

FuE-Programm "Schaufenster Elektromobilität" der Bundesregierung	
Gemeinsamer Abschlussbericht	
Vorhabenbezeichnung: <p style="text-align: center;">Energie und Mobilität im Verbund (ENMOVE)</p>	
Laufzeit des Vorhabens: vom: 01.01.2013 bis: 30.06.2016	
Schaufenster	<i>Elektromobilität Verbindet (Bayern-Sachsen)</i>
Zuwendungsempfänger: <i>(Auflistung aller Verbundpartner)</i> DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH ENSO NETZ GmbH Technische Universität Dresden <ul style="list-style-type: none"> • Institut für Automobiltechnik Dresden • Institut für Kommunikation und Wirtschaft 	Förderkennzeichen: <i>(FKZ's entsprechend der links angegebenen Verbundpartner)</i> 16SBS004B 16SBS004A 16SBS004C

1. Executive Summary

Das Projekt ENMOVEER wurde im Oktober 2013 von den Projektpartnern DREWAG (Konsortialführer), ENSO und der Technischen Universität Dresden (TUD) gestartet und endete zum 30.06.2016. Das Verbundprojekt hat ein Gesamtvolumen (Eigen- und Fördermittel) von rd. 2,6 Mio. EUR.

Ziel des Projektes ist es, durch die Entwicklung von Komplettangeboten (Strom, Ladeinfrastruktur, Fahrzeug) und der Umsetzung von Szenarien der (teil-)öffentlichen Mehrfachnutzung, Elektromobilität der Öffentlichkeit im Versorgungsgebiet zugänglich zu machen und langfristig zu etablieren.

Mit der Entwicklung geeigneter Mehrfachnutzungsszenarien für den urbanen und ländlichen Raum übernahm die TU Dresden die konzeptionelle Basisarbeit. Die Realisierung der Konzepte erfolgte in Kooperation mit Kommunen, Verkehrsverbänden und weiterer regionaler Partner. Unterstützt wird die Umsetzung durch den bedarfsorientierten Ausbau der Ladeinfrastruktur in Dresden und Ostsachsen sowie dem Einsatz von Elektrofahrzeugen der DREWAG und ENSO. Neben der fortlaufenden Kommunikation der Projektaktivitäten werden Sonderveranstaltungen die Projektumsetzung öffentlichkeitswirksam begleiten.

Von den Konsortialpartnern wurden Mehrfachnutzungskonzepte für den urbanen und ländlichen Raum entwickelt und konkrete Umsetzungsformen abgeleitet und umgesetzt. Dazu gehören:

- Mitarbeiter-Carsharing: Fahrzeugverleih an Mitarbeiter an Randzeiten
- Corporate-Carsharing: Öffnung von Fahrzeugpool und Buchungssystem für Drittunternehmen
- Lokale / regionale Partner: Mehrfachnutzung mit und durch kommunale und touristische Partner sowie Wirtschaftspartner
- Verbundauto: Testflotte zur Erprobung komplexer Szenarien und Untersuchung von Mobilitätsverhalten

Mit der Vereinheitlichung der Buchungssysteme bei DREWAG und ENSO wurde die Basis für Mitarbeiter- und Corporate-Carsharing in beiden Unternehmen geschaffen. Das Mitarbeiter-Carsharing wird seit Anfang 2016 in beiden Unternehmen angeboten. Der Zugriff externer Unternehmen auf die Poolfahrzeuge ist über das Buchungssystem möglich und wird bereits durch die Dresdner Bäder GmbH und den Sächsischen Bergsteigerbund e. V. genutzt.

Gemeinsam mit lokalen und regionalen Partnern wurden Elektromobilitätskonzepte, v. a. touristische und kommunale Einsatzregime, im ländlichen Raum sowie im Schnittstellenbereich Stadt-Land umgesetzt. Über 50 Kommunen und anderen wichtigen Multiplikatoren in der Region die Möglichkeit gegeben, Elektrofahrzeuge im Rahmen von Kurz- und Langzeitvergaben im Alltag zu erproben. Die Vergabe der Elektrofahrzeuge trug wesentlich dazu bei, eine hohe Sichtbarkeit der Elektromobilität in der gesamten Region zu bewirken und die Thematik Elektromobilität durch die Vorbildrolle der Multiplikatoren positiv zu besetzen. Aus den Erfahrungen der Fahrzeugvergaben wurden Produktpakete, bestehend aus Fahrzeug, Ladeinfrastruktur, Strom und weiteren Mobilitätsdienstleistungen, entwickelt und vermarktet.

Mit der Aktion Verbundauto wurde die Kombination von privaten und gewerblichen Einsatzzwecken von Elektroautos öffentlichkeitswirksam und die Grenzen der Mehrfachnutzung erprobt. Insgesamt wurden 60.000 km Fahrleistung in 14 verschiedenen Einsatzszenarien von 85 Testpersonen erreicht. Begleitet wurde die Umsetzung mit umfangreichen Datenerhebungen. Es konnte festgestellt werden, dass eine abgestimmte Mehrfachnutzung problemlos funktioniert. Wirtschaftliche Potenziale werden v. a. beim Mitarbeiter- Carsharing sowie im kommunalen Carsharing identifiziert.

Im Rahmen des Projektes wurden insgesamt 35 Elektrofahrzeugen durch DREWAG und ENSO beschafft und der Anteil von Elektrofahrzeugen auf 76 erweitert. Die Fahrzeuge wurden in die Fuhrparks der

Unternehmen integriert und werden zur Umsetzung der im Projekt entwickelten Mobilitätskonzepte, für Sonderaktionen und zur Erprobung bei Kommunen genutzt.

Zur Feststellung des weiteren Bedarfs an öffentlicher Ladeinfrastruktur und potenzieller Standorte in Dresden und Ostsachsen, wurden von den Projektpartnern gemeinsam detaillierte Analysen durchgeführt. Die Untersuchungen zeigen, dass aufgrund der aktuell geringen Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen derzeit ein geringer Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur besteht. Entsprechend wurde die Zahl der im Projekt geplanten öffentlichen Ladepunkte zu Gunsten notwendiger Ladepunkte im nicht- bzw. halb-öffentlichen Raum reduziert. Zusätzlich wurden standortspezifische Nutzungskonzepte für vorhandene und neue öffentliche Ladestandorte entwickelt. DREWAG und ENSO betreiben zum Projektende am 30.06.2016 15 bzw. 16 Ladestationen in Dresden bzw. Ostsachsen.

Die Projektaktivitäten wurden von den Projektpartnern über verschiedene Medien (Presse-mitteilungen, Mitarbeiter- und Kundenmagazine der DREWAG und ENSO, Webauftritte, Blog-Beiträge) und zu mehreren Veranstaltungen (z. B. Lange Nacht der Wissenschaft, Tag der erneuerbaren Energien) fortlaufend kommuniziert. Zusätzlich wurden Sonderveranstaltungen, wie z. B. ein Workshop mit lokalen Autohäusern zur Elektromobilität sowie ein Erfahrungsaustausch mit langjährigen Elektromobilisten aus der Region, von den Projektpartnern durchgeführt.

Auf Fachveranstaltungen und Workshops wurden neben der Projektkommunikation der Austausch und die Vernetzung mit anderen Projekten schaufensterübergreifend verfolgt.

2. Zielstellung des Verbundprojektes

Gesamtziel des Vorhabens

Vor allem im Schnittstellenbereich Stadt und Land spielen neue Verkehrsangebote, wie der „elektrische Individualverkehr“ eine bedeutete Rolle. So können Elektrofahrzeuge in Mehrfachnutzungsszenarien als Verlängerung des ÖPNV in die ländlichen Gebiete, aber ebenso für den Anspruch des Individualverkehrs im städtischen Alltag genutzt werden. Dies ist z. B. für den Pendlerverkehr von Relevanz. Ziel des Projektes ist es, durch die Etablierung eines Komplettversorgungspaketes (Strom, Ladeinfrastruktur, Fahrzeug) und der Umsetzung von Szenarien der (teil-)öffentlichen Mehrfachnutzung, Elektromobilität der Öffentlichkeit im Versorgungsgebiet zugänglich zu machen. Die Mehrfachnutzung wird neben dem eigenen betrieblichen und kommunalen Wirtschaftsverkehr durch eine Einbeziehung des regionalen Pendlerverkehrs und die private Nutzung sichergestellt. Aus dem Fahrzeugpool der Projektpartner solle ein Großteil der Elektrofahrzeuge in Mehrfachnutzungsszenarien eingesetzt werden. Eine kritische Anzahl von Fahrzeugen ist notwendig, um eine Mindestfahrzeugdichte i. S. einer Breitenwirksamkeit zu realisieren. Begleitend wird der Infrastrukturausbau bedarfsgerecht fortgesetzt und mit dem Entwicklungen der anderen Vorhaben im Schaufenster synchronisiert. Durch die Komplementarität der Versorgungsgebiete der Projektpartner, wird im Vorhaben sowohl der Stadtverkehr als auch Regionalverkehr berücksichtigt. Damit findet eine Erfolg versprechende Kopplung von Stadt und Land bei der Elektrifizierung des Straßenverkehrs statt.

Durch die Kopplung verschiedener Szenarien wird die anteilige Nutzungsdauer der Fahrzeuge erhöht. Die Batterie hat bei Elektrofahrzeugen einen erheblichen Anteil auf die Gesamtkosten. Damit hat auch die Alterung der Batterie einen wesentlichen Einfluss auf die zu erwartenden Betriebskosten. Alterungsmechanismen der Batterien können nutzungsabhängig und nutzungsunabhängig unterteilt werden. Bei relativ geringer Auslastung des Fahrzeugs ist es möglich, dass die nutzungsunabhängige Alterung überwiegt. Dies wiederum bedeutet, dass eine zusätzliche Nutzung nicht zwangsläufig die Lebensdauer der Batterie und damit die Betriebskosten des Fahrzeugs negativ beeinflusst. Dieser komplexe Zusammenhang wird einen wesentlichen Aspekt bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse darstellen.

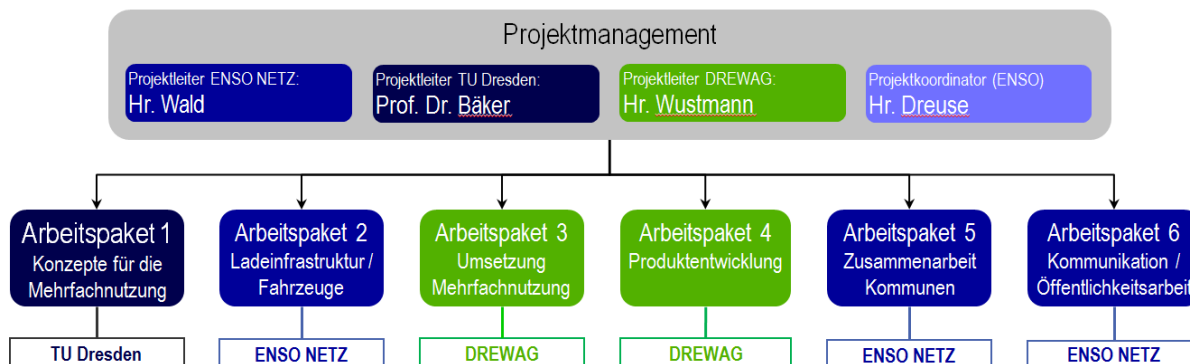


Abbildung 1: Aufgabenverteilung ENMOVER

3. Ausführliche Darstellung der erzielten Ergebnisse des Verbundprojektes

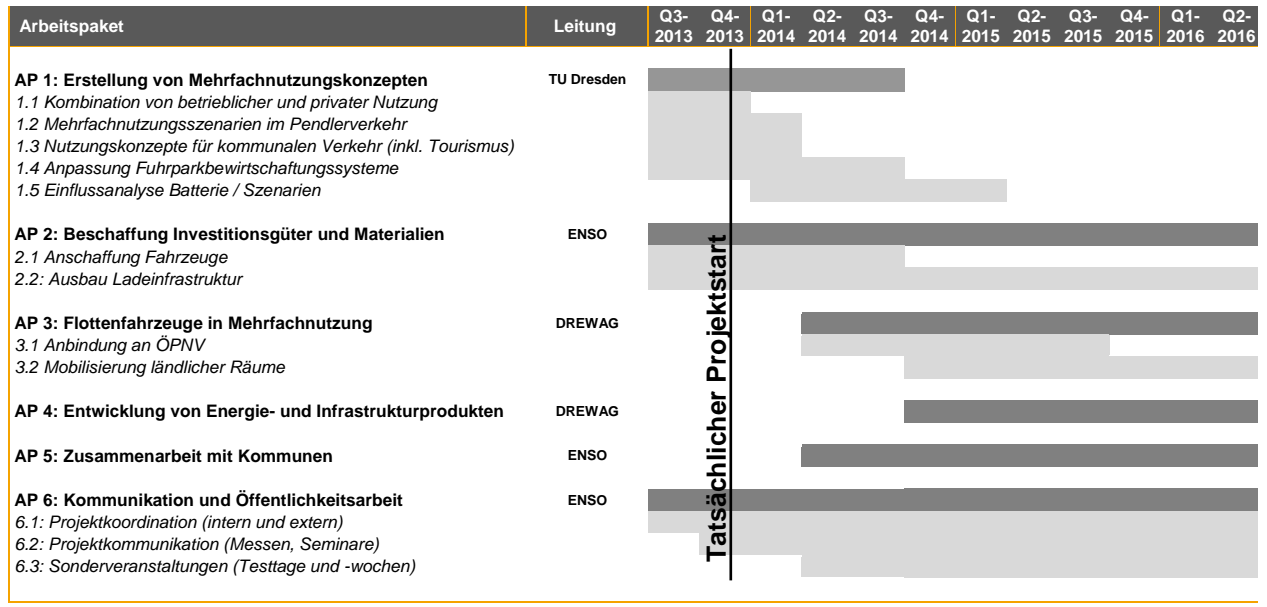


Abbildung 2: Übersicht der Arbeitspakete

Arbeitspaket 1 – Erstellung von Mehrfachnutzungskonzepten für Flottenfahrzeuge

Die Erarbeitung von Mehrfachnutzungskonzepten im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurde abgeschlossen.

Maßgeblich betraut mit der Entwicklung und Analyse der Nutzungskonzepte waren die Institute für Wirtschaft und Verkehr sowie Automobiltechnik der Technischen Universität Dresden.

Die Aufgaben im Arbeitspaket 1 der DREWAG und ENSO NETZ bestanden vorrangig in abstimmender Funktion, insbesondere in Hinblick auf die Realisierbarkeit der Konzepte, in der Zuarbeit von Rahmenbedingungen sowie in der Überführung der Konzepte in umsetzungsfähige Mehrfachnutzung in den jeweiligen Versorgungsgebieten. Schwerpunkt der DREWAG ist die Adaption im Stadtgebiet Dresden. Insbesondere sind im urbanen Raum die Anwendungsfälle in den Bereichen Wirtschaftsverkehr, Stadtverwaltung und Ministerien sowie Carsharing relevant. Schwerpunkt der ENSO NETZ ist die Adaption der Konzepte in der Region Ostsachsen. Insbesondere sind im ländlichen Raum die Anwendungsfälle in den Bereichen Wirtschaftsverkehr, Tourismus und Kommunen relevant. Mit Initiierung der Aktion Verbundauto (AP3) konnten umfassende Untersuchungen zu Potenzial und Realisierbarkeit der Mehrfachnutzungskonzepte in den Arbeitspaketen 1.1, 1.2 und 1.3 durchgeführt werden. Im Folgenden sind die Ergebnisse dieser Analysen dargestellt.

Es wurden von der TU Dresden mehrere Nutzungskonzepte, wie in Abbildung 3 ersichtlich, gegenübergestellt und mit den Projektpartnern DREWAG und ENSO abgestimmt.

