

Schlussbericht:

Demonstration Mercedes-Benz B-Klasse F-CELL Flotte in Stuttgart und Frankfurt

Schlussbericht für den Berichtszeitraum vom 01.11.2011 - 30.06.2015

Zuwendungsempfänger
Daimler AG

Förderkennzeichen
[03BV229]

Bewilligungszeitraum
[01.11.2011 - 30.06.2015]

Projektleiter
Rosario Berretta



Bestätigung der Richtigkeit und Vollständigkeit der in den Abschlussbericht (31 Seiten) dargestellten Inhalte des Fördervorhabens.

Ort: Kirchheim, Teck Nabern

Datum: 17.10.2016

Unterschrift(en): _____

Dr. Georg Frank

Rosario Berretta

1. Ausgangslage	3
1.1 Aufgabenstellung	3
1.2 Voraussetzungen des Vorhabens.....	3
1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens	4
1.4 Anknüpfung an wissenschaftlichem und technischem Stand.....	5
1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	6
2. Eingehende Darstellungen zu.....	6
2.1 Erzielten Ergebnissen.....	6
2.2 Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des Verwertungsplans	23
2.3 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	23
2.4 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen	24
3. Erfolgskontrollbericht	24
3.1 Beitrag zu förderpolitischen Zielen	24
3.2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens	25
3.3 Fortschreibung des Verwertungsplans	25
3.4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben.....	25
3.5 Präsentationsmöglichkeiten.....	26
3.6 Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung	27
4. Kurzfassung Berichtsblatt	29
4.1 Berichtsblatt Deutsch.....	29
4.2 Document Control Sheet	30
5. Tabellenverzeichnis	31
6. Abbildungsverzeichnis	31

1. Ausgangslage

1.1 Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung des Projektes war, 30 seriennahe B-Klasse F-CELL Fahrzeuge in Stuttgart und Frankfurt unter Alltagsbedingungen zu nutzen. Hierbei wurden 20 Fahrzeuge im Raum Stuttgart sowie 10 Fahrzeuge im Bereich Frankfurt betrieben. Dies sollte unter dem Dach der Clean Energy Partnership (CEP) stattfinden. Die aus dem Praxiseinsatz gewonnenen Flottendaten sollten mittels eines FDA-Systems (Fleet Data Acquisition Systems) erfasst und kontinuierlich ausgewertet werden. Generierte Daten werden dem Arbeitspaket Wissens- und Informationsmanagement innerhalb des übergeordneten Moduls zur Verfügung gestellt, um technologische und operative Verbesserungspotenziale zu realisieren.

Im Detail gliederte sich das Projekt in drei Arbeitspakete:

AP 1 Demonstrationsbetrieb

Durch den Betrieb von nennenswerten Stückzahlen an wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen an einem Ort, sollte der Betrieb der Tankstellen stimuliert werden.

Auch das Testen von Wasserstoff-Betankungen durch die Kunden im Alltagsbetrieb und somit Ableitung von Verbesserungspotenzialen war wesentlicher Bestandteil des Projektes.

Durch die Kundenansprache sollte die Akzeptanz der Wasserstofftechnologie in der breiten Öffentlichkeit geschaffen und das Vertrauen künftiger Fahrer und Passagiere in die Wasserstofftechnologie erhöht und dementsprechend Berührungsängste abgebaut werden.

Die Fahrzeugflotte sollte serviceseitig in entsprechenden Werkstätten betreut werden. Erfahrungen daraus tragen zur Verbesserung des technologischen Reifegrads der nächsten Brennstoffzellen Generation bei. Standardisierungsprozesse im Bereich Aftersales sollten entwickelt werden.

Die neu entstandenen Wasserstofftankstellen werden anhand der SAE Spezifikationen geprüft.

AP 2 Kundenakzeptanzstudie

Das Arbeitspaket 2 bezieht sich auf die notwendigen Aktivitäten zur Generierung und wissenschaftlichen Auswertung von Daten über das Nutzungsverhalten der Brennstoffzellenfahrzeugkunden. Ebenso werden die Fahrprofile und die Betankungen an H₂-Tankstellen und die Voraussetzungen für die Akzeptanz von Brennstoffzellenfahrzeugen untersucht.

AP 3 Projektmanagement

Die Initiierung, Planung und Steuerung des Projektes bis hin zum erfolgreichen Abschluss sollte analog dazu erfolgen.

1.2 Voraussetzungen des Vorhabens

Die Leuchtturmregionen Stuttgart und Frankfurt wurden für die Flottendemonstration der B-Klasse F-CELL ausgewählt, da sowohl Stuttgart als auch Frankfurt bereits über 700 bar Betankungsmöglichkeiten verfügten.

Auf dem Gelände der OMV Tankstelle am Stuttgarter Flughafen eröffnete bereits im Juni 2009 die Linde AG in Kooperation mit der Daimler AG die erste öffentliche Wasserstoff-Tankstelle Baden-Württembergs.

Die Nähe der OMV Tankstelle zur Drehscheibe Stuttgarter Flughafen und zu den Forschungs- und Entwicklungszentren der Daimler AG sowie der partnerschaftliche Kontakt beider Unternehmen lieferte die Grundlage für den Bau der ersten öffentlichen Wasserstoff-Tankstelle Baden-Württembergs.

Auch in Frankfurt existierte dank des EU geförderten Projektes ZERO REGIO bereits eine 700 bar Wasserstofftankstelle. Im dortigen Industriepark Höchst fällt der Wasserstoff als Nebenprodukt bei der Chlorerzeugung an. Dieser wird über eine 1,9 Kilometer lange Hochdruck-Pipeline zur Tankstelle am Tor Süd geleitet.

Zudem gab es zu Beginn des Projektstarts zahlreiche Pläne für die Errichtung weiterer Wasserstofftankstellen im Raum Stuttgart und Baden-Württemberg. Auch im Bereich Brennstoffzellenbusse war die Stadt Stuttgart bereits sehr aktiv.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Bevor die B-Klasse F-CELL Fahrzeuge in Stuttgart und Frankfurt in Betrieb gingen, wurden zahlreiche vorbereitende Maßnahmen durchgeführt um einen Demonstrationsbetrieb sicherzustellen.

Die Fahrzeuge wurden ab 2009 im Mercedes-Benz Werk in Sindelfingen aufgebaut.

Das Betreibermodell wurde ausgearbeitet und die Niederlassung in Stuttgart und Frankfurt entsprechend aufgerüstet, um die Fahrzeuge dort warten und reparieren zu können. Die Fahrzeuge wurden mit Datenerfassungssystemen ausgerüstet und eine Infrastruktur zur Datengenerierung aufgebaut.

Die ersten Fahrzeuge wurden Ende 2010 an Kunden in Stuttgart und Frankfurt ausgeliefert. Durch eine Kurzschulung wurden die Kunden zum Betanken der Fahrzeuge befähigt. Über die gesamte Laufzeit hinweg fanden lokale Service Aktivitäten in der Werkstatt in Stuttgart und Frankfurt an den Fahrzeugen statt. Der Field-Service wurde bei komplexeren Problemen hinzugezogen.

Der Aftersalesbereich stellte die Ersatzteilbelieferung und Logistik sicher. Eine umfangreiche Kundenakzeptanzstudie fand 2011 und 2012 statt.

Über die gesamte Projektlaufzeit hinweg wurde das Projekt technisch und kaufmännisch koordiniert.

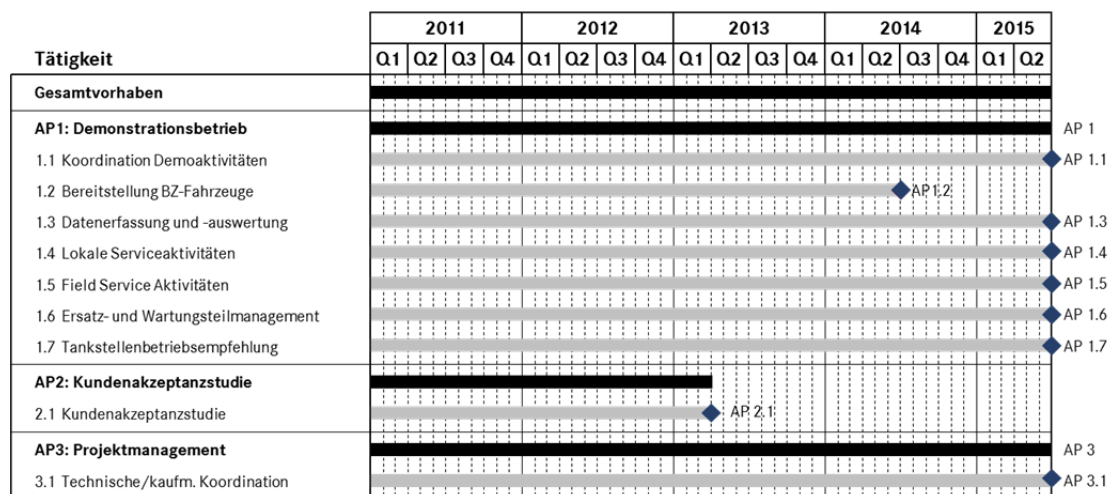


Abbildung 1 Balkenplan des Projektes

1.4 Anknüpfung an wissenschaftlichem und technischem Stand

Die Arbeiten am emissionsfreien Antriebskonzept mit Brennstoffzelle wurden im Hause Daimler erstmals 1994 anhand des Necar1 (New Electric Car) der Öffentlichkeit präsentiert. Die gesamte Ladekapazität (Frachtraum) des Mercedes-Benz-Transporters war mit 800 Kilogramm schweren Komponenten zur Energieerzeugung ausgefüllt, nur die Sitze für Fahrer und Beifahrer blieben frei. Danach wurden etwa 20 weitere Prototypen aufgebaut.

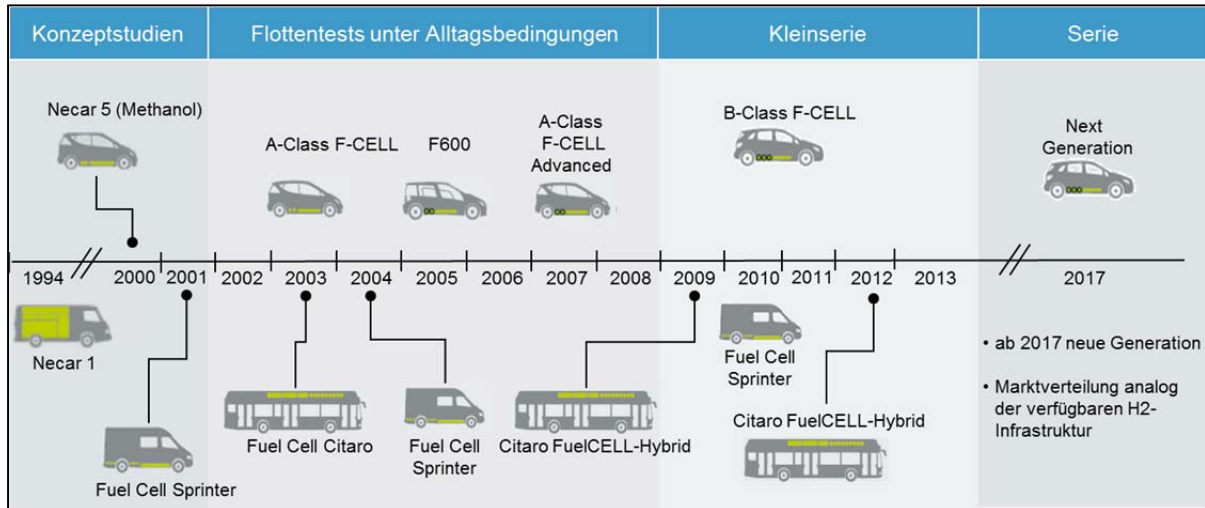


Abbildung 2 Historie Entwicklung Brennstoffzelle bei Daimler

Die weltweit erste Kleinserie rollte dann mit 60 Einheiten der A-Klasse F-CELL seit 2003 an unterschiedlichen Städten weltweit.

