

Abschlussbericht zum Verbundvorhaben

## **Elektrifizierung von Mercedes-Benz Kleintransportern in Entwicklung und Produktion**

im Rahmen des FuE-Programms  
**"Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität"**

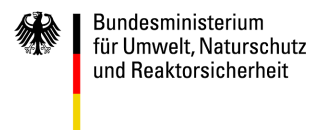
Stuttgart, Oktober 2011

Kurztitel: EMKEP

Projektpartner: Daimler AG, Stuttgart  
Vattenfall Innovation GmbH, Berlin

Projektlaufzeit: 01.08.2009 – 30.09.2011

Gefördert durch das:



# DAIMLER



## Abschlussbericht Verbundprojekt EMKEP

Elektrifizierung von Mercedes-Benz Kleintransportern  
in Entwicklung und Produktion



FuE-Programm "Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität" des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2009 – 30.09.2011

## **Gemeinsamer Abschlussbericht**

**Vorhabensbezeichnung:**

Verbundprojekt EMKEP –  
Elektrifizierung von Mercedes-Benz Kleintransportern in Entwicklung und Produktion

**Laufzeit des Vorhabens:**

Gesamtprojekt und Daimler AG:	01.08.2009 – 30.09.2011
Vattenfall Innovation GmbH	01.03.2010 – 30.09.2011

**Zuwendungsempfänger:**

Konsortialführer und Projektpartner:  
Daimler AG  
Mercedesstraße  
70546 Stuttgart  
  
Projektleitung: Andreas Pohl  
Projektkoordination: Thomas Schindler

**Förderkennzeichen:**

16EM0006

Projektpartner  
Vattenfall Innovation GmbH  
Chausseestraße 23  
10115 Berlin  
  
Projektleitung: Franziska Schuth

16EM0064

**I. Inhaltsverzeichnis**

<i>I.</i>	<i>Inhaltsverzeichnis.....</i>	<i>3</i>
<i>II.</i>	<i>Abkürzungsverzeichnis .....</i>	<i>9</i>
<i>III.</i>	<i>Abbildungsverzeichnis .....</i>	<i>10</i>
<i>1.</i>	<i>Zusammenfassung (Executive Summary).....</i>	<i>12</i>
<i>2.</i>	<i>Zielstellung des Verbundprojektes .....</i>	<i>14</i>
<i>2.1.</i>	<i>Gesamt .....</i>	<i>14</i>
<i>2.2.</i>	<i>Daimler .....</i>	<i>14</i>
<i>2.3.</i>	<i>Vattenfall.....</i>	<i>15</i>
<i>3.</i>	<i>Wissenschaftlich-technische Ergebnisse Daimler AG .....</i>	<i>17</i>
<i>3.1.</i>	<i>Projektmanagement .....</i>	<i>18</i>
<i>3.1.1.</i>	<i>Ziele .....</i>	<i>18</i>
<i>3.1.2.</i>	<i>Vorgehen/Methodik.....</i>	<i>18</i>
<i>3.1.3.</i>	<i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....</i>	<i>20</i>
<i>3.2.</i>	<i>Kundenanforderung und –Akzeptanz .....</i>	<i>21</i>
<i>3.2.1.</i>	<i>Ziele .....</i>	<i>21</i>
<i>3.2.2.</i>	<i>Vorgehen/Methodik.....</i>	<i>21</i>
<i>3.2.3.</i>	<i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....</i>	<i>23</i>
<i>3.2.3.1.</i>	<i>Erwartungen Vito E-CELL .....</i>	<i>23</i>
<i>3.2.3.2.</i>	<i>Bewertung Vito E-CELL .....</i>	<i>24</i>
<i>3.3.</i>	<i>Gesamtfahrzeugforschung / Versuch / Test.....</i>	<i>29</i>
<i>3.3.1.</i>	<i>Integration der elektronischen Komponenten.....</i>	<i>29</i>
<i>3.3.1.1.</i>	<i>F&amp;E, Integration der elektrischen Komponenten, konstruktive Arbeiten, Elektrifizierung von Nebenaggregaten.....</i>	<i>29</i>
<i>3.3.1.1.1.</i>	<i>Ziele .....</i>	<i>29</i>
<i>3.3.1.1.2.</i>	<i>Vorgehen/Methodik.....</i>	<i>29</i>
<i>3.3.1.2.</i>	<i>Absicherung der Hochvoltkomponenten .....</i>	<i>35</i>
<i>3.3.1.2.1.</i>	<i>Ziele .....</i>	<i>35</i>
<i>3.3.1.2.2.</i>	<i>Vorgehen/Methodik.....</i>	<i>35</i>
<i>3.3.1.2.3.</i>	<i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....</i>	<i>35</i>
<i>3.3.2.</i>	<i>Rekuperation .....</i>	<i>36</i>
<i>3.3.2.1.</i>	<i>Ziele .....</i>	<i>36</i>
<i>3.3.2.2.</i>	<i>Vorgehen/Methodik.....</i>	<i>36</i>

3.3.2.3. <i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i> .....	38
3.3.3. <i>Energiemanagement</i> .....	39
3.3.3.1. <i>Ziele</i> .....	39
3.3.3.2. <i>Vorgehen/Methodik</i> .....	40
3.3.3.3. <i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i> .....	40
3.3.4. <i>Versuch und Test</i> .....	42
3.3.4.1. <i>Erstinbetriebnahme der Fahrzeuge</i> .....	42
3.3.4.2. <i>Durchführung Gefahrenanalyse</i> .....	42
3.3.4.2.1. <i>Ziele</i> .....	42
3.3.4.2.2. <i>Vorgehen/Methodik</i> .....	43
3.3.4.2.3. <i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i> .....	43
3.3.4.3. <i>Hitze- und Kälteerprobung</i> .....	44
3.3.4.3.1. <i>Ziele</i> .....	44
3.3.4.3.2. <i>Vorgehen/Methodik</i> .....	44
3.3.4.3.3. <i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i> .....	46
3.3.4.3.4. <i>Erfüllung von Zertifizierungs- und Sicherheitsvorschriften (Homologation)</i> .....	46
3.3.4.3.5. <i>Ziele</i> .....	46
3.3.4.3.6. <i>Vorgehen/Methodik</i> .....	46
3.3.4.3.7. <i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i> .....	47
3.3.5. <i>Absicherung der Crashesicherheit</i> .....	48
3.3.5.1. <i>Ziele</i> .....	48
3.3.5.2. <i>Vorgehen/Methodik</i> .....	48
3.3.5.3. <i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i> .....	49
3.4. <i>Lade- und Kommunikationssysteme</i> .....	50
3.4.1. <i>Integration des Bordladegeräts und der Verbindungstechnik</i> .....	50
3.4.1.1. <i>Ziele</i> .....	50
3.4.1.2. <i>Vorgehen/Methodik</i> .....	50
3.4.1.3. <i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i> .....	51
3.4.2. <i>Anpassung der Diagnose und Kommunikationstechnik der Fahrzeuge</i> .....	52
3.4.2.1. <i>Ziele</i> .....	52
3.4.2.2. <i>Vorgehen/Methodik</i> .....	52
3.4.2.3. <i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i> .....	53
3.4.3. <i>Aufbau von Lademöglichkeiten an den Standorten der Projektpartner und Entwicklung einer intelligenten Ladestrategie</i> .....	53

3.4.3.1. Ziele .....	53
3.4.3.2. Vorgehen/Methodik.....	53
3.4.3.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	54
3.5. Konzeption Flottenbetreuung .....	54
3.5.1. Erstellung eines Betreuungskonzeptes.....	54
3.5.1.1. Ziele .....	54
3.5.1.2. Vorgehen/Methodik.....	54
3.5.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	55
3.5.2. Bereitstellung von Diagnosetools für den Großversuch.....	55
3.5.2.1. Ziele .....	55
3.5.2.2. Vorgehen/Methodik.....	55
3.5.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	56
3.5.3. Kunden- und Werkstattinformation, Schulung und Training .....	56
3.5.3.1. Ziele .....	56
3.5.3.2. Vorgehen/Methodik.....	57
3.5.3.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	57
3.5.4. Ersatzteilversorgung.....	58
3.5.4.1. Ziele .....	58
3.5.4.2. Vorgehen/Methodik.....	58
3.5.4.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	59
3.6. Fahrzeugaufbau und -demonstration .....	59
3.6.1. Fahrzeugaufbau .....	59
3.6.1.1. Ziele .....	59
3.6.1.2. Vorgehen/Methodik.....	60
3.6.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	60
3.6.2. Versuchsdurchführung/-auswertung .....	61
3.6.2.1. Betreuung Fahrzeuge .....	61
3.6.2.1.1. Ziele .....	61
3.6.2.1.2. Vorgehen/Methodik.....	61
3.6.2.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	61
3.6.2.2. Untersuchung der Lebensdauer der E/E-Komponenten und Optimierung der Servicestruktur ...	62
3.6.2.2.1. Ziele .....	62
3.6.2.2.2. Vorgehen/Methodik.....	62
3.6.2.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	63

3.6.2.3. Zukünftige Belieferungs-/ Dienstleistungskonzepte, Potentialanalyse .....	66
3.6.2.3.1. Teil A: Interviews mit den Kaufentscheidern und Typologie der Einsatzmuster.....	66
3.6.2.3.1.1. Ziele .....	66
3.6.2.3.1.2. Methodik/Vorgehen .....	67
3.6.2.3.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	68
3.6.2.3.2. Teil B: Potentialanalyse .....	71
3.6.2.3.2.1. Ziele .....	71
3.6.2.3.2.2. Vorgehen/Methodik .....	71
3.6.2.3.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	72
3.6.2.3.3. Teil C: Entstehung und Bewertung von Logistik-Konzepten .....	73
3.6.2.3.3.1. Ziele .....	73
3.6.2.3.3.2. Vorgehen/Methodik .....	73
3.6.2.3.3.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen - Beschreibung der einzelnen Maßnahmen und deren Bewertung .....	74
3.6.2.3.4. Abschließende Bewertung/ Implikationen für den Einsatz von e-Transportern .....	79
4. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse Vattenfall .....	81
4.1. Deliverable 1 – Spezifikation der Anwendungsbedingungen bei den Nutzern.....	81
4.1.1. AP 1.1 Erarbeitung des Fragebogens/Gespächsleitfadens und Datenerhebung bei den Erprobungspartnern des Vito E-CELL.....	81
4.1.1.1. Ziele und Aufgaben .....	81
4.1.1.2. Vorgehen/Methodik.....	82
4.1.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	82
4.1.2. AP 1.2 Auswertung und Dokumentation in Form eines funktionalen Lastenhefts .....	85
4.1.2.1. Ziele und Aufgaben .....	85
4.1.2.2. Vorgehen/Methodik.....	85
4.1.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	85
4.2. Deliverable 2 - Installation, Betrieb und Evaluierung des Gesteuerten Ladens bei Flottenfahrzeugen im Lieferverkehr .....	86
4.2.1. AP 2.1 Installation der Ladeinfrastruktur .....	86
4.2.1.1. Ziele und Aufgaben .....	86
4.2.1.2. Methodik/Vorgehen - Ladeinfrastruktur Version 01 .....	86
4.2.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen – Ladeinfrastruktur Version 01 .....	90
4.2.1.4. Methodik/Vorgehen - Ladeinfrastruktur Version 02 .....	90
4.2.1.5. Ergebnisse und Schlussfolgerungen – Ladeinfrastruktur Version 02 .....	92
4.2.2. AP 2.2 Betrieb der Ladestationen.....	93

4.2.2.1.	<i>Ziele und Aufgaben</i>	93
4.2.2.2.	<i>Methodik/Vorgehen</i>	93
4.2.2.3.	<i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i>	94
4.2.3.	<i>AP 2.3 Begleitende Evaluierung des Flotteneinsatzes (Stromverbrauch, Fahrzeugeinsatz, W2V)</i>	97
4.2.3.1.	<i>Ziele und Aufgaben</i>	97
4.2.3.2.	<i>Methodik/Vorgehen</i>	97
4.2.3.3.	<i>Ergebnisse und Schlussfolgerungen</i>	98
5.	<i>Darstellung wesentlicher Abweichungen vom Projektplan</i>	107
5.1.	<i>Daimler</i>	107
5.2.	<i>Vattenfall</i>	109
6.	<i>Vergleich der Projektergebnisse zum internationalen Stand der Technik</i>	110
6.1.	<i>F&amp;E-Ergebnisse</i>	110
6.2.	<i>Projekte und Studien</i>	110
6.2.1.	<i>Der Vito E-CELL in weiteren Projekten</i>	110
6.2.2.	<i>Ladeinfrastruktur / Ladekonzepte</i>	111
6.2.3.	<i>Netzregulierung</i>	114
6.2.4.	<i>Energiekonzepte / Speichertechnologien / Smart Grid</i>	116
6.2.5.	<i>Zukunft der Elektromobilität</i>	125
6.2.6.	<i>Nutzereinstellung zur Elektromobilität</i>	133
6.2.7.	<i>Pilotprojekte</i>	136
7.	<i>Zukunftsansichten und weiterer F&amp;E-Bedarf</i>	142
7.1.	<i>Daimler</i>	142
7.1.1.	<i>Wo können die Entwicklungen eingesetzt werden?</i>	142
7.1.2.	<i>Wissenschaftliche und technische Anschlussfähigkeit</i>	142
7.1.3.	<i>Wo und wie können die Entwicklungen weiterentwickelt werden?</i>	142
7.1.4.	<i>Fazit und Ausblick auf Folgeprojekte</i>	143
7.2.	<i>Vattenfall</i>	143
7.2.1.	<i>Wo können die Entwicklungen eingesetzt werden?</i>	143
7.2.2.	<i>Wissenschaftliche und technische Anschlussfähigkeit</i>	143
7.2.3.	<i>Wo und wie können die Entwicklungen weiterentwickelt werden?</i>	143
7.2.4.	<i>Fazit und Ausblick auf Folgeprojekte</i>	144
8.	<i>Beitrag zu den förderpolitischen Zielen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)</i>	145
9.	<i>Veröffentlichungen, Präsentationen und Preise</i>	146



## Daimler AG

## Vattenfall Innovation GmbH

9.1.	<i>Veröffentlichung und Präsentationen Daimler AG .....</i>	<i>146</i>
9.1.1.	<i>Pressemitteilungen und –veröffentlichungen Daimler AG .....</i>	<i>146</i>
9.1.2.	<i>Vorstellung der Ergebnisse auf Konferenzen und Messen sowie Präsentation vor Fachpublikum .....</i>	<i>146</i>
9.2.	<i>Veröffentlichung und Präsentationen Vattenfall .....</i>	<i>151</i>
9.2.1.	<i>Pressemitteilungen und –veröffentlichungen Vattenfall .....</i>	<i>151</i>
9.2.2.	<i>Vorstellung der Ergebnisse auf Konferenzen und Messen sowie Präsentation vor Fachpublikum .....</i>	<i>151</i>
9.3.	<i>Preise Vito E-CELL .....</i>	<i>152</i>

**II. Abkürzungsverzeichnis**

A	Ampere
ABS	Antiblockiersystem
AP	Arbeitspaket
ASR	Antriebsschlupfregelung
BMS	Battery Management System
CAD	Computer Aided Design
CAN	Fahrzeug-Signalbus (Controller Area Network)
DC	Gleichstrom (Direct Current)
EBV	Elektronische Bremskraftverteilung
EDL21	Energiedienstleistung § 21 EnWG
ESP	Elektronisches Stabilitätsprogramm
ETG	Europäische Typgenehmigung
FBS	Fahrberechtigungssystem
F&E	Forschung & Entwicklung
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
GSM	Global System for Mobile Communications
HV	Hochspannung (High Voltage)
HVDU	High Voltage Distribution Unit
KBA	Kraftfahrzeug Bundesamt
IEC	International Electrotechnical Commission
IT	Informationstechnologie
LLM	Lokales Lastmanagement
LV	Niederspannung (Low Voltage)
NCAP	European New Car Assessment Program
NVH	Noise Vibration Harshness
PLC	Power Line Communication
PSM	Parametrierbares Sondermodul
PWM	Pulsweitenmodulation
RBS	Rekuperatives Bremssystem
RCS	Remote Customer Services
SCCP	Smart Charge Communication Protocol
SCCU	Smart Charge Communication Unit
SCOM	Smart Charge Optimisation Module
SOC	Ladezustand (State of Charge)
TSU	Torque Supervision Unit
VECU	Vehicle Electronic Control Unit
W2V	Wind-2-Vehicle

**III. Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1 - Übergeordneter Zeitplan .....	14
Abbildung 2 - Meilensteinplan Daimler.....	17
Abbildung 3 - Projektstrukturplan zu EMKEP .....	18
Abbildung 4 - Übergabe der ersten Vito E-CELL Fahrzeuge am 01.09.2010 in Berlin .....	19
Abbildung 5 - Übersicht Module EMKEP .....	22
Abbildung 6 - Anzeigeoption A (Batterie-Ladezustand) und B (Leistungsanzeige) .....	26
Abbildung 7 - Vereinfachtes Modell elektrische Antriebseinheit und Batterie .....	30
Abbildung 8 - Kühlmodul.....	30
Abbildung 9 - Primäre Antriebskomponenten: E-Motor (grün), Getriebe (hellgrün), Inverter (braun) .....	31
Abbildung 10 - Bodenfreiheitsuntersuchung Batterie .....	32
Abbildung 11 - Packaging Gesamtfahrzeug.....	33
Abbildung 12 - Antriebsmodul .....	34
Abbildung 13 - Kennzeichnung HV-Komponenten.....	35
Abbildung 14 - Visualisierung der Fahrbahnwertebereiche.....	38
Abbildung 15 - Diagramm eines Bremsvorgangs mit rekuperativem und mechanischem Bremsen .....	39
Abbildung 16 - Von der VECU überwachte und gesteuerte Signale, sowie der Status innerhalb der Betriebsstrategie .....	41
Abbildung 17 - Foto des Vito E-CELLs während der Technikfahrt Winter in Arjeplog .....	45
Abbildung 18 - Homologationszwischen Schritte und Arbeitspakete zur Erreichung der Europäischen Typgenehmigung .....	47
Abbildung 19 - Prinzipdarstellung Frontalcrash mit 40% Offset .....	49
Abbildung 20 - Ladegeräte, -steckdose und Kabel mit SCCU .....	51
Abbildung 21 - Darstellung Ladesteckdose und Ladekabel.....	51
Abbildung 22 - Auszug aus der "Train the Trainer"-Schulung Vito E-CELL .....	57
Abbildung 23 - Produktionsprozess des Vito E-CELLS .....	60
Abbildung 24 - Clusterung der Aktionierung mit Hauptinhalten .....	62
Abbildung 25 - Geschwindigkeitsverteilung Erprobungsfahrzeugen .....	63
Abbildung 26 - Geschwindigkeit- und Beschleunigungswerte der Erprobungsfahrzeuge .....	64
Abbildung 27 - Histogramm Elektrische Maschine bei Erprobungsfahrzeugen.....	65
Abbildung 28 - SoC-Verteilung bei Erprobungsfahrzeugen.....	65
Abbildung 29 - Durchschnittliche Ladedauer der Erprobungsfahrzeuge .....	66
Abbildung 30 - Meilensteinplan und Arbeitspaketstruktur Vattenfall.....	81

Abbildung 31 - Fragebogen/Gesprächsleitern zur Erhebung funktionaler Anforderungen .....	82
Abbildung 32 - Anzahl der Fahrzeuge pro Standort .....	84
Abbildung 33 - Ladeinfrastruktur Version 01, der AMEXX Home Charger von Mennekes .....	87
Abbildung 34 - Installationshochlauf der Ladestationen Version 01 („Provisorien“) in kumulierter Form .....	87
Abbildung 35 - Anforderungen an die Standortauswahl.....	88
Abbildung 36 - Beispiele für Installationsvarianten .....	89
Abbildung 37 - Integrationsplattform .....	94
Abbildung 38 - Verhandlungsprozess zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur .....	95
Abbildung 39 - kundenspezifische Webseite Vito E-CELL von Mercedes-Benz .....	96
Abbildung 40 - Stromabsatz und Anzahl der Ladevorgänge - Gesamt.....	99
Abbildung 41 - Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag - Gesamt .....	99
Abbildung 42 - Dauer zwischen Ladevorgängen - Gesamt.....	100
Abbildung 43 - Prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge - Gesamt .....	101
Abbildung 44 - Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag -Lieferdienst (Heavy User) ..	101
Abbildung 45 - Dauer zwischen Ladevorgängen- Lieferdienst (Heavy User) .....	102
Abbildung 46 - Prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge- Lieferdienst (Heavy User) .....	102
Abbildung 47 - Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag Servicefahrzeuge – (Light User).....	103
Abbildung 48 - Dauer zwischen Ladevorgängen – Servicefahrzeuge (Light User) .....	104
Abbildung 49 - Prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge Servicefahrzeuge (Light User) .....	104
Abbildung 50 - Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag - Werksfahrzeuge (Light User) .....	105
Abbildung 51 - Dauer zwischen Ladevorgängen – Werksfahrzeuge (Light User) .....	105
Abbildung 52 - Prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge – Werksfahrzeuge (Light User).....	106
Abbildung 53 - Übersicht EMKEP zum Projektende (Daimler) .....	108
Abbildung 54 - Übersicht EMKEP zum Projektende (Vattenfall).....	109

## **1. Zusammenfassung (Executive Summary)**

Der Wirtschaftsverkehr stellt neben dem Personenverkehr einen wichtigen zukünftigen Anwendungsbereich für Elektromobilität dar. Je nach Einsatzzweck im Langstrecken-, Mittelstrecken- oder Stadtverkehr muss eine optimale Antriebstechnik der verwendeten Fahrzeuge gefunden werden. Gerade der innerstädtische Lieferverkehr eignet sich ideal als Einsatzgebiet der Elektromobilität. Denn das Entlastungspotenzial bezüglich antriebsbedingter Emissionen ist bei Nutzfahrzeugen höher als bei Personenkraftwagen. Für Betreiber ist zudem bedeutsam, dass aufgrund der zahlreichen Stop-and-Go-Verkehre der Dieselverbrauch deutlich höher ist als bei Strecken mit ausgeglichenerem Fahrprofil. Vermiedene Spritkosten schlagen deshalb insbesondere im Stadtverkehr als nennenswerte Nutzenkomponente zu Buche. Diese Annahmen sollten im vorliegenden Projekt EMKEP erforscht und durch eine Erprobungsflotte bestätigt werden. Dieses Projekt unterstützt das Ziel der Bundesregierung durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen, in Verbindung mit der Nutzung regenerativer Energien, Einsparungen bei CO<sub>2</sub>-, Schadstoff- und Lärmemissionen zu erzielen.

Als geeignetes Fahrzeug wurde der Mercedes-Benz Vito Kastenwagen ausgewählt, für dessen Elektrifizierung zunächst die Anforderungen und die zur Verfügung stehenden elektrischen Komponenten erforscht und anschließend in das bestehende Fahrzeug integriert werden mussten. Die Einführung eines rekuperativen Bremssystems (RBS), die Lithium-Ionen Batterietechnologie, die neue Betriebsstrategie oder die Umstellung von Heck- auf Frontantrieb stellen Beispiele technologischer Herausforderungen dar, welche an realen Forschungsfahrzeugen umgesetzt und optimiert wurden. Hierbei wurde besonders auf die Erfüllung der hohen Sicherheits- und Qualitätsstandards von Mercedes-Benz geachtet. Durch die Unterbringung der Lithium-Ionen Batterie im Unterflurbereich bleibt der gesamte Laderaum nutzbar.

Den Übergang der internen F&E-Arbeiten zur Fahrzeugnutzung im Feldversuch stellt die offizielle Fahrzeugpräsentation und –übergabe am 01. September 2010 dar. Etwa ein Jahr nach Projektstart konnte somit der Vito E-CELL im realen Straßenverkehr bei Erprobungspartnern eingesetzt werden.

Zum Start des Erprobungszeitraumes mussten zahlreiche Vorarbeiten geleistet werden. Ein Konzept zur Betreuung und Ersatzteilversorgung der Fahrzeuge wurde erarbeitet und durch die Service-Mitarbeiter vor Ort umgesetzt. Die teilnehmenden Unternehmen wurden ausgewählt und die geeigneten Standorte der Fahrzeuge festgelegt. Darauf aufbauend fand eine Analyse der jeweiligen Depots statt, um die entsprechende Versorgung mit elektrischer Energie, in Form von zertifiziertem Ökostrom, zum Laden der Fahrzeuge zu gewährleisten.

Im weiteren Projektverlauf wurde durch parallele Übergabe der Fahrzeuge und Ausstattung der Depots mit einer Ladeinfrastruktur die Anzahl der Fahrzeuge im realen Einsatz erhöht. Die ursprünglich geplante Fahrzeugflotte von 50 Fahrzeugen konnte dabei übertroffen und insgesamt 65 Fahrzeuge an die Erprobungspartner übergeben werden. Zusammen mit den Fahrzeugen für die F&E-Aktivitäten sowie dem Wissenstransfer konnten insgesamt 90 Fahrzeuge innerhalb des Projektes in Betrieb genommen werden.

Die Durchführung des Projektes wurde von einer intensiven Begleitforschung unterstützt. Dabei konnten im Wesentlichen klar gezeigt werden, dass sich ein batterieelektrischer Kleintransporter ideal zum Einsatz im innerstädtischen Lieferverkehr eignet und die geforderten Ansprüche erfüllt. Zusätzlich sind auf Basis von Befragungen und Rückmeldungen wichtige Erkenntnisse für zukünftige Elektrofahrzeuge entstanden.

Aus den technischen Rückmeldungen der Fahrzeuge im F&E-Betrieb sowie der Fahrzeuge im Feldversuch konnten wichtige Schlussfolgerungen über die neuen elektrischen Komponenten und das Gesamtfahrzeug abgeleitet werden und entsprechende Verbesserungen teilweise schon während der Projektlaufzeit umgesetzt werden. Weitere Optimierungen werden auch nach der offiziellen Projektlaufzeit weiterverfolgt.

Ein weiterer Bereich der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten war die Erforschung und Erprobung eines intelligenten Ladesystems. Dabei standen die Funktionen Lokales Lastmanagement (LLM) zur effizienten Nutzung des Netzanschlusses an einem Depot mit mehreren Fahrzeugen und Nutzung der Windenergie

(Wind-2-Vehicle) im Vordergrund. Die LLM-Applikation ist für Betreiber von Bedeutung, wenn die vorhandene Netzkapazität das gleichzeitige Laden von mehreren Elektrofahrzeugen nicht verkraften sollte. Über eine geeignete Prioritätsregel lassen sich die Ladevorgänge zeitlich so staffeln, dass sich gegebenenfalls ein andernfalls notwendiger netzseitiger Ausbau vermeiden lässt. Die Wind-to-Vehicle-Applikation stellt darauf ab, die Fahrzeugbatterien als relativ flexibel schaltbare Lasten zur Integration überschüssiger Windenergie zu nutzen. Die Projektpartner Daimler und Vattenfall erforschten und verifizierten gemeinsam die entsprechenden Systeme. Die intelligente Steuereinheit ist bereits in jedem Fahrzeug vorhanden. Seitens der Ladeinfrastruktur wurden für dieses Projekt neue Ladepunkte definiert und hergestellt, welche eine Implementierung und Erprobung dieser neuen Ladetechnologie ermöglichten.

Auch nach Projektende ist die weiterführende Begleitung der Erprobungsflotte sichergestellt. Neben der Betreuung der aktuellen Ladeinfrastruktur ist die Übertragung der neuen intelligenten Ladestationen auf die Depots der Flottenpartner vorgesehen. Gerade zukünftig ist eine Interaktion zwischen dem Nutzer, Fahrzeughersteller und Energieversorger notwendig, um die Versorgung mit regenerativer Energie und einer intelligenten Kopplung von Fahrzeug und Energienetz zu erreichen.

Die Fahrzeugnutzung ist auf einen Zeitraum von vier Jahren ausgelegt, wodurch ein Fahrzeugbetrieb auch während der nächsten Jahre sichergestellt ist und durch die Service-Bereiche entsprechend unterstützt wird.

Das vorliegende Projekt EMKEP stellte die Basis für den Einsatz weiterer Vito E-CELL auch in anderen Projekten oder Regionen dar. Da ein seriennaher Fahrzeugaufbau erreicht werden konnte, ist die Erweiterung des Einsatzfeldes dieser Technologie in den nächsten Jahren möglich. Durch die Erreichung der europäischen Typgenehmigung sind keine gesonderten Fahrerschulungen notwendig und das Fahrzeug kann das Einsatzpotential des elektrischen Antriebes in vielfältigen Einsatzbereichen zeigen. Die Zukunftsfähigkeit der in diesem Vorhaben entstandenen Technologie wurde bereits durch sechs Auszeichnungen wie dem „Design Award“ anlässlich der Michelin „Challenge Bibendum“ im Mai 2011, einer der weltweit größten Foren für nachhaltige Mobilität, bestätigt. In der Jury-Begründung für den Vito E-CELL wurden besonders die integrierte Lösung in ein bestehendes Fahrzeugkonzept, seine klaren Strukturen sowie eine einzigartige Balance zwischen Fahrzeugtechnologie und Design hervorgehoben. Der Vito E-CELL konnte sich weiterhin aufgrund seiner ausgereiften Technik und der Fahrleistungen, seinem ideal abgestimmten Fahrwerk, seiner Zuladung und seiner Verarbeitung gegenüber den Wettbewerbern durchsetzen.

In dem Projektverlauf konnte deutlich herausgestellt werden, dass Transporter im innerstädtischen Verkehr ein sinnvolles Segment für Elektromobilität sein werden. Mit dem ersten Serien-Elektro-Transporter, dem Mercedes-Benz Vito E-CELL, liefert der Erfinder des Automobils den Beweis dafür, dass Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr darstellbar ist. Alle eingesetzten Fahrzeuge sind voll alltagstauglich und fahren mit null Emissionen. Dadurch konnte der Beweis erbracht werden, dass technologisch gesehen elektrisches Fahren schon heute machbar ist.

Mit dem Vito E-CELL sind batterieelektrisch angetriebene und damit vor Ort emissionsfrei fahrende Transporter ab sofort Realität im Straßenverkehr geworden. Mit ihm wird die Vision von emissionsfreiem Fahren Wirklichkeit. Damit unterstützt Mercedes-Benz aktiv das gesellschaftspolitische Ziel einer umweltfreundlichen Mobilität.

## 2. Zielstellung des Verbundprojektes

### 2.1. Gesamt

Die klima- und energiepolitischen Ziele für den Sektor Verkehr in Deutschland können nur erreicht werden, wenn in den nächsten Jahren verstärkt Elektrofahrzeuge für Personen- und Warentransport zum Einsatz kommen. Dieses Förderprojekt mit dem Fokus auf Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr soll hier einen wesentlichen Beitrag leisten. Die Einführung der Elektromobilität im gewünschten Umfang bis 2020 gelingt aber nur, wenn die beiden Wirtschaftssektoren Automobilindustrie und Energieversorgung eng zusammenarbeiten. Das Projekt EMKEP zeigt damit auch beispielhaft, wie sich in einer erfolgreichen Zusammenarbeit – hier der Daimler AG (im nachfolgenden als „Daimler“ bezeichnet) und der Vattenfall Innovation GmbH (im nachfolgenden als „Vattenfall“ bezeichnet) – neue Technologien zügig erarbeiten und umsetzen lassen.

Die übergeordneten Projektziele stellen dabei folgende Punkte dar:

1. Forschung & Entwicklung eines elektrischen Kleintransporters durch Daimler
2. Aufbau und Betrieb von mindestens 50 Fahrzeugen in Berlin
3. Aufbau und Betrieb einer Ladeinfrastruktur durch Vattenfall
4. Gemeinsame Entwicklung eines intelligenten Ladesystems
5. Aufbau eines Service-Netzes und Durchführung einer Begleitforschung

Die einzelnen Ziele der jeweiligen Projektpartner werden im Folgenden noch beschrieben.

Der Laufzeit des Gesamtprojektes wurde durch den Zeitrahmen des Konjunkturpaketes 2 vorgegeben (Q3/2009 bis Q3/2011). Einen Überblick zu den einzelnen Phasen von EMKEP gibt Abbildung 1.

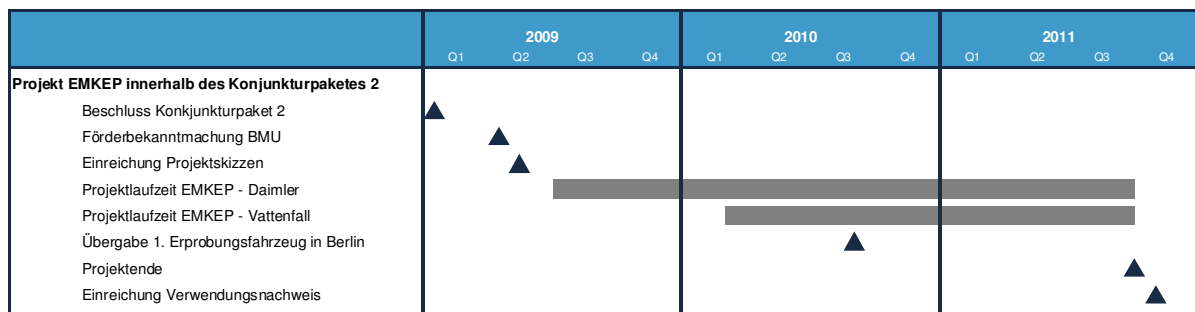


Abbildung 1 - Übergeordneter Zeitplan

Das Konjunkturpaket 2 wurde im Januar 2009 im Bundestag beraten und im April 2009 erfolgte die für dieses Projekt relevante Ausschreibung. Die Arbeiten durch Daimler begannen im August 2009, während die Projektlaufzeit des Projektpartners Vattenfall im März 2010 startete. Mit der offiziellen Übergabe des ersten Fahrzeuges an die Erprobungspartner in Berlin am 1. September 2010 konnte der Betrieb im realen Straßenverkehr Berlins aufgenommen werden.

### 2.2. Daimler

Die Einsatzfelder von Fahrzeugen im Individual- wie auch im Wirtschaftsverkehr lassen sich in die drei unterschiedlichen Bereiche Langstrecke, Überlandverkehr und Stadtverkehr unterteilen. Es ist davon auszugehen, dass es für die verschiedenen Antriebstechnologien Verbrennungsmotor, Hybridisierung, Plug-In/Range Extender, Elektroantrieb und Brennstoffzellenantrieb optimale Einsatzbereiche geben wird. Mit der Annahme einer zunehmenden Bevölkerung in Städten und der Tatsache, dass Transportfahrzeuge im Wirtschaftsver-

kehr in oft sehr festgelegten Einsatzgebieten genutzt werden, bietet die Elektrifizierung eines Kleintransporters im innerstädtischen Einsatz die Chance für einen emissions- und lärmfreien Lieferverkehr in den Ballungsräumen.

Das Hauptziel des Vorhabens EMKEP war folglich, basierend auf einem bestehenden, konventionell angetriebenen Fahrzeug (Vito) die Grundlagen für ein alltagstaugliches, batterieelektrisches Fahrzeug zu erforschen, zu entwickeln und aufzubauen.

Die Prämissen waren dabei:

1.	Grundfahrzeug:	Vito E-CELL Kastenwagen
2.	Höchstgeschwindigkeit:	80 km/h
3.	Reichweite:	130 km (NEFZ)
4.	Zuladung:	ca. 900 kg
5.	Laderaum:	keine Einschränkung des Ladevolumens
6.	Antriebsleistung:	60- 70 kW
7.	Batterietechnologie:	Lithium-Ionen Batterien

Von diesen Anforderungen ausgehend, sollte zunächst ein optimales Antriebskonzept bestimmt und anschließend durch den Aufbau realer Fahrzeuge umgesetzt werden. Zur Demonstration und der Gewinnung von Erkenntnissen über den realen Einsatz der Fahrzeuge sollten 50 Fahrzeuge im Alltagsbetrieb in Berlin betrieben werden. Hierzu sollten sowohl eine entsprechende Begleitforschung, wie auch die dafür notwendige Fahrzeugbetreuung parallel stattfinden. Die Anbindung an das Stromnetz soll in den jeweiligen Fahrzeugdepots durch den Projektpartner Vattenfall erfolgen. Neben der reinen Anbindung stellt besonders die Entwicklung einer gemeinsamen Ladeschnittstelle ein weiteres Projektziel dar.

### 2.3. Vattenfall

Als ein Ergebnis anderer Projekte zur Elektromobilität, in dem die Alltagsnutzung von Elektrofahrzeugen bei Privatanwendern im Fokus stand, wurde der Wirtschaftsverkehr als eine der erfolversprechendsten Zielgruppen für die Elektromobilität identifiziert. Das galt für den Einsatz der Fahrzeuge ebenso wie für die Anwendung des ökologisch fundierten Ladekonzepts, das Gesteuerte Laden mit den beiden Applikationen Wind-to-Vehicle (W2V, Integration von asynchron zur Nachfrage schwankendem Windstrom) und Lokales Lastmanagement (LLM, optimaler Ausgleich der vor Ort existierenden Leistungskapazitäten). Daher wurden folgende Thesen aufgestellt, die im Projekt EMKEP verifiziert werden sollten:

1. Die im Projekt adressierten Flottenbetreiber dürften die wichtigste Zielgruppe für die Markteinführung sein. Sie haben den größten Nutzen aus den ökologischen Effekten der Elektromobilität, zum Beispiel durch die Verringerung des Spritverbrauchs und die Möglichkeit, durch Elektrofahrzeuge auch Zugang zu sensiblen Stadtbereichen zu erhalten. Darauf gründet sich die These, wonach sie auch die größte Zahlungsbereitschaft und -fähigkeit entfalten. Angesichts der spürbaren Zusatzkosten, welche mit Elektrofahrzeugen verbunden sind, sind beide Faktoren für den Markterfolg dominant.
2. Neben dem lokal emissionsfreien Fahren und dem zertifizierten Strom aus erneuerbaren Energien bietet die Wind-to-Vehicle-Applikation einem Flottenbetreiber eine zusätzliche Komponente für eine Positionierung im Sinne der Nachhaltigkeit.
3. Aufgrund der im Vergleich zu Privatanutzern regelmäßigeren und zeitlich umfangreicheren Zurverfügungstellung größerer Batteriekapazitäten sind die Erfolgsaussichten für die Wind-to-Vehicle-Applikation als sehr hoch einzuschätzen.



4. Als Infrastrukturbetreiber sind Bündelungseffekte bei Akquisition und Erschließung für die Wirtschaftlichkeit erfolgsentscheidend. Diese Voraussetzung ist bei Flottenbetreibern am besten gegeben, insbesondere wenn an einem Standort mehrere Fahrzeuge bedient werden.

Ein Großteil der konzeptionellen Vor- und technischen Entwicklungsarbeiten sollte im parallel laufenden Projekt Gesteuertes Laden V2.0 stattfinden, während im Rahmen dieses Projektes EMKEP der Alltagstest für den Anwendungsfall Wirtschaftsverkehr durchgeführt wird. Vor diesem Hintergrund bestanden die wissenschaftlichen und technischen Arbeitsziele aus folgenden Punkten:

1. Spezifikation: Identifizierung der konkreten Anwendungsbedingungen bei den Nutzern der MB Vito E-CELL und Einspeisung als funktionale Spezifikation in das Entwicklungsprojekt Gesteuertes Laden V2.0.
2. Ausstattung: Ausstattung der Nutzer der MB Vito E-CELL mit der Ladeinfrastruktur Version 01 sowie Versorgung mit zertifiziertem Strom aus Erneuerbaren Energiequellen. In einer späteren Projektphase -nach Entwicklung und erfolgreich absolviertem Testprogramm- soll zusätzlich ein Lokales Lastmanagement und die Applikation Wind-to-Vehicle integriert werden.
3. Evaluierung: Aufnahme der für das windgesteuerte Stromladen (W2V, ggf. LLM) relevanten Daten sowie Auswertung mit Blick auf die Überprüfung der skizzierten Hypothesen.

3. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse Daimler AG

Zur Steuerung und Kontrolle der verschiedenen Aufgaben, wurde sechs Teilprojekte eingereicht, welche wiederum in Arbeitspakete und Teilaufgaben unterteilt wurden. Die zeitliche Planung ist mittels Balkendiagrammen und Meilensteinen in Abbildung 2 dargestellt. Die Gliederung des Kapitels folgt der Arbeitspaketstruktur.

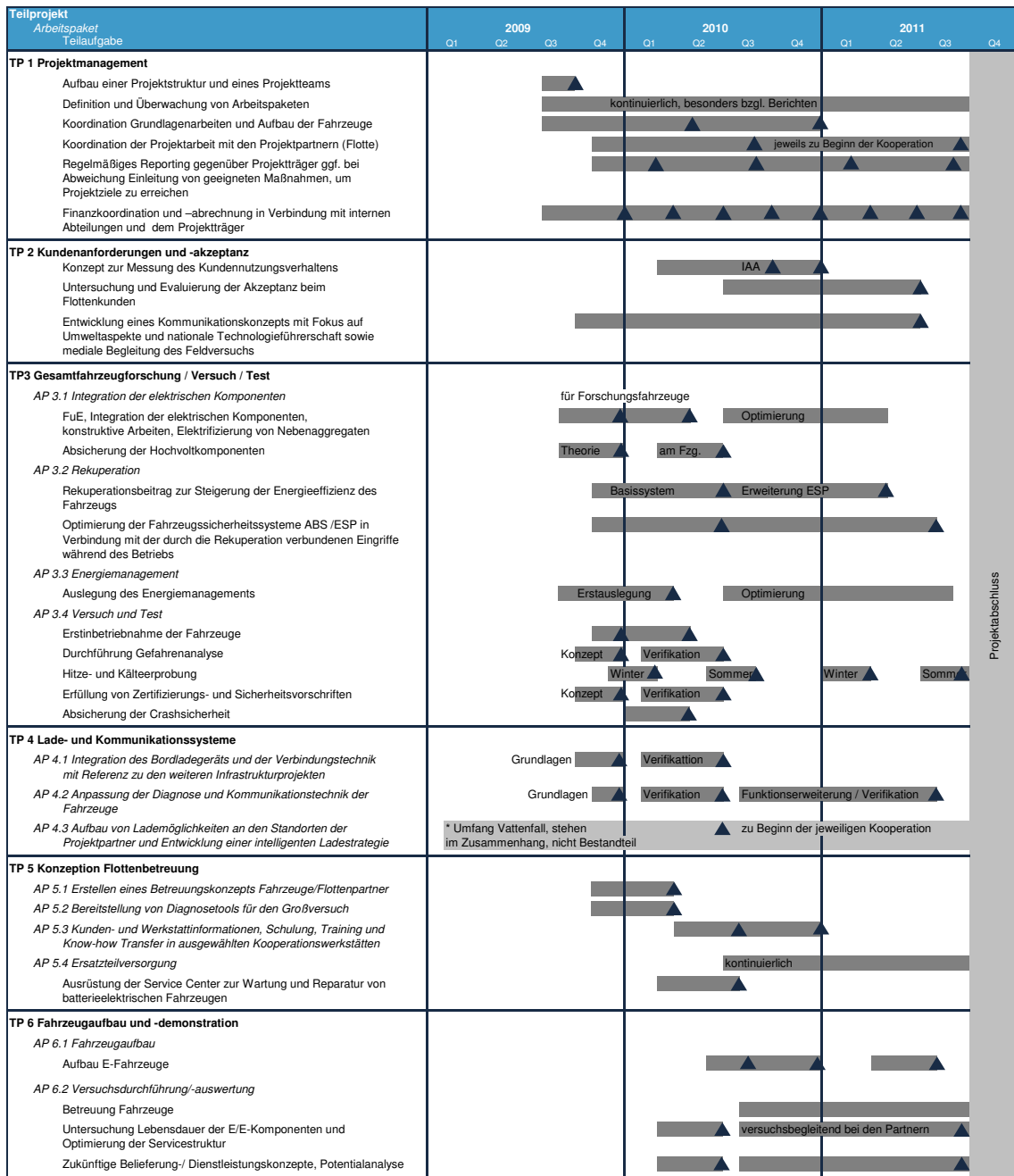


Abbildung 2 - Meilensteinplan Daimler

### 3.1. Projektmanagement

#### 3.1.1. Ziele

Zur erfolgreichen Durchführung eines Projektes ist neben den technischen Arbeitspaketen und Teilprojekten ein gutes Projektmanagement notwendig, um die Ziele des Gesamtprojektes hinsichtlich der drei Hauptkriterien Zeit, Qualität und Kosten zu erreichen. Die Schwerpunkte des Projektmanagements im Projekt EMKEP können Abbildung 2 entnommen werden.

#### 3.1.2. Vorgehen/Methodik

Zur Durchführung des Projektes wurde innerhalb der ersten Monate eine Projektstruktur aufgebaut und ein Projektteam definiert (siehe Abbildung 3). Es wurden wöchentliche Termine zur Regelkommunikation unter den verschiedenen Teilbereichen eingeführt.

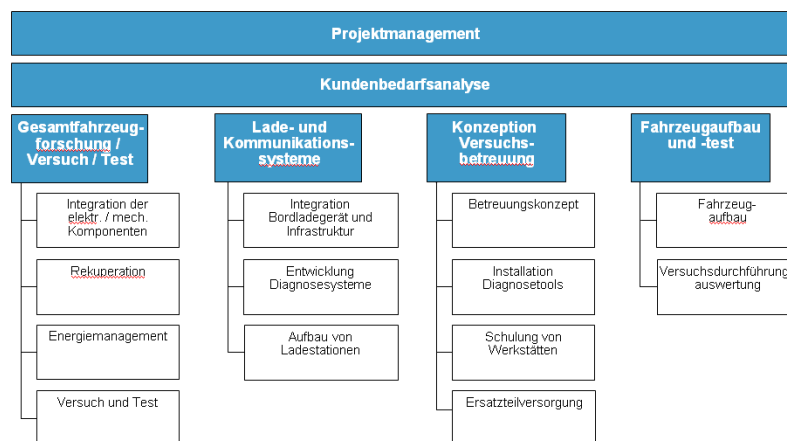


Abbildung 3 – Projektstrukturplan zu EMKEP

Die Koordination der Grundlagenarbeiten, der Aufbau der Fahrzeuge und die Zusammenarbeit mit dem Kooperationspartner sowie den Flottenpartnern wurden direkt nach Projektstart begonnen und finden in einem kontinuierlichen Prozess während der Projektlaufzeit statt. Der Aufbauplan der Forschungsfahrzeuge wurde innerhalb des Arbeitspaketes 3.4 – Versuch und Test koordiniert. Ebenso wurden die notwendigen Forschungsumfänge der beteiligten Fachbereiche definiert und in einem Projektplan für deren Umsetzung zusammengefasst. Eine ausführliche Darstellung folgt innerhalb der Teilprojektes 3 - Gesamtfahrzeugforschung / Versuch / Test.

Die Zusammenarbeit mit den Erprobungspartnern wurde auf einem halbtägigen Workshop in Berlin am 02.03.2010 vertieft. Kontinuierlich fand ein Austausch mit den Erprobungspartnern zur Diskussion einzelner Fragestellungen ab. Zur Klärung technischer Fragestellungen zur Ladeinfrastruktur fanden mehrere Treffen mit dem Projektpartner Vattenfall in Stuttgart und Berlin statt. Es wurde eine gemeinsame Depotliste angelegt, mit deren Hilfe der Aufbau der Ladeinfrastruktur zwischen den Projektbeteiligten koordiniert wird.

Den Übergang zur Erprobungsphase mit Fahrzeugen im realen Einsatz markiert die Vorstellung und Übergabe der ersten fünf Vito E-CELL Fahrzeuge am 1. September 2010 in der Mercedes-Benz Niederlassung Salz- ufer in Berlin. Gemeinsam mit allen Projektbeteiligten konnte das Fahrzeug vorgestellt und anhand der ersten Probefahrten mit Unternehmensvertretern in den realen Betrieb überführt werden.



Abbildung 4 - Übergabe der ersten Vito E-CELL Fahrzeuge am 01.09.2010 in Berlin

In Abbildung 4 sind neben dem Vito E-CELL folgende Personen abgebildet: V.l.n.r.: Alexander Heckner, Assistent der Bereichsleitung Einkauf, Technik, Service & Verkauf DB FuhrparkService GmbH, Gerd-Dieter Benzing, Geschäftsführer Deutsche Post Fleet GmbH, Dr. Philip Nölling, CFO Hermes Logistik Gruppe Deutschland GmbH, Dr. Joachim Wessels, Bereichsvorstand Brief Deutsche Post AG, Mika Häkkinen, Ursula Heinen-Esser, Parlamentarische Staatssekretärin im Bundesumweltministerium, Michael C. Wissner, Vorsitzender der Geschäftsführung WISAG Service Holding GmbH & Co. KG, Volker Mornhinweg, Leiter Geschäftsbereich Mercedes-Benz Transporter, Stefan Dohler, Mitglied des Vorstands Vattenfall Europe AG und Andreas Pohl, Projektleiter Vito E-CELL.

Speziell zur Übergabe des jeweils ersten Fahrzeuges war ein hoher Koordinationsaufwand zwischen allen Beteiligten notwendig. Da die Fahrzeuge zuerst als Erprobungsfahrzeuge zugelassen waren, wurden die von den Kooperationspartnern genannten Fahrer durch die Daimler AG speziell für den Betrieb eines Fahrzeuges ohne Serienzulassung geschult. Zudem wurde zu der theoretischen Einweisung auch jeweils eine kurze Testfahrt durchgeführt.

Neben der Planung zur Ausrüstung der zahlreichen Betriebshöfe mit einer geeigneten Ladeinfrastruktur lag der zweite Schwerpunkt in der Zusammenarbeit mit dem Projektpartner Vattenfall auf der Konzeption, Umsetzung und Einführung einer intelligenten Ladetechnik, welche in Teilprojekt 4 – Lade- und Kommunikationssysteme dargestellt ist.

Der anschließende Zeitraum war im Wesentlichen durch die Auslieferung der Erprobungsfahrzeuge an die Partner in Berlin und den Einsatz von 50 batterieelektrischen Transportern im täglichen Straßeneinsatz geprägt.

Die Fahrzeuge wurden von folgenden Erprobungspartnern eingesetzt:

Hermes Logistik GmbH & Co. KG, WISAG Service Holding & Co. KG, Deutsche Post AG, DB Rent GmbH (Deutsche Bahn), Vattenfall Europe AG, Imtech, Bayer Schering Pharma AG, Mercedes-Benz, Mercedöl-

Feuerungsbau GmbH, Cateringservice „Sarah Wiener“, VDE-Verlag, Stadtwerke Münster, Globe Trotter Hamburg

Nach dem Erreichen des Projektzieles in Form des Betriebes von 50 elektrischen Kleintransportern im realen Straßenverkehr Berlins, fand in Zusammenarbeit mit dem Fördermittelgeber und Projektträger eine Aufstockung der Fahrzeuganzahl auf insgesamt 65 Fahrzeuge statt. Zusammen mit den in Stuttgart eingesetzten Forschungsfahrzeugen konnten somit 90 Fahrzeuge erfolgreich in Betrieb genommen werden.

Nach der Konzeptphase zur Flottenbetreuung und Übergabe der Fahrzeuge, konnte sich vor allem die Niederlassung Salzufer die Betreuung der Erprobungspartner und die Durchführung der Aktionierungsmaßnahmen (siehe Arbeitspaket 3.6.2) umsetzen.

Im aktuellen Projektverlauf gehen seitens der Fahrer, Depotleiter und Verantwortlichen der Erprobungspartner eine Vielzahl an Rückmeldungen ein. Diese sind im Allgemeinen sehr positiv und wurden durch die entsprechenden Begleitforschungs-Arbeitspakete aufbereitet. Zusätzlich liefert der Betrieb der elektrischen Fahrzeug im realen Straßenverkehr eine Vielzahl an technischen Informationen, welche durch Datenlogger erfasst und in den Entwicklungsbereichen entsprechend aufbereitet werden

Nach der Übergabe der Fahrzeuge fokussierte man sich innerhalb der Forschungs- und Entwicklungsbereiche auf die Optimierung des Fahrzeuges sowie der Fehlerbeseitigung innerhalb des elektrischen Antriebssystems. Hierbei standen besonders neue Software-Generationen aller Steuergeräte und neue Musterstände der Hardwarekomponenten im Vordergrund.

Nicht zuletzt wurden während der gesamten Projektlaufzeit zu den vom Projektträger vorgegebenen Terminen die jeweiligen Zwischenberichte und Zahlungsanforderungen erstellt und eingereicht. Notwendige Anpassungen bei der Projektdurchführung wurden in Abstimmung mit dem Projektträger vorgenommen.

### **3.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Mittels eines effektiven und effizienten Projektmanagements konnten die Gesamtprojektziele erreicht werden und die jeweiligen Teilprojekte koordiniert und unterstützt werden. Beginnend mit Aufbau der Projektstruktur über die Durchführung der Grundlagenarbeiten, Auswahl der Erprobungspartner, Aufbau von insgesamt 90 Fahrzeugen und Übergabe der Fahrzeuge zum realen Fahrbetrieb. Zusammenarbeit mit dem Projektpartner und dem dazugehörigen Reporting wurde das Projekt entsprechend geleitet.

## 3.2. Kundenanforderung und –Akzeptanz

### 3.2.1. Ziele

Zielsetzung der Begleitforschung des Vito E-CELL war es, die Bedürfnisse der Kunden in Bezug auf die Nutzung der batterieelektrischen Transporter zu untersuchen. Dies geschah durch einen systematischen Prozess, der mit Kundengruppendiskussionen begann und über Interviews und eine Conjoint-Analyse (d.h. didaktisch vorbereitete Analyse) der Kundenanforderungen fortgesetzt wurde. Daran schlossen sich spezielle Formen von (Kurz-) Interviews mit den Nutzern während des Flottentests an, sowie Befragungen größerer Kundengruppen (unter anderem auch auf der Nutzfahrzeug IAA in 2010).

### 3.2.2. Vorgehen/Methodik

Speziell für den Flottentest wurde ein Konzept zur Erfassung des Kundennutzungsverhaltens erstellt (projektbegleitende Reviews mit Erprobungspartnern während des für das Förderprojekt relevanten Erprobungszeitraums). Die Akzeptanz beim Flottenpartner wurde untersucht und bewertet. Hierunter sind nicht die üblichen marktvorbereitenden Untersuchungen für ein spezielles Produkt zu verstehen, sondern grundlegende Forschungsarbeiten, um batterieelektrische Kleintransporter für den Wirtschaftsverkehr kommerzialisieren zu können. Außerdem sollte ermittelt werden, welche Konsequenzen sich z. B. aus dem niedrigen Geräuschpotenzial der Elektrofahrzeuge auf die Verkehrssicherheit für Fußgänger und Zweiradfahrer ergeben. Konkret wurde hier so vorgegangen, dass zunächst eine „Nullmessung“ bei den Fahrern vorgenommen wurde, um Einstellungsveränderungen vor und nach Nutzung des Fahrzeugs messen zu können. Dieser Pilotversuch wurde nach Abschluss bei den Fahrern und den Einkaufsentscheidern der teilnehmenden Kunden evaluiert. Hierzu wurden qualitative, persönliche Tiefeninterviews (Dauer ca. 45 bis 60 Minuten) mit den Einkaufsentscheidern sowie ein Abschlussworkshop mit den Testfahrern durchgeführt. Die Fahrer wurden zunächst auf Grundlage eines Papierfragebogens befragt, der bei der Fahrzeugübergabe an die tatsächlichen Nutzer der Fahrzeuge weitergeleitet wurde. Gegen Ende der Testphase erfolgte dann die „Abschlussmessung“.

Wie bereits oben angedeutet, wurden bei der Ausstellung des Vito E-CELL auf der IAA 2010 im Rahmen einer Messebefragung 196 Fachbesucher direkt am Fahrzeug befragt.

Im Rahmen einer Basisanalyse wurden Kaufentscheider in Deutschland befragt, die für die Beschaffung von neuen Transportern zuständig sind.

Die wichtigsten Themen – über alle Module hinweg- betreffen die Bewertung und Optimierung der Produktspezifika.

Im Rahmen der Begleitforschung zum Vito E-CELL standen in verschiedenen Modulen unterschiedliche Zielgruppen im Fokus. Dies ermöglicht eine umfassende Evaluation des Fahrzeugkonzepts Vito E-CELL. Der Schwerpunkt lag insgesamt auf der marktforscherischen Begleitung des Einsatzes der Versuchsfahrzeuge. Dazu wurden zu verschiedenen Zeitpunkten des Förderzeitraumes die Fahrerperspektiven sowie die Einschätzung der Kaufentscheider erfasst (siehe Abb. 5).

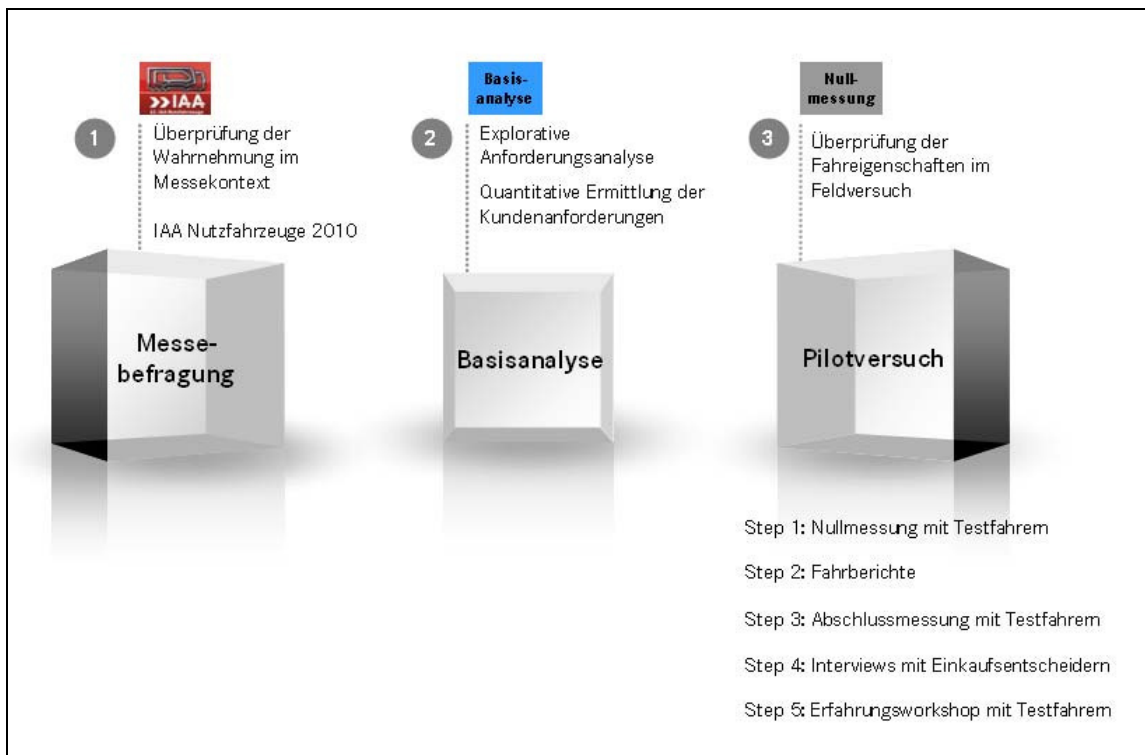


Abbildung 5 - Übersicht Module EMKEP

### Messebefragung IAA Nutzfahrzeuge

Auf der IAA Nutzfahrzeug-Messe in Hannover wurden im Zeitraum vom 23.09. – 30.09.2010 n=196 Messebesucher befragt. Für die Befragung qualifizierten sich Kaufentscheider in Deutschland, die für die Beschaffung von neuen Transportern zuständig sind. Darüber hinaus mussten sich die Probanden im Vorfeld auf dem Messestand intensiv mit dem Vito E-CELL auseinander gesetzt haben.

Bei dieser Zielgruppe handelte es sich um Probanden, die überwiegend keine persönlichen Erfahrungen mit dem Elektroantrieb gemacht haben, sich aber zumindest im Rahmen der Messe über dieses Antriebskonzept aktiv informiert haben.

### Basisanalyse

Die Basisanalyse erfolgte in einem zweistufigen Ansatz.

Im Rahmen der qualitativen Teilstudie wurden im April 2011 vier Fokusgruppen (je zwei Fokusgruppen in Frankfurt und Berlin) mit insgesamt 22 Teilnehmern durchgeführt. Dabei wurden je Standort jeweils eine Gruppendiskussion mit Probanden aus dem privatwirtschaftlichen und eine Gruppendiskussion mit Probanden aus dem öffentlichen Sektor durchgeführt. Für die Befragung qualifizierten sich Kaufentscheider in Deutschland, die für die Beschaffung von neuen Transportern zuständig sind. Des Weiteren mussten die Probanden prinzipiell offen für alternative Antriebskonzepte sein, über einen Mid-Size Van Fuhrpark von 2-20 Transportern verfügen und dabei mindestens einen Transporter im Fuhrpark haben, dessen Aktionsradius 130 km/Tag nicht übersteigt.

Im Rahmen der quantitativen Teilstudie wurden im Zeitraum von 30.11.2010 – 31.01.2011 n=515 CAPI (Computer-Assisted-Personal-Interview) Interviews durchgeführt. Für die Befragung qualifizierten sich Kaufentscheider in Deutschland, die für die Beschaffung von neuen Transportern zuständig sind. Darüber hinaus mussten die Probanden innerhalb der letzten 6 Jahre mindestens einen Transporter als Neufahrzeug bezo-

gen haben und mindestens einen Transporter im Fuhrpark haben, dessen Aktionsradius 200 km/Tag nicht übersteigt.

Bei der Basisanalyse handelt es sich um die im Rahmen des Gesamtprojekts am breitesten definierte Zielgruppe, da lediglich eine Einschränkung nach maximalem Aktionsradius und im qualitativen Teil zusätzlich eine Offenheit gegenüber alternativen Antrieben vorausgesetzt wurde. Diese Zielgruppe ermöglicht somit Ableitungen im Hinblick auf den Gesamtmarkt.

## Pilotstudie

Im Rahmen der Pilotstudie wurden im Zeitraum von Oktober 2010 bis September 2011 alle Unternehmen, die an der Pilotphase des Vito E-CELL teilgenommen haben berücksichtigt. Zielgruppe der verschiedenen Befragungsmodule waren insbesondere die Fahrer des Vito E-CELL. Diese wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten bezüglich ihrer Erwartungen, ihren ersten Erfahrungen und ihrer abschließenden Bewertung des Vito E-CELL befragt. Darüber hinaus haben die Fahrer während der ersten vier Wochen der Nutzung des Vito E-CELL einen Fahrbericht mit fest definierten Fragestellungen ausgefüllt. Zusätzlich wurden die Kaufentscheider am Ende des Pilotprojekts ebenfalls zu ihren Erfahrungen aus dem Projekt telefonisch interviewt. Der komplette Befragungszeitraum erstreckte sich von Oktober 2010 bis September 2011.

Die Zielgruppe der Pilotstudie ermöglicht eine sehr detaillierte Produktbewertung im Längsschnittvergleich. Ableitungen im Hinblick auf den Gesamtmarkt sind jedoch aufgrund der spezifischen Auswahl der Unternehmen nur bedingt möglich.

### **3.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

#### 3.2.3.1. Erwartungen Vito E-CELL

Die überwiegende Mehrheit der Testfahrer gab im Vorfeld an, sich sehr auf die Testphase des Vito E-CELL zu freuen. Trotz einer gewissen Skepsis überlagerte in der Regel die positive Grundeinstellung und Motivation der Fahrer (Neugier, Spannung, Freude, Stolz). Jeder dritte Testfahrer war im Vorfeld zuversichtlich, dass der Vito E-CELL die Anforderungen erfüllen wird, jeder zehnte Testfahrer äußerte Skepsis.

Bei den spontan geäußerten Erwartungen stand die Reichweite des Vito E-CELL im Vordergrund: mehr als jeder Dritte erwartete oder hoffte, dass die Reichweite für das Alltagsgeschäft ausreichend ist. Weiterhin wurde erwartet oder gehofft, dass der Vito E-CELL zuverlässig ist und eine geringere Geräuschbelastung aufweist.

Im Vergleich zu den bisher genutzten Transportern wurden im Hinblick auf diverse Aspekte große Unterschiede erwartet.

Als Pluspunkte wurden vor allem folgende Punkte genannt:

- Geringer Schadstoffausstoß
- Geringer Kraftstoffverbrauch
- Geringe Geräuschkulisse

Als erwartete Einschränkung wurden primär folgende Punkte genannt:

- Reichweite
- Fahrgeschwindigkeit

Obwohl sowohl von den Fahrern als auch von den Kaufentscheidern große Bedenken bezüglich der Reichweite geäußert wurden, war dieses Merkmal bei den Kaufentscheidern im Rahmen der Erprobungsphase



dennoch weit weniger ein Thema als für die Fahrer. Kaufentscheider legten den Fokus auf andere Aspekte (Wirtschaftlichkeit und TCO) als Fahrer (persönlicher Zusatznutzen). Die Kaufentscheider sahen die Studie als den Versuch, passende Einsatzzwecke für den Vito E-CELL zu finden. Dabei wurde dem Vito E-CELL zugestanden, dass er noch kein fertiges Produkt ist, sondern ein Versuchsfahrzeug. Die Kaufentscheider suchen nach wirtschaftlichen Lösungen für zukünftige Transportprobleme. Die Schwierigkeiten mit dem E-CELL im Arbeitsalltag treffen sie nicht persönlich.

### 3.2.3.2. Bewertung Vito E-CELL

Die Bewertung des Vito E-CELL ist im Folgenden nach diversen Konzeptspezifika untergliedert.

#### Reichweite

Die belastbarsten Informationen bezüglich der durchschnittlichen Fahrleistung pro Tag liefert die Basisanalyse. Hier bestand lediglich die Einschränkung, dass Unternehmen, die einen Mid-Size Van durchschnittlich mehr als 200 km/Tag fahren, von der Befragung ausgeschlossen wurden. Die durchschnittliche Fahrleistung der befragten Unternehmen beträgt ca. 50-150 km/Tag. Versorgungs- und Kommunalbetriebe fahren mit durchschnittlich 50-110 km/Tag etwas weniger.

Die Bewertung der Reichweite des Vito E-CELL (ca. 80 km/Batterieladung) polarisierte stark zwischen den befragten Kaufentscheidern der Basisanalyse. Ca. 30% gaben an, dass diese Reichweite (absolut) ausreichend ist, für ebenso viele war diese Reichweite (überhaupt) nicht ausreichend.

Kaufentscheider von Versorgungs- und Kommunalbetrieben gaben zu nahezu 50% an, dass die Reichweite des Vito E-CELL ausreichend ist. Lediglich für 17% dieser Unternehmen stellte die begrenzte Reichweite eine hohe Einschränkung im Tagesgeschäft dar.

Im Rahmen der Conjointanalyse im Modul der Basisanalyse wurde ermittelt, dass eine Reichweitenerhöhung den größten Stellhebel für die Akzeptanz des Vito E-CELL darstellt. Dabei hat sich herausgestellt, dass eine Reichweite von 100-120 km/Tag einen Schwellenwert darstellt. Könnte die Reichweite auf diesen Wert gesteigert werden, würde sich die Akzeptanz des Vito E-CELL deutlich erhöhen.

Im Hinblick auf die Reichweite divergieren die Erkenntnisse aus der Basisanalyse (Einschätzung der Probanden ohne konkrete Erfahrungen) und die der Testfahrer in den beteiligten Unternehmen.

Unter den Testfahrern stellte die eingeschränkte Reichweite im Vorfeld der Testphase die größte Barriere dar. 80 km/Tag sind für einige Einsätze nicht ausreichend. Insbesondere die Flexibilität bezüglich des Einsatzortes und folglich die Annahme von Aufträgen ist bei einer Reichweite von 80 km/Tag stark eingeschränkt.

Im Rahmen des Erfahrungsworkshops mit Fahrern hat sich jedoch herausgestellt, dass die Reichweite etwas weniger im Fokus stand als vor der Nutzungserfahrung.

In den meisten Fällen ist die Reichweite des Vito E-CELL objektiv ausreichend.

Falls nicht, waren zur Bewältigung der Fahrstrecke besondere Maßnahmen notwendig:

- Fallweise wurden die Vito E-CELL Transporter nicht für alle anfallenden Aufgaben eingesetzt.
- In einigen Unternehmen wurde die Einsatzplanung der Vito E-CELL Fahrzeuge generell an die maximal mögliche Reichweite angepasst.
- Darüber hinaus passten Fahrer ihre Fahrweise und Wegeplanung situativ an (Quelle: Fahrerberichte).

Positiv angemerkt wurde:

- Die Reichweite des Vito E-CELL wird für (Post-)Zustellung und Verteilerverkehr als ausreichend bewertet. Hier sind Routen im Vorfeld fest definiert und somit planbar.
- Die Reichweite des Vito E-CELL genügt den Anforderungen beim Einsatz im innerstädtischen Bereich und auf dem Werksgelände.
- Die Angabe zur Reichweite von 80 km wird als zutreffend bewertet.

Negativ angemerkt wurde:

- Die Einschränkung der Reichweite durch die Heizung im Winter
- Die Anpassung der Routenplanung im Einzelfall
- Die subjektiv empfundene Unsicherheit im letzten Drittel der Reichweite
- Die Möglichkeit zur Zwischenladung wird vermisst

Abschließend lässt sich festhalten, dass die maximale Reichweite von 80 km/Tag für den alltäglichen Einsatzzweck in den meisten Fällen ausreichend ist.

## Geschwindigkeit

Die Bewertung der maximalen Geschwindigkeit ist eng verbunden mit der Nutzung der verschiedenen Straßenarten. Auch hier soll zunächst die Basisanalyse herangezogen werden, um Informationen bezüglich der Straßennutzung und gewünschten Geschwindigkeiten zu erhalten.

Die befragten Kaufentscheider nutzen den Transporter durchschnittlich zu 15% auf Autobahnen, zu 34% auf Bundesstraßen/Landstraßen, zu 48% im Stadtgebiet/Nahbereich und zu 3% auf dem Werksgelände. Eine separate Betrachtung nach Branchen zeigt, dass Autobahnen und Bundesstraßen/Landstraßen von Versorgungs- und Kommunalbetrieben weniger häufig genutzt werden (9% bzw. 24%). Stadtgebiete/Nahbereiche werden hingegen häufiger (65%) befahren (eine vergleichbare Verteilung der genutzten Straßenarten bei den Versorgungs- und Kommunalbetrieben zeigt sich auch bei den Befragten der IAA-Nutzfahrzeug-Messe 2010).

Diese unterschiedliche Straßennutzung schlägt sich auch in der Bewertung der maximalen Höchstgeschwindigkeit nieder. Insgesamt gaben 34% der Befragten an, dass die maximale Geschwindigkeit des Vito E-CELL von 80 km/h für den täglichen Einsatz (absolut) ausreichend ist. Für 22% war diese Geschwindigkeit (absolut) nicht ausreichend. Bei den Versorgungs- und Kommunalbetrieben erachteten 60% die Geschwindigkeit als (absolut) ausreichend und 7% als (absolut) nicht ausreichend.

Auch unter den Testfahrern wurde die maximale Höchstgeschwindigkeit in Abhängigkeit der genutzten Straßenarten bewertet. Wurde der Vito E-CELL für Fahrten im Stadtgebiet oder auf dem Werksgelände genutzt, so war die maximale Geschwindigkeit zufriedenstellend und ausreichend. Dazu trägt auch der stark positive Eindruck der Beschleunigung bei. Auf Autobahnen und Bundesstraßen hingegen reichte die Höchstgeschwindigkeit nicht aus. Diese Fahrten wurden emotional als sehr unangenehm erlebt und aktiv gemieden. Die Fahrer wollten nicht als Verkehrshindernis wahrgenommen werden, im Verkehrsfluss mithalten können und auch Überholmanöver durchführen können.

Die Auswertung der Fahrberichte zeigt, dass die maximale Geschwindigkeit nicht täglich genutzt wurde (durchschnittlich in 30% der Fahrten), jedoch gab es durchaus Tage, an denen eine höhere Geschwindigkeit erforderlich bzw. gewünscht gewesen wäre (durchschnittlich in 34% der Fahrten).

## Fahrzeug-Features

Im Folgenden werden die verschiedenen Fahrzeug-Features des Vito E-CELL näher betrachtet.

## Fahrverhalten

Das Fahrverhalten des Vito E-CELL wurde als sehr positiv empfunden. Besonders hervorgehoben wurden die Zugkraft, die gleichmäßige Beschleunigung und das saubere und kontinuierliche Abbremsen.

## Klimaanlage & Heizung

21% der Befragten aus der Basisanalyse störten sich (überhaupt) nicht an der fehlenden Klimaanlage. Die Testfahrer des Vito E-CELL sahen diesen Aspekt weniger kritisch: jeden Zweiten störte es nicht, dass der Vito E-CELL keine Klimatisierung besitzt (analoges Ergebnis unter den Befragten der IAA Nutzfahrzeuge).

Eine ausreichende Heizleistung jedoch blieb für den Großteil der Fahrer unverzichtbar. Auch kann eine Sitzheizung die Luftheizung nicht ausreichend kompensieren. Lediglich Fahrer, die häufig Ein- und Aussteigen müssen, sahen hierfür keine Notwendigkeit.

Positive Nennungen der Fahrer zur Heizung:

- Gute Heizleistung
- Startvorgang jederzeit möglich trotz Energieverbrauch durch Heizung

Kritisiert wurde:

- Spürbare Reichweitenverringering (kostet Energie) und die damit verbundene
- Behinderung im Arbeitsablauf
- Deutliche Komforteinbußen (Verzicht auf Nutzung zugunsten der Reichweite)

Auch wenn eine ausreichende Heizleistung als Notwendigkeit angesehen wurde, sind einige Fahrer derzeit bereit, zugunsten einer Reichweitenerhöhung Kompromisse einzugehen. Von den Fahrern wurde in diesem Kontext vorgeschlagen, dass es sehr sinnvoll wäre, das Fahrzeug bereits während der Ladephase vorzuheizen, damit bei Fahrtantritt bereits eine angenehme Temperatur herrscht.

## Anzeigen- & Bedienkonzept

Die Anzeigooptionen Batterie-Ladezustand A (siehe Abb. 4) und Leistungsanzeige B (siehe Abb. 4) helfen grundsätzlich, die Reichweitereinschätzung zu verbessern.



Abbildung 6 - Anzeigooption A (Batterie-Ladezustand) und B (Leistungsanzeige)

Generell sind die Fahrer darauf angewiesen, die Restreichweite bestmöglich abzuschätzen. Die Leistungsanzeige ist das wichtigste Anzeigeelement und gilt als Indikator für die noch verfügbare Reichweite.

## Geräuscharmheit

Im Vorfeld der Testphase des Vito E-CELL wurde die Geräuscharmheit von einem Großteil der Fahrer sehr positiv beurteilt (sowohl im Sinne des eigenen Komforts als auch im Sinne einer geringeren Geräuschbelastung der Umwelt). Bedenken wurden spontan kaum geäußert.