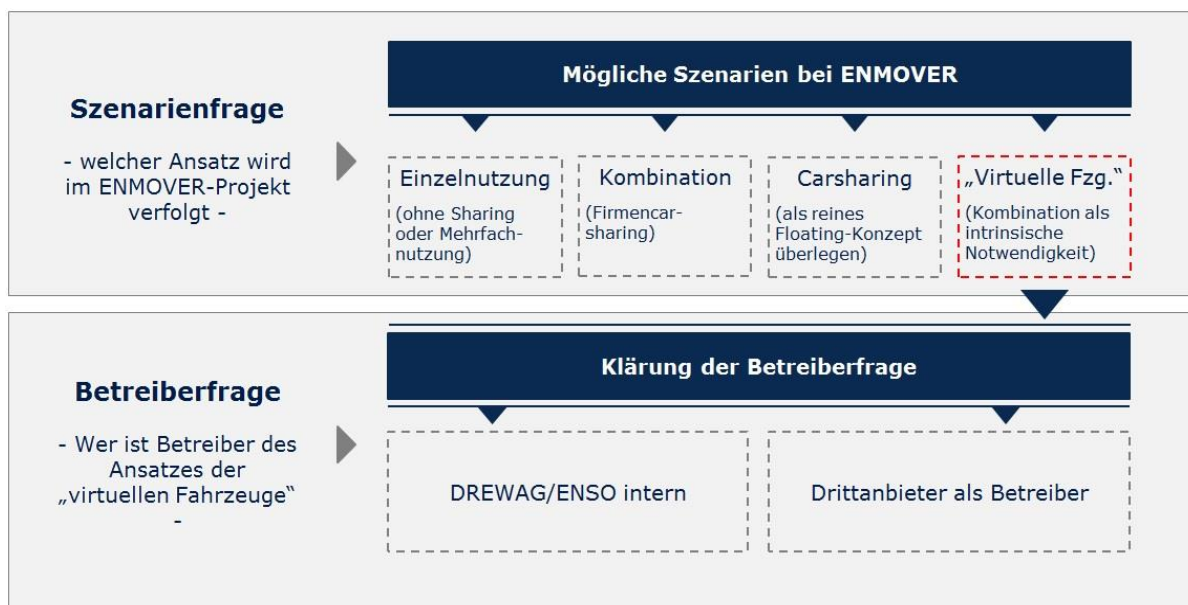


Abbildung 3: Konzeptauswahl

Im Hinblick auf einen wirtschaftlichen Betrieb der eingesetzten Elektrofahrzeuge gilt das Hauptaugenmerk der Fahrzeugauslastung. Geschäftsmodelle mit Vollnutzungsszenarien durch einen Nutzer erfüllen diese Voraussetzung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit tendenziell deutlich weniger. Sharing-Konzepte bieten daher einen grundsätzlichen Anknüpfungspunkt die Auslastung zu erhöhen. Deshalb wird aus Forschungssicht das größte Potential in der Auslastungsoptimierung in Verbindung mit Mehrfachnutzungsszenarien gesehen. Die höhere Komplexität durch die spezifischen Anforderungen

eines Elektrofahrzeuges sind dabei die größten Herausforderungen. Der Lösungsansatz sieht folgendes Vorgehen vor: Jedes der eingesetzten Fahrzeuge wird zunächst einem sogenannten Kernnutzer zugeordnet, dessen Nutzungsverhalten im besonderen Maße an die Besonderheiten des Betriebs von Elektrofahrzeugen angepasst ist. Dazu gehören neben geeigneten Standorten (z.B. vorhandene Ladeinfrastruktur) auch Wegeprofile und Standzeiten, die als Nutzungsparameter zu beachten sind. Als Kernnutzer können Pendler, Touristen oder Unternehmen, die die Fahrzeuge in ihre Flotte integrieren adressiert werden. Ist ein Kernnutzer gefunden bestimmt dieser Nutzungszeiten, die er im Vorlauf von mehreren Wochen reserviert, nach Bedarf jedoch auch (gegen finanziellen Ausgleich) wieder freigeben kann. Durch die lange Vorbuchungsmöglichkeit der Kernnutzer wird Planungssicherheit gewährleistet. Der finanzielle Ausgleich wiederum dient als Anreiz möglichst frühzeitig ungenutzte Slots anderen Nutzern, sogenannten Nebennutzern, auch innerhalb von Kernnutzungszeiten zur Verfügung zu stellen. Um die Kernnutzungszeiten herum werden anschließend Einsatzszenarien für Nebennutzer geprüft. Am Ende verfügt jedes Auto über einen optimierten Nutzerkreis, dessen Nutzungsverhalten möglichst überschneidungsfrei aufeinander abgestimmt ist (siehe Abbildung 3). Gleichwohl erfordert diese Art der Auslastungsoptimierung ein leistungsfähiges Buchungssystem.

Um den Herausforderungen der Elektromobilität hinsichtlich der Ladeinfrastruktur, insbesondere vor dem Hintergrund hoch verdichteter Nutzungszyklen, Rechnung zu tragen kommen im Projekt „virtuelle Fahrzeuge“ (Abb. 3) zum Einsatz. Dabei werden im Vergleich zu herkömmlichen Carsharing-Konzepten keine eindeutig zuordenbaren Fahrzeuge vergeben. Vielmehr werden bei einer Buchung nur bestimmte Fahrzeugparameter (z.B. Größe) und Restreichweite gewährleistet. Der Vorteil dieses Prinzips ist ein hoher Grad an Flexibilität seitens des Betreibers der Flotte. Damit können Fahrzeuge an konzentrierten oder nahegelegenen Standpunkten zwischen den verschiedenen Umlaufsznarien gewechselt werden. Für den Nutzer ist der Wechsel mit keinen Unannehmlichkeiten verbunden. Er muss nur in ein anderes Fahrzeug einsteigen als zuvor. Er fährt demnach nur mit einem anderen Fahrzeug als auf dem Hinweg zurück. Auf unvorhergesehene Ereignisse wie zu geringer Ladestand, aber auch Wartungs- und Reinigungsarbeiten, in denen das Fahrzeug nicht zur Verfügung steht, kann reagiert werden. Auch bei sich überschneidenden „Nutzungsslots“ wie verspäteter Rückgabe kann flexibler reagiert werden.

Letztendlich entsteht ein optimiertes Netz innerhalb, aber auch außerhalb von Agglomerationen mit mehreren Konzentrationspunkten. Vor allem durch die optimierte Auslastung und vordefinierten Kernnutzer bietet ein derartiges System schon bei geringer Flottenzahl ein großes Potential für den wirtschaftlicheren Betrieb von Elektrofahrzeugen.

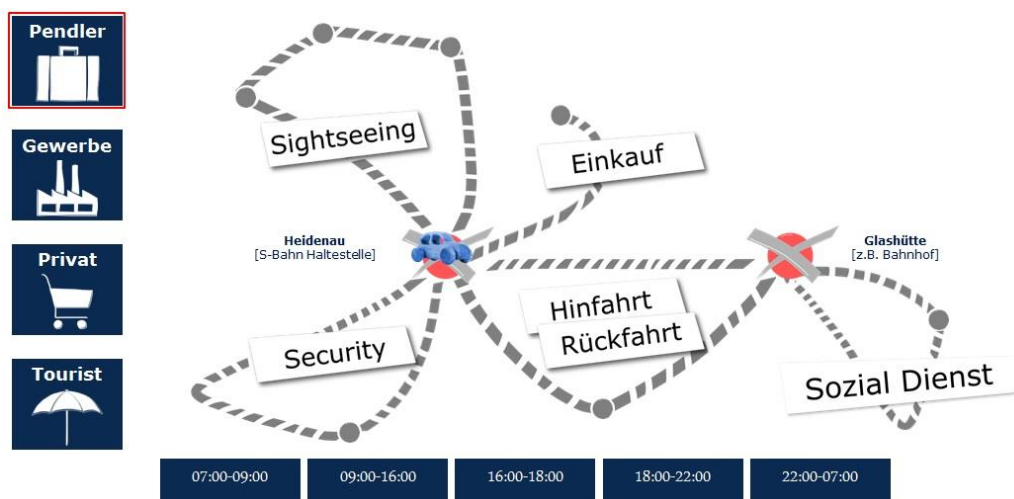


Abbildung 4: Beispielszenario für Konzept der "virtuellen Fahrzeuge"

AP 1.1 - Kombination von betrieblicher und privater Nutzung

Ein Teil der vorhandenen E-Flottenfahrzeuge sollte in betrieblich ungenutzten Zeiten kurzzeitig Dritten zur Verfügung gestellt werden. Hierfür waren Angaben der Nutzer notwendig, um sicherzustellen, dass die Reichweitenreserven der Fahrzeuge keine Einschränkungen mit sich bringen. Folgende Anforderungen an die Nutzer und die vorhandene Infrastruktur lassen sich ableiten bzw. waren folgende Informationen zur Implementierung des Arbeitspakets erforderlich:

- Angabe von detaillierten Fahrtstrecken (Fahrprofile etc.)
- Sichere, zugängliche Standorte und Abstellorte der Fahrzeuge
- Verbindung mit Ladeinfrastruktur
- Mischbetrieb von privater, gewerblicher und öffentlicher Ladeinfrastruktur zur Sicherstellung, dass das Fahrzeug überall geladen werden kann
- Berücksichtigung der Bedürfnisse und Möglichkeiten der Nutzer
 - Angemessene Laufwege
 - Angemessene Ladedauern und erforderlicher Zeitaufwand
 - Bequemlichkeit und Komfort
 - Integration der Fahrtwege und der Übergabe und Übernahme in den Tagesablauf

Für die Umsetzung des Szenarios wurden Daten zu Fahrtstrecken und Abstellorten von den Interessenten erhoben. Aus den resultierenden Daten geht hervor, dass im Stadtgebiet nur wenige Personen die Möglichkeit haben, privat ein Elektrofahrzeug zu laden und daher der Nutzung eher skeptisch gegenüberstehen. Ein umgekehrtes Bild bietet sich in ländlichen Gebieten, so verfügen hier zwei Drittel aller Interessenten über eine private Lademöglichkeit:

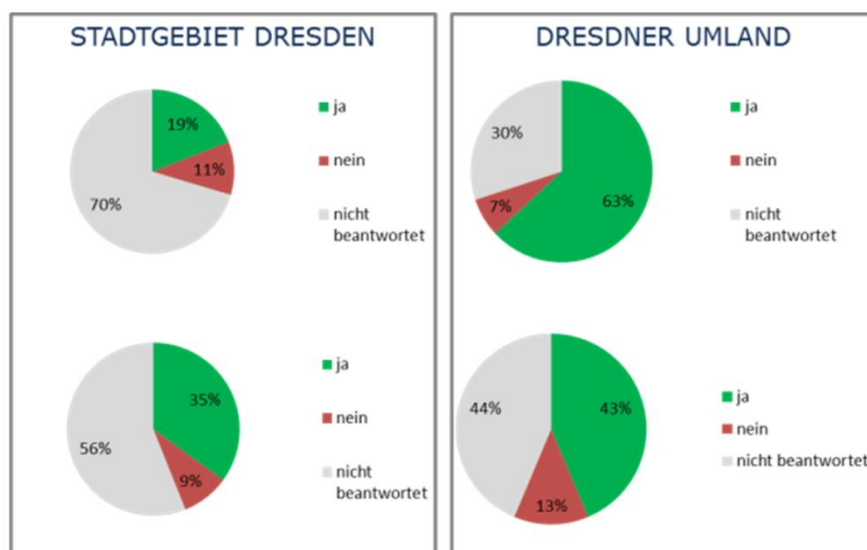


Abbildung 5: Private Lademöglichkeiten im Stadtgebiet Dresden und Dresdner Umland

Aus der Erhebung von Standortdaten entsteht ein verorteter Bedarf an Ladeinfrastruktur, da aus Kundensicht eine Lademöglichkeit am Abstellort des Fahrzeugs gegeben sein sollte. Die Heatmap in Abbildung 5 zeigt dies exemplarisch für das Stadtgebiet Dresden. Zudem sind auf der Karte die bisherigen öffentlichen Ladestationen verzeichnet.

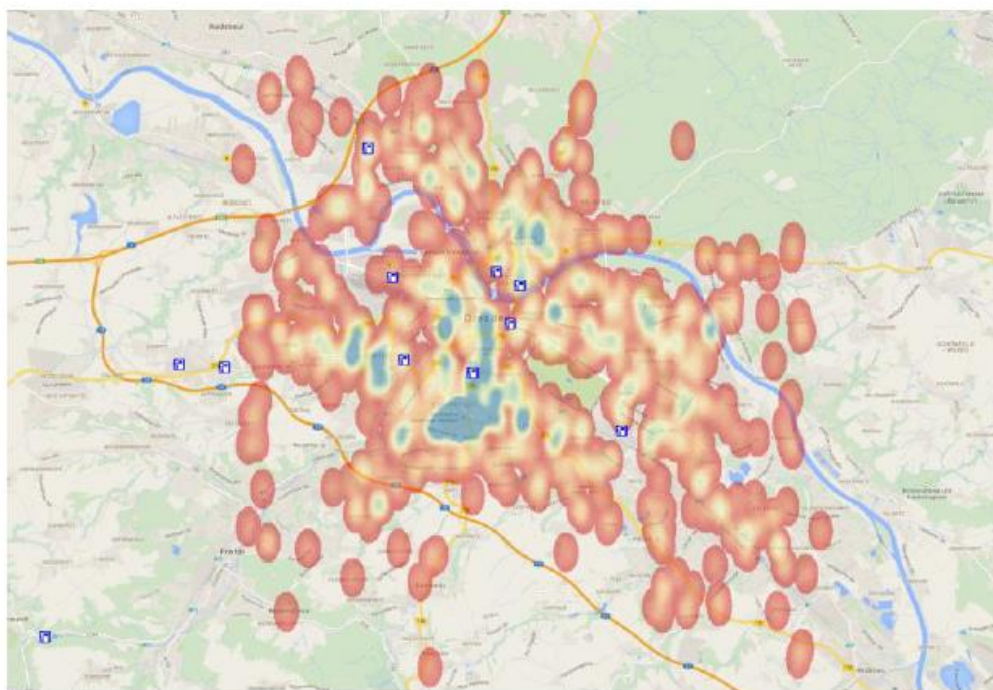


Abbildung 6: Heatmap zum Bedarf an Ladeinfrastruktur

Wie dargestellt, resultiert ein erhöhter Bedarf vor allem in Innenstadtlagen und dicht besiedelten Wohngebieten, besonders im Bereich der Universität, des Altmarkts und der inneren Neustadt. Weiter sind auch Gewerbegebiete und Zentren öffentlicher Einrichtungen (Uniklinikum, Einkaufszentren) Sammelpunkte. Die Erkenntnisse aus Pendelstrecken und Sammelpunkten wurden genutzt, um die betrieblichen Einsatzszenarien umzusetzen.

AP 1.2 - Mehrfachnutzungsszenarien für den Einsatz im Pendlerverkehr

Aus der Erhebung für die Aktion Verbundauto (AP3) konnten folgende durchschnittliche Pendelstrecken ermittelt werden (siehe Abbildung 7). Die Darstellung unterscheidet zwischen Pendlern in Stadtgebieten und im Umland (Landpendler). Als dritte und vierte Kategorie wurden Ein- und Auspendler von bzw. in die Stadtlage aufgenommen.

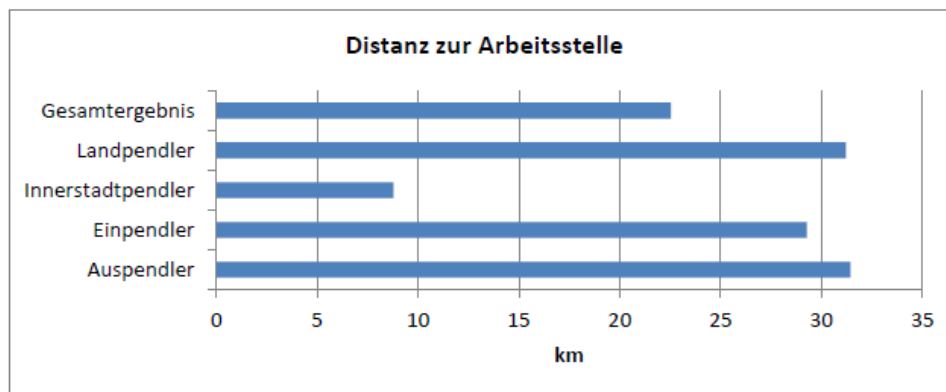


Abbildung 7: Durchschnittliche Pendlerstrecken im Großraum Dresden

Aus den Angaben der Interessenten geht hervor, dass die durchschnittliche Fahrdistanz zwischen Wohn- und Arbeitsort bei den Nutzern des MIV (Motorisierter Individualverkehr) im Mittel 22,5 km beträgt. Dieser Wert unterscheidet sich signifikant zwischen Pendlern in urbanen und in ländlichen Räumen. Folglich ergeben sich aus den zu fahrenden Distanzen keine Einschränkungen für den Einsatz von Elektrofahrzeugen.

Um eine Synchronisation von Nutzung durch Pendler und Gewerbe im Tagesverlauf zu schaffen, ist eine Abstimmung der zeitlichen und räumlichen Bedarfe unter Einbeziehung der Ladezyklen des Elektrofahrzeugs notwendig. Dies macht eine Angabe von festen Nutzungszeiten und eine Vorbuchung von Zeitfenstern für den Zugang zum Fahrzeug durch die Probanden unumgänglich. Eine Zuverlässigkeit seitens der Beteiligten und regelmäßig wiederkehrende Nutzungszeiträume sind zu schaffen. Im Fahrzeugumlauf im Tagesgang muss mindestens eine, besser zwei Lademöglichkeit(-en) vorhanden sein.

Eine Abstimmung der unterschiedlichen Übernahmeorte eines Fahrzeuges unter Einhaltung vertretbarer Laufwege ist notwendig. Abweichungen aus der regelmäßigen Nutzung müssen stetig erfasst und kommuniziert werden. Die Reichweiten der Fahrzeuge müssen im Tagesgang geplant und in die angegebenen Zeitfenster eingetaktet werden. Eine Plausibilität sollte schon bei der Buchung überprüft werden. Die Übergabe der Fahrzeuge muss, um die Plausibilität zu ermöglichen, zeitlich und persönlich ungebunden erfolgen.

AP 1.3 - Nutzungskonzepte für den kommunalen Wirtschafts- und Tourismusverkehr

Die Nutzung von Elektrofahrzeugen sieht die Gestaltung von Routen um die Fixpunkte Hauptbahnhof DD und Moritzburg vor. Dabei soll dem Nutzer ein EV zur Verfügung stehen, welches Vorschläge von Routen über das Navi des Fahrzeugs ausgibt. Der Kunde hat die Möglichkeit zur individuellen Gestaltung. Die Vermarktung soll über die Website des Schösserlandes sowie weitere touristische Partner (TI Dresden, Kulturlandschaft Moritzburg, Schloss Wackerbarth, Hotels etc.) erfolgen. Weiterhin ist die Etablierung einer zentralen Clearing-Stelle zur Abwicklung und Abrechnung (z.B. TI Dresden oder unabhängiger Dritter) angedacht. Die Verantwortung der Fahrzeuge erfolgt über ENSO/DREWAG. Einige Produktideen welche realisiert werden können sind im Folgenden dargestellt (siehe Abbildung 8).