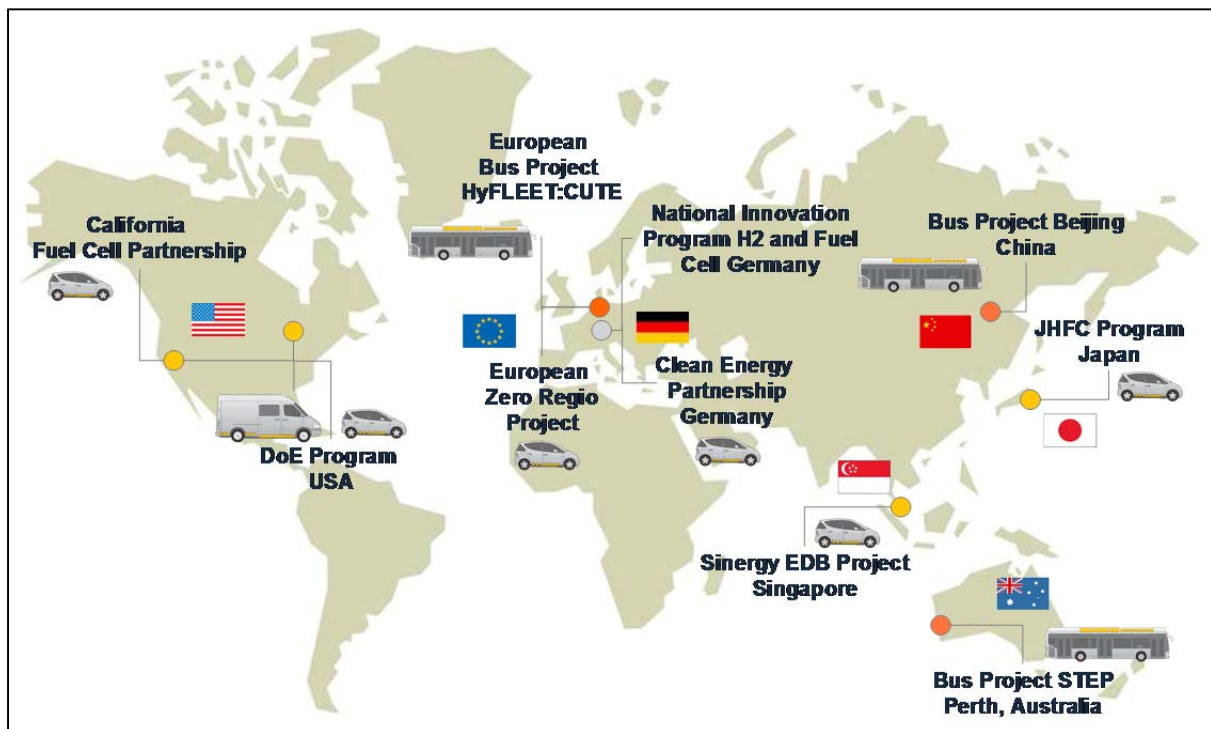


Abbildung 3 Karte weltweiter Flottenbetrieb A-Klasse F-CELL und Brennstoffzellenbussen

Durch den Betrieb dieser Kleinserie konnten bereits erste Erfahrungen in der Marktvorbereitung erzielt werden, die dann im NIP Stuttgart und Frankfurt Projekt mit den B-Klasse F-CELL Fahrzeugen angewendet werden konnten.

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Realisierung des Projektes erfolgte in enger Kooperation mit allen intern definierten Daimler Stellen. Ebenso wurden die Arbeiten durch die folgenden Unternehmen, die im Rahmen des Vorhabens beauftragt wurden, unterstützt:

- MB Tech, Experte für den Standortaufbau Stuttgart und Frankfurt
- Xpuls, Projektmanagement
- INCOVIS, Projektcontrolling
- Wenger Engineering, Experte Betankungssimulation

2. Eingehende Darstellungen zu

2.1 Erzielten Ergebnissen

2.1.1 Demonstrationsbetrieb

2.1.1.1 Koordination Demoaktivitäten

Zu Beginn des Projektes wurde ein Betreibermodell für Stuttgart und Frankfurt erarbeitet. Die Identifikation von geeigneten Nutzern war dabei eines der Hauptaufgaben. In einem Workshop wurden die Zielgruppen definiert. Die Niederlassungen in Stuttgart und Frankfurt akquirierten anschließend entsprechend geeignete Kunden.

2.1.1.2 Bereitstellung BZ-Fahrzeuge

Die 30 B-Klasse F-CELL Fahrzeuge wurden planmäßig im Werk Sindelfingen aufgebaut. Die interne Fahrzeugfreigabe lief bei der B-Klasse F-CELL weitestgehend nach dem Serienstandard der Daimler AG ab. Einzig eine Tanksonderprüfung wurde eingeführt, um den hohen Qualitätsansprüchen der Daimler AG zu genügen.

Ende 2010 startete die Auslieferung der ersten Fahrzeuge im Raum Stuttgart und Frankfurt.

Im Mietbetrag erhielt der Kunde ein „Full Service Paket“. Dies bedeutet, dass unter anderem Reifen, Versicherung, Steuer, Verschleißteile sowie Wartung und Reparaturen im Mietpreis enthalten sind. Letztlich sah die Verteilung der Kundengruppen in Stuttgart und Frankfurt wie folgt aus:

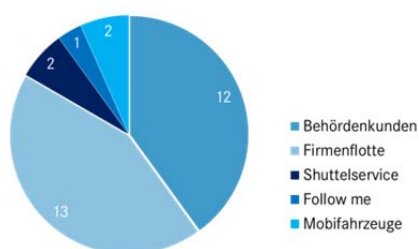


Abbildung 4 Verteilung der Kundengruppen in Stuttgart und Frankfurt

Die Fahrzeuge waren vor allem in Firmenflotten diverser namhafter Firmen unterwegs. Somit konnten die Fahrzeuge von vielen unterschiedlichen Mitarbeitern genutzt werden und einem breiten Nutzerkreis zur Verfügung gestellt werden. Besonders erfolgreich wurden zwei Fahrzeuge im Frankfurter Raum als Shuttleservice eingesetzt und konnten zusammen nahezu 150.000 km zurücklegen. Erstmals in Deutschland, kam auf dem Flughafen Stuttgart ein Brennstoffzellenfahrzeug als Follow-Me-Fahrzeug zum Einsatz. In unverkennbarem schwarz-gelben Follow-Me Muster wurde die B-Klasse beklebt und lotste die Flugzeuge über die Landebahnen. Ein Follow-Me Fahrzeug hat ein sehr interessantes Fahrprofil durch hohe Betriebsstunden aber nur wenige km. Daher konnte dieses Fahrzeug wichtige Erkenntnisse hinsichtlich der Stacklebensdauer liefern.



Abbildung 5 F-CELL als Follow-Me-Fahrzeug am Stuttgarter Flughafen

Die Kunden hatten die Option einen 2 oder 3 Jahresvertrag zu schließen. Im weiteren Projektverlauf konnten auch Vertragsverlängerungen und Zweitleasingverträge angeboten werden. Die Niederlassung Stuttgart und Frankfurt bekam zudem jeweils ein Mobilitätsfahrzeug. Diese Fahrzeuge wurden für folgende Zwecke eingesetzt:

- Mercedes-Benz Kunden, deren eigenes Fahrzeug in der Werkstatt repariert oder gewartet wurde, bekamen für diesen Zeitraum ein Brennstoffzellen-Fahrzeug zur Verfügung gestellt.
- Mercedes-Benz Kunden und sonstige Privatleute mit generellem Interesse an der Brennstoffzellen-Technologie konnten mit den Fahrzeugen Testfahrten unternehmen.
- Bei Medien-Anfragen zum Thema Mobilität mit Brennstoffzelle wurden die Fahrzeuge als Demonstrationsfahrzeuge eingesetzt und auch durch Medienvertreter gefahren.
- Im Rahmen von Veranstaltungen und Events im Großraum Stuttgart und Frankfurt zum Thema Wasserstoff, Brennstoffzelle & alternative Antriebe konnten die Fahrzeuge für Ride & Drive sowie als Demonstrationsmodelle für die Brennstoffzellentechnologie mit Hinweis auf die BMVBS-Förderung der breiten Öffentlichkeit vorgestellt werden.

Die Einführung von „Mobilitätsfahrzeugen“ erwies sich als sehr gute Strategie, da somit die Kundenzufriedenheit erhöht und auch außerplanmäßige Aktionen mit den Fahrzeugen abgedeckt werden konnten.

Im Laufe des Projektes wurden zusätzlich mit den Rückläuferfahrzeugen sogenannte „Second Lease Konditionen“ eingeführt. Die Mietraten wurden verringert und flexibler gestaltet. Es wurde die Möglichkeit geschaffen das Fahrzeug auch für drei oder sechs Monate sowie für ein Jahr zu mieten.

2.1.1.3 Datenerfassung und –auswertung

Um aus dem Betrieb der B-Klasse F-CELL Fahrzeuge möglichst viele Erkenntnisse für die Entwicklung der nächsten Generation von Brennstoffzellenfahrzeugen zu erhalten, wurden die Fahrzeuge mit dem Datenerfassungssystem FDA (Fleet Data Acquisition) ausgestattet. Dieses zeichnet neben den Fahrdaten des Fahrzeugs (wichtig für die Ermittlung des Kundenverhaltens und der daraus resultierenden Kundenanforderungen) auch Daten der wichtigsten Komponenten auf, die während des Betriebs über zahlreiche Sensoren erfasst wurden. Die Daten wurden für Fehlerdiagnosen sowie den Servicebetrieb benötigt und verwendet.

Fahrzeugseitig besteht das System aus einem FDA Datenlogger, der im Handschuhfach des Fahrzeugs verbaut ist. Dieser zeichnet während der Fahrt die CAN (Controller Area Network) Kommunikation des Fahrzeuges auf und speichert die Daten lokal auf dem Gerät ab. Eine im Gerät integrierte automatisierte Datenverarbeitung erzeugt aus den Gesamtdaten einzelne speicherreduzierte Daten, die in der Werkstatt über eine LAN Schnittstelle ausgelesen und automatisch übertragen werden. Werkstattseitig besteht die Hardware aus einem Werkstattrechner, der die Fahrzeugdaten während eines routinemäßigen Service ausliest, zwischenspeichert und mit dem Daimler Datenserver synchronisiert.

Für die im Fahrzeugbetrieb erfassten Daten wurde ein Auswertesystem aufgebaut, welches Intranet basiert eine Vielzahl an Auswertungen und Informationen bereitstellt.

Neben typischen Nutzerprofilen konnten mit Hilfe der umfangreichen Datenbasis Aussagen zum Zusammenspiel der Komponenten sowie zum Alterungsverhalten, Verbrauch und Wirkungsgrad des Systems erstellt werden.