Nach Abschluss der Testphase wurde die Geräuscharmheit des Vito E-CELL von den Testfahrern eher ambivalent wahrgenommen. Die Mehrheit der Fahrer nahm die geringen Fahrgeräusche immer noch als sehr komfortabel und angenehm wahr. Als problematisch wurde hingegen von einigen Befragten angeführt, dass durch die fehlende Geräuschkulisse erhöhte Aufmerksamkeit und vorrauschauendes Fahren nötig ist, da man dadurch für andere Verkehrsteilnehmer eine potentielle Gefahrenquelle darstellt (*„da muss ich besser aufpassen, wenn dich keiner hört“*). Dies wurde von den Kaufentscheidern bestätigt.

Vereinzelte wurde auch angeführt, dass durch die fehlenden Geräusche das Gefühl für die Geschwindigkeit verloren geht (*„es verführt zum Schnellfahren“*, *„man muss sich konzentrieren, man ist schnell bei 80 km/h“*).

Um die Gefahr durch die Geräuschlosigkeit zu mindern, wurde von einigen Fahrern vorgeschlagen, einen „Motorgeräuschgeber“ einzubauen, der je nach Bedarf manuell ein- und ausgeschaltet werden kann.

## Infrastruktur & Ladeprozess

Von den Testfahrern des Vito E-CELL wurde häufig die fehlende Möglichkeit des Zwischenladens vermisst, da öffentliche Ladesäulen häufig nicht kompatibel waren. Überdies wurde häufig der Wunsch nach einem 230 V Kabel geäußert.

Aus den Fahrberichten geht hervor, dass ca. jeder vierte Testfahrer den Vito E-CELL während des Tages aufgeladen hat.

Einige der Testfahrer störten sich nicht an der Ladedauer (*„steht immer über Nacht; Ladedauer kürzer als Standarddauer“*), für andere wiederum war die Ladedauer zu lang (*„Ladevorgang von 6 Stunden ist sehr lang“*) und kurze Pausen, die hierfür genutzt werden könnten, wurden teilweise als nicht ausreichend bewertet (*„Kurze Zwischenladungen in den Arbeitspausen bringen nichts“*).

Der Ladevorgang an sich erforderte anfänglich die Aufmerksamkeit der Fahrer (*„Fehleranfälligkeit, man muss warten, bis Ladestart angezeigt wird“*), bereitete im Allgemeinen aber keine Probleme. Vereinzelt wurde der Umgang mit dem Ladekabel im Winter kritisiert, da es bei tiefen Temperaturen am Boden festklebt.

Häufiger wurde der Ladevorgang bemängelt, wenn nicht 100% Ladezustand erreicht wurden. Darüber hinaus wurde der Wunsch nach einer Erhaltungsladung oder zeitlichen Steuerung der Ladezeit geäußert, um erst kurz vor Fahrtbeginn das Laden zu beenden und damit Teilentladung zu vermeiden.

Insgesamt brachte der Ladeprozess keine großen Probleme mit sich. Eine Ausweitung der Möglichkeiten zum Zwischenladen würde die Reichweitenproblematik jedoch verringern. Auch würde es den Fahrern ein zusätzliches Gefühl von Sicherheit geben.

## Zusammenfassung & Schlussfolgerung

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Vito E-CELL Fahrer mit großem Interesse und Neugier an der Testphase der Vito E-CELL teilgenommen haben. Auffällig war jedoch, dass die Fahrer im Vergleich zu einem konventionellen Transporter andere Maßstäbe an die Nutzung des Vito E-CELL anlegen:

- Die Auseinandersetzung mit den Besonderheiten und auch den Einschränkungen wird mit hoher Motivation als Herausforderung erlebt.
- Eine energiesparende Fahrweise gilt als persönlicher Erfolg.
- Das dabei entstehende „Expertenwissen“ sowie die Anerkennung von Mercedes-Benz zeichnen die Testfahrer in ihrem sozialen Umfeld aus.
- Die neuartige Technologie zieht Aufmerksamkeit an.
- Daher sind die Toleranz gegenüber Defiziten und die Kompromissbereitschaft zum Teil sehr hoch.

Eine direkte Übertragbarkeit der Ergebnisse auf einen Einsatz unter normalen Marktbedingungen ist demnach nicht gegeben.

Auch die Kaufentscheider sahen das Pilotprojekt als Versuch, passende Einsatzzwecke für den Vito E-CELL zu finden und waren bereit, auf Kompromisse einzugehen. Sie verlangen aber auch zwingend individuell auf ihre Anforderungen zugeschnittene Transporter. Die Kaufentscheider suchen nach wirtschaftlichen Lösungen für zukünftige Transportprobleme. Schwierigkeiten oder Probleme mit dem Vito E-CELL im Arbeitsalltag treffen sie nicht persönlich.

Sowohl die Bewertungen und Wünsche der Testfahrer als auch die Ergebnisse der Basisanalyse und der Messebefragung zeigen klare Nutzungsprofile, aber auch Grenzen im Einsatzspektrum des Vito E-CELL auf.

Um die Akzeptanz des Vito E-CELL zu erhöhen, sollte das Hauptaugenmerk auf die Reichweite gelegt werden. Gelingt es, die Reichweite auf 100-120 km/Tag zu erhöhen, so wäre das Einsatzspektrum durch eine höhere Arbeitsflexibilität und eine geringere „Liegenbleiber-Angst“ erweitert. Aber auch eine Erhöhung der maximalen Geschwindigkeit auf 100-120 km/h würde die Einsatzmöglichkeiten des Vito E-CELL deutlich erhöhen und den Fahrern Stressgefühle ersparen.

Weitere Ansatzpunkte sind:

- Risiken der Geräuscharmheit minimieren
- Heizleistung sicherstellen

## 3.3. Gesamtfahrzeugforschung / Versuch / Test

### 3.3.1. Integration der elektronischen Komponenten

3.3.1.1. F&E, Integration der elektrischen Komponenten, konstruktive Arbeiten, Elektrifizierung von Nebenaggregaten

#### 3.3.1.1.1. Ziele

Die für einen vollelektrischen Antrieb benötigten Komponenten wie Elektromotor, Wechselrichter, Batterie, aber auch Heizung und Kühlung mussten im ersten Schritt konzipiert oder entsprechend den Anforderungsbedingungen ausgewählt werden. Neben den bestimmenden Restriktionen, wie zum Beispiel dem zur Verfügung stehenden Bauraum mit den konstruktionsbedingten Dimensionsbegrenzungen des Mercedes Benz Vitos, sollte in diesem Schritt der Fokus auf die Integration der Komponenten in das Fahrzeug gelegt werden. Je nach Bauteil waren dazu die Adaption eines bestehenden Bauteils, die Elektrifizierung vorher mechanisch angetriebener Komponenten oder eine Neuentwicklung notwendig.

#### 3.3.1.1.2. Vorgehen/Methodik

Aufgrund des großen Umfangs dieses Arbeitspaketes wurde eine zusätzliche Unterteilung in die folgenden Themenfelder vorgenommen:

- Elektrische Komponenten
- Packaging
- Nebenaggregate
- Antrieb - Mechanik

#### Elektrische Komponenten

Die elektrischen Komponenten und im Wesentlichen die elektrischen HV-Komponenten des neuen Antriebsstranges stellten eines der wichtigsten Aufgabengebiete des Gesamtprojektes dar.

Im ersten Schritt wurden die Anforderungen an das neu zu gestaltende Fahrzeug und somit auch den elektrischen Antriebsstrang definiert. Auf dieser Basis wurden die Anforderungen an die einzelnen Komponenten festgelegt und in Frage kommende Komponenten bestimmt.

Eine Hauptkomponente der F&E-Arbeiten war dabei die neue Lithium-Ionen-Batterie. Hierbei handelt es sich um eine vollständig neue Komponente, angefangen bei der Auswahl der geeigneten Zellen, welche hinsichtlich Alterungsverhalten, Leistungsdaten, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit bestimmt wurden und im weiteren Projektverlauf unter den transporterspezifischen Einsatzbedingungen erforscht werden mussten. Anschließend fand eine detaillierte Abstimmung von Anbindungspunkten an die Karosserie statt, die eine Integration in das Fahrzeug ermöglichen. Dabei wurde sowohl die produktionsgerechte Gestaltung als auch die Crash- und Betriebsfestigkeit, auf die später eingegangen wird, berücksichtigt. Es wurden ferner Steckerpositionen am Batteriegehäuse für einen ergonomischen Einbau definiert, Gewichtsreduktionspotentiale ausgewiesen und ein Isolationskonzept erstellt. Das Batteriemodul ist zusammen mit den elektrischen Antriebskomponenten in Abbildung 7 als vereinfachtes dreidimensionales Modell dargestellt, in der zusätzlich die Antriebskomponenten wie Motor, Getriebe und Wechselrichter erkennbar sind.

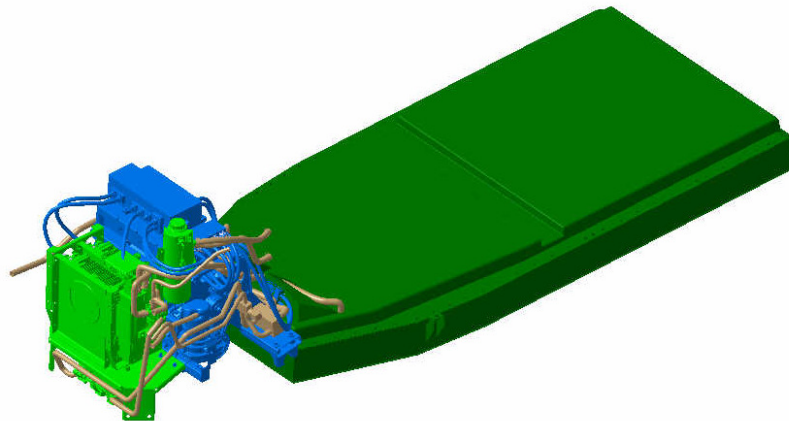


Abbildung 7 – Vereinfachtes Modell elektrische Antriebseinheit und Batterie

Einen großen Aufgabenbereich stellte die Definition eines neuartigen Kühlsystems dar. Im Gegensatz zu einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor entsteht durch die deutlich höhere Effizienz der elektrischen Komponenten wesentlich weniger thermische Abwärme, die durch das Kühlsystem abgeführt werden muss. Jedoch ist die Lebensdauer einer Lithium-Ionen-Batterie stark temperaturabhängig und besitzt einen mit den elektrischen Antriebskomponenten nicht kompatiblen Temperaturbereich. Aus diesem Grund wurde für die Traktionsbatterie eine Wasserkühlung ausgewählt und in das Fahrzeug integriert. In einem zweiten Kühlkreislauf wurden E-Maschine, Inverter und DC/DC-Wandler zusammengefasst. Diese beiden Kühlkreisläufe wurden in ein gemeinsames Kühlmodul (Abbildung 8) integriert.



Abbildung 8 - Kühlmodul

In der Abbildung zu sehen sind auch die beiden Lüfter, die im Falle einer zu hohen Erwärmung der Lader oder anderer Systeme im Stand einen Luftstrom auf die Radiatoren erzeugen, da in diesem speziellen Fall kein Fahrtwind zur Kühlung vorhanden ist.

Im Laufe des Projektes wurden im Rahmen der Erforschung und Erprobung des Thermomanagementkonzeptes im Fahrzeug Verbesserungspotentiale bei der Batteriekühlung erkennbar.

Nach Abschluss der Elektrifizierung und der Integration der einzelnen neuartigen Systeme in das Basissystem wurden die Einzelsysteme sowie die Funktionalität des Gesamtsystems stetig untersucht, angepasst und optimiert. Durch den Abgleich der Konzepte und Computersimulationen mit den vielzähligen realen

Fahrversuchen konnten zahlreiche Verbesserungen an einzelnen Komponenten und dem Gesamtsystem erkannt und umgesetzt werden.

Eine Darstellung der primären Antriebskomponenten im Antriebsmodul ist in Abbildung 9 dargestellt.

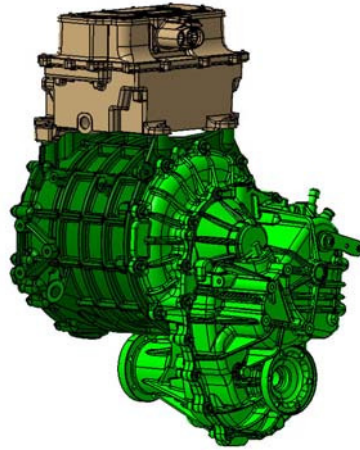


Abbildung 9 – Primäre Antriebskomponenten: E-Motor (grün), Getriebe (hellgrün), Inverter (braun)

Des Weiteren wurde die Gestaltung der Kabelsätze, welche die verschiedenen Komponenten verbinden, definiert und ausgestaltet. Zum Einen wurde ein HV-Kabelsatz entworfen, welcher die Komponenten Ladesteckdose, Lader, Batterie, HV-Verteiler, DC/DC-Wandler und den Inverter verbindet. Der E-Motor ist direkt mit dem Inverter verbunden (siehe Abbildung 9). Hierbei stellte besonders die Kabelverlegung zur Batterie im Unterflurbereich eine Herausforderung dar. Zusätzlich musste der 12V-Leitungssatz angepasst werden, da alle Komponenten neben den Leistungs-Ein- und Ausgängen zur Ansteuerung einen zusätzlichen 12V-Anschluss benötigen. Darüber hinaus gibt es für das Fahrzeug zusätzliche Steuergeräte (z.B. VECU – Vehicle Electronic Control Unit), welche mit einzubinden sind. Ebenso müssen die Ladegeräte, die intelligente Ladesteuerung, die Ladesteckdose (Verriegelung/Anzeige) und eine zusätzliche Signalerkennung integriert werden. Diese Ansteuerung erfolgt in den meisten Fällen mittels CAN-Bus.

Diese Verkabelung zur Ansteuerung und Kontrolle der Antriebs- und Ladekomponenten sowie den Nebenaggregaten gestaltete sich aufwändiger als ursprünglich angenommen. Die Ansteuerung der Komponenten übernimmt zentral die VECU, bei der es sich um ein kombiniertes Fahrzeug- und Motorsteuergerät handelt. Die hierdurch gesteuerte elektrische Leistung und Energie wird im entsprechenden Arbeitspaket weiter dargestellt.

## Packaging

Ziel des Packaging ist es, die ausgewählten elektrischen Komponenten bauraumtechnisch in das Fahrzeug zu integrieren.

Aufbauend auf die Voruntersuchung zur optimalen Platzierung der Batterie wurden die Koordinaten der einzelnen Bauteile im Rahmen eines DMU-Modells (Digital Mock-Up-Modell) bestimmt.

Die Platzierung der Batterie wurde im Unterflurbereich des Fahrzeuges festgelegt. Dies schließt Einschränkungen im Fahrzeuginnenraum aus und ermöglicht Vorteile im Crashverhalten und eine hohe Nutzlast für den Wirtschaftsverkehr. Die in diesem Zusammenhang nötige Konzeptionierung des Antriebssystems zu einem Frontantrieb, ermöglichte auch ein erhöhtes Potential für die Bremsenergieerückgewinnung (Rekuperation), speziell im innerstädtischen Betrieb.



Aufgrund des relativ großen Bauraumbedarfs der Lithium-Ionen-Batterie im Unterflurbereich, der Prämisse des uneingeschränkten Laderaums und der Einhaltung der Bodenfreiheitslinie, musste das Fahrzeug um 10 mm angehoben werden. Im Alltagsbetrieb führte dies jedoch zu keinerlei Einschränkungen. Eine spezielle Modifikation der Radaufhängungen und Fahrwerkskomponenten wurden erfolgreich umgesetzt. Eine Ansicht der Batterie, sowie Längsschnitt durch den Bauraum kann Abbildung 10 entnommen werden.

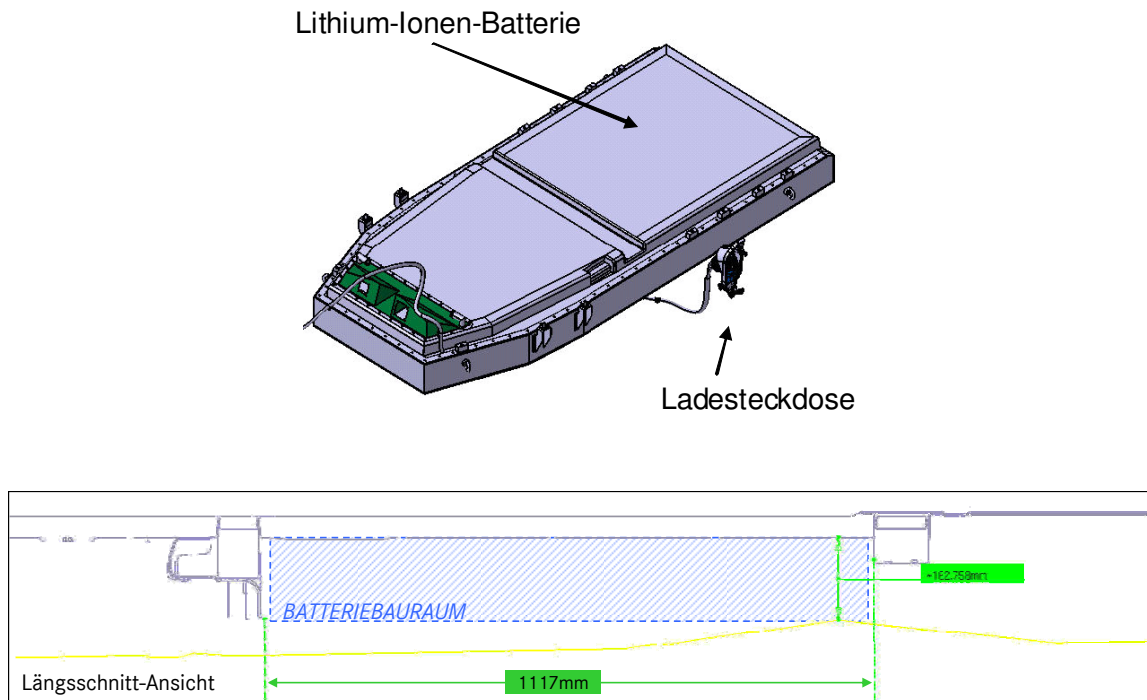


Abbildung 10 – Bodenfreiheitsuntersuchung Batterie

Nach der Festlegung der Bauräume, der Anbindungspunkte und Verbindungsstellen aller primären Antriebskomponenten, sowie der Integration und Elektrifizierung verschiedener Nebenaggregate wurden die Teilsysteme zu einem Antriebsmodul zusammengefasst. Dabei wurde besonderes auf den Prozess der späteren Serienmontage geachtet, so dass wie bei verbrennungsbasierenden Antriebssystemen das Antriebsmodul zunächst vormontiert und anschließend als gesamte Einheit im Fahrzeug verbaut wird. Hierdurch ist es möglich, das Fahrzeug direkt auf dem Produktionsband des Serienwerkes zu montieren. Die Folgende Abbildung zeigt das gesamte Packaging des Vito E-CELL.



Abbildung 11 - Packaging Gesamtfahrzeug

#### Nebenaggregate

Neben den Hauptantriebskomponenten sind für die Erreichung eines funktionsfähigen Fahrzeuges auch verschiedene Nebenaggregate wie Lenkhilfepumpe, Kühlmittelkreislauf, Heizer oder Unterdruckpumpe zu betrachten.

Die Zielsetzung kann vereinfacht auch hier mit der Elektrifizierung benannt werden. Denn die Bereitstellung der nötigen und geforderten Funktionen durch das neuartige, rein-elektrische Fahrzeugkonzept muss hierbei umgesetzt werden.

Da die meisten Neben- und Hilfsaggregate im konventionellen Fahrzeug durch den Verbrennungsmotor angetrieben werden, mussten rein elektrische Alternativen identifiziert oder entwickelt werden. Hierbei spielte besonders die zu erwartende Einsatzhäufigkeit, wie auch Verfügbarkeit der Komponenten, eine große Rolle. Da diese rein elektrischen Nebenkomponenten zum Projektstart noch nicht im konventionellen Fahrzeugbau verwendet wurden und häufig auch einen hohen Einfluss auf spezifische, teilweise sicherheitsrelevante Fachgebiete des Fahrzeugbaus haben, wurde der Definition, Auswahl und Beschaffung dieser Teile ein entsprechender Stellenwert beigemessen.

Ein weiterer spezieller Forschungspunkt bezüglich der Nebenaggregate war die Umsetzung einer Heizung für den Fahrgastraum. Neben dem Wohlbefinden des Nutzers ist eine Grundvoraussetzung die Entfrostung der Scheiben, sowie die Erhaltung des eisfreien Zustandes im Winter während des Betriebes. Wie schon angemerkt entfällt die thermische Abwärme als „Nebenprodukt“ der Verbrennung des Motors. Daher mussten andere Konzepte entwickelt und identifiziert werden. Zudem sollte der Stromverbrauch möglichst gering gehalten werden, sodass letztlich ein Hochvolt-Zuheizer den entsprechenden Baustein bei der Umsetzung einer Heizung darstellt. Diese Art eines Heizers wandelt wie ein Tauchsieder die gespeicherte Energie in thermische Energie zur Heizung des Innenraumes um.

Die folgende Abbildung zeigt das Antriebsmodul mit adaptierten Nebenaggregaten wie Kühlwasserpumpe und HV-Zuheizer:

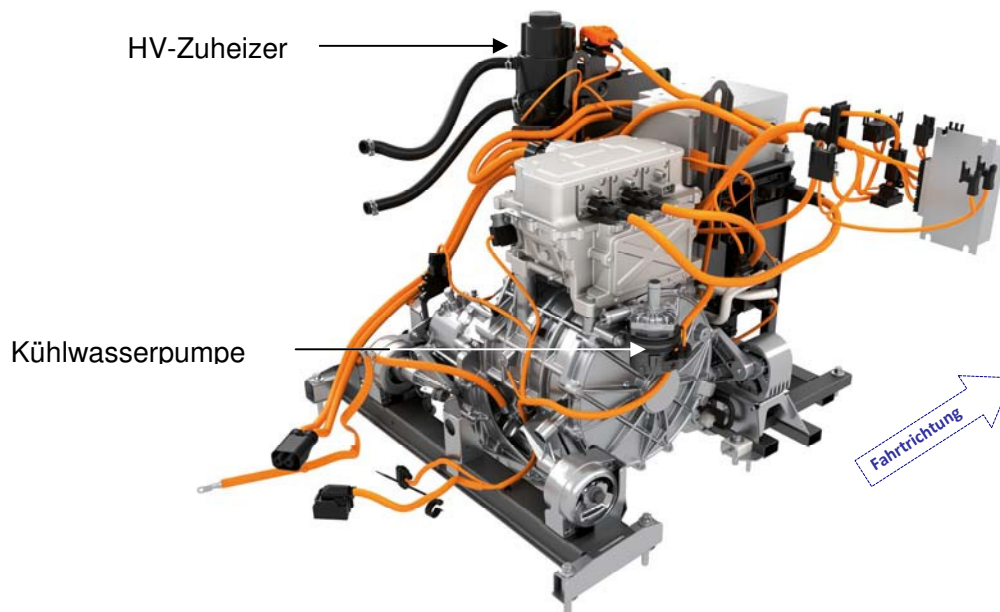


Abbildung 12 - Antriebsmodul

#### Antrieb – Mechanik

Aufgrund der vorgenommenen räumlichen Platzierung der elektrischen Komponenten, allem voran die Unterflurunterbringung der Lithium-Ionen-Batterie, ergab sich ein neuartiges Antriebskonzept für das Fahrzeug Mercedes-Benz Vito. Denn dieses musste vom bisherigen Heck- auf Frontantrieb umgestellt werden. Der Hauptteil der mechanischen und kinematischen Untersuchungen konzentrierte sich deshalb auf die Anbindungen und Bauteile der Vorderachse.

Zur Abbildung der verschiedenen kinematischen und dynamischen Zustände wurde ein Kinematikmodell in einer Art Skelettmodell integriert. Der Fokus lag hierbei auf den Antriebswellen, da diese einerseits genug Abstand zu den anderen Bauteilen (besonders bei Lenkradvolleinschlag und voller Einfederung) aufweisen müssen, andererseits der Beugewinkel der Antriebswellen den Wendekreis des Fahrzeugs festlegt. Denn der Wendekreis ist für den innerstädtischen Verkehr und für das Transportgewerbe genauso essentiell wie die nötige Zuladungskapazität.

Da bei einem Elektromotor das volle Drehmoment bereits ab Stillstand bzw. sehr niedriger Geschwindigkeit an entfaltet wird, mussten die Anbindungspunkte an die Antriebskomponenten besonders erforscht und dimensioniert werden. Wiederum muss bei einem Antriebskonzept, das auch von längeren Energiebereitstellungsprozessen begleitet wird, jeglicher Energieverlust gering gehalten werden, damit ein optimaler Nutzungsgrad erreicht werden kann. Neben den mechanischen Komponenten in Radnähe (Achsschenkel, Achslenker, Federbein, etc.) spielte folglich auch die Positionierung der elektrischen Maschine mit daran angebindenem Getriebe eine entscheidende Rolle. Denn die Antriebsenergie wird vom Getriebe über die für einen elektrischen Antrieb neu gestaltenden Antriebswellen an die Räder weitergeleitet.

Zusammengefasst wurden während des Projektes viele mechanische Komponenten mit Anbindungen und Erweiterungen im Bereich des Antriebes entwickelt und untersucht. Diese galt es nach den ersten Musterständen stetig in realen Fahrversuchen zu verifizieren und gegebenenfalls zu verbessern. Dabei stellten die Fahreigenschaften zur Sicherheit in Extremsituationen, der Komfortwunsch des Nutzers, aber auch die Erhaltung der Qualität über den Fahrzeuglebenszyklus gleichermaßen Einflussfaktoren auf die Entwicklung dar.

## 3.3.1.2. Absicherung der Hochvoltkomponenten

Die Absicherung und Sicherheit von Personen ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Entwicklung von elektrischen Antriebssystemen. Denn zur normalen Bordnetzspannung von 12V wird ein Hochvoltnetz mit einer Spannung von ca. 400 Volt zum Antrieb benötigt. Diese potentiell tödliche Spannung stellt ganz neue Anforderungen an die Fahrzeugentwicklung.

### 3.3.1.2.1. Ziele

Generell kann zwischen mehreren Schwerpunkten der Sicherheit bei elektrischen Systemen unterschieden werden. Zum Einen die elektrische Sicherheit, welche sich aus

- Isolierung und Zustandsprüfung
- Potentialausgleich und Berührungsschutz
- Brandschutz

zusammensetzt. Zum Anderen sind auch die funktionale Sicherheit z.B. des Batteriemanagementsystems, die konstruktive Sicherheit, die eine Bedeutung für das Komponentenverhalten im Crashfall besitzt sowie die Arbeitssicherheit, die nicht nur den Werkstattumgang sondern auch den Rettungskräfteinsatz gefahrlos ermöglichen muss, wichtige Aspekte, die nicht vernachlässigt werden dürfen.

Ziel in diesem Arbeitspaket war es die Gefahren durch die Hochvoltkomponenten und des Stromnetzes zu untersuchen und durch entsprechende Konzepte das Risiko für den Nutzer und die Umwelt zu minimieren. Eine standardisierte Visualisierung und Kennzeichnung stellte dabei den ersten Schritt dar.

### 3.3.1.2.2. Vorgehen/Methodik

In Zusammenarbeit mit allen Bereichen und Partnern wurden hierzu die relevanten Vorgaben zur Absicherung der Hochvoltkomponenten erarbeitet. Es handelte sich hierbei hauptsächlich um die Vorgaben der ECE R100-Prüfung sowie weiterer DIN- und ISO-Normen. Beispiele hierfür sind die Kennzeichnungspflicht für spannungsführende Bauteile, der Berührungsschutz oder die Abschaltung und der Abbau der Spannung im Schadensfall.

### 3.3.1.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im Vito E-CELL sind alle HV-Kabel orangefarben ummantelt und alle HV-Komponenten werden mit dem folgenden Sicherheitshinweis beklebt.



Abbildung 13 - Kennzeichnung HV-Komponenten

Zur sicheren Inbetriebnahme der Fahrzeuge wurden Verfahrensanweisungen erarbeitet. Diese beinhalten definierte Prozesse mit Dokumentation zur Freischaltung von elektrischer Spannung zur Reparatur oder Wartung und zur Wiederschaltung der Spannung. Den Kontakt zu einem spannungsführenden Kabel oder Bauteil verhindert der sog. „Interlock“, welcher eine Zuschaltung der HV-Batterie im Fehlerfall z.B. bei losem Kabel oder defektem Bauteil verhindert.

Für den Fall eines Unfalls wurde zur Sicherheit aller Beteiligten die Abtrennung der Batterie und der Abbau der sich im System befindlichen Spannung umgesetzt. Je nach Zustand der Crasherkenntnis wird ein reversibles Öffnen der Schütze oder eine irreversible mechanische Unterbrechung des Stromkreises mittels Pyrofuse durchgeführt. Da hierbei der Zeitfaktor eine wichtige Rolle spielt, wurde der Anspruch, die elektrische Spannung im DC-Zwischenkreis in maximal 5 Sekunden auf unter 60 V DC (Niedrigvoltbereich) abzubauen, erfolgreich umgesetzt. Um die Deaktivierung des HV-Systems und den Abbau der Spannung auch im Falle eines Fahrzeugüberschlages zu gewährleisten, musste für den Vito E-CELL eine entsprechende Erkennung implementiert werden. Hierzu wurde das Airbag-Steuergerät entsprechend um diese Funktion erweitert.

Als Voraussetzung zur Durchführung von Arbeiten an Elektrofahrzeugen sind verschiedene Sicherheitsschulungen für die Servicemitarbeiter umgesetzt worden. Dabei sind Schulungen nicht nur für die Durchführung des vorliegenden Projektes essentiell, sondern gewährleisten auch die Zukunftssicherheit der jeweiligen Arbeitsplätze durch spezifisches Know-How über neue HV-Technologien.

### 3.3.2. Rekuperation

Das optimale Anwendungsgebiet des Vito E-CELL ist der urbane Verkehr mit kurzen Strecken zwischen dem Abfahrts- und Zielort. Fahrdynamisch ist es durch häufige Anfahrvorgänge und gleichermaßen nötige Bremsvorgänge charakterisiert.

#### 3.3.2.1. Ziele

Da die Energiebereitstellung der Lithium-Ionen-Batterie begrenzt ist und von der Topographie wie auch der Topologie der Route entscheidend mitbestimmt wird, war das Ziel in diesem Teilprojekt, die Energiegewinnung durch Rekuperation zu implementieren und für das Anwendungsgebiet technisch zu optimieren.

Nach heutigem Stand stellt zwar die Umsetzung der Rekuperationsfunktion an sich kein grundsätzliches Problem dar, vielerlei aber deren optimale Ausschöpfung zur Nutzungssteigerung sowie die Adaption an Brems- und Stabilitätsregelsysteme. Folglich sollte eine mögliche Verfügbarkeit der fahrsicherheitsspezifischen Funktionen mit der Rekuperationsfunktion erforscht und bei positiven Ergebnissen umgesetzt werden.

#### 3.3.2.2. Vorgehen/Methodik

Im ersten Schritt wurde die Rekuperation analog zu den Trägheitskräften bzw. Trägheitsmomenten im konventionellen Antriebsstrang ermöglicht. Bei einem konventionellen Fahrzeug kann man diese mit der Verzögerung durch das Motorschleppmoment vergleichen, indem der Fahrer bei eingekuppeltem Motor den Fuß vom Gaspedal nimmt. Hintergrund ist meist eine vorausschauende Fahrweise, bei der im verbrennungsbetriebenen Fahrzeug wenig bis kein Brennstoff verbraucht wird und die Geschwindigkeit langsam gedrosselt werden kann. Auch eine Bergabfahrt wird häufig durch diesen Prozess begleitet um die Geschwindigkeit ohne stetiges Bremsen zu halten und die Bremskomponenten in Bezug auf die Lebensdauer zu entlasten. Dieses meist „angelernte“ Verhalten kann bei einem elektrisch-betriebenen Fahrzeug zur Energierückgewinnung genutzt werden. Dabei wird die Wirkungsweise des E-Motors verändert, sodass dieser als Generator, ähnlich wie bei einem Fahrrad der Dynamo, fungiert. Diese Funktion wurde im Vito E-CELL umgesetzt und anhand erster Tests und Erprobungen erforscht. Speziell die Intensität der Verzögerung sowie die maximale Stärke der Bremsung durch den Generatorbetrieb wurden dabei verstärkt in den Fokus gestellt. Denn eine schlagartige Umschaltung würde erstens die Komponenten langfristig stärker belasten und zweitens das Fahrverhalten negativ beeinflussen. Außerdem ist bei einer erhöhten Bremsgrundlast beim Start der Funktion die situationsabhängige Regelung durch den Fahrer bei einer außergewöhnlichen Situation nicht garantiert. Aus diesem Grund wurden verschiedene VRTs (Vehicle Reaction Tests) in der Projektlaufzeit durchgeführt, um die optimale Einstellung zwischen Energiegewinnungspotenzial und einflussfreiem Betrieb, besonders beim Start der Rekuperation im simulierten Motorschleppmoment, umzusetzen.

Der nächste Schritt stellte die Entwicklung und Integration eines aktiven, rekuperativen Bremssystems dar. Die Voraussetzung für ein hohes Rekuperationspotential ist die Verlagerung der Antriebsachse von Heck- zu Frontantrieb, da aufgrund von fahrdynamischen Stabilitätskriterien an der Vorderachse ein deutlich höheres Bremsmoment bzw. Rekuperationsmoment aufgebracht werden kann. Zur Bestimmung des maximalen Rekuperationspotentials wurde zuerst ein Simulationsmodell erstellt, welches die Energieflüsse der verschiedenen Rekuperationsoptionen darstellt.

Rekuperationsoptionen:

- keine Rekuperation (auch „segeln“ oder „gleiten“)
- simuliertes Motorschleppmoment (Fahrer nimmt Fuß vom Gaspedal)
- gesteuerte Bremskraftverteilung (teilweise elektrisches Bremsen, wenn der Fahrer das Bremspedal betätigt)

Die Energierückgewinnung nimmt in Reihenfolge der Aufzählung zu und erhöht entsprechend die Reichweite des Fahrzeuges.

Zur Umsetzung der erweiterten Rekuperationsfunktion wurde zusammen mit der Fa. Robert Bosch GmbH das Bremsregelsystem ESP 9i im Fahrzeug integriert. Dieses System liefert dabei auch sämtliche ESP Funktionalitäten und musste somit auch an die bei der Daimler AG üblichen sicherheitsunterstützenden Fahrassistenzsysteme adaptiert werden. Hierzu zählen u.a.

- das Antiblockiersystem (ABS)
- das Elektronische Stabilitätsprogramm (ESP)
- die Antriebsschlupfregelung (ASR)
- die Elektronische Bremskraftverteilung (EBV)

Auf Basis einer vorangehenden analytischen Identifikation aller theoretisch vorfindbaren Fahrsituationen und Umwelteinflüsse wurde nach der technischen Integration des Systems ein Manöverkatalog mit verschiedenen Testreihen zur Untersuchung der Einsatzgrenzen und –intensitäten erstellt. Dieser Katalog enthält Fahrmanöver, die es ermöglichen das Fahrzeug auf unterschiedlichen Untergrundsituationen und in extremen Fahrsituationen erforschen zu können. Folgend ein Auszug von Manövern und Testinhalten:

- Betrachtung des Antriebs- und Bremsverhaltens auf Hochreibwert, auf Niederreibwert, auf gleichzeitig unterschiedliche Reibwerte und auf abrupte Reibwertwechsel ( $\mu$ -high,  $\mu$ -low,  $\mu$ -split,  $\mu$ -jump).
- Betrachtung des Antriebs- und Bremsverhalten mit Rekuperation auf Hochreibwert ( $\mu$ -high)
- Erprobung des Rekuperationseinflusses bei hochdynamischen Fahrmanöver auf Niedrigreibwert und Hochreibwert ( $\mu$ -low,  $\mu$ -high)
- Erforschung des Fahrzeugverhaltens im unteren Geschwindigkeitsbereich mit Rekuperation

Nach Abschluss der Adaption und Applikation an die weiteren Regelsysteme konnte das RBS auf das effektive und effiziente Zusammenwirken mit den Fahrassistenzsystemen getestet werden. Diese Ergebnisse flossen wiederum stetig in weitere Testreihen zur Abstimmung der Funktionen des ESP9i mit der Vehicle Electronic Control Unit (VECU) ein. Besonders die Abstimmung dieser beiden Hauptbausteine der fahrdynamischen Regelung des Fahrzeuges forderte eine intensive Verifikationsphase auf verschiedenen Untergrundbereichen. Neben dem Hochreibwert  $\mu$ -high und dem Niedrigreibwert  $\mu$ -low, musste das Systemverhalten auf den Bereichen  $\mu$ -split und  $\mu$ -jump genau untersucht werden. Diese Wertebereiche stehen im Allgemei-

nen für einen gleichzeitigen Eigenschaftsunterschied oder einen folgenden Eigenschaftswechsel der Fahrbahn.

Der Bereich  $\mu$ -split deklariert einen unterschiedlichen Fahrbahneigenschaftswert an mindestens zwei der vier Räder des Fahrzeuges zum gleichen Zeitpunkt. Im Fahrbetrieb wird diese Eigenschaft z.B. auf einer nur stellenweise nassen Straße vorgefunden. Während ein Vorderrad nur zu einer nassen Stelle und damit zu einem Niedrigreibwert Kontakt hat, könnten die anderen drei Räder gleichzeitig Kontakt zu einem Hochreibwert haben. Im Falle einer Notbremsung muss nun das ESP in Verbindung mit dem RBS die Situation erkennen. Des Weiteren muss mit geeigneten Maßnahmen in diese fahrkritische Situation eingegriffen werden, um den stabilen Fahr- und Reaktionszustand des Fahrzeuges zu gewährleisten oder wieder herzustellen.

Der Bereich  $\mu$ -jump definiert dagegen den dynamischen Wechsel des Fahrbahnzustandes. Beide Fälle, z.B. der Sprung von Hochreibwert auf Niedrigreibwert oder umgekehrt, stellen eine Gefahr zum Stabilitätsverlust des Fahrzeuges dar. Speziell bei der Kurvenfahrt oder Bremsung müssen durch das ESP mit unterschiedlicher Regelung behandelt werden. Die folgende Grafik zeigt die verschiedenen Fahrbahnwertebereiche:

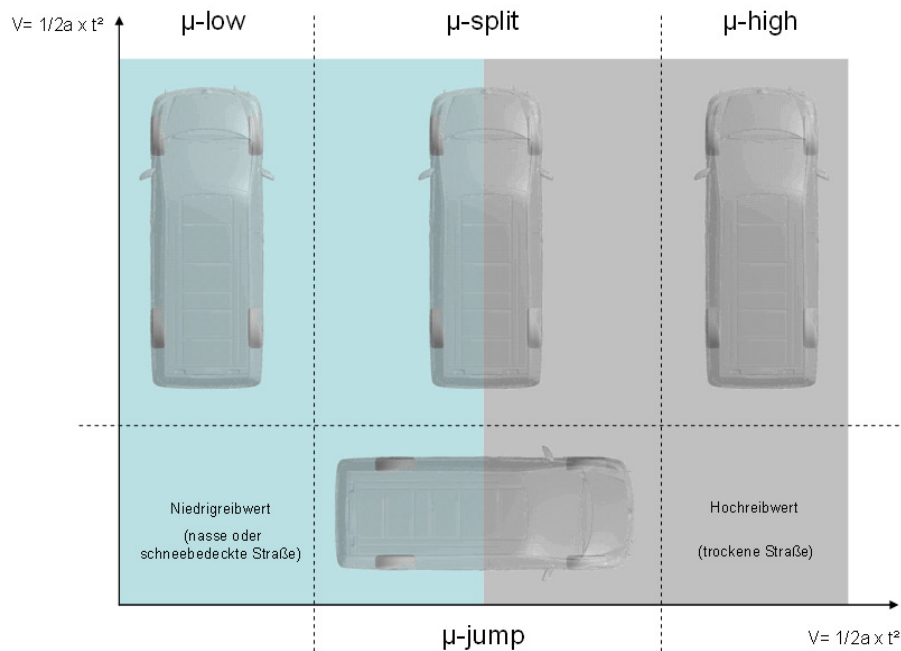


Abbildung 14 - Visualisierung der Fahrbahnwertebereiche

Parallele Schwerpunkte der Untersuchungen waren die Definition der Abwurfgrenze und die gegebenenfalls nötige Reduzierung der Rekuperation während Bremsvorgängen und Kurvenfahrten auf den unterschiedlichen Fahrbahnwertebereichen.

### 3.3.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Nach erfolgreicher Integration des RBS und der Adaption des hierfür verantwortlichen Systems ESP 9i an die VECU und die Fahrassistenzsysteme wurde die finale Software mit den resultierenden Parametern und Grenzen appliziert. Die folgende Grafik veranschaulicht die diversen Anwendungsgrenzen des passiven und aktiven Bremsvorgangs.

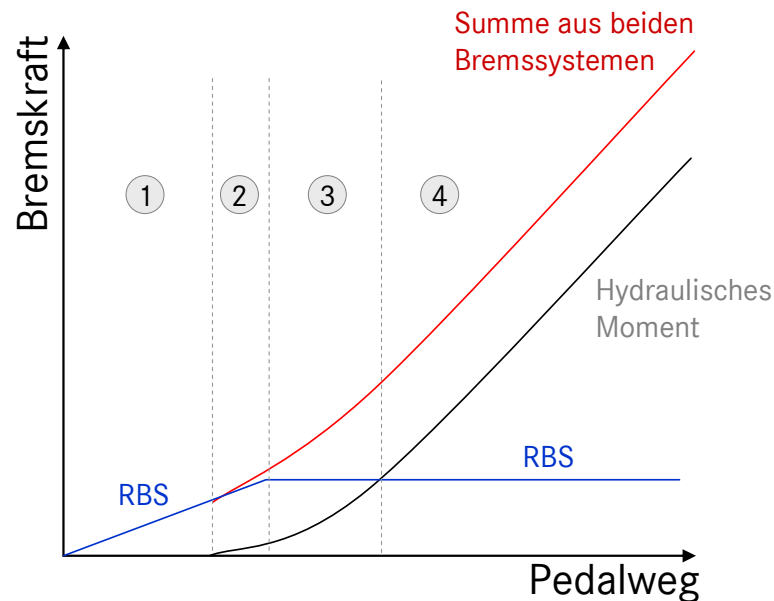


Abbildung 15 – Diagramm eines Bremsvorgangs mit rekuperativem und mechanischem Bremsen

Nachdem in der ersten Phase des Pedalweges zunächst rein generatorisch über die elektrische Maschine (Motorschleppmoment) gebremst wird, wird mit zunehmendem Pedalweg in der zweiten Phase die hydraulische Bremse hinzugeschaltet. Erreicht die generatorische Bremse (RBS in der Grafik) den mittels verschiedener Einflussfaktoren bestimmten Grenzwert beim Bremsvorgang, wird sie in der dritten Phase im weiteren Verlauf konstant gehalten und nur die hydraulische Bremsleistung mit zunehmendem Pedalweg weiter erhöht. Das gesamte Bremsmoment des Fahrzeuges gibt die rote Linie als Summe der beiden beschriebenen Bremsmomente an. Zu Beginn der vierten Phase übersteigt das hydraulische Bremsmoment das der Rekuperativen Bremse und steuert mit weiterem Pedalweg den größeren Anteil an der Bremsleistung bei. Der Bremsprozess wird dabei nicht nur durch die Intensitätsanforderung des Fahrers definiert, sondern auch durch diverse Umweltparameter wie Untergrundbeschaffenheit und Geschwindigkeit, sowie verschiedene Fahrsituationen, wie Kurvenfahrt und Beschleunigungsanforderung.

Infolge der erfolgreich abgeschlossenen Erprobungen und anhand der verifizierten, positiven Ergebnisse wurden den Fahrassistenzsystemen, allen voran dem ESP mit Rekuperativem Bremssystem, am 1. Mai 2011 die allgemeine Straßenfreigabe erteilt. Anschließend wurden alle Vito E-CELL Fahrzeuge mit dem neuen ESP9i-System mit RBS-Bremse ausgerüstet.

### 3.3.3. Energiemanagement

#### 3.3.3.1. Ziele

Zur Festlegung des Energiemanagements sollten im ersten Schritt die Anforderungen bestimmt werden. Anhand dieser sollte untersucht werden, ob und in welchem Umfang die Möglichkeit der Auswahl verschiedener Betriebsmodi durch den Nutzer im Anwendungsfeld des Transportergewerbes sinnvoll ist. Die verschiedenen Fahrzeugzustände werden dabei in einer Betriebsstrategie zusammengefasst, in der das Verhalten des Fahrzeuges genau definiert und beschrieben wird. Da allerdings besonders auf die Synergie sowie auf die gegenseitige Vernetzung und Abhängigkeit geachtet werden muss, hatte die Zielsetzung hauptsäch-



lich zwei Schwerpunkte. Erstens die Sicherstellung und Überwachung aller nötigen Modi zur Fahrsicherheit mit den Fahrzeugzuständen und zweitens die höchstmögliche Minimierung des Gesamtenergiebedarfes.

### 3.3.3.2. Vorgehen/Methodik

Als Grundlage der Erstausslegung des Energiemanagements wurden verschiedene Kundenfahrprofile analysiert und mit bestehenden, konventionellen und aus Erprobungen mit Hybridfahrzeugen bekannten Profilen abgeglichen. Hieraus konnten die auslegungsrelevanten Profile für ein batterieelektrisches Fahrzeug im urbanen Transport- und Lieferverkehr sowie die Strategien des Energie- und Leistungsmanagements abgeleitet werden.

Im Anschluss wurden die verschiedenen Energiebedarfe, wie z.B. der Heizung bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen, der lieferverkehrstypischen Anforderungen an das 12V-Bordnetz (Steuergeräte, Radio, Licht, etc.) und des elektrischen Antriebstranges auf Basis der zur Verfügung stehenden Komponentendaten ermittelt. Die Zusammenführung von Profilen und der Energiebedarfe der Komponenten ergaben den ersten Stand des Gesamtenergiebedarfes. Aus diesem konnten die mögliche Reichweite im europäischen Normzyklus und verschiedener Kundenzyklen eingeschätzt werden.

Zur Vorbereitung der Verifikation und zur stetigen Optimierung wurde vorab ein Konzept zur Erfassung der für das Energiemanagement notwendigen Daten in den Forschungsfahrzeugen und Fahrzeugen bei den Flottenpartnern vorbereitet. Dieses Konzept basierte auf der Datengewinnung mittels Datenlogger, die jegliche Kommunikation und Informationen der Komponenten aufzeichnete. Zudem konnten mit diesem Konzept auch die für das Energiemanagement wichtigen Ladeprozesse näher erforscht werden.

Eine weitere Verbesserung innerhalb des Energie- und Leistungsmanagements stellt die Erweiterung des Rekuperationsbereiches dar. Dieser wurde im vorigen Kapitel 7.3.2 näher erläutert. Vorteile bestehen dabei in der aktiven Rückgewinnung von Energie durch im Stadtverkehr permanent wiederkehrende Zustände kinetischer Bewegungsänderungen.

Nachdem die jeweiligen Forschungsinhalte umgesetzt wurden, sollten anschließend die Umsetzung und die stetigen Optimierungen durch die Fahrzeugtests sowie die Daten aus den Kundenfahrerproben verifiziert werden.

### 3.3.3.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Wie in der Zielsetzung beschrieben war ein Kernpunkt die Sicherstellung verschiedener Betriebsmodi des Fahrzeuges. Dies bedeutet, dass neben den Fahrleistungen in Abhängigkeit der Umweltparameter (zum Beispiel eine Berganfahrt) und deren Auswirkung auf den Gesamtverbrauch, das vorgegebene Verhalten und die Zustände des Fahrzeuges sichergestellt werden mussten. Da in einem Elektrofahrzeug das Motorsteuergerät des Verbrennungsmotors entfällt, wurde eine entsprechende Steuereinheit, die Vehicle Electronic Control Unit (VECU), im Fahrzeug implementiert und an die Steuergerätelandschaft angepasst. Die VECU übernimmt dabei die übergeordnete Rolle in der Steuerung von Leistung und Energie im Fahrzeug, kontrolliert und steuert das in der Betriebsstrategie festgelegte Fahrverhalten. Somit werden alle hierfür nötigen Prozesse innerhalb der Betriebsstrategie effektiv, autark, vollständig und in Hinsicht auf das Energiemanagement effizient ausgeführt.

Folgend ein Auszug aus den Daten, Prozessen und Status, die innerhalb der Betriebsstrategie definiert wurden und durch die VECU ausgetauscht bzw. geprüft werden:

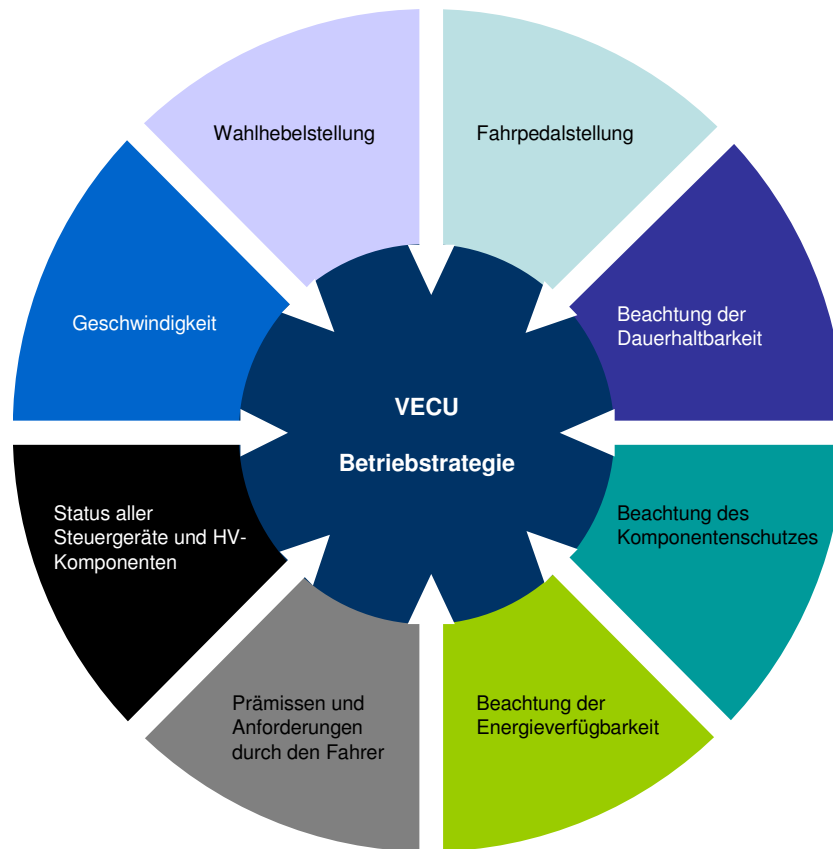


Abbildung 16 - Von der VECU überwachte und gesteuerte Signale, sowie die Status innerhalb der Betriebsstrategie

Das PSM (Parametrierbare Sondermodul) dient zur Ansteuerung und Signalerfassung weiterer relevanter Signale wie z. B. der Steckererkennung an der Ladesteckdose, was zu einem Aufwecken der Steuergeräte führt.

Um die innerhalb der Automobilindustrie bestehenden Sicherheitsstandards zu erfüllen, kommt ein eineinhalb Prozessorkonzept zum Einsatz auf welchem ein drei Ebenen Konzept implementiert wurde. Die erste Ebene führt hierbei die gewünschten Funktionen aus. In der zweiten parallel arbeitenden Ebene werden sicherheitskritische Signale überwacht und evtl. Abweichungen zur Ebene1 detektiert. In der dritten Ebene werden zusätzlich Fehler aufgrund der verwendeten Hardware durch Einsatz eines weiteren Prozessors verhindert. Zur Erfüllung des 3-Ebenen Sicherheitskonzeptes wurde zu Anfang der Forschung eine zusätzliche Steuereinheit zur stetigen Kontrolle der VECU in das Gesamtsystem eingefügt. Die Torque Supervision Unit (TSU) misst parallel zur VECU das Drehmoment an den Motoraufhängungspunkten und führt Plausibilitätsprüfungen mit drehmomentrelevanten Signalen des Umrichters durch, um die Integrität und Sicherheit des Triebstrangs sicherzustellen. Hierzu musste die TSU entsprechend mit allen Systemen gekoppelt werden.

Mit Erreichen des entsprechenden Energie- und Leistungsmanagements als Softwareimplementierung der VECU sowie dem Nachweis durch stetige Fahrttests wurde das 3-Ebenen Sicherheitskonzept vollständig erfüllt. Im Rahmen der Komplexitätsreduzierung wurde anschließend das zusätzliche Interims-Bauteil TSU aus den Fahrzeugen entfernt.

Nachdem die Betriebsstrategie im Hinblick auf die Sicherheit und fahrdynamischen Parameter umgesetzt worden sind, wurden anschließend die die spezifische Erforschung und Umsetzung von Optimierungen zur Energieeinsparung durchgeführt. Folgend ein Auszug aus dem Szenarienkatalog, der während des Projektes im Bereich Energiemanagement und Betriebsstrategie erforscht wurde:

Überprüfung und Anpassung der Drehmomenthöhe bei Kälte unter Betrachtung der schnelleren Entladung der Batterie durch tiefe Temperaturen Überprüfung und Anpassung des Drehmoments bei einem fast entladenen Batteriezustand, Definition und Umsetzung der Reaktion des Gesamtsystems auf eine Fehlermeldung im Bereich E-Maschine, Definition und Umsetzung der Reaktion des Systems, bei angestecktem Ladekabel und dem Startwunsch des Nutzers, Definition und Umsetzung der Reaktion des Systems auf die Meldung einer vollständig entladenen Batterie.

Neben diesem Auszug mussten eine Vielzahl von Szenarien, Fahrzeugzuständen und Parameteranforderungen zur Definition des Energiemanagements betrachtet, erforscht und umgesetzt werden. Dabei war die Herausforderung in diesem Arbeitspaket auch wieder die stetige Gewichtung und Priorisierung der verschiedenen Anforderungen durch den Fahrer, die Fahrsicherheit und der neuartigen Komponentenlandschaft.

### **3.3.4. Versuch und Test**

Während in den vorhergehenden Arbeitspaketen die Komponenten und das Gesamtfahrzeug vorrangig mit CAD- und CAE-Methoden erforscht und konzipiert sowie Verhalten und Reaktionen definiert und umgesetzt wurden, stehen in diesem Arbeitspaket die Fahrzeuge selbst im Vordergrund. Hierbei gilt es, die im oben genannten Arbeitspaket formulierten Punkte am realen Fahrzeug zu untersuchen.

#### 3.3.4.1. Erstinbetriebnahme der Fahrzeuge

Ursprünglichen sollten 17 konventionelle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor aufgebaut und anschließend um das elektrische Antriebssystem erweitert werden. Diese Anzahl stellte das absolute Minimum an Forschungsfahrzeugen dar, da die meisten Schwerpunkte parallel erforscht werden sollten. Von diesen 17 Fahrzeugen wurden vier in Crash- und zwei in Schlechtwegversuchen eingesetzt. Aus zwei dieser Fahrzeuge wurden die HV-Batterien entnommen, da diese als Ausstellungsfahrzeuge eingesetzt werden können. Hierdurch wurden die Projektziele bei verschiedenen Veranstaltungen bekannt gemacht. Vier von den 17 Fahrzeugen wurden im Projektverlauf verschrottet, da diese stark veraltete Komponenten sowie Rohbauelemente besaßen und somit eine Aufrüstung nicht mehr wirtschaftlich gewesen wäre. Zudem erforderte die Weiterentwicklung mit zuverlässiger Fehleridentifikation und –behebung immer aktuelle Aufbauzustände der Forschungsfahrzeuge mit Produktion direkt am Band. Somit wurden weitere Fahrzeuge benötigt.

#### 3.3.4.2. Durchführung Gefahrenanalyse

Die Gefahrenanalyse und die damit verknüpften Komponenten-, System- und Fahrzeugtests bestehen aus Testreihen, die die Konformität des Fahrzeuges sowie der entwickelten Bauteile und Bauteilgruppen mit den Richtlinien der europäischen Union zur Kraftfahrzeugzulassung erforschen und nachweisen. Des Weiteren besteht sie aus der Erforschung und Beglaubigung der Erfüllung von Richtlinien für elektrische Systeme im Hochvoltbereich.

##### 3.3.4.2.1. Ziele

Die Gefahrenanalyse zielt auf die Vermeidung von Gefahren. Sie soll helfen die Gefährdungspotentiale zu identifizieren und zu bewerten, um sie gegebenenfalls frühzeitig zu minimieren bzw. abschaffen zu können. Auch Aspekte einer möglichen Falschbedienung sowie die möglichen Beanspruchungsdauern in einer spezifischen Anwendung sollen in der Gefahrenanalyse betrachtet werden.

Während sich bei einem verbrennungsbetriebenen Fahrzeug eine Gefährdung durch die Benutzung des Brennstoffes ergibt, stellt bei einem elektrischen Fahrzeug die eingesetzte Spannungslage eine spezielle Gefahrenquelle dar. Diese sollte durch die Durchführung der Gefahrenanalyse genauestens verifiziert werden, so dass das Gesamtsystem vor Übergabe der Fahrzeuge zur Kundenbedarfsanalyse an die Flottenpartner als sicher bewertet werden kann.

### 3.3.4.2.2. Vorgehen/Methodik

Die allgemeine Methodik bei der Durchführung der Gefahrenanalyse startet bei der Risikoanalyse und der qualitativen Untersuchung der Gefahren. Dabei werden von Anfang an die Lieferanten an den System-schnittstellen mit eingebunden. Denn zur Ableitung grundlegender Sicherheitsanforderungen mit Beschreibung der Absicherungskonzepte sowie zur Festlegung von geeigneten, risikoreduzierenden Maßnahmen müssen alle Beteiligten frühzeitig eingebunden werden.

Nach Erstellung des Terminplans und der Festlegung des Konzeptes mit den involvierten Partnern und Abteilungen, wurden ca. 280 Positionen der Gefahrenanalyse gemeinsam ausgearbeitet und festgelegt. Wie in der Zielsetzung angemerkt, wird hier die Sicherheit der im Fahrzeug oder der im Kontakt zum Fahrzeug befindlichen Personen betrachtet. Neben den Fragen wie

- Sicherheitseinrichtungen im Fahrzeug,
- Isolierung stromführender Teile mit Überwachung,
- Anforderungen an das Bremssystem,

betrachtet die Gefahrenanalyse bei Fahrzeugen beispielsweise auch Punkte wie:

- Maßnahmen zur Verhinderung einer ungewollten Beschleunigung,
- Freigaben für Bauteile und Bauteilgruppen,
- Festigkeitsanforderungen,
- Schutz vor Überladung der Batterie.

Ebenfalls abgedeckt werden Fragestellungen wie die maximale Zeitdauer zur Enteisung der Scheiben oder einer Falschbedienung (Misuse) wie z.B. ein „2-Fuß-Fahrer“. Manche konnten nur anhand von Tests und Testreihen mit einem realen Fahrzeug beantwortet werden, daher der Verifikationsbedarf frühzeitig bekannt sein, beziehungsweise aufgezeigt werden. Optimal ist eine Verifikation von den System- und Fahrzeugkonzepten im seriennahen Zustand. Änderungen, die stark vom verifizierten Zustand und Konzept abweichen, mussten erneut bewertet werden.

### 3.3.4.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Während einige Positionen der Gefahrenanalyse aus der Serie des Mercedes Benz Vito abgeleitet und bewertet werden konnten, musste ein Großteil in Tests und Testreihen neu erforscht werden. Speziell die HV-Komponenten, das Netz und der neuartige Antriebstrang wurden dabei detaillierten Prüfungen unterzogen. Nachfolgend werden die Wichtigsten, besonders mit dem Fokus auf die Neuartigkeit in der Transportfahrzeugklasse erläutert.

Eine vollständig bearbeitete und abgeschlossene Gefahrenanalyse ist Voraussetzung zur Erreichung der Europäischen Typgenehmigung (ETG). Aus diesem Grund wurde die Gefahrenanalyse auch in enger Zusammenarbeit mit dem TÜV und Spezialisten der Homologation durchgeführt und stets auf Zielerreichung abgeglichen.

Die Gefahrenanalyse als Bestandteil der Homologation wurde vollständig dokumentiert und abgeschlossen. Sie wurde mit der gesamten Dokumentation der homologationsrelevanten Typprüfungen in Zusammenarbeit mit dem TÜV an das Kraftfahrzeug-Bundesamt (KBA) zur Erteilung der Europäischen Typgenehmigung (ETG) übergeben. Nach der Prüfung durch das KBA wurde die Europäische Typgenehmigung erteilt. Die Bedeutung der ETG wird im Unterkapitel „Erfüllung von Zertifizierungs- und Sicherheitsvorschriften (Homologation)“ genauer erläutert.

### 3.3.4.3. Hitze- und Kälteerprobung

Hitze- und Kälteerprobungen dienen in erster Linie der Funktionserprobung und -sicherstellung von Komponenten bei Extremwetterbedingungen, wie sie entsprechend in den länderspezifischen Anwendungsgebieten vorkommen können. In der heutigen Fahrzeugentwicklung entstehen moderne Automobile zunächst am Computer. Auch die ersten Crashversuche, Aerodynamikuntersuchungen oder Fahrwerkserprobungen finden als elektronische Simulationen in der virtuellen Welt statt, lange bevor der erste Prototyp gebaut ist. Solche Simulationen können allerdings Prüfstandsversuche und die Erprobung in der realen Welt nicht ersetzen. Die besonders für Fahrzeuge kritischen Umweltzustände wie Kälte, Hitze, Feuchtigkeit oder Staub haben eine Vielzahl an Parametern deren Auswirkungen nicht berechnet werden können.

#### 3.3.4.3.1. Ziele

Die ersten Prüfungen hatten das Ziel, die Funktionsfähigkeit der Komponenten und des Fahrzeuges im Hinblick auf die Erfüllung der Zertifizierungs- und Sicherheitsvorschriften zu erreichen. Bei einer möglichen Überschreitung der vorgegebenen Grenzwerte, sollte frühzeitig eine Bauteiloptimierung durchgeführt werden oder alternativ die Anforderung an das Bauteil geändert werden.

Gerade die für Akkumulatoren kritische Umgebung eines klimatisch niedrigen und hohen Temperaturniveaus sollte unter Betrachtung der ganzjährigen Nutzbarkeit in der gemäßigten Zone ausreichend verifiziert werden. Da aus physikalischen Gründen bei tiefen Temperaturen Einschränkungen im allgemeinen Betrieb, zum Beispiel in der Reichweite, möglich sind sollte in der Erprobungsphase diese Größe evaluiert werden. In der Erprobung des hohen Temperaturniveaus sollten dagegen die Schwerpunkte Batteriekühlung, Batteriealterung, sowie der Funktionsnachweis trotz Verschmutzung oder Verstaubung gezielt untersucht und die Funktionsweise nachgewiesen werden.

#### 3.3.4.3.2. Vorgehen/Methodik

Bei den Forschungsarbeiten werden das Fahrzeug und besonders die Steuerungssoftware iterativ immer weiter verbessert. Da es sich sowohl um ein neues Fahrzeugkonzept im Transporterbereich als auch um den Einsatz neuentwickelter Komponenten handelte, musste deren Funktionsfähigkeit unter realen (Extrem-)Bedingungen getestet werden. Eine sequentielle Vorgehensweise ermöglichte eine frühzeitige Erforschung und Optimierung.

Vor Inbetriebnahme wurden die Fahrzeugkomponenten zunächst einzeln, dann in Teilsystemen im Gesamtfahrzeug untersucht, bevor das Fahrzeug am Ende des Fahrzeugaufbaus ganzheitlich geprüft wurde. Zudem wurden Prüfstandstests, die es allgemein erlauben, neu entwickelte Fahrzeuge oder Komponenten bereits frühzeitig für alle Wetterbedingungen zu optimieren, vor den realen Tests durchgeführt. Im Anschluss folgten die realen Tests. Diese wurden auch in enger Abstimmung der Vehicle Reaction Tests (VRTs), also z.B. der Erforschung des dynamischen Fahrzeugverhaltens auf verschiedenen Reibwerten der Fahrbahn, durchgeführt.

## Kältetests

Um die aufgrund der engen Terminplanung des Gesamtprojektes teilweise auf gekommenen Verschiebungen in diesem Arbeitspaket zu kompensieren, wurden erste Fahrversuche unter winterlichen Bedingungen (z. B. unterschiedliche Fahrbahnreibwerte) mit einem Fahrzeug aus einem anderen Daimlerinternen Projekt durchgeführt. So konnte das bestehende Bremsregelsystem (inkl. ABS und ESP) auf Verwendbarkeit mit Rekuperationsfunktionen bei geringer Bodenhaftung überprüft werden.

Aufgrund der anfangs schwierigen Komponentenverfügbarkeit wurde der vorgesehene erste vollständige Wintertest nicht durchgeführt. Um die tiefen Temperaturen zu Beginn des Berichtszeitraumes dennoch auszunutzen, wurde das erste aufgebaute Fahrzeug direkt in einem verkürzten Wintertest in Arjeplog, Schweden eingesetzt. Dort herrschten entsprechend niedrige Temperaturen und mit Hilfe einer geschlossenen Schneedecke konnten erste wichtige Erkenntnisse über das Verhalten eines elektrischen Transporters gewonnen werden. Die Untersuchung extremer Temperaturbereiche wurde anfangs in Kältezellen durchgeführt. Im Anschluss wurde dann die erste Technikfahrt Winter durchgeführt.



Abbildung 17 - Foto des Vito E-CELLs während der Technikfahrt Winter in Arjeplog

Folgend ein Auszug der Tests in der Technikfahrt Winter:

- Komponententests bei Extremtemperaturen
- Überprüfung der LV- und HV- Ladebilanz
- Verhalten des Fahrzeuges bei Kaltstarts
- Heizungstests mit dem PTC-Zuheizer

Um in diesem engen Zeitraum die vielzähligen Anforderungen effizient zu erproben sowie die verschiedenen Schwerpunkte in typischen und außerordentlichen Betriebssituationen unter realen Bedingungen zu erforschen, wurden entsprechende Testzyklen definiert und durchgeführt.

## Hitzetests

Analog zu den Kältetests und der Technikfahrt Winter wurden Erprobungen in den hohen Temperaturbereichen mit Einfluss von Staub und Verschmutzungstests durchgeführt. Auch hier wurden die für diese Parameter besonderen Funktionen geprüft und verifiziert.

Ein spezieller Erforschungsfokus dieser Technikfahrt galt dem Thermomanagement. Hier wurde in verschiedenen Tests ein möglicher Entfall des HV-Batteriekühlkreislaufes identifiziert. Diese Kühlung wurde ursprünglich integriert, da Lithium-Ionen-Batterien eine leistungskritische Temperatur-Obergrenze von ca. 40 Grad Celsius besitzen. Wenn diese Grenze zu oft im Betrieb überschritten wird, können sogenannte Degradationsreaktionen im Innern der Batterie die Lebensdauer stark verkürzen und sie irreversibel schädigen.

Eine Anpassung des gesamten Kühlungssystems wurde entsprechend durchleuchtet. Eine erste Abschätzung zeigte mögliche Vorteile durch die ersichtliche Gewichtsoptimierung und Komplexitätsreduzierung sowie durch die mögliche Verringerung des Energieverbrauchs des Gesamtsystems.

### 3.3.4.3.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die anschließenden Auswertungen bestätigten, dass keinerlei sicherheitsrelevante Auffälligkeiten und keine unerwartete Störungen bei dem Betrieb oder bei der Teilnahme am Verkehr unter extremen Umwelteinflüssen zu erwarten sind. Ein sicherer Betrieb des Vito E-CELL ist somit auch bei tiefen und hohen Temperaturen, sowie unter außergewöhnlichen Anwendungsfällen gewährleistet. Verschiedene Tests und Berechnungen ergaben zudem für die Batterie des Vito E-CELL, eine stetige Unterschreitung dieser Temperaturgrenze auch ohne Betrieb der Batteriekühlung. Somit werden, unter der Prämisse einer erfolgreichen Hitzeerprobung und Applizierung, nur Fahrzeuge, die nach Dokumentation und Einsteuerung der Änderung im Werk produziert werden, ohne Batteriekühlung aufgebaut.

### 3.3.4.3.4. Erfüllung von Zertifizierungs- und Sicherheitsvorschriften (Homologation)

Die Europäische Typp Genehmigung (ETG) bestätigt allgemein, dass ein Fahrzeug den europäischen Vorschriften für die Zulassung zu einem allgemeinen Betrieb auf öffentlichen Straßen entspricht. Für den Zulassungsprozess bedeutet dies, dass ein Fahrzeug nach der Produktion nicht mehr einzeln dem deutschen TÜV zur Begutachtung vorgestellt werden muss. Denn mit Erteilung der ETG wird eine Übereinstimmungsbescheinigung vom Hersteller dem Fahrzeug beigelegt, sodass der Nutzer sein produziertes Fahrzeug selbstständig und ohne Prüfung durch den TÜV zulassen kann. Bei einem elektrischen Fahrzeug entfällt zudem die bis dato nötige Fahrzeugeinweisung mit HV-Schulung eines Fahrzeugführers. Die im Transportwesen übliche Schichtnutzung des Fahrzeuges kann nach Erhalt der ETG flexibler durch die Unternehmen umgesetzt werden.

### 3.3.4.3.5. Ziele

Das Ziel des Zertifizierungsprozesses stellt die Erreichung der Europäischen Typp Genehmigung (ETG) dar, in welche die Gefahrenanalyse als Bestandteil einfließt. Dabei deklariert die ETG allgemein, dass das Fahrzeug den europäischen Vorschriften für die Zulassung zu einem allgemeinen Betrieb auf öffentlichen Straßen entspricht. Neben den sicherheitsrelevanten Aspekten, die in der Gefahrenanalyse abgebildet und geprüft wurden, sollten hier zum Einen die Merkmale mit den Richtlinien der Fahrzeugklasse des Transporters innerhalb der ETG verglichen und zum Anderen die spezifischen Merkmale des neuartigen elektrischen Antriebssystems in diesem Fahrzeug bewertet werden.

### 3.3.4.3.6. Vorgehen/Methodik

Zu Projektbeginn wurde eine Recherche der relevanten Gesetze für die Typp Genehmigung durchgeführt (zur Absicherung der Zulassung gemäß 2007/46/EG). Hybridspezifische und batterieelektrische Besonderheiten wurden identifiziert und mit bestehenden aktuellen Gesetzen und Normen abgeglichen. Eine Aufwandsabschätzung der Homologation auf Basis der durchgeführten Recherchen und der zu erwartenden Änderungen

gen in bestehenden Gesetzen konnte daraufhin abgeleitet werden. Dieser sequentielle Untersuchungsprozess führte letztlich zur Festlegung eines entsprechenden Homologationskonzeptes, welches stetig mit den verschiedenen Partnern abgestimmt wurde. Ebenso wurde die Vorgehensweise mit dem technischen Dienst (TÜV) und den Beauftragten zur Sicherstellung der späteren Typgenehmigung festgelegt.

Die Zertifizierung und Homologation wurde dem üblichen Modell entsprechend in mehrere Phasen gegliedert, an deren Ende die allgemeine Zulassung für den Straßenverkehr steht. Inhalt der ersten Phase war die Erreichung von Vorschriften für den internen Betrieb der Fahrzeuge und dem Erhalt eines roten Kennzeichens. In diesem Stadium konnten Fahrten zur Überführung von Ort A zum Ort B und erste Prüfungsfahrten durchgeführt werden. Das nächste Zwischenziel stellte die Erreichung der Zulassung mit einem schwarzen Kennzeichen nach § 19.6 StVZO als Erprobungsfahrzeug dar. In diesem Zulassungsstatus dürfen die Fahrzeuge von geschulten Daimler AG – Mitarbeitern betrieben und erprobt werden. Nach Abschluss der parallel durchzuführenden Gefahrenanalyse sowie weiterer Untersuchungen sollte die Beantragung der ETG erfolgen. Da aber schon vor der Erteilung der ETG durch das KBA aufgrund des kurzen Projektzeitraums die Erprobungsphase im realen Straßenverkehr gestartet werden sollte, wurde hier eine Zulassung nach § 19.6 StVZO zur Kundenfahrerprobung via Ausnahmegenehmigung eingefügt.

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Zwischenschritte und Arbeitspakete im Projekt zur Erreichung der Europäischen Typgenehmigung.



Abbildung 18 – Homologationszwischenschritte und Arbeitspakete zur Erreichung der Europäischen Typgenehmigung

### 3.3.4.3.7. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Aufgrund der Neuartigkeit des Fahrzeuges vor allem in dieser Fahrzeugklasse mussten schon zur Einzelzulassung des Fahrzeuges nach § 16 FZV mit rotem Kennzeichen viele Bauteile und Funktionen im Konzept finalisiert sein. Die Gefahrenanalyse begann dabei parallel mit dem Start der Entwicklungsphase, um die Verifikationsbedarfe und Optimierungsschleifen schon früh aufzeigen zu können. Da die Untersuchungen zur Erreichung der ETG hauptsächlich die Merkmale des Fahrzeuges mit bestehenden Richtlinien vergleicht und das



Konzept der für den Anwender benutzbaren Funktionen dem verbrennungsbetriebenen Fahrzeug gleicht, konnten viele Prüfungen des Basisfahrzeuges übernommen werden. Lediglich die strom- und antriebspezifische Betrachtung des Sicherheitsaspektes in der Untersuchung der Gefahrenanalyse kann als differenziert zu einem Zulassungsprozess von herkömmlichen Fahrzeugen gewertet werden. Die folgende Liste stellt ein Auszug aus den Untersuchungen im Zertifizierungsprozess zur Erreichung der ETG dar. So werden zum Beispiel

- die allgemeinen Baumerkmale, sowie Spezifikationen des Fahrzeugs, der integrierten Systeme und Komponenten,
- die Merkmale der Antriebsmaschine, sowie der Kraftübertragung,
- die Merkmale der Achsen und der Radaufhängung,
- die vorgeschriebenen Vorrichtungen, wie zum Beispiel Beleuchtungs- und Lichtsignaleinrichtungen,
- der Geräuschpegel des Fahrzeugs im Stand, sowie im Fahrbetrieb,
- die Einhaltung europäischer Umweltschutzaufgaben, sowie die Recyclingfähigkeit

untersucht und auf Konformität bewertet. Da manche Funktionen des Fahrzeuges zu frühen Zeitpunkten noch nicht vollständig abgesichert werden konnten, wurden in den ersten Forschungsfahrzeugen ein „Not-Aus“ – Schalter und ein spezielles, zusätzliches Überwachungskonzept implementiert.