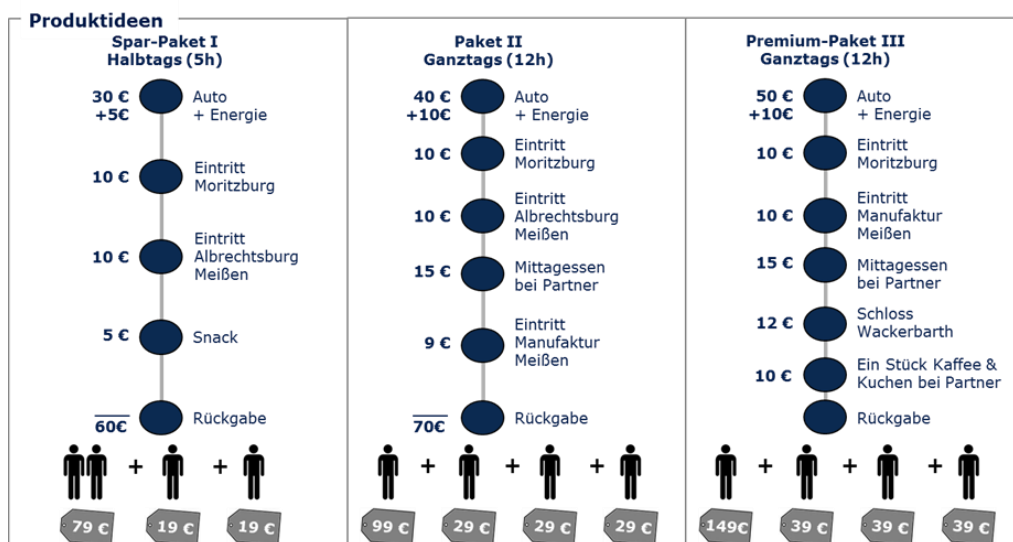


Abbildung 8: Produktideen zur touristischen Nutzung

Diese Konzepte für individuelle Halb- und Ganztagestouren zur Erkundung von Sehenswürdigkeiten im Dresdner Umland mit einem zur Verfügung gestellten Elektrofahrzeug wurde verschiedenen Anbietern aus dem touristischen und kommunalen Bereich vorgestellt. Zudem wurde mit weiteren Partnern zur zeitweisen Übernahme eines Elektrofahrzeugs und zum Einsatz im kommunalen Bereich gesprochen.

Ziel war dabei die Schaffung eines eigenständigen, für den Kunden als Komplettangebot wahrnehmbaren Produkts. In diesem soll das Fahrzeug, welches mindestens für zwei Personen ausreichend dimensioniert ist und ausreichend Reserve für die ganztägige Erkundung bietet, nahtlos integriert werden. Auf kommunaler Ebene soll das Fahrzeug in der Lage sein, alle notwendigen dienstlichen Wege, die im Tagesverlauf anfallen, abzudecken. Die individuellen Vorteile ergeben sich aus den Vorzügen des Einsatzes von lokal emissionsfreien Elektrofahrzeugen: Entlastung der Infrastruktur durch Reduktion der Pendler- und Dienstverkehre

- Weniger Lärm, Abgase, Stau
- Reduktion des benötigten Parkraums
- Innerortsanbindung für Pendler gegeben
- Reduktion von CO₂-Emissionen, Kraftstoffverbrauch
- Verbesserung ökologischer Kennziffern

Das Interesse bei den Akteuren war bei Nachfrage hoch. Der Fokus lag auf Tourismusverbänden und touristischen Trägern. Mit verschieden in Dresden und Umgebung wurden Gespräche geführt und einige Erprobungen durchgeführt.



Abbildung 9: Potenzielle Partner in touristischen Szenarien

Die als großes Testszenario geplante Kooperation mit der Stadtinformation als zentralen Anlaufpunkt für Touren ins Umland scheiterte leider trotz immensen Aufwänden von Seiten der industriellen Konsortialpartnern. Ursachen lagen nicht im wirtschaftlichen Modell oder rechtlichen Fragestellungen. Vielmehr zogen sich Vertragsverhandlungen parallel zur technischen Realisierung über ein Jahr hin. Dafür wurden u. a. Änderungen des Geschäftszweckes bei den Projektpartnern durchgeführt um eine Realisierung zu ermöglichen. Bis zum Ende der Projektlaufzeit konnte mit dem Tourismusanbieter kein gemeinsamer Vertrag geschlossen werden.

AP 1.4 – Anpassung der Fuhrparkbewirtschaftungssysteme (DREWAG, ENSO NETZ)

Folgende Anpassungsschwerpunkte des Fuhrparkverwaltungssystems wurden wie geplant im Projekt umgesetzt:

- Vereinheitlichung des Fahrzeugpoolsystems bei DREWAG und ENSO: Einführung des Fahrzeugpoolsystem von INVERS bei ENSO
- Buchungssystem für Dritte zugänglich machen: Einrichtung eines Internetzugangs zum Buchungssystem
- Einrichtung einer 24/7-Fahrzeugaus- und -rückgabe an Keymanager an verschiedenen Betriebsstandorten (ausbaubar)
- Vernetzung der Fahrzeuge: Automatisierung der Fahrdatenübermittlung per Bordcomputer zur Auswertung der Fahrzeugauslastung

Mit der Anpassung und Vereinheitlichung des Fuhrparkmanagementsystems und der Implementierung eines Keymanager-Systems wurde die Grundlage für mehr Flexibilität und Auslastung der Poolfahrzeuge geschaffen. Durch die Anbindung weiterer Betriebsstandorte neben den Hauptstandorten der DREWAG (World Trade Center Dresden) und ENSO (City Center Dresden) an das einheitliche Managementsystem wurden zusätzliche Fahrzeuge in eine flexiblere Nutzung überführt. Insgesamt befinden sich XXX Fahrzeuge (darunter XXX Elektrofahrzeuge) im gemeinsamen Fahrzeugpool der DREWAG und ENSO.

Mit Einführung eines web-basierten Buchungssystems konnte die Reichweite des Zugriffs auf den Fahrzeugpool gesteigert werden. Damit wurde die Erschließung weiterer potenzieller Nutzer sowie die Umsetzung von Mehrfachnutzungsszenarien über die innerbetriebliche Poolbewirtschaftung hinaus ermöglicht. So werden mittels der Anpassung der Fuhrparkbewirtschaftungssysteme das Mitarbeiter- sowie das Corporate-Carsharing umgesetzt.

Mit Blick auf eine noch bessere Einbindung von Elektrofahrzeugen in den Poolbetrieb, werden auf Basis der bisherigen Erfahrungen und Untersuchungen dem Bedarf entsprechend weitere Anpassungen der Poolmanagementsysteme umgesetzt. Im Detail ist z. B. zu prüfen, welchen Zusatznutzen eine in das Buchungssystem integrierte Routenplanung unter Berücksichtigung von Reichweiten und Ladezeiten hinsichtlich eines noch effizienteren Pooleinsatzes von Elektrofahrzeuge bringt.

Tabelle 1: Umsetzungsschritte zur Anpassung der Fuhrparkbewirtschaftungssysteme

Termin	Tätigkeit / Ereignis
05/2014	Projektstart – regelmäßige Projektberatung
05/2014	Bestellung Keymanager CityCenter (Hauptstandort ENSO)
05/2014	Bestellung Bordcomputer ENSO
06/2014	Lieferung Bordcomputer ENSO
07/2014	Projektworkshop mit INVERS – Aufgabenstellung / Zeitplan
08/2014 – 02/2015	Einbau Bordcomputer ENSO
10/2014 – 02/2015	Testsystem und Anpassung Produktivsystem

02/2015	Montage Keymanager CityCenter (Hauptstandort ENSO)
02/2015 – 03/2015	Systemtest CityCenter (Hauptstandort ENSO)
03/2015	Inbetriebnahme CityCenter (Hauptstandort ENSO), Start angepasstes System
Ab 04/2015	Anbindung weiterer Standorte (Kesselsdorf, 4 Regionalbereiche)
12/2015	Inbetriebnahme des Standorts Wasserwerk Coschütz
01/2016	Inbetriebnahme des Standorts Kesselsdorf und der 4 Regionalbereiche
03/2016	Erweiterung des Mitarbeiter-Carsharing auf ENSO / ENSO NETZ

AP 1.5 – Einflussanalyse der Batterie-/Fahrzeugnutzung auf die Betriebskosten anhand der entwickelten Szenarien (TUD)

Die Traktionsbatterie eines E-Fahrzeugs stellt die Schlüsseltechnologie bei der Etablierung der Elektromobilität dar. Da sie die teuerste Komponente eines Elektrofahrzeugs darstellt, ist es wichtig, den aktuellen Zustand und die zu erwartende Restlebensdauer zu kennen. Diese Informationen sind sowohl für den Fahrzeugbesitzer sowie Flottenbetreiber als auch für Käufer eines gebrauchten Elektrofahrzeugs interessant.

Im Rahmen dieses AP soll daher zum einen die Belastungen des Speichers während der Mehrfachnutzung erfasst werden und zum anderen geraffte/beschleunigte Alterungstest im Labor durchgeführt werden. Dadurch ist es möglich ein Alterungsmodell zu parametrieren. Des Weiteren soll ein Verfahren zur Online-SOH-Bestimmung (State-of-Health) einer Traktionsbatterie entwickelt werden, welches die Aktualisierung der Modellparameter ermöglicht. Dieses System ermöglicht die bestmögliche Zuordnung der Fahrzeuge zu dem jeweiligen Nutzer.

Bestimmung der Belastungsszenarien

Wie in AP 2.1 beschrieben, wurden die der TU Dresden übergebenen Elektrofahrzeuge mit einem Datenerfassungssystem ausgestattet, welches unter anderem die Aufnahme des SoC-Verlaufs erlaubt. Im Folgenden sind einige dieser Verläufe, welche für die Erstellung passender Alterungszyklen erforderlich sind, dargestellt:

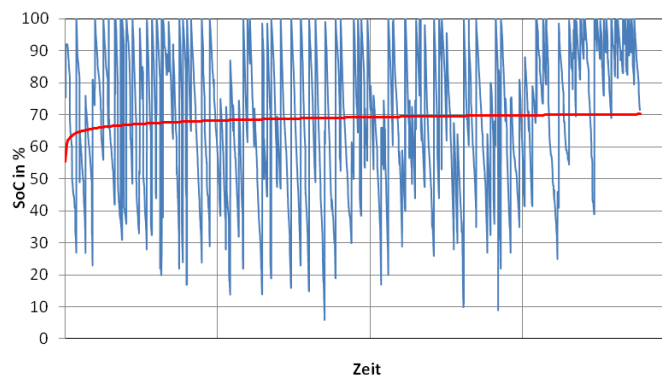


Abbildung 10: SoC - Verlauf eines Verbundfahrzeugs

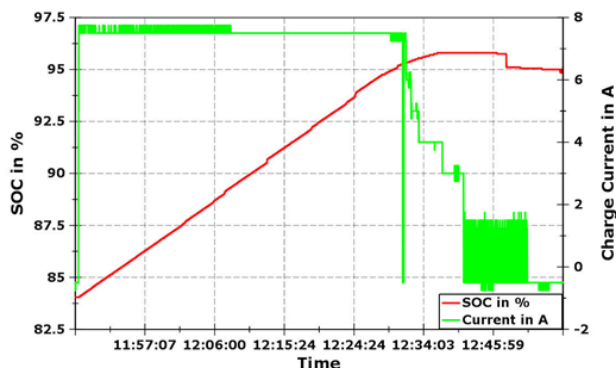


Abbildung 11: Ladeprozess VW e-up!

Schwerpunkt war dabei insbesondere die Untersuchung von Einflussgrößen, welche durch den Planungsprozess beeinflusst werden können. Ersichtlich ist, dass der mittlere SoC bei ca. 70 % liegt, da überwiegend Vollladungen durchgeführt wurden. Der SoC-Hub liegt bei ca. 50 %, da Teilladung aufgrund fehlender Ladeinfrastruktur nur teilweise möglich war (siehe Abbildung 10). Der aktuelle Ladestrom bei einer AC – Station ist wesentlich kleiner als 1C (siehe Abbildung 11). Schnellladestationen standen zu Beginn der Untersuchungen nicht zur Verfügung. Daher wurden höhere Ströme bei der Untersuchung nur teilweise betrachtet.

Aus den Verläufen wurde eine Testmatrix erstellt, welche im Folgenden beschrieben ist.

Erstellung der Versuchsmatrix

In der Testmatrix werden Parameter variiert um deren Einfluss auf die Alterung der Batterie zu ermitteln. Es wurden der SoC-Hub, der mittlere SoC sowie die Temperatur variiert:

Tabelle 2: Versuchsmatrix

Nomenklatur	Temperatur	SOC - Hub	Mittlerer SOC	C-Rate
50H30_40°C	40 °C	30 %	50 %	1 C
70H30_40°C	40 °C	30 %	70 %	1 C
50H100_40°C	40 °C	100 %	50 %	1 C
50H30_20°C	20 °C	30 %	50 %	1 C
60H40_40°C	20 °C	40 %	60 %	1 C
90%_40°C	40 °C	-	90 %	-
50%_40°C	40 °C	-	50 %	-
90%_20°C	20 °C	-	90 %	-

Tabelle 2 beschreibt Standardzyklen, mit denen die Zellen belastet werden. Ein solcher Zyklus ist in Abbildung 12 dargestellt.

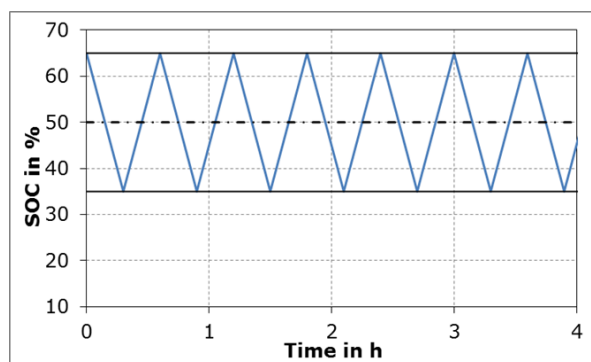


Abbildung 12: Standardzyklus

Nach einer Laufzeit von 4 Wochen wurde ein Referenztest durchgeführt, welcher für die Bestimmung der Kapazität und des Innenwiderstands herangezogen wurde.

Um die relevante Zellchemie zu untersuchen, wurde eine Analyse des geplanten Fuhrparks der Projektpartner durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass ein Großteil der zu beschaffenden Fahrzeuge

Batterien, auf Basis der NMC-Chemie (Nickel-Mangan-Kobalt), besitzen. Einzige Ausnahme ist der Nissan Leaf (siehe Tabelle 3). Es wurden daher 40Ah NMC Zellen für die Untersuchung herangezogen.

Tabelle 3: Geplante Fahrzeuge

Hersteller	BMW	Renault	Volkswagen	Nissan	Daimler AG
Typen- bezeichnung	i3	Zoe	e-Up!	Leaf	E-Smart
Zellchemie	NMC (prismatisch)	NMC (pouch)	NMC (prismatisch)	LMO	NMC (pouch)

Für die Durchführung der Versuche wurde die am Lehrstuhl bestehende Prüfstandlandschaft genutzt (siehe Abbildung 13).



Abbildung 13: Prüfstände

Im Folgenden sind die Ergebnisse dieser Untersuchung dargestellt. Ersichtlich ist der Einfluss des mittleren SoC sowie des SoC – Hub.

Tabelle 4: Degradation der Versuchszellen

Zelle	Kapazitätsverlust	R_{dc} 10s Anstieg	Zyklen/Tage
50H30_40°C	3,55 %	8 %	1650 VZ
70H30_40°C	7,14 %	12,97 %	1640 VZ
50H100_40°C	15,61 %	44,44 %	1445 VZ
50H30_20°C	1,43 %	1,19 %	1704 VZ
60H40_20°C	1,86 %	0,6 %	1683 VZ
90%_40°C	5,92 %	31,5 %	145 Tage
50%_40°C	2,56 %	10,16 %	145 Tage
90%_20°C	2,8 %	15,19 %	145 Tage

Der SoC Hub hat den größten Einfluss. Bei kleinen Hübten überwiegt die kalendarische Alterung. Eine Reduktion des SoC Hub auf ca. 30 % kann die Lebensdauer des Speichers deutlich erhöhen. Eine Reduktion des mittleren SoC kann durch Teilladung erfolgen. Abbildung 14 zeigt diesen Sachverhalt. Dargestellt sind eine kalendarisch und eine zyklisch gealterte Zelle mit gleichen mittleren SoC. Der SoC – Hub beträgt 30 %.