Eine bereits erfolgte Automatisierung dieser Auswertungen ermöglichte es zeitnah fahrzeugrelevante Eigenschaften online zu beobachten.

Während der Projektlaufzeit wurde die Software der Datenerfassungssysteme kontinuierlich verbessert. Die im CEP „Übergeordneten Modul“ definierten Rohdaten der F-CELL Fahrzeuge aus Stuttgart und Frankfurt wurden turnusmäßig an den Projektkoordinator SPILETT New Technologies GmbH übermittelt.

2.1.1.4 Lokale Serviceaktivitäten

Um den Betrieb der Fahrzeuge in Stuttgart und Frankfurt sicherzustellen, musste zu Beginn eine Auswahl geeigneter Werkstätten erfolgen. Hierfür wurden verschiedene Kriterien berücksichtigt:

- Gute Erreichbarkeit und räumliche Nähe zu den Kunden und zur vorhandenen bzw. geplanten Wasserstoff-Infrastruktur
- Ausreichende Kapazitäten hinsichtlich Serviceeinrichtungen als auch das Personal betreffend
- Qualifiziertes Personal, welches für die notwendige Weiterqualifizierung geeignet ist
- Vorhandene Erfahrung mit dem Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Unter Berücksichtigung der genannten Kriterien wurde als Standort der Servicewerkstätte die Niederlassung Stuttgart und Frankfurt ausgewählt.

Es waren keine baulichen Maßnahmen an den bereits bestehenden Servicewerkstätten erforderlich. Die 14 Sonderwerkzeuge und die vier zusätzlich benötigten Werkstatteinrichtungen wurden speziell für die B-Klasse F-CELL entwickelt und freigegeben. Im Einzelnen handelt es sich um:



Abbildung 6 Werkstatteinrichtung und Sonderwerkzeuge zum Betrieb B-Klasse F-CELL

Dank der umfangreichen Serviceschulung und der hochqualifizierten Werkstattmitarbeiter konnten weitestgehend alle Reparaturen in den Niederlassungen Stuttgart und Frankfurt stattfinden. Ein sogenanntes Anlaufteam unterstützte die Niederlassungen zum Projektstart durch wöchentliche Telefonkonferenzen.

Bei jedem Werkstattbesuch wurden alle Fahrzeugdaten und aufgetretenen Fehler in einer Datenbank (TIPS) erfasst und auf einen zentralen Server der Daimler AG übertragen. Über den Bereich Global Services and Parts wurden tagesaktuell produkttechnische Reparaturinformationen für die B-Klasse F-CELL Fahrzeuge eingestellt. Somit fungierte TIPS auch als Kommunikationssystem, in dem die aktuellsten Reparaturabhilfen zur Verfügung gestellt wurden.

Eine weitere wichtige Maßnahme zum langfristigen Aufbau von Erfahrung und Know-how stellte die Entwicklung eines Werkstattwikis dar. Das Werkstattwiki wurde werkstattübergreifend gepflegt und diente dem Erfahrungsaustausch aller Beteiligten sowie der Sicherung eines qualitativ hochwertigen Services der F-CELL Fahrzeuge.

2.1.1.5 Field-Service Aktivitäten

Der Field-Service wurde nur bei komplexeren Fällen involviert und bei Themen, welche die Fahrzeugserienentwicklung beeinflussten. Monatlich wurden Fälle gemeinsam mit den betreuenden Werkstätten und Vertretern aus den Bereichen Produktion, Entwicklung und Qualität besprochen, um die Themen Maßnahmen zu definieren. Ab 2013 musste der Field-Service nur noch punktuell unterstützen. Weitestgehend alle Reparaturen wurden selbständig vom Werkstattteam vor Ort abgewickelt.

2.1.1.6 Ersatz- und Wartungsteilemanagement

Ein Großteil der Ersatz- und Wartungsteile wurde in den Standard-Logistik-Prozess des Global Logistics Centers (GLC) in Germersheim integriert.

Verschiedene Sonderprozesse wurden geschaffen, um eine Teileversorgung sicherzustellen. Es erfolgten laufende Nachbestellungen von Ersatzteilen bei Lieferanten. Brennstoffzellenspezifische Teile benötigten im Vertriebsprozess des GLC eine Sonderabwicklung. Diese neuen Prozesse wurden ausgearbeitet und entsprechend implementiert.

Zur schnelleren Versorgung der Fahrzeugflotte mit HV-Batterien wurden Ladekonzepte für die HV-Batterien am Zentrallagerstandort eingesetzt.

Durch die Flottenverlängerung wurde die Ersatzteilsituation zusätzlich auf Basis der neuen Prämissen analysiert und bewertet. Ausfallraten wurden mit den neuesten Erkenntnissen überarbeitet und als Basis für die neue Hochrechnung des Ersatzteilbedarfes angesetzt. Wie auch bei konventionellen Fahrzeugen bereits gängige Praxis, wurde ein sogenannter REMAN-Prozess (Remanufacturing-Prozess) mit einigen Bauteilen etabliert. In Summe wurden ca. 20 REMAN-Bauteile identifiziert. Der REMAN-Prozess geht weit über eine Reparatur oder Instandsetzung hinaus. Das Bauteil wird gemäß zertifizierten Standardprozessen des Originalherstellers grunderneuert und in einen Zustand versetzt, der dem Stand aktueller Spezifikationen entspricht, unter Berücksichtigung aller design- und modellbezogenen Updates. Die Qualität der Teile spiegelt ein fabrikneues Produkt wieder und erhält den neuesten Stand der Technik. Die im Rahmen des Projekts erlangten Kenntnisse bezüglich dieses Prozesses sind vor allem im Hinblick auf die Kommerzialisierung der Brennstoffzellenfahrzeuge sehr wichtig.

2.1.1.7 Tankstellenbetriebsempfehlung

Aktuell gibt es keinen unabhängigen Prüfprozess für die Funktionsfähigkeit von Wasserstofftankstellen nach SAE 2601. Um die Funktionalität der Anlage sicherzustellen und potenzielle Schäden an den Fahrzeugen abzuwenden, wurde von der Daimler AG ein Tankstellenbetriebsempfehlungsprozess entwickelt. Mercedes-Benz Kunden dürfen erst nach einer erfolgreichen Tankstellenbetriebsempfehlung oder einer erfolgreichen CEP Abnahme die Wasserstofftankstelle nutzen.

Folgende Tankstellen wurden bei Aufbau, Testing und Inbetriebnahme unterstützt und teilweise auch durch den Daimler-eigenen Empfehlungsprozess abgenommen.

- Fraunhofer ISE Freiburg (März 2012)
- Air Liquide Düsseldorf (August 2012)
- EnBW Stuttgart (Anfang 2013)
- EnBW Karlsruhe (Januar 2012)



Abbildung 7 Wasserstofftankstellen (Freiburg, Düsseldorf, Stuttgart, Karlsruhe)

Für alle Tankstellen fanden stetige Überwachungen der Verfügbarkeit und eine Unterstützung im Fehlerfall statt, vor allem wenn letzteres im Zusammenhang mit Kundenbetankungen auftrat.

Bei der OMV Tankstelle Flughafen Stuttgart bestand die Vereinbarung mit dem Betreiber, weitestgehend alle laufenden Daten der Tankstelle zu erhalten.

Daher wurden an diesen Tankstellen alle durchgeführten Betankungsvorgänge aufgezeichnet und Daimler-intern analysiert. Die Weitergabe der Ergebnisse an den Stationsbetreiber konnte zur Steigerung der Verfügbarkeit beitragen.

Mehrere langfristige Ausfälle der Tankstelle in Frankfurt führten immer wieder zu kritischen Projektsituationen, da die Kunden im Raum Frankfurt keine alternative Tankstelle zur Verfügung hatten. Somit mussten oftmals Daimler-interne Kleinbetankungsanlagen auf dem Gelände der NDL Frankfurt-Offenbach zum Einsatz kommen.

In 2012 waren abwechselnd folgende Kleinbetankungsanlagen auf dem Gelände der NDL Frankfurt-Offenbach im Einsatz:

- 31.05. - 19.07. Sprinter („Büffel“)
- 19.07. - 02.08. KTA 3
- 07.08.- 28.08. Sprinter („Büffel“)
- 30.08 - 20.09. KTA 3
- 02.10. - 08.11. KTA 1
- 08.11. - 20.12. Sprinter („Büffel“)

Auch in den Folgejahren (2013 + 2015) musste die Kleinbetankungsanlage punktuell erneut zur Verfügung gestellt werden.

Ein weiteres wichtiges Kriterium für Fahrzeug und Leistungsfähigkeit der verbauten Technologie einer Tankstelle stellt die abgegebene Wasserstoffqualität dar, was ebenfalls in diesem Arbeitspaket untersucht wurde.

Erstens hat die Wasserstoffqualität einen erheblichen Einfluss auf die Lebensdauer der brennstoffzellenspezifischen Teile der Fahrzeuge, zweitens muss nach einer späteren flächendeckenden Markteinführung der Qualitätsstandard SAE J2719 bzw. ISO 4687 erreicht und regelmäßig durch die Tankstelle gehalten werden. Um dies nachzuprüfen, wurde eine Apparatur (Hydrogen Quality Sampling Apparatur – HQSA) für Probenahmen am Befüllschlauch der Tankstellen aufgebaut und zahlreich eingesetzt.

Ebenso kam ein intern entwickelter Apparat (PSA-H70) zur Messung von Partikelbeladungen zum Einsatz. Dieser kann Partikel im µm-Bereich sowie sichtbare Verschmutzungen, im Wasserstoff nachweisen.



Abbildung 8 PSA-H70 sowie entnommener Filtereinsatz

2.1.2 Kundenakzeptanzstudie

2.1.2.1 Methodik

Konzeption und Design

Im Rahmen des Projektes B-Klasse F-CELL wurden die Nutzer der Fahrzeuge aus Berlin, Stuttgart, Hamburg und Frankfurt von 2011 bis 2012 über einen Zeitraum von ca. einem Jahr begleitet. Die Erhebung der relevanten Daten erfolgte im Längsschnitt, so dass ein mehrstufiger Lernprozess - angefangen bei den Erwartungen, über die ersten Eindrücke, bis hin zu Langzeiterfahrungen - betrachtet werden konnte. Für eine umfassende Erhebung aller relevanten Aspekte wurden zwei verschiedene Methoden eingesetzt:

Fokusgruppen und Interviews.

Während der Begleitforschung aufkommende thematische Aspekte konnten so ergänzt, angepasst oder vertieft werden (adaptive Erhebungsinstrumente).