Mit Hilfe des stufenweisen Vorgehens im Homologationsprozess und aufgrund der nachgewiesenen Konformität aller Bauteile, Systeme, Funktionen und Konzepte wurde nach Vorlage und Prüfung der Dokumente durch das KBA dem Vito E-CELL die ETG ohne Einschränkung erteilt. Die Anfangs nötige Fahrzeugeinweisung mit spezieller Hoch-Volt-Schulung eines Fahrzeugführers ist somit nicht mehr notwendig. Auch die Anmeldung des Fahrzeuges funktioniert für einen Kunden analog wie zu herkömmlichen, verbrennungsbetriebenen Fahrzeugen über die CoC-Papiere, also die Übereinstimmungsbescheinigung ohne weitere Begutachtung.

Im Anschluss mussten alle Fahrzeuge in Kundenfahrerproben von Partnern auf den homologierten Serienstand aktualisiert werden, was im entsprechenden Kapitel dargestellt wird.

### **3.3.5. Absicherung der Crashesicherheit**

#### 3.3.5.1. Ziele

Während die Konzepte und Sicherheitsstandards zur Vermeidung von Unfällen bei der Erforschung von Re-kuperation und der Anbindung an Fahrsicherheitssysteme erforscht und implementiert wurden, sollten hier die konstruktive Basis mit dem Packaging im Falle eines Unfalls erforscht werden. Die Gewährleistung der hohen Sicherheitsansprüche der Daimler AG sollten dabei bei Crashversuchen erprüft und sichergestellt werden. Denn besonders durch den neuartigen Aufbau des Vito E-CELL mit neuen Antriebskomponenten und einer großen Hochvolt-Batterie sind die realen Crashtests für den Erkenntnisgewinn über die Fahrzeugstruktur und das –verhalten, auch für die spätere Forschung und über das Projektende hinaus, sinnvoll.

#### 3.3.5.2. Vorgehen/Methodik

Im Allgemeinen gibt es zwei Möglichkeiten zur Analyse des Crashverhaltens. Zum Einen die physikalischen Tests im Rahmen eines standardisierten Versuchs mit realen Fahrzeugen und zum Anderen die Erforschung mittels stochastischer Computersimulationen. Beide beinhalten aber die Simulation unter definierten Bedingungen, bei der das Fahrzeug gegen ein feststehendes, starres oder deformierbares Hindernis geführt wird.

Im ersten Schritt wurden mit den Einzelbauteilen Computersimulationen durchgeführt. Hierzu wurden u.a. für die neuartigen elektrischen Antriebskomponenten Simulationsmodelle erstellt. Aus diesen Datenmodellen entstand so ein vollständiges Fahrzeugmodell, welches bei neuen Erkenntnissen schnell angepasst werden konnte. Parallel wurden die anhand der Forschungsergebnisse festgelegten Fahrzeugteile und elektrischen Komponenten in den realen Forschungsfahrzeugen angepasst. Im Anschluss an die Computersimulationen und der Anpassungsprozesse wurden die realen Simulationen gestartet.

Da die Daimler AG dem Schutz von Personen einen besonders hohen Stellenwert beimisst, wurde die Crashsicherheit in mehreren Schritten durch das Einbringen von zusätzlichen Bauteilen in einem iterativem Prozess erhöht.

### 3.3.5.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Der erste Crashversuch fand im Juli des vergangenen Jahres statt. Hierzu wurde ein Fahrzeug frontal auf eine nichtdeformierbare Barriere gesteuert. Im zweiten Crashversuch wurde mit dem gleichen Fahrzeug der Pfahlaufpralltest vollzogen. Dabei traf auf das um 90 Grad gedrehte Fahrzeug eine pfahlähnliche Barriere mit 29 km/h auf Höhe der Schiebetür. Im dritten Crashtest wurde ein weiteres Fahrzeug mit 64 km/h und 40% Offset auf eine deformierbare Barriere gelenkt. Der Offsetwert beschreibt dabei die Größe der Fahrzeugfläche, mit der es auf die Barriere seitlich versetzt trifft. Die nachfolgende Grafik zeigt den Zeitpunkt des Aufpralls mit den Daten aus der digitalen Simulation:

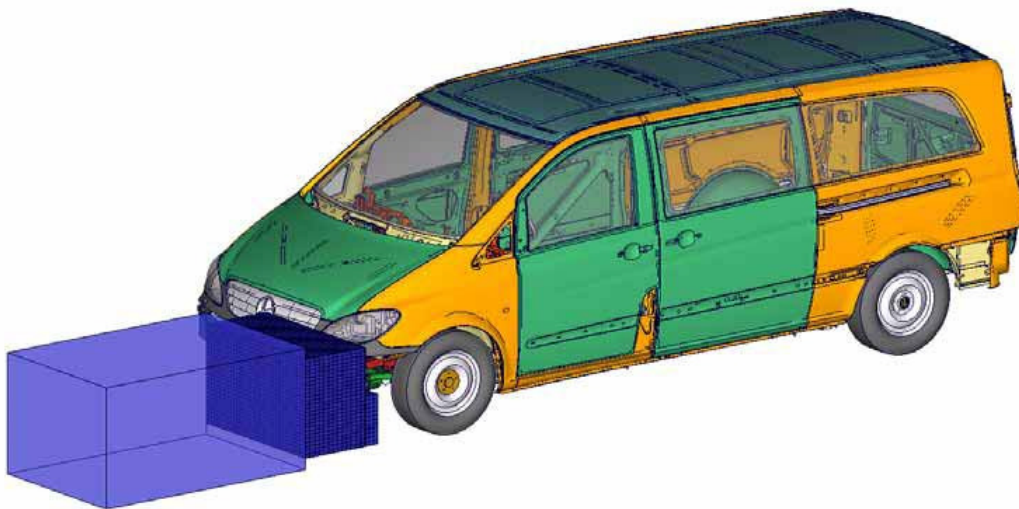


Abbildung 19 - Prinzipdarstellung Frontalcrash mit 40% Offset

Zusätzlich wurde ein sogenannter Sensor-Schwellen-Test mit einem weiteren Fahrzeug durchgeführt. In diesem Test wurde das Fahrzeug mit 30 km/h auf eine nichtdeformierbare Barriere gelenkt. Dabei war nicht das konstruktionsseitige Verhalten des Fahrzeuges der Untersuchungsgegenstand, sondern die Überprüfung der richtigen Auslösezeitpunkte und Abläufe der Sensoren aller passiven Sicherheits- und Rückhaltesysteme. Die Reaktion des Airbags und der Stärkegrad der Gurtstraffer müssen immer in Abhängigkeit der Geschwindigkeit, der Intensität des Aufpralles und der Lage des Fahrzeuges entsprechend ausgelöst werden. In diesem Test wurden auch die Unterbrechung der HV- und LV-Kreisläufe mittels der Pyrofuse mit anschließender Entladung verifiziert.

Zuletzt wurde ein zusätzlicher Crashversuch mit einem weiteren Fahrzeug am 21.12.2010 unter den Bedingungen des 40% Offset-Versuchs mit 64 km/h durchgeführt. Aufgrund der Datenauswertung des dritten Crashtests wurden Optimierungen an Komponenten identifiziert und in den Forschungsfahrzeugen umgesetzt. Deshalb entschied man sich, auch ohne gesetzliche Verpflichtung, zur Untersuchung und Bestätigung der gewonnenen Simulationsergebnisse durch einen weiteren Realtest mit dem Elektrofahrzeug Vito E-CELL. Somit wurden insgesamt nicht nur die Anfangs geplanten drei, sondern fünf unterschiedliche Tests der Crashsimulation, die auch innerhalb des herstellerunabhängigen European New Car Assessment Program (NCAP) wieder zu finden sind, vollzogen. Die Ergebnisse der Crashtests dienten dabei in erster Linie der Erforschung von Fahrzeugstruktur und Insassensicherheit während einer typischen Unfallsituation. Untersuchungsschwerpunkte waren zudem die Beobachtung des Formverhaltens und der Energieaufnahme der Fahrzeugzelle und des -rahmens sowie die Überprüfung der neuartigen Sicherheitskonzepte und -komponenten, die bei der Elektrifizierung des Vito E-CELL integriert wurden.

Die in der Fahrzeugklasse der Kleintransporter hohen Sicherheitsstandards, die die Daimler AG implementiert hat, wurden vollständig umgesetzt und erreicht.

### **3.4. Lade- und Kommunikationssysteme**

Schwerpunkt dieses Teilprojektes ist die Entwicklung und Erforschung der fahrzeugseitigen Komponenten und Systeme zum Ladevorgang, damit ein täglicher effektiver Betrieb eines batterieelektrischen Transporters gewährleistet ist. Neben der hierfür nötigen Energiebereitstellung müssen entsprechende Lade- und Kommunikationssysteme sowie Batterieladesoftware und -hardware implementiert werden. Dabei müssen die Entwicklung und Erprobung eines Ladesystems (bestehend aus Fahrzeug, Ladestation und Backend) abgestimmt werden.

#### **3.4.1. Integration des Bordladegeräts und der Verbindungstechnik**

Bei Integration der On-board-Batterieladegeräte und die Umsetzung der Verbindungstechnik wurde auf die Kompatibilität zu anderen Regionen und internationalen Normen geachtet.

##### **3.4.1.1. Ziele**

Die Zielsetzung in diesem Arbeitspaket lag in der Integration und Abstimmung des Ladesystems mit den anderen Komponenten des elektrischen Fahrzeuges. Neben dem reinen Fahrbetrieb ist der Ladebetrieb ein essentieller Betriebsmodus eines Elektrofahrzeuges. Zudem sollten Konzepte zur Kommunikation und Visualisierung von Zuständen erarbeitet und umgesetzt werden.

##### **3.4.1.2. Vorgehen/Methodik**

Für die beiden Ladegeräte wurden alternative Steckerpositionen aber auch Bauformen hinsichtlich Crash, Ergonomie bei der Montage, Kabelführung und Umgebungstemperaturen untersucht und ausgewählt. Fahrzeugseitig wurden die Ladegeräte mit Kommunikationsschnittstellen in das elektrische Hochvoltsystem integriert. Zu Beginn des Projektes wurden in den ersten Forschungsfahrzeugen luftgekühlte Ladegeräte eingebaut. Um die bei der Gleichrichtung des Stromes innerhalb des Laders entstehende thermische Energie effektiver abzuführen, wurden in den finalen Bauständen zwei wassergekühlte Ladegeräte eingesetzt (siehe Abbildung 20).

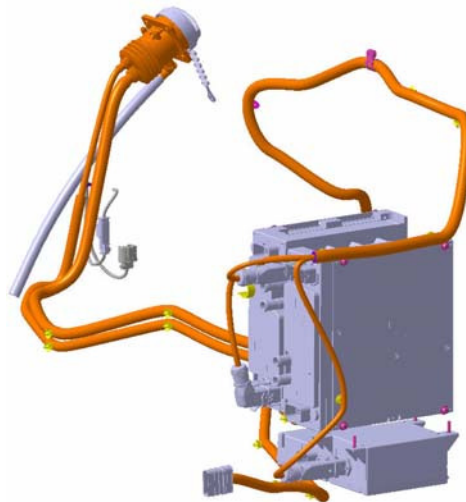


Abbildung 20 – Ladegeräte, -steckdose und Kabel mit SCCU

Im Bereich der netzseitigen Ladeinfrastruktur sollte ein Ladestecker genutzt werden, der sich zu Projektbeginn schon in einem Standardisierungsprozess befand und zukünftig europaweit eingesetzt werden sollte. Somit kann eine Aufladung des Fahrzeuges auch am elektrischen Stromnetz in anderen Regionen erfolgen. In einem weiteren Schritt wurde der Fokus auf die Kommunikation in Form von Zustandsvisualisierung zum Nutzer untersucht und nach Festlegung implementiert.

#### 3.4.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Aufgrund der Batteriekapazität von 36 kWh und den Anforderungen zur Ladezeit an einen elektrischen Transporter wurde eine Ladeleistung von 6 kW festgelegt. Hierdurch kann die Batterie in maximal 6 Stunden, unter Berücksichtigung real verwendeter SOS-Grenzen (State of Charge) in ca. 4-5 Stunden, wieder vollständig aufgeladen werden. Hierzu werden zwei einphasige 3 kW Ladegeräte verwendet, welche somit zwei Phasen des dreiphasigen Drehstromnetzes nutzen.

Der Anschluss an das Stromnetz erfolgt mittels des neuen siebenpoligen Modularsteckers für elektrische Fahrzeuge (Mennekes-Stecker), welcher zukünftig in allen Fahrzeugen Verwendung finden wird und in der Norm IEC 61851 festgelegt ist. In Abbildung 21 sind die Ladegeräte mit darunter positionierter SCCU dargestellt. Die Hochvolt-Kabel (orange) verlaufen innerhalb des Fahrzeuges zur Ladedose.

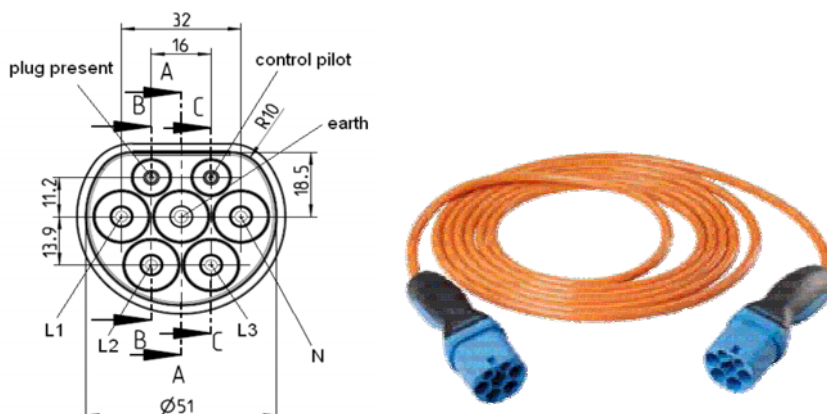









Abbildung 21 – Darstellung Ladesteckdose und Ladekabel

Zur Visualisierung und Kommunikation der Zustände des Ladesystems dem Nutzer gegenüber, wurde ein LED-Ring an der Ladedose platziert. Die farblichen Anzeigen gehen deutlich über die im Kombiinstrument angezeigten Informationen hinaus und ermöglichen zudem eine einfache Orientierung im Fehlerfall. Das Anzeigeschema des LED-Rings ist dabei wie folgt festgelegt:



## Regulärer Aufbau des Ladevorgangs beim Anstecken des Kabels

	Dunkel	Kein Stecker gesteckt
	Kurzes weißes Leuchten	Stecker wurde gesteckt
	Dauerleuchten Orange	Nach Verriegelung der Stecker Alles in Ordnung, aber es fließt noch kein Ladestrom
	Grün pulsierend	Ladestrom fließt
	Dauerleuchten Grün	Ladevorgang abgeschlossen

## Unterbrechen des Ladevorgangs

	Kurzes weißes Leuchten	Bestätigung Ladevorgang unterbrochen Verriegelung gelöst
	Niederfreq. blinkend Orange	Kabel ist am Fahrzeug gesteckt

## Fehlerfälle

	Hochfreq. blinkend Orange	Fehler HV-Komponenten oder Lader im Fahrzeug
	Niederfreq. blinkend Orange	Kein Control-Pilot-Signal Netzspannungsausfall Batteriespannung zu hoch

### **3.4.2. Anpassung der Diagnose und Kommunikationstechnik der Fahrzeuge**

Die Grundvoraussetzung für eine Kommunikations- und Diagnosemöglichkeit der Komponenten besteht in der Implementierung von digitalen Schnittstellen zu einer intelligenten Steuereinheit.

#### 3.4.2.1. Ziele

Diese Steuereinheit zu identifizieren, war die erste Zielsetzung in diesem Arbeitspaket. Zudem sollten hier die Diagnoseschnittstelle und Kommunikationsmöglichkeiten des Fahrzeugs mit externen Ladeeinrichtungen untersucht und implementiert werden.

#### 3.4.2.2. Vorgehen/Methodik

Die Grundlagen zur Diagnose und Kommunikation des Fahrzeuges bzw. der Ladegeräte und des entsprechenden Steuergerätes wurden frühzeitig durch Festlegung eines CAN-Bussystems festgelegt. Zudem wurde die Norm IEC 61851, in der verschiedene Funktionsumfänge vorgeschrieben oder empfohlen werden, als Maßstab für die analoge Kommunikation des Ladevorganges festgelegt und umgesetzt.

Um die intelligenten Funktionen zur Ladesteuerung zwischen Energieversorger und Fahrzeug zu ermöglichen wurde der zusätzliche Einsatz einer digitalen Kommunikation notwendig. Es wurde hierfür die sogenannte Smart Charge Communication Unit (SCCU) ausgewählt und in die Fahrzeuge integriert. Mittels Power Line Communication (PLC) ist der Austausch digitaler Daten möglich.

### 3.4.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Durch ein pulsweitenmoduliertes Signal (PWM-Signal), welches von der Ladestation generiert wird, werden verschiedene Parameter erzeugt. Hierbei wird auch die maximale Stromtragfähigkeit des verwendeten Ladekabels mittels einer Widerstandskodierung berücksichtigt.

Anhand der Amplitude des PWM-Signals (Spannungslage) werden verschiedene Zustände (States) definiert, die dem Fahrzeug vorgegeben werden. (z.B. Fahrzeug nicht verbunden, Fahrzeug verbunden aber noch nicht bereit zur Ladung, Fahrzeug verbunden und bereit zur Ladung, Fehlerfall in der Ladeinfrastruktur, etc.) Durch die Puls- oder Tastweite wird (unter Berücksichtigung des Ladekabels) die maximal mögliche Stromstärke der jeweiligen Ladestation / Wallbox dem Fahrzeug mitgeteilt.

Im Bereich der digitalen Kommunikation wurde das Smart Charge Communication Protocol (SCCP) umgesetzt. Hier signalisiert die Ladestation dem Fahrzeug mittels eines PWM-Tastverhältnisses von 5%, dass eine digitale Kommunikation möglich ist. Im weiteren Verlauf kann eine Ladekurve zwischen Fahrzeug und Infrastruktur intelligent „verhandelt“ werden. Der wichtigste Parameter wird dabei durch die Eingabe der gewünschten Abfahrtszeit festgelegt, da dieser das Zeitfenster vorgibt, welches für eine intelligente Steuerung des Ladevorgangs zur Verfügung steht.

Darüber hinaus wurde im Fahrzeug das SCOM – Smart-Charge-Optimisation-Modul, welches die Optimierung der Ladekurve innerhalb des Fahrzeuges auf Basis der Daten des Batterie-Management-Systems, der Vehicle-Control-Unit, dem Kombiinstrument und weiterer Einflussgrößen berechnet, implementiert.

### **3.4.3. Aufbau von Lademöglichkeiten an den Standorten der Projektpartner und Entwicklung einer intelligenten Ladestrategie**

#### 3.4.3.1. Ziele

Zum Laden der Batterie des elektrischen Fahrzeuges sollte an den jeweiligen Standorten der Erprobungspartner eine geeignete Ladeinfrastruktur aufgebaut werden. Von einer sicheren und bestehenden Technik ausgehend, war das Ziel, in Zusammenarbeit zwischen Fahrzeughersteller und Energieversorger eine intelligente Ladestrategie zu entwickeln.

#### 3.4.3.2. Vorgehen/Methodik

Zur Auswahl und Überprüfung der jeweiligen Standorte fand ein enger Austauschprozess zwischen dem Fahrzeughersteller Daimler, dem Energieversorger Vattenfall und dem jeweiligen Erprobungspartner statt. Nach einer Analyse der Gegebenheiten vor Ort wurde eine entsprechende Ladeinfrastruktur errichtet, die ein gleichzeitiges Laden aller Fahrzeuge eines Standortes ermöglicht.

Das genaue Vorgehen wird in Kapitel 4 durch den Projektpartner dargestellt.

Da das Fahrzeug Vito E-CELL im Falle einer Ladung mittels PWM-Signal ohne digitale Kommunikation sofort den Ladevorgang beginnt, kann es im Falle einer größeren Anzahl von Fahrzeugen an einem Standort dazu kommen, dass die maximale Gesamtleistung des elektrischen Anschlusses erreicht wird. In diesem Fall ist entweder ein Netzausbau oder die Steuerung der Gesamtlast am jeweiligen Depot notwendig.

Zusätzlich ermöglicht die Eingabe einer Abfahrtszeit im Kombiinstrument des Fahrzeugs eine Beeinflussung des Ladezeitpunktes, sofern die Standzeit bis zum Abfahrtszeitpunkt größer als die notwendige Ladezeit ist. Da besonders Fahrzeuge im Wirtschaftsverkehr außerhalb der Geschäftszeit, überwiegend nachts, nicht im Fahrbetrieb sind, ergibt sich ein großes Potential.

Auf Basis des im vorangehenden Abschnittes beschriebenen SCCP wurden gemeinsam Anwendungsfälle und technische Spezifikationen zum Einsatz eines lokalen Lastmanagements und dem Einsatz regenerativer

Energien erarbeitet und festgelegt. Die beiden intelligenten, miteinander kommunizierenden Komponenten in Fahrzeug und in der Ladeinfrastruktur wurden während der Projektlaufzeit von beiden Unternehmen weiterentwickelt und aneinander angepasst.

### 3.4.3.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die zum Fahrzeugbetrieb notwendige Ladeinfrastruktur konnte an allen Standorten, in Abstimmung mit dem Auslieferungszeitpunkt der Fahrzeuge, aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Ein Laden der Fahrzeuge am jeweiligen Depot wurde dadurch sichergestellt.

Eine intelligente Ladestrategie wurde gemeinsam entwickelt und konnte in mehreren Versuchsreihen optimiert und verifiziert werden. Die Forschungsfahrzeuge sowie einige Fahrzeuge des Projektpartners Vattenfall unterstützen den intelligenten Ladevorgang an einer entsprechenden Ladestation.

Der Roll-out auf alle Erprobungsfahrzeuge in Berlin ist fahrzeugseitig vorbereitet und kann parallel zum Roll-out der entsprechenden, die digitale Kommunikation unterstützenden, Ladesäulen erfolgen.

Hierdurch konnten bereits wichtige Arbeiten im Rahmen eines Modellversuchs geleistet werden, welche als Vorbereitungen zur langfristigen Einführung des intelligenten Ladestands nach IEC 15118 gesehen werden können.

## 3.5. Konzeption Flottenbetreuung

Im Teilprojekt "Konzeption Flottenbetreuung" lag der Fokus auf der Vorbereitung und Umsetzung aller Maßnahmen für den Flottenversuch. Hierzu gehörte die Erstellung eines Betreuungskonzepts für die Fahrzeuge bei den Flottenpartnern.

### 3.5.1. Erstellung eines Betreuungskonzeptes

Mit Betreuung wird meist der effektive und effiziente Service in Richtung des Kunden oder des Fahrzeugführers im Falle eines Defektes oder der regulären Serviceintervalle verstanden. Bei der Entwicklung eines neuartigen Fahrzeugkonzeptes muss allerdings dieses Verständnis erweitert betrachtet werden.

#### 3.5.1.1. Ziele

Um Fehler schnell und effizient beheben zu können, müssen diese in erster Linie vorab bekannt sein. Da die vorliegende Prämisse bei der Entwicklung eines neuen Antriebskonzeptes für die Transporterklasse nicht automatisch gegeben ist, müssen neue Rahmenbedingungen geschaffen werden. Diese sollten nicht nur die schnelle Reparatur des Defektes ermöglichen, sondern auch die Möglichkeit bieten, aus diesen Fehlern zu lernen.

Aus diesem Grund sollte das Betreuungskonzept an den bestehenden Daimler spezifischen Serienbetreuungsprozessen ausgerichtet werden.

#### 3.5.1.2. Vorgehen/Methodik

Die Ausgestaltung des Betreuungskonzeptes basierte auf der Ausrichtung an die Daimler AG spezifischen Serienprozesse mit Inanspruchnahme des bestehenden Händlernetzes der Mercedes-Benz Organisation. Die Auswahl der Werkstätten erfolgte auf Basis der Entfernung zum Depot des jeweiligen Kunden, damit für die potentiellen Kunden eine schnelle Erreichbarkeit der Werkstatt sichergestellt werden konnte.

Im Anschluss wurde die Qualifikation und Schulung der Mitarbeiter in den für den Versuch eingebundenen Werkstätten gestartet und vorangetrieben. Um in dieser Übergangsphase die nötige Betreuung zu garantieren, wurde auf ein spezielles Team, die sogenannten Flying Experts, zurückgegriffen. Bei dem Team handelt es sich um besonders ausgebildete Mitarbeiter des After-Sales, die bei schwierigen Fällen in die Problemlösung vor Ort, also direkt beim Kunden oder in der Werkstatt, eingebunden werden.

Parallel wurde die Ausrüstung der genannten Service-Werkstätten analysiert und nach Abgleich der Ausrüstung der Entwicklungswerkstätten an die Erfordernisse zur Reparatur, Wartung sowie dem geplanten Tausch von Komponenten angepasst und entsprechend erweitert. Dies umfasst beispielsweise spezielle Hochvolt-Werkzeuge oder eine Hubvorrichtung zur Montage und Demontage des Batteriemoduls.

### 3.5.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Das Betreuungskonzept für den Vito E-CELL basiert vollständig auf den Standardprozessen der Daimler AG. Das bedeutet, dass dem Flottenkunden schnell und effizient durch die jeweilige Niederlassung geholfen und der Vito E-CELL vollständig repariert wird.

### 3.5.2. Bereitstellung von Diagnosetools für den Großversuch

Die in den heutigen Fahrzeugen implementierten Antriebs- und Bedienfunktionen werden permanent durch elektronische Steuerungen und Software unterstützt. Bei elektrischen Fahrzeugen ist diese Unterstützung deutlich anders, da hier durch die zusätzlichen Bereiche elektrischer Antriebsstrang und HV-Batterie-Laden die Systemvielfalt umfassend verändert wird. Durch die Vielzahl und Verteilung der Funktionen sowie die Vernetzung der Steuergeräte wird auch die Fehlersuche komplexer. Zwar verläuft die Fehlererkennung und –speicherung mittels spezieller Prozesse und Software autark, dennoch sind diese eher mit einer Symptombeschreibung zu vergleichen, da die meisten Fehler aufgrund der Vernetzung der Steuergeräte gleichzeitig mehrere Fehlerquellen bedeuten können.

#### 3.5.2.1. Ziele

Um Fehler diagnostizieren zu können, müssen zuerst Diagnoseschnittstellen und Kommunikationsmöglichkeiten der einzelnen Komponenten implementiert werden. Dabei handelt es sich allerdings um eine Umsetzung, die parallel zu der Entwicklung der Komponenten vorangetrieben wurde.

In diesem Arbeitspaket sollte folglich das Ziel verfolgt werden, diese neuen Schnittstellen an die bestehenden Seriendiagnosewerkzeuge der Daimler AG anzupassen. Denn die Inanspruchnahme von bestehenden Systemen und Prozessen ermöglicht die maximal mögliche Reduktion der Investitionskosten für die Werkstätten. Darüber hinaus kann die Integration der Beteiligten des Werkstattnetzes in bekannte Arbeitsvorgehensweisen auch die Akzeptanz und das Vertrauen in die neue Technik verbessern.

#### 3.5.2.2. Vorgehen/Methodik

Da zu Anfang eine Anbindung an das Werkstattdiagnosesystem aufgrund der neuartigen Komponenten und anhand der fehlenden Fehlertransparenz nicht möglich war, wurden entwicklungspezifische Software und Diagnosetools zur Verfügung gestellt. Mit Diesen konnte eine Diagnose und Reparatur des Fahrzeuges durch die speziell geschulten Mitarbeiter oder Service Experts sichergestellt werden.

In Zusammenarbeit mit dem After Sales wurden dann die spezifischen Werkstattprozesse definiert und die zur Reparatur wichtigen Fehler- und Reparaturprozessbäume entwickelt. Diese Prozessverflechtungen verknüpfen Fehlerdaten der Diagnose mit einem definierten Vorgehen zur Fehlerbehebung. Hierdurch wird dem Anwender zu einer Fehlerquelle und –ursache jeweils eine Lösung oder ein Prüfverfahren zur Eingrenzung der Fehlerursache aufgezeigt. Auch das richtige Vorgehen und die richtigen Prozesse zur Handhabung der elektrischen Sicherheit werden hier empfohlen. Diese Fehler- und Reparaturprozessbäume wurden im Laufe des Projektes mit steigender Erfahrung permanent erweitert.

Zur weiteren Vorbereitung und Identifikation der effektiven Prüf- und Reparaturvorschriften, desgleichen unter Aspekten der Arbeitssicherheit, wurde ein Fahrzeug vollständig zerlegt und anschließend wieder in Betrieb genommen.



## 3.5.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Diagnosefähigkeit mit Fehleridentifikation und -behebungsprozessen wurden beim Vito E-CELL mit der Implementierung und Anpassung der STAR DIAGNOSIS vollständig umgesetzt.

Folgend ein Auszug aus den Diagnose und Kommunikationsmöglichkeiten mit den Komponenten über STAR DIAGNOSIS:

- Veränderungen / Anpassungen von im Fahrzeug abgespeicherten Werten
- Löschung des Störungscode
- Auslesen und Löschen der Fehlerspeicher
- Ausgabe von genauen Erklärungen zu gespeicherten Fehlern
- Teilprüfung
- Wartungsinformationsberatung
- Bauteillediagramm
- Bauschaltplan
- Kodierung und Programmierung der neuen ECU
- Reparaturhilfen anzeigen

Neben der Diagnose und Fehlerbehebung wurden aber auch weitere Prozesse dem neuartigen Fahrzeugkonzept angepasst. So zum Beispiel das Werkstattinformationssystem, das dem Service-Mitarbeiter alle notwendigen Daten rund um den Werkstattauftrag liefert. Hierzu gehören z. B. technische Beschreibungen, die der Mitarbeiter für die effektive Erledigung einer Wartungs- oder Reparaturdienstleistung benötigt. Zudem informiert es den Service-Mitarbeiter über fahrzeug-spezifische Nachrüstaktionen und über deren Auswirkungen auf die Wartung und Reparatur.

Für eine bessere Visualisierung der Fahrzeugkomponenten und für einen besseren Schutz von Werkstatt- und Service-Mitarbeitern, die mit Hochvoltkomponenten des Fahrzeugs in Berührung kommen, ist die Integration von detailgetreuen dreidimensionalen Bildern umgesetzt worden.

Eine weitere Systemmodifikation wurde im Daimler AG intern genutzten elektronischen Teilekatalog durchgeführt. Er unterstützt den Service-Mitarbeiter während des gesamten Prozesses, von der Bestimmung des Teilevolumens bis hin zur Erstellung von Kostenvoranschlägen oder Rechnungen. Mit modernen Such- und Navigationsfunktionen kann sich der Service-Mitarbeiter in kürzester Zeit die erforderlichen Teile zusammenstellen.

## **3.5.3. Kunden- und Werkstattinformation, Schulung und Training**

Aufsetzend auf die Implementierung der Diagnosefunktionen mit Fehlerbehebungsprozessen müssen die Mitarbeiter mit dem neuartigen Fahrzeugkonzept vertraut gemacht und geschult werden.

### 3.5.3.1. Ziele

In diesem Arbeitspaket sollten zusammen mit ergänzenden Aktivitäten die Grundlagen für die sachgemäße Handhabung der Elektrofahrzeuge im Markt geschaffen werden. Hierzu gehörte neben dem Informationsfluss zu den Benutzern und Flottenkunden auch die Erarbeitung von Trainingskonzepten zur Handhabung von Hochvoltkomponenten, die als Basis für Schulungen und Qualifikation der Kunden und Daimlermitarbeiter dienen.

Vor allem die Werkstattmitarbeiter (Reparaturtechniker, Wartungstechniker, zertifizierter Diagnostiker, Werkstattführungskraft, zertifizierter Serviceberater) sollten für den Umgang mit der neuen Technik qualifiziert und für die Gefahrenpotenziale der Hochvolttechnik sensibilisiert werden.

### 3.5.3.2. Vorgehen/Methodik

Das Schulungskonzept wurde zum aufbauenden Verständnis in 3 Schwerpunkte aufgeteilt:

1. Grundlagenschulung/Sensibilisierung,
2. Hochvolt-Basisschulung und
3. Produktschulung.

Zur besseren Steuerung des Qualifizierungsprozesses aller Beteiligten und zur effizienteren Handhabung der zukünftigen Entwicklung neuer Mitarbeiter wurden zudem die Schulungen auf dem „Train the Trainer“-Konzept aufgesetzt. Dieses Multiplikatorenkonzept „Train the Trainer“ wird eingesetzt, um eine schnelle und effiziente Verbreitung des im Projekt aufgebauten Wissens zu gewährleisten. Folgend ein Auszug aus der Schulungsunterlage „Train the Trainer“ zum Kennenlernen und Umgang mit dem Vito E-CELL:

Inhalt der Schulung	Ziel	Methoden/ Medien
Technische Daten Vito E-CELL	Der Teilnehmer kann die technischen Daten des Vito E-CELL wiedergeben	E-Learning / PC-Präsentation
Freischaltung und Inbetriebnahme des Hochvolt-Bordnetzes des Vito E-CELL	Der Teilnehmer kann das Hochvolt-Bordnetz unter Beachtung von Sicherheitsmaßnahmen nach Herstellervorschrift spannungsfrei schalten und in Betrieb nehmen	Blended Learning / Star Diagnosis am Fahrzeug mit Prüfgeräten und Werkzeug
Einbauorte Hochvolt-Bauteile des Vito E-CELL	Der Teilnehmer kann die Einbauorte der Hochvolt-Bauteile beschreiben	Blended Learning / Star Diagnosis am Fahrzeug mit Prüfgeräten und Werkzeug
Fahrzeugbedienung und Kombiinstrument	Der Teilnehmer kann das Fahrzeug korrekt bedienen und die Anzeigen sowie Kontrollleuchten im Kombiinstrument erklären	Blended Learning / Betriebsanleitung am Fahrzeug

Abbildung 22 - Auszug aus der "Train the Trainer"-Schulung Vito E-CELL

Der Know-how Transfer wurde durch die intensive Einbindung der Flying Experts sowie einem nachhaltigen Informationsaustausch zwischen Außenorganisation und After Sales sichergestellt. Die Kunden- und Werkstattliteratur wurde entsprechend den neuen Gefahren im Umgang mit dem Fahrzeug erweitert. Dazu wurde verstärkt auf Visualisierungen bei der Kunden- und Werkstattinformation gesetzt.

### 3.5.3.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Grundlagenschulung unterteilt sich in zwei Teile. Im ersten Teil werden Grundlagen, die unterschiedlichen Antriebsystemen/-varianten und die konzeptionellen Unterschiede der einzelnen Antriebsarten (z. B. Mildhybrid, Fullhybrid, Range Extender,...) erläutert. Der zweite Teil beschäftigt sich mit den Gefahren und Risiken, die durch einen unsachgemäßen Umgang mit HV-Fahrzeugen resultieren können, den rechtlichen Gesetzgebungen, Sicherheitshinweisen und der prozessualen Abwicklung bei Fahrzeugen mit Hochvoltkomponenten (z.B. generelles Freischalten des Fahrzeuges, Dokumentation dieser Arbeit im sogenannten Freischaltungsprotokoll, Wegsperrern des Fahrzeugschlüssels, etc).

Die Hochvolt-Basisschulung setzt auf dem erfolgreichen Durchlaufen der Grundlagenschulung auf. In dieser Schulung werden folgende Inhalte vermittelt: Erklärung und Funktionsweise der HV-Komponenten (z.B. DC/DC-Wandler, Ladegerät/Charger, E-Motor, Inverter,...), HV-Sicherheitsmaßnahmen (Anbringung von Warntafeln am Fahrzeug, genereller Freischaltprozess,...) und Erste Hilfe bei einem HV-Unfall.

Die Produktschulung erläutert, aufbauend auf das erlangte Grundwissen, spezifisches Wissen über sowie den richtigen Umgang mit dem Vito E-CELL.

Hierzu zählt zum Beispiel die Vermittlung,

- der Allgemeinen Kenntnis der Komponenten,
- der Lage der Komponenten,
- der Funktion der Komponenten und des Gesamtsystems,
- das Zusammenwirken der bekannten und neuartigen Bauteile,

und speziell für den Umgang mit dem HV-System,

- wie wird das System spannungsfrei geschaltet,
- wie wird das System nach Reparatur wieder scharf geschaltet und
- wo liegen Leitungen, in denen dauerhaft Strom fließt?

Nach Fertigstellung des Schulungskonzeptes wurde im Anschluss eine Pilotschulung durchgeführt. Somit wird das Wissen im Werkstattnetz der Daimler AG stetig weitergegeben.

Die beschriebene Erteilung der Europäischen Typp Genehmigung durch das Kraftfahrzeug Bundesamt bedeutet für die Fahrzeugauslieferung an die Erprobungspartner und die zukünftigen Vito E-CELL - Kunden außerdem, dass die bisherige Fahrzeugeinweisung mit speziellen, entwicklungspezifischen Inhalten nicht mehr durchgeführt werden muss. Somit kann der Flottenkunde jeden Mitarbeiter, der eine gültige Fahrerlaubnis zum Führen von Kraftfahrzeugen besitzt, zum Fahren des Vito E-CELLs einsetzen.

### **3.5.4. Ersatzteilversorgung**

Ein wichtiger Erfolgsfaktor für ein Fahrzeug ist die Gewährleistung der entsprechenden Teilverfügbarkeit in den Automobilwerkstätten. Dabei spielt die zuverlässige, schnelle und eng verzahnte Logistik eine zentrale Rolle.

#### **3.5.4.1. Ziele**

Im Rahmen des Projektes sollte identifiziert werden, welche bestehenden Prozesse angepasst und welche neuen Prozesse für die Umsetzung implementiert werden müssen. Denn zur Ableitung von neuen Logistikkonzepten für diese und nachfolgende Baureihen waren die Ergebnisse von zentraler Bedeutung. Hauptfokus ist, dabei einen kurzen und schlanken Beschaffungsprozess zu gestalten, der es einer Service-Station ermöglicht, die benötigten Teile autonom und auf kurzem Wege zu beschaffen.

Ein besonderes Vorgehen sollte im Rahmen der Ersatzteilversorgung der HV-Batterie entwickelt werden. Denn eine Reparatur in den Werkstätten vor Ort kann, aufgrund des Arbeitens unter Spannung ohne erforderliche Qualifikationsprofile, die es bis heute nur in der Energiewirtschaft gibt, nicht durchgeführt werden. Zudem sollte untersucht werden, ob eine bedarfsgerechte Versorgung durch eine zentrale und termingerechte Bereitstellung durch den Lieferanten möglich ist oder ob eine dezentrale Lageranpassung umgesetzt werden müsste.

#### **3.5.4.2. Vorgehen/Methodik**

Die Teileversorgung der Großhändler und Service-Betriebe von Mercedes-Benz wird durch die After-Sales Logistik geplant. In enger Zusammenarbeit mit der Entwicklung und den Zulieferern wurden die Teile und Softwarestände, die zum Beispiel auch in dem konventionell angetriebenen Transporter Vito verwendet werden, in die bestehenden Logistik- und Beschaffungsprozesse überführt.

Aufgrund der kritischen Verfügbarkeit und auch weil noch nicht alle Teile des elektrischen Antriebsstranges zu Beginn des Fahrzeugaufbauprozesses mit der finalen Software ausgestatteten waren, wurden diese

Komponenten über einen gesonderten, eng mit den Zulieferern verzahnten, Prozess abgewickelt. Somit konnte eine Reparatur eines Fahrzeuges schon früh in der Service-Station und Niederlassung am Salzufer in Berlin gewährleistet werden.

Neben der partiellen und sukzessiven Ausformung bzw. Umsetzung des Ersatzteilprozesses mussten auch die Lager-, Logistik und Handhabungsprozesse den batteriebetriebenen Fahrzeugen angepasst werden. Denn speziell die Lagerung und Versendung der Hoch-Volt-Batterie erforderte spezielle Prozesse und Einrichtungen.

### 3.5.4.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Ersatzteilversorgung konnte vollständig in den daimlerspezifischen Prozess integriert werden. Alle Teile des Vito E-CELL können über das Mercedes-Benz Global Logistics Center in Germersheim beschafft werden, welches mit über einer Million Quadratmeter Lagerfläche das größte Lager für automobiler Ersatzteile weltweit ist.

Um eine homogene und bedarfsgerechte Versorgung mit HV-Batterien zu ermöglichen, entschied man sich für eine zentrale Lagerung im Mercedes-Benz Global Logistics Center und zur Einführung eines kurzen Tauschprozesses. Die hierfür notwendigen Prozesse und physikalischen Anpassungen wurden zusammen mit dem Zulieferer identifiziert und implementiert. Zur Bereitstellung neuer Batterien wurden der für die Batterielagerung vorgesehene Ort mit einer speziellen Ladestation und Peripherie ausgerüstet. Hintergrund ist, dass die Lithium-Ionen Batterien bei stetigem Energieabbau, der auf physikalische Gesetzmäßigkeiten basiert, potentielle Lebensdauer verlieren oder bei völliger Entladung sogar dauerhaft geschädigt werden. Am Lagerort wurden spezielle Löscheinrichtungen installiert und die entsprechenden Brandschutzvorschriften umgesetzt. Außerdem wurden Versandbehältnisse mit entsprechenden Tarnsportgenehmigungen und Begleitpapiere durch den After-Sales Bereich beschafft.

Die Fahrzeuge im Raum Berlin können folglich bei der Niederlassung Salzufer vollständig repariert und wieder in Betrieb genommen werden.

## 3.6. Fahrzeugaufbau und -demonstration

Dieses Teilprojekt umfasste sowohl die Herstellung und Untersuchung der Erprobungsfahrzeuge der batteriebetriebenen Kleintransporter wie auch die Erprobung bei den Projektpartnern. Aufbauend auf die gesamten Teilprojekte und Arbeitspakete sollten hier die praxisbezogenen Daten gesammelt und in verschiedenen Schwerpunkten ausgewertet werden.

### 3.6.1. Fahrzeugaufbau

Dieses Arbeitspaket beinhaltete den Fahrzeugaufbau für die Kundenfahrerproben und den Übergabeprozess von der Produktion bis zu den Projektpartnern.

#### 3.6.1.1. Ziele

Beginnend mit der Entwicklung der Fahrzeuge sollte die Erforschung dieses Fahrzeugkonzeptes die Nutzung durch Erprobungspartner im Raum Berlin beinhalten. Hierzu sollten 50 Fahrzeuge im Projektverlauf den jeweiligen Unternehmen bereitgestellt werden, um Erkenntnisse über die Besonderheiten des Antriebsstranges im Einsatzgebiet des Wirtschaftsverkehrs gewinnen zu können.

Dabei umfasste dieses Arbeitspaket auch die Erforschung und Untersuchung einer kompatiblen Aufbaufolge von konventionellen und bisherigen Antriebssystemen in einem Aufbauverbund. Die Prämisse war der Aufbau von konventionellen und alternativen Antrieben mittels Fließfertigung und sequentieller Bandmontage. Hierfür sollte ein Aufbaukonzept für die Fahrzeuge in Verbindung mit der Bewertung von Aus- und Einschleusekonzepten aber auch der Einhaltung aktueller Sicherheitsvorschriften erarbeitet werden.

3.6.1.2. Vorgehen/Methodik

Im Gegensatz zu den Forschungsfahrzeugen, bei denen zunächst ein konventioneller Transporter mit Dieselmotor aufgebaut und umgerüstet worden waren, wurden die Erprobungsfahrzeuge direkt als elektrisches Fahrzeug im Mercedes-Benz Werk in Vitoria (Spanien) aufgebaut. Somit entfielen der Einbau sowie die anschließende Demontage von konventionellen Antriebskomponenten. Hierdurch erhöhte sich jedoch der Koordinationsaufwand und seitens der Forschung und Entwicklung wurde die Unterstützung der Vorbereitungen für die Produktion für die Produktion bedeutete, dass die Montage des elektrischen Transporters mit allen Prozessen in die Serienproduktion integriert werden musste. Die Arbeitsumfänge im Werk wurden nicht über das vorliegende Projekt abgerechnet.

3.6.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Durch den frühzeitigen Einbau des elektrischen Antriebsmoduls direkt am Band konnten wichtige Erkenntnisse zum Aufbauprozess eines Elektrofahrzeuges gewonnen werden. Dabei wurde dieser Aufbauprozess stetig untersucht und unter den auftretenden Ergebnissen zuzüglich Änderungen optimiert. Noch vor der Lackierung der Karosserie werden im Rohbau verschiedene, elektrofahrzeugspezifische Umfänge wie Anbindungs- und Schweißpunkte für die Batterie in das Fahrzeug eingebracht. Anschließend kann der normale Lackierungsprozess durchlaufen werden, was einen hohen Qualitätsstandard garantiert. Nach dem Durchlauf eines Zwischenpuffers erfolgt der Zusammenbau des Fahrzeuges am Montageband. Bei der Hochzeit wird anstatt des Verbrennungsmotors das neue elektrische Antriebsmodul in das Fahrzeug eingefügt. Alle weiteren Komponenten werden an den jeweiligen Bandstationen montiert. Am Ende des Montagebandes wird die HV-Batterie montiert und das Hochvolt-System in Betrieb genommen. Anschließend wird ein Ausgangstest vorgenommen. Die folgende Grafik zeigt in vereinfachter Darstellung den Produktionsablauf des Vito E-CELLS:

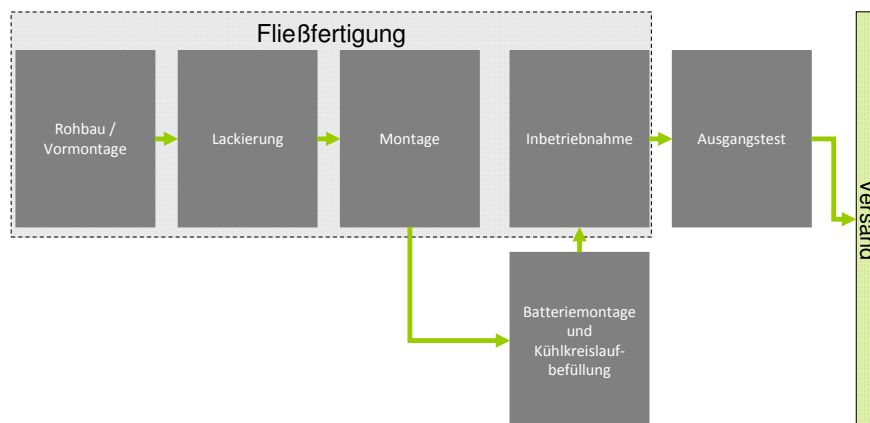


Abbildung 23 - Produktionsprozess des Vito E-CELLS

In Abbildung 23 wird deutlich, dass das Fahrzeug in die Fließfertigung eingegliedert werden konnte. Der klare Vorteil liegt in den standardisierten Prozessen, die zum Einen eine hohe Qualität gewährleisten und zum Anderen langfristig zu Kostenreduktion führen werden. Denn die Kleinserien- oder Prototypenherstellung in Form des Werkstattfertigungsprinzips ist weit kostenintensiver und ressourcenbindender als eine Fließfertigung.

Im Projektverlauf wurden insgesamt 65 Erprobungsfahrzeuge aufgebaut und übergeben werden. Zusammen mit den Forschungsfahrzeugen sind somit insgesamt 90 Fahrzeuge in Betrieb genommen worden.

## 3.6.2. Versuchsdurchführung/-auswertung

Dieses Arbeitspaket beinhaltete sämtliche Untersuchungen der Fahrzeugerprobung mit Auswertung der aufgezeichneten Versuchsdaten. Die Zielsetzung war die Forschungsergebnisse im realen Fahrbetrieb zu untersuchen und zu verifizieren. Hierzu zählt zum Beispiel das Verhalten aller Komponenten und des Gesamtfahrzeugs, der Einfluss äußerer Randbedingungen wie Temperatur oder Feuchtigkeit, Nutzungsdauer und -häufigkeit sowie Ladeverhalten auf die einzelnen. Auch die Notwendigkeit einer möglichen Anpassung der Nutzungsbedingungen an die vor Ort gegebenen Randbedingungen sollte hier erforscht werden.

Ein weiterer wissenschaftlicher Bestandteil dieses Teilprojekts war die Untersuchung neuer City-Logistik-Systeme und die Betreuung der Fahrzeuge im realen Fahrbetrieb.

### 3.6.2.1. Betreuung Fahrzeuge

Mit Übergabe der Fahrzeuge an die Erprobungspartner musste eine Betreuung sichergestellt sein. Dabei zielte die Betreuung nicht nur auf die im Arbeitspaket 3.5 wichtigen Inhalte der Kundenzufriedenheit durch ein funktionierendes Fahrzeug, sondern auch auf Wissens- und Lerneffekte ab.

#### 3.6.2.1.1. Ziele

Aufbauend auf das Teilprojekt „Konzeption Flottenbetreuung“ (Kapitel 3.5) sollten nun die theoretischen Vorarbeiten zur Betreuung der Fahrzeuge umgesetzt werden. Durch den Einsatz neuartiger Komponenten im täglichen Alltagsbetrieb waren sowohl geplante wie auch ungeplante Werkstattaufenthalte zu erwarten. Als Pilotstart der Kundenfahrerproben war Berlin vorgesehen, wohin auch die ersten Fahrzeuge ausgeliefert werden sollten. Die Betreuung der Fahrzeuge erfolgte über die lokale Niederlassung Berlin (Salzufer). Im letzten Schritt musste der Aktualisierungsprozess der Fahrzeuge auf den neuesten technischen Stand festgelegt werden.

#### 3.6.2.1.2. Vorgehen/Methodik

Aufbauend auf das Betreuungskonzept wurden in der Anlaufphase verstärkt die genannten Service Experts zur Betreuung der Fahrzeuge eingesetzt. Diese flexibel einsetzbaren Service-Mitarbeiter wurden auch im gesamten Projektverlauf bei Auftreten sehr komplizierter Fehlerbilder zur Abhilfe in die Niederlassung Salzufer oder direkt zum Kunden gesandt.

Im nächsten Schritt wurden Abstimmungsrunden und Prozesse implementiert, die einen optimalen Informationsfluss zwischen den beteiligten Abteilungen der Daimler AG und der Erprobungspartner ermöglichen. Schnittstelle war die Mercedes Benz Niederlassung am Salzufer in Berlin. Die speziell geschulten Mitarbeiter der Niederlassung waren dabei der erste Ansprechpartner für Fragen, Hilfeleistungen und entwicklungspezifische Umfänge.

Den Beginn der Fahrzeugbetreuung stellte die Übergabe der Fahrzeuge an den jeweiligen Erprobungspartner mit entsprechender Einweisung und Schulung dar. Um die Mobilität der Erprobungspartner bei geplanten und ungeplanten Werkstattaufenthalten zu gewährleisten, wurde auf das umfangreiche CharterWay Programm der Daimler AG zurück gegriffen. Über dieses konnten die jeweiligen Mobilitätsbedürfnisse der Erprobungspartner mit Ersatzfahrzeugen abgedeckt werden.

#### 3.6.2.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Das Betreuungskonzept bezog neben der Marktbetreuung und den Niederlassungen im Rahmen einer verstärkten Vernetzung ebenfalls die Forschung und Entwicklung, Produktion, Marktvorbereitung, Werkstätten, Service Experts und zentrale Aftersales-Bereiche der Daimler AG mit ein.

Hierdurch konnte im Bedarfsfall schnell reagiert und die Mobilität der Erprobungspartner gewährleistet werden.

Während der letzten Projektphase wurden die Fahrzeuge der Erprobungspartner auf den aktuellsten Hard- und Softwarestand aktualisiert. Nach der Spezifizierung des Aktualisierungsbedarfes eines jeden einzelnen Fahrzeuges und der nötigen Teileversorgung wurde der Aktualisierungsprozess entsprechend geplant. Um den Betrieb und die Auslastung der Fahrzeuge durch die Kunden geringst möglich zu stören, wurde der Prozess anhand des einzelnen Fahrzeugumfangs und der Entwicklungsstadien in 3 Cluster aufgeteilt. Der Vorteil lag hierbei in der parallelisierten und vereinfachten Bearbeitung eines Aktualisierungsumfangs.

Die folgende Grafik zeigt die 3 Cluster mit Hauptumfängen:

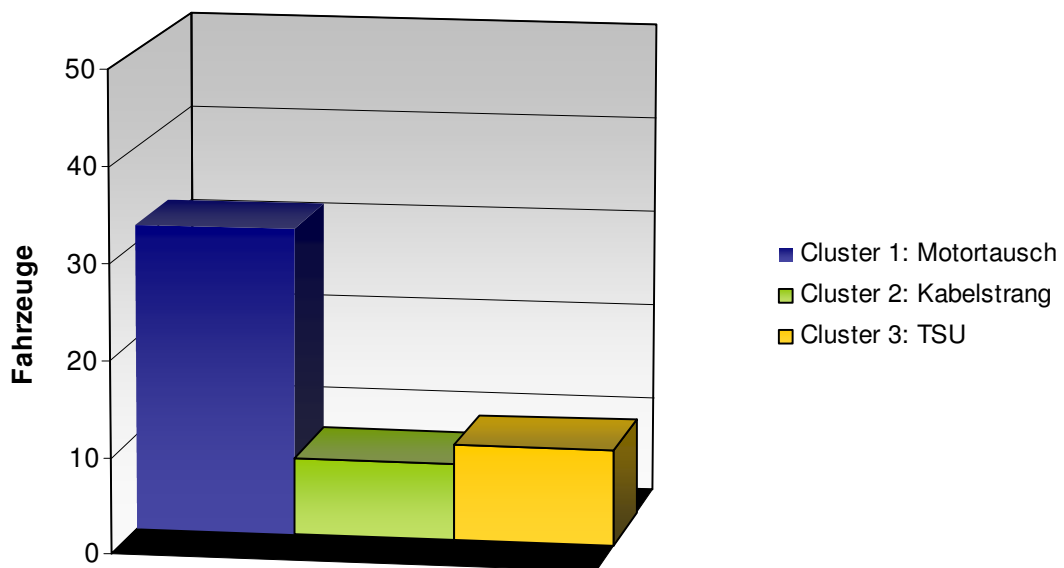


Abbildung 24 - Clusterung der Aktionierung mit Hauptinhalten

Unter der Prämisse nach Förderzeitraum die Servicewerkstätten weiter zu unterstützen, wurde ein Konzept zum nahtlosen Übergang des Betreuungskonzeptes in einen Folgeprozess umgesetzt.

### 3.6.2.2. Untersuchung der Lebensdauer der E/E-Komponenten und Optimierung der Servicestruktur

#### 3.6.2.2.1. Ziele

Dieses Teilarbeitspaket beinhaltet die Auswertung der aufgezeichneten Versuchsdaten unter den Aspekten Verhalten aller Komponenten und des Gesamtfahrzeuges, Geschwindigkeits- und Reichweitenverteilung, Anforderungen an die Leistung der elektrischen Komponenten, Einfluss von Temperatur, Feuchtigkeit, etc. Die Durchführung und Auswertung der begleitenden Kundenbefragungen erfolgen innerhalb der separat aufgeführten Arbeitspakete.

#### 3.6.2.2.2. Vorgehen/Methodik

Um Aussagen über die Lebensdauer und das Verhalten der einzelnen elektrischen und elektronischen Komponenten gewinnen zu können, wurden zunächst die für die jeweiligen Komponenten wichtigsten Einflussparameter analysiert und ausgewertet. Diese wurden mit den Möglichkeiten verschiedener Aufzeichnungssysteme abgeglichen. So besteht einerseits die Möglichkeit die Signale auf den verschiedenen Fahrzeugsig-

nalleitungen aufzuzeichnen, andererseits können so genannte Belastungskollektive erstellt werden. Diese weisen eine statistische Verteilung in einem Histogramm aus. Während im ersten Fall eine hohe Datenmenge anfällt, werden im zweiten Fall die Daten komprimiert gespeichert.

Zur Aufzeichnung der detaillierten Daten wurden in ausgewählten Fahrzeugen CAN-Datenlogger eingesetzt. Diese bieten zusätzlich die Möglichkeit zur Analyse im Fehlerfall. Zur weiteren statistischen Auswertung wurde die Smart Charge Communication Unit (SCCU) in allen Fahrzeugen verbaut. Diese liefert mittels Datenübermittlung über das GSM- (Mobilfunk-)Netz die bereits erwähnten Lastkollektive als Sammlung von Informationen aus dem Feldbetrieb.

Dabei stand die anonymisierte und vertrauliche Behandlung der Daten während der Bearbeitung im Vordergrund, wodurch ein Rückschluss auf das Verhalten einzelner Personen nicht möglich ist.

Die Optimierung der Servicestruktur wurde mit in Arbeitspaket 5 – Konzeption Flottenbetreuung durchgeführt. Der Einfluss der Erfahrungen aus der Betreuung der Fahrzeuge kann erst nach Projektende stattfinden.

### 3.6.2.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Durch die gewonnenen Daten ist ein Vielzahl an Auswertungsmöglichkeiten zur Bewertung des Fahr- und Ladeverhaltens sowie der einzelnen Komponentenbelastung möglich. Im Folgenden ist eine Auswahl der analysierten Daten und Auswertungen dargestellt.

Der Vergleich zwischen den Nutzungsprofilen, die vorab definiert und erstellt worden waren, und den tatsächlichen, bei den Kundenerprobungen auftretenden Profilen ist die erste Messgröße in der Bestimmung der Belastung von Komponenten. Eine Übereinstimmung dieser beiden Profile heißt nicht zuletzt die richtige Basis zur Definition und Spezifikation der Bauteile unter Betrachtung des Fahrzeuglebenszyklus herangezogen zu haben. Zudem ermöglicht diese Validierung auch Optimierungen im Bereich des Serviceprozesses und der Servicestruktur zu identifizieren.

Bei der folgenden Untersuchung der Geschwindigkeitsverteilung auf Basis eines Monats im Berichtszeitraum, wird ersichtlich, dass der Vito E-CELL am häufigsten im Bereich von 0-50 km/h betrieben wird (siehe Abbildung 25).

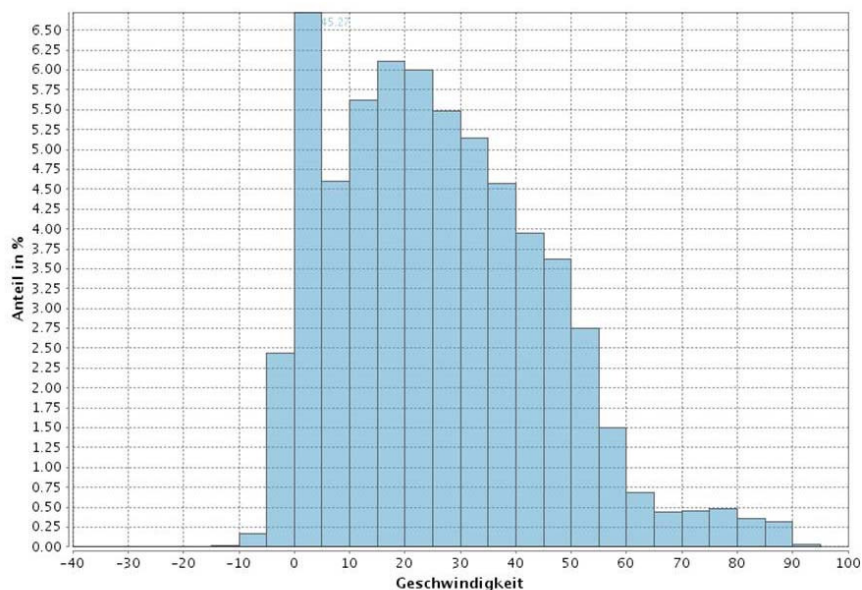


Abbildung 25 - Geschwindigkeitsverteilung Erprobungsfahrzeugen



Dies deckt sich mit dem angestrebten Anwendungsbereich der verkehrsberuhigten Zonen und des innerstädtischen Verkehrs. Des Weiteren ist der Maximalwert im Bereich 0 – 5 km/h zu erkennen, was auf Anhalte- und Anfahrvorgänge im Stadtverkehr eines Ballungsraumes zurückzuführen ist. Die ermittelte Durchschnittsgeschwindigkeit von 15 – 20 km/h und eine durchschnittliche Laufleistung pro Fahrt von 15 – 20 km bestätigen die vorab getroffenen Annahmen.

Folgend wird Abbildung 26 die Geschwindigkeit mit den jeweiligen Beschleunigungswerten verknüpft:

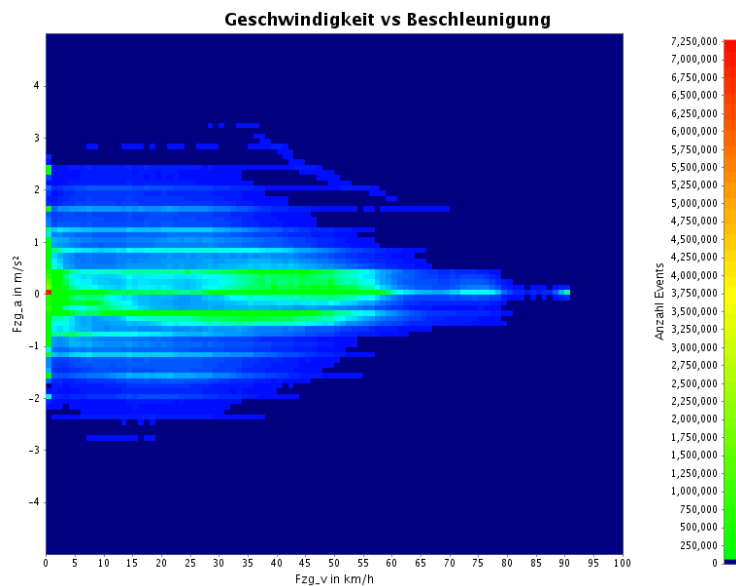


Abbildung 26 - Geschwindigkeit- und Beschleunigungswerte der Erprobungsfahrzeuge

Ersichtlich ist dabei, dass der Bereich der mittleren Geschwindigkeit von hohen Beschleunigungswerten begleitet wird. Im Allgemeinen ist dies auch für Stadtfahrten in Verbindung mit vielen Start-Stop Szenarien charakteristisch. Ein Vergleich mit den Daimler AG internen Dauerlauftests zeigte, dass eine gute Übereinstimmung der Dauerlaufzyklen mit den Kundenfahrprofilen vorherrscht. Anhand der konstanten Maximalwerte bei ca. 2,5 m/s<sup>2</sup> und einer Verringerung ab ca. 35 km/h kann fast der Idealtypische Verlauf der Momentenkennlinie eines Elektromotors abgeleitet werden.

In Abbildung 27 ist neben dem 1-D Histogramm in Abbildung 25 ein 2-D Histogramm dargestellt, welches die statistische Verteilung der mechanischen Leistung über den Geschwindigkeitsverlauf zeigt. Erkennbar ist die beim Bremsen oder Verlangsamen des Fahrzeuges mittels Rekuperation zurückgewonnene Energie, wenn die mechanische Leistung negative Werte aufweist. Des Weiteren ist analog zu Abbildung 25 eine Häufung der Werte um den Nullpunkt und bei niedrigen Geschwindigkeiten erkennbar.

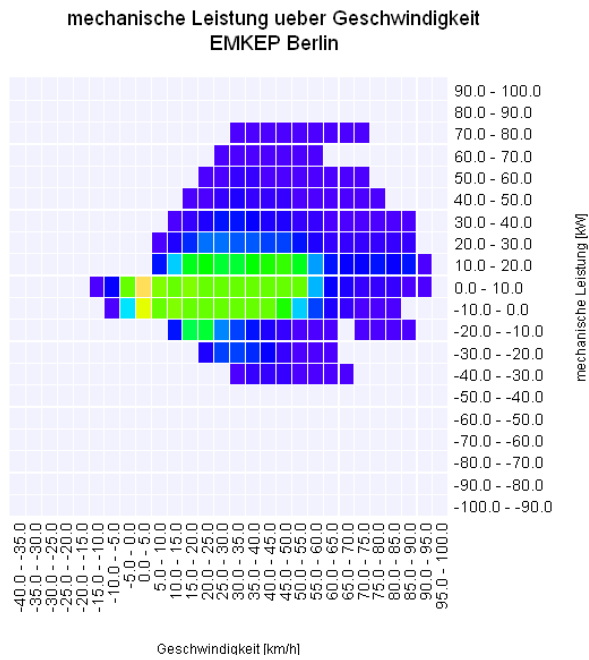


Abbildung 27 - Histogramm Elektrische Maschine bei Erprobungsfahrzeugen

Neben den allgemeinen Fahrdaten und den Daten des Elektromotors sind Erkenntnisse über die Batterie-nutzung besonders interessant. Abbildung 28 zeigt des Verteilung des State-of-Charge (SoC) bzw. des Batterie-ladezustandes während der Fahrt. Zu erwarten wäre zunächst ein Maximum bei 100%, da dies der Ausgangszustand jeder Fahrt bei ausreichender Ladezeit sein sollte. Aufgrund einer Software-Einschränkung innerhalb des Batterie-Management-System und aufgrund von Balancing-Vorgängen starteten die Fahrzeuge vor der letzten Software-Aktualisierung meist mit einem geringeren Batterieladezustand. Im Weiteren ergibt sich ein annähernd stetig abnehmender Verlauf bis ca. 25% SoC.



Abbildung 28 - SoC-Verteilung bei Erprobungsfahrzeugen

Sehr niedrige Batterieladezustände werden nur sehr selten erreicht, was darauf hindeutet, dass die maximale Reichweite des Vito E-CELL selten genutzt bzw. abgerufen wird.

Neben den Daten über den Fahrbetrieb wurden ebenfalls Daten während des Ladens ermittelt. Abbildung 29 zeigt die durchschnittliche Ladedauer über alle Fahrzeuge in den Monaten Mai bis Juli 2011.

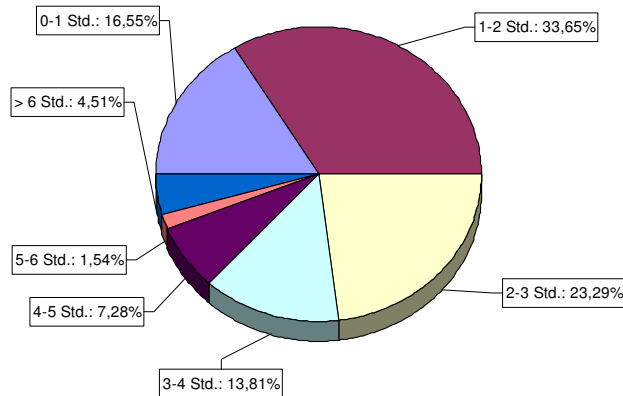


Abbildung 29 - Durchschnittliche Ladedauer der Erprobungsfahrzeuge

Es wird deutlich, dass die größten Anteile im Bereich 1-3 Stunden liegen. Dies deckt sich mit den vorangehenden Ergebnissen, dass im Fahrbetrieb nur selten sehr niedrige SoC-Werte erreicht werden und demnach die Zeitdauer zur Ladung des Fahrzeuges nicht häufig erreicht wird.

Die gewonnenen Daten wurden auch zusammen mit dem Projektpartner Vattenfall ausgewertet, um gemeinsame Erkenntnisse über das Ladeverhalten erzielen zu können. Weitere Auswertungen sind in Kapitel 4 durch den Projektpartner dargestellt.

### 3.6.2.3. Zukünftige Belieferungs-/ Dienstleistungskonzepte, Potentialanalyse

Die Arbeiten im vorliegenden Arbeitspaket wurden in folgende Aspekte unterteilt:

- Teil A: Interviews mit den Kaufentscheidern und Typologie der Einsatzmuster
- Teil B: Potentialanalyse
- Teil C: Entstehung und Bewertung von Logistik-Konzepten

#### 3.6.2.3.1. Teil A: Interviews mit den Kaufentscheidern und Typologie der Einsatzmuster

##### 3.6.2.3.1.1. Ziele

Ziel des Arbeitspaketes war eine Analyse der Nutzung der Vito E-CELL Fahrzeuge bezüglich des logistischen Fahrzeugeinsatzkonzeptes (z.B. Anzahl der Belieferung pro Tag/Woche, Entfernungen, Stopps pro Fahrt, Analyse der Haltepunkte und –dauer, Analyse der Streckenprofil) und die Bewertung der Eignung des Einsatzes von E-Transportern. für diese Kunden.

Gemäß der Fragestellung und dem geplanten Einsatz der Fahrzeuge bei Flottenkunden, waren die Adressaten der Befragung die Kaufentscheider der jeweiligen Flotten, die maßgeblich an der Entscheidung für den Vito E-CELL mitgewirkt haben.

Ziel war es, innerhalb des Arbeitspakets alle Flottenkaufentscheider in einem persönlichen Gespräch zu befragen. Dies ist innerhalb des Projekts EMKEP gelungen. Entgegen der ursprünglichen Annahme konnten nur

einzelne Unternehmen direkt in Berlin befragt werden, da der überwiegende Teil der Unternehmen die Flotten zwar in Berlin einsetzt, aber die entsprechenden Kaufentscheider häufig in den zentralen Organisationen der Firmen arbeiten, die sich an anderen Standorten befinden.

### 3.6.2.3.1.2. Methodik/Vorgehen

Bei der Methodenauswahl waren einige Rahmenbedingungen zu beachten:

- Eine geringe Anzahl der zu befragenden Unternehmen (<10)
- Rekrutierung von Probanden aus dem mittleren, z.T. höheren Management
- Voraussichtlich mehrere Teilnehmer pro befragtem Unternehmen
- Höchst unterschiedliche zu erwartende Einsatzbedingungen

Die Kombination der Rahmenbedingungen führt zu folgenden Implikationen:

- Die geringe Zahl der Unternehmen lässt bei einer Standardisierung keine großen Skaleneffekte erwarten
- Probanden aus dem Management sind mit standardisierten insbesondere schriftlichen Verfahren kaum zu erreichen.
- Die Integration mehrerer Befragter pro Unternehmen ist in schriftlichen oder standardisierten Befragungen nur mit hohem Aufwand möglich.
- Die unterschiedlichen Einsatzbedingungen können durch eine standardisierte Befragung nur durch starke Aggregation oder einen sehr aufwendigen Fragebogen abgedeckt werden.

Als Konsequenz der beschriebenen Rahmenbedingungen wurden als Erhebungsmethode qualitative leitfadengestützte persönliche Experteninterviews durchgeführt. Das Ziel war, die Interviews in einer möglichst natürlichen Gesprächsatmosphäre stattfinden zu lassen.

Die Experten wurden von den beteiligten Unternehmen selbst basierend auf einer Anfrage durch die Daimler Forschung benannt.

Der Befragungsleitfaden war wie folgt gegliedert:

#### *Logistische Ausrichtung/Einsatzmuster der gesamten Flotte*

In diesem Abschnitt wurden die Flottenverantwortlichen ausführlich zum Einsatz der gesamten Flotte befragt. Neben Aspekten wie Anzahl der Fahrzeuge in den einzelnen Fahrzeugsegmenten und Rolle der Fahrzeuge in der Unternehmenswertschöpfung wurden auch die Einsatzmuster der Fahrzeuge erfragt (Tourenlänge, Anzahl der Touren, Anzahl der Stopps usw.).

#### *Typische Muster für die Branche? Wo liegen die Abweichungen zum Durchschnitt?*

Die Intention dieses Abschnitts war es, von den Experten zu erfragen, wie Unternehmen der jeweiligen Branche typischerweise funktionieren, um dann darauf eingehen zu können, wie sich das eigene Unternehmen hier positioniert.

#### *Mögliche Veränderungen der Logistik / Einsatzmuster durch den Einsatz Vito E-CELL*

In diesem Abschnitt wurde der genaue Einsatzfall der Vito E-CELL erfragt. Dabei lag der Fokus auf der Frage, für welche Einsatzfälle sich der Vito E-CELL eignet oder welche Veränderungen an den Touren ggf. vorzunehmen waren.

#### *Wie häufig verändern sie ihre logistischen Prozesse? Planungen/ Gründe*

Hier wurde die Anpassungshäufigkeit der logistischen Prozesse erfragt. Häufige und regelmäßige Anpassungen erlauben ein einfacheres Einbinden der Fahrzeuge als starre Systeme.

## *Kaufentscheidungsprozess*

Mit diesem Abschnitt sollte einerseits ermittelt werden, wie der Entscheidungsprozess für die Fahrzeuge der Pilotphase abgelaufen ist, andererseits aber auch, wie Entscheidungsprozesse für zukünftige, besonders umweltfreundliche Fahrzeugprodukte ablaufen werden.

## *Änderung der zukünftigen Einsatzrahmenbedingungen*

Hier wurden die Erwartungen an zukünftige Veränderungen des regulativen Rahmens ermittelt und mögliche Anpassungsstrategien erfragt.

## *Grüne Unternehmenspolitik*

Mit diesem Abschnitt wurde ermittelt, in wieweit die Kaufentscheidung für einen Vito E-CELL in eine übergeordnete Unternehmensstrategie zur CO<sub>2</sub>-Reduktion eingebettet ist. Es wurde auch diskutiert, welche weiteren praktischen Auswirkungen diese Strategie im Unternehmen bereits hatte.

## *Gründe für den Vito E-CELL*

Hier wurde die ursprüngliche Motivation für die Beteiligung am Pilotversuch erfragt. Gleichzeitig wurde auch ermittelt, inwieweit die Gründe über den Piloten hinaus wirksam sind und für weitere Beschaffungen von e-Transportern Relevanz haben.

### 3.6.2.3.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Zur Auswertung der qualitativen Interviews wurden die am Pilotversuch partizipierenden Unternehmen in Kategorien eingeteilt. So können Aussagen darüber getroffen werden, ob eine Eignung für den Einsatz von Vito E-CELL Fahrzeugen von bestimmten, branchenspezifischen Verwendungsmustern der Transporter abhängig ist.

Im Raum Berlin entschieden sich drei Unternehmen zur Teilnahme am Pilotversuch, deren Dienstleistung in der Auslieferung von Briefen und Paketen besteht. In dieser ersten Kategorie wurden die Vito E-CELL Fahrzeuge von zwei klassischen Kurier-, Express- und Paketdienstleistern (KEP) getestet, deren Aufgabe darin besteht, Briefe und Pakete zu verteilen und einzusammeln. Außerdem lässt sich der unternehmenseigene Postverkehr eines Großkonzerns in die Riege der Unternehmen einordnen, in denen der Vito E-CELL als Zustellungsfahrzeug eingesetzt wurde. Gemeinsam ist allen drei Unternehmen, dass sie vergleichsweise lange Fahrtstrecken mit vielen Stopps zurücklegen.