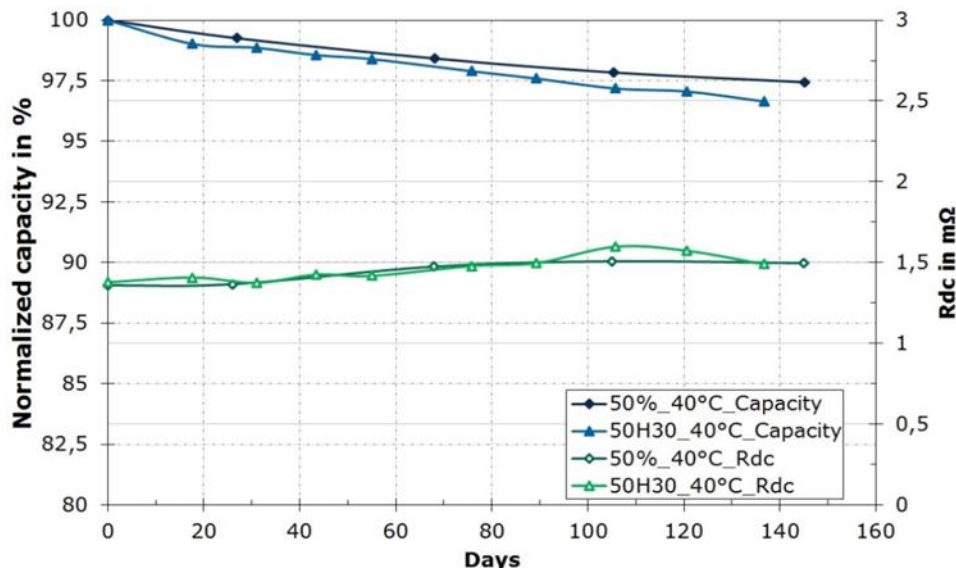


Abbildung 14: Vergleich der zyklischen mit der kalendarischen Alterung

Modellbildung

Für die Modellierung des Verhaltens des Speichers wurde die Modellierungssprache Modelica genutzt. Mittels elektrischen Ersatzschaltbildes konnte das elektrische Verhalten des Speichers simuliert werden (Abbildung 14). Zur Darstellung der Alterung kann der Innenwiderstand sowie die Kapazität variiert werden.

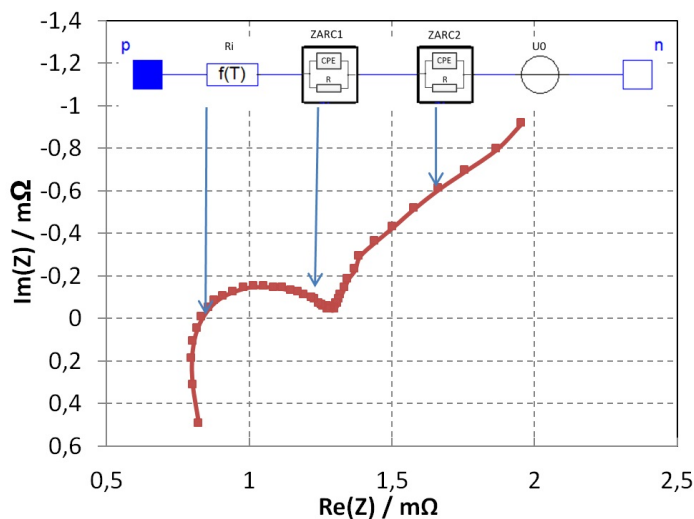


Abbildung 15: Ersatzschaltbild Li-Ionen-Zelle

Um die Alterung in Abhängigkeit der Einflussgrößen zu simulieren wurden die Degradationserscheinungen während der Standardzyklen untersucht. In Abbildung 16 ist dies für den Kapazitätsverlust dargestellt. Die Verläufe können mit folgender Gleichung gefittet werden.

$$C_v = B \cdot \exp\left(\frac{-E_A}{RT}\right) \cdot t^z$$

Dadurch ist es möglich die Schädigung pro Zyklus / Simulationsschritt zu ermitteln.

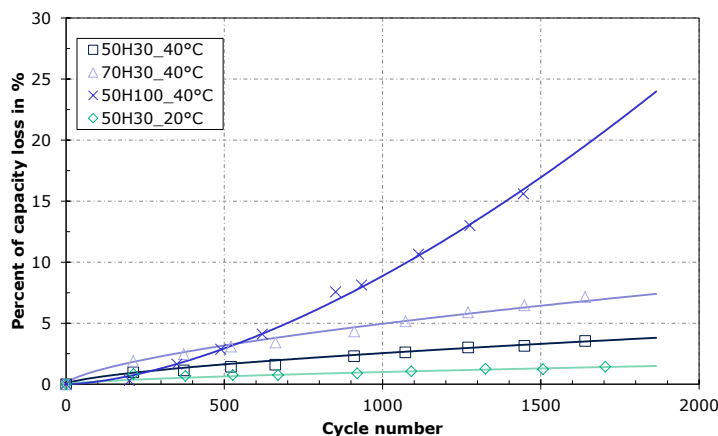


Abbildung 16: Kapazitätsverlust

In Abbildung 17 ist der Ablauf der Parametrisierung und der Modellierung dargestellt. Pro Simulationsschritt wird die Schädigung durch die kalendarische Alterung erfasst. Für die Zyklische Alterung wird die Schädigung pro Zyklus bestimmt. Durch Addition der Schädigungen kann der aktuelle SoH ermittelt werden.

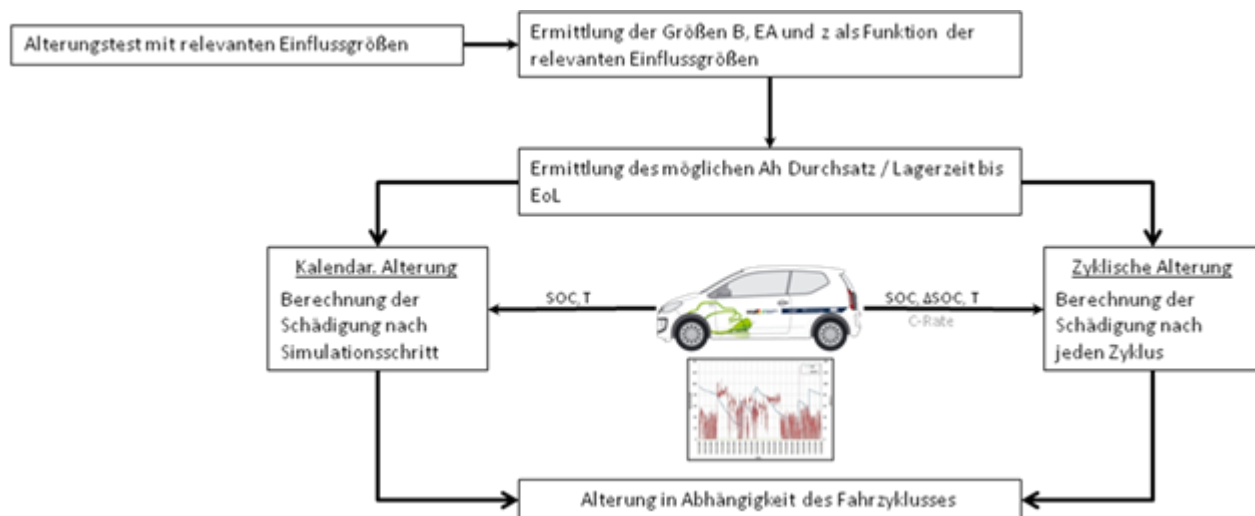


Abbildung 17: Funktion Modell

Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass für ein exaktes Modell sehr viele Messungen durchgeführt werden müssen. Weiterhin sind Zellen nicht identisch, sodass mit Abweichungen zu rechnen ist. Daher

wurden Messmethoden erprobt, mit denen der SoH schnell ermittelt und das Alterungsmodell „kalibriert“ werden kann.

Verfahren zur SoH-Bestimmung

Das SoH-Bestimmungsverfahren besteht aus mehreren Messmethoden, welche abhängig vom Betriebszustand des Fahrzeugs zum Einsatz kommen.

Folgende Methoden wurden untersucht:

Tabelle 5: Gegenüberstellung Verfahren

Verfahren		Eigenschaften						
		Geschwindigkeit	Zeitflexibilität	Genauigkeit	Messfrequenz	Leistungsverlust	Sensorik-Anforderung	Kosten
Kapazitätsmessung	ICA-Verfahren	○	□	●	DC	○	●	○
	DVA-Verfahren	○	□	●	DC	○	●	○
	Ruhspannungsverfahren	□	□	○	DC	□	○	□
Widerstandsmessung	EIS-Verfahren	●	○	●	AC (1 kHz)	□	●	●
	DC-Entladungsverfahren	●	○	○	DC	□	●	○

●: hoch ○: normal □: niedrig

Ein Verfahren soll im Folgenden näher beschrieben werden. Das Ruhspannungsverfahren ist ein Verfahren für die Kapazitätsbestimmung. Das Prinzip beruht darauf, dass sich die Ruhspannungsverläufe der Lithium-Ionen-Zellen nur gering vom Alterungszustand beeinflusst werden. In Abbildung 18 sind die Ruhspannungskennlinien von unterschiedlich gealterten Zellen (LiFePO_4) dargestellt. Die Messungen wurden alle bei der Raumtemperatur 25°C und mit der LIM Methode durchgeführt. Alle Zellen weisen einen identischen Verlauf auf. Dadurch kann ausgehend von einem Startpunkt P1 die reale Kapazität der Zelle durch Ladungsänderung bestimmt werden. Nach der Ladungsänderung kann die Spannung im Punkt P2 gemessen werden. Bei einer neuen Zelle liegt dieser näher an P1.

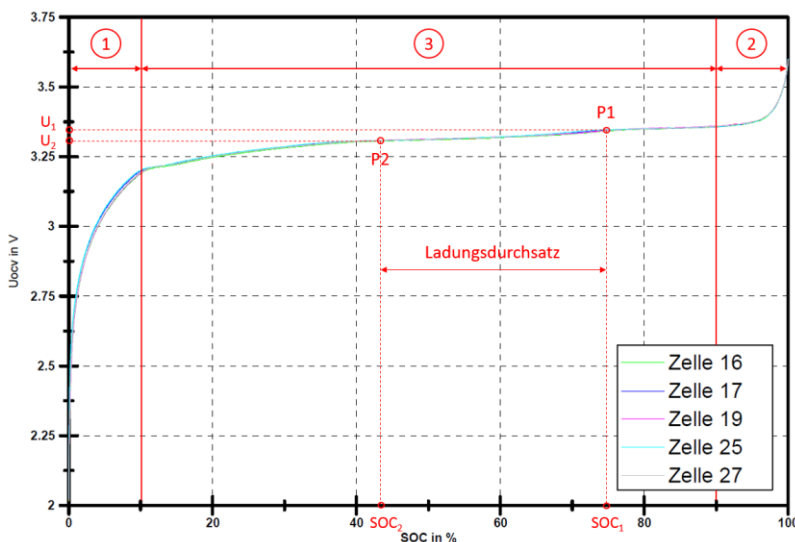


Abbildung 18: Ruhspannungsverfahren

Die Prototypische Umsetzung der Methoden wurde mittels HiL-Prüfstand durchgeführt, wobei ein NI cRIO als BMS genutzt wurde. Als Versuchsträger wurden LiFePO₄ und NMC Zellen genutzt. Die ermittelten Werte konnten für die Kalibrierung des Alterungsmodells herangezogen werden, welches mittels NI VeriStand eingebunden wurde.

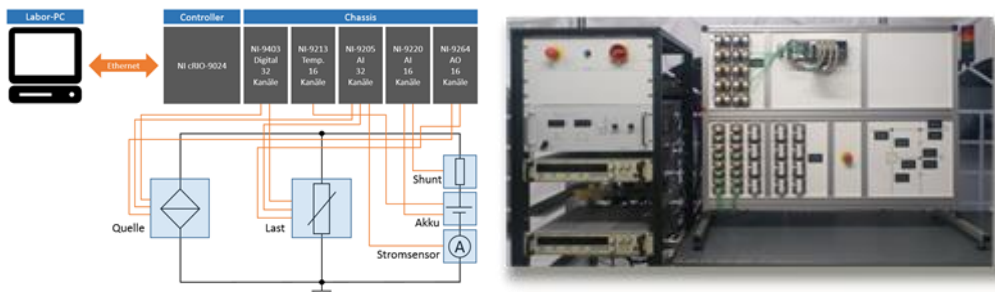


Abbildung 19: Prüfstand zur SoH-Bestimmung

Die relative Abweichung des Online-SOH-Bestimmungsverfahrens (Kombination aller Verfahren) liegt bei max. 3,39 % und stellt damit eine Optimierungsmöglichkeit des Modells dar, welches abhängig von der Parametrierung eine Abweichung bis zu 15% aufweisen kann.

Fahrerklassifizierung

Ziel der Fahrerklassifizierung ist die Reduktion der Reichweitenreserve und damit die Anhebung der Nutzerzahl). Hierzu wurden mit Hilfe des K-Means-Cluster-Algorithmus der "Standard-Fahrer" und dessen Verbräuche bestimmt. Anschließend konnten die Abweichungen zu diesen Fahrer und einen beliebigen weiteren Fahrer ermittelt werden. Das Ergebnis ist eine Benotung des Fahrers, wie sie im Folgenden zu sehen ist.

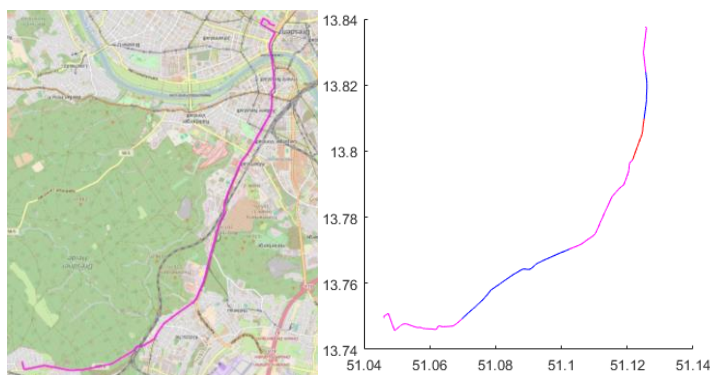


Abbildung 20: Fahrerklassifizierung

Blau stellt das Optimum da und Rot einen schlechten Fahrstil. Dem Buchungssystem kann die Benotung eines Fahrers übergeben werden und bei der Ermittlung der benötigten Reichweite genutzt werden.

Arbeitspaket 2 – Beschaffung der notwendigen Investitionsgüter und Materialien

AP 2.1 - Anschaffung Fahrzeuge

DREWAG / ENSO NETZ:

Nach anfänglichen Lieferschwierigkeiten seitens der Fahrzeughersteller in 2013 und 2014, die unter anderem die Verlängerung der Projektlaufzeit auf den 30.06.2016 notwendig gemacht hat, konnte in 2015 die Beschaffung aller geplanten Elektrofahrzeuge abgeschlossen werden. Insgesamt wurden 35 Elektrofahrzeuge im Rahmen des Projektes beschafft.

Tabelle 6: Übersicht Beschaffung Elektrofahrzeuge

Fahrzeugtyp	DREWAG			ENSO NETZ		
	Soll	Ist	Plan	Soll	Ist	Plan
VW e-up	8	8	0	4	4	0
Nissan Leaf	3	3	0	-	-	-
Renault Zoe	3	3	0	4	4	0
BMW i3	4	4	0	8	8	0
VW e-Golf	-	-	-	1	1	0
Gesamt	18	18	0	17	17	0

Die Integration der Elektrofahrzeuge in die Flotte der Unternehmen wurde erfolgreich umgesetzt. Die Fahrzeuge sind bei den Nutzern akzeptiert und werden bevorzugt verwendet.

Vor dem Hintergrund der Reichweitenbeschränkung und Ladedauern ist jedoch eine fundierte strategische Einsatzplanung im Vorfeld, sowohl bei der Poolnutzung als auch bei dauerhaftem Einsatz in bestimmten Betriebsbereichen, notwendig. Das regelmäßige Laden der Fahrzeuge findet i. d. R. an den Poolstandorten zwischen den Einzelfahrten aber v. a. außerhalb der Dienstzeiten statt.

Der elektrifizierte Unternehmensflottenteil des inzwischen gemeinsamen Fuhrparks der DREWAG und ENSO umfasst gegenwärtig mit den Anschaffungen im Rahmen des Projektes ENMOVE 76 Elektrofahrzeuge. Mittelfristig wird der weitere Ausbau auf 10 Prozent des Kraftfahrzeugbestandes (aktuell ca. 900 Fahrzeuge) angestrebt. Damit tragen DREWAG und ENSO zur Reduzierung des Schadstoff- und CO₂-Ausstoßes der Fahrzeugflotte bei.

Technische Universität Dresden:

Seitens der TU Dresden wurde aufgrund der sehr kurzen Lieferzeit, ein VW e-up!, welcher als Referenzfahrzeug genutzt wurde, beschafft. Die Auslieferung erfolgte in der 11. KW 2014. Das Fahrzeug wurde mit Messtechnik ausgestattet, welche im Folgenden beschrieben wird.

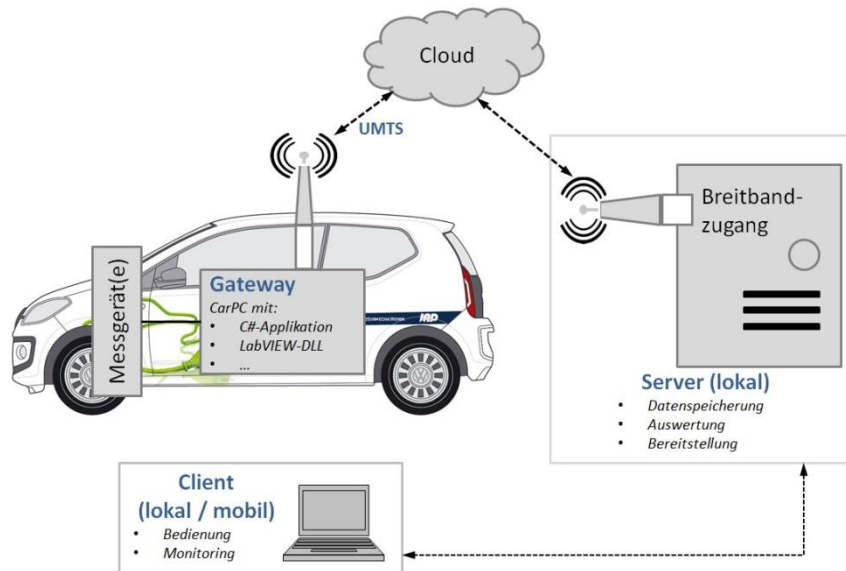


Abbildung 21: Messwerterfassung/-übertragung mittels Gateway-Client-Server Architektur

Kernbestandteil des Messsystems ist ein automotiv tauglicher, lüfterloser PC, welcher die Anbindung weiterer Messhardware, insbesondere zum Aufzeichnen der elektrischen Ströme, zulässt. Damit ist es möglich, Belastungszyklen für die Untersuchung der Speicher zu erstellen. Zum Filtern und Senden der gesammelten Daten kommt eine Gateway-Client-Server Architektur zum Einsatz, deren Funktionen in Abbildung 21 dargestellt sind. Die Daten werden analog zu denen der Testflotte per UMTS an einen am Institut für Automobiltechnik Dresden (IAD) der Technischen Universität aufgebauten Server gesendet und liegen dort zur Auswertung bereit.