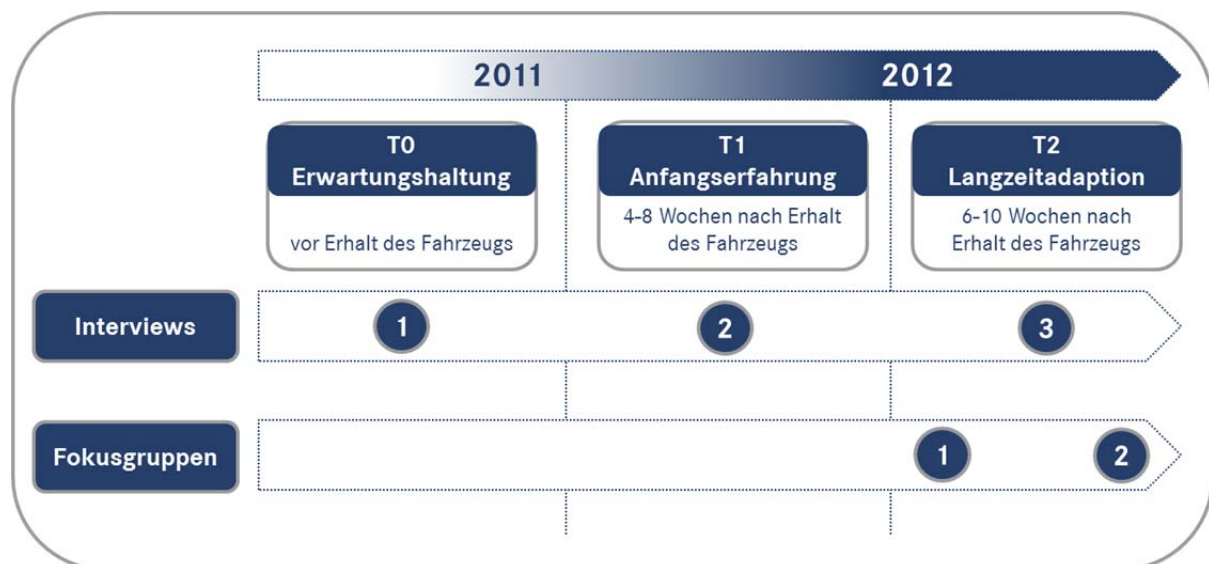


Abbildung 9 Untersuchungsdesign Begleitforschung B-Klasse F-CELL

Wie in Abbildung 9 dargestellt, wurden im Rahmen des längsschnittlichen Ansatzes für die Interviews insgesamt drei Messzeitpunkte realisiert:

Bevor die Nutzer das Fahrzeug übernommen haben, wurde die Erwartungshaltung gegenüber der Fahrzeugtechnologie (T0) erfragt. Vier bis acht Wochen nach Erhalt des Fahrzeuges folgte die Erhebung der ersten Eindrücke und Erfahrungen (T1). Nach sechs bis acht Monaten Erfahrung mit dem Fahrzeug wurde die Langzeitadaption (T2) erfasst.

Erhoben wurden subjektive Daten zum Nutzungsverhalten, zur Bewertung und Optimierung der Fahrzeuge sowie zu wahrgenommenen Kaufkriterien und Nutzungsbarrieren im Alltagsbetrieb. Außerdem wurden verschiedene Aspekte zu Potenzialen und Rahmenbedingungen bei der Nutzung von Brennstoffzellenfahrzeugen thematisiert. Durch den Einsatz adaptiver Erhebungsinstrumente und die schrittweise Anpassung des Methodeninventars konnten während der Begleitforschung aufkommende, thematisch neue Aspekte vertieft werden.

Die Interviews wurden zu allen drei Messzeitpunkten durchgeführt. Die Fokusgruppen fanden zu zwei Messzeitpunkten (in T2) statt: Die erste Fokusgruppe nach ca. 6-8 Monaten Fahrerfahrung (T2a), die zweite nach ca. 12 bis 14 Monaten Fahrerfahrung (T2b). Aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit von Teilnehmern konnten die Fokusgruppen nicht, wie ursprünglich geplant, den drei Interviewwellen

vorgeschaltet werden. Deren Erkenntnisse wurden somit auch nicht als Input zur Anpassung der Interviewleitfäden genutzt. Die Fokusgruppen dienten vielmehr der Vertiefung spezifischer Themen, die aus den Interviews als relevant hervorgingen. In der Gruppe konnten die Teilnehmer sich intensiv zu diesen Aspekten (z. B. Tanken) austauschen und Möglichkeiten zur Optimierung diskutieren.

Stichprobe

Im Projekt B-Klasse F-CELL haben gewerbliche Kunden Fahrzeuge im Rahmen eines Überlassungsvertrages erhalten. Für die Interviews und Fokusgruppen wurden zwei voneinander unabhängige Stichproben akquiriert.

Fokusgruppen

Insgesamt fanden 2 Fokusgruppen mit den jeweils gleichen acht Teilnehmern in Berlin statt. Im Anschluss an die zweite Fokusgruppe wurden weitere Themen mit Hilfe eines Fragebogens thematisiert, den weitere drei Nutzer der B-Klasse F-CELL ausgefüllt haben. Die Zusammensetzung der Stichprobe der Fokusgruppen war dabei wie folgt:

Kriterium	Beschreibung
Anzahl Teilnehmer	8 (+3) ¹
Geschlecht	10 Männer, 1 Frau
Alter	MW: 43 SD: 12 MIN: 26 MAX: 58

Tabelle 1 Stichprobenbeschreibung Fokusgruppen

Bei den Teilnehmern der Fokusgruppe handelt es sich überwiegend um Männer im Alter von durchschnittlich 43 Jahren. Bei der Durchführung der ersten Fokusgruppe hatten die Teilnehmer ca. 8 Monate Erfahrung mit der B-Klasse F-CELL. Bei der zweiten Fokusgruppe waren es im Mittel 11 Monate.

Interviews

Zu den Messzeitpunkten T0, T1 und T2 waren jeweils 30 Interviews in Stuttgart, Frankfurt, Hamburg und Berlin geplant.

Von den geplanten Interviews konnten folgende durchgeführt werden:

Messzeitpunkt	Anzahl der Interviews
T0 – Erwartungen an das Brennstoffzellenfahrzeug	15
T1 – erste Erfahrungen 4-8 Wochen nach Erhalt des Fahrzeugs	27
T2 – Langzeitadaption 6-8 Monate nach Erhalt des Fahrzeugs	20

Tabelle 2 Verteilung der Interviews

¹ 3 Nutzer haben an der Fokusgruppe selbst nicht teilgenommen, aber den Fragebogen ausgefüllt

Speziell zu T0 konnten nicht alle Interviews realisiert werden, da die Fahrzeugauslieferung so kurzfristig erfolgte, dass eine Befragung zu den Erwartungen nicht mehr möglich, bzw. sinnvoll war. Bei den Interviews zu den Erfahrungen mit dem Brennstoffzellenfahrzeug (T1 und T2) gab es eine hohe Drop-Out-Rate. Gründe dafür waren hauptsächlich das Ausscheiden der Teilnehmer aus der jeweiligen Kooperations-Firma oder die zu seltene Nutzung des Fahrzeugs – bedingt durch den Ausfall von Wasserstofftankstellen.

Insgesamt ergibt sich damit eine Teilnehmerzahl von 30. Davon waren 13 Nutzer aus Hamburg, 10 aus Stuttgart, 4 aus Berlin und 3 aus Frankfurt. 10 der Teilnehmer haben zu allen drei Messzeitpunkten teilgenommen.

Die Stichprobe kann im Detail wie folgt beschrieben werden:

Kriterium	T0 – Erwartungen	T1 – erste Erfahrungen	T2 - Langzeitadaption
Anzahl Teilnehmer	15	27	20
Geschlecht	73 % Männer 27 % Frauen	85 % Männer 15 % Frauen	89 % Männer 11 % Frauen
Alter	MW: 42,8 SD: 10,2 MIN: 27 MAX: 57	MW: 43,3 SD: 10,1 MIN: 27 MAX: 57	MW: 43,3 SD: 11,1 MIN: 27 MAX: 57
Fahrer²	Einzelfahrer = 8 % mehrere Fahrer = 82 %	Einzelfahrer = 7 % mehrere Fahrer = 83 %	Einzelfahrer = 10 % mehrere Fahrer = 90 %

Tabelle 3 Stichprobenbeschreibung der Interviewgruppen zu den drei Messzeitpunkten

Die Interview-Stichprobe umfasste insgesamt 30 Teilnehmer, darunter fünf Frauen. Das durchschnittliche Alter beträgt ca. 44 Jahre und die Teilnehmer leben und arbeiten überwiegend in einer Großstadt oder Metropole. Es handelt sich ausschließlich um gewerbliche Nutzer der Brennstoffzellenfahrzeuge, die privat zu 80 % ein konventionelles Fahrzeug fahren. Bei über 80 % wird die B-Klasse F-CELL als Poolfahrzeug genutzt und somit von mehreren Personen gefahren. Die teilnehmenden Firmen sind zumeist Städte und Kommunen sowie Mobilitätsdienstleister oder Energieversorger. Als Grund für die Teilnahme am Pilotprojekt werden die positive Außenwirkung, die Vorreiterrolle sowie die Möglichkeit des Testens und Voranbringens neuer Technologien genannt.

Bei der Frage nach ihrem Mobilitätsverhalten und damit nach Strecken, die mit dem konventionellen Fahrzeug zurückgelegt werden, gaben die Interviewteilnehmer an, dass sie unter der Woche – sowohl privat als auch beruflich – mehr Kilometer als am Wochenende fahren. Mit durchschnittlich 290 km pro Woche, ist die Fahrleistung aus beruflichen Gründen am höchsten. Strecken von mehr als 170 km werden privat ca. 2 Mal im Monat gefahren, beruflich ca. ein Mal. Strecken von mehr als 350 km werden privat ca. 3 Mal im Monat gefahren, beruflich ca. 1,5 Mal.

Erhebungsinstrumente

Vor der Definition und Zusammenstellung der Erhebungsinstrumente, wurde Rücksprache mit Kollegen und Kolleginnen aus den entsprechenden Fach- und Entwicklungsabteilungen gehalten, um sich zum einen über das Leistungsspektrum des Fahrzeugs, die Technologie und die Rahmenbedingungen zu informieren. Zum anderen wurden Bedarfe für weitere relevante

Fragestellungen für die Begleitforschung diskutiert, um so möglichst zielgerichtet und spezifisch Rückmeldung zum Optimierungspotential geben zu können.

Fokusgruppen

Bei Fokusgruppen handelt es sich um moderierte Gruppendiskussionen, bei denen Anforderungen erfragt und Ideen entwickelt werden können. Als Orientierung dient dabei ein Leitfaden mit offenen Fragen.

Zu zwei Zeitpunkten wurde das nutzerseitige Themenspektrum bei der Fahrzeugnutzung und dem Betanken sowie verschiedenen Kaufkriterien erhoben. Neben messzeitpunktspezifischen Diskussionspunkten wurden wiederholt detaillierte Fahrzeugaspekte anhand von Skalometern von „sehr negativ“ bis „sehr positiv“ bewertet und im Anschluss diskutiert.

Davon wurden Verbesserungsvorschläge und Handlungsbedarfe für die B-Klasse F-CELL abgeleitet. Aus den Ergebnissen der Interviews wurden thematische Schwerpunkte ermittelt, welche dann adaptiv im Rahmen der Fokusgruppen noch einmal vertieft werden konnten. Nachfolgend wurde über Optimierungspotentiale diskutiert. Ergänzt wurde der Leitfaden von einem kurzen Fragebogen, um soziodemographische Daten sowie das Nutzungsverhalten zu erfassen.

Interviews

Die Interviews wurden als Einzelexploration durchgeführt. Die Interviewleitfäden mit qualitativen und quantitativen Elementen zielten auf die Erhebung von Daten über Nutzerverhalten, Nutzerakzeptanz und wahrgenommene Kaufkriterien sowie Nutzungsbarrieren im Alltagsbetrieb ab. Verschiedene Aspekte zu Potenzialen und Rahmenbedingungen wurden ebenfalls thematisiert. Dazu gehören unter anderem Themen wie Wasserstoff, Akustik und Kosten. Der Interviewleitfaden enthielt neben standardisierten Fragen einen adaptiven Teil, so dass im Projektverlauf aufkommende, zusätzliche Fragestellungen und Themen integriert werden konnten.