Der zweiten Kategorie lassen sich vier Dienstleistungsunternehmen zuordnen, in denen die Vito E-CELL Transporter als Servicefahrzeuge eingesetzt wurden. Der Service besteht bei zwei Unternehmen in der Wartung der eigenen Anlagen, bei den restlichen Unternehmen im Kundendienst und in der Montage. Diese Unternehmen haben eine überschaubare Anzahl von Fahrtzielen, die zum Teil gleichbleibend sind und daher regelmäßig angefahren werden. Die Unternehmen der zweiten Kategorie erbringen ihre Dienstleistung am Ort des Fahrziels und nutzen den Transporter unter anderem zur Lagerung ihres Werkzeugs.

In der dritten Kategorie von Unternehmen wurden die Vito E-CELL Fahrzeuge auf einem abgeschlossenen Gelände, ausschließlich für geringe Entfernungen eingesetzt. In einem der Unternehmen fanden die Transporter ihre Verwendung im klassischen Werkverkehr. Selbst wenn das zweite Unternehmen dieser Kategorie die Vito E-CELL Fahrzeuge nicht auf unternehmenseigenem Gelände eingesetzt hat, verwendete es die Transporter lediglich zum dauerhaften Einsatz auf einem begrenzten Gelände eines Kunden. Somit lässt sich diese Kategorie im weitesten Sinne als Werkverkehr bezeichnen.

## Ergebnisse Brief- und Paketzustellung

Die Befragung der Flottenkaufentscheider zweier großer, deutscher KEP-Dienstleister ergab einen mittleren Wert auf der logistischen Eignungsskala des Vito E-CELL Pilotprojekts. Für die Verteilung in Städten werden heute häufig größere Fahrzeuge (Large Van) eingesetzt, weil das Aufkommen sehr hoch ist. In ländlichen Gegenden werden Fahrzeuge der Größenklasse des Vito E-CELLS eingesetzt. In diesem Anwendungsfeld passt das Fahrzeug gut (auch von der Reichweite). Grundsätzlich gilt, dass die erforderliche Größe der Zustellungsfahrzeuge sinkt, je geringer die Siedlungsdichte der Region ist. Auch bei Abhol- oder Bringetouren zu einem Sammelpunkt hat der Vito E-CELL häufig zu wenig Volumen. Alle anderen Parameter passen gut. Bei einem Kunden musste aufgrund der beschränkten Größe des Fahrzeuges ein neuer Anwendungsfall geschaffen werden. Bei dem anderen Kunden werden die Fahrzeuge im normalen Zustellbetrieb eingesetzt.

Auch wenn die Eignung für den Brief- und Paketverkehr bisher als mittel eingeschätzt wird, ist eine zukünftige Einsatzperspektive in diesem Unternehmen nicht ausgeschlossen. Gerade in Ballungsräumen wird mit einer Verschärfung des regulativen Rahmens gerechnet, d.h. städtische Einfahrverbote auch orientiert an CO<sub>2</sub> wurden von den Unternehmen befürchtet. Auch haben diese befragten Unternehmen sich eigene CO<sub>2</sub>-Einsparziele in ihrer Unternehmenspolitik gesetzt. E-Transporter konnten einen Beitrag zur Erfüllung dieser Ziele leisten. Die zukünftigen Chancen der Fahrzeuge machen die Flottenkaufentscheider vor allem am Marktpreis und an einer positiven Bewertung des langfristigen Funktionstest fest.

Die KEP-Unternehmen zählen nicht alle im Einsatz befindlichen Fahrzeuge zu ihrem Eigentum. Die Transporter werden häufig durch Subunternehmer erworben, auf die das Mutterunternehmen nur begrenzten Einfluss bezüglich der Fahrzeugwahl hat. Darin wird ein Problem für eine breite Durchdringung mit e-Transportern gesehen. Die beiden KEP-Unternehmen haben in den Gesprächen angekündigt, dass die Subunternehmer in Zukunft stärker in die Umweltstrategie des Unternehmens einbezogen werden sollen.

Die Fahrzeuge werden von den Subunternehmern normalerweise abends mit nach Hause genommen und nicht ins Depot gestellt, was auch zu Problemen beim Laden über Nacht führen kann. Weitere Probleme werden darin gesehen, dass Subunternehmer nur geringe Steigerungen des Fahrzeugpreises bewältigen können. Derzeit wird darüber nachgedacht, Kunden die Option zu eröffnen, einen Aufpreis für umweltfreundliche Transporte zu zahlen und so den Subunternehmern einen Anreiz für die Nutzung alternativer Antriebe durch eine höhere Paketrage zu geben.

Eine gute Ausgangssituation findet man im Falle des unternehmenseigenen Postverkehrs eines am Pilotprojekt partizipierenden Großkonzerns. Die Flottenkaufentscheider schätzen die logistische Eignung der Vito E-CELL Transporter für ihre Zwecke als gut ein. Für die Post des Unternehmens sind Ladevolumen und Nutzlast vollkommen ausreichend. Auch hinsichtlich der Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeit wurde Zufriedenheit bekundet. Die Dauer der Aufenthalte der Fahrer zwischen den einzelnen Touren eignet sich für das Nachladen am Tage. Allerdings ist die Reichweite des Vito E-CELLS nicht für alle Fahrten des Postverkehrs ausreichend. Die zurückzulegenden Strecken sind zum Teil bis zu 150 km lang. Es handelt sich um Linienverkehre, die immer zu den gleichen Haltepunkten zeitlich getaktet durchgeführt werden. Diese Verkehre zeichnen sich durch eine hohe Planbarkeit aus und werden nur sehr selten verändert. Am Beginn des Versuches mussten noch alle Fahrer, die den Vito E-CELL einsetzen sollten geschult werden, was sich hier als problematisch gezeigt hat, da es viele wechselnden Fahrer gibt.

## Ergebnisse Servicefahrzeuge

Von einem Serviceunternehmen wurde die Tauglichkeit von Vito E-CELL Fahrzeugen für die Belange des Unternehmens sehr positiv eingeschätzt. Die beschränkte Reichweite wird ausdrücklich nicht als Problem beschrieben. Es gäbe eine ausreichende Anzahl von Einsatzfällen, die der Reichweite vom Vito E-CELL entsprächen. Auch hier werden die Fahrzeuge häufig nach Dienstschluss mit nach Hause genommen, was Auswirkungen auf die Ladeinfrastruktur haben wird.

Insbesondere als Wartungsfahrzeuge scheinen die Elektro-Transporter ungeeignet zu sein. Diese Nutzungsmuster zeichnen sich durch eine hohe Unplanbarkeit aus. Vor der Tour sind die Haltepunkte nicht bekannt und dadurch auch nicht die benötigte Reichweite des einzusetzenden Fahrzeuges. Häufig wird auch Bereitschaftsdienst mit diesen Fahrzeugen geleistet. Aufgrund der Ladeanforderungen eignet sich der e-Transporter dafür nicht. Meistens werden für diesen Einsatzzweck dann konventionell angetriebene Fahrzeuge der Flotte eingesetzt.

Das Gebäudereinigungsunternehmen, das dem Vito E-CELL eine gute Note hinsichtlich der Eignung für das eigene Unternehmen gab, begründete dies mit der guten Kurzstreckentauglichkeit des Vito E-CELL. Konventionell angetriebene Fahrzeuge haben häufig Probleme bei ständigen Kurzstreckenfahrten.

Bei Servicedienstleistungen, die rund um die Uhr angeboten werden und in Montagearbeiten mit flexibler Terminvergabe bestehen, eignet sich der E-CELL Vito schlechter, als bei der Zusammenarbeit mit einigen wenigen Großkunden, bei denen zeitintensivere Arbeiten durchgeführt werden müssen. Im Falle einer befragten Handwerkerflotte wurde die Eignung der Vito E-CELL Transporter für den Kundendienst weitgehend abgelehnt. Die Reichweite und die Dauer der Ladezeiten würden einen flexiblen Einsatz unmöglich machen. Das Unternehmen äußerte den Wunsch, Elektrofahrzeuge am eigens bezogenen Strom nachladen zu können. Eine Reichweite von 100 km müsse der Elektro-Transporter unabhängig von der Witterung das ganze Jahr über leisten können. Dann könne man sich durchaus einen zukünftigen Einsatz von Vito E-CELL Fahrzeugen vorstellen und wäre aufgrund der Umweltorientierung des Unternehmens durchaus bereit, die Einsatzplanung auf den Elektro-Transporter anzupassen.

### Ergebnisse Werkverkehr

Für Fahrten auf einem abgeschlossenen Gelände ist der Vito E-CELL besonders gut geeignet. Mit der auf dem derzeitigen Entwicklungsstand möglichen Reichweite ist gutes Auskommen auf unternehmenseigenem Gelände oder anderen, begrenzten Einsatzgebieten. Andere Fahrzeuge, vor allem solche, die mit Diesel angetrieben werden, eignen sich wesentlich schlechter für den Werkverkehr. Sie müssen regelmäßig extra auf längeren Strecken mit hoher Geschwindigkeit gefahren werden, da sonst Probleme mit dem Rußfilter auftreten können.

So ist es nicht verwunderlich, dass alle befragten Unternehmen, die den Vito E-CELL für den Werkverkehr einsetzen, eine durchweg positive Resonanz verlauten ließen.

Im Rahmen des internen Werkverkehrs eines führenden Chemiekonzerns wurden die Vito E-CELL Transporter für die Zustellung von Waren auf dem unternehmenseigenen Gelände genutzt. Zwar unterliegen Waren auslieferungen ständigen, kurzfristigen Veränderungen, jedoch stellen sich die Anforderungen des Tagesgeschäfts meist so dar, dass sie von einem Vito E-CELL bewältigt werden könnten. Die uneingeschränkte Kurzstreckentauglichkeit macht den Elektro-Transporter laut der Aussage des Flottenkaufentscheiders zu dem idealen Fahrzeug für den Werkverkehr des Chemiekonzerns. Grundsätzlich bestimmen die unterschiedlichen Transportgüter, welches Fahrzeug im konkreten Einzelfall zum Einsatz kommt, sodass das Ladevolumen des Vito E-CELL Transporters für dieses Unternehmen kein Problem darstellt.

Das befragte Gebäudereinigungsunternehmen konnte Vito E-CELL Transporter dauerhaft bei einem ihrer Großkunden stationieren. Das Unternehmen erbringt Serviceleistungen für einen Flughafen. In Anbetracht der kurzen Fahrtwege, die das Serviceteam regelmäßig auf dem Gelände dieses Kunden zurücklegt, ist dieser Einsatzfall unter den Werkverkehr zu subsumieren und verdeutlicht, dass die Vorteile des Elektro-Transporters auch auf begrenztem Gelände bestehen.

## 3.6.2.3.2. Teil B: Potentialanalyse

### 3.6.2.3.2.1. Ziele

Um die mögliche Marktdurchdringung mit E-Transportern einzuschätzen, wurde auf den statistischen Datensatz „Kraftverkehr in Deutschland“ (KID) zurückgegriffen. Dieser Datensatz bildet repräsentativ für Deutschland den Einsatz aller Fahrzeuge im Bestand zu einem Stichtag ab (detaillierte methodische Beschreibung siehe Anhang in diesem Kapitel). Darüber hinaus wurden Bestandszahlen des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) sowie Erhebungen des Bundesamts für Statistik in die Untersuchung mit einbezogen, um zum einen die Strukturen des Kraftfahrzeugmarktes sowie zum anderen die Gewerbestrukturen Deutschlands mit den KID Daten ins Verhältnis setzen zu können.

Ziel der Untersuchung war es, anhand der Leistungsparameter des Vito E-CELL in den KID-Daten Mobilitätsmuster zu identifizieren, die durch ein solches Produkt bedient werden könnten.

### 3.6.2.3.2.2. Vorgehen/Methodik

Durch die Einschränkung der entsprechenden Variablen innerhalb der KID Erhebung konnte eine Gruppe von Fahrzeugen selektiert werden, die im Folgenden die Vito E-CELL Vergleichsklasse genannt wird. Das Mobilitätsverhalten dieser Gruppe entsprach also an dem Befragungsstichtag den Leistungsparametern des heutigen Vito E-CELL oder lag sogar darunter

Leistungsparameter der Vito E-CELL Vergleichsklasse:

- Zulässiges Gesamtgewicht von 2.000 – 3.500 kg
- Nutzlast 700 – 1.100 kg
- Verkehrsbeteiligung unter 1080 min (18 Stunden), aufgrund einer Ladezeit von 6h
- Begrenzung der Reichweite auf 100 km
- Maximal 3 Sitzplätze
- Keine Anhängerkupplung möglich

Neben der Vito E-CELL Vergleichsklasse wurde auch eine Vito Vergleichsklasse aus der Gesamtheit der KID Daten herausgefiltert. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um ein Fahrzeug in der Größenklasse des Vitos. Die Einschränkungen liegen beim zulässigen Gesamtgewicht (zGG) und bei der Nutzlast.

Leistungsparameter der Vito Vergleichsklasse:

- Zulässiges Gesamtgewicht von 2.000 – 3.500 kg
- Nutzlast 700 – 1.100 kg

Anschließend wurden beide Vergleichsklassen ins Verhältnis zueinander gesetzt. Hierbei diente die Vito Vergleichsklasse als eine Art Grundgesamtheit der bereits vorhandenen Transporter, die aufgrund ihrer Nutzlast und des zulässigen Gesamtgewichts das entsprechende Marktsegment des Vito E-CELL definiert. Die Vito E-CELL Vergleichsklasse ist somit Teil dieser Grundgesamtheit.

Durch die Auswahl unterschiedlichster Variablen innerhalb der KID Daten war es nun möglich festzustellen, welche Anteile die Vito E-CELL Vergleichsklasse an der Gesamtheit aller Transporter in diesem sogenannten Midsize Segment ausmachte.

Untersuchte Variablen sind neben den oben bereits genannten Leistungsparametern der Vito E-CELL Vergleichsklasse auch die Verteilung der Fahrzeuge nach Branchen sowie nach Regionen innerhalb Deutschlands.

Ziel war es eine konservative Einschätzung bei der Potentialanalyse vorzunehmen. Hier wurde ein Worst-Case-Szenario erstellt. Für die Bildung der Vito E-CELL Vergleichsklasse wurden nur Fälle herangezogen, die



bei allen sechs einschränkenden Variablen eine Antwort gegeben haben. Bei der Bildung der Vito Vergleichsklasse sind alle Fälle enthalten, die auf die zwei eingeschränkten Variablen geantwortet haben. Diese beinhaltet dann auch Fälle, die nicht auf alle sechs Variablen der Vito E-CELL Vergleichsklasse eine vollständige Antwort gegeben haben. D.h. Fälle mit unvollständiger Information werden nicht dem Potential zugeordnet.

Für ein Best-Case-Szenario müsste man von vorn herein die Grundgesamtheit reduzieren, um alle Fälle, die nicht vollständig auf alle sechs einschränkenden Variablen für die Vito E-CELL Vergleichsklasse geantwortet haben, weil dann keine vollständige Information vorliegt. Das würde die Grundgesamtheit sehr reduzieren und dann den Anteil der Vito E-CELL Vergleichsklasse sehr erhöhen.

Da der KID Datensatz nicht eigens für diese Untersuchung konzipiert wurde, beinhaltet er auch nicht alle interessanten Variablen. Die Erstellung des Mobilitätsprofils des Vito E-CELL auf Grundlage von Nutzlast, zGG, Verkehrsbeteiligungsdauer, Reichweite, Sitzplatzanzahl und der Existenz einer Anhängerkupplung spiegelt nur die vorhandenen Möglichkeiten wieder, nicht die tatsächlich am Stichtag ausgenutzten Kriterien, z.B. die gefahrene Höchstgeschwindigkeit oder die tatsächliche Nutzung der Anhängerkupplung.

Die KID Daten, welche die Basis dieser Untersuchung bilden, stammen aus dem Jahr 2002. Eine erneute Befragung wurde 2010/2011 durchgeführt. Die Daten sollten für diese Untersuchung verwendet werden, wurden aber nicht bis zum Ablauf der Projektlaufzeit öffentlich zugänglich gemacht. Die Veränderungen im Mobilitätsverhalten werden als relativ gering eingeschätzt.

#### 3.6.2.3.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Nach Angaben des Kraftfahrtbundesamtes nehmen die Transporter mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 2.800 bis 3.500 kg in Deutschland seit 10 Jahren kontinuierlich zu, während indes die leichteren und schwereren Fahrzeuge stagnieren oder sogar eher eine sinkende Tendenz vorweisen.

Bayern und Nordrhein-Westfalen verfügen über die größten Bestände von Midsize Vans, dicht gefolgt von Baden-Württemberg und Niedersachsen. Betrachtet man die Struktur der Erwerbstätigen in Deutschland so wird deutlich, dass das verarbeitende Gewerbe mit über zwanzig Prozent die stärkste Branche darstellt. Dem gegenüber steht bei der Verteilung der Transporter nach Branchen das Baugewerbe, welches mit über 40 Prozent die deutliche Mehrheit der Transporter im Bestand hält.

Im Gegensatz zum Bundesdurchschnitt bilden in Berlin die Dienstleistungen, der Handel und das Gesundheitswesen die Top Branchen der Hauptstadt. Sie beherbergen mehr als 40 Prozent aller Erwerbstätigen. In Bezug auf die Branchenverteilung der Transporter spiegelt Berlin jedoch fast exakt den Bundesdurchschnitt. Auch hier halten das Baugewerbe und der Handel über 50 Prozent aller Transporter im Bestand.

#### Implikationen für den Einsatz von e-Transportern

Generell kann man aus der Betrachtung schließen, dass das Potential für e-Transporter in dieser Fahrzeuggrößenklasse besonders in verdichteten Räumen wie Berlin sehr hoch ist. Ein Drittel dieser Fahrzeuge im Berliner Bestand könnten heute schon mit einem e-Fahrzeug ersetzt werden.

Betriebsdauer und Reichweite scheinen nicht die entscheidenden Faktoren für den Einsatz von e-Transportern in dieser Fahrzeugklasse zu sein. So zeigen die Daten der Stichtagserhebung (KID) eindeutig, dass nur ein geringer Teil der Fahrzeuge länger als 18 Stunden und weiter als 100 km bewegt wurden.

## 3.6.2.3.3. Teil C: Entstehung und Bewertung von Logistik-Konzepten

### 3.6.2.3.3.1. Ziele

Im Arbeitspaket "Bewertung neuer logistischer Konzepte" wurden ältere und neue Konzepte zur Verbesserung der Logistik in Innenstädten untersucht und im Hinblick auf ihre Realisierungs- und Überlebenswahrscheinlichkeit bewertet. Diese Konzepte wurden auf ihre jeweiligen Einsatzmöglichkeiten für Elektro-Transporter überprüft, um Elektro-Transporter begünstigende Anwendungsfälle zu identifizieren und ihre Einsatzpotenziale abzuschätzen.

### 3.6.2.3.3.2. Vorgehen/Methodik

Als Untersuchungsmethode wurde in diesem Arbeitspaket ein mehrstufiger Ansatz gewählt. Wesentliche Bausteine der Untersuchung waren ein Expertenworkshop und die Vor-Ort-Besuche bei Stadtvertretern.

#### Basisanalyse Pilotprojekte:

Im ersten Schritt wurde eine Sichtung und Auswertung moderner Stadtbelieferungsprojekte vorgenommen. Dabei lag der Schwerpunkt auf in Deutschland und im europäischen Ausland realisierten Pilotprojekten zur Verbesserung der Warenlogistik in Innenstadtbereichen. Aus den Ergebnissen dieser Basisanalyse wurden Hypothesen sowie zehn Maßnahmen abgeleitet, die im zweiten Teil der Untersuchung, im Expertenworkshop mit Logistik-Fachleuten diskutiert und bewertet wurden.

#### Expertenbewertung:

Am 13.05.2011 fand bei der Daimler AG, Society and Technology Research Group, in Berlin ein eintägiger Workshop mit Logistikexperten zum Thema „Bewertung neuer logistischer Konzepte“ statt. Bei den Workshopteilnehmern handelte es sich um Vertreter aus universitären und privaten Forschungsinstituten für Verkehrswissenschaft und Logistik, aus der Stadt- und Kommunalplanung, einem Vertreter von DHL und Mitarbeitern der Daimler Forschung. Als Diskussionsgrundlage für den Workshop wurde eine Liste von zehn Maßnahmen der urbanen Transportlogistik entwickelt, die bei der Einführung von Transportern mit elektrischen Antrieben unterstützend wirken könnten.

- Bewertung von City-Logistik-Maßnahmen im Hinblick auf den Einsatz von Elektro-Transportern
- Bewertung von City-Logistik-Maßnahmen nach Umsetzbarkeit und Realisierungswahrscheinlichkeit
- Identifikation von Treibern für Transport mit Elektro-Fahrzeugen in der City Logistik
- Herausarbeiten von Zukunftspotenzialen
- Bewertung von Veränderungen des regulativen Umfelds auf Logistik, Geschäftsprozesse und Fahrzeugeinsatz



Die Ergebnisse des Workshops lieferten einen fundierten Überblick über die Erfahrungen und Wirkungen der einzelnen Maßnahmen im Kontext zukunftsfähiger Modelle zur Verbesserung innerstädtischer Transportsysteme sowie potenzielle Ansatzpunkte zu deren Weiterentwicklung.

Diskussion mit Berliner Senatsvertretern:

Im engen Kontakt mit Berliner Senatsvertretern wurden der Stand und die zukünftige Entwicklung von ordnungspolitischen Maßnahmen in Berlin eruiert.

### 3.6.2.3.3.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen - Beschreibung der einzelnen Maßnahmen und deren Bewertung

Jede Stadt- und Kommunalplanung sieht sich mit einem zentralen Dilemma konfrontiert. Auf der einen Seite beeinträchtigen Staus und damit verbundene Lärm- und Abgasbelastungen die Wohn- und Lebensqualität in den Städten, auf der anderen Seite ist gerade der Lieferverkehr eine wesentliche Komponente für die Funktionsfähigkeit innenstädtischer Bereiche. Kommunale Entscheider stehen hier vor der Aufgabe, die richtigen dirigistischen Maßnahmen zu ergreifen, um eine nachhaltige Versorgung der Städte zu gewährleisten.

Seit Mitte der 90er Jahre wurde unter dem Begriff „City Logistik“ eine Vielzahl von Projekten initiiert, um nachhaltige Lösungen für den städtischen Wirtschaftsverkehr in der Praxis zu erproben. Die Ergebnisse waren jedoch nicht überzeugend. Die meisten Projekte haben sich nach Ende der Förderung wirtschaftlich nicht behaupten können, oder wurden vorzeitig abgebrochen. Außerdem zeigten die Versuche, wie heterogen die innerstädtischen Rahmenbedingungen (wirtschaftlich, geographisch, regulativ) sind und dass für die klassischen Transporteure unter den aktuellen Rahmenbedingungen keine wirtschaftlichen Potenziale vorhanden sind. Durch diese Erfahrungen geriet der Begriff „City Logistik“ in Misskredit, obwohl einzelne Maßnahmen zur Verbesserung des innenstädtischen Wirtschaftsverkehrs beitragen und für die Stadtentwicklung Impulse zum Weiterdenken liefern können.

Im Folgenden werden die betrachteten einzelnen Konzepte kurz beschrieben und in ihrer Umsetzbarkeit bewertet

1	<b>Klassische City Logistik</b>
Definition	Als klassische City Logistik wird eine freiwillige Kooperation von Logistikdienstleistern zur Belieferung einer Innenstadtzone bezeichnet. Die Waren werden bei den Akteuren eingesammelt und anschließend gebündelt in der Innenstadt verteilt.
Vorteile	Die Güterkonsolidierung trägt dazu bei, dass die Transportleistung reduziert wird, d.h. es wird die Ware über durchschnittlich weniger km transportiert. Die Vorteile liegen überwiegend bei der Stadt, da weniger Verkehr entsteht und dadurch eine lokale Emissionsreduzierung ermöglicht wird, was für die Bürger als Verbesserung der Lebensqualität gesehen werden kann.
Nachteile	Die Vorteile entstehen primär nicht bei den Akteuren. Die Kooperationskosten sind relativ hoch (z.B. Flächenbedarf, Personal, Fahrzeug, Managementaufwand). Spediteur trägt das Risiko z.B. von Lieferverzögerungen und eingeschränkter Flexibilität z.B. bei Eilaufträgen.
Umsetzung	In wenigen Städten wie z. B. Nürnberg umgesetzt
Bewertung	Diese Maßnahme müsste durch die Städte gefördert werden. Aus alleinigem Antrieb der Speditionen werden kaum weitere Initiativen entstehen. Der Einsatz von Elektrotransportern wäre sicherlich wünschenswert, unterstützt diese Maßnahme aber nicht wesentlich. Die Transportdienstleister würden e-Transporter nur dann einsetzen, wenn sie dadurch Vorteile hätten (z.B. Nachlässe bei Gewerbesteuern) bzw. ihre Kunden diesen Einsatz fordern.

2	<b>City Logistik mit innenstadtzonennahen Umschlagzentren</b>
Definition	Im Unterschied zur klassischen City Logistik liefern die Logistikdienstleister ihre Waren an ein Umschlagzentrum, welches sehr nahe an der Innenstadt liegt und die Güter werden dann gebündelt in die Innenstadt geliefert.
Vorteile	Wie bei klassischer City Logistik: Die Güterkonsolidierung trägt dazu bei, dass die Transportleistung reduziert wird, d.h. es wird die Ware über durchschnittlich weniger km transportiert. Die Vorteile liegen überwiegend bei der Stadt, da weniger Verkehr entsteht und dadurch eine lokale Emissionsreduzierung ermöglicht wird, was für die Bürger als Verbesserung der Lebensqualität gesehen werden kann.
Nachteile	Die Kosten für das Umschlagzentrum sind sehr hoch, da die Flächenkosten von den Akteuren getragen werden müssten. Ein weiterer Umschlag kostet zusätzlich Geld und Zeit.
Umsetzung	In ausgewählten Standorten wie z. Bsp. Regensburg, Monaco, Zermatt, Padua
Bewertung	Könnte vor allem relevant werden, wenn bestimmte Innenstadtzonen für konventionell angetriebene Nutzfahrzeuge gesperrt werden und die letzte Meile mit kleineren bzw. alternativ angetriebenen Fahrzeugen beliefert werden müssen. Aus eigener Initiative der Transportunternehmen ohne gesetzlichen Druck sind nur wenige Aktionen zu erwarten, da die Vorteile an anderer Stelle entstehen.

3	<b>Verbesserte Touren-/ Routenplanung</b>
Definition	Optimierung von Verteil- und Sammelfahrten durch Hinzunahme weiterer Kriterien (z. B. Umweltfreundlichkeit, Emissionsreduzierung)
Vorteile	Als Hilfsmittel ermöglicht es eine bessere Ausnutzung von Ladezeitfenstern und eine strategische Optimierung der Touren.
Nachteile	Viele Kriterien sind derzeit noch nicht in Tourenplanungs- und Navigationssystemen verankert.
Umsetzung	Bisher keine vollständige Umsetzung realisiert.
Bewertung	Unterstützung eines gezielten Einsatzes von Elektrofahrzeugen (Bevorrechtigte Routenführung, bessere Ausnutzung von Ladezeitfenstern und ausgewiesenen Ladezonen.) Wird sicherlich bei Verfügbarkeit der Funktionen und Bevorrechtigungen von e-Transportern schnell umgesetzt werden.

4	<b>Einrichtung von „Clean Zones“, kombiniert mit Car Sharing für Nutzfahrzeuge</b>
Definition	Definition von Arealen, die nur mit bestimmten (zu definierenden) alternativ angetriebenen Fahrzeugen befahren werden dürfen. Angebot von Nutzfahrzeugen in eine Art „Car-Sharing“ an den Rändern der Zonen, die für die Belieferung der Zone genutzt werden können.
Vorteile	Die gesetzliche Maßnahme „Einrichtung einer Clean Zone“ wird aus stadtpolitischen Gründen eingeführt, d.h. sie bietet Vorteile für die Bürger aufgrund der lokalen Emissionsfreiheit (Feinstaub, CO <sub>2</sub> , Lärm). Am Beginn wirkt diese Maßnahme sicherlich auch stark verkehrsreduzierend.
Nachteile	Zur Sicherstellung der Versorgung muss eine Stadt für Lieferverkehre erreichbar bleiben. „Clean Zones“ wären daher politischer Sprengstoff. Die Maßnahme ist teuer für den Händler und den Endkunden, da neben der Fahrzeugmiete auch ein weiterer Umschlag nötig wäre. Für „Car Sharing“ von Nutzfahrzeugen gibt es bisher keine Beispiele.
Umsetzung	Nicht bekannt
Bewertung	Eine solche Maßnahme könnte vermutlich nur eingeführt werden, wenn Elektrofahrzeuge zu moderaten Preisen und in ausreichenden Stückzahlen bereits im Markt sind, da man sonst zu viele Akteure aus den Innenstädten ausschließen würde. Viele Städte scheuen sich vor solchen massiven Einschnitten, die vermutlich auch den Pkw treffen würden. Bei Einführung einer solchen Maßnahme würde die Durchdringung mit e-Transportern stark ansteigen.

5	<b>Nachtbelieferung</b>
Definition	Belieferungen von Innenstadtarealen ausschließlich in der Nacht.
Vorteile	Bessere Ausnutzung vorhandener Straßeninfrastruktur. Der Handel sieht bisher keine Vorteile von Nachtbelieferung.
Nachteile	Die heutigen Logistikstrukturen („Nachtsprung“) passen nicht zu einer Nachtbelieferung. Der Empfang beim Händler muss sichergestellt sein.
Umsetzung	z.B. das PIEK Programm in den Niederlanden
Bewertung	Auch heute schon wäre eine stärkere Durchdringung der Nachtbelieferung mit geräuscharmen Fahrzeugen möglich. Da das nicht zunimmt, ist zu vermuten, dass auch der mögliche Einsatz von Elektrotransportern keinen Schub bringen würde. Eine Verstärkung dieser Maßnahme wiederum könnte den Einsatz von Elektrofahrzeugen unterstützen.

6	<b>City Logistik, initiiert durch den Handel, Belieferung der letzten Meile</b>
Definition	Einzelhändler kooperieren und lassen ihren gesamten Wareneingang an ein innenstadtnahes Logistikzentrum senden, was von einem Dienstleister betrieben wird. Von dem Logistikzentrum aus wird die Ware an die Einzelhändler gebündelt geliefert.  Häufig wird dieser Ansatz kombiniert mit Dienstleistungsangeboten, wie Lagerhaltung, Kommissionierung etc und der Bedienung der letzten Meile durch z.B. alternativ angetriebene Fahrzeuge.
Vorteile	Durch Bündelung kann die Fahrzeuganzahl in der Innenstadt reduziert werden. Der Lageraufwand für die Händler sinkt (Wertschöpfungsverlagerung, Aufwandsersparnis).  Engere Zeitfenster sind möglich (abhängig von Liefergrößen).
Nachteile	Hoher Kooperationsaufwand. Ein Mindestvolumen für ein erfolgreiches Geschäftsmodell ist notwendig. Stadtnahe Lager müssen zur Verfügung stehen.
Umsetzung	Bisher gibt es wirtschaftlich erfolgreich arbeitende Anbieter in den NL und Belgien. Betreiber sind dabei Initiativen in Form des Zusammenschlusses vieler kleiner Einzelhändler.
Bewertung	Wenn der Vorteil der Einzelhändler durch die Reduktion der Flächenbedarfe in den Innenstädte groß sind, ist es ein Konzept, was sich zukünftig stärker durchsetzen wird. Dennoch bestehen für den anbietenden Dienstleister häufig Schwierigkeiten, daraus ein profitables Geschäft zu machen, d.h. vor allem Zusatzdienstleistungen sind einträglich. Die Nutzung von e-Transportern ist zur Umsetzung des Konzeptes nicht zwingend notwendig. Häufig wird darauf hingewiesen, dass die Vorteile gerade in der Bündelung liegen und sich deshalb Lkws besser eignen.

7	<b>Intermodale Transporte</b>
Definition	Einbeziehen von nicht straßengebundenen Verkehrsträgern (z. B. Binnenschiff, Bahn, Straßenbahn) in die Belieferung von Innenstädten.
Vorteile	Ggf. kann eine vorhandene Infrastruktur genutzt werden und der innerstädtische Straßenverkehr entlastet werden.
Nachteile	Ein Zusätzlicher Umschlag erzeugt Zusatzkosten. Eventuell wird an den Schnittstellen ein teurer Auf-/ Ausbau der Infrastruktur benötigt. Anwendbar ist das Konzept eigentlich nur für Punkt zu Punkt Verkehre.
Umsetzung	Dresden, Stockholm Cargo Train innerstädtischer Vorlauf
Bewertung	Die Umsetzungswahrscheinlichkeit ist eher gering, da nur wenige Städte diese Voraussetzungen haben. E-Transporter könnten dann auf der Verteilung in der letzten Meile eingesetzt werden, was aber eines weiteren Umschlags bedarf. Ein Treiben des Einsatzes von e-Fahrzeugen wird vermutet, um die gesamte Kette umweltfreundlich zu gestalten

8	<b>Nfz-Routen/ Leitsysteme</b>
Definition	Leitung von Nfz auf speziellen Routen durch die Stadt (auch unter Berücksichtigung aktueller Infos/ Online), Beseitigungen von Behinderungen auf diesen Routen (z.B. Grüne Welle) zur Beschleunigung des Verkehrsflusses; Führung durch weniger sensible Anwohnerzonen
Vorteile	Vorzugsrouten können zur Entzerrung der Verkehrsbelastung beitragen. Reichweiten von Elektrofahrzeugen würden verlängert.
Nachteile	Vorzugsspuren sind nur bis zu einer Kapazitätsgrenze sinnvoll.
Umsetzung	Erfahrungen gibt es z. Bsp. bei Großveranstaltungen (z.Bsp. Hannover Messe, Fussball WM Stuttgart).
Bewertung	Zeitliche Sperrungen, die flexibel aufgehoben werden können (dynamische Streckenführung) ist zukünftig denkbar. Würde auch bei Bevorzugung von Elektrofahrzeugen einen gewissen Effekt erzielen.

9	<b>Einrichtung von Ladezonen für bestimmte Fahrzeuge</b>
Definition	Stellflächen werden verstärkt eingerichtet, die ausschließlich dem Nfz-Verkehr zum Be- und Entladen vorbehalten sind.
Vorteile	Der Verkehrsfluss kann verbessert werden, kritische Engpässe könnten entlastet werden. Die Nutzfahrzeuge brauchen weniger Transaktionszeit.
Nachteile	Die Ladezonen können nicht immer am richtigen Ort eingerichtet werden. Platzbedarf ist hoch. Der öffentliche Parkraum wird reduziert.
Umsetzung	In diversen Städten bereits umgesetzt.
Bewertung	Die Kommunen könnten eine solche Maßnahme teilweise schnell umsetzen, auch zur Bevorrechtigung von e-Transportern.

10	<b>Fahrverbote für manche Lkw in Innenstädten</b>
Definition	Regulierung von Emissionen und Raumknappheit in Innenstädten durch völligen oder zeitlich begrenzten Ausschluss von Lkw ausgewählter Größenklassen (z.B. ab 7,5 t zGG) oder mit konventionellen Antrieben.
Vorteile	Es können Transitverkehre durch Innenstädte vermieden werden. Verbesserung der Luftqualität kann erreicht werden.
Nachteile	Der Effekt kann konträr zur Bündelung sein, da mehrere kleine Fahrzeuge statt eines größeren Fahrzeugs benutzt werden müssen, und wird damit teurer für den Kunden und erzeugt mehr Verkehr.
Umsetzung	z.B. Nachtfahrverbot für schwere Lkw in Zürich
Bewertung	Da der verkehrserzeugende Effekt häufig von den Städten erkannt wird, werden diese Maßnahmen nur selten angewandt, meistens zum Schutz historischer Innenstädte. Dennoch könnte im Zuge der Feinstaub-Gesetzgebung der Ausschluss von Lkw aus Innenstädten bei Verfehlung der Ziele ein Thema werden. Ein höhere Durchdringung dieser Maßnahme würde den Einsatz von e-Transportern stark fördern.

Ergebnis der Gespräche mit Berliner Stadtvertretern ist, dass die ordnungspolitischen Möglichkeiten zur Elektromobilität in Deutschland von einem langsamen Gesetzgebungsverfahren gebremst werden. Die Städte haben derzeit ausschließlich die Möglichkeit über die Experimentierklausel (§45 der StVO), Laborgebiete auszurufen, in denen zu bestimmten Zeiten nur elektrisch beliefert werden darf. In Berlin wird über eine Beschränkung der Schloßstraße in Berlin-Steglitz nachgedacht. Eine City-Maut wird bisher ausgeschlossen. Auch die Ausweitung (räumlich wie regulativ) der Umweltzone in Berlin wird ausgeschlossen. Handlungsrelevant wird dagegen immer mehr die Belastung durch Lärm und Stickoxide, in einzelnen Korridoren auch die Feinstaubbelastungen. Hier werden die Kommunen in Zukunft in immer stärkerem Maß im Zuge der EU Grenzwerte gezwungen sein Maßnahmen zu ergreifen. Auch in diesem Zusammenhang wird für die Erprobung von ordnungspolitischen Maßnahmen die Ausweisung von Laborgebieten im Süden Berlins geplant.

3.6.2.3.4. Abschließende Bewertung/ Implikationen für den Einsatz von e-Transportern

Abschließend lässt sich aus der Untersuchung sagen, dass der nun mögliche Einsatz von e-Transportern kein Treiber für das Durchsetzen von neuen städtischen Logistiksystemen ist. Die Durchsetzungskraft von neuen City-Logistiksystemen steht und fällt mit dem Erreichen einer Wirtschaftlichkeit der Konzepte für die Anbieter. Da die Kooperationskosten häufig hoch sind, sind die Durchsetzungschancen ohne zusätzliche Förderung gering.

Leider sind auch das mögliche Entstehen neuer Logistiksysteme auch nur selten Treiber einer stärkeren Durchdringung mit e-Transportern. Die vorgestellten neuen Logistik Konzepte sind, mit Ausnahme von „Clean Zones“ (Maßnahme 4) und „Fahrverbote von Lkw in Innenstädten“ (Maßnahme10) neutral gegenüber dem Einsatz von E-Nutzfahrzeugen.

Heute ist eine Bevorrechtigung von Elektrolieferfahrzeugen in der Innenstadt durch den Gesetzgeber nirgendwo in der konkreten Planung. Auch Maßnahmen wie die Einrichtung von „Clean Zones“ (Maßnahme 4) und „Fahrverbote von Lkw in Innenstädten“ (Maßnahme10) erscheinen aus heutiger Sicht unrealistisch. Die Möglichkeit, den Lieferverkehr mit neuen E-Transportern abzuwickeln, schafft aber zusätzliche Chancen für Städte und private Logistikinitiativen, zukünftig die Stadtversorgung und Entsorgung geräuscharm und emissionsfrei durchzuführen. Wenn solche Pläne umgesetzt würden, könnte die Nachfrage unabhängig von der Kostenstruktur nach E-Transportern steigen. Bei Ladezonen oder Nutzfahrzeugrouten wären Bevorrechtig-



gungen für E-Lieferfahrzeuge aus kommunaler Sicht kostengünstig und schnell umsetzbar, wenn der politische Wille da wäre.

Das regulative Umfeld könnte ein wichtiger Treiber für neue Innenstadtlogistik und den Einsatz von E-Transportern sein. Sowohl die Ebene der Regulierung, kommunal, regional oder auf EU-Ebene, als auch mögliche Einsatzzeitpunkte sind aber sehr ungewiss. Allerdings wird eine neue CO<sub>2</sub> Regulation auf europäischer Ebene erwartet. Wie eine solche Regelung auf lokaler Ebene der Städte aussehen wird und wann sie in Kraft treten könnte, ist jedoch unklar. Es wird vermutet, dass sich die CO<sub>2</sub> Gesetzgebung der EU auf die Produktionskette und den Nachweis des Carbon Footprint auf Seiten der Verlager (vor allem Handel) auswirken könnte.

Aus den Gesprächen mit den Berliner Stadtvertretern kann man ziehen, dass bisher noch keine gesetzliche Grundlage geschaffen wurde für eine regulative Veränderung in den Städten. Die hier diskutierten Ansätze sind sehr visionär im Vergleich zu den „Laboransätzen“ der Stadt, so dass mit einem langen zeitlichen Vorlauf zur Umsetzung von weiteren Maßnahmen in Berlin gerechnet werden muss.

#### 4. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse Vattenfall

Zur Steuerung und Kontrolle der verschiedenen Aufgaben wurden fünf Arbeitspakete eingerichtet. Die zeitliche Planung ist mittels Balkendiagrammen und Meilensteinen in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Die Gliederung des Kapitels folgt der Arbeitspaketstruktur.

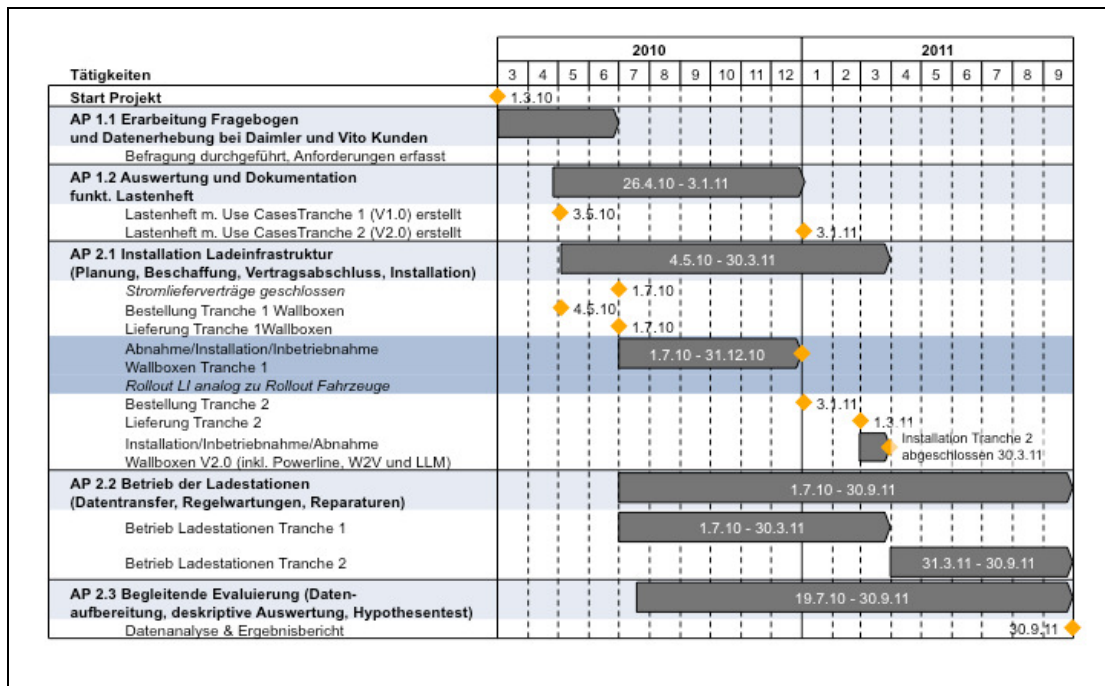


Abbildung 30 - Meilensteinplan und Arbeitspaketstruktur Vattenfall

#### 4.1. Deliverable 1 – Spezifikation der Anwendungsbedingungen bei den Nutzern

##### 4.1.1. AP 1.1 Erarbeitung des Fragebogens/Gespächsleitfadens und Datenerhebung bei den Erprobungspartnern des Vito E-CELL

##### 4.1.1.1. Ziele und Aufgaben

Zu Beginn des Projekts waren nur wenige Informationen zum Fahrzeugeinsatz bei den Kunden bekannt. So war unklar, um welche Kunden es sich handelte, wie viele Fahrzeuge auf die einzelnen Kunden entfallen und an wie vielen Standorte die Kunden die Elektrofahrzeuge zum Einsatz bringen wollen. Ebenso war offen, wie die energieseitige Infrastrukturausstattung an den einzelnen Standorten aussah. Daher sollte als erstes Ergebnis die Spezifikation der funktionalen Anforderungen für den Einsatz von Elektrofahrzeugen bei den Kunden erarbeitet werden.

Die funktionalen Anforderungen bezogen sich sowohl auf die strukturellen Anforderungen an den Standorten (z.B. Lage und Beschaffenheit der Stellplätze, Lage des Anschlusses, Leistung des Stromkabels) als auch auf die betrieblichen Anforderungen im Rahmen der Leistungsprozesse (z.B. Abfahrt- und Ankunftszeiten der Fahrzeuge, voraussichtliche Fahrleistung, erforderliche Dispositionsflexibilität).

Darüber hinaus sollten sowohl die konkreten Anforderungen im Rahmen des Projektes (z.B. Zeitplan Auslieferung, Installation) als auch die Anforderungen an einen späteren Regelbetrieb mit einer größeren Anzahl an Elektrofahrzeugen erhoben werden.

4.1.1.2. Vorgehen/Methodik

Um die funktionalen Anforderungen bei allen Kunden und an allen einzelnen Depots zu erheben, wurde zu Beginn des Projekts ein Fragebogen entwickelt, der sowohl strukturelle als auch betriebliche Fragestellungen enthielt. Jede Erstbesichtigung eines Kundendepots wurde anhand dieses Leitfadens durchgeführt. Teilnehmer der Erstbesichtigungen und Befragung waren Vertreter des Projektteams, des Netzbetreibers Vattenfall sowie Mitarbeiter des jeweiligen Kunden am Standort (Fuhrpark, Fahrer, teilweise Management). Mit Hilfe der Ergebnisse aus der Befragung wurden geeignete Standorte für die Ladeinfrastruktur festgelegt sowie Erkenntnisse zu den Abläufen und Anforderungen der Flottenkunden generiert. Diese flossen in AP 1.2 ein.

Insgesamt wurden im Zuge der Erstbesichtigung 28 Depots aufgesucht und die Kunden vor Ort befragt. Dieser Prozess wurde über einen Zeitraum von 7 Monaten durchgeführt und war abhängig von der Benennung der Erprobungspartner. Nach Abschluss dieser Erstbesichtigungen wurden 2 Depots als nicht geeignet eingestuft und zwei weitere Depots im Projektzeitraum von einem Kunden gewechselt. Insgesamt sind aktuell 24 Depots in Betrieb (ein weiteres wird nach Projektende in Betrieb gehen, ein weiteres wurde zusätzlich für Mercedes-Benz eingerichtet)

Die Ergebnisse flossen darüber hinaus in eine Statusdatenbank für alle Depots ein, die alle aktuellen Informationen, Klärungsbedarfe sowie Status und nächste Schritte pro Depot dokumentierten.

4.1.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Der erarbeitete und angewandte Fragebogen sah wie folgt aus:


<b>VATTENFALL</b> 	
<b>Gesprächsleitfaden zur Erhebung funktionaler Anforderungen</b>	
<b>(1) Allgemeine Informationen</b>	
Name des Kunden	
Anschrift des Depots	
Kontaktdaten	
Anzahl VITO E - CELL	
Kontaktdaten	
Auslieferung Fahrzeuge	
<b>(2) Technische Anforderungen</b>	
Art des Depots (Tiefgarage, Betriebshof überdacht/offen)	
Netzanschlussebene	
Lage des Hausanschlusses	
Lage der Fahrzeugstellplätze (Wand, frei, innen, außen)	
Erfordernis von baulichen Maßnahmen	
Erfordernis von Wetterschutz- oder Sicherheitsmaßnahmen	
Zugangsbeschränkungen (zB Wartung Ladeinfrastruktur)	
<b>(3) Betriebliche Anforderungen</b>	
Zweck des Fahrzeugeinsatzes	
Fahrzeugbetriebszeiten	
Stoppzeiten/Ruhezeiten	
Zwischenlademöglichkeiten vorhanden	
Wochenendeinsätze	
Ablauf der Fahrzeugbuchung (Dispatcher, Fahrer)	
Abrechnung Stromkosten (Depot, Firma, etc)	
<b>(4) individuelle Besonderheiten/Restriktionen</b>	

Abbildung 31 Fragebogen/Gesprächsleitfaden zur Erhebung funktionaler Anforderungen

Folgende Erkenntnisse wurden durch die Befragung gewonnen:

## Technische Anforderungen

a) Die Art der Depots, an denen Kunden die Fahrzeuge einsetzen, sind sehr unterschiedlich. Vorrangig finden sich Betriebshöfe, aber auch Tiefgaragen, Einzelparkplätze auf frei zugänglichen Höfen und offene Stellflächen werden ebenfalls genutzt. Die Stellflächen für die Fahrzeuge reichen von überdachten Plätzen in Wandnähe bis zu völlig freien Flächen ohne räumliche Begrenzung, wie zum Beispiel auf dem Vorfeld eines Flughafens. Auch der Zugang zu den Ladestationen war unterschiedlich geregelt. So gab es zugangsbeschränkte Plätze mit sehr hohen Sicherheitsanforderungen (z.B. Flughäfen), einfach zugangsbeschränkte Plätze (z.B. abschließbare Betriebshöfe, Stellplätze im Innenbereich) aber auch frei zugängliche Plätze (z.B. Einzelparkplatz auf einem Hinterhof). Dies hatte Auswirkungen auf die Installation der Ladeinfrastruktur und führte zu teilweise sehr individuellen Einzellösungen mit hohem Kosten- und Arbeitsaufwand. (nähere Informationen siehe nachfolgende Abschnitte)

b) Von den Kunden wurden Depots benannt, die zu Teilen Niederspannungsanschlüsse und zu Teilen – bei größeren Strukturen wie Flughäfen und Stadien - Mittelspannungsanschlüsse besitzen. Wichtig war, einen freien Abgang mit entsprechender Leistung zu finden, um die geplante Anzahl an Elektrofahrzeugen auch laden zu können. Um im Fall eines Mittelspannungsanschlusses den Strom korrekt zählen und mit einem separaten Vertrag bzw. Tarif abrechnen zu können, muss ein Unterzähler eingebaut werden. Der Energieverbrauch des Unterzählers wird dann vom Verbrauch des Hauptzählers subtrahiert. Da dieses Verfahren sehr aufwendig ist, haben Kunden im Regelfall darauf verzichtet

c) Die Lage von Hausanschluss und Stellplätzen zueinander stellte sich als kritischer Parameter heraus. Liegen die Punkte weit voneinander entfernt, ist der Aufwand für die Anbindung von Elektro-Ladeinfrastruktur sehr hoch bzw. auch nicht durchführbar. So sind häufig zum Teil aufwendige bauliche Maßnahmen notwendig und dadurch die Kosten für die Anbindung sehr hoch.

d) Bauliche Maßnahmen waren für die Installation der Ladeinfrastruktur immer nötig. Der Arbeits- und Kostenaufwand hing ganz maßgeblich von zwei Komponenten ab: der Lage von Hausanschluss und Stellplatz voneinander sowie der Beschaffenheit der Stellplätze. Je nach Einzelfall waren folgende Maßnahmen nötig: Verlegung von Leitungen im Boden, unter betonierten Zufahrtswegen, unter Gebäuden oder darüber hinweg, über Grundstücke von Dritten oder durch Außenwände/Fenster. Die Beschaffenheit der Stellplätze erforderte unter anderem das Errichten von Gestellen/Halterungen für die Boxen, Wandverstärkungen, Wetterschutz bei Stellplätzen im Außenbereich oder auch Zugangssicherungen. Für die Durchführung der Baumaßnahmen war oft die Genehmigung des Grundstückseigentümers notwendig, wenn der Erprobungspartner lediglich Mieter des Grundstücks war.

## Betriebliche Anforderungen

a) Pro Depot werden zwischen ein und sechs Fahrzeuge eingesetzt. Die Mehrheit der Kunden nutzt nur ein-drei Fahrzeuge pro Depot. Lediglich zwei Kunden betreiben vier und je ein Kunde fünf bzw. sechs Fahrzeuge pro Standort.

Folgende Einsatzzwecke wurden ermittelt:

- Lieferservice (Post- und Paketzustellung)
- Service (Wartung, Kundendienst, Montage)
- Werkverkehr (Transporte auf eigenem großen Gelände, Flugzeugreinigung)

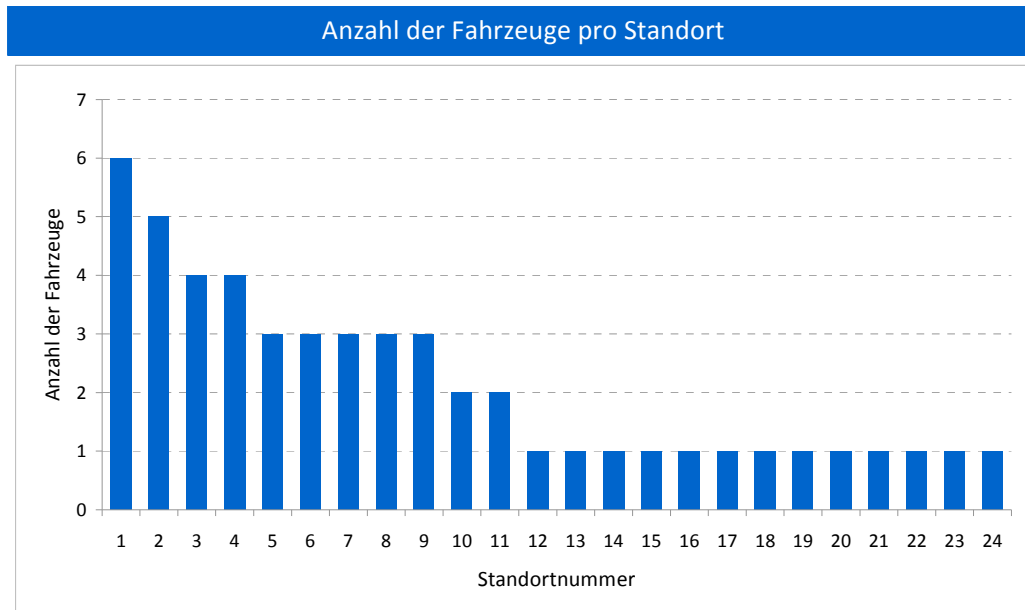


Abbildung 32 - Anzahl der Fahrzeuge pro Standort

(ein zusätzliches Fahrzeug, Standort Nr. 25 erst nach Projektende installiert aufgrund Genehmigungsprozess)

Der Einsatz im Lieferdienst ist am der am häufigsten vorkommende Einsatzzweck in diesem Projekt.

Die Fahrzeuge wurden als vollwertiger Ersatz für konventionelle Fahrzeuge genutzt, nur bei sehr wenigen Kunden wurden weiterhin konventionelle Fahrzeuge als Fallback-Option vorgehalten. Einige Kunden wollten diese erst einmal behalten, bis sie sich von der Zuverlässigkeit der neuen Technologie überzeugen konnten. Bei der Kundenauswahl wurden einige Interessenten im Vorfeld nicht berücksichtigt, da deren Betriebsmodell vorsah, dass die jeweiligen Fahrer die Fahrzeuge nach Dienstschluss mit nach Hause nehmen. Dies hätte die Installation von Infrastruktur zum Laden der Fahrzeuge erschwert und an jedem Standort wäre nur ein Fahrzeug zum Einsatz gekommen.

b) Die von den Kunden vor Projektbeginn eingeschätzte tägliche Fahrleistung liegt entweder zwischen 20-50 km oder zwischen 80-90 km pro Tag. Bei der Befragung wurde die höhere Fahrleistung etwas häufiger genannt. Diese Werte finden sich dann auch in der Datenauswertung wieder. (Vergleiche dazu Kapitel 4.2.2. Evaluierung )

c) Die überwiegende Anzahl der Fahrzeuge ist meist von circa 7:00-18:00 Uhr im Einsatz. Einige wenige Fahrzeuge sind auch bis 20:00 Uhr oder 23:00 Uhr in Betrieb. Diese Fahrzeuge starten jedoch auch 2-4 Stunden später. Die Nutzungsintensität innerhalb der Woche ist sehr hoch. Die allermeisten Fahrzeuge sind 5-7 Tage in der Woche inkl. Wochenende im Einsatz.

d) Die Fahrzeuge werden von mehrheitlich von wechselnden Fahrern, in weniger Fällen auch von fest zugewiesenen Fahrern genutzt. Der Bedarf an einem Zwischenladen wird nur von wenigen Erprobungspartnern im Vorfeld angezeigt. Zudem sieht der tägliche Betriebsablauf auch kaum Zeiten zum Zwischenladen vor.

#### Schlussfolgerungen

Die These, dass Bündelungseffekte bzgl. Erschließung und Installation bei Flottenkunden eintreten, da diese mehrere Fahrzeuge an einem Standort einsetzen, hat sich nur zum Teil bewahrheitet. Die Streuung war größer als angenommen und kann verschiedene Gründe haben. Die Nutzer im Projekt waren mehrheitlich Erst-

kunden von Elektrofahrzeugen, die Fahrzeuge wurden als Ersatz für Verbrenner eingesetzt, deren Vertrag auslief. In einigen Fällen wurden konventionelle Ersatzfahrzeuge zumindest in der ersten Zeit im Hintergrund bereit gehalten, bis die Zuverlässigkeit der Technologie besser eingeschätzt werden konnte. Ein weiterer Punkt ist die interne Struktur der Kunden. So wird teilweise mit Subunternehmern gearbeitet, die einzelne Depots betreiben (zum Beispiel einige Lieferdienste) und eigenständig über ihren Fahrzeugeinsatz bestimmen. Auch die Kosten für die Fahrzeuge nach dem Förderzeitraum können eine Rolle dabei gespielt haben, diese breit gestreut einzusetzen.

Die Erhebung der Einsatzprofile (Zeiten, Wochentage, Strecke) lässt tatsächlich darauf schließen, dass Flottenkunden, insbesondere der Lieferverkehr, sehr gut für den Einsatz des Gesteuerten Ladens geeignet sind. Eine Überprüfung dieser These sowie Schlussfolgerungen werden in Kapitel 4.2.2 Evaluierung beschrieben.

Durch die Datenerhebung bei den Kunden konnte Vattenfall umfangreiches institutionelles Wissen über Flottenkunden erlangen, das in eine spätere Produktgestaltung und dafür notwendige Prozesse für diese Zielgruppe einfließen wird. Als Beispiele sind zu nennen:

- Einige Flottenkunden, insbesondere im Lieferverkehr, beauftragen Subunternehmer, die einzelne Depots betreiben und auch über ihren Fahrzeugeinsatz entscheiden. Das führt häufig zu langen Abstimmungswegen für Genehmigungen für Bauarbeiten, Übernahme von Stromkosten, wenn z.B. eine bestimmte Stromqualität mit ggf. höheren Preisen aus Konzernsicht gewünscht wird.
- In einigen Fällen ist ein erhöhter Abstimmungsaufwand nötig bzw. Arbeiten konnten nicht von Vattenfall (inkl. durch von Vattenfall beauftragte Firmen) durchgeführt werden, wenn beispielsweise der Kunde sein eigenes Stromnetz (Arealnetz) hat, sehr beschränkte Zugangsmöglichkeiten zum Gelände aus Sicherheitsgründen oder Depots in einem ganz fremden Netzgebiet liegen. Dann sind zusätzlich zum Abstimmungsaufwand Haftungsfragen zu klären, zusätzliche Firmen zu schulen u.ä.

## **4.1.2. AP 1.2 Auswertung und Dokumentation in Form eines funktionalen Lastenhefts**

### 4.1.2.1. Ziele und Aufgaben

Die in AP 1.1 gewonnenen Erkenntnisse sollten ausgewertet und in Form eines funktionalen Lastenhefts dokumentiert werden. Dies sollte als Input für die Weiterentwicklung des ökologisch fundierten Ladekonzepts in das Projekt Gesteuertes Laden V2.0 einfließen.

### 4.1.2.2. Vorgehen/Methodik

Bereits zu Projektbeginn war davon auszugehen, dass die Entwicklung der Applikationen des Gesteuerten Ladens, hier insbesondere die W2V und LLM Applikation für Flottenanwendungen, erst während der Pilotphase des EMKEP-Projekts zur Verfügung stehen. Um die Betriebsfähigkeit der Lieferfahrzeuge zu gewährleisten, wurde daher die eine Ladeinfrastruktur Version 01– ohne die W2V und LLM Anwendung – bei den Erprobungspartnern vorgesehen und eine spätere Umrüstung geplant. Daher wurden zwei Lastenhefte mit den jeweiligen spezifischen Anforderungen erstellt.

### 4.1.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Anforderungsliste zur Ladeinfrastruktur Version 01 beinhaltete im Wesentlichen die folgenden Punkte:

- Sicheres Laden im Mode 3 Verfahren
- keine Authentifizierung nötig
- Lastgangzähler mit Speichermöglichkeit zum Erfassen der Lastgänge (darüber hinaus keine Datenübertragung)
- Sicherer Betrieb im Innen- und Außenbereich
- Wandhängende Boxen

Die in AP 1.1 erhobenen technischen und betrieblichen Anforderungen flossen in die Erstellung des Lastenheftes für die Ladeinfrastruktur Version 02 ein, die im ersten Halbjahr 2010 mit dem damaligen Wissensstand fertig gestellt wurde:

- Aus Kosten- und Platzgründen sollte von Anfang an eine Master-Satellit-Lösung für die finale Infrastruktur zum Einsatz kommen. Da davon ausgegangen wurde, dass mehrere Fahrzeuge an einem Standort geladen werden müssen, sollten bis zu sechs Satellitenladestationen von einer Wallbox aus an einem Standort zur Verfügung gestellt werden.
- Dabei sollte es sich um wandhängende Boxen handeln. Bei der Datenerhebung stellte sich hier eine zusätzliche Anforderung - Gestelle bzw. Aufständerungen für die Befestigung, da einige Kunden ihre Stellplätze aus organisatorischen oder betrieblichen Gründen auf freier Fläche (ohne Dach) vorsahen.
- Aus Sicherheitsgründen und zur Erfassung der Ladedaten jedes Fahrzeugs sollte eine Identifizierung mit RFID möglich sein
- Die Ladeleistung pro Ladepunkt wurde auf 16 A dreiphasig ausgelegt. Der Vito E-CELL lädt zweiphasig mit je 16 A. Der Ladepunkt wurde elektrisch dimensioniert, damit 32 A für jedes Fahrzeug technisch zur Verfügung stehen. Der Test der LLM Applikation sollte kein Show Stopper aus elektrischen Kapazitätsgründen sein
- Kommunikationsfähigkeit zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeug im Hinblick auf das Gesteuerte Laden (z. B. Ladefreigabe)
- Kommunikationsfähigkeit zwischen Master und Backend mittels GSM-Modem
- Integrierte EDL21-Zähler zur eichrechtlichen Abrechnung des Stromverbrauchs
- Fernsteuerung- und fernwartbare Fehlerstromschalter (monatliche ferngesteuerte Prüfung)

Im Projektverlauf musste das Lastenheft deutlich erweitert und angepasst werden, da neue Erkenntnisse aus der Entwicklung dazu kamen und auch die EMKEP spezifischen Anpassungen umfangreicher ausfielen. Diese Version reflektiert ein Verfahren, mit dessen Hilfe das Fahrzeug über den Ladepunkt mit einer Steuerungsanwendung im Vattenfall-Backend kommunizieren kann. Hierzu mussten Schnittstellen zwischen Fahrzeug und Ladepunkt sowie zwischen Ladepunkt und Backend festgelegt werden. Im Ergebnis wird so ermöglicht, dass Fahrzeug und Backend-Anwendung eine Ladekurve vereinbaren können. Diese Ladekurve berücksichtigt als Nebenbedingungen den Fahrzeugladebedarf sowie Wind- und Lokallastprognose.

## **4.2. Deliverable 2 - Installation, Betrieb und Evaluierung des Gesteuerten Ladens bei Flottenfahrzeugen im Lieferverkehr**

### **4.2.1. AP 2.1 Installation der Ladeinfrastruktur**

#### 4.2.1.1. Ziele und Aufgaben

Zu den Zielen des AP 2.1 zählten die Roll-out-Planung für die Ladeinfrastruktur Version 01 und Version 02, die Beschaffung derselben sowie die Installation und Inbetriebnahme. Darüber hinaus sollten mit allen Kunden Verträge über die Lieferung von Grünstrom abgeschlossen werden.

#### 4.2.1.2. Methodik/Vorgehen - Ladeinfrastruktur Version 01

Da die Ladeinfrastruktur Version 01 den sicheren Betrieb inklusive der oben genannten Punkte sicherstellen sollte und auch nicht für den dauerhaften Einsatz gedacht war, wurde auf robuste Standardlösungen zurückgegriffen, die kurzfristig und kostengünstig verfügbar waren. Die Entscheidung fiel daher auf die Ladevorrichtung der Firma Mennekes, den AMEXX Home Charger (siehe nachfolgende Abbildung)



Abbildung 33 - Ladeinfrastruktur Version 01, der AMEXX Home Charger von Mennekes

Die Planung des Roll-outs der Ladeinfrastruktur wurde an die Auslieferung der Fahrzeuge angepasst. Die Planung wurde regelmäßig von Daimler aktualisiert und an Vattenfall übermittelt. Dementsprechend wurde die Versorgung der Depots mit Ladeinfrastruktur der Version 01 von Vattenfall geplant und mit den Erprobungspartnern, Lieferanten und Dienstleistern abgestimmt. Insgesamt wurden 50 Ladeboxen an 24 Depots (+ ein weiteres Depot nach Projektabschluss, + ein weiteres Depot für Mercedes-Benz) installiert. **Abbildung 34** stellt den Roll-out im zeitlichen Verlauf dar.

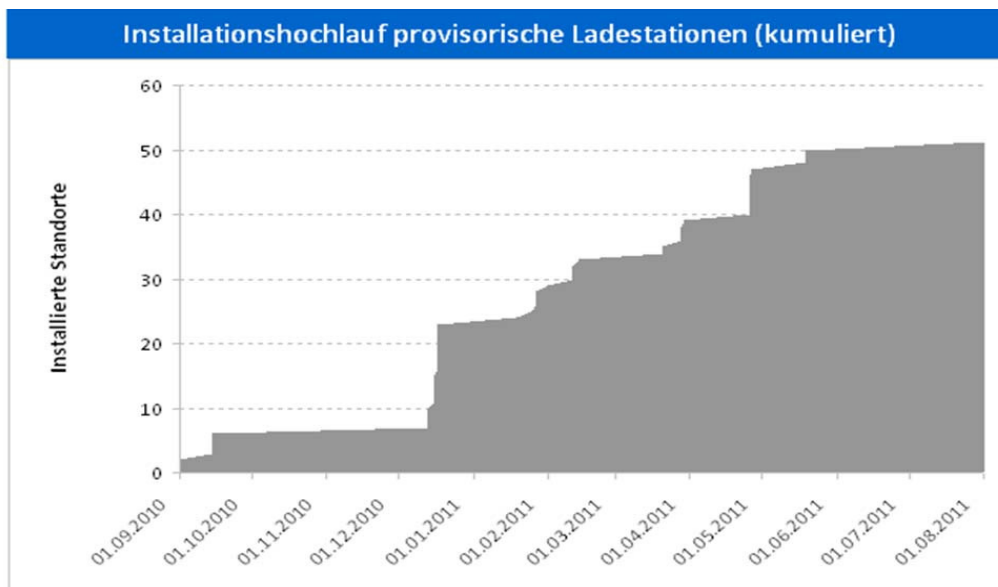


Abbildung 34 - Installationshochlauf der Ladestationen Version 01 („Provisorien“) in kumulierter Form



Zur Planung und Durchführung der Installation wurden Termine mit den Kunden vor Ort vereinbart. Teilnehmer der Erstbesichtigung (gleichzeitig Termin zur Befragung, siehe AP 1.1) waren Vertreter der Projektleitung sowie des Netzbetreibers Vattenfall, Mitarbeiter des jeweiligen Kunden am Standort (Fuhrpark, Fahrer, teilweise Management) und nach Möglichkeit Vertreter der Installationsfirma. Dort erfolgten die Einschätzung der technischen Machbarkeit, Prüfung der technischen Gegebenheiten sowie eine erste Kostenindikation. Im zweiten Schritt erfolgte die kundenseitige Klärung offener Punkte wie z.B. das Einholen schriftlicher Genehmigungen vom Grundstückseigentümer zur Durchführung von Bauarbeiten, Erstellung des Kostenangebots der Installationsfirma und nach Klärung aller Fragen die Installation und Inbetriebnahme der Ladeinfrastruktur.

Meist waren den Kunden im Projekt technischen Voraussetzungen für die Installation im Vorfeld nicht klar und die Depots wurden anfangs ohne Einbeziehung der technischen Anforderungen bzw. ohne Berücksichtigung von Kostenimplikationen vorgeschlagen und teilweise bereits ausgewählt. Nach den ersten Besichtigungen und Beratung durch Vattenfall zu Aufwand und Kosten mussten daher in einigen Fällen neue Standorte (neues Depot oder Stellplatz auf bisherigem Depot) gefunden werden. Auch die vollständige Kostenübernahme für zum Beispiel bauliche Maßnahmen durch Vattenfall musste in diesen Gesprächen geklärt werden, da nicht alle Realisierungsvorschläge einem angemessenen Kosten-Nutzenverhältnis entsprachen. Nach den ersten Besichtigungen wurde daher eine Übersicht der technischen Anforderungen für die Depotauswahl für Neukunden erstellt, so dass diese das vorab in ihre Überlegungen einbeziehen konnten.

Anforderungen an Depots mit Ladestationen für Elektrofahrzeuge
Für eine zukünftige Ladeinfrastruktur wird ein Drehstromanschluss benötigt. Eine „Schuko-Steckdose“ (einzelner Wechselstromanschluss) ist hierbei nicht ausreichend.
Vor einer Ladeinfrastruktur-Installation muss die Eignung des Standortes geprüft werden: Hausanschlussgröße, vorhandene Leistung und Anzahl der zu ladenden Fahrzeuge werden miteinander abgeglichen.
Der Standort des Hausanschlusses ist für den Aufwand bei der Errichtung der Ladeinfrastruktur entscheidend. Der Hausanschluss sollte möglichst nahe an der zusätzlichen Messung / Verteilerbox (die für die Ladeinfrastruktur-Installation erforderlich ist) sein.
Um den technischen und finanziellen Aufwand so gering wie möglich zu halten, sollte der Abstand zwischen Hausanschluss und dem Ort, an dem die Fahrzeuge geladen werden sollen, möglichst klein sein.
Der Zähler für die Ladeinfrastruktur befindet sich in der Verteilerbox. Diese muss im Gebäude und so nahe wie möglich am Hausanschlussraum installiert werden.
Von der Verteilerbox werden die Ladestationen mit jeweils einer separaten Zuleitung sowie einer Steuerleitung eingespeist. Auch hier sollten die Längen der Leitungen so gering wie möglich sein.
Ladepunkt der einzige Satellit) gleichzeitig als Steuerungselement definiert. Er benötigt für den Empfang der Steuerungsinformationen (Windaufkommen und Netzlast) eine GPRS-Funkverbindung.
Ab dem Hausanschluss ist der jeweilige Anlagenbetreiber - Sie als Kunde oder Ihr Gebäude- bzw. Grundstückseigentümer - für die elektrische Anlage verantwortlich. Der Betreiber stellt einen separaten Abgang für eine zusätzliche Messung für Ladeinfrastruktur zur Verfügung.
Der Mehraufwand von evtl. Kernbohrungen / Wanddurchbrüchen gehen zu Lasten des Anlagenbetreibers. Hierfür muss die Zustimmung / Erlaubnis des Gebäudeeigentümers in Schriftform vorliegen.

Abbildung 35 - Anforderungen an die Standortauswahl

Der Aufwand zur Installation der Ladeinfrastruktur war sehr unterschiedlich und führte insgesamt zu sehr individuellen Lösungen für die Erschließung der Depots und die Installation der Ladeinfrastruktur. Beispielhaft sind nachfolgend einige Installationslösungen dargestellt. Auch der Abstimmungsaufwand war sehr unterschiedlich. Ein erhöhter Abstimmungsaufwand ergab sich, wenn der Erprobungspartner eigene Dienstleister mit der Installation beauftragen wollte oder musste (z.B. auf sicherheitssensitivem Gelände oder auf eigenem Netzgebiet), Vattenfall aber für den sicheren Betrieb der Ladevorrichtungen zuständig war. In der Regel waren diese Dienstleister noch nicht vertraut mit der Installation von Ladeboxen für Elektrofahrzeuge und mussten in der Installation unterwiesen werden. Neben der elektrotechnischen Installation zählten dazu auch Informationen zur die Höhe der Anbringung (Regen- und Schneeschutz, Anfahrschutz, einfache Bedienbarkeit und die Entfernung vom Parkplatz). In einem Fall wurde dies nicht beachtet und musste nachträglich korrigiert werden. Auch die Information über die Fertigstellung der Installation erreichte Vattenfall nicht immer zeitnah und musste nachgehalten werden. Erst mit Inbetriebnahme werden im Regelfall die Ladesysteme in das Backendsystem übernommen und der Betriebszustand kann nachverfolgt werden.

### Beispiele für Installationsvarianten



Abbildung 36 - Beispiele für Installationsvarianten

## 4.2.1.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen – Ladeinfrastruktur Version 01

a) Die Lösungen für die Installation waren, wie beschrieben, sehr individuell und unterschiedlich kostenintensiv. Die sich aus den angenommenen Bündelungseffekten ergebenden finanziellen Vorteile konnten daher nur zum Teil realisiert werden. In einem kommerziellen Umfeld sollten die Kostenimplikationen und Lösungsmöglichkeiten durch zum Beispiel Bündelung stärker in die Kundenberatung einbezogen werden.

b) Der Prozess der Depotfestlegung der Erprobungspartner und die technische Einschätzung zur Eignung als Standort für Elektrofahrzeuge liefen anfangs noch nicht vollkommen Hand in Hand. Dies kann unter Umständen schwierig werden, wenn der Standort nicht geeignet ist. Eine Änderung des Standortes ist für den Kunden aus betrieblichen (Einsatzzweck am Standort) und organisatorischen Gründen (interne Struktur-> Subunternehmer) nicht immer einfach möglich. Für zukünftige Kundenprozesse sollte daher dieser Prozess überdacht werden. Eine finale Zusage für das Fahrzeug ist gegebenenfalls erst nach technischer Ersteinschätzung und Kostenklarheit für die Errichtung Ladeinfrastruktur sinnvoll.

c) Die technische Erstberatung sollte gemeinsam durch einen technischen Berater und die gegebenenfalls einzubindende Installationsfirma stattfinden, um den Koordinierungsaufwand intern und aus Kundensicht zu minimieren.

d) Der Abstimmungsaufwand und oft auch Beratungsaufwand ist meist höher, wenn folgende Konstellationen vorliegen:

- Der Depotbetreiber ist nicht auch Eigentümer des Grundstücks und es müssen beispielsweise Genehmigungen für Bauarbeiten eingeholt werden.
- Der Kunde möchte oder muss Eigenleistungen im Zusammenhang mit der Installation erbringen. Hier sind inhaltliche Abgrenzungen zu treffen und die unterschiedlichen Gewerke zu koordinieren. Insbesondere die zeitnahe Inbetriebnahme nach einer Fremdinstallation ist sicherzustellen.
- In beiden Fällen können Haftungsfragen (Beispiel: Wer haftet, wenn es durch das Bohrloch zu einem Wasserschaden kommt, wer haftet für die Installation der Box, etc)

## 4.2.1.4. Methodik/Vorgehen - Ladeinfrastruktur Version 02

Die Beschaffung der Ladeinfrastruktur Version 02 in der Ausgestaltung als Master- und Satellitenboxen gestaltete sich schwierig. Eigentlich sollte ein Hersteller beauftragt werden, der durch ein dreistufiges Auswahlverfahren bereits für andere Projekte ermittelt wurde. Im Herbst 2010 stellte sich heraus, dass mit diesem Hersteller die projektspezifischen Anforderungen in technischer und zeitlicher Sicht nicht bzw. nur mit deutlichem Mehraufwand realisiert werden können. Insbesondere die Implementierung der PLC-Einheit und der Zugriff auf Steuer- und Regelfunktionen klappten nicht wie gewünscht.