Die Hardware konnte aufgrund des zweistufigen Ladebodens im Kofferraum ohne größere Einschränkung der Nutzbarkeit installiert werden (Abbildung 22).



Abbildung 22: CarPC

Aufgrund der nicht Verfügbarkeit der CAN-DBC werden die Daten ausschließlich über externe Sensorik ermittelt.

Folgende Daten können so aufgezeichnet werden:

- Standort und Fahrtstrecke (GPS)
- Ladezustand der Batterie (SOC)
- Geschwindigkeit
- Außentemperatur
- Strom an LV (12V Ebene)
- Strom an Klimakompressor und Drehstromantrieb
- Strom aus HV Batterie

Als Versuchsflotte zur Erprobung der Mehrfachnutzung wurden zudem 5 Elektrofahrzeuge an die Technische Universität Dresden durch die Projektpartner ENSO und DREWAG übergeben. Hierbei handelt es sich um drei VW e-up! und zwei BMW i3, welche an Privatnutzer, Kommunen und Firmen übergeben wurden. Nach einer Versuchszeit von 3 - 4 Monaten fand ein Wechsel der Nutzergruppen statt. Um die Probanden bei der Dokumentation ihrer Fahrten zu entlasten, wurde der Großteil der Flotte mit einem Telemetriesystem ausgestattet. Dieses besteht aus einem Smartphone und einem OBD-Adapter der Firma INATRONIC mit ECE-Prüfzeichen. Hierdurch ist es möglich, neben den gefahrenen Routen, die Außentemperatur, die Geschwindigkeit und den Ladezustand (SOC, State of Charge) aufzuzeichnen. Des Weiteren wurden folgende Funktionen zum koordinierten Ablauf mittels eigener Software auf dem Smartphone implementiert:

- Nutzerauthentifizierung, Buchungsbestätigung,
- Meldung von Problemen im Ablauf (Defekt, Unfall, Verspätungen),
- Bestätigung des Abstellorts und Benachrichtigung für Folgenutzer.

Die erhobenen Daten dienen vorrangig als Eingangsparameter für das im Projekt entwickelte Buchungssystem. Darüber hinaus kann untersucht werden, inwiefern die bestehende Ladeinfrastruktur für die Mehrfachnutzung geeignet ist.

Diese Lösung funktioniert aktuell leider nur beim VW e-up! und beim BMW i3 mit REX. Beim BMW i3 ohne REX hingegen wird kein OBD unterstützt. Für die zwei BMW i3 in der Flotte konnten daher nur Geschwindigkeit und Position erfasst werden. Daten wie SOC mussten über das Mobilitätstagebuch erfasst werden. Für das im Projekt entwickelte Buchungssystem sind dies ausreichende Eingangsparameter (AP 3). Für detailliertere Betrachtungen kommt das Referenzfahrzeug zum Einsatz. Während der Testphase kam es öfters vor, dass besonders technisch affine Probanden Änderungen an der Messtechnik vornahmen, sodass auf ein System aus dem Projekt EMID zurückgegriffen wurde, welches im Fahrzeug integriert wurde und nicht vom Nutzer beeinflussbar ist. Dadurch war es möglich Synergien der beiden Förderprojekte zu nutzen und die Testflotte von insgesamt 6 Fahrzeugen auf 20 zu erweitern. Die Fahrzeuge für die Probanden wurden zudem mit einem Zugangssystem von carzapp ausgestattet, sodass ein schlüsselloser Zugang möglich ist. Insbesondere letzteres System verursachte Komplikationen im Zusammenspiel mit der Bordelektrik, da Ruheströme eine zusätzliche Belastung für die 12V-Batterie des Fahrzeugs darstellten, sodass es zum zweimaligen Ausfall eines Fahrzeugs kam. Folglich wurde eine Rekalibrierung der zusätzlichen Devices vorgenommen, um die Belastung zu reduzieren. Es bleibt festzuhalten, dass eine fahrzeugherstellerseitige Definition von Schnittstellen zu bereits vorhandenen Fahrzeugfunktionen über eigene Portale (Remote-Abfrage des Fahrzeugstatus wie Ladezustand, Ortung, Türen/Fenster geschlossen) für Drittanwendungen wünschenswert wäre, da die Nachbildung den Einbau weiterer Geräte, die Redundanzen und zusätzliche Fehlerquellen schaffen erforderlich machen, nur um bereits vorhandene Funktionen auf externen Anwendungen zu ermöglichen (bspw. das Anzeigen von Standort und SoC in einer eigenen Buchungsplattform).

AP 2.2 – Ausbau der Ladeinfrastruktur

DREWAG:

Der Ladeinfrastruktur-Aufbau wurde mit den Grundsatzuntersuchungen der TU Dresden in AP 1 verprobt und mit den laufenden städtischen Standortwahlkonzepten abgeglichen, um Fehlentscheidungen bei der Standortwahl zu vermeiden und bedarfsgerecht auszubauen.

Hinsichtlich der städtischen Standortwahlkonzepte wurden seitens des Dresdner Stadtplanungsamtes Planungsmaßnahmen zu Errichtung von sog. Mobilitätspunkten¹ durchgeführt. Der Baubeginn konnte jedoch nicht mit der Laufzeit von ENMOVE synchronisiert werden. Die prototypische Erprobung der technischen Lösung (Mobilitätspunkte) konnte am Standort KW Reick im Projekt erfolgreich umgesetzt werden.

Für die Aktion „Verbundauto“ der TU Dresden wurde im Stadtgebiet auf vorhandene Lademöglichkeiten zurückgegriffen und keine zusätzliche Ladeinfrastruktur errichtet.

Die von der TUD vorgeschlagenen Zubaustandorte: Waldschlösschen, World Trade Center, Bühlau konnten aufgrund administrativer Hindernisse² nicht umgesetzt werden. Alternativ wurden dafür die Standorte Wasserwerk Dresden Coschütz, „Prager Spitze“ und Neumarkt/QF-Park ausgewählt (siehe Schreiben vom 26.10.2015 - Stellungnahme zum Ausbau von Ladestationen).

	Summe (ungewichtet)
WTC Freiburger Str.	19
Waldschlösschen, Landesdirektion	17
Friedrichstadt GVZ, Krankenhaus, B6	16
Albertplatz, DVB- Gebäude	16
P+R Prohlis	15
Schillerplatz	15
Bühlau, Endhaltestelle 11	14
Kesselsdorfer Str., HSt Tharandter Str.	13
Waldschlösschen- brücke, Uniklinik	13
Enderstr., Seidnitz- Center	13
Wasaplatz	12
Lohrmanstr., Reick	12

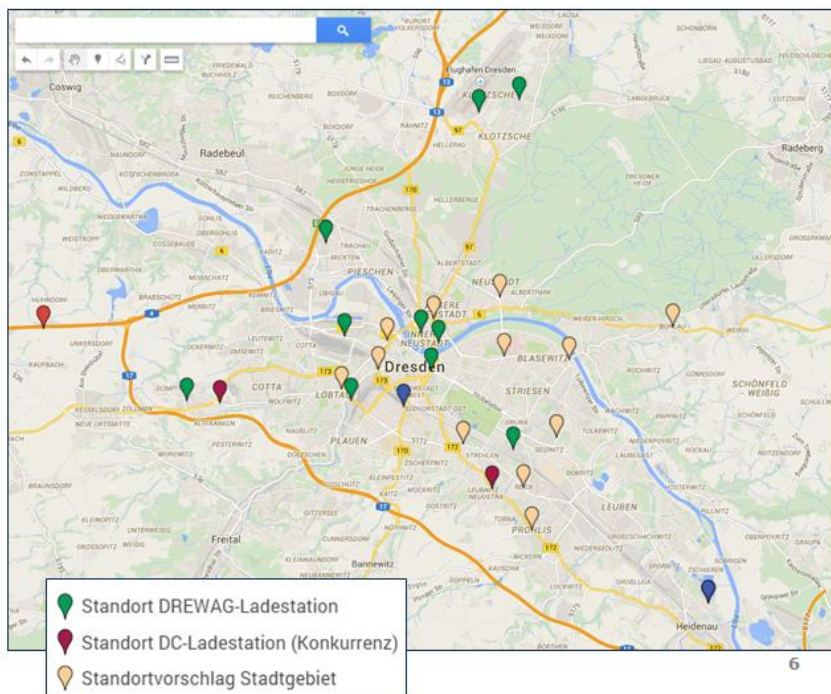


Abbildung 23: Standortübersicht Dresden

¹ An zentralen Orten sollen Mobilitätspunkte entstehen, die neben den klassischen Verkehrsmitteln wie Auto, Bus und Bahn alternative Angebote wie Car-Sharing, Elektromobilität oder Meeting-Points ermöglichen, unter Nutzung eines betrieblichen und kommunalen Mobilitätsmanagements.

² Kommunale Verwaltung hatte aufgrund der höherpriorisierten Aufgaben zur Migrantenunterbringung keine Bearbeitungsressourcen

Neben den Standortempfehlungen der TU Dresden wurden zugleich auch Empfehlungen zur Steigerung der „Intelligenz“ der in Gebrauch befindlichen Ladeinfrastruktur herausgearbeitet, um die Anbindung an ein Lademanagement bzw. einem aktiven Standplatzmanagement zu ermöglichen.

Diese Zielstellung sollte sowohl mit marktzugänglichen Produkten, als auch mit den derzeit technischen und technologischen Möglichkeiten der DREWAG/ DREWAG NETZ umgesetzt werden.

Auf Basis dieser Sachlage wird im Projekt ENMOVE folgende Vorhaben letztendlich bearbeitet/realisiert:

Tabelle 7: Ladeinfrastrukturausbau DREWAG in ENMOVE (öffentlich)

Bezeichnung	Einheit	Ladestation Soll	Ladestation Ist	Ladestation Plan
AC-Ladestationen/ Sächs. Staatskanzlei	Anzahl [St]	1	1	
AC-Ladestationen/ Sächs. Wirtschaftsförderung	Anzahl [St]	1	1	
AC-Ladestationen/ EBZ	Anzahl [St]	1	1	
AC-Ladestation/ Schlosspark Pillnitz	Anzahl [St]	1	1	
AC-Ladestation Teilauto Dresden Neustadt	Anzahl [St]	1	1	
AC-Ladesäule Neumarkt/QF-Park	Anzahl [St]	1	0 ³	
gesamt		6	5	

Tabelle 8: Ladeinfrastrukturausbau DREWAG in ENMOVE (nicht öffentlich)

Bezeichnung	Bez. Plan/Ist	Ladestation Soll	Ladestation Ist	Ladestation Plan
AC-Ladestation/ DREWAG Garage Reick	Anzahl [St]	2	2	
DC-Ladestation / DREWAG PP Reick	Anzahl [St]	1	1	
AC-Ladestation / DREWAG WTC	Anzahl [St]	1	1	
AC-Ladestation DREWAG Nossener Brücke	Anzahl [St]	1	1	
AC-Ladestation Wasserwerk Dresden Coschütz	Anzahl [St]	1	1	
AC-Ladebox Tiefgarage Prager Spitze	Anzahl [St]	1	0 ⁴	
gesamt		7	6	

³ Gehäuseform wurde für den Standort nicht genehmigt (historische Innenstadtkulisse).

⁴ Keine Umsetzung aufgrund fehlender vertraglichen Regelungen

Im Rahmen der „intelligenten Nachrüstung“ an in Gebrauch befindlicher Ladeinfrastruktur, konnte eine Musterlösung an zwei Ladesäulen implementiert werden. Diese erfüllte jedoch nicht die erforderlichen Kriterien, so dass eine Skalierung auf weitere Ladesäulen abgebrochen wurde. Der Grund für diese Maßnahme bestand in der geringen Implementierungstiefe des für diese Zwecke standardisierten Datenprotokolls- OCPP – in den Ladesäulen. Ein Software-Update war nicht möglich, da der Hersteller (nkt) die Produktweiterentwicklung bereits 2014 abgekündigt hatte. Umfangreiches reverse engineering konnte diese Situation nicht heilen, so dass die Entscheidung zum roll out Abbruch zwangsläufig erfolgen musste.

Für die Errichtung von DC-Schnellladeinfrastruktur im Rahmen von ENMOVE wurden entsprechende Voruntersuchungen und Abstimmungen mit Partnern des tangierenden FAST-E Projektes bzgl. potenzieller Standorte durchgeführt. Im Raum Dresden wurden dabei zwei Standorte (Bahnhof Neustadt, Elbepark Dresden) als geeignet eingeschätzt. Aufgrund des hohen Abstimmungsbedarfs mit Liegenschaftsverantwortlichen der Standorte sowie langwieriger Genehmigungsprozesse konnte die Errichtung der DC-Ladestationen nicht mehr im Rahmen des Projektes umgesetzt werden. Für den Standort Bhf. Neustadt wurde inzwischen die Genehmigung erteilt. Die Inbetriebnahme der Station ist im Oktober 2016 geplant.

ENSO NETZ:

Aufbauend auf den in 2013 erarbeiteten Flächen-Infrastrukturplan wurden mittels eines Scoring-Modells die 16 attraktivsten Standorte für Ladeinfrastruktur ausgewählt. Um auch in einer frühen Phase des Markthochlaufes für eine nennenswerte Wahrnehmung von Elektromobilität zu sorgen, wurden zusätzlich für diese 16 Standorte Nutzungskonzepte erarbeitet, die mit den potenziellen lokalen Partnern abgestimmt wurden. Die Nutzungskonzepte sollen eine Mindestauslastung der errichteten Ladeinfrastruktur sicherstellen. Dazu wurden mit den Partnern individuelle Einsatz- und Mobilitätskonzepte entwickelt und Elektrofahrzeuge entgeltlich zur Verfügung gestellt.

Es haben sich innerhalb der Projektlaufzeit fünf realisierbare Projekte ergeben, bei denen die Partner Elektrofahrzeuge einsetzen und eine in diesem Zusammenhang zu errichtende und öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur vor Ort nutzen.

Das Vermarktungskonzept von Ladeinfrastruktur in Kombination mit einem Elektrofahrzeug hat sich hinsichtlich der Auslastung der Ladestationen bewährt und wird über die Projektlaufzeit fortgeführt.

Aus der Abstimmung mit Partnern des tangierenden FAST-E Projektes haben sich vier potenzielle Standorte entlang der Autobahnen in Ostsachsen ergeben, wovon zwei Standorte im Rahmen der Projektlaufzeit realisiert werden sollten. Im Anschluss daran wurde ein Ausschreibungsverfahren zur Lieferung der DC-Schnellladetechnik durchgeführt, woraus ein Bieter hervorgegangen ist. Der Entwicklungsaufwand zur Implementierung unseres kosteneffizienten Ad-hoc-Zugangs- und Abrechnungssystems ist nicht unerheblich, aber im Rahmen des Projektbudget realisierbar. In Anbetracht des Potenzials der Nachverwertung wird die Realisierung als sinnvoll erachtet. Ein separater Antrag zur Mittelumwidmung wurde in 2016 gestellt werden. Bis zum Projektende konnte ein Standort für Schnellladung realisiert werden (A13 – Thendorf).

Tabelle 9: Ladeinfrastruktur ENSO NETZ in ENMOVE (öffentlich)

Bezeichnung	Bez. Plan/Ist	Ladestation Soll	Ladestation Ist	Ladestation Plan
AC-Ladestationen (Q3/14)	Anzahl [St] Termin	6 Q3/2014	6 Q4/2014	
AC-Ladestationen (Q4/14)	Anzahl [St] Termin	1 Q4/2014	4 Q2/2016	
AC/DC-Kombiladestation	Anzahl [St] Termin	4 Q4/2015	2 Q2/2016	
DC-50 kW Schelllader	Anzahl [St] Termin		1 Q2/2016	
Gesamt	Anzahl [St]	11	13	

Technische Universität Dresden:

Im Raum Dresden wurden zum Projektstart vorrangig AC-Ladesäulen mit 16 A Ladepunkten genutzt. Im Rahmen des Projektes ENMOVE soll untersucht werden, inwiefern diese Ladeinfrastruktur erweitert werden muss. Hierzu wurden von der Technischen Universität Dresden eine konzeptoffene Ladesäule von der EASD (EA Systems Dresden GmbH) beschafft, welche unter anderem die folgenden Eigenschaften besitzt:

- Ladepunkte: Schuko, Typ2 (16 A, 16 / 32 A mit automatischer Umschaltung),
- Lastmanagement und Laden mit regenerativen Energiequellen,
- flexibles Authentifizierungssystem: RFID; PIN / TAN; Zeit- und Einmalcodes,
- Webplattform: Abrechnung, Nutzer- und Gruppenverwaltung über Browser,
- Remoteadministration, Fernwartung und Updates,
- Instrumentierung für Forschungs- und Pilotanwendungen



Abbildung 24: Referenzfahrzeug mit Ladesäule

Hierdurch ist es möglich, unterschiedliche Lademodi (Sofortladung, preisoptimiertes Laden, Laden mit regenerativer Energie etc.) und Reservierungsmöglichkeiten zu untersuchen. Ebenso kann erprobt werden, wie etwaige Blockaden der Säulen vermieden werden können. Reservierungen und Auskünfte über die Ladesäule können über eine Smartphone-Applikation realisiert werden. Sämtliche Ladevorgänge

werden aufgezeichnet und an den in Kapitel 3.2 erwähnten Server zur Auswertung gesendet. Des Weiteren können neue Ladestrategien jederzeit erprobt werden (siehe Abbildung 25).