2.1.2.2 Ergebnisse

Fokusgruppen

Fahrzeugbewertung (Fokusgruppen)

Es wurden spezifische Aspekte des Brennstoffzellenfahrzeugs bewertet. Dazu wurden die unterschiedlichen Eigenschaften aus Sicht der Nutzer einer 7-stufigen Skala von „sehr negativ“ bis „sehr positiv“ zugeordnet. In Abbildung 10 sind die Mittelwerte zur Gesamtbewertung sowie zu jedem einzelnen der Aspekte abgetragen.



Abbildung 10 Bewertung Brennstoffzellenfahrzeuge Fokusgruppe

Insgesamt fällt die Bewertung der-Klasse F-CELL positiv aus, wie der Abbildung 10 entnommen werden kann.

Besonders positiv (MW 2 bis 3) beurteilt werden dabei die folgenden Aspekte:

- Geräusche aus Fahrersicht
- Umweltfreundlichkeit
- Beschleunigung bei niedriger Geschwindigkeit
- Sicherheit

Eher negativ bis neutral (MW -1 bis -0,1) werteten die Teilnehmer folgende Punkte:

- Reichweite
- Zuverlässigkeit Reichweite
- Vertrauen in Reichweite

Die Teilnehmer wurden zum Abschluss der Fokusgruppe gefragt, ob sie das Brennstoffzellenfahrzeug nach ihren bisherigen Erfahrungen noch einmal leasen und nutzen würden. 70 % der Befragten bejahten dies, da diese innovative und umweltfreundliche Technologie eine hohe Akzeptanz hat und damit ein positives Image fördert. Bei den verbleibenden 30 %, die das Fahrzeug nicht noch einmal nutzen würden, wurde vor allem die fehlende Tankstelleninfrastruktur als Grund genannt. Damit verbunden ist die eingeschränkte Reichweite. Ein Teil der Befragten führte zudem an, dass sich das Brennstoffzellenfahrzeug kostenseitig nicht rechnen würde.

Betankung (Fokusgruppen)

Von den Fokusgruppenteilnehmern gaben 75 % an, Probleme beim Betanken der B-Klasse F-CELL gehabt zu haben. Die Probleme bezogen sich aber vorrangig darauf, dass das Tankstellennetz unzureichend ist und zudem die wenigen verfügbaren Tankstellen häufig nicht funktionstüchtig seien. Der Druck an den Tankstellen war oftmals nicht ausreichend, so dass ein Volltanken der Brennstoffzellenfahrzeuge nicht möglich war. Es gibt ein Informationssystem über den Status der Tankstelle. Dieses ist aber nur wenig hilfreich, da die Informationen zu spät kommen und nicht zuverlässig sind. Es wurde zudem das Fehlen eines kompetenten Ansprechpartners an der Tankstelle bemängelt. Generell gaben die Teilnehmer an, dass sie ansonsten sehr gut über das Brennstoffzellenfahrzeug selbst und den Betankungsvorgang informiert wurden.

Fahrzeugpotential (Fokusgruppen)

Kaufkriterien. Die Teilnehmer der Fokusgruppen wurden zu beiden Messzeitpunkten gefragt, welche Kriterien für bzw. welche gegen den Kauf einer Brennstoffzelle sprechen. Gründe, die für den Kauf eines Brennstoffzellenfahrzeugs sprechen sind vor allem das positive Image in Verbindung mit einer innovativen und umweltfreundlichen Technologie. Zudem ist die B-Klasse F-CELL angenehm leise, hat positive Fahreigenschaften (z. B. Beschleunigung) und macht Spaß. Gegen den Kauf sprechen allerdings die hohen Anschaffungskosten, die derzeit fehlende Infrastruktur und die damit noch eingeschränkte Reichweite. Zudem ist die Technik aufgrund ihrer mangelnden Zuverlässigkeit noch nicht ausgereift und deshalb nicht alltagstauglich.

Kaufanreize und Privilegien. Im Rahmen der Fokusgruppen wurden darüber hinaus Anreize diskutiert, welche die Kaufbereitschaft für Brennstoffzellenfahrzeuge erhöhen könnten. Dabei wurden von den Teilnehmern vor allem Privilegien wie steuerliche Anreize, kostenloses Parken, CO₂-Gutschriften, die Erlaubnis zur Nutzung der Busspur, erweiterte Garantien und Subventionierungen bei der Anschaffung selbst genannt. Allerdings wurde das Thema Subventionierung in der Gruppe recht kontrovers diskutiert. Diese sollte höchstens zu Beginn erfolgen, um die Technologie „erschwinglicher“ zu machen und ihr damit „in den Markt zu verhelfen“. Auf der anderen Seite wird kritisch diskutiert, es sich dabei um eine „künstliche Förderung“ der Technologie handelt und niemand das Fahrzeug kauft, sobald die Subventionen eingestellt werden. Zudem wären Brennstoffzellenfahrzeuge auch mit Subventionierung noch zu teuer.

Interviews

Mobilitätsbedarf und Fahrzeugnutzung (Interviews)

Mobilitätsbedarf. Zu T0 und T2 wurden die Studienteilnehmer bezüglich ihrer Einschätzung zum Mobilitätsbedarf in Verbindung mit der B-Klasse F-CELL befragt. Auf die Frage ob der alltägliche Mobilitätsbedarf durch dieses Fahrzeug gedeckt werden könnte, antworteten bis zu 80 % der Befragten mit „ja“. Diese Angabe wurde überwiegend damit begründet, dass die Reichweite für den täglichen Bedarf ausreichend sei. Keine Möglichkeit, den alltäglichen Mobilitätsbedarf durch das Fahrzeug abzudecken, sahen bis zu 25 % der Befragten. Diese gaben als Begründung an, dass sie bei längeren Fahrten Bedenken wegen des unzureichenden Tankstellennetzes hätten.

Fahrzeugnutzung. Allgemeine Angaben zur Nutzung der Brennstoffzellenfahrzeuge wurden zu den Zeitpunkten T1 und T2 erfasst und werden Tabelle 4 dargestellt.

	T1	T2
Fahrerfahrung in Wochen	7,4 Wochen	43 Wochen
wöchentliche Kilometerleistung beruflich	211 km/Woche	426 km/Woche
maximale Kilometerleistung an einem Tag	120 km	174 km
maximale Kilometerleistung zwischen zwei Tankvorgängen	235 km	266 km

Tabelle 4 Fahrerfahrung mit Brennstoffzellenfahrzeug (Mittelwerte)

Wie aus Tabelle 4 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** hervorgeht haben sich mit zunehmender Fahrerfahrung die maximale Tagesfahrleistung sowie die gefahrene Strecke zwischen zwei Tankvorgängen erhöht. Das weist darauf hin, dass sich die Erfahrungen positiv auf das Vertrauen in die Reichweite auswirken.

Fahrzeugaufwertung (Interviews)

Fahrzeugaufwertung. Wie in den Fokusgruppen wurden zu allen drei Interview-Messzeitpunkten Fahrzeugaspekte mittels einer sieben-stufigen Bewertungsskala von „sehr negativ“ bis „sehr positiv“ bewertet. Diese Einschätzung von insgesamt 22 Kriterien der B-Klasse F-CELL deckt ein breites Spektrum ab. In Abbildung 11 sind die Mittelwerte zu den drei Erhebungszeitpunkten abgetragen.

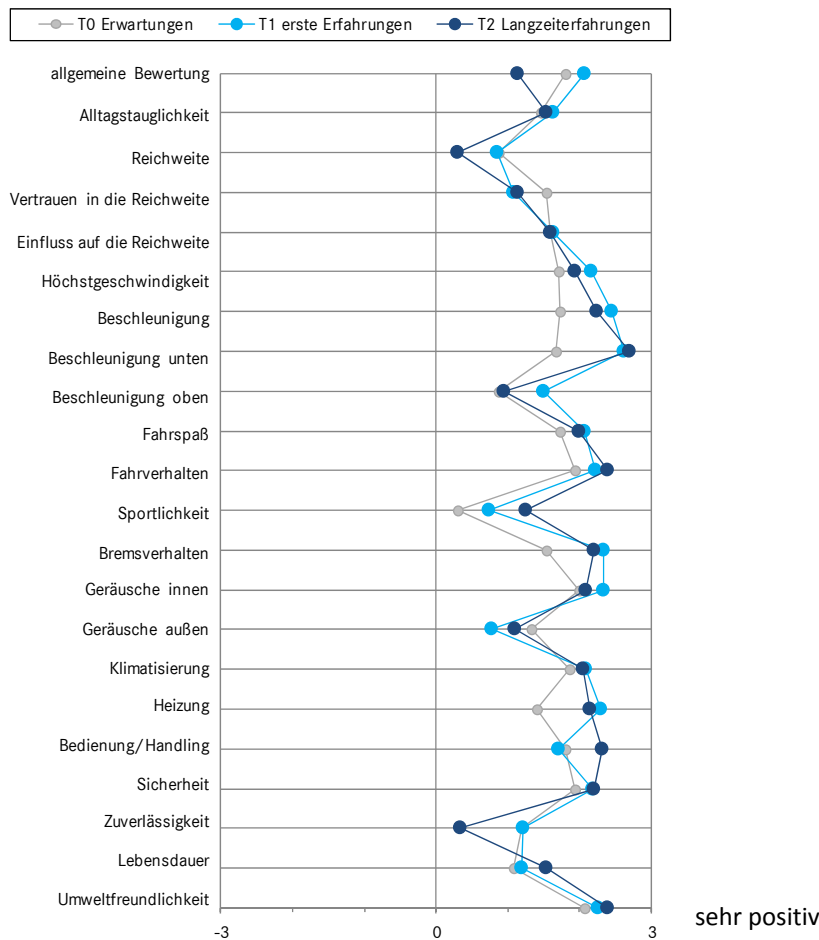


Abbildung 11 Erwartungen und Bewertung Brennstoffzellenfahrzeug Interviews

Abbildung 11 zeigt, dass vor allem nach der Langzeitadaption die Beschleunigung im unteren Geschwindigkeitsbereich, das Fahrverhalten und die Umweltfreundlichkeit der B-Klasse F-CELL am positivsten bewertet werden. Weniger gut schneiden die Reichweite, die Zuverlässigkeit und die Beschleunigung bei höheren Geschwindigkeiten ab. Die Beschleunigung aus dem Stand sowie die Sportlichkeit sind tendenziell besser als die Nutzer zu T0 erwartet hätten. Schlechter als erwartet schneiden dagegen die Zuverlässigkeit und damit verbunden die Gesamtbewertung des Fahrzeugs ab.

Reichweite. Erwartungen zum Thema Reichweite der B-Klasse F-CELL wurden auch in den Interviews mit spezifischen Fragen zum Erhebungszeitpunkt T0 erfasst. So ist in Tabelle 5 jeweils Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum der Angaben dargestellt.

	Mittelwert (km)	Standardabweichung	Minimum (km)	Maximum (km)
Erwartete Reichweite	329	45	300	400
Gewünschte Reichweite	467	148	250	800
Nicht mehr akzeptierte Reichweite	207	95	99	400

Tabelle 5 Erwartungen Reichweite

Bevor die Nutzer das Fahrzeug bekommen haben, glaubten sie, dass es eine Reichweite von 329 km hat (die Herstellerangaben sprechen von bis zu 400 km Reichweite). Das sind ca. 140 km weniger als sie sich wünschen würden. Weniger als 200 km Reichweite sollte ein Brennstoffzellenfahrzeug nicht haben.

