswagen AG in Berlin angemietet, die gleichzeitig über eine für den Versuchsbetrieb notwendige Basisversorgung (Strom etc.) zur Instandhaltung der Fahrzeuge verfügten.

Des Weiteren erfordert die Vorbereitung einer Markteinführung von Brennstoffzellenfahrzeugen neben dem Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur auch den Ausbau bestehender bzw. den Aufbau neuer Werkstätten (H<sub>2</sub>-Servicestationen). Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieses Projektmoduls (CEP II) in Vorbereitung des Fahrzeugbetriebs in CEP III verschiedene Konzepte zur Ertüchtigung existierender Serviceeinrichtungen/ Werkstätten für zukünftige Wartungs- und Reparaturarbeiten an Brennstoffzellenfahrzeugen erarbeitet. Vom Antrag abweichend geschah dies nicht durch einen externen Dienstleister, sondern durch Mitarbeiter der Volkswagen AG.

Die Volkswagen AG hat sich entschieden, die gemeinschaftlich errichtete und geförderte Wasserstoff-Servicestation, Messedamm 8-10, 14057 Berlin in einem Anschlussprojekt in der CEP Phase III in Eigenregie weiter zu betreiben.

## A.3 Projektevaluation

---

### A.3.1 Verwendung der Zuwendung

---

Die im Rahmen dieses Projektmoduls verwendeten Fördermittel wurden antragsgemäß wie folgt zur Erreichung der Projektziele eingesetzt:

- Demonstration der Fahrzeuge im Alltagsbetrieb in Hand von Dritten (Betreuung und Koordination, Bereitstellung und Sicherung der Fahrzeugverfügbarkeit, Evaluation des Fahrzeugbetriebs mit Hilfe einer umfangreichen, automatisierten Datenerfassung)
- Unterstützung der CEP-Außenkommunikation durch Bereitstellung von Fahrzeugen für Ride & Drive Veranstaltungen sowie Shuttle-Services
- Schulungen für Fahrzeugbetreiber
- Qualifizierung von Servicemitarbeitern für Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten.
- Konzepterstellung zur infrastrukturellen Integration von Wartungs- und Reparaturaktivitäten in bestehende Servicestationen (Werkstätten).

### A.3.2 Ergebnisse und Zielerreichung

---

#### **Demonstration der Fahrzeuge im Alltagsbetrieb und Evaluation des Fahrzeugbetriebs**

Die Fahrzeuge wurden in unterschiedlichen Fahrprofilen alltagsnah erprobt. Wertvolle Erkenntnisse aus dem Erprobungsbetrieb führten aufgrund der iterativen Einspeisung in den Forschungsprozess zeitnah zur Optimierung der Technologie bzw. wurden in den Entwicklungsprozess der Nachfolge-Fahrzeuggeneration eingespeist:

- Die Innenraumakustik konnte durch verschiedene Maßnahmen deutlich verbessert werden. Dies führte zu einer deutlich erhöhten Akzeptanz der Technologie beim Kunden.
- Der Wechsel unterschiedlicher Fahrzeugkomponenten erhöhte die Zuverlässigkeit und Effizienz der Fahrzeuge, was wiederum eine positive Resonanz des Betreibers nach sich zog.
- Zu Beginn des Vorhabens konnten die angestrebten Laufleistungen der Fahrzeuge aus unterschiedlichen Gründen nicht erreicht werden:
  - Die stetige Umstellung des Fahrzeugbetriebes auf den Betrieb bei einem Forschungspartner resultierte in einer zunächst geringen Laufleistung, da Umrüstarbeiten an den Fahrzeugen für den Betrieb ohne Experten notwendig wurden. Gleichzeitig wurden die Betreiber im Umgang mit dem Fahrzeugen geschult.
  - Verzögerungen bei der Ersatzteillieferung von Komponenten führten zu einer vorübergehenden Stillstandphase der betreffenden Fahrzeuge.
  - Die durch Umbau der 700 bar Wasserstofftankstelle auf eine Gastemperatur von -40 °C machte eine Umrüstung der Tanksysteme zur Gewährleistung der Dichtigkeit des Betankungssystems bei tiefkalten Betankungen notwendig. Dies führte ebenfalls zu einer temporären Nicht-Verfügbarkeit der Fahrzeuge
  - Die temporäre Aussetzung des Befüllprozesses der Wasserstofftankstelle Heerstraße für Fahrzeuge ohne Infrarot-Kommunikationsschnittstelle machte eine Betankung der Fahrzeugflotte unmöglich und erforderte die Nachrüstung an allen Fahrzeugen, um die Fahrzeuge im Rahmen des Projekts zu betreiben. Daraus resultierte ein temporäres Absinken der Fahrleistungen.
  - der Umbau der Wasserstofftankstelle Heerstraße auf einen auf Projektebene abgestimmten 700 bar und 350 bar Betankungsprozess mit anschließender Inbetriebnahme und Validierung durch die Mobilitätspartner resultierte zu Beginn des Jahres 2010 in einem beschränkten Betrieb, der eine Betankung für Fahrzeuge in diesem Projektmodul zeitweilig nicht zuließ.
- In 2010 wurde die angestrebte Laufleistung der Flotte ununterbrochen mit durchschnittlich 5.000 km/ Monat erreicht. Die Flotte der Volkswagen AG erzielte auf Projektebene die größte Fahrleistung aller Personenkraftwagen betreibenden Projektpartner.
- die Umsetzung des 700bar-Betankungsstandards SAE TIT J 2601 ermöglicht deutlich kürzere Betankungszeiten, vergleichbar mit der Betankung eines konventionellen Fahrzeugs.
- Alle Fahrzeuge sind im Berichtszeitraum mit einer Infrarot-Kommunikationsschnittstelle ausgerüstet worden und in der Lage auf -40 °C gekühlten Wasserstoff gemäß SAE TIR J 2601 oder Release A zu tanken.

**Unterstützung der CEP-Außenkommunikation durch Bereitstellung der Fahrzeuge**

Während der Projektlaufzeit wurden die private und die Fachöffentlichkeit in einer Vielzahl von Veranstaltungen zum Thema informiert. Die Bereitstellung der Fahrzeuge und Fachpersonal für Probefahrten unterstützte hierbei wesentlich die Aktivitäten zur Steigerung der Akzeptanz der Technologie. In Vorbereitung des Markteintritts konnten im Rahmen der Veranstaltungen weitere wertvolle Erkenntnisse durch persönliche Gespräche mit der Öffentlichkeit, Politikern und Medienvertretern gewonnen werden. Details zu den Veranstaltungen sind im Abschlussbericht des Projektmoduls „Clean Energy Partnership (CEP) Übergeordnetes Modul- Gremien, Projektkoordinierung, Wissensmanagement, Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation“ enthalten.

**Konzepterstellung zur infrastrukturellen Integration von Wartungs- und Reparaturaktivitäten in bestehende Servicestationen**

Das Konzept wurde aufgrund sich ändernder Rahmenbedingungen in abgewandelter Zielstellung im Vorhabenszeitraum durch Mitarbeiter der Volkswagen AG erstellt und umfasste eine Kosten-Nutzenanalyse verschiedener Servicekonzepte.

### A.3.3 Verwertbarkeit der Ergebnisse

---

Der Betrieb der Fahrzeuge wird in einem Folgevorhaben ab 2011 fortgeführt. Die Erkenntnisse aus diesem Projektmodul fließen, direkt in die Entwicklung der neuen Fahrzeuggeneration ein. Die Erfahrungen mit der neuen 700bar-Betankungstechnologie wurden im Rahmen der CEP-Gremienarbeit (Übergeordnetes Modul) geteilt und helfen bei der Etablierung eines einheitlichen Betankungsprotokolls in der CEP und zukünftig darüber hinaus.