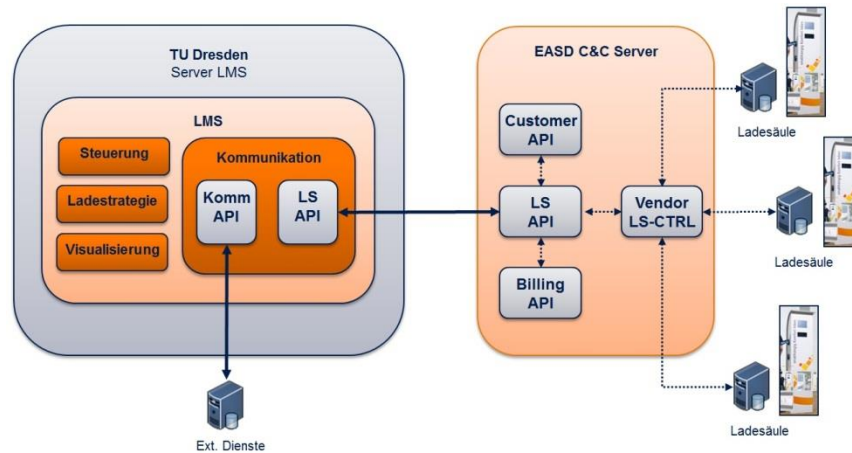


Abbildung 25: Architektur Lademanagementsystem und Interaktion

Da die bestehende Ladeinfrastruktur weitgehend AC-Stationen beinhaltet und somit der Einfluss des Schnellladens auf die Lebensdauer der Batterie sowie die Optimierung der Mehrfachnutzung nicht in ausreichendem Maße untersucht werden konnte, wurde eine DC-Ladestation von Veniox beschafft. Nach anfänglichen Schwierigkeiten bei der Inbetriebnahme konnten alle Funktionen realisiert werden. Unter anderem besitzt die Station die folgenden Eigenschaften:

- Ladepunkte: CCS und CHAdeMO mit 50kW Ladeleistung
- OCPP 1.5,
- Authentifizierungssystem: RFID,
- Webplattform: Abrechnung, Nutzer- und Gruppenverwaltung über Browser,
- Remoteadministration, Fernwartung und Updates



Abbildung 26: Schnellladestation mit Referenzfahrzeug

Beide Ladestationen wurden in den Ladecampus der TU-Dresden integriert. Dieser besteht aus der Ladeinfrastruktur der Projekte ENMOVE, EMID und ECR und ist wie folgt aufgebaut:

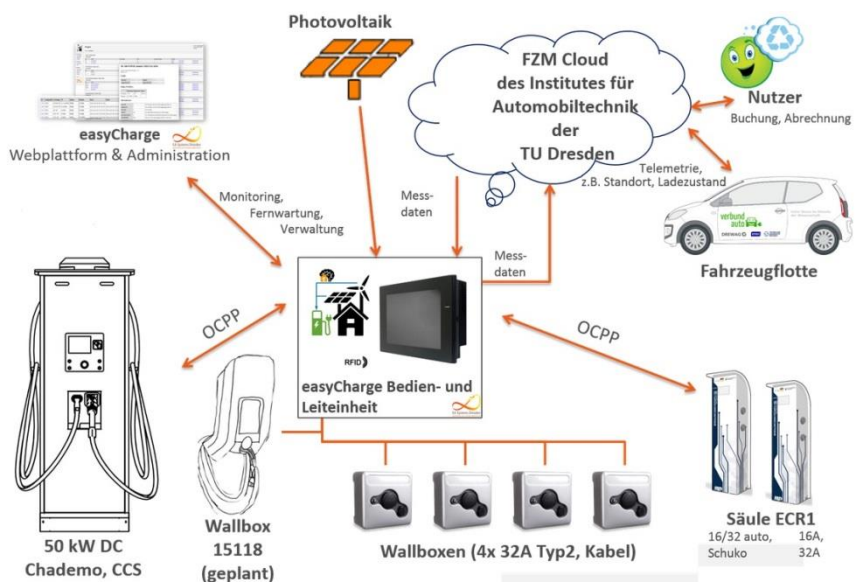


Abbildung 27: Ladecampus TU Dresden

Arbeitspaket 3 - Erprobung von Flottenfahrzeuge in der Mehrfachnutzung

Eine Übersicht der im Projekt realisierten Umsetzungsformen der Mehrfachnutzung ist in Abbildung 28 dargestellt.



Abbildung 28: Umsetzungsformen der Mehrfachnutzung von Elektrofahrzeugen

DREWAG:

Mitarbeiter-Carsharing

Das Mitarbeiter-Carsharing wurde ausgehend vom DREWAG-Fuhrpark auf die Poolfahrzeuge der ENSO und ENSO NETZ erweitert und unternehmensübergreifend für alle Mitarbeiter der DREWAG, DREWAG NETZ, ENSO und ENSO NETZ ermöglicht. Insgesamt stehen 77 Fahrzeuge (darunter 33 Elektrofahrzeuge) vom Kleinwagen bis zum Transporter für das Mitarbeiter-Carsharing zur Verfügung.

Corporate Carsharing

Neben der innerbetrieblichen Nutzung und dem Mitarbeiter-Carsharing wurde über das web-basierte Buchungssystem ein sog. Corporate-Carsharing realisiert. Dabei haben externe Unternehmen und Institutionen Zugriff auf Fahrzeuge der Poolflotte an den jeweiligen Hauptstandorten der DREWAG und ENSO. Dieses Angebot nutzen derzeit die Dresdner Bäder GmbH sowie der Sächsische Bergsteigerbund e. V. Weitere Drittnutzer, wie z. B. an den Standorten ebenfalls ansässige Behörden sollen perspektivisch mit in den Fahrzeugpool eingebunden werden.

Verbundauto

Die DREWAG hat für die Umsetzung der Verbundauto-Aktion über 15 Monate 3 VW e-up! sowie 2 BMW i3 inklusive Vollservice-Paket der TU Dresden zur Verfügung gestellt. Dazu wurden die administrativen und vertragsrechtlichen Voraussetzungen geschaffen. Zusätzlich wurden die zur Verfügung stehenden Online- (Webauftritt) und Offline-Kommunikationsmittel (Kunden- und Mitarbeitermagazine) zur Unterstützung der Bewerberakquise eingesetzt.

Mit der Aktion Verbundauto hat die DREWAG die Erprobung unterschiedlicher Mehrfachnutzungsansätze unterstützt, mit dem Ziel tragfähige Mobilitätskonzepte für verschiedene Anwendergruppen in städtischen und regionalen Räumen sowie im Schnittstellenbereich Stadt-Land zu identifizieren.

ENSO NETZ:

Lokale und regionale Partner

Die mit der TU Dresden für die ländliche Region Ostsachsen entwickelten Mobilitätskonzepte wurden mit regionalen Partnern detailliert und umgesetzt.

In Kooperation mit dem Tourismusverband Sächsische Schweiz wurden Tourismusanbieter der Region Sächsische Schweiz im Rahmen der 12. Tourismusbörse Sächsisch-Böhmische Schweiz angesprochen und informiert. Gemeinsam mit den regionalen Partnern Eisenbahnwelten im Kurort Rathen und der Bad Schandauer Kur- und Tourismus GmbH wurden individuelle Konzepte entwickelt. Die Konzepte sehen vor, den Tourismusanbieter Komplettpakete i. S. v. Elektrofahrzeug, Ladeinfrastruktur und Energie entgeltlich zur Verfügung zu stellen. Die Tourismusanbieter vermarkten dann eigenständig bzw. gemeinsam mit weiteren touristischen Anbietern vor Ort die Fahrzeuge an Touristen zur individuellen und umweltschonenden Erkundung der Region. Das Angebot soll für Besucher die Anreise über den ÖPV attraktiver machen, ohne auf individuelle Mobilität verzichten zu müssen, und Elektromobilität für eine breite Masse erfahrbar machen.



Kommunales Car-Sharing (Bsp. Großarthau)

- Stadtverwaltung als Hauptnutzer des Elektrofahrzeuges
- Bürger können an Randzeiten das Fahrzeug nutzen (Buchung/Zugang per Smartphone-App)



Touristische Nutzungskonzepte im ländlichen Raum (Bsp. Kurort Rathen)

- Vermarktung eines Elektrofahrzeuges durch verschiedene Tourismusanbieter (z. B. Hotels)
- Touristischer Partner vor Ort erhält Komplettpaket und übernimmt zentral Administration



Corporate Carsharing und touristische Vermietung (Bsp. Kurstadt Bad Schandau)

- Mehrfachnutzung durch Bad Schandauer Stadtverwaltung und Kur- und Tourismus GmbH
- zusätzlich Fahrzeugvermietung zu Randzeiten und am Wochenende an Touristen

Abbildung 29: Praktische Umsetzung der Mehrfachnutzung in der Region

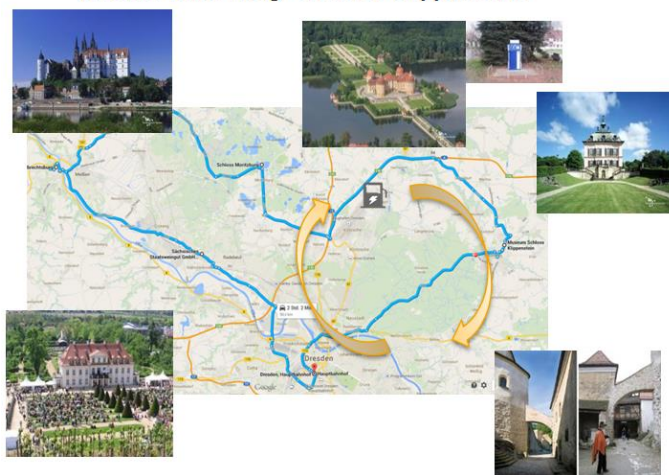
- Gemeinde Großarthau: Gemeinsam mit der Gemeindeverwaltung Großarthau wurde im Rahmen der Verbundautoaktion ein kommunales Carsharing mit einem Elektrofahrzeug umgesetzt. Bei diesem stationären Carsharing hat die Gemeindeverwaltung als Hauptnutzer das Fahrzeug werktags zu den Dienstzeiten genutzt. An den Randzeiten sowie am Wochenende haben zuvor registrierte Nutzer die Möglichkeit gehabt, das Fahrzeug über ein eigens für Elektrofahrzeuge entwickeltes Buchungssystem zu buchen. Nach Ablauf der Verbundauto-Aktion wurde der Kommune die Leistung kommerziell angeboten.
- Eisenbahnwelten im Kurort Rathen: Seit Oktober 2015 erhalten die Eisenbahnwelten ein Komplettpaket bestehend aus Elektrofahrzeug und Energie unter Nutzung der vorhandenen Ladestation am Standort Rathen. Das Fahrzeug wurde bis November 2015 touristisch durch die Eisenbahnwelten vermarktet und wird außerhalb der Saison bis Anfang April 2016 dienstlich bzw. zu Werbezwecken von den Eisenbahnwelten sowie dem Tourismusverband Sächsische Schweiz genutzt. Seit April 2016 wird das Fahrzeug über die Projektlaufzeit hinaus touristisch vermarktet.
- Bad Schandauer Kur- und Tourismus GmbH (BSKT): Das Konzept sieht eine geteilte Nutzung eines Elektrofahrzeuges zwischen der Stadtverwaltung Bad Schandau und der BSKT vor. In der touristischen Saison soll das Fahrzeug über den Tourismusanbieter zusätzlich an Besucher der

Stadt vermietet werden. Aufgrund Lieferverzögerung der Ladeinfrastruktur-Hersteller wurde das Fahrzeug erst März 2016 verschoben.

Für eine touristische Mehrfachnutzung im Umland von Dresden bzw. im Schnittstellenbereich zwischen Stadt und Land sind Konzepte entwickelt und deren Umsetzung vorbereitet worden. Die Verknüpfung von Elektromobilität und Tourismus soll die Nachfrage nach bestehenden touristischen Angeboten steigern und die vorhandene Angebotspalette erweitern, um neue Kundengruppen zu erschließen. Das Mobilitätsangebot soll die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln befördern, zur Verkehrsentslastung beitragen und Elektromobilität einer breiten Nutzergruppe zugänglich machen. Aufgrund zeitlicher Engpässe konnte die Aktion nicht mehr im Rahmen der Projektlaufzeit umgesetzt werden.

Das Konzept sah vor, dass Pool-Elektrofahrzeuge der DREWAG und ENSO eingebettet in touristische Angebote im Raum Dresden und Umland zur Erkundung von Region und Sehenswürdigkeiten vermietet werden. In Kooperation mit der Dresden Information GmbH und dem Schloßerland Sachsen, sollten integrierte Angebote i. S. v. Gesamtdienstleistungen (Fahrzeugmiete + Besuch der Sehenswürdigkeiten + gastronomische Angebote) dem Kunden komfortable Rund-Um-Pakete aus einer Hand bieten bei gleichzeitiger individueller Mobilität (vgl. Abbildung 30).

Schloss Wackerbarth - Schloss Albrechtsburg - Schloss Moritzburg - Schloss Klippenstein



Bildmaterial: © Schloßerland Sachsen

Konzept – Kombination gewerblicher und touristischer Nutzung

- Auslastung von Flottenfahrzeugen durch touristische Ganztages- oder Halbtagestouren in Dresdner Umgebung an Wochenenden und Ferienzeiten
- Kooperation mit Tourismusanbieter um touristische Komplettpakete anzubieten (z. B. Fahrzeug + Sehenswürdigkeiten + Gastro)
- Abwicklung übernimmt Tourismusanbieter an geeigneten Standorten, z. B. Hauptbahnhof

ABER:

- Administration, rechtliche Anforderungen und hohe Versicherungskosten stellen hohe Barrieren dar
- Potenzial und Wirtschaftlichkeit sind in der Praxis nachzuweisen

Abbildung 30: Steckbrief touristische Mehrfachnutzung in Dresden und Umland

Der Fokus des Vorhabens lag auf dem Wirkungsgebiet des Schloßerlands im Umland von Dresden. Am ENSO-Hauptstandort (Dresdner Hauptbahnhof) stationierte Flottenfahrzeuge sollten von (Stadt-)Touristen genutzt werden, um eine Vielzahl touristischer Angebote im Umland individuell zu erschließen. Die Fahrzeuge werden werktags von ENSO betrieblich genutzt und sollten am Wochenende bzw. zu Ferienzeiten touristisch eingesetzt werden. Die Vermarktung der Fahrzeuge sowie das Vertrags-, Übergabe- und Rückgabemanagement sollte der Tourismusanbieter Dresden Information übernehmen. Insgesamt waren zunächst 6 Elektrofahrzeuge vom Typ BMW i3 (RE) zur touristischen Vermarktung vorgesehen.

Der für Mitte 2015 geplante Start der Aktion hat sich aufgrund hoher rechtlicher Anforderungen (Kfz-Zulassungsrecht, Gewerberecht, Handelsrecht) im Zusammenhang mit einer Selbstfahrvermietung von Flottenfahrzeugen zunächst verzögert. Seitens der Konsortialpartner wurden bis August 2015 alle Voraussetzungen zur Selbstfahrvermietung unter hohem Aufwand geschaffen. Dazu zählen, u. a. die Ummeldung und Neuversicherung der Fahrzeuge, die handels- und gewerberechtliche Änderung des Geschäftszwecks und die Klärung administrativer Prozesse.

Die parallel stattgefundenen Vertragsverhandlungen mit dem Tourismusanbieter haben sich aufgrund nicht näher begründeter Verzögerungen notwendiger Zuarbeiten und Nichteinhaltung von Fristen durch

den Tourismusanbieter über ein Jahr gezogen. Eine Umsetzung des Projektes im Rahmen der Projektlaufzeit war damit nicht mehr möglich.

Der wirtschaftliche Nutzen einer Mehrfachnutzung von Flottenfahrzeugen auf Basis einer offenen Selbstfahrvermietung an Dritte ist im Detail zu prüfen. Zur Deckung des einhergehenden administrativen Aufwands sowie der hohen zusätzlichen Versicherungskosten muss ein entsprechendes zusätzliches Erlöspotenzial gegenüberstehen. Die Umsetzung im Projekt sollte u. a. die Frage beantworten, ob die ausschließliche Vermietung der Fahrzeuge am Wochenende abhängig vom tatsächlich erschließbaren Marktpotenzial die zusätzlichen Kosten langfristig auch ohne Förderung decken kann.

Auf Grundlage der zusätzlichen Versicherungskosten im Rahmen der Aktion ist das Konzept unter den gegebenen Konditionen langfristig vermutlich ohne Förderung nicht wirtschaftlich darstellbar.