Deshalb wurden Verhandlungen mit verschiedenen Anbietern geführt, um die Projektziele: den Einsatz der Wind-to-Vehicle Applikation sowie des Lokalen Lastmanagements bei Flottenkunden, inhaltlich und zeitlich sicherzustellen. Während der Entwicklungs- und Produktionszeit musste die Zusammenarbeit mit zwei Lieferanten abgebrochen werden, da die Erfüllung der Projektziele aufgrund mangelnder Kompetenzen bzw. aufgrund zu geringer Umsetzungsgeschwindigkeit nicht gewährleistet werden konnte. Der dritte Lieferant war schneller in der Umsetzung, hatte aber - wie zuvor bei den anderen Lieferanten auch beobachtet - Probleme mit der Realisierung insbesondere IT-technischer Lösungen.

Generell konnte festgestellt werden, dass die von Vattenfall gestellten IT – Anforderungen für spezifische Anwendungen der Elektromobilität, bei den Herstellern bislang noch nicht gefragt waren und daher auch das entsprechende eigene Know-how noch nicht vorhanden war. Aus diesem Grund suchten sich die Hersteller zum Teil externe Partner, deren Steuerung sich aber als sehr schwierig herausstellte.

Mit dem finalen Lieferanten wurde jedoch der elektromechanische Aufbau schnell erarbeitet. Die Fertigstellung der Softwarefunktionen war erheblich schwerer. Funktional konnten die Anforderungen des Gesteuerten Ladens und das normale Mode3-Ladeverfahren umgesetzt werden (Verhandlungsprozesse zwischen Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur sowie W2V, LLM). Im Detail stellten sich jedoch viele Probleme heraus, die einen stabilen Realbetrieb nicht möglich machen. Beispielsweise wiesen verschiedene Komponenten - u.a. aufgrund von Softwarefehlern - Instabilitäten auf (z.B. GSM-Modul, RFID-Kartenleser, Ethernet/PLC-Kommunikation zwischen Master und Satellit). Darüber hinaus zeigte sich, dass die PLC-Kommunikation aktuell erhebliche Probleme verursacht. Häufig funktionierte die Kommunikationsstrecke zwischen Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur fehlerfrei, oftmals brach die Kommunikation jedoch zusammen oder war fehlerbehaftet. Nach Projektabschluss werden die Ursachen weiter untersucht. Abgesehen von den erheblichen Qualitätsproblemen der Lieferanten sollte generell diskutiert werden, ob die PLC-Technik in der Master-Satelliten-Konfiguration für den Einsatz des Gesteuerten Ladens die beste Lösung ist oder alternative Lösungen in Betracht gezogen werden sollten.

Die bei der Inbetriebnahme aufgetretenen Stabilitätsprobleme konnten in der Projektlaufzeit nicht vollständig beseitigt werden. Darüber hinaus entstanden langwierige technische Probleme bei der Entwicklung, die die Inbetriebnahme verzögerten und die für den Betrieb verfügbare Zeit reduzierten. Zusätzlich wurde die Situation durch die erhebliche Bindung der personellen Ressourcen bei der mehrfachen Auswahl von Lieferanten und dem dadurch entstandenen Betreuungsaufwand der Lieferanten verschärft.

## Test und Evaluation

Bei der Erstellung der Testkonzepte sollten technische Tests die Funktionsfähigkeit und Stabilität der Systeme nachweisen, sowohl während und nach der Entwicklung als auch während des Betriebes. Gegenüber vorausgegangenen Projekten wurden die Systeme außerdem bereits während der Entwicklung ausgiebig getestet (z.B. vor einer Produktionsfreigabe). Nach diversen Tests im Betrieb wurden zusätzlich neue Systeme basierend auf den neuesten Erkenntnissen mit verbesserten und verfeinerten Funktionen gefertigt.

Die technischen Tests wurden in zwei wesentliche Bereiche unterteilt: In das elektromechanische Testkonzept und in das Softwaretestkonzept. Diese Testkonzepte wurden für folgende Aufgaben herangezogen:

- die Erprobung der Prototypen,  
Bei der Erprobung der Prototypen konnten die relevanten Funktionen für Gesteuertes Laden getestet werden. Schwächen wurden aufgedeckt und dem Lieferanten mitgeteilt, so dass die Änderungen in das Produktdesign einfließen konnten.
- die Evaluation der Serienmuster,  
Bei der Erprobung der Serienmuster wurde erfolgreich überprüft, ob die aufgedeckten Schwächen der Prototypen behoben und dass das endgültige technische Design umgesetzt wurde.
- die Prüfung der Seriensysteme beim Lieferanten und  
Bei der Prüfung der Seriensysteme wurden erfolgreich alle Systeme auf Ihre Funktionsfähigkeit geprüft (im Rahmen der Möglichkeiten, die sich vor Ort ohne Elektrofahrzeuge ergaben)
- für die Evaluation im Betrieb an verschiedenen Standorten bei den Projektpartnern und sich Stabilitätsprobleme bei den Seriensystemen im Betrieb herausstellten. Dadurch ergab sich eine stark verkürzte Testzeit, so dass die Evaluation im Betrieb nicht umfänglich durchgeführt und abgeschlossen werden konnte.

Die Durchführung der Tests haben Probleme aufgedeckt, die einen stabilen Betrieb im Rahmen des Projekts nicht ermöglichen. Davon sind bestimmte Probleme generell technisch beherrschbar, müssen aber noch vom Lieferanten gelöst werden:

- Verbindungsschwäche der GSM-Modems
- Softwareprobleme der RFID-Kartenleser

- Thermische Probleme in den Ladeboxen

Ein technisches Problem wurde sichtbar, dass nicht vorhersehbar vollständig technisch lösbar sein muss: Die PLC-Technik für die Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur hatte Stabilitätsprobleme, oftmals war die Verbindung schlecht, brach weg oder Daten waren bei der Übertragung korrupt. Manchmal funktionierte es auch problemlos. Die Ursachen der Instabilität müssen noch analysiert werden, derzeit gibt es folgende Hypothesen dazu:

- Störungen aus dem Netz könnten die Datenübertragung gestört haben (Spannungsspitzen, hochfrequente Störungen bedingt durch andere Verbraucher im Netzbereich usw.)
- Die PLC-Modems waren ggf. untereinander nur begrenzt kompatibel
- Die Elektrofahrzeuge haben eventuell Störungen aus dem Batteriemanagementsystem auf die stromführenden Leitungen übertragen (Wechselrichtereffekte).

Ausführliche Beschreibungen zur Beschaffung, Tests und Evaluationen können im Projekt Gesteuertes Laden 2.0 nachgelesen werden.

#### 4.2.1.5. Ergebnisse und Schlussfolgerungen – Ladeinfrastruktur Version 02

### Technische Tests

#### Erprobung der Prototypen

Beim ersten Lieferanten gestaltete sich die Entwicklung des Prototypen als sehr schwierig. Die Herstellung der Hardware war dabei schnell erfolgt. Die Integration des Systems in die IT-Umgebung stellte sich jedoch als zeitraubend heraus. Die Bemühungen wurden abgebrochen, nachdem die Zeitabschätzungen zur Finalisierung den Projektrahmen überschritten. Daher wurde diese nicht finalisierte Lösung des ersten Lieferanten nicht getestet. Beim zweiten Lieferanten gestaltete sich bereits die Umsetzung der Hardwareanforderungen als schwierig, da der gewählte Lieferant nicht die gewünschte Flexibilität bei der Lösungserarbeitung mitbrachte. Daher wurde auch diese nicht finalisierte Lösung des zweiten Lieferanten nicht getestet. Beim dritten Lieferanten musste fast das gesamte Produkt elektromechanisch geändert werden, da es für den außereuropäischen Markt entwickelt wurde. Dennoch konnte das System nach einem EM-Engineering-Workshop beim Lieferanten vor Ort schnell erarbeitet werden. Die IT-Integration wurde ebenfalls nach einem IT-Engineering-Workshop beim Lieferanten vor Ort schnell erarbeitet.

Die Prototypen wurden dann nach Fertigstellung in Hamburg elektromechanisch getestet. Kleine Abweichungen von den Anforderungen wurden identifiziert und dem Lieferanten mitgeteilt. Für die IT-Tests wurde ein IT-FAT in Hamburg mit den Experten des Lieferanten durchgeführt. Dabei wurden Funktionen getestet und bei Abweichung geändert. Nach dem Test erfolgten Anpassungen im IT-System auf Lieferantenseite.

#### Evaluation der Serienmuster

Die Serienmuster wurden ebenfalls in Hamburg elektromechanisch erfolgreich getestet. Die IT-Tests ergaben noch Abweichung von den Anforderungen, es wurde dann eine bedingte Abnahme (mit noch zu lösenden offenen Punkten) ausgesprochen, damit die Serienfertigung freigegeben werden konnte.

#### Prüfung der Seriensysteme beim Lieferanten

Die Seriensysteme wurden nach Fertigstellung beim Lieferanten vor Ort getestet. Dabei konnte nur ein reduzierter Test durchgeführt werden, da keine realen Elektrofahrzeuge für die Tests zur Verfügung standen und auch ein Elektrofahrzeug-Simulator für die IT-Tests nicht verfügbar war. Es erfolgten elektromechanische Tests mit Hilfe eines Standard Testgeräts, welches ein normales Mode3-Ladeverfahren simulieren und die verschiedenen Betriebszustände eines Elektrofahrzeugs simulieren kann. Dazu wurden alle Systeme jeweils in Master- und in Satellitenkonfiguration betrieben. Ein Backendserver wurde vom Lieferanten simu-

liert, um die Authentifizierung des Masters im Backend zu prüfen. Die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur mittels PLC-Kommunikation konnte bei den Tests nicht geprüft werden. Alle Systeme haben die reduzierte Prüfung (teilweise nach diverse Nacharbeiten) bestanden.

## Tests im Betrieb

Die Evaluation der Seriensysteme fand sowohl in Berlin als auch in Hamburg sowie beim Projektpartner Daimler statt. Dabei wurden verschiedene Phänomene beobachtet, die einen stabilen Betrieb teilweise verhindert haben. Z.B. war die Verbindung zwischen dem Master und den Satelliten nicht 100% stabil. Das führte im Störfall dazu, dass die Satelliten außer Betrieb waren und für weitere Ladevorgänge nicht zur Verfügung standen. Auch andere Probleme zeigten sich erst nach längerer Nutzung. Bei gestörter GSM-Verbindung zum Backendserver z.B. konnte das System nicht korrekt authentifizieren, da es sich in einem undefinierten Zustand befand: Wenn das System im Offline-Betrieb ist, wird eine lokale Whitelist im Master abgefragt. Wenn das System online ist, wird diese Liste im Backend abgefragt. Ist die GSM-Verbindung vorhanden, aber schwach, kann die Liste nicht korrekt im Backend abgefragt werden und der Betrieb ist gestört. Diese Störungen wurden bis zum Projektende nicht vollständig behoben, so dass die finale Fertigstellung der Systeme während der Projektlaufzeit nicht erfolgte.

## 4.2.2. AP 2.2 Betrieb der Ladestationen

### 4.2.2.1. Ziele und Aufgaben

Wesentliches Ziel dieses Arbeitspakets war es, die Infrastruktur für den Versuchsbetrieb funktionstüchtig zu halten. Außerdem waren die notwendigen Geschäftsprozesse, insbesondere das Betriebs- und Datenmanagement zu entwickeln und stabil in die Prozesslandschaft von Vattenfall zu integrieren.

Im Betriebsmanagement mussten die folgenden Teilprozesse realisiert werden:

- Anpassung und Betrieb des Lagezentrums zur Steuerung der Regel- und Störfallprozesse
- Abschluss aller notwendigen Verträge und Vereinbarungen für Wartungs- und Reparaturarbeiten an der Ladeinfrastruktur

Für das Datenmanagement waren die folgenden Teilprozesse umzusetzen:

- Sicherstellung des Datentransfers der Daten der Lastgangzähler in die Betriebszentrale (für Ladeinfrastruktur Version 02 auch darüber hinausgehende Daten)

### 4.2.2.2. Methodik/Vorgehen

Der Betrieb der Ladestationen der Ladestationen Version 01 wurde mit der jeweiligen Inbetriebnahme aufgenommen. Mit der Infrastruktur Version 01 wurden noch keine Daten übertragen, es erfolgte lediglich eine Messung der Lastgänge an den Zählern. Aufgrund der nicht vorhandenen IT Struktur in den Ladesystemen erfolgte auch noch keine Fehlererkennung im Backendsystem. Diese wurden durch turnusmäßige Wartungen oder Meldungen der Erprobungspartner erkannt. Im Projektzeitraum kam es jedoch auch nicht zu nennenswerten Störungen. Die Infrastruktur Version 02 konnte aus den beschriebenen Stabilitätsproblemen und Verzögerungen bei der IT technischen Abstimmung zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur nicht mehr in Betrieb genommen werden.

Im Rahmen der gesamten Aktivitäten im Bereich Elektromobilität hat Vattenfall ein IT-System – die Integrationsplattform - für den Betrieb entwickelt, in das bereits die intelligente Ladeinfrastruktur Version 02 eingebunden wurde. Die Funktionsweise der Plattform wird unter den Ergebnissen beschrieben.

4.2.2.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Integrationsplattform – das Herzstück des Gesteuerten Ladens

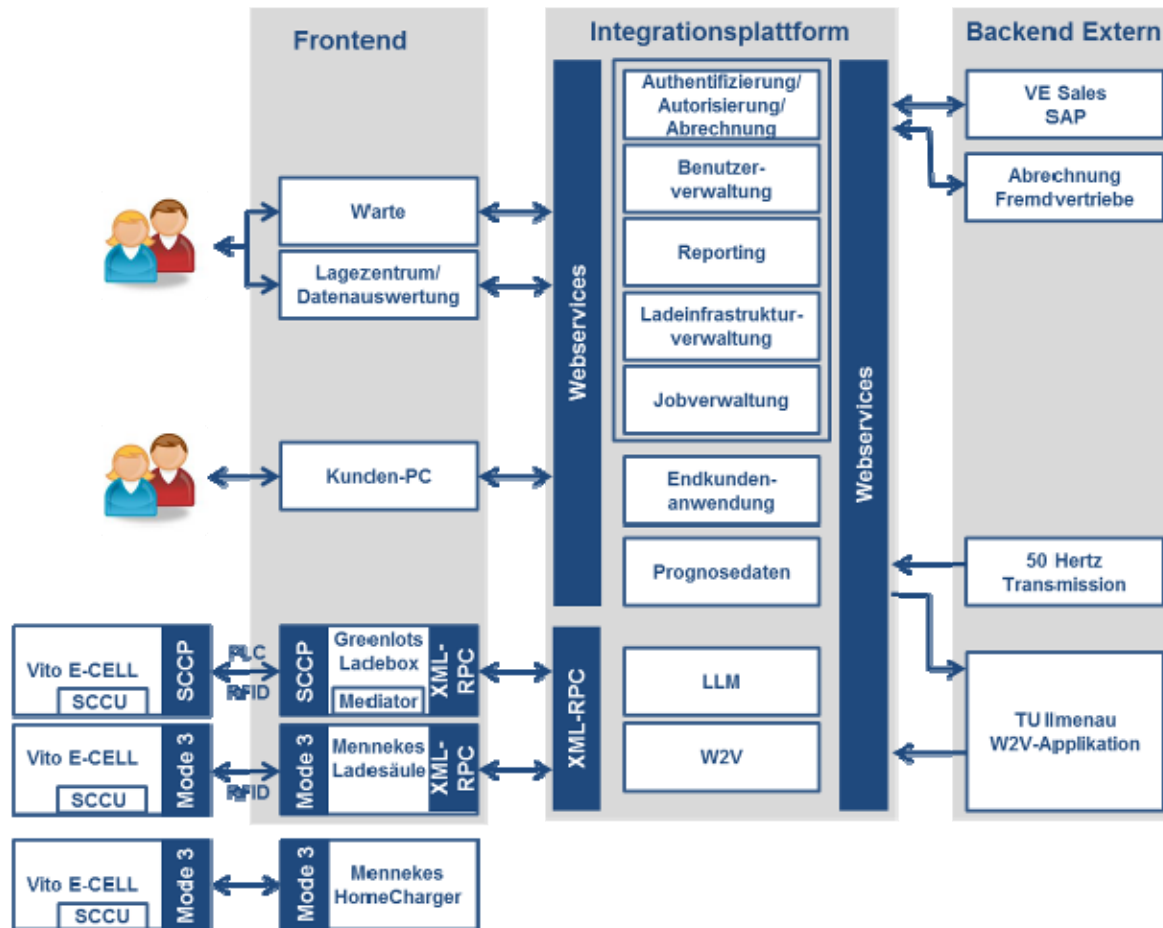


Abbildung 37 - Integrationsplattform

Die Integrationsplattform bündelt alle zentralseitigen IT-Systeme auf Energieversorgungsseite und ist die Datensammelstelle für Lade- und Verbrauchsdaten. Sie bildet die Verwaltungs- und Verarbeitungslogik des Gesamtsystems ab und ist die Drehscheibe für alle Interaktionen mit Drittsystemen und damit Grundvoraussetzung für das Gesteuerte Laden. Dabei müssen die Anwendungen in die Vattenfall-Systemlandschaft eingebettet sein, so dass gesetzliche als auch technische Rahmenbedingungen für einen realen Betrieb sichergestellt werden. Außerdem gibt es IT-Anwendungen, die die Verwaltung der Daten (Kunden, Karten, Säulen) übernimmt.

**Intelligenter Ladevorgang**

Um an der intelligenten Ladebox laden zu können, muss sich der Nutzer zunächst authentifizieren. Dafür hält er eine auf ihn ausgestellte RFID-Karte an den Kartenleser der Ladebox. Die individuelle Identifikationsnummer der Karte wird gelesen und an die Integrationsplattform übermittelt. Dort wird geprüft, ob der Nutzer zum Laden an der speziellen Ladebox berechtigt ist. Sollte die Verbindung zur Integrationsplattform

gestört sein, kann durch eine manuell eingegebene Whitelist auf der Ladebox die Authentifizierung trotzdem erfolgreich abgeschlossen werden. Nach erfolgreicher Authentifizierung, wird die Ladebox für den Ladevorgang freigeschaltet.

Sobald ein Kontakt zwischen Fahrzeug und Ladestation mittels Ladekabel hergestellt ist und das Mode3-Verfahren durchlaufen wurde, wird eine Powerline-Kommunikation aufgebaut, um einen automatischen Datenaustausch zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur zu ermöglichen. Mit Hilfe des daimlerspezifischen Smart-Charge-Communication Protokoll, einem umfangreichen Protokoll zur Kommunikation zwischen Fahrzeug und Stromlieferant, wird die Ladekurve zwischen Infrastruktur und Fahrzeug ausgehandelt und nicht nur einseitig gesteuert. Die Ladekurve wird via Smart-Charge-Protokoll mit Hilfe von PLC über die stromführende Leitung zwischen Fahrzeug und Ladebox verhandelt. Erst nach Abschluss dieser Verhandlung startet der eigentliche intelligente Ladevorgang inklusive LLM und W2V. Um den Prozess der Ladekurvenverhandlung möglichst störungsunanfällig zu gestalten, wurde der Datenaustausch auf ein Minimum reduziert. Da die Kompetenz zur Berechnung der Ladekurve ausschließlich im Fahrzeug liegt, reduziert sich der Datenaustausch von der Ladebox zum Fahrzeug auf den LLM-Vorschlag und die Windprognose.

Nachfolgend soll der Verhandlungsprozess zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur skizziert werden.

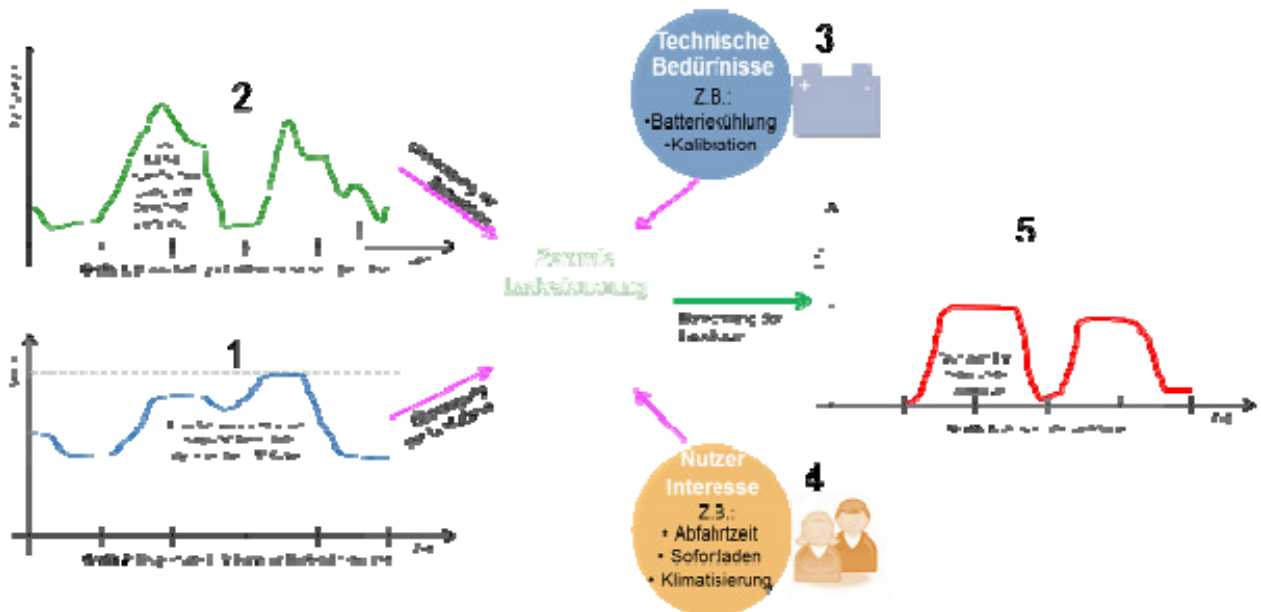


Abbildung 38 - Verhandlungsprozess zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur

Mit Hilfe der Daten zur lokalen Netzauslastung wird in der Integrationsplattform ein LLM-Vorschlag berechnet, der an die Ladebox weitergeleitet wird. Der LLM-Vorschlag ist die Funktion des maximalen Stroms für die nächsten 24 Stunden. Beim LLM gilt die Prioritätsregel: Wer zuerst kommt, wird zuerst bedient und wenn verfügbar, wird der geforderte Strom bereitgestellt. Es ist vorgesehen, dass der LLM-Vorschlag für den gesamten Ladezeitraum bindend für die Ladeinfrastruktur ist. Diese Informationen leitet die Ladebox in Form einer LLM-Kurve an das Elektrofahrzeug weiter [1]. Damit kennt das Fahrzeug die zur Ladung zur Verfügung stehende Energiemenge. Der LLM-Vorschlag ist für das Fahrzeug bindend, um das Versorgungsnetz vor Überlastung zu schützen.

Die Vattenfall Integrationsplattform unterstützt den Austausch der Windprognosedaten für eine optimale Nutzung der Windenergie. Über eine automatisierte Schnittstelle ruft die Vattenfall Integrationsplattform Daten zur Prognose und Hochrechnung der Windstromerzeugung von 50 Hertz Transmission ab. Diese



Prognosedaten werden über die Integrationsplattform an die TU Ilmenau gesandt. Hier wird eine Zielfunktion berechnet, die über die Integrationsplattform an die Ladeinfrastruktur weitergeleitet wird. Diese stellt die Zielfunktion dem Vito E-CELL zur Berechnung der Ladekurve zur Verfügung [2].

[5] Das Fahrzeug berechnet aus dem LLM-Vorschlag, der Windprognose, den Nutzerpräferenzen und aus den technischen Bedürfnissen der Batterie die endgültige Ladekurve. Diese wird anschließend von dem Fahrzeug an die Ladeinfrastruktur gesendet.



#### Einstellungen

- Fahrzeugeinstellungen: Kennzeichen / Hinterlegung von Kontakten für RSS-Feeds, Social Network Diensten, SMS Service etc. zum Abrufen des Fahrzeugstatus bei „Batterie voll“ oder „Ladezustand größer als ...“
- Persönliche Daten: Logindaten / Passwort / Sprache / Zeitzone / Einheiten / etc.

Abbildung 39 - kundenspezifische Webseite Vito E-CELL von Mercedes-Benz

Zusätzlich zu LLM und W2V berücksichtigt das Elektrofahrzeug die technischen Bedürfnisse der Batterie [3] und wertet die Nutzerpräferenzen [4] aus. Der Nutzer kann seine Präferenzen in Form der gewünschten Abfahrzeit über das Kombiinstrument des Fahrzeugs und zukünftig auch über eine Vito E-CELL spezifische Webseite (siehe Abbildung 37) mitteilen. Der LLM-Vorschlag ist ein bindendes Element, die Windprognose hingegen ist eine Information, die mitberücksichtigt werden kann, aber nicht berücksichtigt werden muss. Das Ergebnis der Berechnungen ist eine Ladekurve [5], die unterhalb des LLM-Vorschlags verläuft und zeitlich veränderlich sein kann. Die errechnete Ladekurve wird anschließend vom Fahrzeug zurück an die Ladeinfrastruktur gesendet. Diese akzeptiert die Ladekurve sofern sie sich unterhalb des LLM-Vorschlags befindet. Die Ladeinfrastruktur reserviert die Strommenge – repräsentiert durch die Ladekurve – in dem LLM für diese Elektrofahrzeug. Für die Ladeinfrastruktur gilt nun die Verpflichtung, dass sie zu jedem Zeitpunkt mindestens den in der beschlossenen Ladekurve gewünschten Strom liefern kann. Das Elektrofahrzeug verpflichtet sich, zu jedem Zeitpunkt maximal den in der beschlossenen Ladekurve gewünschten Strom zu nutzen. Anschließend kann der Ladevorgang gemäß der vereinbarten Ladekurve starten.

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, dass die Ladeinfrastruktur auf eine veränderte Windprognose reagiert und eine aktualisierte Windprognose an das Fahrzeug schickt. Gleiches gilt für das LLM, mit der Ausnahme, dass die maximal zur Verfügung stehende Leistung nur nach oben, nicht aber nach unten korrigiert werden kann. In der aktuellen Umsetzung wird diese Möglichkeit jedoch noch nicht angewendet.

Das Elektrofahrzeug bestimmt im letzten Schritt die genaue Ladekurve. Manchmal muss es innerhalb des Ladeprozesses eine neue Ladekurve vorschlagen. Gründe hierfür können beispielsweise eine neue Nutzeranforderung oder neue technische Bedürfnisse der Batterie sein. Das Fahrzeug sendet diese neue Ladekurve als Vorschlag an die Ladeinfrastruktur. Diese prüft in der LLM-Summe, ob ausreichend Stromkapazitäten vorhanden sind. Ist der Vorschlag realisierbar, bestätigt die Ladeinfrastruktur den Vorschlag des Elektrofahrzeugs. Nun kann der Ladevorgang nach der neuen Ladekurve erfolgen und das Elektrofahrzeug fährt die neue Ladekurve über die Zeit ab.

Die von der Ladeinfrastruktur generierten Daten, wie Ladedauer, Lademenge und Störungen werden per GSM an die Integrationsplattform gesendet. Das Monitoring bildet die aktuellen Funktionszustände der Ladeinfrastruktur ab. Die intelligente Ladeinfrastruktur meldet sich automatisch alle 10 Minuten bei der Integrationsplattform. Die AMEXX HomeCharger senden hingegen keine automatischen Meldungen, hier ist man auf Störungsmeldungen der Nutzer angewiesen. Wenn während des Betriebs eine Störung erfasst wird, muss diese möglichst schnell behoben werden. Die vom Ladeinfrastruktur-Nutzer aufgenommene Störung muss aufgenommen werden und dann die Entstörung koordiniert werden. Um dies zu gewährleisten gibt es die Warte zur Überwachung und Steuerung des Gesamtsystems. Die Warte umfasst – neben den Mitarbeitern – ein Ticket-System, eine Kunden-Hotline, und Entstörungsteams.

## **Endkundenanwendung**

Die Endkundenanwendung ermöglicht dem Flottenmanager auf einer Webseite die Überwachung der Ladevorgänge und das Anlegen von neuen Nutzern. Die aktuellen Ladestände der Fahrzeuge und der Verbrauch können überprüft werden. Außerdem wird eine Übersicht der monatlichen Ladevorgänge zur Verfügung gestellt.

### **4.2.3. AP 2.3 Begleitende Evaluierung des Flotteneinsatzes (Stromverbrauch, Fahrzeugeinsatz, W2V)**

#### 4.2.3.1. Ziele und Aufgaben

Ziel dieses Arbeitspaktes war es, den Erfolg des Ladekonzeptes unter den speziellen Bedingungen des Flottenbetriebes zu evaluieren. Konkret ging es dabei um die Frage, ob die betrieblichen Anforderungen des Flottenbetriebes mit denjenigen der W2V-Applikation kompatibel sind und inwiefern sich die Anforderungen und Ergebnisse von denen mit Privatkunden unterscheiden.

#### 4.2.3.2. Methodik/Vorgehen

Im Projekt wurden verschiedene Messgeräte installiert, um quantitative Daten zu erheben und die Grundlage für wissenschaftliche Auswertungen zu schaffen. Diese Daten wurden durch qualitative Nutzerbefragungen ergänzt. Konkret konnten die folgenden Quellen erschlossen werden:

##### Quantitative Daten

Elektronische Lastgangzähler: Messung der elektrischen Leistung im 15-Minuten-Intervall je Standort mit ein bis sechs angeschlossenen Fahrzeugen. Die Bereitstellung wurde durch den Verteilnetzbetreiber gewährleistet (Vattenfall Europe Distribution Berlin).

Im Fahrzeug verbaute Datenlogger: Protokollierung von Daten der Fahrten und Ladevorgänge. Die Daten wurden von Daimler ermittelt und zur Verfügung gestellt.

##### Qualitative Daten

Befragungen der Unternehmen zum geplanten Einsatz- und Ladeprofil der Fahrzeuge vor Projektbeginn  
Befragungen der Fahrer der Vito E-CELL zum Ende des Projekts (Antworten von zehn Fahrern liegen vor)

Die Kombination der verschiedenen Datenquellen vermittelt insgesamt ein gutes Bild über das tatsächliche Nutzungs- und Ladeverhalten. Zu berücksichtigen ist, dass aufgrund des noch nicht begonnenen Roll-outs der Ladeinfrastruktur Version 02 keine Evaluierung des W2V-Erfolges erfolgen konnte.

Folgende Eigenschaften der Daten und Limitierungen müssen bei der Interpretation beachtet werden:

- Der Datenlogger wurde nicht für die exakte Messung des Ladestroms und der geladenen Energiemenge konstruiert. Die geladene Energiemenge wurde daher aus der Differenz des ‚State of Charge‘ der Batterie bei Ladeende und Ladebeginn hergeleitet. Die Daten wurden zusätzlich mit vorliegenden Zählerwerten normiert und validiert.
- Für die Auswertung der Ladevorgänge wurden die im Datenlogger aufgezeichneten Ladesessions genutzt. Eine Ladesession beginnt, wenn der Stecker des Ladekabels sowohl im Fahrzeug, wie auch in der Infrastruktur gesteckt wurde. Die Ladesession endet, wenn das Ladekabel entfernt wird, wenige Minuten nach Beendigung des Ladevorgangs oder bei Betätigung der Zentralverriegelung des Fahrzeugs. Die Ladesession ist damit nicht identisch mit der Zeit, in der das Fahrzeug am Stromnetz angeschlossen ist.
- Die Berechnung des ‚State of Charge‘ der Batterie wurde im Projektverlauf im Rahmen eines Software-Updates geändert. Bei einzelnen Ladevorgängen können sich dadurch Inkonsistenzen bei der Lademenge ergeben, die nicht durch die Normierung anhand der Zählerwerte eliminiert werden konnten.
- Ladedaten können verloren gegangen sein, wenn sich das Fahrzeug längere Zeit in einer nicht mit Mobilfunk versorgten Tiefgarage befand und der Datenlogger keine Verbindung zum Backend aufbauen konnte. Ebenso kann es anfänglich vorgekommen sein, dass die Ladesession nicht wenige Minuten nach Ende des Ladevorgangs beendet wurde, sondern bis zur Betätigung der Zentralverriegelung oder dem Abstecken des Fahrzeugs weiterlief.
- Unternehmen, deren Ladedaten aufgrund technischer Restriktionen oder sehr kurzer Projektzugehörigkeit nur unzureichend zur Verfügung standen, wurden bei den Analysen ausgeschlossen.
- Die Datenlogger im Fahrzeug arbeiten mit UTC-Zeit, die Zählerstände liegen in MEZ bzw. MESZ-Format vor. Bei der Auswertung wurden alle Daten auf MEZ bzw. MESZ umgerechnet.
- Erst ab März 2011 befand sich eine hinreichende Stichprobe an Fahrzeugen bei den Nutzern. Die bis Februar erhobenen quantitativen Daten fließen nicht in die Auswertung ein. Die Aussagen aus den Sommermonaten lassen sich nicht ohne Weiteres auf die Wintermonate übertragen. Die qualitativen Daten wurden jedoch auch für diesen Zeitraum ausgewertet.
- Die Auswertung der Ladevorgänge nach Standort kann in wenigen Fällen dadurch verfälscht worden sein, dass Fahrzeuge an Nicht-Heimatstandorten geladen wurden. Da die Fahrzeuge in der Datenauswertung fest den Heimatstandorten zugeordnet sind, kann es zu Abweichungen ggü. den Lastgangdaten kommen. Die Lastgangdaten beziehen sich fahrzeugunabhängig auf die Standorte.
- Ebenso könnten die Daten der Zähler dadurch beeinflusst worden sein, dass Nicht-Projektfahrzeuge an den Projektladestationen geladen wurden.
- Die berechnete Stromabgabe wurde mit der tatsächlichen Stromabgabe verglichen und eine real genutzte Batteriekapazität von 30 kWh angenommen.

#### 4.2.3.3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

##### **Auswertung über die gesamte Fahrzeugflotte**

In den folgenden Auswertungen wurden alle verfügbaren Daten berücksichtigt. Die Daten von vier Erprobungspartnern waren nicht verfügbar. Das betraf sieben Fahrzeuge, von denen eines erst im Juli 2011 in den Betrieb ging. Die anderen wurden zum Teil an unterschiedlichen Standorten geladen, weil die Depotfestlegung andauerte oder Daten verloren gingen. In einem zweiten Schritt werden die Aussagen näher untersucht anhand auszugsweiser Daten bestimmter Erprobungsgruppen.

Im März bis September wurden insgesamt 4.492 Ladevorgänge mit einem Stromabsatz von 46.304,4 kWh gemessen (Abbildung 40 - Stromabsatz und Anzahl der Ladevorgänge - Gesamt) Der durchschnittliche Stromabsatz je Ladevorgang lag dabei zwischen 7 und 15 kWh. Im Juni gab es einen Rückgang aufgrund der Aktualisierung der Soft- und Hardware (Aktionierung) der Fahrzeuge durch Daimler. Nach Juni stiegen die Anzahl der Ladevorgänge sowie die Lademenge wieder kontinuierlich an. Im März und Mai wurden die meisten Ladevorgänge aufgezeichnet, der höchste Stromabsatz war jedoch im August und September zu verzeichnen. Wenn man die Aktionierung als Sondereffekt außen vor lässt, kann man festhalten, dass die Ladevorgänge über die Zeit relativ stabil sind.

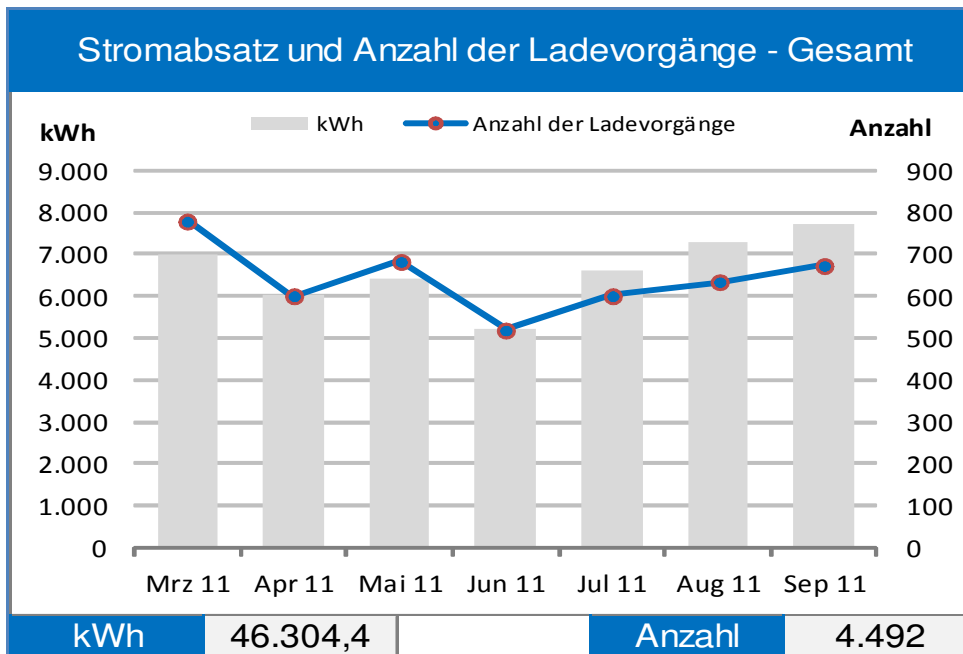


Abbildung 40 - Stromabsatz und Anzahl der Ladevorgänge - Gesamt

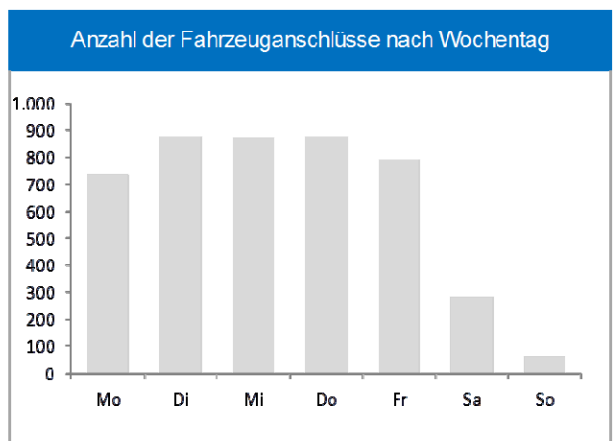
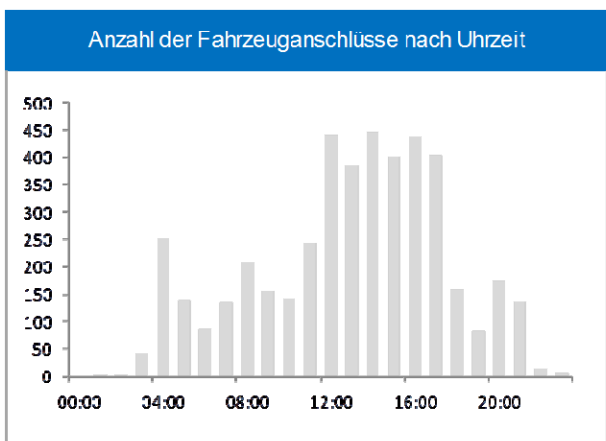


Abbildung 41 - Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag - Gesamt

Die voranstehende Abbildung zeigt die Anzahl der Fahrzeuganschlüsse der gesamten Fahrzeugflotte nach Uhrzeit und Wochentag. Dargestellt sind also die Uhrzeiten, zu denen das Fahrzeug mit der Ladestation verbunden wird. (Es geht also nicht um die Anschlussdauer). Nach den Erhebungen zur Betriebszeit und Aussagen der Fahrer ist davon auszugehen, dass die Fahrzeuge dann auch angeschlossen blieben. Zwischen 12 und 18 Uhr wurden die meisten Fahrzeuge angeschlossen. Das bedeutet, dass die Gruppe der Fahrzeuge während der Nacht für das Gesteuerte Laden zur Verfügung steht, allerdings unterschiedlich lang. Auffallenden ist eine Häufung von Anschlussvorgängen zwischen 4 Uhr und 5 Uhr morgens. Hierfür gibt es allem voran zwei Erklärungen, eine verhaltensbedingte und eine technikbedingte: Manche Fahrer nehmen das Fahrzeug nach Ende ihrer Tour mit nach Hause und kommen damit sehr früh am folgenden Morgen wieder auf das Betriebsgelände und starten dann erst den Ladevorgang. Die technische Erklärung ergibt sich daraus, dass ein Fahrzeuganschluss auch dann registriert wird, wenn es über Nacht geladen wurde und im Morgenrauen das Fahrzeug zum Beladen mit Waren geöffnet wird. Es wird technisch ein Anschlussvorgang registriert, jedoch nur eine geringe Menge geladen.

Werden die Ansteckvorgänge nach Wochentagen betrachtet, zeigt sich, dass es sehr viele Anschlüsse von Montag bis Freitag gibt, aber auch am Samstag noch die Fahrzeuge angeschlossen werden. Die relativ gleich vielen Anschlüssen von Montag bis Freitag lassen darauf schließen, dass die Fahrzeuge sehr regelmäßig genutzt und deshalb auch regelmäßig geladen werden.

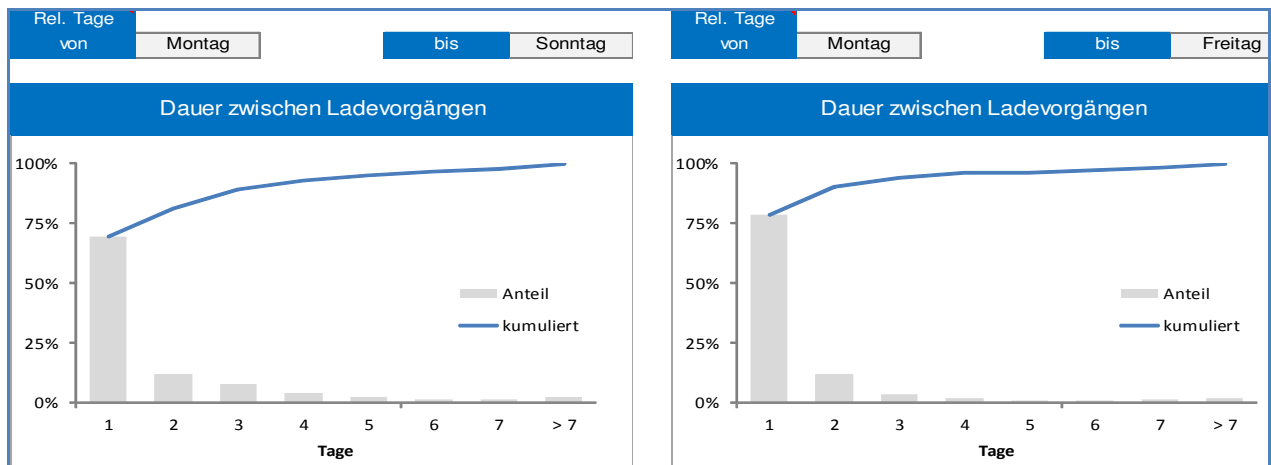


Abbildung 42 - Dauer zwischen Ladevorgängen - Gesamt

Die Regelmäßigkeit der Ladung wird noch einmal durch die Abbildung 42 - Dauer zwischen Ladevorgängen - Gesamt unterstrichen. Bei der Dauer zwischen den Ladevorgängen wurden beim Graph auf der linken Seite alle Tage berücksichtigt und beim Graph auf der rechten Seite nur die Tage Montag bis Freitag. Diese Unterscheidung wurde vorgenommen, da am Wochenende seltener Fahrzeuge angeschlossen werden und dadurch das Ergebnis verzerrt wird. Beide Graphen zeigen, dass in den 2/3 der Fälle nur ein Tag zwischen den Ladevorgängen liegt. Diese Daten bestätigen die These, dass Flottenkunden ihre Fahrzeuge häufiger und regelmäßiger anschließen als beispielsweise Privatkunden [nachrichtlich] und damit dass das Potenzial zur Einspeisung von Windenergie pro Fahrzeug höher liegt.

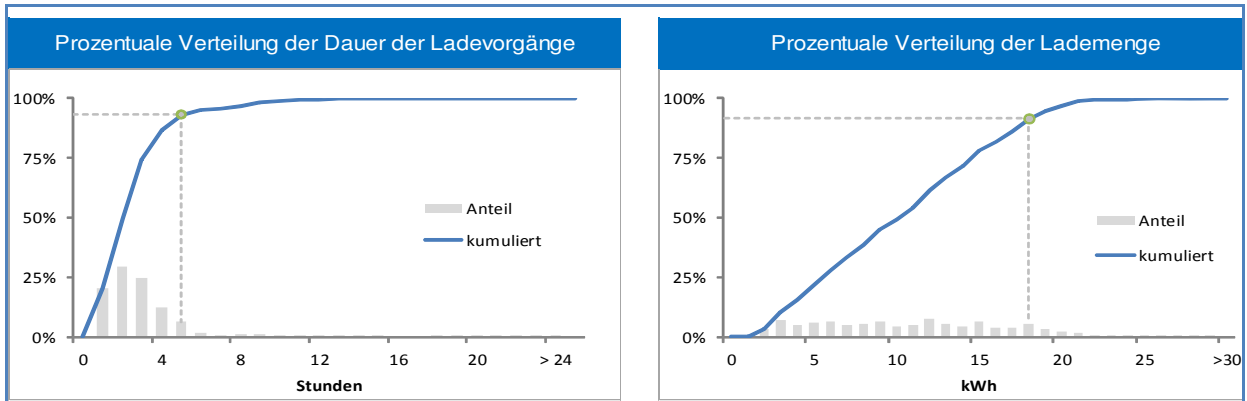


Abbildung 43 - Prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge - Gesamt

Bei der Analyse der Ladedauer in Abbildung 43 - Prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge - Gesamt zeigt sich, dass über 90% der Ladevorgänge unter 5 Stunden dauerten. Betrachtet man die Verteilung der Lademenge, fällt auf, dass die Streuung sehr groß ist und in etwa gleich verteilt. Das lässt auf sehr heterogene Fahrstrecken und damit Betriebskonzepte schließen.

**Zielgruppenspezifische Auswertung**

Entsprechend den identifizierten und beschriebenen Erprobungsgruppen (Lieferdienst, Service, Werksfahrzeug) wurden diese auch für die nachfolgenden Auswertungen näher betrachtet. Zusätzlich wurde geprüft, ob es sich um Gruppen mit langen (Heavy User, über 50 km) oder kurzen Tageswegstrecken (Light User, bis 50 km) handelt.

**Lieferdienst & Heavy User**

Die Gruppe der Fahrzeuge, die dem Lieferdienst (Post- und Paketzustellung, Paketshopentleerung) zuzuordnen ist, ist auch überwiegend in die Kategorie der Heavy User einzuordnen. Sie sind meist mit vielen Start- und Stopps im Einsatz.

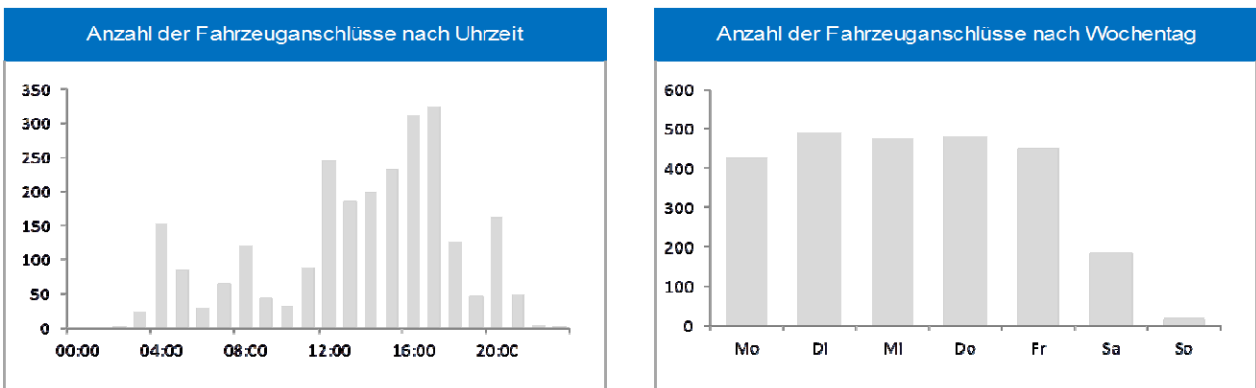


Abbildung 44 - Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag -Lieferdienst (Heavy User)

Die Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag wird in Abbildung 44 gezeigt. Die meisten Fahrzeuge wurden tagsüber und in den Abendstunden mit der Ladeinfrastruktur verbunden. Am Nachmittag, also wahrscheinlich nach Dienstende, wurden die meisten Fahrzeuge angeschlossen. Außerdem ist zwischen 20 und 21 Uhr sowie 4 und 5 Uhr eine Häufung zu verzeichnen. Die abendliche Spitze könnte der Dienstschluss der letzten Fahrzeuge im Schichtdienst sein. Fröhorgens könnte die Häufung dadurch ent-

stehen, dass die Fahrzeuge aufgesperrt werden und dann bepackt werden für die erste Ausfahrt. Dies könnte auch noch für die anderen Anschlüsse am Morgen gelten. Einige wenige Kunden sagten in der Befragung auch aus, dass sie das Fahrzeug nach jeder Tour kurz zwischenladen. Das würde die vereinzelt Anschlüsse am Vormittag erklären.

Betrachtet man die Ansteckvorgänge nach Wochentagen, zeigt sich, dass die Fahrzeuge von Montag bis Freitag sehr kontinuierlich angeschlossen wurden. Das Wochenende spielt eher eine untergeordnete Rolle, wobei am Samstag noch Aktivitäten zu sehen sind, da dort auch Pakete und Post ausgeliefert werden. Bei Betrachtung der Zeit zwischen einzelnen Ladevorgängen (Abbildung 45 - Dauer zwischen Ladevorgängen- Lieferdienst (Heavy User)) ergibt sich ein Wert von gut 85%, der Fahrzeuge, die täglich geladen werden. Damit liegt er leicht über dem Flottendurchschnitt von 75% (Abbildung 42, siehe oben). Diese Fahrzeuge im Lieferdienst laden täglich von Montag bis Freitag. Die Nutzergruppe ist demnach sehr gut planbar für den Anschluss an das Netz und die Steuerung der Ladevorgänge.

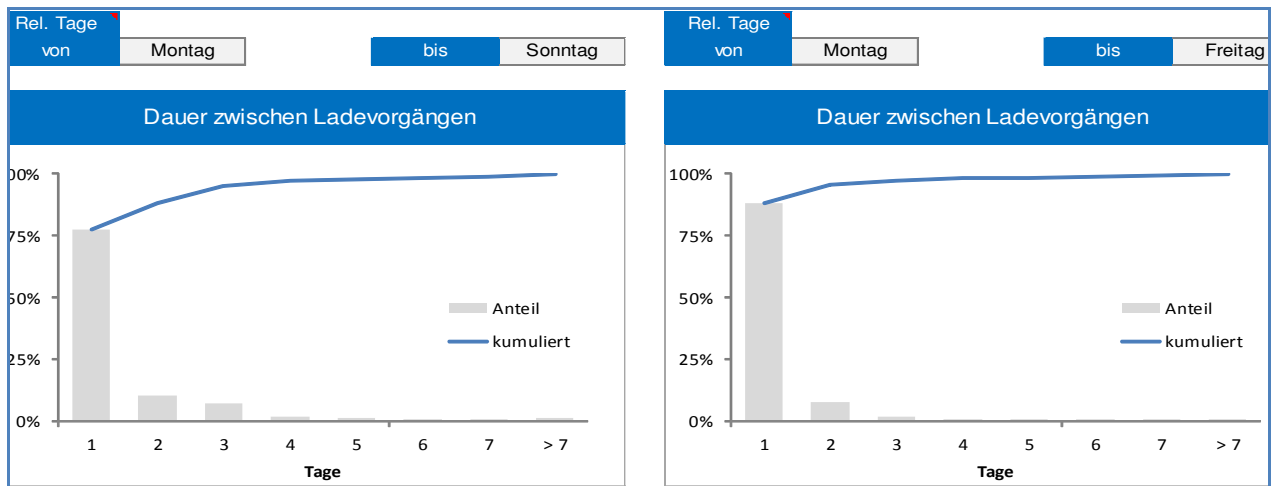


Abbildung 45 - Dauer zwischen Ladevorgängen- Lieferdienst (Heavy User)

In der unten folgenden Abbildung ist die prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge dargestellt. 90% aller aufgezeichneten Ladevorgänge dauerten fünf Stunden oder weniger. Die prozentuale Verteilung der Lademenge zeigt eine relative Gleichverteilung bis in hohe kWh Zahlen.

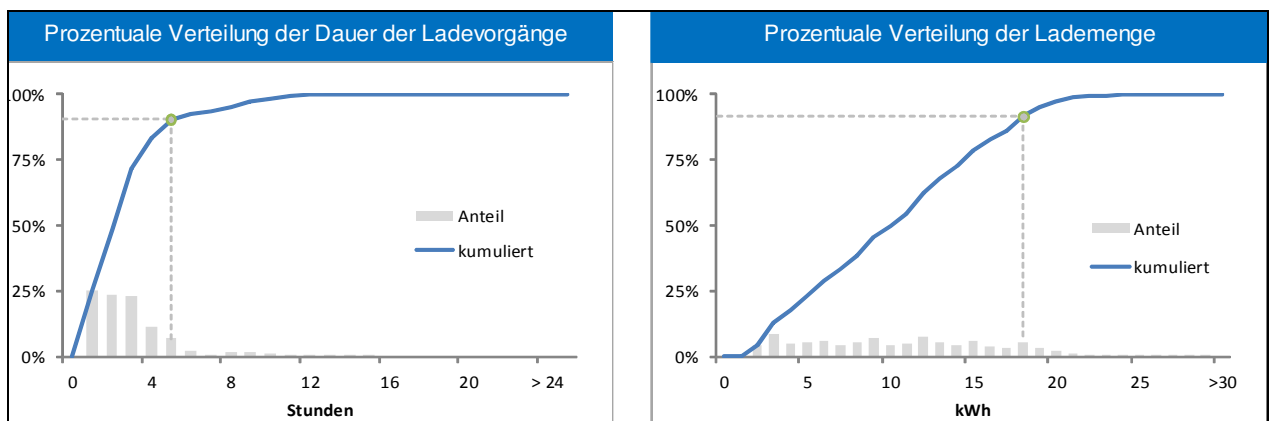


Abbildung 46 - Prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge- Lieferdienst (Heavy User)

Servicefahrzeuge & Light User

Die Gruppe der Servicefahrzeuge, zu der insbesondere Wartung, Kundendienst, Montage gehören, setzt die Fahrzeuge mehrheitlich auf eher kürzeren Strecken ein und ist somit der Gruppe der Light User zuzuordnen. Daneben sind aber auch Servicefahrzeuge auf längeren Strecken unterwegs, sie werden in dieser Auswertung jedoch nicht berücksichtigt.

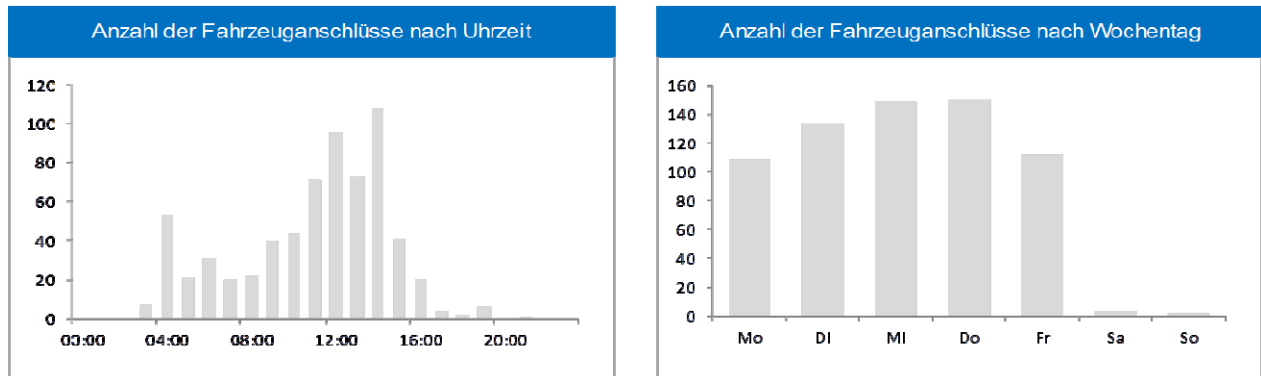


Abbildung 47 - Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag  
Servicefahrzeuge – (Light User)

Die Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag (siehe Abbildung oben) zeigt, dass bei den Servicefahrzeuge - Light User die meisten Fahrzeuge tagsüber an die Ladeinfrastruktur angeschlossen wurden. Zwischen 11 und 15 Uhr wurden die meisten Fahrzeuge angeschlossen. Danach gab es deutlich weniger Aktivitäten. Das heißt, die allermeisten Fahrzeuge standen für eine lange Zeit über Nacht am Netz und sind damit gut geeignet für Anwendungen wie W2V. Da es diesen Peak am Nachmittag gibt, wurden mit hoher Wahrscheinlichkeit auch mehrere Fahrzeuge am Nachmittag parallel geladen. Das kann problematisch werden, wenn die Netzkapazitäten vor Ort nicht ausreichen, alle Fahrzeuge zu laden. Hier ist die LLM Anwendung sinnvoll. Aufgrund der langen Standzeit der Fahrzeuge bis zu einem neuen Einsatz stellen die Servicefahrzeuge eine geeignete Zielgruppe für die Anwendung dar.

Zusätzlich wurden zwischen 4 und 5 Uhr verhältnismäßig viele Fahrzeuge angeschlossen. Dies betraf einen Erprobungspartner, bei dem die Fahrer die Fahrzeuge nach Dienstschluss mit nach Hause nehmen konnten, um sie dann am nächsten Morgen anzuschließen.

Betrachtet man die Ansteckvorgänge nach Wochentagen, zeigt sich klar, dass die Fahrzeuge hauptsächlich von Montag bis Freitag angeschlossen wurden, allerdings deutlich unterschiedlich konstant als bei den Lieferfahrzeugen. Das lässt darauf schließen, dass die Fahrzeuge aufgrund ihrer geringeren täglichen Fahrleistung auch nicht jeden Tag angeschlossen wurden. Deutlich wird das auch in der nachfolgenden Darstellung. Demnach wurden nur circa 60% der Fahrzeuge täglich angeschlossen (bei Betrachtung Montag-Freitag). Bei den Lieferfahrzeugen waren das circa 90%. Bei 18% liegen zwei Tage zwischen den Ladevorgängen. Bei 6% liegen sogar – obwohl das Wochenende nicht berücksichtigt wurde – drei bis vier Tage zwischen den einzelnen Ladevorgängen.



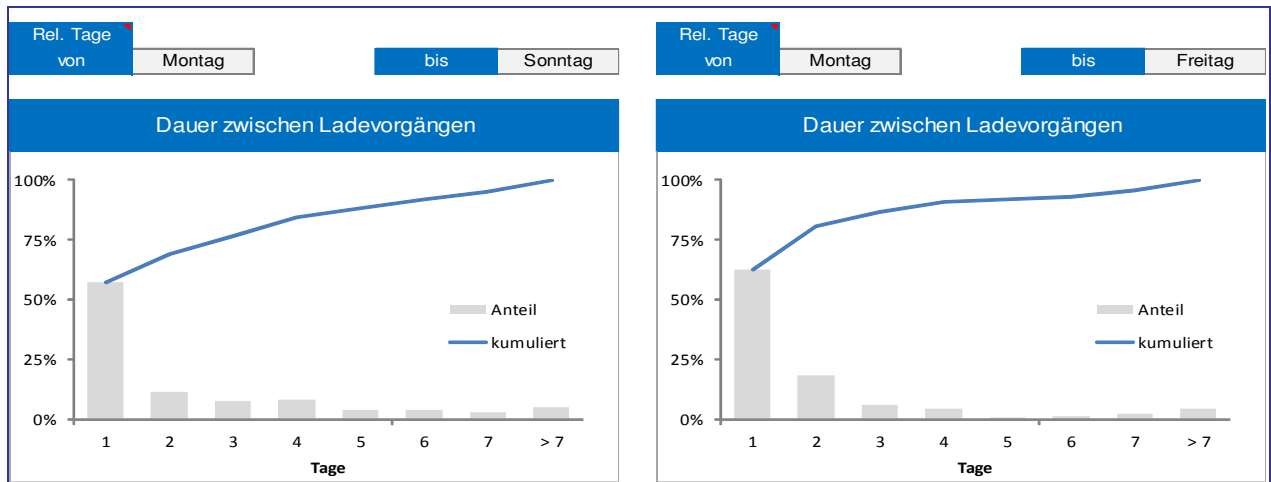


Abbildung 48 - Dauer zwischen Ladevorgängen – Servicefahrzeuge (Light User)

Die Reichweite des VITO E-CELL ist für diese Kundengruppe mehr als ausreichend, so dass auch nicht jeden Tag geladen werden muss. Diese Fahrzeuge stehen demnach nicht so häufig und regelmäßig zur Verfügung wie beispielsweise die Fahrzeuge des Lieferverkehrs. Im Vergleich zu den Erhebungen für Privatkunden (Vorgängerprojekt von Vattenfall und weiteren Partnern) sind die Anschlusshäufigkeiten jedoch noch deutlich höher, da diese Privatkunden meist nur alle zwei-drei Tage ihr Auto anschlossen.

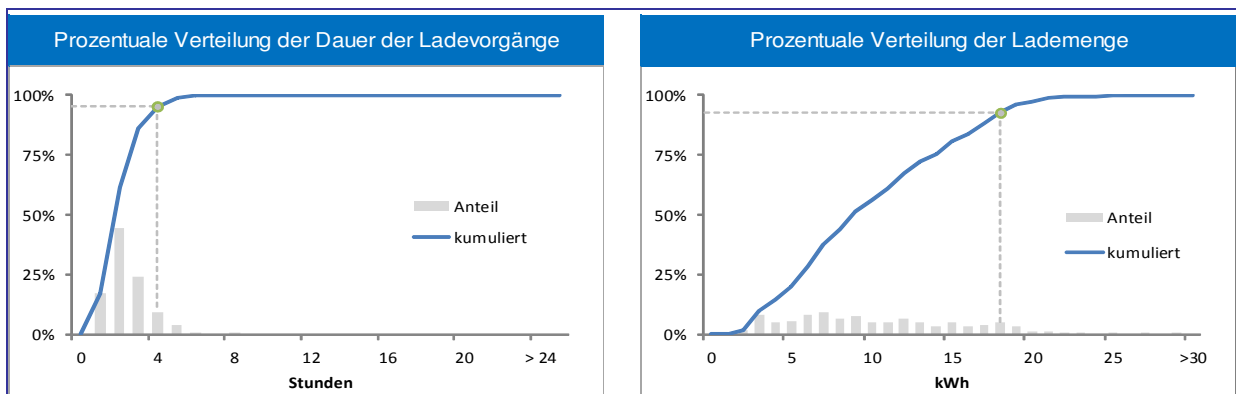


Abbildung 49 - Prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge - Servicefahrzeuge (Light User)

Die Verteilung von Dauer und Verteilung der Lademenge zeigt ebenfalls, dass diese Nutzer eher kurze Strecken zurück legen. So werden circa 45% der Fahrzeuge in zwei Stunden geladen, bei Vergleich der Betrachtung mit der Gesamtgruppe der Flottenfahrzeuge und der Lieferfahrzeuge ist das ein sehr hoher Wert. Bei der Verteilung der Lademenge ist dementsprechend eine leichte Verschiebung in den Bereich der geringeren Lademenge (3-10 kWh) zu beobachten. Es sind jedoch auch höhere Lademengen zu sehen, das sind wahrscheinlich die Fahrzeuge, die nicht jeden Tag angeschlossen werden und demzufolge auch einen höheren Ladebedarf haben.

Werksfahrzeuge & Light User

Die Gruppe der Werksfahrzeuge, die auf firmeneigenem Gelände eingesetzt werden, fahren ganz überwiegend auf eher kürzeren Strecken und sind daher der Gruppe der Light User zuzuordnen.

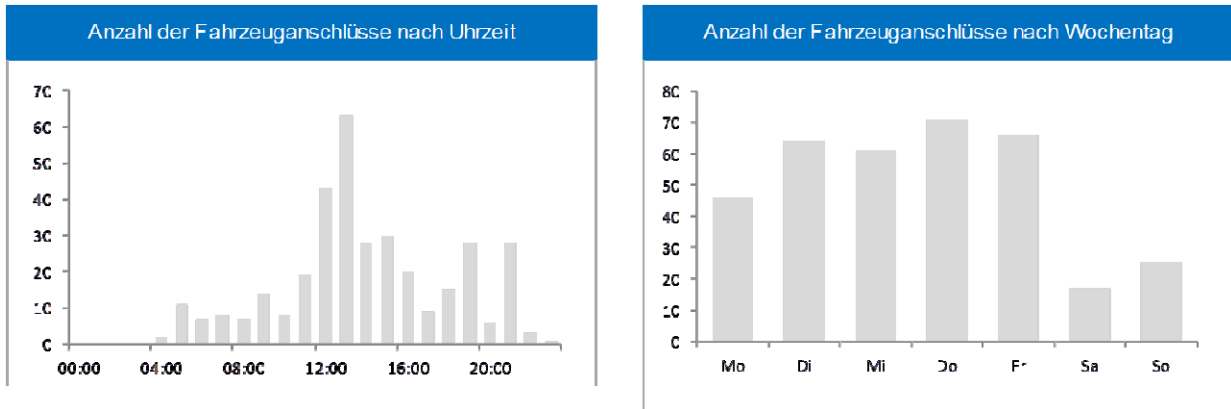


Abbildung 50 - Anzahl der Fahrzeuganschlüsse nach Uhrzeit und Wochentag - Werksfahrzeuge (Light User)

Das Anschlussverhalten der Werksfahrzeuge (Abbildung 50) ist breiter gestreut als das der anderen Gruppen. So ist die Hauptanschlusszeit am frühen Nachmittag zu beobachten aber auch davor und danach erfolgen relativ viele Anschlüsse. Betrachtet man die Ansteckvorgänge nach Wochentagen, zeigt sich, dass die Fahrzeuge an allen sieben Tagen der Woche im Einsatz waren und auch an die Ladeinfrastruktur angeschlossen wurden, allerdings unterschiedlich oft. Das deutet darauf hin, dass nicht jedes Fahrzeug jeden Tag geladen werden musste, da auch die Fahrtstrecken eher kurz waren. Bestätigt wird das durch die nachfolgende Darstellung. Zwar werden die Fahrzeuge immer noch überwiegend täglich angeschlossen, aber dies ist deutlich geringer als bei den beschriebenen Gruppen Lieferverkehr und Servicefahrzeuge. Der Wert liegt auch unter dem Durchschnitt der Gesamtgruppe. Hingegen gibt es auch Fahrzeuge, bei denen zwischen den Ladevorgängen sieben oder mehr Tage liegen. Erklären lässt sich das mit der einerseits geringen Kilometerleistung pro Tag. Ein Erprobungspartner dieser Gruppe gab ab, täglich nicht mehr als 10 km zu fahren. Andererseits sind die Fahrzeuge vielleicht auch nicht alle täglich im Einsatz und haben damit kein so klares Einsatzprofil wie die oben beschriebenen Gruppen. Damit ist aber auch das Potential für den Einsatz des Gesteuerten Ladens bei dieser Gruppe geringer.

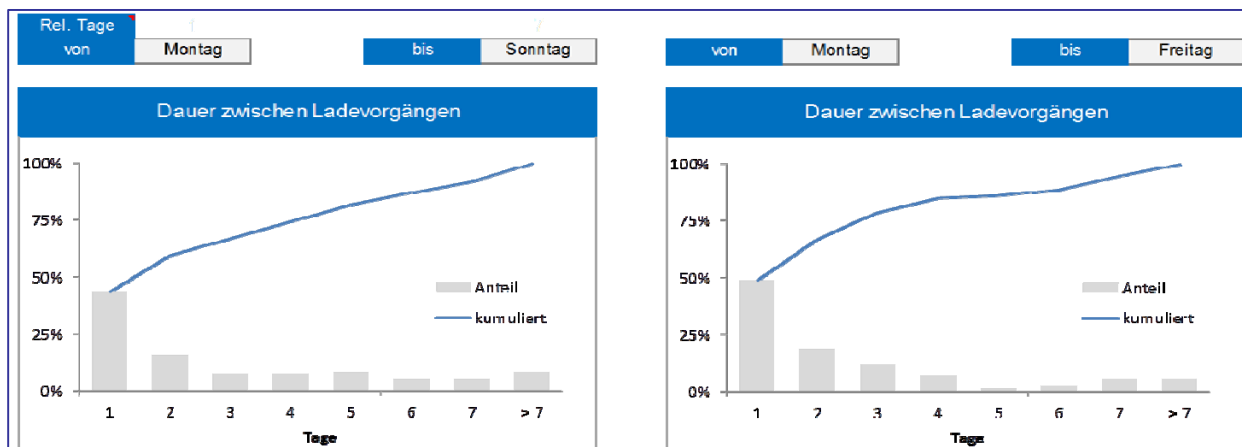


Abbildung 51 - Dauer zwischen Ladevorgängen – Werksfahrzeuge (Light User)

Die Verteilung von Dauer und Verteilung der Lademenge zeigt ebenfalls, dass diese Nutzer eher kurze Strecken zurück legen und unterschiedlich eingesetzt werden. Die Dauer der Ladevorgänge reicht hauptsächlich von zwei fünf Stunden. Einige Fahrzeuge werden erst geladen, wenn sie nur noch wenig Kapazität haben und brauchen dementsprechend länger. Andere werden regelmäßiger aber dafür kürzer geladen. Bei der Verteilung der Lademenge findet sich ebenfalls eine große Schwankung.

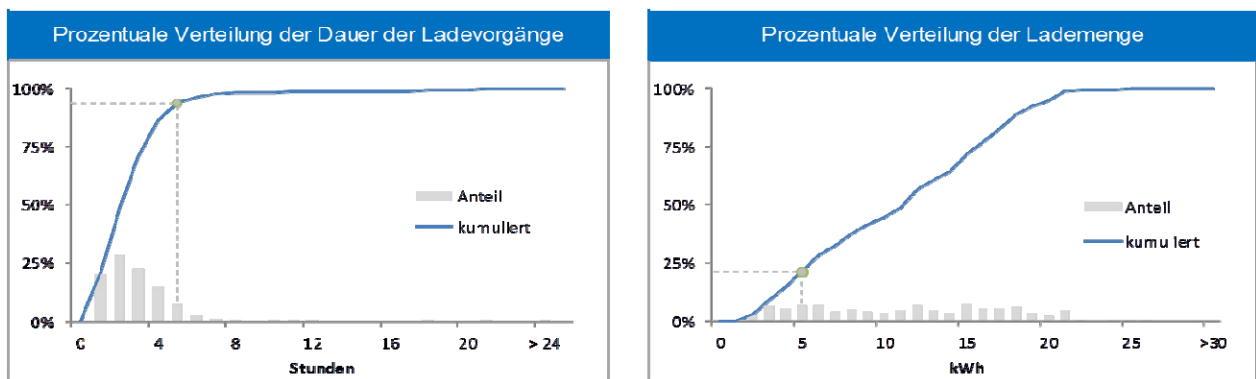


Abbildung 52 - Prozentuale Verteilung von Ladedauer und Lademenge – Werksfahrzeuge (Light User)

Schlussfolgernd kann man die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

Die wichtigste Ausgangshypothese lautete, dass Elektrofahrzeuge im Wirtschaftsverkehr relativ homogene Nutzungsmuster aufweisen, welche mit den Anforderungen des Gesteuerten Ladens im Sinne der Integration von Windenergie in hohem Maße kompatibel sind. Das Idealtypische Verhaltensmuster ist dergestalt, dass die Fahrzeuge tagsüber mit einer relativ hohen Laufleistung im Einsatz sind und deshalb abends mit verhältnismäßig niedrigem Batterieladestand ins Depot zurückkehren. Des weiteren verlaufen diese Prozesse weitgehend homogen ab, so dass insgesamt von einem hohen Absorptionspotenzial zur Windintegration ausgegangen werden kann.

Nach Auswertung der empirischen Ergebnisse ist folgendes festzuhalten: Im Wirtschaftsverkehr sind drei unterschiedliche Nutzungsmuster zu konstatieren.

- Der Lieferverkehr entspricht den idealtypischen Ausgangshypothesen weitestgehend. Der durchschnittliche Ladehub je Ladevorgang liegt homogen bei knapp über zehn kWh.
- Fahrzeuge im Service-Verkehr zeichnen sich durch eine geringere Tagesfahrleistung aus, weshalb ihr Absorptionspotenzial pro Zeiteinheit geringer ausfällt: Entweder werden sie zwar täglich angeschlossen und haben dann einen geringen Ladehub oder sie werden nicht täglich angeschlossen und haben dann einen entsprechend höheren Ladehub. Hinzu kommt, dass einige Fahrzeuge von den Service-Mitarbeitern über Nacht zu Hause abgestellt und erst am frühen Morgen des Folgetages zum Laden angesteckt werden. Deren deutlich geringere zeitliche Verfügbarkeit am Netz schränkt das Absorptionspotenzial weiter ein. \_Hier ist allerdings eine relativ große Streuung zu verzeichnen, weil der durchschnittliche Ladehub je Ladevorgang zwischen acht und 14 kWh schwankt. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass pro Woche weniger Ladevorgänge zu verzeichnen sind.
- Schließlich lässt sich die Gruppe der Fahrzeuge im Werksverkehr unterscheiden. Deren Tagesfahrleistung fällt noch hinter derjenigen der Service-Fahrzeuge zurück. Dem entsprechend erstreckt sich deren zeitliche Verfügbarkeit am Netz über einen größeren Zeitraum. Im Ergebnis ist bei dieser Gruppe das Absorptionspotenzial am geringsten. Die durchschnittliche Strommenge je Ladevorgang

schwankt zwar auch hier zwischen sieben und 11 kWh. Aber die Ladevorgänge erstrecken sich über einen entsprechend hohen Zeitraum.