Kaufhinderungsgründe. Nachdem die Studienteilnehmer die B-Klasse F-CELL etwa 6 bis 10 Monate lang getestet haben und somit über Langzeiterfahrungen verfügen (T2), wurden eine Reihe von Aspekten hinsichtlich ihrer Relevanz als Kaufhinderungsgrund eingestuft.

Als Haupt-Kaufhinderungsgründe werden das fehlende Netz von Wasserstofftankstellen, der hohe Preis der Fahrzeuge und die fehlende Passung zu den Nutzungsgewohnheiten genannt. Fast keine Relevanz haben dagegen das Handling des Tankens, Sicherheitsbedenken oder das fehlende Interesse an der Technologie.

Betankung (Interviews)

Tankstellennetz. Es wurde zu zwei Messzeitpunkten der Studie (T0 und T2) jeweils der gewünschte Anteil an Tankstellen mit einer Wasserstoffversorgung erfasst. Dabei wurde zum einen Bezug auf die Tankstellen in ganz Deutschland und zum anderen auf die Tankstellen der jeweiligen Städte genommen. Zum Zeitpunkt T0 gaben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an, sie würden sich an 53,0 % aller Tankstellen in Deutschland wünschen, Wasserstoff tanken zu können. Zum Zeitpunkt T2 sank dieser Wert auf 32,1 %.

Auch bei der Betrachtung der Werte in den einzelnen Städten ist festzustellen, dass die Angaben über die drei Erhebungen hinweg stetig sinken. In diesem Zusammenhang steht auch die Frage nach der maximal akzeptierten Entfernung von Wasserstofftankstellen auf einer Route. Diese Einschätzung wurde zu zwei Zeitpunkten erhoben (T0 und T2). Vor der Aushändigung der

Brennstoffzellenfahrzeuge (T0) gaben die Teilnehmer an, dass sie maximal 65 km als Entfernung von einer Wasserstofftankstelle zur nächsten akzeptieren würden. Zum Messzeitpunkt T2 waren es 122 km.

Tankvorgang. Sowohl nach den ersten Erfahrungen (T1) als auch nach längerer Nutzung der B-Klasse F-CELL (T2) wurden die Nutzer nach aufgetretenen Problemen, Unannehmlichkeiten, Anfangsschwierigkeiten sowie Unsicherheiten beim Auftanken der Wasserstofffahrzeuge gefragt. Nach längerer Nutzung der Fahrzeuge gaben zum Erhebungszeitpunkt T2 95 % der Teilnehmer an, dass sie Schwierigkeiten beim Auftanken ihrer B-Klasse F-CELL hatten. Es wurden folgende Vorfälle beschrieben:

- Tankstellen waren häufig und zum Teil sehr lange nicht verfügbar
- Technische Defekte an der Tankstelle
- Kein Wasserstoffvorrat mehr an der Tankstelle
- Witterungsbedingte Ausfälle der Tankstelle oder Probleme (z. B. Festfrieren der Kupplung)

Fahrzeugpotenzial (Interviews)

Als Vorteile werden immer wieder die Umweltfreundlichkeit und die Lärmreduktion durch die Geräuschlosigkeit des Antriebs genannt. Befürchtet werden dagegen auch zukünftig die mangelnde Wasserstoffversorgung (Tankstellennetz) und nachdem das Fahrzeug getestet wurde, damit verbunden auch der geringe Aktionsradius.

Kaufanreize und Privilegien. Die zu T2 durchgeführte Abfrage zu Privilegien, die den Kauf eines Wasserstofffahrzeugs positiv beeinflussen könnten, ergab folgende Ansätze mit den jeweils dazu gehörigen relativen Anteilen an allen Nennungen:

- | | |
|---|---------|
| • steuerliche Vorteile | (27,6%) |
| • spezielle Parkmöglichkeiten | (27,6%) |
| • Bevorzugung gegenüber. konventionellen Fahrzeugen | (17,2%) |
| • Subventionierung von Wasserstoff | (10,3%) |
| • Nutzung der Busspur | (6,9%) |
| • Vorteile durch den Hersteller | (3,4%) |
| • Abwrackprämie beim Kauf von BZ-Fahrzeugen | (3,4%) |
| • keine Beschränkungen beim Parken z. B. in Parkhäusern | (3,4%) |

Akustik (Interviews)

Eine Bewertung der Geräuschkulisse des Brennstoffzellenfahrzeugs in verschiedenen Situationen fand jeweils zu den Erhebungszeitpunkten T1 sowie T2 statt.

Die meisten Nutzer sind von der geringen Geräuschentwicklung der B-Klasse F-CELL positiv überrascht. Besonders positiv wird die Geräuschkulisse beim Fahren mit langsamen Geschwindigkeiten z. B. in der Stadt, oder auch bei T2 beim Beschleunigen wahrgenommen.

Umgekehrt sagen ebenfalls die meisten Teilnehmer, dass es keine Situationen gibt, in denen die Geräuschkulisse negativ auffällt. Der einzige kritische Aspekt, der häufiger genannt wurde (vor allem zu T1), ist die Tatsache, dass Passanten und Radfahrer das Fahrzeug aufgrund der Geräuschlosigkeit überhören könnten, was eine potentielle Gefahr darstellt. Auch dieses Thema wurde zusammen mit den Testfahrern detaillierter betrachtet.

Hierbei ging es darum, wie die Nutzer ihre Erfahrungen als Fahrer der B-Klasse F-CELL mit Fußgängern und Radfahrer zusammenfassend beschreiben könnten. Der größte Teil der Nutzer (78 %) gab dazu an, den Eindruck zu haben, das Fahrzeug könnte schlechter wahrgenommen werden. Die übrigen 22 % meinten, sie hätten keine Veränderungen gegenüber dem Fahren mit herkömmlichen Fahrzeugen beobachten können.

Bei der Frage nach technischen Lösungsmöglichkeiten zur Verringerung dieses Risikos meinten 44%, sich keine Veränderungen zu wünschen. Dass das Fahrzeug durch andere technische Lösungen besser wahrgenommen werden könnte, wünschten sich 38% der Studienteilnehmer. Weitere 16% äußerten den Wunsch, dass das Brennstoffzellenfahrzeug unbedingt akustische Signale (Töne / Geräusche) senden sollte, um für Außenstehende besser wahrnehmbar zu sein.

2.1.2.3 Zusammenfassung

Bei der vorliegenden Begleitforschung zur B-Klasse F-CELL wurden Rückmeldungen zum Nutzungsverhalten und der Akzeptanz von Brennstoffzellenfahrzeugen erfasst. Hierdurch ist es möglich Optimierungspotentiale und notwendige Maßnahmen zur erfolgreichen Implementierung dieser innovativen Technologie im Markt abzuleiten.

Nutzungsverhalten

Im Rahmen des Projektes konnten 70 - 80% der Nutzer ihre täglichen Mobilitätsbedarfe mit der B-Klasse F-CELL problemlos abdecken. Wenn vor allem längere Strecken aufgrund des fehlenden Tankstellennetzes nicht bewältigt werden konnten, war die Bereitschaft groß, auf Alternativen (z. B. Bahn, Mietwagen, Fahrzeug mit konventionellem Antrieb) umzusteigen. Allerdings wurden die Fahrzeuge in diesem Projekt fast ausschließlich gewerblich genutzt, wodurch der Umstieg auf ein konventionelles Fahrzeug aus dem zumeist vorhandenen Fuhrpark kein Problem darstellte.

Es konnte gezeigt werden, dass eine zunehmende Erfahrung mit dem Brennstoffzellenfahrzeug sich positiv auf das Vertrauen in die Reichweite auswirkt. So erhöhte sich mit zunehmender Fahrerfahrung die maximale Tagesfahrleistung ebenso wie die maximal gefahrene Strecke zwischen zwei Tankvorgängen.

Tanken:

Durchschnittlich betanken die Nutzer ihr Fahrzeug 6 - 7 Mal pro Monat. Der Tankvorgang selbst wird mit steigender Nutzungsdauer zunehmend als problemlos und komfortabel eingestuft. Kritisch werden dagegen die Verfügbarkeit von Wasserstofftankstellen im Sinne des Tankstellennetzes sowie die hohe Ausfallquote der Tankstellen gesehen. Jedoch haben sich anfängliche Unsicherheiten beim Tanken schnell als unbegründet erwiesen.

Bei vielen Teilnehmern sind Probleme beim Tanken aufgetreten, wobei diese meist auf technischen Defekten der Tankstellen beruhten. Insgesamt fühlen sich die Befragten gut über die Technologie und den Tankvorgang der B-Klasse F-CELL informiert. Es werden allerdings mehr Informationen zur Verfügbarkeit der Tankstellen und kompetentes Personal vor Ort gefordert.

Der Fahrstil und die Routenplanung wurden in Abhängigkeit vom Füllstand des Wasserstofftanks angepasst. Die Teilnehmer fahren defensiver, vorausschauender und langsamer.

Akzeptanz und Potential von Brennstoffzellenfahrzeugen:

Insgesamt wurde die B-Klasse F-CELL von den Nutzern sehr positiv bewertet. Besonders hervorgehoben wurden dabei die Beschleunigung im unteren Geschwindigkeitsbereich, der Fahrspaß, die Geräuschlosigkeit aus Fahrersicht, die Sicherheit, das Fahrverhalten, die einfache Bedienung und Alltagstauglichkeit sowie die Umweltfreundlichkeit. Negativ aufgefallen ist den Nutzern vor allem die geringe Reichweite und damit verbunden das fehlende Vertrauen in die Reichweite. Dies steht vor allem im Zusammenhang mit der unzureichenden Tankstelleninfrastruktur und dem Ausfall

vorhandener Wasserstofftankstellen. Betrachtet man die durchschnittlich gefahrenen Kilometer der Nutzer, so ist die angebotene Reichweite der B-Klasse F-CELL ausreichend.

Vor allem die Beschleunigung sowie die Sportlichkeit des Fahrzeuges werden besser bewertet, als die Teilnehmer selbst erwartet hätten. Bei der Zuverlässigkeit mussten Abstriche gemacht werden, da sowohl Fahrzeuge als auch Wasserstofftankstellen häufiger ausgefallen sind.

Die Nutzer haben kaum Bedenken hinsichtlich der Sicherheit der Brennstoffzellentechnologie. Wenn es kritische Äußerungen gab, dann bezogen sich diese vorwiegend auf die fehlenden Geräusche und die damit einhergehende Gefahr, von Passanten und Radfahrern überhört zu werden. Die Mehrheit der Teilnehmer berichtete, dass man von anderen Verkehrsteilnehmern schlechter wahrgenommen wird. Bis zu 85% meinten allerdings, dass sie ihr Fahrverhalten dementsprechend angepasst hätten. Akustische Lösungen zur Verringerung des Risikos werden nur von 16 % der Teilnehmer gewünscht.

Die unzureichende Tankstelleninfrastruktur ist aus heutiger Sicht, neben dem hohen Anschaffungspreis und der nicht zufriedenstellenden Zuverlässigkeit, der stärkste Kaufhinderungsgrund. Für den Kauf sprechen das positive Image, die zukunftsorientierte Technik, die Umweltfreundlichkeit sowie die einfache Bedienbarkeit des Brennstoffzellenfahrzeugs. Zudem wird von den meisten Probanden die Geräuschlosigkeit als großer Vorteil gesehen.