Es ist festzustellen, dass administrative und rechtliche Rahmenbedingungen als auch eingeschränkte Versicherungsoptionen erhebliche Barrieren für eine Mehrfachnutzung von Flottenfahrzeugen durch Dritte darstellen. Rechtliche Vereinfachungen und bedarfsgerechtere Versicherungskonditionen (z. B. Tarife, die eine zeitlich eingeschränkte Selbstfahrvermietung berücksichtigen) könnten zur Verbreitung der Mehrfachnutzung von Flottenfahrzeugen beitragen.

Technische Universität Dresden:

Verbundauto

Die Aktion Verbundauto, welche in Dresden, dem Dresdner Umland und Ostsachsen verortet ist, war ursprünglich bis zum Jahresende 2015 angesetzt und wurde bis Ende März 2016 verlängert. Diese wurde weiterhin von der DREWAG und ENSO NETZ kommunikativ und administrativ unterstützt. 2015 wie 2016 wurden die zur Verfügung stehenden Onlinemedien (Webseite, ENSO-Blog, ENSO-Newsletter) sowie eigene sowie externe Printmedien (Kunden- und Mitarbeitermagazin, Pressemitteilungen) genutzt, um die Aktion öffentlichkeitswirksam zu begleiten und abzuschließen. Folgende Abbildung stellt das Zusammenwirken der umgesetzten Maßnahmen dar:

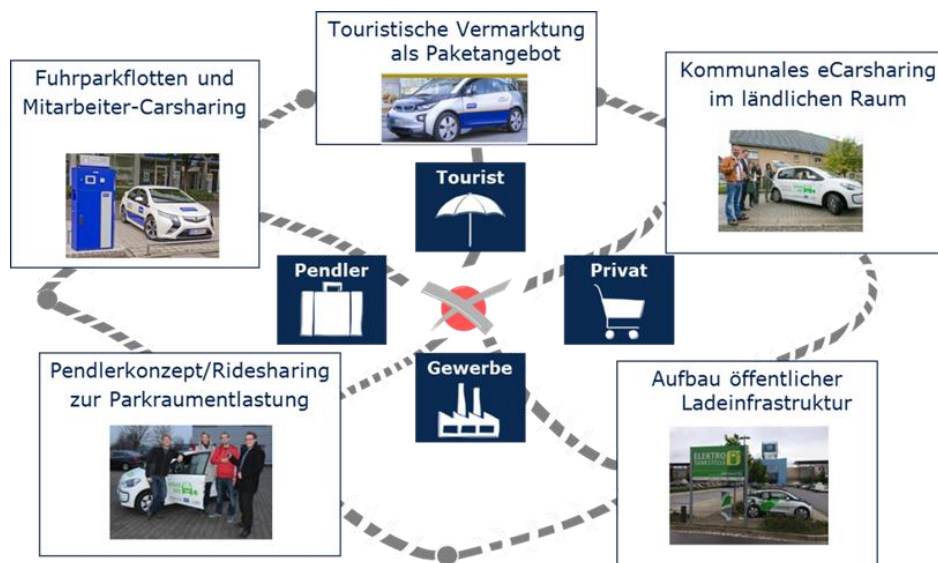


Abbildung 31: Zusammenwirken der Maßnahmen der Aktion „Verbundauto“

Für die Realisierung der Arbeitspunkte wurde über die Projektlaufzeit die Aktion „Verbundauto“ konzeptioniert, umgesetzt, begleitet und am 31.03.2016 abgeschlossen. Ziel war die Erprobung kombinierter Mehrfachnutzungsszenarien für Elektrofahrzeuge mit externen privaten und gewerblichen Nutzern in Regionen mit unterschiedlicher Siedlungsdichte (siehe Abbildung 31).

Zahlen und Fakten zur Verbundauto-Aktion

Auf dem im Zwischenbericht 2015 beschriebenen Aufruf zur Teilnahme an der Studie meldeten sich über die Projektlaufzeit über 750 Interessenten. Von diesen wurden Mobilitätsprofile erhoben und zu Mehrfachnutzungsszenarien verstrickt. Insgesamt konnten über 130 Personen zu vertieften Auswahlgesprächen eingeladen werden und über 85 Personen mit privaten und gewerblichen Einsatzzwecken wurde die erstmalige Nutzung eines Elektrofahrzeugs ermöglicht. Die Aktion Verbundauto hat damit große Anteile an der Öffentlichkeitswirksamkeit des Projekts sowie der Ziele des Schaufensters Elektromobilität, Elektromobilität „erfahrbar“ zu machen. Insgesamt wurden mit den Fahrzeugen rein elektrisch über 60.000 Kilometer zurückgelegt und auf mehr als 10.000 Kilometer Tracking-Daten gewonnen, die zur Weiterverwendung für die TU sowie die Begleitforschung zur Verfügung stehen.

Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Praxistest der DREWAG, ENSO und TU Dresden zur Mehrfachnutzung ▪ Kombination von privaten und gewerblichen Einsatzzwecken von Elektroautos ▪ Untersuchung des Mobilitätsverhaltens und der Bereitschaft Fahrzeuge zu teilen
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erprobung komplexer Einsatzprofile als Grundlage für wirtschaftliche Folgeanwendungen ▪ Elektromobilität für breite Öffentlichkeit erfahrbar machen
Eckdaten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Testflotte: 5 Fahrzeuge (3x VW e-up!, 2x BMW i3) ▪ Testlaufzeit und -raum: 15 Monate in Dresden und Ostsachsen ▪ Zielgruppe: Privatpersonen, Unternehmen, Tourismusanbieter, Kommunen ▪ rd. 750 Bewerbungen (davon über 50 Unternehmen), davon 85 Teilnehmer ▪ 60.000 km rein elektrisch zurückgelegt ▪ Ablauf: Bildung eines Nutzerkreises je Fahrzeug, Wechsel der Nutzergruppen nach 3 - 4 Monaten → 14 verschiedene Einsatzszenarien erprobt ▪ Aufgaben TUD: Fahrzeugausstattung (Datenlogger, Zugangssysteme), administrative Umsetzung und wissenschaftliche Begleitung (Datenerhebung, Nutzerbefragung) ▪ Aufgaben DREWAG / ENSO: Bereitstellung von Fahrzeugen, Vertragsmanagement, Kommunikation der Aktion

Abbildung 32: Steckbrief der Verbundautoaktion

Insgesamt wurden 14 verschiedene Einsatzmöglichkeiten erprobt, die sowohl verschiedene Ausstattung an Ladeinfrastruktur sowie u.a. folgende Mehrfachnutzungsszenarien abdeckten:

- Auspendeln aus dem Stadtgebiet in ein peripheres Gewerbegebiet
- Einpendeln aus einer ländlichen Region an eine Ladestation
- Stationierung an Ladestation und innerstädtisches Pendeln in ein Gewerbegebiet
- Stationäres Carsharing an einer öffentlichen Ladestation
- Einpendeln ins Stadtzentrum aus dem suburbanen Stadtrand
- Innerstädtisches Pendeln zwischen Wohngebieten
- Studentisches Carsharing mit Schnellademöglichkeit am Campus
- Szenario eines unternehmerischen Mitfahrkonzepts zur Parkraumentlastung
- Kommunales Carsharing mit kombinierter Nutzung durch Private

Ein zeitlicher Ablauf der Szenarien ist in folgender Abbildung dargestellt:

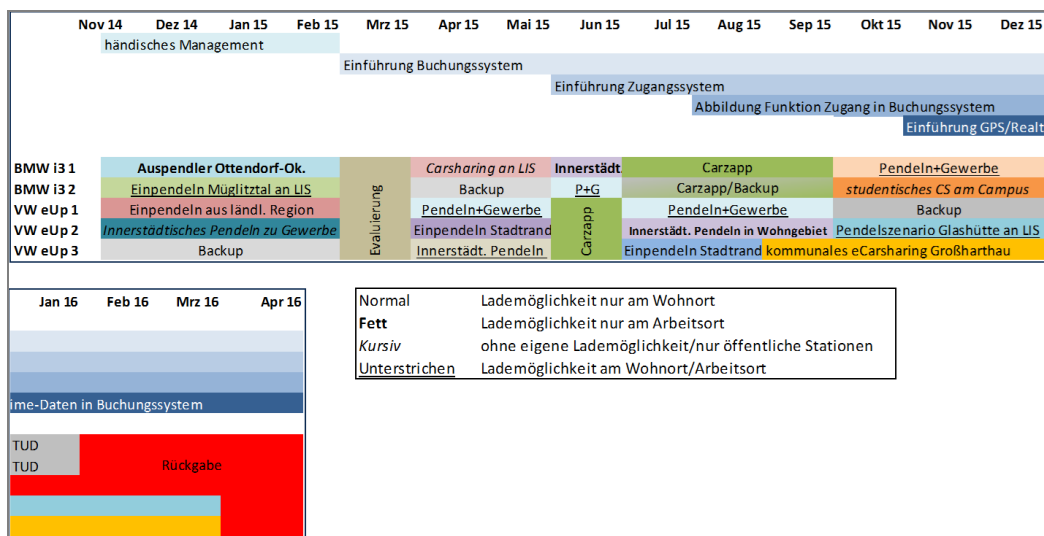


Abbildung 33: Zeitlicher Verlauf der Szenarien

Erkenntnisse zu den Anforderungen eines standortvariablen Carsharings

Die Fragestellungen im Rahmen einer geteilten Nutzung von Elektrofahrzeugen sind vielschichtiger, komplexer und informationsintensiver als bei der singulären Nutzung konventioneller Fahrzeuge. Der Einsatz von Elektrofahrzeugen erhöht diese Komplexität noch weshalb etablierte Freefloating-Marktakteure wie DriveNow oder Car2Go diese nur in geringem Maße einsetzen. Fahrzeugspezifische Fragen, wie: „Wo ist das Fahrzeug? Ist es frei? Bin ich berechtigt? Wie erhalte ich Zugang?“ werden durch EV-spezifische, wie: „Ist der Ladestand für meine Fahrt ausreichend? Wie und wo kann ich laden? Wie lange dauert der Ladevorgang?“ ergänzt.

Eine Fahrtlängenangabe durch den Fahrer allein reicht nicht immer aus, um das passende Fahrzeug zu wählen. Durch Ladevorgänge wird die Fahrzeugauslastung vermindert, was ein intelligentes Lademanagement notwendig macht.

Unter Forschungsaspekten waren für die TU Dresden drei Aspekte interessant: Wie verhält sich die Reichweite des Fahrzeuges in Abhängigkeit von Wetter, Fahrstil und sonstigen Rahmenbedingungen bzw. variieren die Unterschiede zwischen den Fahrzeugtypen. Zweitens: Wie verhält sich der Nutzer? Dies zielt weniger auf das emotionale Fahrerlebnis als das Verhalten bei Abstimmungen und Übergaben zwischen verschiedenen Nutzern, eine etwaige Änderung des Mobilitätsverhaltens sowie die individuelle Zahlungsbereitschaft für zeitlich bereitgestellte Elektrofahrzeuge. Diese drei Fragestellungen werden nachfolgend beantwortet.

Zur Quantifizierung wurde ein auf Elektrofahrzeuge zugeschnittenes Buchungssystem realisiert, welches im Zusammenwirken mit den Probanden entwickelt und verbessert wurde. Die zuvor erwähnten Systeme zum Tracking der Fahrzeuge und Auslesen der Telemetriedaten sowie zum schlüssellosen Öffnen wurden nahtlos integriert. Den Testpersonen wurde mit dem eigenen Smartphone eine zentrale Schnittstelle zur Fahrzeugbuchung, -öffnung, zur Validierung, zum Abschluss der Buchung sowie zur Fehlermeldung an die Hand gegeben.

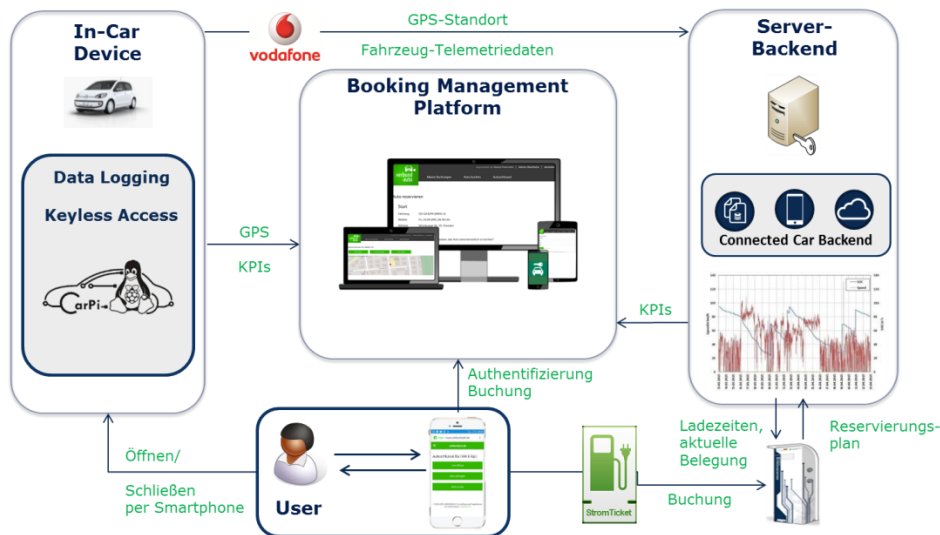


Abbildung 34: Technische Realisierung des Ökosystems „Verbundauto“

Mit Hilfe des Systems kann der Nutzer die Fahrzeugverfügbarkeit einsehen, buchen, den Standort des Fahrzeugs ansehen, das Fahrzeug öffnen, sowie über das System StromTicket Ladeinfrastruktur freischalten und das Fahrzeug wieder freigeben.

Erkenntnisse aus dem Nutzerverhalten

Vorab die wichtigste Erkenntnis: **Abgestimmte Mehrfachnutzung funktioniert problemlos.** Über die gesamte Projektlaufzeit gab es in der Fahrzeugübergabe zwischen den Nutzern keine Schwierigkeiten. Weiterhin funktionieren Szenarien mit „Fixpunkten“ fest installierter Ladeinfrastruktur besonders gut. Laufweiten zur Ladestationen werden als hinderlich in der Nutzung gesehen und mindern die Annahmefähigkeit. Es gilt: **Geladen wird, wo das Fahrzeug steht.** Ein „Anfahren“ oder „Ansteuern“ einer Ladestation steht dem Nutzungsverhalten entgegen und wird nur in Ausnahmesituationen toleriert. In den im Projekt erprobten festen Mehrfachnutzungsszenarien ergab sich hierfür weiterhin keine Notwendigkeit (auch nicht für DC-Laden). Eine aufgebaute öffentliche Ladeinfrastruktur aus AC-Ladestationen hat allenfalls Backup-Funktion und wurde durch die Nutzer kaum angesteuert. Die Standortfrage nach „dem Standort“ für Ladeinfrastruktur ist aus Sicht der TU nicht zielführend, da es den perfekten Standort für Ladeinfrastruktur nicht gibt, da dieser immer vom jeweiligen Nutzungsszenario abhängt. In Dresden und Umgebung gibt es 24 AC-Ladestationen und 2 DC-Schnellladestationen, die in den Szenarien so gut wie nicht genutzt wurden, obwohl die Nutzung mit RFID-Karte im Fahrzeug gratis war. Elektromobilität ist ein Systemgut, d.h. LIS und Fahrzeug müssen als Einheit betrachtet werden. Die durchschnittlich zurückgelegten Fahrstrecken wurden durch die TU-gesteuerte Auswahl der Probanden vordeterminiert. Nichtsdestotrotz wird sich eine Nutzung von Elektrofahrzeugen nur da einstellen, wo Streckenlängen und Reichweitenvermögen der Fahrzeuge zusammenpassen. Der durchschnittliche Ladehub betrug über alle Szenarien 50 %, d.h. die volle Reichweitenreserve des Fahrzeugs wurde selten ausgeschöpft. Häufiges und unvollständiges Aufladen des Fahrzeugs ist die Regel und erfordert ein Umdenken: Konventionelle Fahrzeuge werden leergefahren und wieder vollgetankt. Dies aber funktioniert bei Elektromobilität nicht. Sobald das Fahrzeug steht, kann und muss es geladen werden, um die Einsatzfähigkeit zu erhalten. Hieraus ergibt sich der native Bedarf nach Ladeinfrastruktur, der vom individuellen Einsatzspektrum jedes Fahrzeugs abhängt. Typische Ladezyklen im Projekt wurden nachts von 50 auf 100% abgeleistet, da genügend Zeit zur Verfügung stand. Tagsüber erfolgte zumeist ein Zwischenladen von 30 auf 80 %, da dies bedeutend weniger Zeit erfordert als Laden auf 100 %. In der Folge ergab sich, dass die Fahrzeuge im Schnitt nur alle 2 Tage geladen wurden, weil es aus den Umläufen heraus nicht notwendig war.

Im Mittel wurden pro Fahrzeug drei bis vier Fahrten pro Tag durch drei verschiedene Nutzer realisiert. Die spontane gelegentliche Nutzung abseits des täglichen Pendelweges stellt ein typisches Einsatzszenario

für geteilte Fahrzeuge dar. Es ergibt sich eine gute Substitutionsmöglichkeit für vorhandene Zweitwagen und eine Ergänzungsmöglichkeit im individuellen Mobilitätsmix. In Abbildung 35 sind die geleisteten Streckenprofile dargestellt. Anhand der Farbintensität wird deutlich, dass ein Großteil der Strecken im Stadtgebiet Dresden abgeleistet wurde. Langstrecken außerhalb wurden häufig nur zu Testzwecken abgeleistet und stellen keinesfalls normale Fahrprofile dar.