Im Vergleich mit privaten Haushalten ergibt sich folgendes Bild (nachrichtlich): Die ersten beiden Gruppen (Liefer- und Service-Verkehr) weisen ein höheres Absorptionspotenzial auf als private Haushalte. Die Gruppe des Werksverkehrs dagegen fällt im Vergleich zurück.

In Bezug auf die Erschließung von Flottenpotenzialen im Wirtschaftsverkehr bestand die Vorstellung, dass darüber Kostensenkungspotenziale erreichbar sein würden. Insbesondere deshalb, weil mehrere Fahrzeuge an einem Standort zum Einsatz kommen und man mit nur einem Hausanschluss respektive mit einem Master-Satelliten-Ansatz Kosten sparen kann. Auch diesbezüglich muss man ein differenziertes Bild zeichnen:

- Insgesamt 19 Fahrzeuge standen an Orten mit zwischen vier und sechs Fahrzeugen pro Depot
- Weitere 19 Fahrzeuge entfielen auf Standorte mit jeweils zwei oder drei Fahrzeugen.
- Jedoch standen 13 Fahrzeuge an Einzelstandorten.

Bezüglich der Anschlusskosten zeigt sich eine erhebliche Diskrepanz. Die Schwankungsbreite lag zwischen 2.000 EUR und 20.000 EUR pro Standort, wobei in dem einen Extremfall fünf Fahrzeuge und im anderen bis zu drei Fahrzeuge versorgt wurden. Normiert auf die versorgten Fahrzeuge ergibt sich daraus eine Schwankungsbreite zwischen 400 EUR und über 7.000 EUR pro Ladepunkt. Der Maximalwert liegt um mehr als das Siebzehnfache über dem Minimalwert. Der Durchschnittswert über alle Fahrzeuge lag bei 1.500 EUR.

## 5. Darstellung wesentlicher Abweichungen vom Projektplan

Durch das Einreichen zweier separater Anträge der beiden Projektpartner im vorliegenden Projekt EMKEP und der getrennten Berichterstattung in den Kapiteln 3 und 4 erfolgt ebenso eine getrennte Betrachtung der beiden Projektpläne.

### 5.1. Daimler

Die im dargestellten Balken- und Meilensteinplan (Abbildung 2) aufgeführten Arbeitspakete und damit verknüpften Ziele der einzelnen Arbeitspakete konnten vollständig erreicht werden. Aufgrund des engen Terminrahmens traten bei einigen Arbeitspaketen Verzögerungen gegenüber dem ursprünglichen Projektplan auf, welche bis zum Projektende am 30.09.2011 jedoch wieder vollständig aufgeholt werden konnten. Der Aufbau der Ladeinfrastruktur wurde vom Projektpartner Vattenfall durchgeführt und wurde im entsprechenden Kapitel dargestellt. Eine Übersicht der im Projekt erreichten Meilensteine zeigt die nachfolgende Tabelle.

Arbeitspaket	Titel	Status		Meilensteine bis 30.09.2011		
		begonnen	beendet	erreicht	offen	Fortführung nach Projektende
<b>AP 1</b>	<b>Projektmanagement</b>		X	X		
<b>AP 2</b>	<b>Kundenanforderungen und -akzeptanz</b>		X	X		
<b>AP 3</b>	<b>Gesamtfahrzeugforschung / Versuch / Test</b>					
<b>AP 3.1</b>	Integration der elektrischen Komponenten		X	X		
<b>AP 3.2</b>	Rekuperation		X	X		
<b>AP 3.3</b>	Energiemanagement		X	X	X	
<b>AP 3.4</b>	Versuch und Test		X	X		
<b>AP 4</b>	<b>Lade- und Kommunikationssysteme</b>					
<b>AP 4.1</b>	Integration Bordladegerät und Verbindungstechnik		X	X		
<b>AP 4.2</b>	Anpassung Diagnose und Kommunikationstechnik		X	X		
<b>AP 4.3</b>	Aufbau von Lademöglichkeiten		X	X	X	
<b>AP 5</b>	<b>Konzeption Flottenbetreuung</b>					
<b>AP 5.1</b>	Erstellung Betreuungskonzept		X	X		
<b>AP 5.2</b>	Bereitstellung Diagnosetools		X	X		
<b>AP 5.3</b>	Kunden- und Werkstattinformation Schulung und Training		X	X		
<b>AP 5.4</b>	Ersatzteilversorgung		X	X	X	
<b>AP 6</b>	<b>Fahrzeugaufbau</b>					
<b>AP 6.1</b>	Aufbau Elektrofahrzeuge		X	X		
<b>AP 6.2</b>	Versuchsdurchführung/-auswertung		X	X	X	

Abbildung 53 - Übersicht EMKEP zum Projektende (Daimler)

Obwohl die Arbeitspakete im Sinne des Förderprojektes abgeschlossen wurden, werden jedoch aufgrund des insgesamt vier-jährigen Betriebes der Fahrzeuge einzelne Arbeitspakete auch nach Projektende fortgesetzt. Im Fokus stehen dabei die Arbeitspakete 5.4 Ersatzteilversorgung und 6.2 Versuchsdurchführung/Auswertung welche einen kontinuierlichen Fahrzeugbetrieb während der weiteren ca. drei Jahre sicherstellen. Des Weiteren werden auch nach dem offiziellen Projektende Optimierungen an Bauteilen und dem Gesamtfahrzeug erarbeitet und umgesetzt.

5.2. Vattenfall

Arbeitspaket	Titel	Status		Meilensteine bis 30.09.2011		
		begonnen	beendet	erreicht	Offen	Fortführung nach Projektende
<b>AP 1</b>						
AP 1.1	Erarbeitung Fragebogen und Datenerhebung bei Daimler und Vito-Kunden		X	X		
AP 1.2	Auswertung und Dokumentation funktionales Lastenheft		X	X		
<b>AP 2</b>						
AP 2.1	Installation Ladeinfrastruktur (Planung, Beschaffung, Vertragsabschluss und Installation)	X			X*	X
AP 2.2	Betrieb der Ladestationen (Daten-transfer, Regelwartung und Reparaturen)	X			X*	X
AP 2.3	Begleitende Evaluierung (Datenaufbereitung, deskriptive Auswertung und Hypothesentests)	X			X*	X

Abbildung 54 – Übersicht EMKEP zum Projektende (Vattenfall)

\* Abweichungen gelten nur für Teilaspekte.

So wurden sämtliche Aufgaben zur Ladeinfrastruktur V01 erfüllt. Die Beschaffung und Konfiguration der Ladeinfrastruktur Version 02 ist ebenfalls erfolgt. Sämtliche Applikationen liegen entwickelt und an die Daimler Spezifika angepasst vor. Aufgrund festgestellter Stabilitätsprobleme beim Betrieb der Testsysteme (unter anderem an den Vattenfall-Standorten) wurde der Roll-out zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht durchgeführt. Zuerst sollen die technischen Stabilitätsprobleme gelöst werden, so dass die Betriebssicherheit bei den Nutzern gewährleistet sein wird. Details zu den Problemen mit der Stabilität der Ladeinfrastruktur kann in Kapitel 4.2 nachgelesen werden.

Der Roll-out für die intelligente Ladeinfrastruktur ist weiterhin geplant und soll nach dem Projektzeitraum gemeinsam mit dem Projektpartner Daimler fortgeführt werden.

**6. Vergleich der Projektergebnisse zum internationalen Stand der Technik**

**6.1. F&E-Ergebnisse**

Projekte zur Elektromobilität in Deutschland

Auf Ebene der Bundesrepublik Deutschland wurden mehrere Programme zur Erforschung der Elektromobilität gestartet.

Die Bundesregierung erstellte den ‚Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität‘ mit dem Ziel, Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität zu machen. Bis 2020 sollen eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen unterwegs sein. [1] Im Rahmen des Konjunkturpakets II stehen bis 2011 deshalb 500 Millionen Euro für Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Elektromobilität zur Verfügung. [1]

Zentrale Anlaufstelle für Elektromobilität ist seit Anfang 2010 eine Gemeinsame Geschäftsstelle der Bundesregierung (GGEMO). Die im Mai 2010 von Bundeskanzlerin Angela Merkel etablierte Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) mit Vertretern der beteiligten Wirtschaftsbranchen, Forschungsdisziplinen und Bundesministerien soll weitere konkrete Vorschläge für die Erreichung der Ziele des Nationalen Entwicklungsplans erarbeiten. [2]

Projekte zur Elektromobilität im Rahmen des Konjunkturpakets II werden vielfältige Erkenntnisse und Erfahrungen aufzeigen. Die Projekte haben häufig eine Laufzeit bis zum 30.06.2011 oder bis zum 30.09.2011.

Die folgenden Projekte, Vorhaben und Studien wurden betrachtet:

**6.2. Projekte und Studien**

**6.2.1. Der Vito E-CELL in weiteren Projekten**

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
Integriertes Konzept für eine nachhaltige Elektromobilität- IKONE [3]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erprobung / Analyse Alltagstauglichkeit batteriebetriebener Transporter im gewerblichen Einsatz, Tests unterschiedlicher Wallboxen, Kundenakzeptanzstudien, Geschäftsmodelle</li> <li>• Ca. 160 – 170 Mercedes-Benz Vito E-CELL Kastenwagen im realen Einsatz, unterschiedliche Transportaufgaben in verschiedenen Modellregionen (Schwerpunkt Stuttgart)</li> <li>• Wachsende Kundenakzeptanz während der Fahreinsätze, anfängliche Zurückhaltung mündete in Vertrauen auf die neue Antriebstechnik und zunehmende Begeisterung der Kunden bei den täglichen Fahrten</li> <li>• Erste Analyseergebnisse der Fahrerprobungen zeigen hohe Produkt-Zuverlässigkeit und Qualität, kurze Ladezeiten, durchschnittliche Fahrstrecken bis ca. 35 km</li> <li>• Gute Produktbewährung, Qualität, Fahrleistungen brachten zahlreiche Awards (Auszug):             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Postal Technology International Award 2010, Kategorie Transport/Logistik Innovation of the Year</li> <li>○ KEP Van of the Year 2011 – spezielle Kategorie Alternative An-</li> </ul> </li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>triebssysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ International Design Award 2011 bei der Michelin Challenge Bibendum 2011</li> <li>● Weitere Ergebnisse liegen erst nach Projektende vor</li> </ul>

**6.2.2. Ladeinfrastruktur / Ladekonzepte**

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
<p>Die zukünftige Elektromobilitätsinfrastruktur gestalten BDEW [4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Die Gesamtanzahl benötigter Ladestationen zur Versorgung von einer Million Elektrofahrzeugen wird 2020 ohne Schnellladen zwischen ca. 1,1 Millionen und 1,25 Millionen liegen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Größte Bedeutung werden 2020 private Nutzung auf Stellplätzen auf dem Wohn- oder Arbeitsgelände mit insgesamt ca. 0,97 bis 1,05 Millionen Ladestellen haben.</li> <li>○ Halböffentliche Nutzung auf privatem Grund wird im Bereich von ca. 100 bis 120 Tausend Ladestellen liegen.</li> <li>○ Öffentliches Laden am Wohnort bzw. an zentralen Stellen wird zwischen ca. 45 bis 80 Tausend Ladestellen erfordern.</li> <li>○ Die benötigte Anzahl öffentlicher Ladestationen kann durch Schnellladen unter Voraussetzung technischer Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit reduziert werden. Aus Sicht der Energiewirtschaft ist dafür ein kontrollierter Netzausbau unabdingbare Voraussetzung.</li> </ul> </li> <li>● Wirkungsvolle Netzintegration von erneuerbaren Energien mittels Elektromobilität nur mit aktiver Ladesteuerung und Systemintegration der Ladeinfrastruktur in Smart Grids möglich. Wichtig ist deshalb, frühzeitig fahrzeug- und systemseitige sowie regulatorische Voraussetzungen zu schaffen.</li> <li>● Drohende punktuelle Lastspitzen bei Ladestellen im privaten Bereich, können zu Handlungsbedarf hinsichtlich des Erhalts der Netz Zuverlässigkeit führen. Voraussetzungen für Lademanagement sind sicher zu stellen.</li> <li>● Kosten für Laden an öffentlichen Strom-Ladestellen werden bis 2020 im Vergleich zu Preisen für Benzin-Tanken und Haushaltsstrom hoch sein. Wirtschaftlichkeit von öffentlichem Laden kann durch vielfältige Maßnahmen verbessert werden, das Erreichen der Wirtschaftlichkeitsschwelle scheint jedoch unrealistisch. Bei nachhaltiger Unwirtschaftlichkeit ist generell zu klären, durch wen öffentliche Ladeinfrastruktur errichtet und betrieben wird.</li> </ul>
<p>Business strategy for Electro Mobility infrastructure.</p>	<p>Markthochlauf Elektrofahrzeuge:</p>



Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
<p>Siemens [5]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die meisten Interviewten gehen von einem BEV/PHEV-Marktanteil zwischen 0,8 und 1,5 Prozent bis 2015 und 5 bis 15 Prozent im Jahr 2020 aus.</li> <li>• Frankreich wird voraussichtlich beim BEV- / PHEV-Marktanteil führend sein, gefolgt von Spanien, Italien, UK und Deutschland.</li> </ul> <p>Markthochlauf Infrastruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrastruktur wird sich in zwei Schritten entwickeln:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bis 2015 wird Laden zu Hause überwiegen</li> <li>○ Ab 2015 kann es notwendig werden, öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur zur Verfügung zu stellen</li> </ul> </li> </ul> <p>Funktionen der Fahrzeuge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die meisten BEVs werden eine Reichweite von 120 - 200 km, PHEV von 20 - 60 km haben.</li> </ul> <p>Heimladen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laden zu Hause wird in den meisten Fällen langsam sein (Wechselstrom &lt; 10 kW), mit Fokus auf Bequemlichkeit und Sicherheit</li> <li>• Nur einige zusätzliche Funktionen werden gefordert (z.B. Timer oder Smart Meter)</li> <li>• Gesteuertes Laden nach 2015, V2G oder induktives Laden wird nach 2020 erwartet</li> </ul> <p>Öffentliches Laden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die meisten Interviewten glauben kurz- und mittelfristig nicht an Geldverdienen mit öffentlicher Ladeinfrastruktur</li> <li>• Attraktive Funktion öffentlicher Ladeinfrastruktur könnte eine Parkplatzreservierungsfunktion sein</li> </ul>
<p>Resonante Energieübertragung als kontaktlose Ladetechnik zukünftiger Elektrofahrzeuge [6]</p>	<p>Entwicklung, Aufbau und Vermessung eines induktiven Übertragungssystems für 10 kW. Die veröffentlichten Systemeigenschaften ließen sich im Rahmen von Fertigungs- und Simulationstoleranzen eindeutig identifizieren und reproduzieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dämpfungseigenschaft des Fahrzeugbodens unzureichend geklärt, elektromagnetische Sicherheit in der Fahrgastzelle nicht abschließend gewährleistet</li> <li>• Elektrische bzw. magnetische Einwirkung auf wichtige Fahrzeugkomponenten nach heutigem Wissenstand nicht abschätzbar</li> <li>• Abhängigkeit der Kundenakzeptanz von Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und -empfehlungen</li> </ul>
<p>Induktives Laden von Elektromobilen – Eine technoökonomische</p>	<p>Wissenschaftliche Analysen zum Stand der Technik und der ökonomischen Dimension von induktivem Laden</p>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
<p>Bewertung  <i>Fraunhofer ISI [7]</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell in der Entwicklung befindliche Systeme erreichen Wirkungsgrade von 80 Prozent und können maximal 11 kW an elektrischer Energie übertragen.</li> <li>• Vorteile der induktiven Technik: Einfache Handhabung, geringer Verschleiß, hoher Schutz gegen Vandalismus</li> <li>• Entwicklungsbedarf: Erhöhung des Übertragungswirkungsgrades und der Toleranzen hinsichtlich Positionierung und Größe des Luftspaltes, Einhalten der Vorschriften zur elektro-magnetischen Verträglichkeit, Vorantreiben der Standardisierung, Ermöglichen der Einspeisung von Energie in das Netz</li> <li>• Aufgrund signifikanter Mehrkosten gegenüber der konduktiven Ladung ist aus wirtschaftlicher Sicht vorläufig keine weitverbreitete Durchsetzung der induktiven Technik zu erwarten.</li> <li>• Unter bestimmten Voraussetzungen, beispielsweise überdurchschnittlich hoher Fahrleistung einzelner Fahrzeuge, ergibt sich für bestimmte gewerbliche Einsatzfelder zur Ladung von Fahrzeugflotten ein Potential für das induktive Laden.</li> <li>• Potenzielle Skaleneffekte können die Kosten bis 2030 soweit reduzieren, dass ein regional gebundener Einsatz als Komfortladeoption in Nischen realistisch wird.</li> </ul>
<p>Ladestrategien für Elektrofahrzeuge  <i>Fraunhofer IWES [8]</i></p>	<p>Drei mögliche Ladestrategien werden vorgestellt. Auf Basis der Modellierung des Verhaltens von Referenzautos in einem beispielhaft ausgewählten Verteilnetzabschnittes werden Aussagen über die Konsequenzen der Anwendung dieser Ladestrategien auf Fahrzeugnutzer und den Betrieb des Verteilnetzes getroffen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dezentrales EMS mit Kenntnis über geplanten Abfahrtszeitpunkt und Preisprofil <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kostenreduktion</li> <li>– Steigerung des maximalen Bezugs von Ladeleistung und eventuelle Notwendigkeit von Ausbaumaßnahmen</li> </ul> </li> <li>• Zentrale Steuereinheit mit Kenntnis über Anzahl der angeschlossenen Fahrzeuge und ihrer geplanten Abfahrtszeit <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ladeleistung über gesamte Standzeit der Fahrzeuge verteilen &gt; geringste Auswirkungen auf Verteilnetz</li> <li>– Schwierigkeiten bei kommunikativer Einbindung der Ladestationen in ein zentrales EMS und die Bereitstellung der Nutzerdaten</li> <li>– Reduktion der Flexibilität des Abfahrtszeitpunktes &gt; Reduktion des Nutzer-Komforts</li> </ul> </li> <li>• Hohe gesamtwirtschaftliche Effizienz durch Mischformen der zentralen und dezentralen Steuerung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Entscheidung über Zeitpunkt der Ladung und Ausnutzung der</li> </ul> </li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>maximalen Anschlussleistung muss dezentral beim Fahrzeugnutzer liegen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Signale von Energieversorger und Netzbetreiber an Fahrzeugnutzer zur Anpassung des Ladeverhaltens an Netzbelastung</li> </ul>
<p>Ladeinfrastrukturkonzepte für Elektromobilität. RWTH Aachen [9]</p>	<p>Bereits mit geringem Infrastrukturaufwand kann ein hoher Anteil elektrischer Mobilität erreicht werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Hohe Ladeleistungen bringen kaum Gewinn an elektrisch gefahrenen Kilometern.</li> <li>● Insbesondere für Laternenparker müssen kostengünstige Lösungen entwickelt werden.</li> <li>● Die Einbindung der Elektrofahrzeuge in das Stromnetz kann durch intelligente Ladegeräte bereits mit wenig Kommunikationsaufwand erleichtert werden.</li> <li>● Intelligente Ladeverfahren müssen genutzt werden, um anvisierte Batterielebensdauer zu erreichen.</li> </ul>
<p>Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeugen im Münchner Individualverkehr bis 2030. Modellregion Elektromobilität München [10]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ladestationen zu Hause oder am Arbeitsplatz werden das Grundgerüst für den sukzessiven Aufbau einer Ladeinfrastruktur bilden. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Die meisten Fahrzeugnutzer werden zunächst über eigenen Stellplatz verfügen (Gesamtpotenzial an Elektrofahrzeugen reduziert sich zunächst um den Anteil, der Laternenparker)</li> <li>○ Ergänzend ist die Schaffung einer Grundversorgung an „semi-öffentlichen“ Ladestationen sinnvoll, um Reichweitenangst zu begegnen</li> <li>○ Schnell-Ladungen unter einer halben Stunde scheinen realistisch, jedoch ist die physikalische Grenze der Batterie zu beachten. Es ist davon auszugehen, dass Hochleistungs-ladesäulen eher für wenige Fälle, in denen schnell geladen werden muss, in Frage kommen.</li> </ul> </li> </ul>

**6.2.3. Netzregulierung**

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
<p>Welche Netzdienstleistungen können Elektrofahrzeuge sinnvoll erbringen? Forschungszentrum Jülich [11]</p>	<p>Die Ladezeiten sollen durch Steuerung von Seiten der Netzbetreiber und von Seiten des Fahrzeugs verteilt werden. Auch eine Reduzierung der Ladeleistung zur Entlastung des Netzes ist in Extremfällen ohne großen Aufwand möglich. Weitere Netzdienstleistungen erfordern Verzicht des Fahrzeugnutzers auf einen Teil der elektrischen Reichweite des Fahrzeugs.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Negative Minutenreserve oder Ausgleichsleistung anbieten. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Akkus dürfen nur bei Anforderung von Reserve- oder Ausgleichsleistung vollgeladen werden</li> <li>○ BEV könnte über einen Block von vier Stunden eine Leistung</li> </ul> </li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>von 2 kW zur Verfügung stellen oder für zwei Blöcke 1 kW. Den damit erzielbaren Erlös stehen noch unbekannte Kosten für steuerungstechnische Infrastruktur gegenüber.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgabe von Leistung aus Elektrofahrzeugen ins Netz während Spitzenlastzeit und Nachladung nachts. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Akkus müssten stets möglichst vollgeladen werden; negative und positive Minutenreserve schließen sich demnach gegenseitig aus.</li> <li>○ Rückspeisung ins Netz technisch aufwändig und kostet Fahrzeugakku-Lebensdauer.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Integriertes Verkehrs- und Energieflussmodell. RWTH Aachen [12]</p>	<p>Es wurde eine Methodik zur integrierten Modellierung und Analyse von Elektrizitätsnetzen entwickelt, um das Potenzial zur Beeinflussung von Lastflüssen auf elektrische Leitungen mit Hilfe der mobilen Speicher in Elektrofahrzeugen zu untersuchen. Mittels Simulationen wurden die maximal in ein Gebiet hinein transportierten Energiemengen ermittelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchungsgegenstand ist Energiemenge, die von Elektrofahrzeugen in elektrochemischen Energie-Speichern transportiert werden kann, ohne dass dadurch Einschränkungen für Fahrzeugnutzer entstehen.</li> <li>• Größten Energieanteil liefern Fahrzeuge, die an einem Tag nicht bewegt werden.</li> <li>• Von bewegten Fahrzeugen ist die gelieferte Energie in den Abendstunden am größten.</li> <li>• Signifikante Reduzierung des Lastflusses auf einzelne Leitungen zu Spitzenlastzeiten auch schon mit kleinen Durchdringungsraten möglich.</li> </ul>
<p>Swiss2G – Pilot- and Demonstration Project [13]</p>	<p>Untersuchung eines alternativen Ansatzes zur dezentralen Netzregelung aus den Traktionsbatterien von Elektrofahrzeugen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dabei soll lokal beim Elektrofahrzeug aufgrund von gemessenen Netzparametern entschieden werden, wann das Fahrzeug geladen und wann Energie ins Netz zurückgespeist werden soll.</li> </ul>
<p>Elektromobilität: Forschungsthemen und Auswirkungen auf die Infrastruktur. RWTH Aachen [14]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwiegend ausreichende Netzkapazität bis ca. 22 Prozent Marktdurchdringung. Allerdings: Ländliche Strukturen bereits bei geringerer DG überlastet</li> <li>• Multi Agenten Systeme als Steuerungsmaßnahme für wesentlich höhere Penetrationsraten geeignet (Ladeleistung 6,9 kW ausreichend)</li> <li>• Auktionsmechanismen ebenfalls auf weitere dezentrale Quellen übertragbar</li> <li>• Lokales Optimum erzielbar (Nutzer und Netzsicht)</li> <li>• Optimale Managementstrategien zur Integration großer Windmengen</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>derzeit unklar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittstelle Fahrzeug-Netz: Verhalten im Fehlerfall und Präqualifizierung zur Teilnahme an Märkten anpassen</li> </ul>

**6.2.4. Energiekonzepte / Speichertechnologien / Smart Grid**

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
<p>Energiekonzept 2050. <i>ForschungsVerbund Erneuerbare Energien</i> [15]</p>	<p>Begrenzung des Temperaturanstiegs auf max. 2 °C erfordert Reduktion der energiebedingten Kohlendioxidemissionen in der Europäischen Union um mindestens 90 Prozent und damit den vollständigen Umbau des gesamten Energiesystems.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realisierung des Energiekonzepts 2050 erfordert Transformation des Energiesystems in eine dezentrale, intelligente, last- und angebotsorientierte Energieversorgungsstruktur. Ergänzt wird dezentrale Erzeugung durch Aufbau eines Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsnetzes in Europa und Nordafrika.</li> <li>• Strom als universell einsetzbarer und leicht transportierbarer Energieträger ein Hauptpfeiler der künftigen Energieversorgung.</li> <li>• Stromerzeugung erfolgt im Energiekonzept 2050 vor allem mit Wind und Photovoltaik, hinzu kommen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, die mit Biogas betrieben werden, sowie mit Methan oder Wasserstoff, die mit erneuerbaren Energien erzeugt werden.</li> <li>• Mobilität ist im Jahr 2050 vor allem Elektromobilität.</li> <li>• Biokraftstoffe werden vor allem im Langstrecken- und Güterverkehr und in der Luftfahrt eingesetzt.</li> <li>• Aufbau und Integration großer Speicherkapazitäten in das Energieversorgungssystem ist Grundvoraussetzung für einen großen Anteil fluktuierender Energiequellen.</li> </ul>
<p>Auswirkungen von Elektroautos auf den Kraftwerkspark und die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland. <i>WWF</i> [16]</p>	<p>Ob und in welchem Ausmaß Elektrofahrzeuge einen Beitrag zu signifikanten Treibhausgasreduzierungen leisten können, hängt u.a. von folgenden Faktoren ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Akzeptanz in der Bevölkerung, die stark mit Fahrkomfort und Preis-Leistungsverhältnis korreliert.</li> <li>• Infrastruktur, die insbesondere in Ballungszentren mit hohem Anteil an Laternenparkern noch weiter ausgebaut werden muss.</li> <li>• Regulatorische Rahmenbedingungen, die in ihrer Umsetzung die Anreize verändern können.</li> <li>• Marktanteil an Elektromobilität und ihre Entwicklung über die Zeit, da sie sich auf die Zusammensetzung des Kraftwerksparks auswirkt.</li> </ul> <p>Zentrale Aussagen der Studie:</p>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der realistischerweise erwartbare Beitrag der Elektromobilität zur Erreichung der Klimaschutzziele bis 2020 ist gering.</li> <li>• Elektromobilität verdient politische Unterstützung, da sie eine von mehreren Optionen darstellt, den Verkehrsbereich klima- und umweltverträglicher, im Sinne der lokalen Minderung von Lärm und Abgas, zu gestalten.</li> <li>• Nur wenn Elektroautos mit Strom aus erneuerbaren Energien geladen werden, weisen sie einen ausreichenden ökologischen Vorteil gegenüber den heutigen Benzinfahrzeugen auf.</li> <li>• Eine ungesteuerte Aufladung der Akkus der Elektrofahrzeuge birgt das Risiko erheblicher zusätzlicher Lastspitzen.</li> <li>• Erwartungen an die Verwendung der Akkumulatoren in Elektrofahrzeugen als künftige Speicher für fluktuierende Stromerzeugung sind nicht realistisch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notwendige Batterien sind weder in der erforderlichen Qualität noch zu tragfähigen Kosten heute oder in naher Zukunft verfügbar</li> <li>• Aktuell kein Bedarf für Speicherung</li> <li>• Möglichkeit zur gesteuerten Entladung der Speicher erscheint nur wenig kompatibel mit der vorherrschenden Spontaneität der Fahrzeugnutzer.</li> </ul> </li> </ul>
Dena-Netzstudie II. [17]	<p>Studie behandelt Integration erneuerbarer Energien in deutsche Stromversorgung bis 2020 und gibt qualifizierten Ausblick bis 2025.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trotz sinkender Nachfrage steigt die installierte Kapazität bis 2020 deutlich an. Der Grund hierfür ist der starke Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere der Windkraft. Diese muss durch konventionelle Erzeugungskapazitäten abgesichert werden, um die erwartete Jahreslastspitze sicher bedienen zu können.</li> <li>• Strom wird im Jahr 2020 zu 2/3 in Kern-, Gas- und Kohlekraftwerken erzeugt. Der Anteil der Windenergie an der Stromerzeugung steigt im Zeitraum 2008-2020 von 7 auf 27 Prozent.</li> <li>• Negative Regelleistung sollte im Jahr 2020 überwiegend durch Windenergieanlagen bereitgestellt werden. Um dies zu gewährleisten, müssen die Anlagen lastabhängig herunterregeln werden können.</li> <li>• Ein deutlicher Zubau an Pumpspeicherwerken im Süden Deutschlands würde einen Teil der Gaskraftwerke zur Deckung der Spitzenlast ersetzen.</li> <li>• Nicht-konventionelle Speicher wie z.B. Druckluftspeicher oder Wasserstoffspeicher erweisen sich im Rahmen der betrachteten Szenarien bis 2020 als nicht wirtschaftlich. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Die Deckungsbeiträge durch Stromeinspeicherung zu off-</li> </ul> </li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>peak-Zeiten mit niedrigen Strompreisen und Ausspeicherung bzw. Stromverkauf zu peak-Zeiten mit hohen Strompreisen reichen im Rahmen der Szenariorechnung nicht aus, um die Festkosten der Speicher einzuspielen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Auch bei zusätzlicher Berücksichtigung einer netzorientierten Fahrweise durch kostenfreie Einspeicherung der als nicht-integrierbar identifizierten Erzeugungsleistung erweisen sich die Speicher als nicht wirtschaftlich. Der Grund sind ihre vergleichsweise geringen Wirkungsgrade und die hohen Investitionskosten.</li> </ul>
<p>Energieziel 2050. Umweltbundesamt [18]</p>	<p>Studie betrachtet, wie Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2050 aussehen kann, die vollständig auf erneuerbaren Energien beruht.</p> <p>Die Ergebnisse zeigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromerzeugung, die vollständig auf erneuerbaren Energien beruht, ist im Jahr 2050 auf technisch und auf ökologisch verträgliche Weise machbar. Dies lässt sich mit der besten, bereits heute am Markt verfügbaren Technik sowohl erzeugungsseitig als auch verbrauchsseitig erreichen.</li> <li>• Erneuerbaren Energien können auch den erheblichen zusätzlichen Stromverbrauch für einen starken Ausbau der Elektromobilität, die komplette Bereitstellung von Heizungs- und Warmwasserbedarf mit Wärmepumpen decken. Voraussetzung dafür ist, dass zugleich die vorhandenen Einsparpotentiale in allen Sektoren beim Stromverbrauch sowie bei der Gebäudedämmung weitgehend erschlossen werden.</li> <li>• Eine vollständig auf erneuerbaren Energien beruhende Stromversorgung kann die Versorgungssicherheit jederzeit auf dem hohen heutigen Niveau gewährleisten. Im Szenario dienen Importe lediglich dazu, den Bedarf an Langzeitspeicherung von überschüssigem Strom zu verringern, der aus einer weiteren Potentialausnutzung der erneuerbaren Energien resultieren würde.</li> <li>• Pumpspeicherwerke, Gas- und Dampfturbinenkraftwerke auf Basis von eE-Wasserstoff und eE-Methan, mit Biogas betriebene Gasturbinen, Elektrolyseanlagen zur Wasserstofferzeugung und regelbare Lasten können jederzeit die Fluktuationen der erneuerbaren Energien und der Last ausgleichen sowie ausreichend Regelleistung bereitstellen.</li> <li>• Für eine vollständig auf erneuerbaren Energien beruhende Stromerzeugung ist ein erheblicher Ausbau der Reservekapazitäten notwendig.</li> <li>• Es ist notwendig, sowohl die Infrastruktur für Lastmanagement als auch für Stromtransport auszubauen. Der Transport des vorwiegend in Norddeutschland erzeugten Windstroms in die südlicheren Verbrauchszentren erfordert einen Ausbau des Übertragungsnetzes.</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>Auch die Kapazität der Verteilungsnetze muss erhöht werden, wenn Elektromobilität und Photovoltaik in großem Maßstab eingeführt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Ausbau des europäischen Stromverbundes bietet ein beträchtliches Optimierungspotential gegenüber dem Regionenverbund-Szenario. Großräumiger europaweiter Ausgleich der fluktuierenden Einspeisung von Windenergie und Photovoltaik verringert die relativen Einspeisespitzen. Der Beitrag der Windenergie zur gesicherten Leistung steigt hingegen. Damit sinken der Bedarf an Speicher und Reservekraftwerksleistung erheblich und damit auch die Gesamtkosten der Stromerzeugung. Auch die Nutzung von Speicherwasserkraftwerken in den Alpen oder in Skandinavien würde den Bedarf an chemischen Langzeitspeichern und Reservekraftwerken verringern.</li> </ul>
<p>Energiespeicher – eine Voraussetzung für die Integration natürlicher Energiequellen in das elektrische Verbundnetz [19]</p>	<p>Eine CO<sub>2</sub>-Hydrierung mit regenerativem Wasserstoff hätte Auswirkungen auf unsere gesamte Energie- und Umweltpolitik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwankungen der Wind- und Solarleistung würden durch Energie- und Materiespeicher vom elektrischen Netz ferngehalten und könnten dessen Stabilität nicht mehr gefährden.</li> <li>• Umgekehrt würde der als notwendig angesehene massive Ausbau sich erneuernder Energiequellen nicht durch Rücksichten auf das Netz behindert, vielmehr durch die Speicher erst möglich gemacht.</li> <li>• Mit Wasserstoff in Untertagespeichern lassen sich auch längere Flauteperioden überbrücken, und bei Mischung mit Erdgas könnten bereits vorhandene Speicher genutzt werden.</li> <li>• Der geplante Nord-Süd-Netzausbau zum Abtransport hoher Offshore-Windleistungen während einiger Tage im Jahr, womöglich mit Erdkabeln, wäre nicht mehr notwendig.</li> <li>• Mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff aufgearbeitete CO<sub>2</sub>-Emissionen aus fossilen Kraftwerken würden in einem geschlossenen Kreislauf geführt und weder an die Umgebung abgegeben noch in wachsenden Endlagern deponiert.</li> <li>• Kohlekraftwerke erhielten für einige Jahrzehnte eine Zukunftsperspektive ohne unbegrenzt wachsende CO<sub>2</sub>-Endlager. Bei ausreichender Produktion von Wasserstoff könnte eines Tages vielleicht sogar früher deponiertes CO<sub>2</sub> aufgearbeitet werden.</li> <li>• Beginnend mit anfangs geringen Mengen regenerativen Wasserstoffs würden steigende Anteile synthetischen Brennstoffs gewonnen.</li> </ul>
<p>Elektromobilität und Erneuerbare Energien. BEE [20]</p>	<p>Da Elektrofahrzeuge relativ wenig Strom verbrauchen und in der Praxis an jeder Steckdose nachladen können, wird es nicht wirtschaftlich sein, an jedem Ladepunkt eine aufwendige „Stromtankstelle“ mit Abrechnungseinrichtung vorzuhalten. Vorzuziehen ist daher der Einbau intelligenter Stromzähler in die Fahrzeuge.</p>



Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Fahrstromzähler geben Klarheit über Energieverbrauch und ermöglichen neue Geschäftsmodelle im Bereich der Mobilitätsdienstleister.</li> <li>• Intelligente Zähler im Fahrzeug erleichtern die gesteuerte Ladung der Batterien</li> <li>• Genutzte Energiemengen sind unabhängig vom Netzanschlusspunkt bilanzierbar, dadurch wird der gezielte Einsatz im Rahmen eines Kombikraftwerks möglich</li> <li>• Wenn der Zähler am Ladepunkt installiert ist, kann die mit gesteuerten Lade- und Rückspeisevorgängen verbundene Netzdienstleistung nicht dem Fahrzeugnutzer zugeordnet werden.</li> <li>• Die Leistungselektronik der Fahrzeuge muss in der Lage sein, sich dynamisch den Rahmenbedingungen anzupassen.</li> <li>• Von Seiten des Bundes sollten dabei technische Standards und Qualitätsanforderungen vorgegeben werden, die den bidirektionalen und gesteuerten Energieaustausch zwischen Fahrzeugen und Stromnetz von Beginn an ermöglichen.</li> <li>• Monopolisierung des Ladezugangs über spezielle Stecker ist unbedingt zu verhindern. Genormte Stecker sollten einen diskriminierungsfreien Zugang zur Ladeinfrastruktur ermöglichen.</li> <li>• Betriebswirtschaftlich rentiert sich die Investition in eine öffentliche Ladeinfrastruktur angesichts der geringen Einnahmen aus dem niedrigen Stromumsatz nicht. Da aber schon heute der Aufbau einer Ladeinfrastruktur beginnen muss, deren Lebensdauer 30 Jahre und mehr umfasst, ist es umso notwendiger staatlich regulierend einzugreifen.</li> <li>• Um ohne Quantensprünge in der Batterieforschung auch deutlich längere Reichweiten zu ermöglichen, ist alternativ die Einführung von Batteriewechselstationen denkbar.</li> <li>• Technische Standards für die Infrastruktur der E-Mobilität müssen an der optimalen Integrationsmöglichkeit erneuerbarer Energien ausgerichtet sein.</li> </ul>
<p>Analyse der Notwendigkeit des Ausbaus von Pumpspeicherwerken und anderen Stromspeichern zur Integration der erneuerbaren Energien. Abschlussbericht. <i>Dena</i> [21]</p>	<p>Untersuchung der energiewirtschaftlichen Bedeutung weiterer Pumpspeicherkapazitäten und Stromspeicher im Allgemeinen als wichtige Bestandteile eines flexiblen Kraftwerksparks.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batterien sind vergleichsweise kostengünstige Technologieoption zur dezentralen Energiespeicherung.</li> <li>• Kosten liegen jedoch auch unter Berücksichtigung zukünftiger Kosteneinsparpotenziale deutlich über den Kosten von großtechnologischen Speicheroptionen wie Pump- oder Druckluftspeicherwerken.</li> <li>• In Zukunft wird Anstieg der Elektromobilität prognostiziert: es wird davon ausgegangen, dass die Batteriespeicher parkender Elektrofahr-</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>zeuge an die Verteilnetzebene angeschlossen werden und bei aktivem koordiniertem Speichermanagement einen Beitrag zum Ausgleich fluktuierender erneuerbarer Energien leisten könnten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derzeit fehlt dazu aber sowohl die nötige Infrastruktur, als auch eine größere Anzahl an Elektrofahrzeugen.</li> </ul> <p>Potenzial der Speicher von Elektrofahrzeugen zur dezentralen Energiespeicherung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 Prozent der Tagesfahrten sind kleiner als 100 km.</li> <li>• Der Durchschnittswert der an einem Tag zurückgelegten Strecken liegt bei 30 km.</li> <li>• Aktuelle Elektrofahrzeuge haben Reichweite zwischen 100 und 200 km.</li> <li>• Durchschnittliche Speicherleistung von etwa 3-10 GW und ein Speichervolumen von etwa 20-30 GWh. Die Spannweite der Angaben hängt wesentlich von der Anschlussart (230 V oder 400 V) ab.</li> <li>• Aufbau der zur externen Steuerung der Batterien notwendigen Infrastruktur mit erheblichen Investitions- und auch Betriebskosten verbunden. Derzeit liegen noch keine Modelle für einen wirtschaftlichen Betrieb der nötigen Infrastruktur vor.</li> </ul>
<p>Energiespeicher in Stromversorgungssystemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energieträger. VDE [22]</p>	<p>Sicherstellung eines stabilen Betriebs der Stromnetze erfordert massive Investitionen in FuE sowie Demonstrationsanlagen von Speichersystemen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherkosten verschiedener Technologien divergieren zwischen 3ct/kWh (Stundenspeicherung) und 10 ct/kWh (Wochenspeicherung).</li> <li>• Für die Kurzfristspeicherung kämen primär elektrochemische Speicher in Betracht, da sie schnell und flexibel zu errichten sind sowie kurze Abschreibungsdauern aufweisen.</li> <li>• Langfristspeicherung mit weniger als einem Ladezyklus pro Woche ist nach heutigem Stand kaum wirtschaftlich darstellbar.</li> <li>• Zentrale Großspeicher wie Pumpspeicher- und Druckluftkraftwerke bedürfen auf Grund langer Abschreibungszeiträume und hohem Investitionsrisiko stabile politische Rahmenbedingungen.</li> </ul>
<p>Wasserstoff- und Stromspeicher in einem Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. Institut für Energie- und Umweltforschung [23]</p>	<p>Vergleich von technischen und wirtschaftlichen Potentialen verschiedener Speichertechnologien hinsichtlich Wirkungsgraden und CO<sub>2</sub>-Vermeidung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von den Speichertechnologien sind momentan lediglich Pumpspeicher und Druckluftspeicher ausgereift. Politische und regulatorische Unterstützung für den derzeit stattfindenden Ausbau der Netzinfrastruktur sind daher von besonderer Bedeutung.</li> <li>• Wasserstoff weist eine vergleichsweise sehr hohe Energiedichte auf.</li> </ul>
<p>Stand und Entwicklungspotenzial der Speichertechniken</p>	<p>Analyse der wachsenden Bedeutung von elektrischen, elektrochemischen sowie mechanischen Speichertechnologien für den mobilen und stationä-</p>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
für Elektroenergie. BMWi [24]	ren Bereich. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im mobilen Bereich werden vorwiegend elektrochemische Speicher zum Einsatz kommen.</li> <li>• Bis zum Jahr 2025 wird die Gesamtspeicherkapazität der Elektromobilität auf 37,5 bis 129 MWh abgeschätzt.</li> <li>• Im stationären Bereich wird auf mechanische Speicher zurückgegriffen.</li> <li>• Durch Ausbau erneuerbarer Energien entsteht Deckungslücke der Regenergie, der Ausbau von Speichern erfordert.</li> </ul>
Herausforderungen und Lösungen für Verteilungsnetze der Zukunft. Technische Universität Braunschweig [25]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dezentrale Erzeuger mit fluktuierender Charakteristik in der Einspeisung sind zunehmend zu integrieren.</li> <li>• Zeit- und kostenintensive technische Lösungen im Verteilungsnetz bekämpfen die Auswirkungen.</li> <li>• Aktive Verteilnetze mit beeinflussbaren dezentralen Erzeugern und Lasten gleichen die Fluktuationen aus.</li> </ul>
Energiespeicher: Integration erneuerbarer Energien. VDE [26]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei hoher Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen könnten mobile Speicher – integriert in ein intelligentes Last- und Speichermanagement – alle Aufgaben für das Netz im Zeitbereich von Sekunden bis zu einem Tag übernehmen.</li> <li>• Für mehrtägige Windflauten sowie saisonaler Schwankungen von erneuerbaren Energien sind die mobilen und die meisten Groß- und Batteriespeichertechnologien nicht ausreichend.</li> <li>• Hierzu sind große stationäre Speicher erforderlich. Mögliche Optionen: großen Speicherseen in alpinen Regionen (Umbau zu Pumpspeichern) und Wasserstoff in unterirdischen Salzkavernen.</li> <li>• Aus der stationären Wasserstoffspeicherung sind Synergien für die Versorgung von Brennstoffzellen-Hybridfahrzeugen zu erwarten.</li> <li>• Neue Speichertechnologien werden ohne Anschubförderung den Sprung in den Markt nicht oder nicht schnell genug schaffen.</li> <li>• Speicher – sowohl als Teil der Last als auch als eigenständige Anlagen – sind unabdingbare Voraussetzung für die Erreichung der energiepolitischen Ziele für 2020 und darüber hinaus.</li> <li>• Elektrofahrzeuge können einen wesentlichen Beitrag zum Lastmanagement liefern und somit ein zusätzliches Ausbaupotenzial für erneuerbare Energien erschließen.</li> <li>• Forschung und Demonstration für Energiespeicher muss erheblich intensiviert werden</li> <li>• Die wichtigsten Speichertechnologien bieten noch erhebliche Kostensenkungspotenziale.</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
<p>Speicherbedarf in Systemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. VDE [27]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für die Aufnahme von Überschussenergie aus erneuerbaren Energien und zur Überbrückung mehrtägiger Windflauten sowie zum Ausgleich saisonaler oder überjähriger Schwankungen wird ein Vielfaches der heute vorhandenen Speicher benötigt.</li> <li>• Batteriespeichertechnologien sind ebenso wie die meisten Großspeichersysteme („Stundenspeicher“) hierfür nicht ausreichend.</li> <li>• Mögliche Optionen für große „Wochenspeicher“ wären: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Große Speicherseen in alpinen Regionen (Umbau zu Pumpspeichern, symmetrische Beckengröße)</li> <li>○ Wasserstoff (bzw. Methan) in unterirdischen Salzkavernen</li> </ul> </li> <li>• Der Einsatz unterschiedlicher Speichersysteme ist für die verschiedenen Zeitbereiche zu optimieren.</li> <li>• Die Speicherung elektrischer Energie ist mit signifikanten Kosten verbunden.</li> <li>• Die dezentrale Speicherung in Batterien ist heute noch wesentlich teurer als eine zentrale Groß-Speicherung im Übertragungsnetz.</li> <li>• Eine direkte Nutzung von Überschussenergie (z.B. durch Wärme-/Kälte-erzeugung) kann den Speicherungsbedarf effizient reduzieren.</li> <li>• Leistungsfähige Netze zur Verknüpfung der verschiedenen Erzeugungs-, Last- und Speichermöglichkeiten sind unverzichtbar und stellen gleichzeitig die kostengünstigste Option zur Reduzierung des Speicherbedarfs dar.</li> <li>• Bei hoher Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen könnten diese mobilen Speicher – integriert in ein intelligentes Last- und Speicher- management - alle Aufgaben für das Netz im Zeitbereich von Sekunden bis zu Minuten übernehmen.</li> </ul>
<p>Smart Home in Deutschland. Institut für Innovation und Technik [28]</p>	<p>Folgende Erkenntnisse sind aus der Bestandsaufnahme der deutschen Initiativen im Themenfeld Smart Home zu gewinnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Landkarte der Smart Home-Initiativen in Deutschland weist eine auffällige Zahl von weißen Flecken ohne Smart Home-Initiativen auf.</li> <li>• Sowohl die Kommunikation und direkte Kooperation zwischen Smart Home-Initiativen sowie die unternehmens- und branchenübergreifende Zusammenarbeit sind nicht ausreichend entwickelt.</li> <li>• Die Erhöhung der Sichtbarkeit von marktverfügbaren Lösungen für Anbieter und Anwender ist dringend notwendig.</li> <li>• Technische Systemintegration ist unterentwickelt, es fehlt der Systemintegrator für das Smart Home.</li> <li>• Die Vielzahl von nebeneinander existierenden und konkurrierenden Standards macht den Handlungsbedarf deutlich, eine Verständigung über das weitere Vorgehen beim Smart Home herbeizuführen.</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dienstleistungsunternehmen werden die möglichen wirtschaftlichen Chancen durch neue Serviceangebote erst erkennen, wenn die Geschäfts- und Betreibermodelle transparent und überzeugend sind.</li> <li>• Potenzielle Kunden fürchten eine fehlende Verlässlichkeit: Wenn heute eine Wohnung mit einem System ausgestattet wird, muss dessen Zukunftsfähigkeit gewährleistet sein.</li> <li>• Fehlende Geschäftsmodelle für vernetzte Produkte und systemische Dienstleistungen und damit verbundene Intransparenz über die Wertschöpfungsanteile bei allen Beteiligten verhindern gegenwärtig Investitionen in die Infrastruktur.</li> <li>• Es fehlt der Branche geeignetes Fachpersonal zur Konzeption und Umsetzung von Smart Home-Lösungen.</li> <li>• Bei der Diskussion um das Smart Home wird das große Potenzial im Wohnungsbestand vernachlässigt.</li> </ul>
<p>Energieinformationsnetze und -systeme. VDE [29]</p>	<p>Zunehmende Anzahl an Elektrofahrzeugen wird in Zukunft die Energieverteilungsnetze belasten, so dass ein netzseitiges Ladelastmanagement erforderlich werden wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Hilfe von Smart Grids sollen zukünftig auch als Erzeuger auftretende Betreiber kleinerer Energiegewinnungsanlagen sowie Energienutzer die Möglichkeit erhalten, an der Koordination von angebotener und nachgefragter Leistung teilzunehmen.</li> <li>• Energieinformationsnetze und -systeme sollen für das heutige und zukünftige Energieversorgungssystem alle erforderlichen Daten für Messung und Steuerung des Energieeinsatzes bereitstellen.</li> <li>• Mit zunehmendem Einsatz dezentraler Energiegewinnungsanlagen und deren weitgehend unkontrollierten Einspeisung in das Verteilungsnetz wird ein aktives Management dieser Anlagen erforderlich.</li> <li>• Entwicklung neuer Methoden zur dezentralen und automatisierten Netzführung im Verteilungsnetz gewinnt an Bedeutung.</li> <li>• Energiegewinnungsanlagen können im Rahmen neuartiger Geschäftsmodelle Systemdienstleistungen anbieten und somit einen aktiven Beitrag zur Verbesserung der Qualität und Stabilität der Verteilungsnetze leisten.</li> <li>• Voraussetzung für die technisch und wirtschaftlich beherrschbare Steuerung der Verteilungsnetze ist die Verfügbarkeit und Anwendung von durchgängigen Standards.</li> </ul>
<p>Smart Distribution 2020. Virtuelle Kraftwerke in Verteilungsnetzen. VDE [30]</p>	<p>Die verteilte Erzeugung basierend auf regenerativen Primärenergieträgern und der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wird in den kommenden Jahren aufgrund der Förderung nach EEG (Erneuerbare Energien Gesetz) und KWK-Gesetz signifikante Anteile an der Energieerzeugung erreichen, um Klimaziele und nachhaltige Versorgung zu sichern.</p>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Einspeisung von Erzeugerleistung aus diesen Anlagen hat gesetzlich geregelten Vorrang. Die Höhe der Einspeisung hängt von den meteorologischen Bedingungen ab. Bei starkem Aufkommen von EEG- und KWK-Erzeugerleistung wird künftig vor allem in Schwachlastzeiten ein Leistungsüberschuss allein aus diesen Anlagen auftreten.</li> </ul> <p>Wenn es nicht gelingt, ausreichend Speicher oder Lasterhöhung durch Lastmanagement in diesen Zeiten zu erreichen, wird die Leistungsbegrenzung von EEG- und KWK-Anlagen zwingend erforderlich. Eine Lösung dieser Problematik kann durch „virtuelle Kraftwerke“ erreicht werden.</p> <p>Ein diesbezügliches Gesamtsystem im Rahmen virtueller Kraftwerke hat heute keine ausreichenden wirtschaftlichen Anreize.</p> <p>Mit der derzeitigen Auslegung des EEG- bzw. KWK-Gesetzes sind die Anlagen in zweierlei Hinsicht vom Energiemarkt ausgekoppelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die marktpreisunabhängigen EEG-Fixpreise und Zuschläge für fossile KWK-Anlage fördern allein die Quantität der ins Netz gespeisten Energie und bieten keinen Anreiz zur Teilnahme an den Systemdiensten wie z.B. Regelenergiebereitstellung.</li> <li>2. Die EEG-Anlagen bilden einen eigenen Bilanzkreis innerhalb der Regelzonen und sind von den üblichen Aufwendungen der Bilanzkreise befreit.</li> </ol> <p>Um künftig die dargebotene regenerative Energie möglichst vollständig nutzen zu können, wird es erforderlich, zusätzliche Speichertechnik einzusetzen. Dazu bedarf es einer Anschubförderung für stationäre Speichertechnologien (zusätzlich zu den heute bereits profitablen Pumpspeichern).</p> <p>Es wird gezeigt, dass verteilte und zentrale Erzeugung künftig nebeneinander bestehen müssen. Das Stromnetz muss weiter langfristig so ausgelegt werden, dass die Versorgung auch in Fällen mit geringem Aufkommen von EEG- und KWK-Leistung gesichert ist.</p>

**6.2.5. Zukunft der Elektromobilität**

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
2. Bericht NPE [31]	<p>Elektromobilität ist der Schlüssel zu einer klimafreundlichen Umgestaltung der Mobilität.</p> <p>Ziel von einer Million Fahrzeugen in einem Leitmarkt Deutschland bis 2020 zu erreichen wird in drei Phasen verfolgt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Marktvorbereitung bis 2014 mit Schwerpunkt auf Forschung und Entwicklung sowie Schaufensterprojekten</li> <li>2. Markthochlauf bis 2017 mit Fokus auf Marktaufbau bei Fahrzeugen und Infrastruktur</li> <li>3. Beginnender Massenmarkt bis 2020 mit tragfähigen Geschäftsmodel-</li> </ol>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>len</p> <p>Um den Standort Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität zu entwickeln, schlägt die NPE folgende Maßnahmen vor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderung von Forschung und Entwicklung und Vernetzung in den Leuchttürmen Batterie, Antriebstechnologie, Leichtbau, Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und Infrastruktur, Recycling und Fahrzeugintegration mit einem Schwerpunkt auf Produktionsforschung auch in Pilotanlagen</li> <li>• Ausschreibung eines auf den Leuchttürmen und ihren Themenclustern basierenden, ministerien-übergreifenden Förderprogramms administriert durch einen Projektträger</li> <li>• Zügige Entwicklung der notwendigen Schlüsseltechnologien, der branchen- und technologieübergreifenden Integrationsaspekte sowie intermodaler Dienstleistungen</li> <li>• (Weiter-)Bildung und Qualifizierung der erforderlichen Fach- und Führungskräfte im akademischen und beruflichen Bereich</li> <li>• Strategische und globale Ausrichtung der Normung und Standardisierung</li> </ul> <p>Ein zentraler Bestandteil des angestrebten deutschen Leitmarkts für Elektromobilität ist ein intelligentes Energiesystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Integration von Strom aus regenerativen Energiequellen leistet einen Hauptbeitrag zum Klimaschutz.</li> <li>• Der Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur wird bedarfsgerecht und mit Augenmaß verfolgt: Für die Marktvorbereitungsphase bis 2014 werden konkrete Aufbauziele vereinbart.</li> <li>• Eine innovative Ladeinfrastruktur und Geschäftsmodelle werden entwickelt, um die kostendeckende Bereitstellung einer öffentlichen Infrastruktur langfristig sicherzustellen.</li> </ul> <p>Gemeinsames Ziel der Nationalen Plattform Elektromobilität ist der Aufbau eines selbsttragenden Marktes für Elektrofahrzeuge. Ohne Anreizmaßnahmen wird das Vorhaben, bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge zu verkaufen, jedoch nicht gelingen; Analysen ergeben für diesen Fall eine Anzahl von lediglich 450.000 verkauften Elektrofahrzeugen.</p> <p>Zur Kompensation der Kostenlücke und Belegung der Nachfrage nach elektrischen Fahrzeugen legt die NPE ein umfassendes Maßnahmenpaket vor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevorzugung von Elektrofahrzeugen beim Parken, die Erlaubnis zur Nutzung von Busspuren im Rahmen der Schaufensterprogramme sowie die Förderung von neuen, intelligenten Carsharing-Konzepten</li> <li>• Kompensation der Benachteiligung bei der privaten Nutzung von elektrisch betriebenen Dienstfahrzeugen</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonderabschreibungen beim gewerblichen Erwerb von Elektrofahrzeugen</li> <li>• Zinsgünstige Darlehen der Kreditanstalt für Wiederaufbau zum privaten Erwerb von Elektrofahrzeugen</li> <li>• Gewährung eines jährlichen Steuerincentives, orientiert an der Speicherkapazität eines Elektrofahrzeugs</li> </ul>
Abschlussbericht e-connected [32]	<p>Der künftige Forschungsbedarf liegt im Bereich effizienterer Energiespeicher und dem entsprechenden Batteriemangement von Elektrofahrzeugen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Europaweite Normung und Standardisierung der Steckverbindungen zum Aufladen der Elektrofahrzeuge in den Ladestationen und der Ausstattung der Ladestationen.</li> <li>• Etablierung eines einheitlichen Abrechnungssystems</li> <li>• Auswirkung und mögliche Maßnahmen auf das Netz bei hohen Penetrationen mit Elektrofahrzeugen sind im Detail noch zu erforschen.</li> <li>• Thema Versorgungssicherheit und Versorgungsqualität wird das Thema aus Netzsicht wesentlich mitbestimmen.</li> </ul>
Deutschland Leitanbieter für Elektromobilität. Acatech [33]	<p>Entscheidende Kriterien der Elektromobilität im globalen Wettbewerb:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Befriedigende Ladeinfrastruktur</li> <li>• Kostengünstige Batterieherstellung</li> <li>• Zuverlässigkeit und Langlebigkeit des Batteriesystems</li> <li>• Kompetenzen und Fähigkeitsprofile in der Hochschulausbildung sowie Etablierung integrierter Forschungscluster</li> </ul>
Klimafreundliche E-Mobilität. Energie Impuls OWL e.V. [34]	<p>Differenzkostenberechnung dieser Studie zeigt, dass Förderbedarf pro Elektrofahrzeug in den ersten Jahren sehr hoch ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrkosten sind von den verschiedenen Fahrzeugklassen abhängig und schwanken zwischen wirtschaftlich, 8.500, 20.000 und bis zu 50.000 Euro Förderung pro Fahrzeug.</li> <li>• Durch sinkende Batteriekosten fällt der Förderbedarf pro Fahrzeug sehr stark bis 2020 ab.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei starker Batteriekostenreduktion wächst der jährliche Förderbedarf maximal auf 160 Millionen Euro in 2016 und sinkt dann bis 2020 auf null ab.</li> <li>• Bei höheren Batteriekosten gibt es dagegen keine rückläufige Tendenz des Fördervolumens, das auf über 500 Millionen Euro in 2020 steigt.</li> </ul> </li> </ul>
Elektromobilität – Perspektiven und Chancen für Unternehmen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weltweit zahlreiche staatlich geförderte Pilotprojekte zur Elektromobilität. Deutschland investiert im internationalen Vergleich verhältnismäßig wenig.</li> </ul>



Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
<p>Opportunity [35]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissionseffizienz von Elektrofahrzeuge übersteigt die von Verbrennungsmotoren erst, wenn sie ihren Strom aus erneuerbaren Energien gewinnen</li> <li>• Elektrofahrzeuge, deren Antriebsbatterien auf der Lithium-Ionen-Technologie basieren, können Reichweiten von maximal 160 km erreichen. Nur durch einen Technologiewechsel ist eine Reichweitensteigerung möglich.</li> <li>• Mit der Etablierung der Elektromobilität wird sich die gesamte Wertschöpfungskette verändern. Für Automobil- und Batteriehersteller, aber auch Zulieferer, Energie- und Mineralölunternehmen ergeben sich neue Geschäftsmöglichkeiten.</li> <li>• Das Verhalten privater und gewerblicher Kunden ändert sich. Kauf- und Nutzungsverhalten werden durch gesetzliche Rahmenbedingungen und Angebote beeinflusst.</li> <li>• Die Zusammenführung von relevanten Mobilitäts- und Antriebs-Szenarien zeigt, dass die Elektromobilität als Antriebsart der Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird.</li> <li>• Für die Durchsetzung der Elektromobilität ist es wichtig, dass Ladegeschwindigkeit und -komfort den unterschiedlichen Nutzeranforderungen gerecht werden.</li> </ul>
<p>Elektromobilität: Kurzfristigen Aktionismus vermeiden, langfristige Chancen nutzen [36]</p>	<p>Aufgrund der politischen Unterstützung in vielen Ländern und erheblicher Aktivitäten der Privatwirtschaft ist nicht zu erwarten, dass das Thema Elektromobilität nur einen vorübergehenden Hype darstellt. Nennenswerte Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen jedoch erst langfristig realistisch. Elektrische Fahrzeuge werden in den nächsten Jahren lediglich in bestimmten Nischen eine gewisse Bedeutung erlangen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderung von Forschung und Entwicklung aus technologiepolitischer Sicht unverzichtbar (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften hat gefordert, Deutschland solle keinen Leitmarkt, sondern vielmehr eine Position als Leitanbieter zukunftsfähiger Elektrofahrzeugkomponenten anstreben.)</li> <li>• Die Politik könnte die Markteinführung von Elektroautos indirekt begünstigen, indem sie den Aufbau der Ladeinfrastruktur unterstützt oder Elektrofahrzeuge für öffentliche Fahrzeugflotten beschafft.</li> <li>• Einstieg in die Elektromobilität sollte mit einem verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien einhergehen, damit ihre Verwendung im Verkehrsbereich nicht einfach ihre Nutzung für andere Anwendungen substituiert.</li> <li>• Elektromobilität sollte als Baustein eines umfassenderen, nachhaltigen Verkehrskonzepts verstanden werden, das über den motorisierten Individualverkehr hinausgeht.</li> </ul>
<p>Studie Horváth &amp; Partner [37]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befragte Experten aus knapp 250 teilnehmenden Unternehmen rech-</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>nen mit annähernd zwei Millionen Elektrofahrzeugen im Jahr 2020. Doppelt so viel, wie von der Bundesregierung bis zu diesem Zeitpunkt angestrebt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach Ansicht der Industrieexperten werden Hybridantriebe 2020 ca. 8,5 Prozent des deutschen Fahrzeugbestandes ausmachen.</li> <li>• Batteriegetriebene Fahrzeuge inkl. Range Extender und Plug-In Hybride folgen mit ca. 4,2 Prozent (Das entspricht bei geschätztem Fahrzeugbestand 2020 von 47,5 Millionen Pkw ca. zwei Millionen Fahrzeuge).</li> <li>• Wasserstoffantriebe werden mit etwas über einem Prozent des Bestandes nur untergeordnete Rolle spielen.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die befragten Experten glauben, dass emotionale Aspekte wie Umweltbewusstsein und ein höheres gesellschaftliches Ansehen bei Deutschlands Autofahrern trotz geringerer Reichweite für eine rasch wachsende Akzeptanz von Elektrofahrzeugen sorgen werden.</li> <li>• Die Frage, ob sie ihr eigenes Unternehmen ausreichend für die neue Dynamik der Marktentwicklung gerüstet sehen, findet bei den Teilnehmern ein gespaltenes Echo.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 51 Prozent sind überzeugt, dass ihr Unternehmen die Marktveränderungen mit einer klaren Strategie angeht.</li> <li>• 40 Prozent bestätigen beim Umgang mit Fragen der Elektromobilität und neuer Mobilitätskonzepte eine hohe Geschwindigkeit.</li> <li>• In Bezug auf die Weiterentwicklung notwendiger Geschäftsmodelle und deren Implementierung besteht offensichtlich Handlungsbedarf.</li> </ul> </li> <li>• Größte strukturelle Herausforderung in Bezug auf alternative Antriebs- und neue Mobilitätskonzepte nach Meinung der Befragten fehlende personelle Ressourcen (49%). Dagegen sehen nur 21 Prozent fehlende finanzielle Ressourcen als Problem.</li> <li>• Befragten unterstützen Förderung von Forschung und Entwicklung (77%). Nur 25 Prozent wünschen sich staatliche Subventionen in der Absatzförderung.</li> </ul>
<p>Potenziale der Elektromobilität bis 2050. <i>Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln</i> [38]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugbatterien werden nachts geladen (00:00 – 06:00 Uhr, Maximum 02:00 – 04:00).</li> <li>• Mittelfristig lohnt sich der Verkauf von Strom am Spotmarkt wegen hohen Batteriekosten und Notwendigkeit der nachfolgenden Wiederaufladung nicht.</li> <li>• Gesteuerte Ladung führt beim Fahrzeughalter zu Einsparungen. Je</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>nach Jahr und Szenario lassen sich durch das gesteuerte Laden 9 bis 13 Prozent der Kosten gegenüber einer Ladung zum durchschnittlichen Endkundenstrompreis einsparen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Um mit den Fahrzeugbatterien Sekundär- oder Minutenreserve bereitstellen zu können, ist der Zusammenschluss einer größeren Zahl von Fahrzeugen erforderlich.</li> <li>• Elektrofahrzeuge weisen bereits heute bessere Wheel-to-Wheel Bilanz (Emissionen, die beim eigentlichen Fahrvorgang anfallen + Emissionen, die zur Herstellung und zum Transport von Kraftstoffen oder im Falle der Elektrofahrzeuge bei der Erzeugung von Strom anfallen) auf, als Benzin- und Dieselfahrzeuge und die Bilanz wird sich bis 2050 stetig verbessern.</li> <li>• Die größten CO<sub>2</sub>-Einsparungen sind bei einer CO<sub>2</sub>-neutralen Integration der Elektrofahrzeuge in das Energiesystem möglich.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einsparung lokaler Emissionen und Vermeidung von Lärm</li> <li>○ Keine lokalen Schadstoffemissionen.</li> <li>○ Vergleichsweise geringe Geräusentwicklung.</li> </ul> </li> <li>• Im Referenzfall gibt es für das Elektroauto keine Kostenvorteile vor 2030.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Batterien und öffentliche und private Infrastruktur sind Hauptkostentreiber.</li> <li>○ Erlöse aus Netzdienstleistungen sind vergleichsweise unerheblich.</li> <li>○ Marktfähigkeit ist ohne Marktanreizprogramme gefährdet.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeugen im Münchner Individualverkehr bis 2030.  <i>Modellregion München [39]</i></p>	<p>In vorliegender Studie wurde anhand eines Filtermodells das mögliche Potenzial für Elektromobilität in der Modellregion München bestimmt, das sich unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Hinderungsgründe ergibt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automobilhersteller bestimmen Fahrzeugangebot.</li> <li>• Ausschlaggebend für Alltagstauglichkeit von Elektrofahrzeugen ist die Reichweite (abhängig von der Batteriekapazität).</li> <li>• Je nach Fahrzeugklasse und Szenario machen die Kapitalkosten für elektrische Privatfahrzeuge zwischen 50 und 70 Prozent – für gewerblich betriebene Elektrofahrzeuge sogar bis zu rund 90 Prozent – der Gesamtkosten aus und sind somit der wesentliche Faktor bei der Bestimmung der Wirtschaftlichkeit.</li> <li>• Batteriekosten entscheidend für die Wirtschaftlichkeit: Serienproduktion, neue Fertigungsverfahren, technische Weiterentwicklung bei</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>Batterien reduzieren Batteriepreise.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Öl- und Kraftstoffpreise sind entscheidender Aspekt, da deren Anstieg indirekt einen Kostenvorteil für Elektrofahrzeuge bedeutet.</li> <li>• Eingeräumte Privilegien – wie etwa Sonderrechte beim Parken oder beim Befahren von Umweltzonen – könnten für viele Nutzer einen zusätzlichen Kaufanreiz schaffen.</li> </ul>
<p>Erneuerbare Energien und Elektromobilität. Finanzielle Hürden zur Markteinführung bis 2020. <i>Agentur für Erneuerbare Energien e.V. [40]</i></p>	<p>Die Batterieentwicklung ist der wesentliche Einflussfaktor auf die Entwicklung der Differenzkosten. Eine rasche Kostensenkung beim Speichermedium Batterie ist wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche und relativ kostengünstige Markteinführung von Elektrofahrzeugen bis 2020. Um die Markteintrittsbarrieren zu überwinden, müssen die Mehrkosten von Elektrofahrzeugen differenziert ausgeglichen werden. Statt pauschaler Prämien oder Kaufzuschüsse sollten Instrumente der Markteinführung folgende Kriterien beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugtypen: Divergierende Fahrzeug- und Batteriegrößen führen zu sehr unterschiedlichen Mehrkosten pro Fahrzeug.</li> <li>• Jahr des Fahrzeugkaufs: Abnehmende Batteriekosten und steigende Ölpreise verringern die Mehrkosten.</li> </ul> <p>Aufgrund der unterschiedlichen Differenzkosten der Elektrofahrzeugklassen, der Bandbreite der Differenzkosten und der vielen Wechselwirkungen eignen sich nur Instrumente, die eine differenzierte Unterstützung nach Batteriegröße bzw. -effizienz ermöglichen. Diese Grundbedingung lässt sich am besten durch ein Marktanzreizprogramm erfüllen. Neben einem solchen finanziellen Förderinstrument sind aber auch „weiche“ Instrumente notwendig, die die Nutzungsbedingungen von Elektrofahrzeugen verbessern und weitgehend kostenneutral umzusetzen sind. Dazu gehören z.B. die Mitbenutzung von Busspuren, kostenlose Parkplätze oder Nutzungsvorteile für Elektrofahrzeuge in Umweltzonen.</p>
<p>Elektrofahrzeuge –Bedeutung, Stand der Technik, Handlungsbedarf. <i>VDE [41]</i></p>	<p>Elektrofahrzeuge sind aus Sicht des VDE ein wichtiger Beitrag für die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft. Elektrofahrzeuge machen die Mobilität zukunftssicher durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung von lokalen wie globalen Emissionen im Verkehrssektor</li> <li>• Die mögliche Verwendung verschiedener Energiequellen. Dies vereinfacht die Umstellung auf erneuerbare Energien und vermindert die Abhängigkeit von einem Energieträger. Die Abhängigkeit von politisch instabilen Regionen sinkt.</li> <li>• Einen geringeren Verbrauch durch höhere Effizienz des Antriebsstrangs und rekuperatives Bremsen</li> <li>• In bestimmten Anwendungsgebieten erhöht sich der Nutzwert durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen. So ermöglichen Elektrofahrzeuge eine hohe und konstante Beschleunigung vom Stillstand an bis zum Punkt maximaler Leistung und können somit erheblichen Fahrspaß</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>bieten. Außerdem reduziert sich die akustische Belastung der Umwelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reine Elektrofahrzeuge sollten zunächst für kurze Strecken (&lt; 100 km) konzipiert und eingesetzt werden, da             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Große Reichweiten auf Grund der hohen Kosten für die Batterien in der Regel wirtschaftlich nicht sinnvoll sind.</li> <li>○ Verkehrsstudien zeigen, dass die meisten Fahrzeuge und Fahrer am Tag nur kurze Strecken zurücklegen. Die Tagesfahrleistung von Pkw privater Halter liegt bei fast 70 Prozent der Fahrzeuge unter 50 km und bei fast 90 Prozent unter 100 km.</li> </ul> </li> <li>• Mit Range Extendern kann der Einsatzbereich von Elektrofahrzeugen deutlich erweitert werden. Da die Kunden bei Einsatz von Range Extendern keine Einschränkung der Reichweite in Kauf nehmen müssen, kann die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen erhöht werden.</li> </ul> <p>Infrastrukturbedarf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Batterien können einphasig mit moderater Leistung geladen werden, da die Parkzeiten der Fahrzeuge ausreichend lang sind. Dadurch kann die bestehende Infrastruktur der Elektrizitätsnetze genutzt werden und es sind zunächst keine teuren Investitionen in die Infrastruktur notwendig.</li> <li>• Ladepunkte sollten primär im privaten und Firmenbereich sowie in Einrichtungen des öffentlichen Dienstes bereitgestellt werden. Im öffentlichen Bereich ist ein kostendeckender Betrieb öffentlicher Ladestationen auf Grund der geringen Energiemenge in naher Zukunft nicht zu erwarten.</li> <li>• Ein netzseitiges Lademanagement ist bei moderater Ladeleistung (bis ca. 3,7 kW) erst ab ca. einer Millionen Fahrzeugen notwendig. Das Lademanagement kann jedoch zur Anpassung von Stromerzeugung und Verbrauch von Anfang an sinnvoll sein, wenn Elektrofahrzeuge nahtlos in die Infrastruktur fernauslesbarer Zähler (Smart Meter) integriert werden.</li> <li>• Ein Netzausbau ist bis zu ca. eine Millionen Fahrzeugen nicht erforderlich. Die Anforderungen an die Stromnetze durch die Elektromobilität sind gering im Vergleich zu denen durch den Ausbau regenerativer Energien. Die Erbringung von Netzdienstleistungen sollte jedoch bis auf weiteres von Elektrofahrzeugen nicht erwartet werden, da der Aufwand gegenüber dem Nutzen sehr hoch ist. Bei richtiger Batterieauslegung kann diese prinzipiell auch für die Netzstabilisierung verwendet werden, ohne dass die Lebensdauer unzulässig weit reduziert wird.</li> </ul>
<p>Elektromobilität – Neue Chancen für ganzheitliche Mobilität</p>	<p>Interdisziplinäre Forschungsarbeiten an der FH Aachen haben gezeigt, dass sich Carsharing als idealer Vermittler von Elektromobilität anbietet.</p>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
tätigkeitskonzepte [42]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachteile eines Elektroautos könnten in einem Carsharing-Betrieb kompensiert werden:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Carsharing-Fahrzeuge werden überwiegend im Stadtbetrieb genutzt.</li> <li>○ Kosten werden auf alle Nutzer umgerechnet.</li> <li>○ Kunden stehen weitere Fahrzeuge des Fahrzeug-Pools zur Verfügung.</li> </ul> </li> <li>• Fokussierung auf Carsharing bringt im Gegensatz zum Individual-Pkw die Herausforderung mit sich, das Fahrzeug auf eine möglichst große Anwendergruppe abzustimmen.</li> <li>• Informationstechnik wird eingesetzt, um das eCarSharing-Konzept handhabbar und für „Jedermann“ benutzbar zu machen.</li> <li>• Präferenzprofile können verwendet werden, um das Fahrzeug für die einzelnen Kunden weitestgehend zu konfigurieren.</li> <li>• Solche Mobilitätskonzepte helfen die Akzeptanz von Elektroautos in der Gesellschaft zu stärken und leisten damit auch einen positiven Beitrag zum Umweltschutz.</li> </ul>