Anreize zur Erhöhung der Kaufbereitschaft wurden recht kontrovers diskutiert. Dabei wurden von den Teilnehmern vor allem Privilegien wie steuerliche Anreize, kostenloses Parken, CO₂-Gutschriften, die Erlaubnis zur Nutzung der Busspur, erweiterte Garantien und Subventionierungen bei der Anschaffung selbst genannt.

Generell ist den Nutzern wichtig, dass der Wasserstoff umweltfreundlich hergestellt wird. Eine offene Informationspolitik hinsichtlich der Wasserstoffproduktion ist in diesem Zusammenhang wichtig sowie von den Nutzern besonders gewünscht.

2.1.2.4 Fazit

Trotz der insgesamt positiven Rückmeldungen zum Fahrzeug und der Tatsache, dass 70% der Teilnehmer sich wieder für die Nutzung des Brennstoffzellenfahrzeugs entscheiden würden, konnte ein klarer Handlungsbedarf identifiziert werden. Dieser besteht vor allem beim Auf- und Ausbau der Tankstelleninfrastruktur und damit einhergehend auch in der Erweiterung des Handlungsspielraums. Die Reichweite selbst ist in Hinblick auf die gefahrenen Distanzen ausreichend. Es besteht Unsicherheit hinsichtlich der Reichweite, da der Mobilitätsraum durch das fehlende Tankstellennetzwerk eingeschränkt ist. Im Verlauf der Langzeitstudie hat sich gezeigt, dass mit zunehmender Erfahrung das Vertrauen in die Reichweite steigt.

Generell sollte das Thema Betankung verbessert werden (z. B. technische Zuverlässigkeit der Tankstellen, Schulung des Servicepersonals). Es sollte proaktiv Informationen über den Status, bzw. die Bereitschaft der Tankstelle (z. B. per SMS) geben. Vor allem der häufige Ausfall der Tankstellen hatte zur Folge, dass der Einsatz der Fahrzeuge – vor allem in den Flotten – kaum planbar war. Die Fahrzeuge wurden demnach häufig nicht genutzt, was sich negativ auf die Besetzung der Stichprobe ausgewirkt hat.

Preislich sollten Brennstoffzellenfahrzeuge vergleichbar mit konventionellen Antrieben angeboten werden. Eine Subventionierung oder staatlich geförderte Anreize zum Kauf solcher Fahrzeuge werden allerdings eher kritisch und nur als temporär hilfreich betrachtet.

In der Geräuschlosigkeit von Brennstoffzellenfahrzeugen wird durchaus eine Gefahr gesehen, von anderen Verkehrsteilnehmern überhört zu werden. Allerdings werden keine akustischen Lösungen für diese Problematik gewünscht, da die fehlende Geräuschentwicklung als angenehm und letztlich als Vorteil für die Lärmreduktion in Wohngebieten gesehen wird. Vielmehr sollte es auf Seiten der Nutzer und in der Öffentlichkeit Aufklärung geben, um die Aufmerksamkeit zu erhöhen, bzw. den Fahrstil entsprechend anzupassen.

Vermehrte Aufklärung sollte zudem über die Technologie allgemein sowie die Betankung mit Wasserstoff erfolgen, um Ängste seitens potentieller Nutzer zu mindern. Probe- und Testfahrten können Vertrauen in die Technologie fördern und Bedenken reduzieren.

Vor der Markteinführung muss der Reifegrad der Technologie noch verbessert werden, um noch mehr Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Technologie zu schaffen. Sowohl ein zu hoher Preis als auch teilweise eine fehlende Zuverlässigkeit sind Leistungsmerkmale für solche Fahrzeuge, die bei Nichterfüllung zu großer Unzufriedenheit führen können.

Gründe, die für den Kauf eines Brennstoffzellenfahrzeugs sprechen, sind laut der Teilnehmer ein positives Image, welches mit der Nutzung einer solchen innovativen und umweltfreundlichen Technologie einhergeht. Dies sind jedoch relevante Kaufkriterien vor allem für gewerbliche Kunden, weshalb hier die äußerliche Erkennbarkeit der Antriebsart wichtig ist. Ob dies auch für private Käufer relevant wäre ist fraglich, zumal aus privater Sicht das „Branding“ als Brennstoffzellenfahrzeug auch eine untergeordnete Rolle spielt. Gerade die Hürden für die Alltagstauglichkeit sind sehr hoch und bedeuten unter Umständen Komforteinbußen und Verzicht. Betont werden sollten daher neben der Umweltfreundlichkeit z. B. auch die einfache Bedienbarkeit oder die Sportlichkeit und Dynamik der B-Klasse F-CELL und der damit verbundene Fahrspaß. Beides sind Kriterien, die nicht zwingend von solchen Fahrzeugen erwartet werden, die aber durch ein Brennstoffzellenfahrzeug erfüllt werden und den Nutzer begeistern.

2.1.3 Projektmanagement

Technische/kaufm. Koordination

Die technische Koordination umfasste die regelmäßige Statusberichterstattung und Sensibilisierung der am Projekt beteiligten Mitarbeiter über das Liefern von Informationen zum aktuellen Stand ihres jeweiligen Arbeitspaketes. Planabweichungen wurden mit dem Fachbereich diskutiert und Lösungsvorschläge erarbeitet. Die technische Koordination umfasste zudem zahlreiche interne Projektbesprechungen. Ebenfalls waren Abstimmungen mit der Niederlassung Stuttgart und Frankfurt nötig. Als Bindeglied fungierend, wurde der Informationsfluss innerhalb der technischen Bereiche sichergestellt.

Im Rahmen der kaufmännischen Koordination wurden die Projektbeteiligten bei der Stundenschreibung und der Materialbeschaffung unterstützt. Es wurden Angebote von Lieferanten eingeholt, um eine „Entsperrung“ einzelner Positionen zu erwirken. Abstimmungen erfolgten zwischen Controlling, Vertrieb und der Abrechnungsstelle Fördermittel. Die Niederlassung Stuttgart und Frankfurt wurde zudem bei der Abrechnung der Wartungs- / Garantie- und Kulanzfälle unterstützt. Vertreter von Global Services and Parts besuchten die Niederlassung, um eine auditsichere Dokumentation der F-CELL Reparaturen sicherzustellen.

2.2 Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des Verwertungsplans

Siehe Verwertungsnachweis übermittelt am 19.11.2015 von Daimler Stelle RD/RTM (1118b1.docx) bezüglich der Bereitstellung der F-CELL Fahrzeuge.

2.3 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Kann nicht bewertet werden.

2.4 Erfolge und geplante Veröffentlichungen

Veröffentlichung	Beschreibung – wurde über die Clean Energy Partnership veröffentlicht
Diverses	Verfassen von Gastbeiträgen für European Energy Innovation, greenfacts, Mobility 2.0 Kompendium, Mobility 2.0 Kompendium, DVGW Jahresrevue, HZWEI, e21.magazin, E-MAIL / Forum Elektromobilität Magazin
30.01.2013	TV-Beitrag zur CEP in Kooperation mit n-tv „Kraftstoff der Zukunft“
Juni 2013	Artikelserie in BIZZ energy today
Oktober 2014	CEP-Verlagsbeilage „THEMEN“ im Fachmagazin „journalist“
Dezember 2014	CEP-Verlagsbeilage im Fachmagazin „Der Wirtschaftsjournalist“

Tabelle 6 Veröffentlichungen

3. Erfolgskontrollbericht

3.1 Beitrag zu förderpolitischen Zielen

Die Ziele der Vorhaben im Rahmen des „Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie“ umfassen zum einen gemäß dem zugehörigen Nationalen Entwicklungsplan die Validierung der durch F&E-Aktivitäten entwickelten Systeme und Methoden zum Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff und zum anderen die Marktvorbereitung für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge.

Das NIP Projekt „ Demonstration Mercedes-Benz B-Klasse F-CELL Flotte in Stuttgart und Frankfurt“ unterstützte beide oben genannte Ziele.

Die Validierung der im Rahmen von F&E-Aktivitäten entwickelten Systeme und Anwendungen sowie zahlreichen Tests wie z. B. die Tankstellenbetriebsempfehlungen erfolgten über die gesamte Projektlaufzeit.

Eine Validierung der Technologie wurde durch den Betrieb der 30 Mercedes-Benz F-CELL Fahrzeugen in Kundenhand ebenso wie durch die umfassende Datensammlung, -aufbereitung und -auswertung im Rahmen des übergeordneten Moduls ermöglicht.

Im Vordergrund standen jedoch die Entwicklung und Erprobung von Fahrzeugen sowie Weiterentwicklung der Betankungstechnologien in Anwenderhand. Diese Marktvorbereitung bildet jedoch einen Prozess, der sich über den aktuellen Förderzeitraum hinaus fortsetzt. Durch den Aufbau eines deutschlandweiten Tankstellennetzes, welcher in den kommenden Jahren auch über die H2 Mobility Deutschland GmbH geschehen wird, sind wesentliche Voraussetzungen für die Markteinführung geschaffen.

3.2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens

Die wesentlichen wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und Erfahrungen konnten in den nachfolgend beschriebenen Arbeitspaketen gesammelt werden. Einige Ergebnisse resultieren jedoch auch dank der Zusammenarbeit mit anderen Projektmodulen innerhalb der CEP.

AP#	Ergebnisse lt. Arbeitsplan	Ergebnisverwertung, Art der Nutzung wie, durch wen, in welchem Umfang	Zeithorizont Nutzung ab wann
1.2	Aufbau von 30 F-CELL Fahrzeugen	Erkenntnisse zum Kundenverhalten und Marktgegebenheiten	Ab 2015 für nächste Generation FCEV
1.3	Detaillierte Datenanalyse	Informationen über die Fehlerhäufigkeit bestimmter Komponenten. Fehlerbilder bei der Betankung der Fahrzeuge werden ermittelt.	Ab 2015 für nächste Generation FCEV und H2-Infrastruktur-entwicklung
1.7	Tankstellenbetriebsempfehlung	Entwicklung eines Prozesses zur Kompatibilitätsprüfung mit der SAE J2601	Seit 2013 fortlaufend
1.6	Etablierung von REMAN-Prozessen	Wichtige Erkenntnisse für die Folgegeneration und der Umgang mit Ersatzteilen und der entsprechenden Logistik.	2014 fortlaufend bis neue Generation FCEV
2	Kundenakzeptanzstudie	Erkenntnisse zum Kundenverhalten und wichtiges Feedback zur Entwicklung der Folgegeneration	2014 fortlaufend bis neue Generation FCEV

Tabelle 7 Ergebnisse des Vorhabens

3.3 Fortschreibung des Verwertungsplans

Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte:

Es wurden im Rahmen des Projekts keine Schutzrechtsanmeldungen vorgenommen. Schutzrechte wurden nicht erteilt. Patente wurden weder angemeldet noch erteilt. Lizenzen wurden nicht vergeben.