**6.2.6. Nutzereinstellung zur Elektromobilität**

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
Plug-in electric vehicles. Changing perceptions, hedging bets. Accenture [43]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbraucher stehen Elektroautos positiv gegenüber.</li> <li>• Kosten sind wichtiger begrenzender Faktor.</li> <li>• Verbraucher ziehen momentan PHEVs einem vollelektrischen Fahrzeug vor, weil dies weniger Umstellung und Gewohnheitsänderungen bedarf.</li> <li>• Mit zunehmender Verbreitung von vollelektrischen Fahrzeugen kann es zu Verhaltensänderungen kommen, weshalb es wichtig ist, vielen Menschen Testfahrten mit Elektroautos zu ermöglichen.</li> </ul>
Elektromobilität 2010. Wahrnehmung, Kaufpräferenzen und Preisbereitschaft potenzieller E-Fahrzeug-Kunden. Cama [44]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternative Antriebe sind allgemein sehr präsent: Mehr als 75 Prozent der befragten Personen haben von Brennstoffzellen-, Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen bereits oft gehört bzw. gelesen.</li> <li>• Über tatsächlich zu erwartende Reichweite und Ladedauer reiner Elektrofahrzeugen herrscht wenig Kenntnis: Mehr als 50 Prozent der befragten Personen glauben an eine Reichweite von Elektrofahrzeugen größer als 200 km.</li> <li>• 65 Prozent der befragten Personen können sich den Kauf alternativbetriebener Fahrzeuge vorstellen. Die befragten Personen tendieren dabei insbesondere zu Elektrisch- (66%), Erdgas- (51%) und Wasserstoff-betriebenen Fahrzeugen (48%).</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Einflussfaktoren auf den Kauf von Elektrofahrzeugen üben geringere Betriebskosten (88%), mögliche staatliche (finanzielle bzw. steuerliche) Anreize (68%) und der Beitrag zum Umweltschutz (65%) aus.</li> <li>• Seltene Lademöglichkeiten (89%), geringe Reichweite (88%) und hoher Kaufpreis (85%) halten hingegen vom Kauf eines E-Fahrzeugs ab.</li> <li>• 90 Prozent der befragten Personen würden bei Besitz eines E-Fahrzeugs die Lademöglichkeit direkt zu Hause favorisieren. 70 Prozent bzw. 68 Prozent können sich dies am Arbeitsplatz oder in traditioneller Weise an einer Tankstelle vorstellen. 50 Prozent tendieren zu öffentlichen Ladestationen. Knapp 24 Prozent lehnen letztere Möglichkeit jedoch ab.</li> <li>• Potenzielle Kunden sind gegenwärtig nicht bereit, einen finanziellen Aufschlag für Elektrofahrzeuge zu zahlen. Der akzeptable Preisbereich für ein E-Fahrzeug (Ladedauer: 5 h; Reichweite: 150 km) bewegt sich zwischen 10.000 bis 25.000 Euro.</li> </ul>
<p>Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität [45]</p>	<p>Ziel der vorliegenden Studie war, im Rahmen eines multi-methodalen Ansatzes akzeptanzrelevante Faktoren aus Nutzersicht zu identifizieren.</p> <p>Hemmnisse für Elektromobilität:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Batteriekosten</li> <li>• Reichweitenangst</li> <li>• Starke Gewohnheiten und Routinen bei Mobilitätsentscheidungen und -verhalten</li> <li>• Konventionelle Fahrzeug als starker Vergleichsanker</li> <li>• Begrenzttes Wissen bei den Konsumenten über Elektromobilität</li> </ul> <p>Treiber von Elektromobilität:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemein positive Wahrnehmung elektrischer Fahrzeuge in der Gesellschaft</li> <li>• Hohes Umweltbewusstsein</li> <li>• Fahrverhalten und Fahrkomfort von Elektrofahrzeugen</li> </ul> <p>Ausbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur ist für die Sichtbarkeit von Elektromobilität bedeutsam. Das Laden wird jedoch voraussichtlich hauptsächlich zu Hause oder am Arbeitsplatz stattfinden.</p> <p>Konzepte zur Umsetzung der Elektromobilität müssen letztlich durch Transparenz, einfache und zuverlässige Handhabung sowie Flexibilität überzeugen.</p>
<p>Studie „Elektromobilität“ BITKOM [46]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrofahrzeugen gehört die Zukunft.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 60 Prozent der Befragten glauben, dass Elektrofahrzeuge her-</li> </ul> </li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>kömmliche Autos mit Verbrennungsmotoren ablösen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektromotoren genießen im Vergleich zu anderen alternativen Antrieben das höchste Ansehen: Wenn die fossilen Energiereserven erschöpft sind, favorisieren 40 Prozent der Befragten elektrische Antriebe als Ersatz.</li> <li>• Drastische staatliche Eingriffe, um den Energieverbrauch im Straßenverkehr zu verringern, werden von vielen befürwortet.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jeder Fünfte ist grundsätzlich für autofreie Sonntage.</li> <li>○ 23 Prozent sprechen sich für die Einführung einer allgemeinen Straßenmaut aus.</li> <li>○ 56 Prozent will Autos mit besonders hohem Benzinverbrauch ganz verbieten.</li> </ul> </li> <li>• Zwei Drittel der Befragten befürworten Subventionen für Elektromobilität. 28 Prozent lehnen dies ab.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 34 Prozent aller Befragten wünschen Zuschüsse beim Kauf von Elektroautos</li> <li>○ Jeweils knapp ein Fünftel befürwortet staatliche Forschungsprogramme und Subventionen durch die Industrie.</li> </ul> </li> <li>• Vier von zehn der Befragten wollen, dass Strom für Elektroautos aus regenerativen Energiequellen kommt.</li> <li>• Ein knappes Drittel der Befragten präferiert einen Energiemix.</li> <li>• Atom- und Kohlekraftwerke sind mit jeweils rund acht Prozent weit abgeschlagen.</li> </ul>
<p>Flottenbetrieb mit Elektrofahrzeugen. Modellregion Sachsen [47]</p>	<p>Befragung von Unternehmern zum Thema Elektromobilität in der Modellregion Sachsen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wesentliche Nachteile der Elektromobilität für die befragten Unternehmer:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Anschaffungskosten</li> <li>• Geringe Reichweite</li> </ul> </li> <li>• Größte Vorteile:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niedrigere Schadstoff- und Lärmbelastung</li> </ul> </li> <li>• Großteil der Befragten glaubt an eine erste praktikable Lösung und Nutzerakzeptanz bis zum Jahr 2015 bzw. bis 2020.</li> <li>• Finanziellen Anreize für die Anschaffung eines Elektrofahrzeuges wurden am stärksten bewertet.</li> <li>• Weniger als 50 Prozent der Befragten würden einen höheren Anschaffungspreis, verglichen mit einem konventionellen Fahrzeug, akzeptieren. Eine 20%ige Erhöhung würde nur noch von 7 Prozent der Unter-</li> </ul>



Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>nehmen akzeptiert werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeuge der Flottenbetreiber werden in ihren Ruhezeiten überwiegend auf Flächen abgestellt, auf denen der Aufbau der Ladeinfrastruktur relativ einfach bewerkstelligt werden kann.</li> <li>• Ruhezeiten der Fahrzeuge betragen bis auf wenige Ausnahmen ca. zehn Stunden am Tag. In dieser Zeit kann auch mittels Normalladung ein Elektrofahrzeug vollständig aufgeladen werden. Die exakten Einsatzzeiten variieren dabei branchenspezifisch, was sich wiederum für ein Lastmanagement förderlich auswirken.</li> <li>• Fast 60 Prozent der Strecken werden im Stadtverkehr absolviert, wo zukünftig die Ladeinfrastruktur wesentlich dichter sein wird als im ländlichen Gebiet oder auf Autobahnen.</li> </ul> <p>Insgesamt schätzen die Teilnehmer der Befragung die Entwicklung der Elektromobilität in Sachsen als sehr gut ein. Von den Befragungsteilnehmern würden 48 Prozent Elektrofahrzeuge in ihrer Flotte aufnehmen, 34 Prozent eventuell, sobald die geeignete Infrastruktur bereitgestellt wird. Ein Viertel plant bereits die Anschaffung von Elektrofahrzeugen.</p>

**6.2.7. Pilotprojekte**

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
CologneE-mobil Projekts [48]	<p>Gemeinsam mit dem Autobauer Ford, dem Energieunternehmen Rheinenergie und der Stadt Köln haben knapp 50 UDE-Wissenschaftler im Großprojekt CologneE-mobil die Anwendungsbedingungen und Kundenakzeptanz von Elektroautos untersucht.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30.000 Fahrzeuge könnten im 400 km<sup>2</sup> großen Kölner Stadtgebiet elektrisch fahren.             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kaum höherer Stromverbrauch für die Leitungsnetze (3,2% des Haushaltsstroms)</li> <li>○ Reichweite der E-Autos im Sommer bei 180 km (mit heutigen Lithium-Ionen-Batterien (35 kWh) und die für Köln typischen Fahrtstrecken im Stadtzyklus.)</li> <li>○ Im Winter durch Heizungsbetrieb reduzierte Reichweite von 103 km.</li> </ul> </li> <li>• Längere Ladezeiten sind unproblematisch, da Fahrzeuge überwiegend in den Wohngebieten von 20 Uhr bis 6 Uhr parken und dann bequem an einer normalen Haushaltssteckdose geladen werden können.</li> <li>• Zehn Prozent aller Fahrzeuge im Kölner Stadtraum könnten durch E-Autos ersetzt werden.</li> <li>• Kundenakzeptanztests zeigen, ob sich jemand ein Elektroauto kauft, ist abhängig vom Einkommen, Alter und Bildungsgrad. 25.500 Euro</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
	<p>wäre der Kölner im Schnitt bereit, für das Elektroauto zu zahlen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektroautos bedeuten für Fußgänger kein größeres Risiko als moderne Benzinfahrzeuge. Dies konnte beim Großprojekt in einer Testreihe mit 240 Passanten gezeigt werden. Die von den Gesetzgebern erwogenen künstlichen Geräusche für Elektrofahrzeuge sind nach den Ergebnissen des Projekts nicht notwendig.</li> </ul>
<p>Ergebnisse Feldversuch. Modellregion Elektromobilität München [49]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laufzeit 03/2010 - 09/2011</li> <li>• Installation öffentlicher und privater Infrastruktur. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Derzeit 28 öffentliche Ladesäulen; Ausbau geplant</li> <li>○ 36 Heimpladestationen</li> </ul> </li> <li>• Gesamt Fahrleistung ca. 300.000 km</li> <li>• Betrieb der MINI E zwischen 09/2010 und 06/2011</li> <li>• 40 MINI E (davon 10 BRK)</li> <li>• Erprobung verschiedener Einsatzszenarien</li> <li>• 82 Prozent der täglichen Fahrten können mit dem MINI E erledigt werden.</li> <li>• Im Winter allerdings eingeschränkte Nutzung aufgrund der reduzierten Reichweite und höherer Ladefrequenz.</li> <li>• Keine Probleme beim Handling des Ladens.</li> <li>• In 75 Prozent der Fälle wurde direkt nach der Nutzung das Ladekabel eingesteckt.</li> <li>• Laden wird als vorteilhaft und zeitsparend im Gegensatz zum Tanken gesehen.</li> <li>• Ladezeiten werden als akzeptabel empfunden, das Handling des Kabels weist noch Verbesserungspotenzial auf.</li> <li>• Ladezeiten sind für den Alltag praktikabel und angemessen.</li> <li>• Fast alle Nutzer empfinden den Ladevorgang als leicht erlernbar (92%).</li> <li>• 88 Prozent empfinden das Laden zu Hause oder an der Arbeitsstelle sogar als angenehmer, als die Fahrt zur Tankstelle.</li> <li>• Verbesserungspotenzial gibt es beim Ladekabel, das recht schwer und unhandlich (76%) ist.</li> <li>• Die Nutzer wünschen sich, dass das Kabel an der Wallbox (96%) bzw. öffentlichen Ladestation (88%) fest installiert ist.</li> </ul>
<p>Die politischen Rahmenbedingungen der Genehmigung von Ladeinfrastruktur für Elektroverkehr im öffentli-</p>	<p>Pilotprojekt in den Bezirken Mitte und Charlottenburg/Wilmersdorf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Um Elektromobilität als integrierte verkehrspolitische Gesamtstrategie mit dem Ziel einer nachhaltigen Stadt- und Verkehrsentwicklung</li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
<p>chen Raum [50]</p>	<p>zu integrieren, bedarf es einer übergeordneten politischen Instanz. Diese sollte allgemeingültige Standards setzen und jeweils spezifische Bedingungen vor Ort berücksichtigen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entscheidung über Infrastruktureinrichtungen muss verkehrliche Erreichbarkeit und zunehmend auch Anbindungsmöglichkeiten an bedienungsfreundliche IKT als Grundlage aufweisen.</li> <li>• Die Entwicklung von verkehrsbezogener neuer Infrastruktur hängt eng mit der Entwicklung der Mobilitätsbedürfnisse zusammen. Nutzerverhalten entscheidet über Auslastung und Sinnhaftigkeit der geschaffenen Infrastruktur und stellt damit einen wesentlichen Forschungsgegenstand im Hinblick auf die Standortwahl zukünftiger Ladeinfrastruktur da.</li> <li>• Umfassende parallele Prozessevaluierung in mehreren Schleifen sowie aussagefähige Ergebnisse zu aktuellen und künftigen Nutzeranforderungen an die Ladeinfrastruktur sind künftig notwendig um nachhaltige Lösungen umzusetzen.</li> </ul>
<p>e-mobility Berlin/Hamburg: Konzeption und Entwicklung Modul 1 [51]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie</li> <li>• Projektziel: Konzeption und Entwicklung aller Arbeitsfelder, die zum Betrieb der smart fortwo electric drive sowie A-Klasse E-CELL in Berlin und Hamburg benötigt werden.</li> <li>• Projektpartner: Daimler AG</li> <li>• Inhalt:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Entwicklung der Fahrzeuge smart fortwo electric drive und A-Klasse E-CELL</li> <li>○ Implementierung einer Ladekommunikationsschnittstelle</li> <li>○ Spezifikation des HV-Systems und des Ladegeräts auf Basis geltender Gesetze und Standards</li> <li>○ Evaluierung d. Kundennutzungsverhaltens u. Akzeptanzsteigerung der Elektromobilität</li> </ul> </li> </ul>

Projekt / Quelle	Relevante Ergebnisse
e-mobility Berlin/Hamburg: Konzeption und Entwicklung Modul 2 [52]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittelgeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung</li> <li>• Erprobungsorte:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Berlin: 100 smart fortwo electric drive 50 Mercedes-Benz A-Klasse E-CELL</li> <li>○ Hamburg: 50 smart fortwo electric drive 18 Mercedes-Benz A-Klasse E-CELL</li> </ul> </li> <li>• Projektpartner: Daimler AG, RWE AG, Vattenfall Europe AG</li> <li>• Inhalt:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Herstellung von batterie-elektrischen Fahrzeugen</li> <li>○ Fahrzeugerprobung im realen Einsatz bei Kunden</li> <li>○ Analyse des Kundennutzungsverhaltens</li> <li>○ Untersuchung langfristiger Entwicklungen der Mobilität in der Stadt unter Einfluss von e-mobility</li> <li>○ Aufbau des Service und der Nutzerbetreuung im After Sales</li> </ul> </li> </ul>

Quellen:

[1] Die Bundesregierung (Hrsg.) (2009). *Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung*. [Internet]. Verfügbar unter: [http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler\\_entwicklungsplan\\_elektromobilitaet.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler_entwicklungsplan_elektromobilitaet.pdf) [08.03.2011].

[2] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.) (2010). *Elektromobilität: Umweltfreundlich und zukunftsfähig!* [Internet]. Verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Wirtschaft/industrie,did=329150.html>. [08.03.2011].

[3] Pohl, Andreas, Wunnerlich Christoph (2011) Kurzbericht zum Ergebnisbericht des Projektes IKONE

[4] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (Hrsg.) (2010). *Die zukünftige Elektromobilitätsinfrastruktur gestalten*.

[5] Siemens (Hrsg.). (2010). *Business Strategy for ElectroMobility infrastructure*. Interview summary.

[6] Bilgic, Winfried; Mathar, Sebastian & Achim Bahr (2010). *Resonante Energieübertragung als kontaktlose Ladetechnik zukünftiger Elektrofahrzeuge*. Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.

[7] Schraven, Sebastian; Kley, Fabian & Martin Wietschel (2010). *Induktives Laden von Elektromobilen – Eine techno-ökonomische Bewertung*. In: Working Paper Sustainability and Innovation. No. S 8 / 2010.

[8] Büdenbener, Kathrin; Stetz, Thomas; Emmerich, Roy; Bäß-Oberhäuser, Fabian; Einfeld, Hauke & Martin Braun (2010). *Ladestrategien für Elektrofahrzeuge*. Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.

- [9] Benedikt Lunz, Benedikt; Dirk Uwe Sauer Dirk Uwe & Rik W. De Doncker (2011). *Ladeinfrastrukturkonzepte für Elektromobilität*. Vortrag auf der Life Needs Power, 05.04.2011, Hannover
- [10] Forschungsstelle für Energiewirtschaft (Hrsg.) (2010). *Modellregion Elektromobilität München. Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeuge im Münchner Individualverkehr bis 2030*.
- [11] Hennings, Wilfried & Jochen Linssen (2010). *Welche Netzdienstleistungen können Elektrofahrzeuge sinnvoll erbringen?* Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.
- [12] Helmschrott, Thomas; Perissinotto, Devid; Scheufen, Martin & Prof. Dr. Armin Schnettler (2010). *Integriertes Verkehrs- und Energieflussmodell*. Beitrag auf dem VDE-Kongress 2010 in Leipzig.
- [13] Rudel, Roman & Rainer Bacher (2010). *Swiss2G – Pilot- and Demonstration Project. Jahresbericht 2010*.
- [14] Schnettler, Armin; Szczechowicz, Eva & Thomas Pollok (2010). *Elektromobilität: Forschungsthemen und Auswirkungen auf die Infrastruktur*. Beitrag auf der e-world 2010.
- [15] ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (Hrsg.) (2010). *Energiekonzept 2050. Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100% erneuerbaren Energien*.
- [16] WWF Deutschland (Hrsg.). (2009). *Auswirkungen von Elektroautos auf den Kraftwerkspark und die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland*.
- [17] Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (2010). *Dena-Netzstudie II. Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick 2015*.
- [18] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2010). *Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen*.
- [19] Leonhard, Werner (2008). *Energiespeicher – eine Voraussetzung für die Integration natürlicher Energiequellen in das elektrische Verbundnetz*.
- [20] BEE (Hrsg.) (2010). *Elektromobilität und Erneuerbare Energien. BEE-Position*.
- [21] Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (2010). *Analyse der Notwendigkeit des Ausbaus von Pumpspeicherkraftwerken und anderen Stromspeichern zur Integration der erneuerbaren Energien*. Abschlussbericht.
- [22] Kleinmaier, Martin (2009). *Energiespeicher in Stromversorgungssystemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energieträger*.
- [23] Institut für Energie- und Umweltforschung (Hrsg.) (2009). *Wasserstoff und Stromspeicher in einem Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbaren Energien: Analyse der kurz und mittelfristigen Perspektive*.
- [24] BMWi (Hrsg.) (2009). *Stand und Entwicklungspotenzial der Speichertechniken für Elektroenergie – Ableitung von Anforderungen an und Auswirkungen auf die Investitionsgüterindustrie*
- [25] Kurrat, Michael (2010). *Herausforderungen und Lösungen für Verteilungsnetze der Zukunft*.
- [26] Schröppel, Wolfgang (2010). *Energiespeicher: Integration erneuerbarer Energien*.
- [27] Kleinmaier, Martin (2011). *Speicherbedarf in Systemen mit hohem Anteil erneuerbarer Energien*. Beitrag auf der Life Needs Power am 07.04.2011 in Hannover.
- [28] Institut für Innovation und Technik (Hrsg.) (2010). *Smart Home in Deutschland*. Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.
- [29] VDE (Hrsg.) (2010). *Energieinformationsnetze und -systeme Bestandsaufnahme und Entwicklungstendenzen*.

- [30] VDE (Hrsg.) (2010). *Smart Distribution 2020. Virtuelle Kraftwerke in Verteilungsnetzen. Technische, regulatorische und kommerzielle Rahmenbedingungen.*
- [31] Nationale Plattform Elektromobilität (Hrsg.) (2011). *Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität*
- [32] Klima- und Energiefonds (Hrsg.) (2009). *e-connected Abschlussbericht.*
- [33] Acatech (Hrsg.) (2010). *Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann.* In: acatech bezieht Position Nr. 6.
- [34] Energie Impuls OWL e.V. (Hrsg.) (2010). *Klimafreundliche Elektromobilität: Finanzielle Hürden zur Markteinführung bis 2020.*
- [35] Opportunity (2010). *Elektromobilität – Perspektiven und Chancen für Unternehmen.*
- [36] Schill, Wolf-Peter (2010). *Elektromobilität: Kurzfristigen Aktionismus vermeiden, langfristige Chancen nutzen.*
- [37] Studie Horváth & Partner
- [38] Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (Hrsg.) (2010). *Potenziale der Elektromobilität bis 2050 - Eine szenarienbasierte Analyse der Wirtschaftlichkeit, Umweltauswirkungen und Systemintegration.*
- [39] Stadtwerke München (Hrsg.) (2010). *Modellregion München – Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeugen im Münchner Individualverkehr bis 2030.*
- [40] Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (Hrsg.) (2010). *Erneuerbare Energien und Elektromobilität. Finanzielle Hürden zur Markteinführung bis 2020.*
- [41] VDE (Hrsg.) (2010). *Elektrofahrzeuge – Bedeutung, Stand der Technik, Handlungsbedarf.*
- [42] Röth, Thilo (2011). *Ec2Go – Weltweit erstes ganzheitliches E-Car-Sharing- Mobilitätskonzept.* Beitrag auf dem dritten deutschen Elektro-Mobil Kongress am 08. Juni 2011 in Bonn.
- [43] Accenture (Hrsg.) (2011). *Plug-in electric vehicles. Changing perceptions, hedging bets.*
- [44] Cama (Hrsg.) (2010). *Elektromobilität 2010. Wahrnehmung, Kaufpräferenzen und Preisbereitschaft potenzieller E-Fahrzeug-Kunden.*
- [45] Peters, Anja & Elisabeth Dütschke (2010). *Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Analyse aus Expertensicht.*
- [46] BITKOM (Hrsg.) (2010). Studie „Elektromobilität“.
- [47] Modellregion Elektromobilität Sachsen (Hrsg.) (2011). *Flottenbetrieb mit Elektrofahrzeugen und Flottenmanagement unter dem Aspekt der Elektromobilität in der Modellregion Sachsen. Zusammenfassung der Ergebnisse der zweiten Befragung sächsischer Flottenbetreiber.*
- [48] Universität Duisburg Essen (Hrsg.) (2011). *Ergebnisse des ColognE-mobil Projekts.*
- [49] Modellregion Elektromobilität München (Hrsg.) (2011). *Ergebnisse Feldversuch. Modellregion Elektromobilität München.*
- [50] Schwedes, Oliver (2011). *Die politischen Rahmenbedingungen der Genehmigung von Ladeinfrastruktur für Elektroverkehr im öffentlichen Raum*
- [51] und [52 ] Daimler AG (2011), Projektsteckbrief e-mobility Berlin/Hamburg

## **7. Zukunftsaussichten und weiterer F&E-Bedarf**

### **7.1. Daimler**

#### **7.1.1. Wo können die Entwicklungen eingesetzt werden?**

Durch das Projekt EMEKP konnte der batterieelektrische Kleintransporter Vito E-CELL bereits anhand von 65 Fahrzeugen im realen Straßenbetrieb durch Erprobungspartner eingesetzt werden. Die Bandbreite der Anwendungsmöglichkeiten wird durch die praxisnahe Anwendung ebenfalls aufgezeigt. So wird das für den innerstädtischen Lieferverkehr optimierte Fahrzeug bei Kurier-, Express- und Paketdiensten, Servicediensten, Flughafenverkehr, allgemeinen Dienstleistungen oder im Catering-Bereich eingesetzt. Zusätzlich kamen weitere Fahrzeuge im Förderprojekt IKONE in der Modellregion Stuttgart, aber auch in anderen Regionen zum Einsatz. Die Einsatzorte des Vito E-CELL werden so gewählt, dass entsprechend ausgerüstete Service-Stationen im näheren Umfeld liegen. Beginnend mit dem Projekt EMKEP wurde der Großraum Berlin und im Projekt IKONE zunächst der Großraum Stuttgart entsprechend priorisiert. Weitere Regionen in Deutschland und ausgewählte Länder innerhalb der Europäischen Union wurden und werden aktuell auf den Einsatz dieses Fahrzeuges vorbereitet. Durch die Erreichung der europäischen Typgenehmigung ist das Fahrzeug theoretisch innerhalb der gesamten Europäischen Union einsatzfähig.

#### **7.1.2. Wissenschaftliche und technische Anschlussfähigkeit**

Durch eine Festlegung der Fahrzeugnutzungsdauer auf vier Jahre wurde die Anschlussfähigkeit an das Projekt EMKEP von Beginn an mit vorbereitet. Die Übergabe der ersten Fahrzeuges erfolgte im September 2010, d.h. alle Fahrzeuge noch mindestens drei Jahre nach Projektende weiterbetrieben. Eine Betreuung der Fahrzeuge ist entsprechend gewährleistet. Durch Optimierungen am Fahrzeug und einer weiteren Zusammenarbeit mit den Erprobungspartnern können neue Erkenntnisse auch zukünftig erzielt werden. Bereits sehr früh wurde innerhalb des Projektes von einer Prototypenfertigung, bei der zunächst ein konventionelles Fahrzeug mit Verbrennungsmotor aufgebaut, anschließend demontiert und auf einen Elektroantrieb umgerüstet wird, zu einer seriennahen Fertigung umgestellt werden. Der Vito E-CELL wird im Werk direkt als Elektrofahrzeug aufgebaut, was eine hohe Qualität, kurze Durchlaufzeiten und damit für eine neuartige Technologie niedrige Fertigungskosten ermöglicht. So ist geplant, bis zu 2.000 Vito E-CELL Fahrzeuge während der nächsten Jahre aufzubauen.

#### **7.1.3. Wo und wie können die Entwicklungen weiterentwickelt werden?**

Innerhalb der Zielsetzung des Projektes stand der innerstädtische Lieferverkehr im Vordergrund, wofür der Vito E-CELL in der Aufbauform als Kastenwagen (geschlossener Laderaum) mit einer Nutzfahrzeug-Zulassung ideal geeignet ist. Darauf aufsetzend ist zur Personenbeförderung der Aufbau eines Vito E-CELL Kombi mit bis zu sieben Sitzplätzen denkbar und muss betrachtet werden. Somit können die Einsatzmöglichkeiten um sämtliche Aspekte des innerstädtischen Personentransportes wie beispielsweise Shuttle-Diensten und entsprechender PKW-Zulassung erweitert werden. Durch den deutlich größeren zu heizenden Raum, sind auch neue Heiz- und Klimatisierungskonzepte konzeptionell zu betrachten und weiter zu erforschen.

Die Erfahrungen der F&E-Arbeiten und Rückmeldungen durch den Praxis-Einsatz der Fahrzeuge liefern wichtige Grundlagen für folgende Fahrzeuggenerationen von Mercedes-Benz Transportern.

Des Weiteren können diese Erfahrungen ebenso auf weitere Baureihen und Fahrzeuge im Wirtschaftsverkehr übertragen werden. Viele Rückmeldungen innerhalb des Projektes ergaben den Wunsch nach einem höheren Ladevolumen, was für die Elektrifizierung des Transporters Mercedes-Benz Sprinters spricht.

## 7.1.4. Fazit und Ausblick auf Folgeprojekte

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Projekte zur Weiterführung des elektrischen Antriebs in unterschiedlichen Transportern und unterschiedlichen Anwendungsfeldern zum Güter- und Personentransport denkbar sind. Die Erfahrungen aus dem vorliegenden Projekt zeigten noch deutlicher Forschungsbedarf in den Bereichen Heiz- und Klimatisierungskonzepte, Batteriekühlung, neue Betriebsstrategien, Interaktion mit dem Fahrzeugnutzer oder Untersuchung der Rahmenbedingungen zu den Anforderungen von Reichweite oder Geschwindigkeit auf.

## 7.2. Vattenfall

### 7.2.1. Wo können die Entwicklungen eingesetzt werden?

Die Ergebnisse zeigen, dass Fahrzeuge im Wirtschaftsverkehr grundsätzlich gut und zu einem großen Teil auch besser zur Windintegration geeignet sind als bei privaten Haushalten der Fall. Gleichzeitig bestätigen die Befunde, dass im Wirtschaftsverkehr Bündelungsvorteile bei der infrastrukturellen Erschließung von Fahrzeugflotten realisierbar sind. Je mehr aber diese Effekte tragen, desto stärker wird die Notwendigkeit des Lokalen Lastmanagements bestehen. Auch dafür ist das Konzept des Gesteuerten Ladens gut gewappnet. Flottenanwendungen generell, also im Wirtschafts- und Personenverkehr, werden für die Markteinführung der Elektromobilität eine herausragende Rolle einnehmen. Somit unterstützt das Gesteuerte Laden die Markteinführung. Es zeigt sich zudem, dass die umweltpolitischen Entlastungseffekte im Wirtschaftsverkehr nicht nur bei fahrzeugseitigen Emissionen am höchsten sind, sondern fahrzeugspezifisch betrachtet auch bei der Integration der Windenergie ins Netz.

Dessen ungeachtet lässt sich die Wind-to-Vehicle-Applikation auch bei einzeln stehenden Personenkraftwagen anwenden, während das Lokale Lastmanagement immer dort zur Anwendung kommen kann, wenn das Laden der Batterie eines einzelnen Elektrofahrzeuges mit anderen Verbrauchern in Konflikt steht. Das können andere Elektrofahrzeuge sein, aber auch andere Anwendungen auf einem Betriebshof oder im Haushalt.

### 7.2.2. Wissenschaftliche und technische Anschlussfähigkeit

Für Vattenfall ist das Gesteuerte Laden und hier insbesondere die Wind-to-Vehicle-Applikation das Herzstück seines Engagements im Bereich Elektromobilität. In Flottenanwendungen im Lieferverkehr sieht das Unternehmen die größten Erfolgchancen und die ideale Anwendung für den Markteintritt. Deshalb sind die Ergebnisse dieses Projektes für die Weiterentwicklung des Ladekonzeptes von essentieller Bedeutung. Was den gegenwärtigen Entwicklungsstand V2.0 angeht, so sind weitere Optimierungen denkbar. Darüber hinaus ist aber auch das Zusammenschließen der Elektrofahrzeuge mit anderen lastvariablen Verbrauchern anzustreben, um möglichst rasch eine kritischen Masse zu erreichen, welche die Teilnahme am Regelenenergiemarkt wirtschaftlich darstellbar macht.

### 7.2.3. Wo und wie können die Entwicklungen weiterentwickelt werden?

Weiterentwicklungen beziehen sich zum einen auf weitere Kostensenkungen, zum anderen aber auch auf die Steigerung der Wirkung. Insbesondere mit Blick auf die Windintegration sollte das Zusammenschalten mit anderen lastvariablen Verbrauchern angestrebt werden. Zudem muss es darum gehen, den Einfluss lastvariabler Tarife als Steuerungsinstrument zu evaluieren und dabei Prozesskette bis zur Vermarktung der Leistung am Regelenenergiemarkt vollständig abzubilden.



## 7.2.4. Fazit und Ausblick auf Folgeprojekte

Zunächst einmal ist es erforderlich, die Stabilität der bisherigen Ladestationen zu verbessern und dabei die Relevanz des aufgetretenen PLC-Problems zu validieren sowie mögliche Alternativen zu evaluieren. Im aktuellen Zustand können sie noch nicht im Alltagsbetrieb zum Einsatz kommen. Mit gesteigener Stabilität können die bisher eingebauten Redundanzen aus der Master-Satelliten-Lösung entfernt werden. Damit können dann Kosten weiter gesenkt werden. Diese Aktivitäten sind in einem Vattenfall-internen Projekt bereits angestoßen worden.

Als systematische Weiterentwicklung sollte in Folgeprojekten die Integration von Elektrofahrzeugen mit anderen lastvariablen Verbrauchern erfolgen sowie die Prozesskette bis hin zur Vermarktung abgebildet werden. Nur so lassen sich die zu erwartenden Wirkungen des Gesteuerten Ladens letzten Endes bewerten.

## **8. Beitrag zu den förderpolitischen Zielen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)**

Erklärtes Ziel der Bundesregierung ist es, die Nachhaltigkeit der deutschen Volkswirtschaft zu stärken. Im Rahmen ihrer Klimaschutzpolitik will sie dabei den Anteil der Erneuerbaren Energien am deutschen Strommix deutlich erhöhen und setzt insbesondere auf den Ausbau der Windenergie. Das Aufkommen an Windenergie unterliegt jedoch starken Schwankungen und verläuft zudem häufig asynchron zur Nachfrage im Netz. Dabei kann es zu Konflikten mit der Netzstabilität kommen, welche aus volkswirtschaftlicher Sicht am besten durch eine geeignete Speicherung überschüssiger Windenergie auflösbar sind. Hier bieten sich Batterien von Elektrofahrzeugen als eine Möglichkeit unter mehreren an. Im Projekt EMKEP leisten die Projektpartner ihren Beitrag dazu durch eine Weiterentwicklung des intelligenten Ladens mit seinen Applikationen Wind-to-Vehicle und Lokales Lastmanagement zur Anwendung im Wirtschaftsverkehr.

Ein weiteres Ziel der Bundesregierung ist es, Deutschland zu einem Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln. Bei der Betrachtung der gesamten Energiekette weisen batterieelektrische Fahrzeugantriebe die höchste Effizienz auf. Der Vorteil dieser Technologie besteht darin, dass sie keine antriebsbedingten Emissionen ausstößt, wobei neben CO<sub>2</sub> und Luftschadstoffen insbesondere Lärm zu nennen ist. Vor allem in Ballungsräumen können sie damit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Umwelt- und Lebensqualität leisten.

Mit dem Einsatz des VITO E CELL als Lieferfahrzeug erproben verschiedene Kunden des gewerblichen Wirtschaftsverkehrs für vier Jahre die Elektromobilität unter Alltagsbedingungen. Somit konnten die Forderung nach einer Anschlussfähigkeit und des Betriebes über einen Zeitraum von mindestens zwei Jahren in einem Fuhrpark eingehalten und übertroffen werden (siehe Kapitel 7:Zukunftsaussichten und weiterer F&E-Bedarf). Dank der wissenschaftlichen Begleitforschung im Projekt EMKEP konnten viele Erkenntnisse im Hinblick auf den Energiebedarf und Nutzerakzeptanz, Mobilitätsverhalten sowie die Integration der Fahrzeuge in das Energiesystem gewonnen werden.

Die Verbreitung dieser Technologie im Wirtschaftsverkehr von Ballungsräumen verspricht die größte Hebelwirkung zu entfalten. Gleichzeitig stellen Betreiber von Flotten im Wirtschaftsverkehr die für die Einführung der Elektromobilität wichtigste Zielgruppe dar. Weil hier der ökologische Nutzen nicht nur für die Gesellschaft, sondern auch für die Unternehmen und Behörden am höchsten ausfällt, dürfte die Zahlungsbereitschaft und –fähigkeit bei diesen Stakeholdern am höchsten sein.

Die weiteren förderpolitischen Ziele der Erprobung eines batterieelektrischen Fahrzeuges im Wirtschaftsverkehr mit einer Reichweite von mindestens 50 km konnte durch den Vito E-CELL erreicht werden.

Neben den ersten sehr positiven Rückmeldungen der Erprobungspartner wurde der Vito E-CELL in einer Vielzahl an Presseartikeln als zukunftsfähiges Fahrzeugkonzept hervorgehoben und hat zudem bereits internationale Preise in der Kategorie Nutzfahrzeug gewonnen (siehe Anhänge).

Dies bestätigt nicht nur die erfolgreiche Umsetzung eines elektrischen Antriebes in einem Transporter, sondern bestärkt besonders die konstruktive Zusammenarbeit verschiedener Institutionen im vorliegenden Projekt als guten und notwendigen Schritt für Deutschland auf dem Weg zum Leitmarkt für Elektromobilität. Die Zusammenarbeit zwischen einem Fahrzeughersteller und einem Energieversorgungsunternehmen machte die Weiterentwicklung und Erprobung von Verfahren zum gesteuerten Laden und der Integration der Fahrzeuge in das Energiesystem mittels einer intelligenten Kommunikationsschnittstelle wie beschrieben möglich.

**9. Veröffentlichungen, Präsentationen und Preise****9.1. Veröffentlichung und Präsentationen Daimler AG****9.1.1. Pressemitteilungen und –veröffentlichungen Daimler AG**

- [1] (2009): *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) fördert batteriebetriebene Elektro-Transporter von Mercedes-Benz, 17.11.2009*
- [2] (2010): *Mercedes-Benz Vito fährt batterie-elektrisch ohne Emissionen, 09.02.2010*
- [3] (2010): *Mercedes-Benz Vito mit batterieelektrischem Antrieb in Kundenhand wird durch Projekt gefördert, 29.03.2010*
- [4] (2010): *Heiß auf Eis: Mercedes-Benz Vito mit batterieelektrischen Antrieb besteht Härte-tests bei minus 30 Grad, 08.04.2010*
- [5] (2010): *Der neue Mercedes-Benz Vito E-CELL: emissionsfrei durch die City, 05.07.2010*
- [6] (2010): *Mercedes-Benz Vito E-CELL im Kundeneinsatz: emissionsfrei und flüsterleise durch die City, 02.09.2010*
- [7] (2010): *Mercedes-Benz Vito E-CELL erhält Auszeichnung „Postal Technology International Award 2010“, 07.10.2010*
- [8] (2010): *Nutzfahrzeuge von Mercedes-Benz mit zwei Umweltpreisen ausgezeichnet, 15.10.2010*
- [9] (2011): *Mercedes-Benz Transporter überzeugen zweifach, 23.05.2011*
- [10] (2011): *Nachhaltiges Mobilitätskonzept für die Zukunft, : Der Mercedes-Benz Vito E-CELL, 24.05.2011*
- [11] (2011): *Mercedes-Benz Vito E-CELL erfolgreich beim Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg 2011, 07.07.2011*

**9.1.2. Vorstellung der Ergebnisse auf Konferenzen und Messen sowie Präsentation vor Fachpublikum**

- [1] (2010): *Verkehrsministeriums Besuch in Untertürkheim mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, 27.08.2010*
- [2] (2010): *Kundenübergabe Berlin in Berlin mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, Isabelle Glocker, 01.09.2010*
- [3] (2010): *Innovationsforum Werk Düsseldorf in Düsseldorf mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 09.09.2010*
- [4] (2010): *Festakt Schorndorf in Schorndorf mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 25.09.2010*

- [5] (2010): IAA, Innovationsbühne in Hannover mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 20.09. - 30.09.2010
- [6] (2010): IAA in Hannover mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 20.09. - 30.09.2010
- [7] (2010): Präsentation Vitoria bei Europäischer Union in Brüssel (Belgien) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 04.10. - 07.10.2010
- [8] (2010): POST EXPO in Kopenhagen (Dänemark) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 06.10. - 08.10.2010
- [9] (2010): Messe Valladolid in Valladolid (Spanien) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 14.10. - 16.10.2010
- [10] (2010): Kundenveranstaltung NL Dresden in Leipzig mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 21.10.2010
- [11] (2010): Vertriebsleitertagung in Ludwigsfelde in Ludwigsfelde mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 27.10.2010
- [12] (2010): Ausstellung im MB-Museum in Untertürkheim mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 01.11. - 31.12.2010
- [13] (2010): Van of the Year 2011 in Kopenhagen (Dänemark) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 08.11. - 9.11.2010
- [14] (2010): Sustainability Dialogue, MB Museum in Stuttgart mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Ralf Höing, 11.11.2010
- [15] (2010): VIP Days, MB France in Versailles (Frankreich) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 15.11. - 18.11.2010
- [16] (2010): Pollutec in Lyon (Frankreich) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 30.11. - 03.12.2010
- [17] (2010): Ausstellung im VTC in Untertürkheim mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 29.11. - 08.12.2010
- [18] (2011): Europcar Unterzeichnung der Vereinbarung in Stuttgart mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Isabelle Glocker, 17.01.2011
- [19] (2011): Neujahrstreffen Elektromobilität in Stuttgart, Andreas Pohl, Christoph Wunnerlich, 20.01.2011
- [20] (2011): Einweihung Elektrotankstelle in Mainz mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Christoph Wunnerlich, 02.02.2011
- [21] (2011): Kundenübergabeevent Vitoria in Vitoria (Spanien) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, 07.02.2011

- [22] (2011): CEP-EXPO in Stuttgart mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Christoph Wunnerlich, 11.02.2011
- [23] (2011): EMKEP Projektträger in Untertürkheim mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, Thomas Schindler, 21.02.2011
- [24] (2011): Kundenevent MB Schweden in Malmö (Schweden) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 15.02. - 25.02.2011
- [25] (2011): Kundenevent MB Niederlande in Utrecht (Niederlande) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 04.03. - 13.03.2011
- [26] (2011): SWR3 Tour in mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 31.03. - 02.04.2011
- [27] (2011): VDI Konferenz in Nürtingen mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, Wolfgang Nebe, Ralf Höing, 16.03. - 17.03.2011
- [28] (2011): Messe für Aufbauhersteller in Niederlande mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 28.03 - 31.03.2011
- [29] (2011): EVE ( Basqueland ) in Spanien mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 10.03. - 26.03.2011
- [30] (2011): HMI (MobiliTec) in Hannover mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Wegmann, Andreas Pohl, Ralf Höing, Christoph Wunnerlich, 04.04. - 08.04.2011
- [31] (2011): Hering fair in Herning (Dänemark) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 06.04.-09.04.2011
- [32] (2011): CV Show in Birmingham (UK) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Ralf Höing, 12.04. - 14.04.2011
- [33] (2011): Customer meeting Stockholm in Stockholm mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 2.05-04.052011
- [34] (2011): Geburtstagscorso in Porsche Museum / Schlossplatz mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 07.05-08.052011
- [35] (2011): Challenge Bibendum in Berlin Tempelhof mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 18.05. - 22.05.2011
- [36] (2011): MCC Kongress E-Mobilität in Düsseldorf mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, 19.05. - 20.05.2011

- [37] (2011): *Transporter des Jahres KEP in mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 16.05. - 20.05.2011*
- [38] (2011): *Kundenbesuch aus Österreich in Untertürkheim mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl; Monika Lotko, 23.05.2011*
- [39] (2011): *Marketing Days in Fellbach mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 30.05. - 01.06.2011*
- [40] (2011): *Universität Kaiserslautern in Kaiserslautern, Andreas Pohl, 26.05.2011*
- [41] (2011): *Event in Spanien in Spanien mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 02.06.2011*
- [42] (2011): *PepsiCo/DAG in Waiblingen mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Ralf Höing, Monika Lotko, 08.06.2011*
- [43] (2011): *Van Experience in Warwickshire (UK) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 13.06. - 03.07.2011*
- [44] (2011): *Projektvorstellung IKONE in Untertürkheim mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Christoph Wunnerlich, 21.06.2011*
- [45] (2011): *Event in der Schweiz in Kressborn (Schweiz) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 01.07.2011*
- [46] (2011): *Karlsruhe in mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 02.07.2011*
- [47] (2011): *Umweltpreis in Stuttgart mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, Gülay Alagöz, 06.07.2011*
- [48] (2011): *Visio24 in Moos mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 15.07.2011*
- [49] (2011): *Jubiläums Nacht (Familienstag) in Untertürkheim mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 16.07.2011*
- [50] (2011): *Region Stuttgart elektromobil in Stuttgart (Messe) mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, Christoph Wunnerlich, 22.07.2011*
- [51] (2011): *Stuttgarter Sommerfest in Stuttgart mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 04.08. - 07.08.2011*
- [52] (2011): *Stuttgarter Sternstunden in Stuttgart mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 10.08. - 14.08.*
- [53] (2011): *Pressevertreter aus Brasilien in Stuttgart, Ralf Höing, 11.08.*

- [54] (2011): ZDF WISO Filmaufnahmen in Stuttgart Untertürkheim mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, 25.08.
- [55] (2011): Daimler Corporate Academy „Green Week“ in Möhringen mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 29.08. - 02.09.
- [56] (2011): Fortum Charge & Drive Solutions in Finnland mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Ralf Höing, 30.08.- 03.09.
- [57] (2011): NFZ fair in Norwegen mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 07.09. - 10.09.
- [58] (2011): Elektromobile Stadt der Zukunft in Berlin, Andreas Pohl, 07.09.-08.09.
- [59] (2011): Tag der mobilen Zukunft in Thüringen mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 09.09.
- [60] (2011): Vito E-CELL Werbung bei 125! Jahre in UT in Untertürkheim mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 16.09. - 17.09.2011
- [61] (2011): Post Expo in Stuttgart mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Andreas Pohl, Gülay Alagöz, Ralf Höing, Christoph Wunnerlich, Wiebke Wreesmann, Stefanie Dömel, 27. - 29.09.2011
- [62] (2011): Zukunftskonzepte der Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr in Berlin, Andreas Pohl, 30.09.2011
- [63] (2011): Energy Globe in Tschechien mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 04.10. - 14.10.2011
- [64] (2011): Nachhaltigkeits-Konferenz Deutsche Botschaft in Italien mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Christoph Wunnerlich, 05.10.2011
- [65] (2011): Enel testet Fahrzeug in Italien mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 07.10. - 18.10.2011
- [66] (2011): Regionaltag der Freien Wähler in der Region Stuttgart in Renningen mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, Gülay Alagöz, 20.10.2011
- [67] (2011): JIMS in Südafrika mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 06.10. - 17.10.2011
- [68] (2011): Großkunde FedEx in Waiblingen mit Vito E-CELL Fahrzeug Präsentation, 10.10.2011
- [69] (2011): Weltklimakonferenz in Durban Südafrika mit Vito E-CELL Präsentation, 28.11.-09.12.2011

## 9.2. Veröffentlichung und Präsentationen Vattenfall

### 9.2.1. Pressemitteilungen und –veröffentlichungen Vattenfall

[1] 01.09. 2010 offizielle Übergabe Daimler Vito E-CELL

### 9.2.2. Vorstellung der Ergebnisse auf Konferenzen und Messen sowie Präsentation vor Fachpublikum

- [2] (2011): Beitrag für Flottenmanagement 1/2011 – Intelligentes Laden schon in 2011, Carl Friedrich Eckhardt (Veröffentlichung)
- [3] (2010): Built-up of Infrastructure for Battery-electric and Hydrogen Mobility, Beitrag für „Clean Mobility Insights, Berlin“, Oliver Weinmann, 15.09.2010
- [4] (2010): Beitrag für „4. Berliner Wirtschaftskonferenz 2010 "Mobilität made in Berlin"“, Oliver Weinmann, 04.11.2010
- [5] (2010): Beitrag für „1. Wirtschaftswoche Synergieforum E-Mobility 2010, Berlin“, Franziska Schuth, 06.- 07.12.2010
- [6] (2011): Beitrag für „Opportunities For Large-Scale Integration Of Electric Vehicles Konferenz, London“, 09.-10.02.2011
- [7] (2011): Beitrag für „Status-Seminar Elektromobilität Berlin-Brandenburg, Berlin“, Carl Friedrich Eckhardt, 01.03.2011
- [8] (2011): Vortrag bei Messe „12. Berliner Energietage, Berlin“, Vattenfall Europe Innovation GmbH, 18.-20.05.2011
- [9] (2011): Beitrag für „Forum ElektroMobilität – Kongress, Berlin“, Carl Friedrich Eckhardt 30.05.-01.06.2011
- [10] (2011): Beitrag für „19. Handelsblatt Jahrestagung – Die Automobil-Industrie, München“, Oliver Weinmann, 14.-15.06.2011
- [11] (2011): Beitrag für „Electric Vehicle Infrastructure World Congress 2011, Berlin“, Sven-Erik Kratz, 20.-22.06.2011
- [12] (2011): Beitrag für „Strategiekonferenz Nachhaltiger Klimaschutz in Berlin“, Ulf Schulte, 28.06.2011
- [13] (2011): Beitrag für „Deutschen Fuhrpark- und Mobility-Fachgipfel 2011, Berlin“, Oliver Weinmann, 07.-08.07.2011



[14] (2011): Beitrag für „19. Handelsblatt Jahrestagung – Die Automobil-Industrie, München“, Andreas Weber, 14.07.2011

[15] (2011): Beitrag für “2nd Annual Electric Vehicles and Intelligent Battery Applications Forum, Wien”, Carl Friedrich Eckhardt, 14.-16.09.2011

### 9.3. Preise Vito E-CELL

[1] „Umwelttechnikpreis Baden – Württemberg 2011“ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

[2] „Innovationspreis Alternative Antriebe“

[3] „Design Award“ Challenge Bibendum

[4] „Postal Technology International Award 2010“

[5] „Green Commercial of the Year“

[6] „Premio a la Innovación Ramón Rubial “



## Bundesministerium für Umwelt; Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) fördert batteriebetriebene Elektro-Transporter von Mercedes-Benz

**Presse-Information**

Datum:

17. November 2009

- **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) fördert Projekt mit bis zu neun Millionen Euro**
- **Elektrifizierung von Mercedes-Benz Transportern wird unterstützt**
- **Aufbau von Spitzentechnologie an deutschen Standorten**
- **Bereits in 2010 erste Fahrzeuge bei ausgewählten Kunden**

Stuttgart/Berlin – Mercedes-Benz Vans erhält vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) eine Förderung von bis zu neun Mio Euro für Forschung & Entwicklung, Erprobung und den Testeinsatz von Transportern mit Elektro-Antrieb, kurz EMKEP. Die Mittel stammen aus dem so genannten Konjunkturprogramm 2.

Die entsprechende Absichtserklärung wurde jetzt unterzeichnet. Die Förderung unterstützt die Bestrebungen der Daimler AG, Güterverkehr im städtischen Bereich umweltfreundlich zu realisieren. Batteriebetriebene Fahrzeuge weisen weder Kohlendioxid- und noch Schadstoffemissionen und deutlich geringere Geräuschemissionen beim Fahren auf als Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb und empfehlen sich somit für den Einsatz im umweltsensiblen innerstädtischen Bereich.

Dabei werden bis zu 50 Mercedes-Benz Transporter im Rahmen des Projekts aufgebaut und in Kundenhand übergeben. Das Antriebskonzept ist rein auf den elektrischen Betrieb ausgelegt und verzichtet auf den für Verbrennungsmotoren ausgelegten Antriebsstrang.

Die Erkenntnisse der Erprobung fließt direkt in die Weiterentwicklung der Fahrzeuge ein.

Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Anpassung des Antriebs, das Energiemanagement und die Nutzung der Energie bei Bremsvorgängen (Rekuperation). Aber auch die Themen Ersatzteilversorgung, Lade- und Diagnosesysteme sind Bestandteil des Projekts. Ein weiterer Entwicklungsschwerpunkt ist die Batterie: die Lithium-Ionen-Batterie liefert die Energie für den Elektrotransporter. So spielt zum Beispiel die Temperatur eine wichtige Rolle in Bezug auf die Lebensdauer und Leistungsfähigkeit der Lithium-Ionen-Batterie. Ziel aller Teilprojekte ist es, die entwickelten Technologien auch auf weitere Transporterreihen auszuweiten und kurzfristig die Serienreife zu erreichen.

Die Forschung & Entwicklung erfolgt an deutschen Mercedes-Benz-Standorten hauptsächlich in Stuttgart und soll zum einen Arbeitsplätze sichern, gleichzeitig aber auch Know-How auf dem Gebiet Elektromobilität schaffen und damit Spitzentechnologie in Deutschland aufbauen. Auch neue Methoden im Projektmanagement werden eingesetzt, um kürzere Entwicklungszyklen zu erreichen. In diese Anstrengungen werden auch die Zulieferindustrie und die Anwender eingebunden. Die Daimler AG wird der erste Fahrzeughersteller sein, der die Produktion von Elektrotransporter direkt in seine Werke integriert.

Die Daimler AG verfügt über langjährige Erfahrung mit batteriebetriebenen Fahrzeugen, bereits 1972 wurde ein Transporter mit dem umweltfreundlichen Antrieb aufgebaut und bei den olympischen Spielen in München erfolgreich eingesetzt.

Auch Fragen der Infrastruktur werden im Großversuch geklärt. Bereits in 2010 wird Mercedes-Benz Vans bei ausgewählten Kunden den Elektrotransporter testen. Zielkunden sind in erster Linie Flottenbetreiber und öffentliche Institutionen, die ihre Transporte in umweltsensiblen Zonen durchführen. Dabei stehen Einsätze mit einem Kurzstreckenprofil und vielen Stopps im Innenstadtbereich im Vordergrund.

Ziel ist es die Fahrzeuge zukünftig zu einem für alle Beteiligten vertretbaren wirtschaftlichen Aufwand anbieten zu können.

Seite 3

Ansprechpartner:

Michael Gutzeit, Telefon: +49 711 17 5 24 10

E-Mail: Michael.Gutzeit@daimler.com

Weitere Informationen von Mercedes-Benz sowie ein Bild mit der Nummer **09C672-004** finden Sie im Internet unter:

[www.media.daimler.com/ms/cv/091117/d](http://www.media.daimler.com/ms/cv/091117/d)

## Mercedes-Benz Vito fährt batterie-elektrisch ohne Emissionen

**Presse-Information**

Datum:

9. Februar 2010

- **Europäische Wirtschaftsminister sind Premierenpublikum**
- **Vito bietet CO<sub>2</sub>-freie Mobilität im innerstädtischen Raum**
- **Batteriebetriebener Vito geht 2010 in Kleinserie**
- **Weltweit erster Transporter mit E-Antrieb ab Werk**
- **Daimler unterstreicht Technologieführerschaft**
- **Lithium-Ionen-Batterie ermöglicht Vito großes Einsatzgebiet**
- **Mehr als 900 kg Zuladung realisiert**

San Sebastian/Spanien – Anlässlich des „Informal EU Competitiveness Council, San Sebastián“ vom 7. – 9. Februar präsentiert Mercedes-Benz den Prototyp eines batteriebetriebenen Transportes auf Basis des Mercedes-Benz Vito. Im Rahmen dieser Veranstaltung treffen sich die europäischen Wirtschaftsminister und diskutieren Fragen der Wirtschaftlichkeit zukünftiger Technologien. Dr. Dieter Zetsche, Vorstandsvorsitzender der Daimler AG und derzeitiger Präsident des ACEA (European Automobile Manufacturers Association) wird in dieser Funktion einen Vortrag zum Thema Zukunftsfähigkeit von Elektrofahrzeugen halten.

Auf Basis des Mercedes-Benz Vito markiert das ausgestellte Versuchsfahrzeug den Einstieg in die Ära der lokal emissionsfreien Mobilität im Transporterbereich. Der Vito ist weltweit der erste Transporter, der bereits ab Werk mit dieser Technologie gefertigt werden wird. Die Daimler AG unterstreicht damit ihr Verantwortungsbewusstsein auf dem Gebiet der nachhaltigen Mobilität. Der vorgestellte Vito ist Ergebnis der Entwicklungs- und Forschungsanstrengungen der Daimler AG, die sich auf die drei Richtungen Optimierung der Verbrennungsmotoren, Effizienzsteigerung durch maßgeschneiderte Hybridisierung und emissionsfreien Betrieb von Fahrzeugen mit Batterie und Brennstoffzelle konzentriert.

Im Laufe des Jahres 2010 werden über 100 Mercedes-Benz Vito an zwanzig Kunden übergeben werden. Dies sind in erster Linie Flottenbetreiber und

öffentliche Institutionen, die ihre Transporte in umweltsensiblen Zonen leise, emissionsfrei und ohne CO<sub>2</sub>- Ausstoß durchführen wollen. Dabei stehen Einsätze mit einem Kurzstreckenprofil und vielen Stopps im Innenstadtbereich im Vordergrund. Weitere 2000 Fahrzeuge sind im nächsten Schritt geplant.

Das Antriebskonzept ist rein für den elektrischen Betrieb konzipiert und verzichtet auf den für Verbrennungsmotoren ausgelegten Antriebsstrang.

Eine Batterie mit der leistungsfähigen Lithium-Ionen-Technologie liefert die Energie für den Vito. Mit einer Arbeitsspannung von 400 Volt, einem Strom von 16 Ampere und einer nutzbaren Kapazität von 32 kWh beträgt die Reichweite des Vito durchschnittlich 130 km, liegt bei entsprechender Fahrweise aber auch deutlich darüber. Der Elektromotor liefert in der Spitze eine Leistung von 90 kW. Die Fahrleistungen sind auf die Bedürfnisse der Kunden ausgerichtet: die elektrisch begrenzte Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h ist für die Transportaufgaben unserer Kunden sowohl in der Stadt, als auch im stadtnahen Bereich ausgelegt.

Im Bereich der Sicherheitsausstattung wird es keine Einschränkung geben. Alle Vito verfügen serienmäßig über ESP, das die Funktionen von ABS und ASR beinhaltet. Auch die Anzahl und Art der Airbags entsprechen den derzeitigen Lieferumfängen. Die Fahrzeuge werden den üblichen Crashtests unterzogen, um ihre passive Sicherheit zu garantieren. Bei der Zuladung und auch beim Transportvolumen ergeben sich keine Einbußen gegenüber einem konventionell angetriebenen Vito, so sind über 900 kg Nutzlast möglich.

Die Montage der elektroangetriebenen Vito wird direkt in die Serienproduktion integriert. Das Mercedes-Benz Werk Vitoria im spanischen Baskenland bereitet sich bereits auf die Herausforderungen der zusätzlichen Variante vor. Die Anstrengungen in Bereich der Logistik, Qualifizierung der Mitarbeiter und Produktionstechnologie werden von der baskischen Landesregierung finanziell unterstützt.

Auch in Deutschland unterstützt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) mit Fördermitteln die Anstrengungen seitens Mercedes-Benz Vans auf dem Gebiet der Forschung & Entwicklung, Erprobung und den Einsatz beim Kunden.

Seite 3

Bilder mit der Nummer **10A115** und **10A116** finden Sie im Internet unter:  
**[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com)**

Ansprechpartner:

Michael Gutzeit, Telefon: 0711-17-52410

E-Mail: [michael.gutzeit@daimler.com](mailto:michael.gutzeit@daimler.com)

Weitere Informationen von Mercedes-Benz sind im Internet verfügbar:

**[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com)**

## Mercedes-Benz Vito mit batterieelektrischem Antrieb in Kundenhand wird durch Projekt gefördert

**Presse-Information**

Datum:

29. März 2010

- **Bundesverkehrsministerium fördert acht Modellregionen**
- **Absichtserklärung ist unterzeichnet**
- **Daimler ist Konsortialführer in Region Stuttgart**
- **Start mit Projekttreffen am 29. März 2010**

Stuttgart – Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) fördert mit Mitteln aus dem Konjunkturpaket II den Ausbau und die Marktvorbereitung der Elektromobilität. So werden im BMVBS-Förderschwerpunkt "Elektromobilität in Modellregionen" acht Modellvorhaben mit insgesamt 115 Millionen Euro gefördert. Unter dem Namen „IKONE“, der für Integriertes Konzept für Nachhaltige Elektromobilität steht, arbeiten Vertreter aus Wissenschaft, Industrie und den beteiligten Kommunen eng zusammen, um den Aufbau einer Infrastruktur und die Verankerung der Elektromobilität im öffentlichen Raum voranzubringen. Der „Letter of Intent“, also die Absichtserklärung zur Förderung seitens des Ministeriums wurde am 11. März 2010 unterzeichnet. Die konstruktive Zusammenarbeit startet in Stuttgart mit dem heutigen Projekttreffen im „Haus der Wirtschaft“.

Im Rahmen des vorliegenden und nun bewilligten Projektvorhabens ist die Erprobung von bis zu 50 Mercedes-Benz Vito E-CELL-Fahrzeugen in der Region Stuttgart ab der Jahresmitte 2010 geplant. Der Schwerpunkt liegt auf der Erforschung der Fahr- und Nutzungseigenschaften der Fahrzeuge. Nach der Fahrzeugübergabe schließt sich bis zum Ende des Projekts eine Erprobungs- und Betreuungsphase an.



Die Daimler AG übernimmt die Funktion des Konsortialführers, das heißt „alle Fäden laufen hier zusammen“. Weitere Projektpartner sind der Energieerzeuger EnBW, der TÜV-Süd und das Fraunhofer-Institut IAO (Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation), alle mit Sitz in Stuttgart.

Seite 2

Inhalt des Förderantrags ist die Erprobung von batteriebetriebenen Transportern speziell in der Modellregion Stuttgart. Hierbei stellt die anspruchsvolle Topografie der Region Stuttgart mit ihren vielen Gefällstrecken aber auch die große Verkehrsdichte eine besondere Herausforderung dar. Zusätzlich sollen das Verhalten und die Bedürfnisse des Nutzers dieser Elektrotransporter erforscht werden. Zu diesem Zweck werden die Erprobungsfahrzeuge bei Kunden mit möglichst unterschiedlichen Fahrzeugnutzungsprofilen eingesetzt. Der Schwerpunkt liegt auf regionalen Dienstleistern und lokale Serviceanbietern.

Die anspruchsvolle aber lösbare Aufgabe für den Mercedes-Benz Vito wird der Nachweis sein, dass die Elektrofahrzeuge wirtschaftlich im kommerziellen Einsatz zu betreiben sind, alltagstauglich im urbanen Verteilerverkehr sind und die gewohnten Sicherheitsstandards erfüllen.

Ein Bild mit der Nummer **10A347** finden Sie im Internet unter:  
**[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com)**

Ansprechpartner:

Michael Gutzeit, Telefon: 0711-17-52410

E-Mail: [michael.gutzeit@daimler.com](mailto:michael.gutzeit@daimler.com)

Weitere Informationen von Mercedes-Benz sind im Internet verfügbar:  
**[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com)**

## Heiß auf Eis: Mercedes-Benz Vito mit batterieelektrischen Antrieb besteht Härte-tests bei minus 30 Grad

**Presse-Information**

Datum:  
08. April 2010

- **Alle Funktionen bei extremer Kälte, bei Eis und Schnee getestet**
- **Bis zum Beginn der Serie weitere Härte-tests**
- **Reichweite rund 130 km, keine Einbußen bei Transportkapazität**

Arjeplog/Schweden – Eisige Kälte mit bis zu minus 30 Grad bei Tag und Nacht, intensive Fahrdynamikprüfungen auf blankpoliertem Eis, auf festgefahrener Schneedecke, auch auf öffentlichen Straßen: Der Prototyp des Mercedes-Benz Vito mit batterie-elektrischem Antrieb hat erfolgreich härteste Wintertests in Nähe des Polarkreises absolviert.

### **Alle Funktionen bei extremer Kälte, bei Eis und Schnee geprüft**

Zwar ist die Höchstgeschwindigkeit des Vito mit Elektroantrieb auf 80 km/h begrenzt, trotzdem muss er sämtliche Tests bestehen, die auch ein Vito mit Verbrennungsmotor über sich ergehen lassen muss. Ob knifflige Handlingkurse, extreme Steigungsstrecken, Kreisfahrten im Grenzbereich oder Bremsmessungen – dies und viel mehr müssen Sicherheitssysteme, Antrieb, Fahrwerk und alle anderen Komponenten eines Transporters von Mercedes-Benz auch bei extremer Kälte, bei Eis und Schnee problemlos überstehen. Zusätzlich müssen die Eigenheiten des E-Antriebs, wie zum Beispiel das Bremsen über den Elektromotor zur Energierückgewinnung, in die Fahrdynamiksysteme integriert werden.

Traditionell testen die Transporter-Entwickler jeden Winter neue Fahrzeuge und Komponenten im hohen Norden in Arjeplog/Schweden, nur eine Fahrstunde entfernt vom Polarkreis.

### **Bis zum Beginn der Serie weitere Härte-tests**

Bis im Laufe dieses Jahres die ersten der 100 Mercedes-Benz Vito mit Elektro-

Antrieb an die Kunden übergeben werden, hat der flüsterleise und abgasfrei fahrende Transporter nicht nur den extremen Winter in Lappland kennengelernt, sondern ihm stehen auch weitere Hörtetests in den Alpen, im heißen Spanien sowie auf Dauerlaufstrecken bevor.

Im Bereich der Sicherheitsausstattung wird es beim Vito mit E-Antrieb keine Einschränkung geben. Alle Modelle werden zukünftig serienmäßig über ESP verfügen, das die Funktionen von ABS und ASR enthält. Auch die Zahl und Art der Airbags entsprechen den derzeitigen Lieferumfängen. Die Fahrzeuge werden auch durch Crashtests geprüft, um höchstmögliche passive Sicherheit zu gewährleisten.

#### **Reichweite rund 130 km, keine Einbußen an Transportkapazität**

Beim Vito mit batterie-elektrischem Antrieb handelt es sich um den weltweit ersten Transporter mit E-Antrieb ab Werk. Der Antrieb ist rein für den elektrischen Betrieb ausgelegt und verzichtet auf den für Verbrennungsmotoren ausgelegten Antriebstrang. Eine leistungsfähige Lithium-Ionen-Batterie liefert die Energie. Mit einer Arbeitsspannung von 400 Volt, einem Strom von 16 Ampere und einer nutzbaren Kapazität von 32 kWh beträgt die Reichweite durchschnittlich 130 km, liegt bei entsprechender Fahrweise aber auch darüber. Der Elektromotor liefert in der Spitze eine Leistung von 90 kW. Die Fahrleistungen sind mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung auf 80 km/h auf Transportaufgaben in der Stadt und im stadtnahen Bereich ausgelegt. Bei Zuladung und Transportvolumen ergeben sich keine Einbußen gegenüber einem konventionell angetriebenen Vito.

Weitere Informationen von Mercedes-Benz - sowie ein Bild mit der Nummer 10A396 - sind im Internet verfügbar unter: **[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com)**

#### **Ansprechpartner:**

Albrecht Eckl, Telefon: +49 711 17 5 21 31

E-Mail: [albrecht.eckl@daimler.com](mailto:albrecht.eckl@daimler.com)

**Bildunterschrift 10A396**

Der Mercedes-Benz Vito E-Cell auf der Wintererprobung in Arjeplog/Schweden.

# Der neue Mercedes-Benz Vito E-CELL: emissionsfrei durch die City

Presse Information

Datum:  
Juli 2010

- **Premiere: Erster Transporter mit batterieelektrischem Antrieb ab Werk**
- **Abgasfrei und leise durch umweltsensible Gebiete**
- **Reichweite 130 km, großer Laderaum, hohe Nutzlast**
- **Kraftvoller Elektromotor mit hoher Durchzugskraft**
- **Lithium-Ionen-Batterien mit hoher Kapazität für den Fahrbetrieb**
- **Intelligente Ladetechniken senken CO<sub>2</sub>-Emissionen und Kosten**
- **Service in gewohnter Qualität durch geschulte Mitarbeiter**

Stuttgart - Mit dem ersten batterieelektrisch angetriebenen Transporter ab Werk eines Automobilherstellers schlägt Mercedes-Benz ein neues Kapitel in der Antriebstechnik für leichte Nutzfahrzeuge auf. Der Mercedes-Benz Vito E-CELL eignet sich dank seines emissionsfreien Antriebs ideal für den innerstädtischen Einsatz sowie für besonders umweltsensible Gebiete. Der Vito E-CELL rollt abgasfrei und flüsterleise. Nutzer können ihn ohne Einschränkungen bei Laderaum und Nutzlast einsetzen. Der Vito E-CELL startet in diesem Jahr mit einer Kleinserie von 100 Fahrzeugen, deren Fertigung bereits angelaufen ist und weitere 2000 Einheiten sind bereits ab 2011 geplant.

## **Abgasfrei und leise durch umweltsensible Gebiete**

Belieferungen von Innenstädten und Fußgängerzonen, Fahrten durch Gebiete mit strengen Einfahrbestimmungen, innerbetrieblicher Verkehr in Hallen, Zufahrten durch Tiefgaragen - der abgasfrei und leise fahrende Mercedes-Benz Vito E-CELL gibt mit seinem rein batterieelektrischen Antrieb die passende Antwort auf die Frage nach dem Lieferverkehr in umweltsensiblen Gebieten. Dabei kann der Vito E-CELL seine Transportaufgaben nicht nur in abgasbelasteten Zonen, sondern auch in lärmgeschützten Bereichen wie in Kurgebieten oder durch nächtliche Fahrverbote geschonte Wohngegenden ausführen.

In den Ballungsgebieten Europas und der Welt mit steigenden Umweltbelastungen Seite 2 reagieren die Verantwortlichen zunehmend mit Einfahrtbeschränkungen, ob nun gestaffelt nach Emissionen in Form von Umweltzonen oder zeitlicher Art. Emissionsfrei fahrende Fahrzeuge mit Elektroantrieb fallen in der Regel nicht darunter. Deshalb eignet sich der Vito E-CELL in umweltsensiblen Gebieten sowohl für gewerbliche als auch öffentliche Unternehmen und vielfältige Themen im Dienstleistungsbereich, ob nun im Paket- und Postdienst, bei Wartungs- oder anderen Servicebetrieben.

Zusätzlich gibt es bereits zahlreiche Anreize zum Erwerb von emissionsfreien Fahrzeugen. Diese Förderungen gibt es in vielen Ländern auf sehr unterschiedliche Weise. Die Spanne reicht von der unmittelbaren Bezuschussung der Anschaffung bis zu deutlichen Nachlässen bei Mautsystemen, Kraftfahrzeugsteuern oder der Befreiung von Einfahrtbeschränkungen.

Zusätzlich ist der Vito E-CELL deutlich günstiger unterwegs. Vergleicht man den aktuellen Dieselpreis mit den Stromkosten, ergibt sich der Faktor vier bis sieben. Das bedeutet, ein verbrennungsmotorisch angetriebener Vito hat für die gleiche Fahrstrecke die vier- bis siebenfachen Kosten gegenüber einem Vito E-CELL, der mit günstigem Nachtstrom aufgeladen wurde.

### **Dem Elektroantrieb gehört in Ballungsgebieten die Zukunft**

Experten sind sich sicher: Fahrzeugen mit Elektroantrieb gehört in Ballungsgebieten mit hoher Bevölkerungs- und Infrastrukturdichte sowie starker Belastung durch Abgase und Lärm die Zukunft. Als zusätzlicher Anreiz kommen das Verantwortungsbewusstsein von Unternehmen und nicht zuletzt die Werbewirkung von „sauberen“ Antrieben hinzu.

Ein weiterer Treiber der Entwicklung von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb ist die Schonung endlicher Ressourcen wie Öl und der politische Wunsch nach mehr Unabhängigkeit in der Energieversorgung.

Mercedes-Benz hat als Pionier des Automobilbaus den Anspruch, die Mobilität der

Zukunft mit innovativen Technologien zu sichern und nachhaltig zu gestalten. Im Mittelpunkt stehen dabei ökologisch verantwortbare Antriebstechnologien, wie sie bei Mercedes-Benz unter dem Begriff BlueEFFICIENCY zusammengefasst werden. Das klare Ziel ist das emissionsfreie Fahren und diesem Ziel ist Mercedes-Benz Vans mit dem Vito E-CELL ein Stück näher gekommen. Seite 3

### **Aller guten Dinge sind drei: Transporter mit Diesel-, Gas-, und Batterie-elektrischen Antrieb**

Der Vito E-CELL komplettiert das breit aufgestellte Angebot der umweltschonenden Transporter mit Stern zu einem sauberen Trio mit Angeboten für nahezu alle denkbaren Einsätze vom spezialisierten Kurzstreckenbetrieb über gemischte Einsätze bis zum extremen Langstreckenverkehr. Zum fortlaufend weiterentwickelten und inzwischen fast perfektioniertem Antrieb mit Verbrennungsmotor gesellen sich Erdgas- und Flüssiggasantrieb und nun der rein elektrische Antrieb.

### **Mercedes-Benz greift auf einen enormen Erfahrungsschatz zurück**

Der Vito E-CELL basiert auf einem reichen Erfahrungsschatz, den Mercedes-Benz auf dem Gebiet elektrischer Antriebe in den vergangenen Jahrzehnten angesammelt hat. Bereits 1972 entwickelte Mercedes-Benz mit dem LE 306 einen ersten Elektrotransporter. Bald darauf erfolgte mit dem Mercedes-Benz 307 E ein erster Großversuch. Ihm folgten mit dem Mercedes-Benz 308 E und dem Sprinter mit Elektroantrieb weitere Versuchsfahrzeuge, die unter realen Kundenbedingungen auch immer noch in Betrieb sind, u. a. auf der Nordseeinsel Helgoland.

Der Schritt zu einer Serienfertigung scheiterte jedoch immer wieder durch die unzureichende Batterietechnologie. Sie beschränkte zusammen mit unzureichender Dauerhaltbarkeit sowohl die Nutzlast als auch die Reichweite in einer Weise, dass an einen professionellen Einsatz in größeren Stückzahlen nicht zu denken war.

Diesen Weg eröffnen nun moderne Lithium-Ionen-Batterien mit ihrer hohen Leistungsdichte, unterstützt durch intelligente Ladestrategien und innovative Fahrstrategien, wie sie in der Vergangenheit noch nicht möglich waren. Der Konzern treibt die Entwicklung der neuen Batteriespeicher durch Forschung sowie Kooperationen mit Partnerunternehmen mit Nachdruck voran. Davon wird im Rahmen der kommenden Serienfertigung auch der Vito E-CELL profitieren.

### **Vito E-CELL: keine Einschränkungen bei Laderaum und Nutzlast**

Mit seiner Reichweite von rund 130 km erfüllt der Vito E-CELL die durchschnittlichen Kundenanforderungen an Transporter mit einer Laufleistung von rund 50-80 km am Tag zuzüglich einer großzügig bemessenen Reserve. Gleichzeitig ist der Laderaum des Transporters ohne jede Einschränkung nutzbar. Ebenso profiliert sich der Vito E-CELL mit seiner Nutzlast von ausstattungsabhängig rund 900 kg als vollwertiger Transporter. Dank einer Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h eignet er sich ebenfalls für kurze Überlandstrecken, wie sie in Ballungsgebieten und an ihrer Peripherie häufig anzutreffen sind.

Äußerlich unterscheidet sich der Vito E-CELL nur durch sein Dekor vom gewohnten Anblick des Vito mit Verbrennungsantrieb, die Karosserie bleibt unangetastet. Sogar die Ladesteckdose hat ihren Platz hinter einer Klappe an der gewohnten Stelle des Tankeinfüllstutzens im unteren Bereich der B-Säule auf der linken Seite des Fahrzeugs gefunden. Auch Bodenfreiheit und Böschungswinkel sind im Vergleich zum Vito mit Verbrennungsmotor praktisch unverändert geblieben. Damit eignet sich der Vito uneingeschränkt auch für Areale mit steilen Rampen und Einfahrten.

### **Kraftvoller Elektromotor mit hoher Durchzugskraft**

Anstelle der gewohnten Vier- und Sechszylindermotoren des Vito und ihrer entsprechenden Nebenaggregate sind unter der Motorhaube des Vito E-CELL der Elektromotor und seine Peripherie untergebracht. Der E-Motor, eine permanent-erregte Synchronmaschine, erreicht eine Dauerleistung von 60 kW und eine



Maximalleistung von 70 kW. Das höchste Drehmoment beläuft sich auf 280 Nm. Seite 5

Da bei Elektromotoren das volle Drehmoment konzeptbedingt bereits ab Start zur Verfügung steht, erzielt der Vito E-CELL dynamische Fahrleistungen auf dem gewohnt guten Niveau von modernen Dieselmotoren. Mit Blick auf das typische Einsatzgebiet des Vito E-CELL und zugunsten einer möglichst großen Reichweite der Batterien, ist die Höchstgeschwindigkeit des Transporters auf 80 km/h begrenzt.