Nach der erfolgten Erstvermietung der F-CELL Fahrzeuge von durchschnittlich drei Jahren werden diese Fahrzeuge teilweise weiter im Markt betrieben und zu F+E-Zwecken weiter genutzt, u.a. auch um die H2-Infrastruktur weiter auszulasten und zu stimulieren. Durch das entstehende Tankstellennetz in der Fläche orientiert sich der Fahrzeugeinsatz nach den neu entstehenden Wasserstofftankstellen. Für diesen Weiterbetrieb über das Laufzeitende dieses Vorhabens hinaus werden aus heutiger Sicht die Kosten, die für den Betrieb der Fahrzeuge anfallen höher sein als die zu erwartenden Mieteinnahmen. Daher kommt kein Wertausgleich zum Tragen.

3.4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Im Rahmen des Projekts wurden alle technischen Ziele erreicht.

3.5 Präsentationsmöglichkeiten

In Zusammenarbeit mit der Clean Energy Partnership konnten folgende Events und Präsentationsmöglichkeiten im Rahmen des NIP Stuttgart & Frankfurt Projektes unterstützt werden.

Datum	Beschreibung Event
17.11.2011	IPHE Round Table: Organisation der CEP-Fahrzeugflotte
23.11.2011	Brennstoffzellenforum Darmstadt: Vortrag P. Schnell, Übergabe Daimler F-Cell an die Hessische Umweltministerin Lucia Puttrich
29.+30.11.2011	Elektromobilität in Modellregionen – Ergebnisse und Ausblick, Teilnahme be:pr
07.02.2012	Fachgespräch Wasserstoffinfrastruktur Baden-Württemberg, Vortrag R. Grasman
02.03.2012	Eröffnung ISE-Tankstelle Freiburg (die Anlage verfügt über den CEP-ready-Status)
21.+22.04.2012	Nachhaltigkeitstage Baden-Württemberg, CEP Banner
24.04.2012	Offizieller Beitritt der EnBW AG im Rahmen der Hannover Messe
06.09.2011	Abstimmungen Ausstellungsforum HOLM zur Präsentation der CEP im Vorfeld der IAA
08.09.2011	Beitritt Hessen zur CEP
07.09.2012	Eröffnung Air Liquide Tankstelle in Düsseldorf
08.-10.10.2012	Teilnahme an der f-cell in Stuttgart
20.10.2012	Facebook Gewinnspiel ADAC-Fahrsicherheitstraining in Linthe mit 20 Teilnehmern, begleitender Filmdreh mit Schauspieler Kristian Bader
14.03.2013	Einweihung der EnBW Tankstelle Stuttgart Talstraße
14./15.06.2013	e-mobility world Bodensee, Friedrichshafen

Tabelle 8 Präsentationsmöglichkeiten

3.6 Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung

Der Zeitplan für das Vorhaben wurde eingehalten.

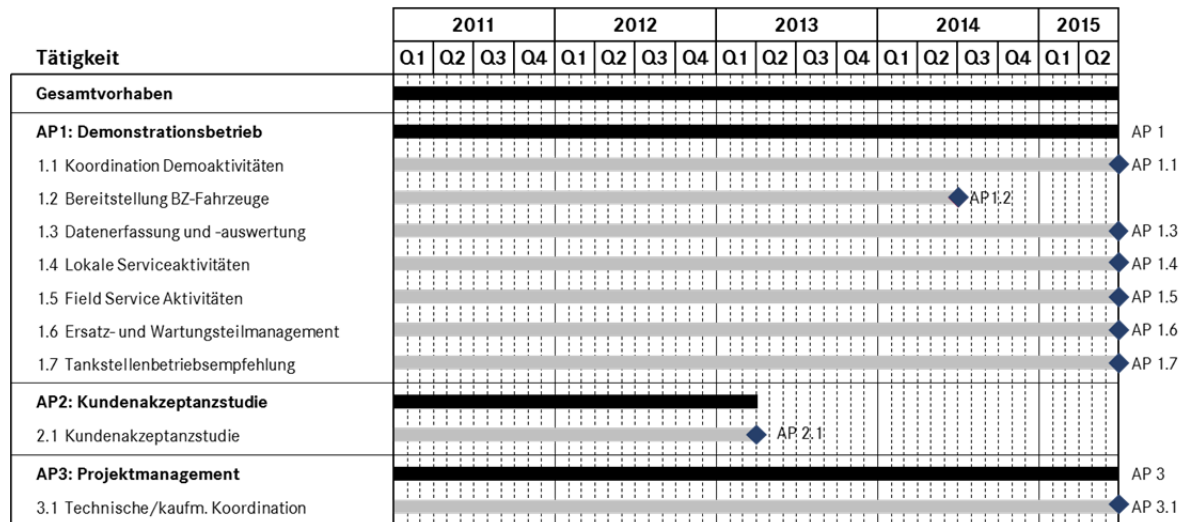


Abbildung 12 Zeitplan des Projektes

Das Vorhaben konnte im Rahmen des in den Förderanträgen veranschlagten Budgets realisiert werden.

Nachkalkulation der gesamten Selbstkosten NIP Stuttgart und Frankfurt

Position		Gesamtvor- kalkulation (EUR)	Gesamtnach- kalkulation (EUR)
0813	Material	53.423,00	55.563,34
0823	FE-Fremdleistungen	0,00	0,00
0837	Personalkosten	1.692.431,00	1.122.879,56
0838	Reisekosten	17.610,00	2.677,51
0847	Abschreibungen auf vorhabensspezifische Anlagen	0,00	0,00
0848	Abschreibungen auf sonstige genutzte Anlagen des FE-Bereiches	2.053.243,00	2.053.247,93
0850	Sonstige unmittelbare Vorhabenskosten	282.400,00	376.501,94
0855	Summe unmittelbare Vorhabenskosten (Pos. 0813-0850)	4.099.107,00	3.610.870,28
0856	Kosten innerbetrieblicher Leistungen	8.867.518,00	9.276.809,41
0860	Verwaltungskosten	212.515,00	195.886,47
10881	Gesamte Selbstkosten des Vorhabens	13.179.140,00	13.083.566,16

Tabelle 9 Vor- und Nachkalkulation des Projektes

4. Kurzfassung Berichtsblatt

4.1 Berichtsblatt Deutsch

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN entfällt	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, CEP Projektmodul: Demonstration Mercedes-Benz B-Klasse F-CELL Flotte in Stuttgart und Frankfurt		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Rosario Berretta Teresa Fickler Katja Grunwald Jana Petters Sascha Krüger Dr. Holger Enigk	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2015	
	6. Veröffentlichungsdatum 10.09.2016	
	7. Form der Publikation Sonstiges	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Daimler AG Group Research Vehicle RD/EFR Neue Straße 95 73230 Kirchheim/Teck-Nabern	9. Ber.-Nr. Durchführende Institution entfällt	
	10. Förderkennzeichen 03BV229	
	11. Seitenzahl 31	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI), Invalidenstraße 44 10115 Berlin	13. Literaturangaben entfällt	
	14. Tabellen entfällt	
	15. Abbildungen entfällt	
16. Zusätzliche Angaben keine		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) BMVI, 14.10.2016		
18. Kurzfassung Im Rahmen des Projektes wurden 30 B-Klasse F-CELL Fahrzeuge in Stuttgart und Frankfurt in Kundenhand betrieben. Ziel war es die Alltagstauglichkeit und technologische Marktfähigkeit der Technologie unter Beweis zu stellen. Im Speziellen wurden folgende Punkte behandelt: - Angewandte Forschung und Entwicklung - Flottendemonstration unter Alltagsbedingungen - Ausbildung & Qualifizierung - Erleb- und Sichtbarkeit der Technologie - Kundenakzeptanz - Realisierung von Kostenreduktion - Normung & Standardisierung		
19. Schlagwörter Wasserstoff als Kraftstoff, Brennstoffzellenfahrzeuge, B-Klasse F-CELL Stuttgart und Frankfurt, Wasserstoffinfrastruktur, Wasserstofftankstelle		
20. Verlag entfällt	21. Preis entfällt	

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 404758-17

4.2 Document Control Sheet

Document control sheet

1. ISBN or ISSN n. a.		2. type of document (e.g. report, publication) Veröffentlichung (Publikation)	
3. title National Innovation Programme Hydrogen and Fuel Cell Technology (NIP), CEP Project Modul: Demonstration of 30 Mercedes-Benz B-Klasse F-CELL vehicles in Stuttgart and Frankfurt			
4. author(s) (family name, first name(s)) Berretta, Rosario Fickler, Teresa Grunwald, Katja Petters, Jana Krüger, Sascha Enigk, Holger Dr.		5. end of project 30.06.2015	
		6. publication date 10.09.2016	
		7. form of publication Document Control Sheet	
8. performing organization(s) name, address Daimler AG Group Research Vehicle RD/EFR Neue Straße 95 73230 Kirchheim/Teck-Nabern		9. originators report no. n. a.	
		10. reference no. 03BV229	
		11. no. of pages 31	
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) Invalidenstraße 44 10115 Berlin		13. no. of references n. a.	
		14. no. of tables n. a.	
		15. no. of figures n. a.	
16. supplementary notes none			
17. presented at (title, place, date) BMVI, 14.10.2016			
18. abstract Within the Framework of this Project, Daimler operated 20 B-Class F-CELL vehicles in customer hands in Stuttgart and Frankfurt. The aim was to prove suitability for everyday usage and Commercial viability. Specifically, the following topics were looked into: - Applied Research and development - Fleet demonstration in daily life conditions - Education and Training - Customer expectation and acceptance - Visibility of the Technology - Cost reduction - Codes and Standards			
19. keywords Hydrogen as a fuel, hydrogen vehicles, Fuel Cell, FCEV, hydrogen infrastructure, B-Class F-CELL Stuttgart and Frankfurt, Hydrogen Refuelling Station, HRS			
20. publisher n. a.		21. price n. a.	

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 404780-14

5. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Stichprobenbeschreibung Fokusgruppen.....	13
Tabelle 2	Verteilung der Interviews.....	13
Tabelle 3	Stichprobenbeschreibung der Interviewgruppen zu den drei Messzeitpunkten.....	14
Tabelle 4	Fahrerfahrung mit Brennstoffzellenfahrzeug (Mittelwerte).....	18
Tabelle 5	Erwartungen Reichweite.....	19
Tabelle 6	Veröffentlichungen.....	24
Tabelle 7	Ergebnisse des Vorhabens.....	25
Tabelle 8	Präsentationsmöglichkeiten.....	26
Tabelle 9	Vor- und Nachkalkulation des Projektes.....	28

6. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Balkenplan des Projektes.....	4
Abbildung 2	Historie Entwicklung Brennstoffzelle bei Daimler.....	5
Abbildung 3	Karte weltweiter Flottenbetrieb A-Klasse F-CELL und Brennstoffzellenbussen.....	5
Abbildung 4	Verteilung der Kundengruppen in Stuttgart und Frankfurt.....	6
Abbildung 5	F-CELL als Follow-Me-Fahrzeug am Stuttgarter Flughafen.....	7
Abbildung 6	Werkstatteinrichtung und Sonderwerkzeuge zum Betrieb B-Klasse F-CELL.....	9
Abbildung 7	Wasserstofftankstellen (Freiburg, Düsseldorf, Stuttgart, Karlsruhe).....	10
Abbildung 8	PSA-H70 sowie entnommener Filtereinsatz.....	11
Abbildung 9	Untersuchungsdesign Begleitforschung B-Klasse F-CELL.....	12
Abbildung 10	Bewertung Brennstoffzellenfahrzeuge Fokusgruppe.....	16
Abbildung 11	Erwartungen und Bewertung Brennstoffzellenfahrzeug Interviews.....	188
Abbildung 12	Zeitplan des Projektes.....	27