Die Kraftübertragung erfolgt über ein Eingang-Getriebe auf die Vorderräder. Auch dieses effiziente Aggregat wurde eigens für den Vito E-CELL entwickelt.

#### **Vito E-CELL: der einzige Vito mit Frontantrieb**

Um Bauraum für die Batterien zu sparen, erfolgt der Antrieb im Unterschied zu den anderen Modellen der Baureihe auf die Vorderräder. Mit Ausnahme der Übernahme von wenigen Fahrwerkskomponenten aus dem Vito 4x4 ist der Frontantrieb eigens für den Vito E-CELL neu entwickelt worden.

Unter der Motorhaube sind außer dem Elektromotor weitere Komponenten wie die Leistungselektronik, Wandler und das Netzladegerät untergebracht. Komplett neu entwickelt ist auch das 12-V-Leitungsnetz.

#### **Lithium-Ionen-Batterien mit hoher Kapazität für den Fahrbetrieb**

Die Batterien ruhen unter dem Ladeboden, dort wo beim Vito üblicherweise die Gelenkwelle und der Kraftstofftank untergebracht sind. Bei den Stromspeichern handelt es sich um moderne, besonders leistungsstarke und belastbare Lithium-Ionen-Batterien mit hoher Energiedichte und einer Nominalspannung von 360 Volt. Die Gesamtkapazität der Batterien beläuft sich auf 36 kWh, davon stehen 32 kWh für den Fahrbetrieb zu Verfügung. Dieser Anteil von rund 90 Prozent ist im Vergleich zu anderen Fahrzeugen mit Elektroantrieb ein herausragend guter Wert.

Das Batteriepaket des Vito E-CELL setzt sich aus 16 Modulen mit insgesamt 192

Zellen zusammen. Jede dieser Zellen wird durch ein Batteriemanagementsystem überwacht. Um unnötige Stromverluste sowie Gefahren durch Unbefugte an abgestellten Fahrzeugen zu vermeiden, legt ein Sicherheitssystem („Watchdog“) das Hochvoltnetz bei Nichtbenutzung still. Seite 6

### **Elektrische Komponenten mit Wasserkühlung**

Batterien, Elektromotor, Konverter und die weiteren elektrischen Komponenten des Antriebs sind wassergekühlt. Im Unterschied zu einem Verbrennungsmotor erreicht ein E-Motor seinen höchsten Wirkungsgrad nicht bei etwa 100 Grad Celsius sondern bei etwa 30 Grad Celsius. Um trotz dieser vergleichsweise niedrigen Temperaturen auch in der kalten Jahreszeit angenehme Bedingungen für den Fahrer zu schaffen, verfügt der Vito E-CELL über einen Zuheizung. Er ist an das Hochvoltnetz und den serienmäßigen Heizkreislauf im Armaturenbrett angeschlossen.

### **Volle Batterie an der Ladestation nach spätestens sechs Stunden**

Die Stromversorgung der Batterien erfolgt über Ladestationen. Sie werden den Pilotkunden von den beiden Energieversorgern EnBW und Vattenfall zur Verfügung gestellt. Sie sind als Kooperationspartner in den Regionen Berlin (Vattenfall) und Stuttgart (EnBW) am Kundenversuch beteiligt. Die Ladestationen sind auf den jeweiligen Betriebshöfen der beteiligten Fuhrparks installiert. Die Ladesteckdose des Vito E-CELL wird über ein siebenpoliges Standard-Ladekabel mit der Station verbunden.

Die Batterien des Vito E-CELL werden am 380/400-Volt-Netz geladen. Die eingebauten Ladegeräte leisten 6,1 kW. Abhängig vom Ladezustand der Stromspeicher dauert das Laden daher maximal sechs Stunden bei völlig entladener Batterie.

Darüber hinaus kann der Vito E-CELL bei Bedarf ebenfalls über ein zusätzliches Ladekabel über ein 230-V-Stromnetz mit dem üblichen Schuko-Stecker geladen werden. Dies kann notwendig werden, sofern der Transporter über Nacht nicht an

der vorgesehenen Ladestation steht. Die Ladezeit verdoppelt sich dann allerdings. Seite 7

### **Intelligente Ladetechniken senken CO<sub>2</sub>-Emissionen und Kosten**

Bestandteil der Konzeption des Vito E-CELL sind intelligente Ladetechniken zur Reduktion sowohl der CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch der Kosten. So werden die notwendigen Ladezeiten einsatzabhängig zusammen mit den Kunden festgelegt.

Der Vito E-CELL verfügt serienmäßig über eine Smart Charge Communication Unit (SCCU), die ein intelligent gesteuertes Laden des Fahrzeugs ermöglichen wird. So stellt sie sicher, dass innerhalb des definierten Zeitbereichs exakt dann geladen wird, wenn die jeweiligen Energieversorger „grünen“ Strom in der Nacht zur Verfügung stellen. Dies reduziert die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Gesamtenergiebilanz des Vito E-CELL im Rahmen einer Betrachtung „Well to Wheel“ nochmals drastisch, unabhängig von der Null-Emission des Fahrzeugs im Betrieb selbst.

Ebenso können die Ladegeräte individuell durch den Fahrer am Multifunktionslenkrad und Kombiinstrument auf Zeiten eingestellt werden, in denen nicht nur umweltfreundlich erzeugter, sondern auch kostengünstiger Strom zur Verfügung steht. Dieses kann auch zentral durch den Disponenten am PC erfolgen. Die SCCU ermöglicht überdies das parallele Laden mehrerer Fahrzeuge in einem Unternehmen ohne Überlastung des Stromnetzes.

Davon abgesehen ermöglicht das Laden der Batterien an der Ladestation oder der Steckdose im eigenen Betrieb faszinierende Perspektiven: Lästige Fahrten zur Tankstelle entfallen, bei geschickter Tourenplanung müssen weder Fahrer noch Fuhrparkleitung Gedanken an die Energieversorgung der Fahrzeuge verschwenden.

### **Disposition kann Touren des Vito E-CELL nach Ladezustand steuern**

Ebenso kalkulierbar ist auch die Einsatzbereitschaft der Fahrzeuge in Abhängigkeit vom Ladezustand der Batterien. Den Ladezustand und damit die zur Verfügung stehende Reichweite des Vito E-CELL kann etwa ein Disponent auf seinem

Bildschirm abrufen und damit zielgenau festlegen, ob der jeweilige Transporter zum Beispiel kurzfristig eine zusätzliche Tour absolvieren kann.

Seite 8

Mit all diesen intelligenten Steuerungsmöglichkeiten wird zunächst die Umwelt geschont und gleichzeitig der Kundennutzen in den sehr unterschiedlichen Betrieben und Einsatzverhältnissen individuell optimiert. Im gleichen Zug verringern diese komplexen Steuerungen die Belastung der Batterie soweit als möglich und steigern damit die Lebensdauer der Akkus.

### **Rekuperation: Umwandlung von Bremsenergie in Strom**

Zugunsten einer möglichst großen Reichweite des Vito E-CELL werden seine Batterien während der Fahrt zusätzlich durch Rekuperation gespeist, also durch die Umwandlung von Bremsenergie in Strom. Eine Rekuperation erfolgt nicht nur beim Tritt auf das Bremspedal, sondern ebenfalls im Schiebetrieb sowie beim Gaswegnehmen. Dies alles geschieht im Zusammenwirken mit einem neuen ESP®-System.

### **Ausgangsfahrzeug ist der lange Vito**

Basis des Vito E-CELL ist der lange Mercedes-Benz Vito mit Normaldach. Der große Achsabstand von 3200 mm bietet den notwendigen Freiraum unter dem Boden für die Traktionsbatterien. Der Vito E-CELL bietet bei einem zulässigen Gesamtgewicht von 3050 kg mit rund 900 kg eine überraschend hohe Nutzlast.

Diese große Transportleistung liegt zum einen an der vergleichsweise kompakten und damit leichten Lithium-Ionen-Batterie mit ihrer hohen Energiedichte im Vergleich zu herkömmlichen Akkus. Zum anderen liegt der Grund nicht zuletzt an der konsequenten Integration des Elektroantriebs bereits im Rohbau.

Der Vito E-CELL ist sowohl als Links- als auch als Rechtslenker erhältlich.

Unter den Bemühungen um größtmögliche Nutzlast hat die Ausstattung des Vito E-CELL in keiner Weise gelitten. Neben dem erwähnten Zuheizsitz verfügen alle 100 Vito E-CELL neben der ohnehin umfangreichen Serienausstattung über einen heizbaren Komfortsitz für den Fahrer, das Multifunktionslenkrad, heizbare und elektrisch verstellbare Außenspiegel, eine Beifahrer-Doppelsitzbank, zwei Schiebetüren sowie eine Heckklappe und das Ausstattungspaket „CARGO“.

Eine Rückfahrkamera mit Monitor im COMAND-System des Fahrerhauses sowie der Rückfahrwarner stellen sicher, dass der Fahrer beim Rangieren Hindernisse erkennt bzw. auch rechtzeitig Passanten bemerkt, die den leisen Vito E-CELL nicht herannahen hören.

## **Höchstes Niveau von aktiver und passiver Sicherheit**

Der Vito E-CELL erreicht das gleiche vorbildliche Sicherheitsniveau aller Vito mit Verbrennungsmotor. Die Batterien werden im Fall eines Aufpralls durch ein Crash-Element geschützt. Bei einer Auslösung des Airbag-Steuergeräts wird die Hochvolttechnik automatisch stillgelegt. In mehreren Crashtests hat der Vito E-CELL seinen hohen Sicherheitsstandard eindrucksvoll nachgewiesen. Sollte ein Vito E-CELL in einen Unfall verwickelt sein, können die Rettungsdienste auf einen speziellen Leitfaden zurückgreifen.

Auch die aktive Sicherheit entspricht dem anerkannt hohen Standard wie bei jedem Vito mit Verbrennungsmotor. So verfügt der Vito E-CELL wie alle anderen Vito über ein vollwertiges Elektronisches Stabilitätsprogramm ESP mit allen gewohnten Funktionen sowie über Fahrer- und Doppel-Beifahrerairbag.

Sicherheit im Sinne der Betriebssicherheit hat Mercedes-Benz durch umfangreiche Erprobungen sichergestellt. Mehr als ein Dutzend Vito E-CELL waren zu diesem Zweck auf ausgiebigen Testfahrten unterwegs, sowohl in abgesperrten Versuchsgeländen als auch auf der Straße. Ob im skandinavischen Eis oder in der Hitze Spaniens – der Vito E-CELL hat seine Alltagstauglichkeit in der

Erprobungsphase bereits unter Beweis gestellt.

Seite 10

### **Der Vito E-CELL wird auf dem gewohnten Band des Vito gefertigt**

Im Unterschied zu anderen Transportern mit elektrischem Antrieb fertigt Mercedes-Benz als erster Automobilhersteller den Vito E-CELL zusammen mit allen anderen Vito im Werk Vitoria unmittelbar auf denselben Bändern. Dies ist ein weiterer Beleg, dass es sich beim Vito E-CELL nicht um ein Experimentalfahrzeug oder Prototyp, sondern um einen Transporter auf dem Weg zur Serienproduktion handelt.

Bedingt durch die komplett andere Antriebskonfiguration mit einem Frontantriebsmodul, dem Batteriesatz unter dem Laderaumboden sowie dem Entfall zahlreicher Komponenten waren in der Fertigung zahlreiche Änderungen sowie die Schulung aller beteiligten Mitarbeiter notwendig.

### **100 Vito E-CELL-Fahrzeuge bei Flottenbetreibern in zwei Städten**

Zwischen August und Dezember dieses Jahres wird Mercedes-Benz 100 Vito E-CELL-Fahrzeuge an Kunden ausliefern. Jeweils die Hälfte der Fahrzeuge kommt in Berlin und Stuttgart zum Einsatz, weitere werden zu Beginn des kommenden Jahres in der Baskenregion in Spanien eingesetzt werden. Also in der Heimat des Vito E-CELL. Die Haupteinsatzgebiete sind damit auf zwei Ballungsgebiete konzentriert. Sie unterscheiden sich unter anderem nicht durch ihre Größe sondern auch durch ihre Topografie. Dies gewährleistet unterschiedliche Einsatzbedingungen und damit zusätzliche Erkenntnisse.

Bei den Kunden handelt es sich überwiegend um Flottenbetreiber. Sowohl die Fuhrparks als auch die Fahrer werden in Bedienung und Betrieb des Vito E-CELL intensiv eingewiesen und sorgfältig mit den Besonderheiten vertraut gemacht. Dies reicht bis zu einer eigenständigen Betriebsanleitung für den Vito E-CELL.

Sowohl in Berlin als auch in Stuttgart übernehmen jeweils zwei Werkstattpartner den Service des Vito E-CELL. Ihre Mitarbeiter werden in einem mehrstufigen Prozess gründlich in Theorie und Praxis geschult. Zusätzlich stehen während des Anlaufs Service-Experten bereit, falls unvorhergesehene Fragen auftauchen sollten. Ebenso ist die europäische Notrufzentrale von Mercedes-Benz in Maastricht auf Anfragen vorbereitet.

Mercedes-Benz gewährleistet für den Vito E-CELL eine Service-Abwicklung in der gewohnten Qualität. So durchläuft der Transporter die standardisierten Werkstattprozesse, er wird zum Beispiel mittels der vorhandenen Diagnosesysteme diagnostiziert. Ein weiterer Beleg der praxisgerechten Auslegung des Vito E-CELL mit Blick auf einen Serieneinsatz.

## **Innovatives Geschäftsmodell: monatliche Nutzungsrate statt Kaufpreis**

Die Kundenerprobung des Vito E-CELL ist auf vier Jahre und etwa 80.000 km pro Fahrzeug festgelegt, danach gehen die 100 Transporter zurück an Mercedes-Benz. Die Kunden kaufen ihre jeweiligen Fahrzeuge deshalb nicht, sondern mieten sie und finanzieren sie über eine monatliche Nutzungsrate. In diese Rate ist auch der komplette Service für den Vito E-CELL integriert. Im Idealfall wird die Flotte von 100 Vito E-CELL im Rahmen des Kundenversuchs in rund einem Dutzend Fuhrparks etwa acht Millionen km zurücklegen – damit steht für die weitere Entwicklung des Elektroantriebs in leichten Nutzfahrzeugen eine einzigartige Summe an Erfahrungen zur Verfügung.

## **Öffentliche Unterstützung durch Fördermittel**

Das Vorhaben Vito E-CELL wird durch unterschiedliche Maßnahmen öffentlich gefördert. So können die Kunden den Vito E-CELL innerhalb des Förderzeitraums über mehrere Monate kostenlos nutzen. Fördermittel stellt im Rahmen des Konjunkturpakets II die Deutsche Bundesregierung zur Verfügung. In diesem Rahmen unterstützt das Bundesministerium für Umwelt und Naturschutz die

Entwicklung und Industrialisierung des Vito E-CELL. Dies betrifft die Fertigung und Erprobung von Versuchsfahrzeugen sowie von den 50 Fahrzeugen für die Kundenerprobung in Berlin.

Seite 12

Stehen in Berlin Großflottenbetreiber im Mittelpunkt, so sind im parallel laufenden Kundenversuch in Stuttgart sowohl Handwerker als auch Flotten im Fokus. Hier fördert das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung den Kundeneinsatz in der Modellregion Elektro-Mobilität Stuttgart.

In Spanien unterstützt die Baskische Regierung den Aufbau der speziellen Fertigungseinrichtungen für die Produktion des Vito E-CELL.

Parallel zum Praxiseinsatz wertet Mercedes-Benz dessen Daten wie Streckenprofil, Reichweiten und weitere Parameter aus, um Fahrzeuge mit Elektroantrieb noch präziser auf die Anforderungen der Kunden zuzuschneiden.

### **Nächster Schritt: die Serienfertigung des Vito E-CELL steht bevor**

Bis zum Spätherbst dieses Jahres wird Mercedes-Benz im Werk Vitoria die Kleinserie von 100 Fahrzeugen bauen. Die nächsten Schritte sind bereits vorgezeichnet: Weitere 2000 Einheiten sind bereits ab 2011 geplant.





## Mercedes-Benz Vito E-CELL im Kundeneinsatz: emissionsfrei und flüsterleise durch die City

### Presse-Information

- **Emissionsfrei fahrende Transporter ab sofort Realität im alltäglichen Straßenverkehr**
- **Intelligente Ladetechnik: der Vito E-CELL fährt mit „grünem“ Strom**
- **Vollwertiger Transporter für den Alltagsbetrieb**
- **Modernste Antriebstechnik, leistungsstarke Lithium-Ionen-Batterien**
- **Innovatives Betreiberkonzept, Service in gewohnter Qualität**

Datum:

1. September 2010

Stuttgart/Berlin – Premiere für den Mercedes-Benz Vito E-CELL: Der erste batterieelektrisch angetriebene Transporter ab Werk eines Automobilherstellers ist ab sofort bei Kunden im Alltagseinsatz unterwegs. Mercedes-Benz hat heute die ersten fünf Vito E-CELL in Berlin an Kunden ausgeliefert. Die abgasfrei und leise fahrenden Transporter gehören zu einer ersten Kleinserie von 100 Fahrzeugen. Das Projekt zeigt beispielhaft, wie sich durch enge Zusammenarbeit von Automobilindustrie, Wirtschaftsunternehmen, Energieversorgern und Politik die Elektromobilität in Deutschland entscheidend vorantreiben lässt.

### **Emissionsfrei fahrende Transporter sind ab sofort Realität im alltäglichen Straßenverkehr**

Fachleute sind sich sicher: Die Zukunft des Automobils in Ballungsgebieten gehört dem Elektroantrieb. Mit dem Vito E-CELL sind batterieelektrisch angetriebene und damit vor Ort emissionsfrei fahrende Transporter ab sofort Realität im Straßenverkehr. Damit unterstützt Mercedes-Benz aktiv das gesellschaftspolitische Ziel einer umweltfreundlichen Mobilität. Volker Mornhinweg, Leiter Geschäftsbereich Mercedes-Benz Transporter: „Der emissionsfrei fahrende Vito E-CELL ist eine faszinierende Neuentwicklung. Mit ihm wird die Vision vom emissionsfreien Fahren Wirklichkeit. Der Vito E-CELL ist ein echter Meilenstein, er läutet die Zukunft des umweltfreundlichen Wirtschaftsverkehrs in Ballungsgebieten ein.“

Um dieses Ziel schnell und effektiv zu erreichen, ist Mercedes-Benz enge Partnerschaften eingegangen. Zu den Pionieren der Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr gehören die Kunden der 100 Vito E-CELL, die in diesem Jahr ausgeliefert werden. Heute haben DB FuhrparkService GmbH, Deutsche Post DHL, Hermes Logistik Gruppe Deutschland GmbH, Vattenfall Europe AG und WISAG die ersten Fahrzeuge erhalten. Im Anschluss übernehmen die Bayer Schering Pharma AG, Imtech Deutschland und Mercedes-Benz ihre Transporter in Berlin. Die Unternehmen werden den Vito E-CELL täglich im harten Alltagsbetrieb einsetzen. Von den 100 Vito E-CELL der ersten Kleinserie werden jeweils 50 in Berlin sowie im Großraum Stuttgart fahren.

### **Intelligente Ladetechnik: der Vito E-CELL hat die Voraussetzungen um mit „grünem“ Strom zu fahren**

Vattenfall unterstützt das Projekt als Energieversorger und stellt den Kunden auf ihren Betriebshöfen Ladestationen zur Verfügung. Hier können die Batterien des Vito E-CELL über Nacht aufgeladen werden. Der Zeitpunkt der Aufladung kann vom Kunden selbst nach Bedarf und unter Kostengesichtspunkten definiert werden. Intelligente Ladetechniken reduzieren sowohl die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Gesamtbilanz der Transporter als auch die Kosten. So verfügt der Vito E-CELL über eine Smart Charge Communication Unit (SCCU). Sie stellt sicher, dass der Stromspeicher des Vito E-CELL exakt dann geladen wird, wenn der Energieversorger „grünen“ und kostengünstigen Strom zur Verfügung stellt.

"Mobilität über elektrisch und wasserstoffbetriebene Fahrzeuge bietet eine klimafreundliche und ressourcenschonende Möglichkeit der Fortbewegung. Vattenfall liefert die dafür notwendige Ladeinfrastruktur und entwickelt zukunftsweisende Konzepte zur Integration erneuerbarer Energien.", so Dr. Oliver Weinmann, Geschäftsführer Vattenfall Europe Innovation GmbH.

Eine Förderung erfährt das Projekt durch öffentliche Mittel. So unterstützt das Bundesministerium für Umwelt und Naturschutz die Entwicklung und Industrialisierung des Vito E-CELL. Das betrifft die Fertigung und Erprobung

von Versuchsfahrzeugen sowie von den 50 Fahrzeugen für die Kundenerprobung in Berlin. So können die Kunden zum Beispiel ihre Fahrzeuge in den ersten Monaten kostenlos nutzen.

Bundesminister Dr. Norbert Röttgen: „Es ist das Ziel der Bundesregierung, Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln. Dabei spielt der Wirtschaftsverkehr eine wichtige Rolle. Denn gerade bei diesem Verkehrsegment, welches häufig von zahlreichen Anfahr- und Bremsvorgängen in Ballungsräumen geprägt ist, kommen die Vorteile des leisen und sauberen Elektroantriebs besonders zur Geltung. Wenn der Strom zum Laden der Fahrzeuge aus erneuerbaren Energien stammt, handelt es sich nicht nur vor Ort, sondern auch in der Gesamtbilanz um Null-Emissionsfahrzeuge. Mit den Fördermitteln aus dem Forschungsprogramm Elektromobilität stärken wir also gleichzeitig den Umweltschutz und den Wirtschaftsstandort Deutschland.“

### **Vito E-CELL: vollwertiger Transporter für den Alltagsbetrieb**

Der Vito E-CELL ist kein Experimentalfahrzeug sondern ein vollwertiger Transporter für den Alltagseinsatz. Er läuft als erster Transporter der Welt wie jeder andere Vito innerhalb der Serienfertigung vom Band. Im engen Dialog mit seinen Kunden hat Mercedes-Benz die Anforderungen an einen batterieelektrisch angetriebenen Transporter umgesetzt: Mit rund 900 Kilogramm Zuladung und einem uneingeschränkt nutzbaren Laderaum übernimmt der Vito E-CELL im Kundeneinsatz alle gewohnten Transportaufgaben eines Fahrzeugs seiner Klasse.

### **Modernste Antriebstechnik, leistungsstarke Lithium-Ionen-Batterien**

Die Batterien des Vito E-CELL ruhen platz sparend unter dem Ladeboden. Es handelt sich um hochmoderne, besonders leistungsstarke und belastbare Lithium-Ionen-Batterien. Ihre Gesamtkapazität beläuft sich auf 36 kWh, ausreichend für eine Reichweite von rund 130 Kilometern. Damit erfüllt der Vito

E-CELL die durchschnittlichen Kundenanforderungen an Transporter mit einer Laufleistung von 50-80 Kilometern am Tag zuzüglich einer großzügigen Reserve.

Seite 4

Der Elektromotor des Vito E-CELL verfügt über eine Leistung von 60 kW und ein Drehmoment von 280 Nm. Da bei Elektromotoren das volle Drehmoment bereits ab Start zur Verfügung steht, erzielt der Vito E-CELL dynamische Fahrleistungen auf dem gewohnt guten Niveau moderner Dieselmotoren. Mit Blick auf das typische Einsatzgebiet des Vito E-CELL und zugunsten einer möglichst großen Reichweite der Batterien ist die Höchstgeschwindigkeit des Transporters auf 80 km/h begrenzt.

### **Innovatives Betreiberkonzept, Service in gewohnter Qualität**

Die Kundenerprobung des Vito E-CELL ist auf vier Jahre und etwa 80 000 Kilometer pro Fahrzeug festgelegt. Danach gehen die Transporter wieder zurück an Mercedes-Benz. Die Kunden kaufen ihre jeweiligen Fahrzeuge deshalb nicht, sondern mieten sie über eine monatliche Nutzungsrate. In diese Rate ist auch der komplette Service integriert.

Die Betreuung des Vito E-CELL übernehmen sowohl in Berlin als auch am zweiten Einsatzort in Stuttgart ausgewählte Mercedes-Benz Niederlassungen. Ihre Mitarbeiter sind gründlich in Theorie und Praxis geschult. Die Service-Abwicklung erfolgt in gewohnter Qualität. So wird der Vito E-CELL wie jeder andere Vito im Rahmen des Service mittels der vorhandenen Diagnosesysteme diagnostiziert.

Die Kleinserien von 100 Mercedes-Benz Vito E-CELL ist nur der Anfang: Weitere 2000 Einheiten des innovativen Transporters sind bereits ab 2011 geplant.

**Ansprechpartner:**

Michael Gutzeit, Telefon 0711-17-52410

E-Mail: michael.gutzeit@daimler.com

Konstanze Fiola, Telefon 030-2694-2012

E-Mail: konstanze.fiola@daimler.com

## Vito E-CELL Kundenstatements

Seite 6

### **Bayer Schering Pharma AG: Dr. Hans-Joachim Raubach, Standortleiter Berlin der Bayer Schering Pharma AG**

„Der Vito E-CELL ist Bayer Schering Pharmas sichtbares Bekenntnis zur Energieeinsparung. Als Mitglied des Berliner Klimabündnis haben wir eine besondere Verantwortung für die Stadt. Es ist uns wichtig, am Berliner Standort unsere Energiebilanz kontinuierlich zu verbessern. Wir wollen bis 2012 durch die Umrüstung unserer Berliner Fahrzeugflotte ein Fünftel des dort entstehenden CO<sub>2</sub> einsparen. Mit dem Transporter mit Elektroantrieb kommen wir diesem Ziel einen weiteren Schritt näher.“

### **DB Fuhrparkservice GmbH: Rolf Lübke, Geschäftsführer DB Fuhrpark GmbH**

„Die Bahn bietet ihren Kunden mit umweltfreundlichen Elektrofahrzeugen und in Verbindung mit erneuerbaren Energien ein zukunftsweisendes ökonomisch und ökologisch sinnvolles Mobilitätsangebot an. Mit dem Einsatz des Vito E-CELL unterstreichen wir unsere Anstrengungen für unser ambitioniertes Klimaschutzprogramm und freuen uns, dass wir hier mit einem Partner wie Mercedes-Benz zusammenarbeiten können, für den die Verantwortung für Klima und Umwelt ebenfalls ein erklärtes Ziel ist.“

### **Deutsche Post DHL: Dr. Joachim Wessels, Mitglied des Bereichsvorstands BRIEF**

„Die Deutsche Post nimmt bei der Erprobung alternativer Antriebe eine Vorreiterrolle ein, entsprechende Tests sind ein wichtiger Teil unserer Umweltstrategie. Als emissionsfreies Fahrzeug verspricht der Vito E-CELL deutliche Vorteile gegenüber einem konventionellen Antrieb und sollte zudem flexibel in vielen Bereichen des täglichen Postbetriebs einsetzbar sein.“

**Hermes Logistik Gruppe Deutschland GmbH: Dr. Philip Nölling, CFO der  
Hermes Logistik Gruppe Deutschland GmbH**

Seite 7

„Als führendes Logistikunternehmen übernimmt Hermes bewusst Verantwortung für Klima und Umwelt. Wir finden: Logistik muss effizient sein, auch beim Thema CO<sub>2</sub>. Daher ist es für uns selbstverständlich, Pionierarbeit im Bereich alternativer Antriebe zu leisten und die Entwicklung CO<sub>2</sub>-effizienter Technologien voran zu treiben. Dass wir es ernst meinen, haben wir bereits 1993 mit dem Einsatz des ersten elektrisch betriebenen Transporters bzw. 2001 mit einem Brennstoffzellen-Pilotprojekt in Kooperation mit Mercedes-Benz sowie mit anderen Leuchtturmprojekten eindrucksvoll bewiesen. Hermes möchte die Zukunft der Logistik in diesem Bereich auch weiterhin mitgestalten, statt nur darauf zu reagieren. Wir sind daher sehr stolz, mit Mercedes einen verlässlichen Partner für dieses Vorhaben gefunden zu haben.“

**Imtech Deutschland GmbH & Co. KG: Klaus Betz, Geschäftsführer Imtech  
Deutschland**

„Dass uns Mercedes-Benz als Partner für ein so fortschrittliches und für die Gesellschaft wichtiges Projekt auswählt, zeigt die enge Verbundenheit beider Partner. Wir freuen uns, dass wir Mercedes-Benz bei der Entwicklung zur weiteren energieeffizienten Nutzung von Fahrzeugen durch unsere Erfahrungen unterstützen können, zumal die nachhaltige Nutzung von Energie auch ein Kernanliegen unserer Geschäftspolitik darstellt.“

**mf Mercedöl: Matthias Frankenstein, Geschäftsführender Gesellschafter  
Mercedöl-Feuerungsbau GmbH**

„Wer sich lautstark für neue Energien einsetzt, sollte leise zum Kunden kommen.  
Danke Vito E-CELL!“

„Nachhaltiges Wirtschaften ist uns wichtig: Das umfasst unsere Dienstleistungen für Kunden, aber auch den Umgang mit natürlichen Ressourcen. Der Mercedes-Benz Vito E-CELL ist für die WISAG die ideale Möglichkeit den Arbeitsalltag umweltschonender zu gestalten, ohne bei wesentlichen Eigenschaften des Transporters Abstriche machen zu müssen.“

---





## Mercedes-Benz Vito E-CELL erhält Auszeichnung „Postal Technology International Award 2010“

**Presse-Information**

Datum:

07. Oktober 2010

- **Wichtiger Logistikpreis in Kopenhagen vergeben**
- **Vito E-CELL gewinnt in der Kategorie „Transport/Logistics Innovation of the Year“**
- **Leistungsfähigkeit und Innovationsstärke gaben Ausschlag**

Kopenhagen, Dänemark/Stuttgart – Der Mercedes-Benz Vito E-CELL überzeugte durch seine Innovationskraft und seine Leistungsfähigkeit. Eine unabhängige Fachjury von Industrievertretern aus dem Post- und Logistiksektor zeichnete den Vito E-CELL in der Kategorie „Transport/Logistics Innovation of the Year“ bei dem seit 2009 vergebenen „Postal Technology International Awards 2010“ aus. Prämiiert wurden weitere herausragende Initiativen auf den Gebieten Logistik, Automationstechnologien, Lieferinnovationen und Umweltschutz.

Der Preis wird von „Postal Technology International“ vergeben, einer Zeitschrift, die zusammen mit ihrer Internetausgabe weltweit Entscheider in der Logistik- und Postbranche informiert. Die Übergabe fand am 6. Oktober 2010 im Rahmen der jährlichen stattfindenden Logistikmesse „Post Expo“ in Kopenhagen statt. Auf der „Post Expo“ treffen sich Post- und Logistikunternehmen aus aller Welt und diskutieren die Herausforderungen und Lösungen dieser expandierenden Branche.

Volker Mornhinweg Leiter Mercedes-Benz Vans kommentierte die Preisverleihung: „Besonders freut mich dabei, dass wir unseren innovativen Vito E-CELL in diesem für uns wichtigen Kundenkreis weiter bekanntmachen konnten. Danke an dieser Stelle an alle Beteiligten für Ihren Einsatz!“

## **Vito E-CELL emissionsfrei und leise mit Elektroantrieb**

Seite 2

Der Mercedes-Benz Vito E-CELL, der erste rein elektrisch angetriebene Transporter ab Werk eines Automobilherstellers, eignet sich dank seines emissionsfreien Antriebs ideal für den Logistikeinsatz im innerstädtischen Bereich und somit auch für besonders umweltsensible Gebiete. Die ersten Vito E-CELL wurden bereits an Kunden übergeben, bis Ende des Jahres werden insgesamt 100 Fahrzeuge ausgeliefert werden. Weitere 2000 Einheiten sind bereits bis 2012 geplant.

Mit seiner Reichweite von rund 130 km erfüllt der Vito E-CELL typische Kundenanforderungen an Transporter im Kurzstreckenverkehr. Gleichzeitig ist der Laderaum ohne jede Einschränkung nutzbar. Ebenso profiliert sich der Vito E-CELL mit seiner Nutzlast von rund 900 kg als vollwertiges KEP-Fahrzeug

## **Lithium-Ionen-Batterien mit hoher Kapazität für den Fahrbetrieb**

Bei den Batterien unter dem Ladeboden handelt sich um leistungsstarke und belastbare Lithium-Ionen-Batterien. Durch eine intelligente Technik können die Ladezeiten einsatzabhängig festgelegt werden. Somit kann jeder Vito E-CELL exakt dann geladen werden, wenn die jeweiligen Energieversorger „grünen“ oder auch kostengünstigen Nachtstrom zur Verfügung stellen. Außerdem werden die Batterien während der Fahrt zusätzlich durch Rekuperation gespeist, also durch die Umwandlung von Bremsenergie in Strom.

Ein Bild mit der Nummer 10C790-06 sowie weitere Informationen von Mercedes-Benz sind im Internet verfügbar: [www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com) und [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)

Ansprechpartner:

Albrecht Eckl, Telefon: 0711-17-52131

E-Mail: [albrecht.eckl@daimler.com](mailto:albrecht.eckl@daimler.com)





## Nutzfahrzeuge von Mercedes-Benz mit zwei Umweltpreisen ausgezeichnet

**Presse-Information**

Datum:

15. Oktober 2010

- **Vito E-CELL und Atego BlueTec Hybrid zum Green Commercial of the Year gewählt**
- **Vito E-CELL erfüllt emissionsfrei sein Tagespensum**
- **Atego BlueTec Hybrid reduziert Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen um bis zu 15 Prozent**

STUTTGART / Claremorris, Irland – Die intensive Entwicklungsarbeit für nachhaltige Mobilität, die Mercedes-Benz Nutzfahrzeuge seit fast drei Jahrzehnten in Richtung alternative Kraftstoffe, Hybridantriebe, E-Mobilität und Brennstoffzellentechnologie unternimmt, wurde jetzt erneut öffentlich ausgezeichnet. Das führende irische Fachblatt „Fleet Transport Magazine“ mit Sitz in Claremorris, County Mayo, verlieh im Rahmen seines diesjährigen Fleet Transport Awards gleich zweimal den Titel „Green Commercial of the Year“ an den Stuttgarter Nutzfahrzeughersteller.

Das irische Fachmagazin vergibt diesen Titel an Hersteller, deren Fahrzeuge sich nicht nur durch effiziente Transportlösungen, sondern vor allem durch ihre alternativen, umweltfreundlichen Antriebstechnologien auszeichnen und damit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz im Straßengüterverkehr leisten. Alle für den Titel „Green Commercial of the Year“ nominierten Fahrzeuge werden von einer kompetenten Fachjury, bestehend aus Technik- und Nutzfahrzeug-Journalisten, auf Herz und Nieren geprüft sowie ausführlichen Tests unterzogen.

### **Vito E-CELL, erster Elektro-Transporter aus Serienproduktion**

In der Kategorie „Elektroantrieb“ erklärte die Jury den Mercedes-Benz Vito E-CELL zum Sieger. Dieser Transporter mit einer Nutzlast von rund

900 Kilogramm ist das erste serienmäßige Nutzfahrzeug in seiner Klasse mit ausschließlich elektrischem Antrieb (Maximalleistung: 70 kW), der von besonders leistungsstarken und belastbaren Lithium-Ionen-Batterien gespeist wird. Der Vito E-CELL, von dem bis Dezember 2010 im spanischen Werk Vitoria 100 Einheiten (2000 Stück sind ab 2011 geplant) auf den Serienbändern produziert werden, eignet sich dank seines emissionsfreien Antriebs ideal für den innerstädtischen Einsatz sowie für besonders umweltsensible Gebiete. Der Vito E-CELL rollt abgasfrei und flüsterleise. Nutzer können ihn ohne Einschränkungen bei Laderaum und Nutzlast einsetzen. Mit seiner Reichweite von rund 130 Kilometern erfüllt der Vito E-CELL die durchschnittlichen Kundenanforderungen an Transporter mit einer Laufleistung von rund 50 - 80 Kilometer am Tag zuzüglich einer großzügig bemessenen Reserve. Dank einer Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h eignet er sich ebenfalls für kurze Überlandstrecken, wie sie in Ballungsgebieten und an ihrer Peripherie häufig anzutreffen sind. Die Batterien des Vito E-CELL werden am 380/400-Volt-Netz geladen. Abhängig vom Ladezustand der Stromspeicher dauert das Laden daher maximal sechs Stunden bei völlig entladener Batterie. Darüber hinaus kann der Vito E-CELL bei Bedarf ebenfalls über ein zusätzliches Ladekabel am 230-V-Stromnetz mit dem üblichen Schuko-Stecker geladen werden.

Die Preisverleihung kommentierte Volker Mornhinweg, Leiter Mercedes-Benz Vans: „Nur wenn wir unsere konkurrenzlose Innovationskraft beibehalten, werden wir auch morgen die Sieger sein. Und das bedeutet, dass wir uns in der Entwicklung voll und ganz am Ziel der nachhaltigen Mobilität orientieren. Autos müssen umweltschonend, effizient, emissionslos, leise sein – und gleichzeitig sicher, komfortabel und schnell.“

### **Atego BlueTec Hybrid spart bis zu 15 Prozent Kraftstoff**

Der Titel „Green Commercial of the Year“ in der Hybrid-Kategorie wurde ebenfalls an ein Mercedes-Benz Nutzfahrzeug vergeben. Hier heißt der Sieger: Atego BlueTec Hybrid. Die Plattform des Verteiler-Lkw mit Hybridantrieb bildet der Atego 1222 L EEV. Bereits das Basisfahrzeug erfüllt den umweltfreundlichen

EEV-Standard und fährt auf deutschen Straßen mautfrei. Sein kompakter und leichter Vierzylinder-Dieselmotor mit 4,8 l Hubraum leistet 160 kW (218 PS). Hinzu kommt der wassergekühlte Elektromotor mit einer Spitzenleistung von 44 kW, der über energie- und leistungsstarke Lithium-Ionen-Batterien mit Energie versorgt wird.

Der Elektromotor ist hinter Verbrennungsmotor und Kupplung, aber vor dem Getriebe angeordnet. Bei diesem Aufbau können beide Motoren den Lkw einzeln oder kombiniert antreiben. Diese Architektur (Parallel-Hybridantrieb) erlaubt elektrisches Anfahren, Rekuperation, Boosten durch den Elektromotor sowie eine Optimierung der Kennlinie des Dieselmotors. Die Zuschaltung der Antriebsleistung des Dieselmotors erfolgt über die Kupplung zwischen Diesel- und Elektromotor. Bis zu diesem Punkt dient der Verbrennungsmotor ausschließlich dem Antrieb der Nebenaggregate. Das ergibt nicht nur eine deutliche Verminderung von Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen von bis zu 15 Prozent, sondern auch eine geringere Geräuschemission.

Eine Flotte von 50 Atego BlueTec Hybrid wird Anfang 2011 an deutsche Kunden aus dem Bereich Verteilerverkehr ausgeliefert, um die Alltagstauglichkeit dieser wichtigen Zukunftstechnologie unter Beweis zu stellen. Die Fahrzeuge sollen in das „Förderprogramm Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) aufgenommen werden.

Hubertus Troska, Leiter Mercedes-Benz Lkw, freut sich über die Preisverleihung der irischen Fachzeitschrift und sieht darin auch eine Bestätigung der langjährigen Entwicklungsarbeiten: „Mit dem Atego BlueTec Hybrid stehen wir kurz vor dem Serieneinsatz. Wir starten damit in eine neue Phase der CleanDrive Technologies. Daimler ist bereits heute Weltmarktführer bei den grünen Nutzfahrzeugen und hat rund 15000 Fahrzeuge mit alternativen Antrieben an Kunden ausgeliefert. Mit dem Hybrid-Modell des Atego werden wir diesen Vorsprung weiter ausbauen.“

Bilder mit den Nummern 10C790-07 und 10 C 1008-01 sowie weitere  
Informationen von Mercedes-Benz sind im Internet verfügbar:  
[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com) und [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)

Seite 4

Ansprechpartner:

Raimund Grammer, Telefon: +49 711 53058

E-Mail: [raimund.r.grammer@daimler.com](mailto:raimund.r.grammer@daimler.com)

Albrecht Eckl, Telefon: +49 711 17 5 21 31,

E-Mail: [albrecht.eckl@daimler.com](mailto:albrecht.eckl@daimler.com)



Mercedes-Benz

Ansprechpartner:  
Albrecht Eckl

Telefon:  
+49 711 17-5 21 31

**Presse-Information**

Datum:  
23. Mai 2011

## **Mercedes-Benz Transporter überzeugen zweifach**

- **Fachjury zeichnet Mercedes-Benz Transporter aus**
- **Titel „KEP-Transporter des Jahres 2011“ geht an Mercedes-Benz Sprinter**
- **Vito E-CELL gewinnt Innovationspreis „Alternative Antriebe**

Weimar/Stuttgart – Auf dem Fahrsicherheitsgelände des ADAC in Thüringen konnten sich die Produkte mit dem Stern gegenüber ihren Wettbewerbern durchsetzen. Der Sprinter 313 CDI und der Vito E-CELL konnten jeweils den ersten Platz in ihrer Kategorie erringen.

### **Vito und Sprinter überzeugen die KEP-Branche**

Bereits zum elften Mal wurde der Wettbewerb „KEP-Transporter des Jahres 2011“ durch den ETM-Verlag ausgerichtet. Eine Jury aus 40 Profis der so genannten KEP-Branche (Kurier-, Express-, Paketdienst) bewertete die 22 teilnehmenden Fahrzeuge und wählte die jeweiligen Sieger in vier Kategorien. Zudem wurde erstmalig der Innovationspreis in der Kategorie „Alternative Antriebe“ vergeben.



Durch den täglichen Umgang mit der eigenen Fuhrpark-Flotte kennen die Experten die Anforderungen an die einzelnen Fahrzeuge genau und testeten die teilnehmenden Transporter auf verschiedenen Teststrecken unter realen Bedingungen. So standen Funktionalität, Fahrkomfort, Fahreigenschaften, Design und natürlich die Wirtschaftlichkeit auf den Bewertungsbögen, die nach jeder Tour ausgefüllt werden mussten. Insgesamt legten die Tester auf 500 Testfahrten mehr als 7500 Kilometer rund um das Fahrsicherheitsgelände auf Thüringens Straßen zurück.

Für die Marke Mercedes-Benz nahmen sowohl der Sprinter als auch der Vito mit Dieselmotor an diesem etablierten Wettbewerb teil. Der Sprinter von Mercedes-Benz konnte die Spitzenposition der vergangenen fünf Jahre bestätigen und erreichte in der „Transporterklasse bis 3,5 Tonnen“ den ersten Platz.

### **Vito E-CELL gewinnt Innovationspreis „Alternative Antriebe“**

Neben dem Titel „KEP-Transporter des Jahres 2011“ für den Mercedes-Benz Sprinter in der Transporterklasse 3,0 und 3,5 Tonnen konnte der Vito E-CELL als rein elektromotorisch angetriebenes Fahrzeug auch in der Sonderkategorie „Alternative Antriebe“ überzeugen. Dieser Sonderpreis wurde vom ETM-Verlag erstmalig vergeben. Unter der Schirmherrschaft von Dr. Andreas Scheuer, Staatssekretär beim Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung beurteilte eine Fachjury fünf verschiedene Fahrzeuge mit vier rein elektromotorischen Antrieben. Neben Fachredakteuren und Werner Bicker, Geschäftsführer des ETM-Verlags gehörte dem Auswahlgremium Marten Bosselmann, Geschäftsführer des Bundesverbands Internationaler Kurierdienste und Rudolf Pfeiffer, Vorsitzender der Kurier-Express-Post-Dienste an. Der Vito E-CELL konnte sich aufgrund seiner ausgereiften

Technik und der Fahrleistungen, seinem ideal abgestimmten Fahrwerk, seiner Zuladung, und seiner Verarbeitung gegenüber den Wettbewerbern durchsetzen. Die Jury lobte zusammenfassend sein stimmiges Gesamtkonzept.

### **Modernste Antriebstechnik, leistungsstarke Lithium-Ionen-Batterien**

Die Batterien des Vito E-CELL ruhen platzsparend unter dem Ladeboden. Es handelt sich um hochmoderne, besonders leistungsstarke und belastbare Lithium-Ionen-Batterien. Ihre Gesamtkapazität beläuft sich auf 36 kWh, ausreichend für eine Reichweite von rund 130 Kilometern. Damit erfüllt der Vito E-CELL die durchschnittlichen Kundenanforderungen an Transporter mit einer Laufleistung von 50-80 Kilometern am Tag zuzüglich einer großzügigen Reserve.

Der Elektromotor des Vito E-CELL verfügt über eine Leistung von 60 kW und ein Drehmoment von 280 Nm. Da bei Elektromotoren das volle Drehmoment bereits ab Start zur Verfügung steht, erzielt der Vito E-CELL dynamische Fahrleistungen auf dem gewohnt guten Niveau moderner Dieselmotoren. Mit Blick auf das typische Einsatzgebiet des Vito E-CELL und zugunsten einer möglichst großen Reichweite der Batterien, ist die Höchstgeschwindigkeit des Transporters auf 80 km/h begrenzt.

Weitere Informationen von Mercedes-Benz, sowie zwei Fotos mit den Nummern 11A583 und 11A585, sind im Internet verfügbar: [www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com) und [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)



Mercedes-Benz

Ansprechpartner:  
Martin Adam

Telefon:  
+49 711 17-5 55 10

**Presse-Information**

Datum:  
24. Mai 2011

## **Nachhaltiges Mobilitätskonzept für die Zukunft: Der Mercedes-Benz Vito E-CELL**

- **Vito E-CELL gewinnt Design Award anlässlich der Michelin „Challenge Bibendum“, einer der weltweit größten Foren für nachhaltige Mobilität**
- **Hochkarätige Fachjury zeichnet Vito E-CELL aus**

Berlin/Stuttgart – Vom 18. – 22. Mai fand auf dem Areal des ehemaligen Flughafens Berlin-Tempelhof die „Challenge Bibendum 2011“ statt. Mit der Teilnahme an diesem weltweit anerkannten Forum bietet der Veranstalter Michelin den wichtigsten Akteuren der Automobilbranche eine Plattform zum Dialog mit internationalen Entscheidungsträgern aus Politik und Wirtschaft. Ziel ist es, ein besseres Verständnis hinsichtlich neuester technologischer Entwicklungen und Lösungen rund um das Automobil zu schaffen.

Fester Bestandteil des Challenge Bibendum ist ein Design-Wettbewerb, dessen Zielsetzung in erster Linie ist, kreative Ingenieursleistungen auszuzeichnen, welche die Lebensqualität verbessern und unsere Umwelt schonen. Die Jury urteilt dabei nach folgenden Kriterien: Zweckdienlichkeit und Effizienz der neuen Technologien bei der Lösung von Umwelt- und Sicherheits-

**125! Jahre Innovation**

Daimler Communications, 70546 Stuttgart/Germany  
Mercedes-Benz – Eine Marke der Daimler AG

problemen, Art und Weise ihrer Integration in das Fahrzeugkonzept, emotionale Attraktivität, Interieur und äußeres Erscheinungsbild. Dabei wurde der Mercedes-Benz Vito E-CELL mit dem Design Award in der Kategorie „Lieferwagen“ prämiert.

### **Mercedes-Benz Vito E-CELL überzeugt**

In der Jury-Begründung für den Vito E-CELL wurden besonders die integrierte Lösung in ein bestehendes Fahrzeugkonzept, seine klaren Strukturen sowie eine einzigartige Balance zwischen Fahrzeugtechnologie und Design hervorgehoben.

Der Vito E-CELL konnte sich weiterhin aufgrund seiner ausgereiften Technik und der Fahrleistungen, seinem ideal abgestimmten Fahrwerk, seiner Zuladung, und seiner Verarbeitung gegenüber den Wettbewerbern durchsetzen.

### **Design-Wettbewerb mit hochkarätiger Jury besetzt**

Der Design-Wettbewerb gehört bereits seit den Anfängen der Michelin Challenge Bibendum im Jahre 1998 zu den tragenden Säulen des globalen Events für nachhaltige Mobilität im Straßenverkehr.

Die Jury setzt sich aus sieben internationalen und unabhängigen Automobilexperten wie Journalisten, Ingenieuren und Designern zusammen. Zu den renommierten Fachleuten gehören unter anderem Roberto Piatti, CEO and Managing Director von Torino Design, Yves Maroselli, Chefredakteur der französischen „Le Moniteur automobile“, Yasuhiro Kawamura, Motorjournalist aus Japan und Birgit Priemer, stellvertretende Chefredakteurin von auto motor und sport. Am Abend des 17. Mai verlieh die Jury insgesamt zehn Design Awards in unterschiedlichen Kategorien.

## **Modernste Antriebstechnik, leistungsstarke Lithium-Ionen-Batterien**

Seite 3

Der Elektromotor des Vito E-CELL verfügt über eine Leistung von 60 kW und ein Drehmoment von 280 Nm. Da bei Elektromotoren das volle Drehmoment bereits ab Start zur Verfügung steht, erzielt der Vito E-CELL dynamische Fahrleistungen auf dem gewohnt guten Niveau moderner Dieselmotoren. Mit Blick auf das typische Einsatzgebiet des Vito E-CELL und zugunsten einer möglichst großen Reichweite der Batterien, ist die Höchstgeschwindigkeit des Transporters auf 80 km/h begrenzt.

Die Batterien des Vito E-CELL ruhen platzsparend unter dem Ladeboden. Es handelt sich um hochmoderne, besonders leistungsstarke und belastbare Lithium-Ionen-Batterien. Ihre Gesamtkapazität beläuft sich auf 36 kWh, ausreichend für eine Reichweite von rund 130 Kilometern. Damit erfüllt der Vito E-CELL die durchschnittlichen Kundenanforderungen an Transporter mit einer Laufleistung von 50-80 Kilometern am Tag zuzüglich einer großzügigen Reserve.

Weitere Informationen von Mercedes-Benz und ein Foto mit der Nummer **11A594** sind Internet verfügbar:

**[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com) und [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)**



Mercedes-Benz

Ansprechpartner:  
Albrecht Eckl

Telefon:  
+49 711 17- 5 21 31

**Presse-Information**

Datum:  
07. Juli 2011

## **Mercedes-Benz Vito E-CELL erfolgreich beim Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg 2011**

- **Vito E-CELL überzeugt in der Kategorie „Techniken zur Emissionsminderung, Aufbereitung und Abtrennung“**
- **Auszeichnung für den zukunftsweisenden Lieferverkehr mit Elektro-Transporter Vito E-CELL**

Stuttgart - Am 6. Juli wurde während einer feierlichen Preisverleihung in Bad Cannstatt dem Mercedes-Benz Vito E-CELL das Signet „Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg 2011“ verliehen. Dieter Wäller, Leiter Entwicklung Triebstrang und elektrische Systeme, nahm die Urkunde aus der Hand von Franz Untersteller, Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg, entgegen. „Mit dem Vito E-CELL belegen wir unsere Kompetenz in umweltschonenden Technologien und liefern schon heute eine Lösung für den innerstädtischen Lieferverkehr in umweltsensiblen Zonen“, kommentierte Wäller die Übergabe.

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft vergibt alle zwei Jahre den Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg für hervorragende und innovative Produkte. Das Preisgeld beträgt 100.000 Euro und wird auf vier Kategorien und einen Sonderpreis der Jury verteilt. Die Kategorien gliedern sich in "Energieeffizienz", "Materialeffizienz", "Techniken zur Emissionsminderung, Aufbereitung und Abtrennung" und "Mess-, Steuer- und Regeltechnik".

### **Vito E-CELL überzeugt Jury**

Eine fachlich hochkarätig besetzte Jury hat die besten Produkte des Landes ausgewählt und nominiert. Zu den renommierten Fachleuten gehören Tanja Gönner, Vorsitzende der Jury und Ministerin a. D., sowie der technische Leiter des Umwelttechnikpreises Prof. Dr. Dieter Spath (Institutsleiter Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation), zusammen mit den anderen Juroren Prof. Dr. Thomas Hirth (Institutsleiter Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik), Dr. Peter Fritz (Vizepräsident Forschung und Innovation des Karlsruher Instituts für Technologie), Dr. Kersten Christoph Link (Vorstand der Eisenmann AG) und Ingolf Baur (Physiker und Wissenschaftsjournalist).

### **Modernste Antriebstechnik, leistungsstarke Lithium-Ionen-Batterien**

Der Vito E-CELL ist der weltweit erste lokal emissionsfreie batterieelektrische Transporter serienmäßig ab Werk. Er verbindet die Vorteile eines klassischen Transporters mit einem modernen und umweltfreundlichen Antriebskonzept.

Der Elektromotor des Vito E-CELL verfügt über eine Leistung von 60 kW und ein Drehmoment von 280 Nm. Da bei Elektromotoren das volle Drehmoment bereits ab Start zur Verfügung steht, erzielt der Vito E-CELL dynamische Fahrleistungen auf dem gewohnt guten Niveau moderner Dieselmotoren. Mit Blick auf das typische Einsatzgebiet des Vito E-CELL und zugunsten einer möglichst großen Reichweite der Batterien, ist die Höchstgeschwindigkeit des Transporters auf 80 km/h begrenzt.

Die Batterien des Vito E-CELL ruhen platzsparend unter dem Ladeboden. Es handelt sich um hochmoderne, besonders leistungsstarke und belastbare Lithium-Ionen-Batterien. Ihre Gesamtkapazität beläuft sich auf 36 kWh, ausreichend für eine Reichweite von rund 130 Kilometern. Damit erfüllt der Vito E-CELL die durchschnittlichen Kundenanforderungen an Transporter mit einer Laufleistung von 50-80 Kilometern am Tag zuzüglich einer großzügigen Reserve.

Weitere Informationen von Mercedes-Benz sowie das Bild mit der Nummer 11A736 (von links: Dieter Wäller, Daimler AG; Minister Franz Untersteller; Andreas Pohl, Projektleiter Vito E-CELL) sind im Internet verfügbar:

**[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com) und [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)**





Mercedes-Benz

Ansprechpartner:  
Albrecht Eckl

Telefon:  
+49 711 17-5 21 31

**Presse-Information**

Datum:  
22. Juli 2011

## **Mercedes-Benz Vito E-CELL als Teil des Bildungsparcours am Flughafen Stuttgart**

- **„Fairport STR“ Bildungsrundgang mit Vito E-CELL**
- **Neun Stationen rund um das Thema Nachhaltigkeit**
- **Mercedes-Benz unterstützt Station „Emissionsfreie Mobilität“**

Stuttgart – Der Flughafen Stuttgart eröffnete am 21. Juli einen öffentlich zugänglichen Bildungsrundgang, der rund um das Thema Nachhaltigkeit informiert. Der Parcours wurde in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Umweltmanagement der Universität Hohenheim und verschiedenen Projektpartnern sowie Mercedes-Benz gestaltet.

### **Stationen des Umweltparcours**

Unter dem Titel fairport STR präsentiert sich der Nachhaltigkeitsparcours am Flughafen Stuttgart. Gegenstand sind neun verschiedene Umwelt- und Gesellschaftsthemen rund um den Airport. Verschiedene Standorte, die über den öffentlichen Teil des Flughafengeländes verteilt sind, laden zu einem Rundgang ein, bei dem sich der Besucher darüber informieren kann, wie der

### **Emissionsfreie Mobilität mit Vito E-CELL**

Die Station „Emissionsfreie Mobilität“ des Umweltrundgangs zum Thema E-Mobility auf der Straße wurde von Mercedes-Benz gestaltet. Eine Leitfrage war hierbei: Mit dem Elektroauto in die Zukunft fahren – geht das? Mit einem Mercedes-Benz Vito E-CELL sowie weiteren Ausstellungselementen wird auf der Station die Zukunft der emissionsfreien Mobilität hautnah, informativ und interaktiv erlebbar gemacht. Mercedes-Benz Vito E-CELL Projektleiter Andreas Pohl: „Um das große Ziel der nachhaltigen Mobilität zu erreichen, ist die Weiterentwicklung des Elektroautos das richtige Mittel. Der Mercedes-Benz Vito E-CELL ist die perfekte Antwort im Transport-Bereich. Wir freuen uns, dass wir Teil dieses Parcours sein dürfen.“

### **Modernste Antriebstechnik, leistungsstarke Lithium-Ionen-Batterien im Vito E-CELL**

Der Vito E-CELL ist der weltweit erste lokal emissionsfreie elektromotorisch angetriebene Transporter serienmäßig ab Werk. Er verbindet die Vorteile eines klassischen Transporters mit einem modernen und umweltfreundlichen Antriebskonzept.

Der Elektromotor des Vito E-CELL verfügt über eine Leistung von 60 kW und ein Drehmoment von 280 Nm. Da bei Elektromotoren das volle Drehmoment bereits ab Start zur Verfügung steht, erzielt der Vito E-CELL dynamische Fahrleistungen auf dem gewohnt guten Niveau moderner Dieselmotoren. Mit Blick auf das typische Einsatzgebiet des Vito E-CELL und zugunsten einer möglichst großen Reichweite der Batterien, ist die Höchstgeschwindigkeit des Transporters auf 80 km/h begrenzt.

Die Batterien des Vito E-CELL ruhen platz sparend unter dem Ladeboden. Es handelt sich um hochmoderne, besonders leistungsstarke und belastbare Lithium-Ionen-Batterien. Ihre Gesamtkapazität beläuft sich auf 36 kWh, ausreichend für eine Reichweite von rund 130 Kilometern. Damit erfüllt der Vito E-CELL die durchschnittlichen Kundenanforderungen an Transporter mit einer Laufleistung von 50-80 Kilometern am Tag zuzüglich einer großzügigen Reserve.

Weitere Informationen von Mercedes-Benz sowie ein Foto mit der Nummer 11A800 (von links: Walter Schoefer und Prof. Georg Fundel, beide Geschäftsführung Flughafen Stuttgart und Andreas Pohl, Projektleiter Vito E-CELL) sind im Internet verfügbar: **[www.media.daimler.com](http://www.media.daimler.com)** und **[www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)**

02.09.2010

Elektromobilität im Flottenverkehr

### Vattenfall dehnt Praxistests aus

Nach dem erfolgreichen Pilotprojekt für Privatanutzer von Elektrofahrzeugen und dem entsprechenden Aufbau einer Ladeinfrastruktur in Berlin dehnt Vattenfall seine Aktivitäten im Bereich Elektromobilität weiter aus und startet gemeinsam mit Daimler ein Projekt für Flottenkunden.

Bis zu zehn Unternehmen – darunter beispielsweise die Deutsche Post oder die Hermes Logistik Gruppe, aber auch Vattenfall selbst – testen in den kommenden vier Jahren die elektrisch betriebenen Transporter VITO E-CELL und die entsprechende Ladeinfrastruktur. Gestern wurden in der Berliner Mercedes Benz-Niederlassung die ersten Fahrzeuge an Kunden und Projektpartner übergeben.

Vattenfall stellt die notwendige Ladeinfrastruktur zur Verfügung und sorgt für Lademöglichkeiten auf den Betriebshöfen, wo die Transporter mit zertifiziertem Ökostrom aufgeladen werden. „Durch unsere Praxistests haben wir umfangreiche Erfahrungen gesammelt und können unseren Partnern nicht nur die notwendige Ladeinfrastruktur zur Verfügung stellen, sondern mit innovativen Ladekonzepten auch für die bessere Integration beispielsweise von Windenergie sorgen“, so Stefan Dohler, Vorstandsmitglied von Vattenfall Europe anlässlich der Übergabe. Bereits seit Mitte 2009 erprobt Vattenfall intelligente Ladekonzepte und kann dank wissenschaftlicher Begleitforschung bei der Weiterentwicklung seiner Ladeinfrastruktur auf fundierte Ergebnisse zurückgreifen. Mit dem Wind-to-Vehicle-Ansatz werden Elektrofahrzeuge in erster Linie bei hohem Windstromaufkommen und geringer Netzlast geladen. Mit der Batterie als Stromspeicher kann Windstrom damit auch in diesen Zeiten optimal genutzt werden. Mit diesen Ladekonzepten trägt Vattenfall zur Stärkung der erneuerbaren Energien, insbesondere der Windenergie bei. Erst im April hat Vattenfall zusammen mit Partnern „alpha ventus“, den ersten Offshore-Windpark Deutschlands, in Betrieb genommen.

#### Ihr Ansprechpartner für weitere Informationen ist:

Steffen Herrmann

Pressesprecher

Vattenfall Europe AG

Tel.: + 49 (0)30-8182-23 21

[steffen.herrmann@vattenfall.de](mailto:steffen.herrmann@vattenfall.de)

# „Intelligentes Laden schon 2011“



**Interview mit Dr. Carl Friedrich Eckhardt, Leiter Geschäftsentwicklung Vattenfall Europe Innovation GmbH**



**Flottenmanagement:** Herr Dr. Eckhardt, dieser Tage begleiten die Medien aufmerksam den Entwicklungsstand bei der Elektromobilität. Bisweilen wird das Elektrofahrzeug schon als Auto der Zukunft gefeiert, als die Lösung an sich auf dem Wege weg von fossilen Brennstoffen. Wie beurteilen Sie seitens der Vattenfall Europe Innovation GmbH den gegenwärtigen Entwicklungsstand, welche Zukunftschancen und Einsatzfelder sehen Sie für das Elektroauto in etwa 10 bis 20 Jahren?

**Eckhardt:** Ich gehe einmal davon aus, dass das Motto der Zukunft heißen wird: Wir fahren elektrisch. Die Rahmenbedingungen werden sich so deutlich ändern, dass die Automobilindustrie am elektrischen Antriebsstrang nicht mehr vorbei kommt. Wenn wir die Reduktionsziele zur Einhaltung der Klimaschutz-Politik, CO<sub>2</sub>-Reduzierung und CO<sub>2</sub>-Vermeidung halbwegs ernst nehmen, muss eine Elektrifizierung stattfinden. Zweitens müssen wir wohl erwarten, dass der Ölpreis und damit auch die Spritpreise im worst case eher weiter steigen werden. Parallel dazu haben sich andererseits aber auch die technologischen Möglichkeiten verbessert, insbesondere ist die Batterie-Technik deutlich nach vorn gebracht worden. Zwar zeigt sich momentan noch ein sehr heterogenes Antriebs-Spektrum. So gibt es den Technologieträger MINI E, der noch kein Serienfahrzeug ist, mit dem aber schon eindrucksvoll die grundsätzliche Leistungsfähigkeit dieser Antriebstechnologie demonstriert werden kann. Es gibt aber auch schon serienreife Fahrzeuge, bei denen kurzfristig höchstens noch die eine oder andere Kinderkrankheit abzustellen ist. In Zukunft

werden aber die Einsatzmöglichkeiten sehr breit gestreut sein. Wir können sogar davon ausgehen, dass im Privat- und im Wirtschaftsverkehr 90 Prozent aller Fahrten rein batterieelektrisch bewältigt werden können. Das zeigt auch unser großer Feldversuch mit der BMW Group zur Demonstration der Alltagstauglichkeit, der über ein ganzes Jahr lief. Die erzielten Ergebnisse sind deckungsgleich mit den Fahrprofilen, die wir aus der Befragung ‚Mobilität in Deutschland‘ kennen.

**Flottenmanagement:** Welchen Stellenwert genießt das Elektrofahrzeug momentan in den strategischen Ausrichtungen von Vattenfall, seit wann befasst sich Ihr Unternehmen damit, welche Arbeitskreise gegebenenfalls mit welchen Zielrichtungen wurden gegründet, welche aktuellen Maßnahmen stehen an?

**Eckhardt:** Vattenfall und seine Vorgängerunternehmen haben sich schon in den 60er Jahren mit Elektromobilität beschäftigt und waren in den 90er Jahren auch am Rügen-Projekt beteiligt. Das Thema ist für uns also nicht neu, hat aber 2008, als wir mit der BMW Group den ersten großen deutschen Alltagstest organisiert haben, eine sehr hohe strategische Bedeutung bekommen. Wir wollen erheblich dazu beitragen, dass die Automobilität sauber wird, wir wollen die Nutzer mit grünem Strom versorgen und der Hardware, die für ein sicheres und intelligentes Laden notwendig ist. Wir möchten, insbesondere vor dem Hintergrund der Integration Erneuerbarer Energien, die Fahrzeug-Batterien nutzen zur Betreuung von Last Management. Dabei behalten wir seitens Vattenfall Europe In-

novation stets unseren Auftrag und unser Ziel einer mittelfristigen, substanziellen Geschäftsentwicklung im Auge, wir betreiben also unsere Projekte nicht für die Galerie, sondern mit klarem Fokus auf der Geschäftsentwicklung.

**Flottenmanagement:** Bei alternativen Antrieben, die bei bundesweit operierenden Flottenbetreibern schon traditionell auf den gedanklichen Prüfstand kommen, kann immer auch die Dichte des Versorgungsnetzes für die Fahrzeuge eine Kippkante werden, speziell bei eingeschränkten Reichweiten. Das ist beispielsweise bei den Erdgasfahrzeugen noch so. Was kann Vattenfall auf diesem Feld einbringen, wo die Reichweiten der meisten, bisher bekannten Elektrofahrzeuge noch niedriger liegen?

**Eckhardt:** Im Zusammenhang mit den Versorgungsnetzen wird immer wieder vom Henne-Ei-Problem gesprochen. Ich sehe das nicht so. Zunächst werden sich diejenigen Elektrofahrzeuge zulegen, die bequem zu Hause oder/und am Arbeitsplatz laden können. In solchen Fällen ist es nicht mehr notwendig, zwischendurch im öffentlichen Bereich zu laden, hier wird die bereits jetzt zur Verfügung stehende Reichweite den Tagesbedarf von durchschnittlich etwa 35 bis 40 Kilometer deutlich übersteigen. Damit ist natürlich nur ein Teil des Gesamtmarktes abgedeckt. Für die so genannten Laternen-Parker in den Städten gibt es mit der jetzigen Ladetechnologie noch keine wirklich gute Lösung, hier müssen wir eher in Richtung Schnelllade-Systeme denken. Das ist eine Funktionalität, die auch durchaus bei Flottenbetreibern eine Rolle spielt, beispielsweise dann, wenn der Fahrzeugdurchsatz sehr hoch ist. Schließlich lassen sich nicht alle Fahrzeuge gleichzeitig an der Steckdose laden. Darüber hinaus muss man sich bei Flotten anschauen, wie im Hinblick auf das Laden die elektrische Leistungskapazität vor Ort aussieht. Vielleicht können gleichzei-

tig gerade nur drei oder fünf Fahrzeuge geladen werden, während der Flottenbetreiber aber zehn Fahrzeuge zum Einsatz bringen möchte. Das kann er dann, wenn er unser Produkt ‚Gesteuertes Laden‘ beziehungsweise ‚Last Management‘ zur Anwendung bringt, mit dem wir alle Vorgänge so intelligent steuern, dass die zehn Fahrzeuge über die Nacht verteilt geladen werden können. Diese Verteilung der Ladevorgänge – natürlich unter Berücksichtigung der Mobilitätsbedürfnisse des Kunden – kann zu einer teilweise erheblichen Kosteneinsparung für sonst nötige Leistungskapazitätsanpassungen führen. Vattenfall liefert damit also nicht nur grünen Strom und eine Hardware zum abgesicherten Laden, sondern auch die Intelligenz, die Kapazitäten vor Ort bestmöglich nutzen zu können. Darüber hinaus können wir den Ladevorgang so steuern, dass wir die Wind-Situation bestmöglich abfangen, um die Überschüsse auch in Fahrzeug-Batterien abzuspeichern zu können.

**Flottenmanagement:** Können Sie bitte einmal im Detail darstellen, wie Vattenfall auf ‚Gesteuertes Laden‘ und ‚Last Management‘ gekommen ist und wie das im einzelnen abläuft?

**Eckhardt:** Die Energiewirtschaft steht mit Einführung der Erneuerbaren Energien vor einem ganz gravierenden Paradigmen-Wechsel. Wir verzeichnen heute ungefähr einen Anteil von 16 Prozent an Erneuerbaren Energien, überwiegend Wind-

energie und Photovoltaik, deren Einspeisung volatil erfolgt. Das soll innerhalb einer Dekade verdoppelt werden. Das führt zunehmend auch zu solchen Herausforderungen, dass beispielsweise mehr Windenergie ins Netz eingespeist wird als nachgefragt. Damit sich aber das volle Potenzial nutzen lässt, bedarf es auch spezieller Speicher-Technologien. Nun hat Elektromobilität ganz einfach den großen Charme, dass hier aus Mobilitätsgründen die Speicher-Technologien ohnehin schon existieren und wir sie gewissermaßen zu Grenzkosten nutzen können, während wir jede andere Speicher-Technologie zu Vollkosten einrechnen müssten. Hierin besteht für uns der große Anreiz, ein Geschäftsmodell so zu bauen, dass alle Beteiligten davon profitieren können, insbesondere die Kunden.

**Flottenmanagement:** Herr Dr. Eckhardt, wenn Sie einmal den Blick weiter voraus werfen: Einmal unterstellt, das Elektrofahrzeug hätte ab Fahrzeughersteller auf Dauer technologisch das Zeug dazu, die Mobilitäts-Lösung an sich zu werden – was müsste Ihrer Meinung nach noch initiiert werden, um eine flächendeckende Stromversorgung im ganz großen Stil zu gewährleisten? Was kann und wird Vattenfall hierfür noch tun?

**Eckhardt:** Grundsätzlich ist es so, dass die ganze Republik mit Strom sehr gut versorgt ist. Es bleibt lediglich noch die ‚letzte Meile‘ auf dem Gelände des Flottenbetreibers zu ertüchtigen. Wenn hier

gesichert geladen werden soll, sollte am besten eine so genannte AutoStrom-Box für intelligentes Laden im Sinne des Last Managements installiert werden. An dieser Integration arbeitet Vattenfall, ich bin sicher, dass wir auf diesem Feld attraktive Produkte und Dienstleistungen schon 2011 anbieten können.

Im Augenblick ist das Laden auf öffentlichem Grund noch nicht wirtschaftlich darstellbar. Die Kosten für einen solchen Lade-Punkt (inklusive Herstellung und Installation) sind gegenwärtig zwischen etwa 7.000 und 10.000 Euro zu beziffern; für den, der nicht auf öffentliche Subventionen zielt, ist damit zur Zeit kein Geschäftsmodell vorstellbar. Das ist aber nicht allein eine Frage der Kosten, sondern auch eine der städtischen Integrations-Politik. Hier verhalten sich die Kommunen bisher aus guten Gründen sehr restriktiv. Ich glaube, selbst wenn wir für diese Technologie jemand fänden, der uns das bezahlt, würden sich die Kommunen dann restriktiv bei der Erlaubnis zur Aufstellung verhalten. Daher arbeitet Vattenfall an neuen Technologien, beispielsweise das Schnellladen mit Gleichstrom, weil wir der Auffassung sind, dass das für einen großen Teil der privaten Haushalte wie auch für Flottenanwendungen attraktive Lösungen mit größerer Chance auf Wirtschaftlichkeit sind als die heute bekannten.

## Green-E-Line

Der tschechische Hersteller Skoda hat Ende 2010 mit der Konzeptstudie Octavia Green E Line erstmals ein Fahrzeug mit reinem Elektroantrieb vorgestellt. 2011 soll nun die erste Testflotte zum Einsatz kommen. Das Konzeptfahrzeug Green E Line basiert auf dem Skoda Octavia Combi und ist mit einem Elektromotor ausgestattet, der im Dauerbetrieb 60 kW bis 85 kW und einem maximalen Drehmoment

von 270 Nm für den innerstädtischen Betrieb geeignet sein soll. Die Spitzengeschwindigkeit sei auf 135 km/h begrenzt. Mit einer Lithium-Ionen-Batterie schaffe er Reichweiten bis zu 140 Kilometer. Vom Praxiseinsatz 2011 erwarte der Hersteller Skoda weitere Erkenntnisse für die Weiterentwicklung des Elektroantriebs.



## Elektroflotte

GE Capital plant bis 2015 den Erwerb von 25.000 Elektrofahrzeugen über den eigenen Geschäftsbereich Capital Fleet Services. Laut GE ist dabei eine Kooperation mit Flottenkunden geplant. Der erste Partner ist Chevrolet mit dem Chevrolet Volt. Je nach Erweiterung des Portfolios der einzelnen Hersteller wolle man bei GE sukzessiv weitere Elektrofahrzeuge in die Flotte aufnehmen. GE selbst betreibt ein weltweites Flottenmanagement-Geschäft und bietet ein Portfolio an Produktlösungen, darunter Ladestationen, Geräte für den Stromkreissschutz und Transformatoren, die jeden Bereich der Infrastrukturentwicklung für Elektrofahrzeuge betreffen. Damit sei das Unternehmen in der Lage, die Einführung von Elektrofahrzeugen auf breiter Ebene durchzuführen.

## Grüne Kompetenz

Die Arval Deutschland GmbH schreibt sich das Thema Elektromobilität auf ihre Agenda. Das Unternehmen hat in seiner aktuellen Arval-Studie „CVO-Barometer 2010 – Trends im Fuhrparkmanagement“ 301 deutsche Fuhrparkverantwortliche befragt und damit die aktuellen Automobiltrends in den Firmenfuhrparks skizziert. Derzeit werden laut Studie in 22 Prozent der deutschen Fuhrparks kraftstoff-sparende Fahrzeuge eingesetzt. Mit gerade einmal einem Prozent sind die Elektrofahrzeuge vergleichsweise verschwindend gering vertreten. Hintergründe dafür sind eine unausgereifte Ladeinfrastruktur sowie die eingeschränkten Reichweiten. Dennoch plane laut CVO 2010 jeder fünfte Flottenbetreiber bis 2013 Elektrofahrzeuge einzusetzen.

## Mobilitätsdenken

Das erste Citroën Serienfahrzeug mit reinem Elektroantrieb, ein Citroën C-Zero, wurde an die DB Fuhrpark GmbH, ein Tochterunternehmen der Deutschen Bahn übergeben. Die Übergabe fand am Frankfurter Hauptbahnhof unter der Anwesenheit von Rolf Lübke (re.), Geschäftsführer der DB Fuhrpark GmbH, Saban Tekedereli, Direktor Firmenkunden und Gebrauchtwagen der Citroën Deutschland GmbH, und Günay Kircaoglu (li.), Leiter der Citroën Niederlassung Frankfurt zu Beginn des Jahres statt. Es ist das erste von insgesamt 70 Fahrzeugen, die 2011 an die Deutsche Bahn ausgeliefert und dort im Bereich CarSharing eingesetzt werden sollen. Mit einer maximalen Leistung von 49 kW/67 PS soll der Citroën C-Zero emissionsfreies und nahezu geräuschloses Fahren mit einer Reichweite von bis



zu 150 Kilometern bieten. Zudem ist der Citroën C-Zero derzeit zu einer monatlichen Leasing-Rate von 371,80 Euro netto bei einer Laufzeit von 36 Monaten und einer jährlichen Laufleistung von 10.000 Kilometern erhältlich. Die Anzahlung beläuft sich auf 5.411,83 Euro netto.