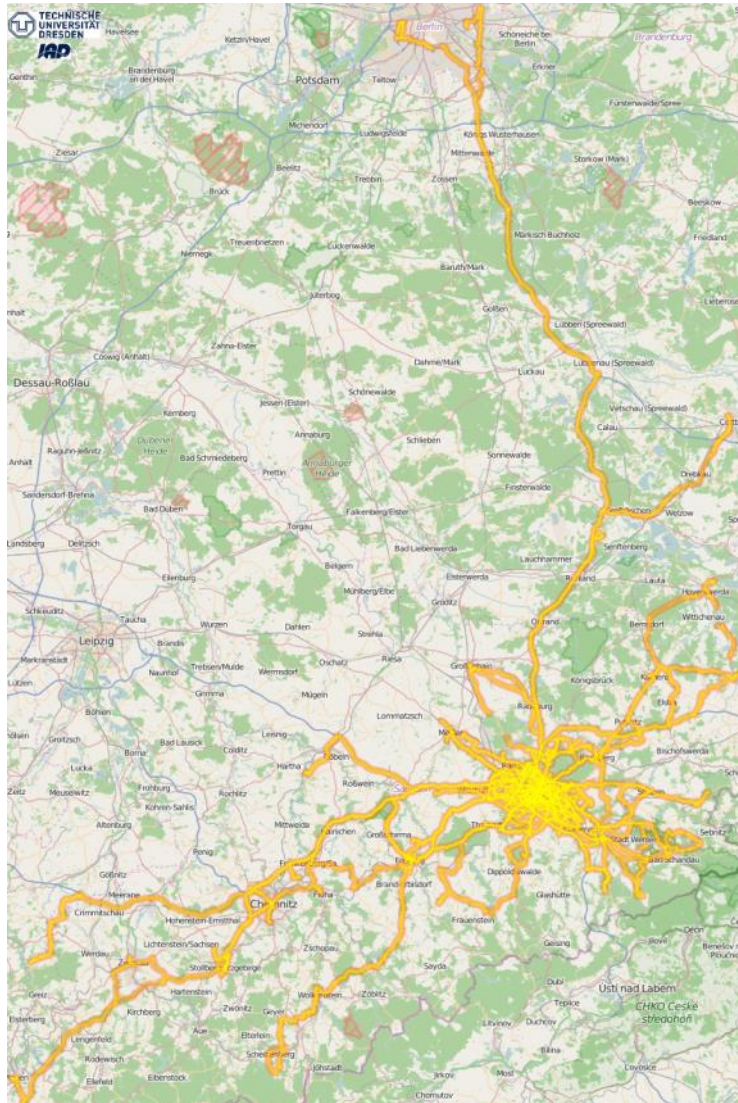


Abbildung 35: Streckenprofile

Im Rahmen der Projektbearbeitung fiel auf, dass **Nutzer systematisch ihre Fahrleistung und ihren Zeitbedarf überschätzen bzw. einen Puffer angeben, der die Einsatzspielräume des Fahrzeugs einschränkt.** Im Durchschnitt gaben die Nutzer bei einer Buchung eine Fahrtstrecke von 21 Kilometern an, gefahren wurden aber nur 7,5 Kilometer. Die durchschnittliche Buchungsdauer lag bei einer Stunde und 52 Minuten, wobei das Fahrzeug aber im Durchschnitt erst 22 Minuten später geöffnet und gestartet und 14 Minuten vorher zurückgegeben wurde, es sich als eine effektive Nutzungszeit von 76 statt 112 Minuten ergibt. Ursache hierfür ist ein Sicherheitsempfinden des Nutzers: Man möchte lieber etwas Puffer haben. Für eine Einsatzoptimierung ist dies aber kontraproduktiv, da jede Buchung mit einer Inaktivität von 30 Minuten einhergeht. Im Einzelfall mag dies unkritisch sein, in einer Flotte von 100 Fahrzeugen gehen so über ein Jahr 50 vollständige Fahrzeugeinsatztage verloren. Weiterhin mindert der typische

Tagesgang der Verkehrsnachfrage den Einsatzspielraum. Das Zusammenspiel soll anhand nachfolgender Abbildung 36 erläutert werden.

Dargestellt ist der typische Tagesverlauf der Buchungen in einem Szenario, bei dem ein Pendler zum einem Unternehmensstandort fährt, von dem aus der Arbeitgeber sowie weitere Unternehmen im Umkreis Zugriff auf das Fahrzeug haben. In dem Diagramm sind die Zeitpunkte des Beginns von Buchungen grün und die Beendigung von Buchungen rot dargestellt. Es fällt auf, dass es beliebte Slots gibt, die häufig genutzt werden. Mobilität als abgeleitetes Bedürfnis folgt den Aktivitäten im Tagesgang, aus dem sich die typische Tagesganglinie des Verkehrs ergibt. So ergeben sich 4 beliebte Slots, die durch den Pendler, der von und zur Arbeitsstelle fährt, sowie einen Vormittags- und einen Nachmittags-Slot zur unternehmerischen Nutzung besetzt werden. In der Folge sind die beliebtesten Zeiten ausgereizt wenn die 30 Minuten Inaktivität pro Fahrt hinzugezogen werden.

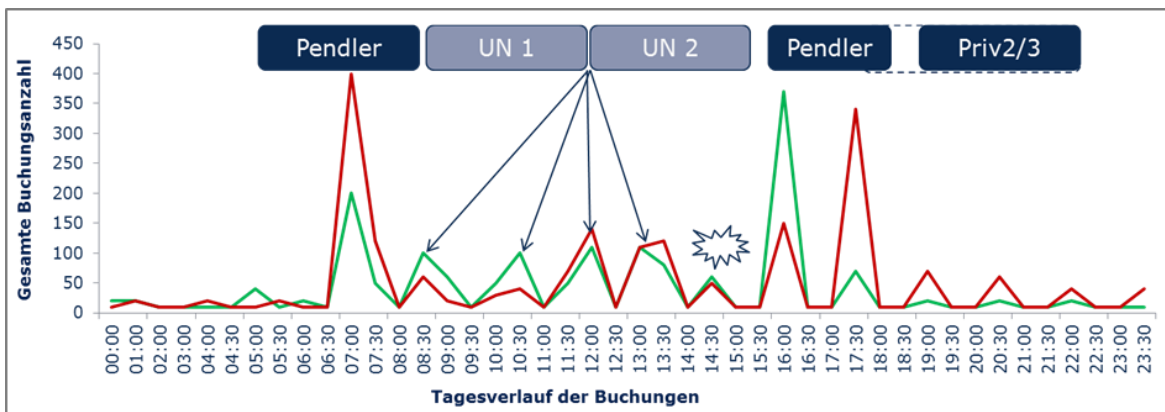


Abbildung 36: Tagesszenario Buchungsverlauf

Um einen Beitrag zur Diskussion zu leisten, **wie viele Fahrzeuge in Privathand durch ein geteiltes Elektrofahrzeug ersetzt werden können**, kann durch die Projekterfahrungen konstatiert werden, dass eine Größenordnung von drei bis vier Fahrzeugen bei passenden Nutzungsszenarien realistisch ist.

Ergebnisse zum Nutzerverhalten und zur Zahlungsbereitschaft für geteilte Elektrofahrzeuge

Im Zuge des Projektabschlusses wurde im April 2016 eine Befragung zur Produktentwicklung im Rahmen geteilter Fahrzeugnutzung durchgeführt. Von über 750 Interessenten des Projektes Verbundauto nahmen 119 an dieser Erhebung teil. Die wichtigsten Resultate sollen nachfolgend dargestellt werden. Bei den Ergebnissen ist zu beachten, dass ein lokaler Bezug zum Großraum Dresden gegeben ist, da die Befragten ihren Wohnsitz im Projektgebiet haben. Weiterhin haben vorhandene Verkehrsinfrastruktur, Mobilitätsangebote und nutzerseitige Erfahrungen mit den etablierten Anbietern Auswirkungen auf die Ergebnisse und sollten bei einer Interpretation berücksichtigt werden. Der Begriff Carsharing ist mittlerweile eine stehende Begrifflichkeit die fast allen Probanden bekannt ist. Jedoch hat nur eine Minderheit diese Angebote bereits genutzt.

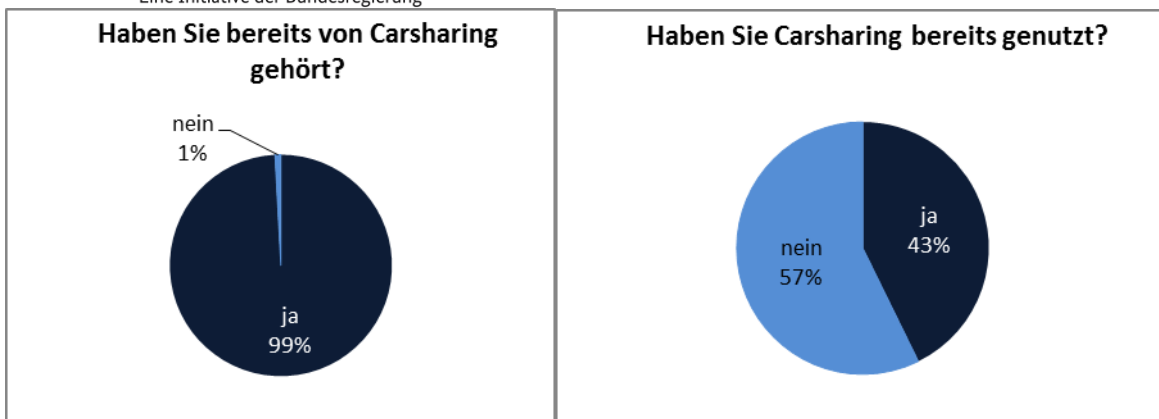


Abbildung 37: Nutzungsverhalten von Carsharing

In der Projektbearbeitung erfolgte die Fahrzeugbereitstellung im Wesentlichen für die Nutzung als Pendelverkehrsmittel zum Arbeitsplatz und für Gelegenheitsfahrten. In der Befragung wurde bestätigt, dass dies die vorrangigen Nutzungszwecke darstellen.

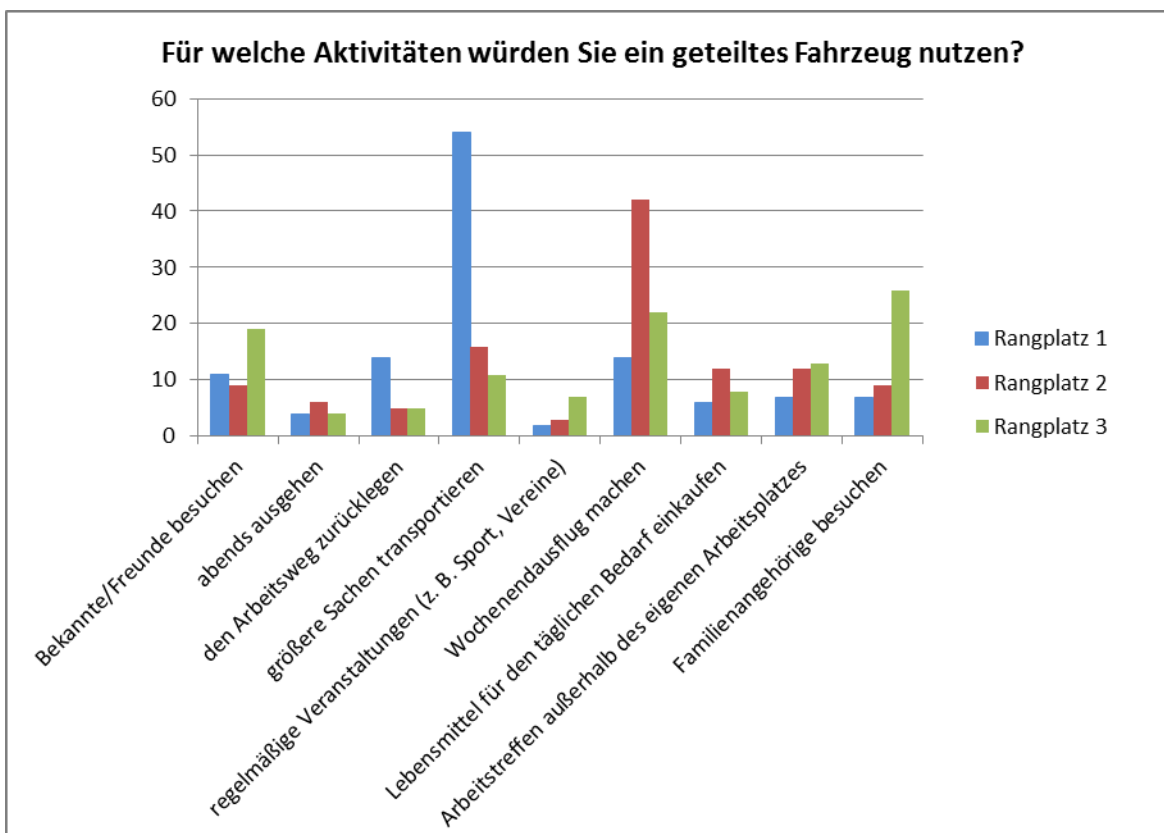


Abbildung 38: Nutzungszwecke des Fahrzeugs

Die Frage nach durchschnittlicher Zeitdauer und zurückgelegter Distanz ergab, dass ein Fahrzeug im Durchschnitt für 8,5 Stunden benötigt wird (hierbei ist zu beachten, dass der Mittelwert durch Ausreißer nach oben beeinflusst wird. Aus Abbildung 39 wird deutlich, dass der Großteil (Median) der Befragten Zeiten von 2-3 Stunden angibt. Ein analoger Sachverhalt gilt für die zurückgelegte Strecke. Der Mittelwert liegt bei 86 Kilometern, bevorzugte Streckenlängen sind 10, 20, 30, 50 oder 100 Kilometer (vgl. Abbildung 40).

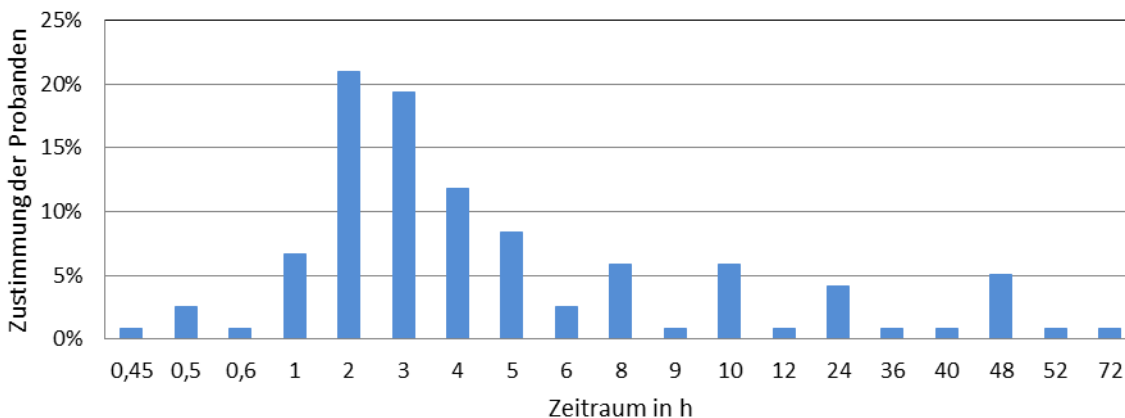


Abbildung 39: Bevorzugter Nutzungszeitraum des Fahrzeugs

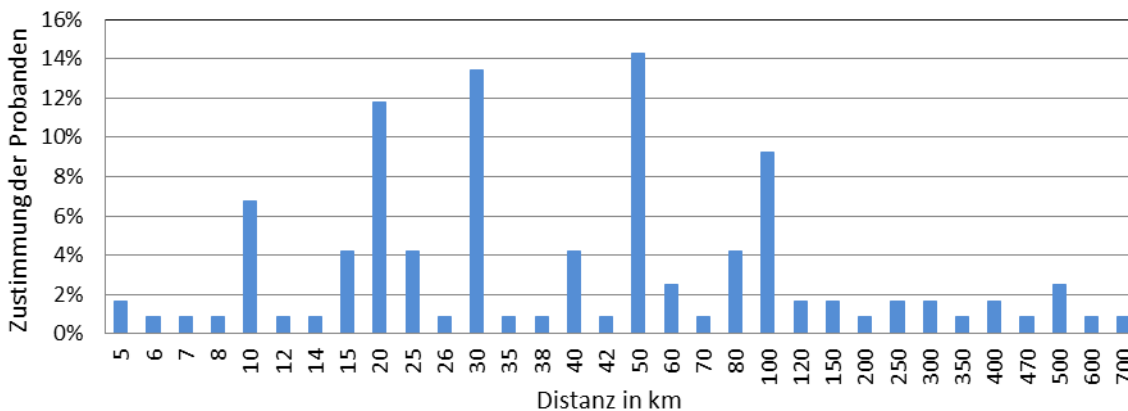


Abbildung 40: Distanz pro Leihvorgang

Ein weiterer interessanter Untersuchungsgegenstand ist die akzeptierte Laufweite zu einem geteilten Fahrzeug (vgl. Abbildung 41). Hierbei war zuerst frei die maximal akzeptierte Laufdistanz in Metern zum Fahrzeug anzugeben, anschließend die Attraktivität eines Angebots auf Basis der Entfernung auf einer Skala zu bewerten. Die von den Befragten im Mittel angegebene Laufdistanz liegt mit ca. 772 Metern zwischen den beiden präferierten Werten von 500 – 1000 Metern. Die hohe Laufbereitschaft relativiert sich mit Blick auf die Frage nach der Attraktivität. So kippt die Akzeptanz bei einer Distanz von mehr als 600 Meter spürbar, was aus der freien Abfrage nicht hervorgeht.



Eine Initiative der Bundesregierung

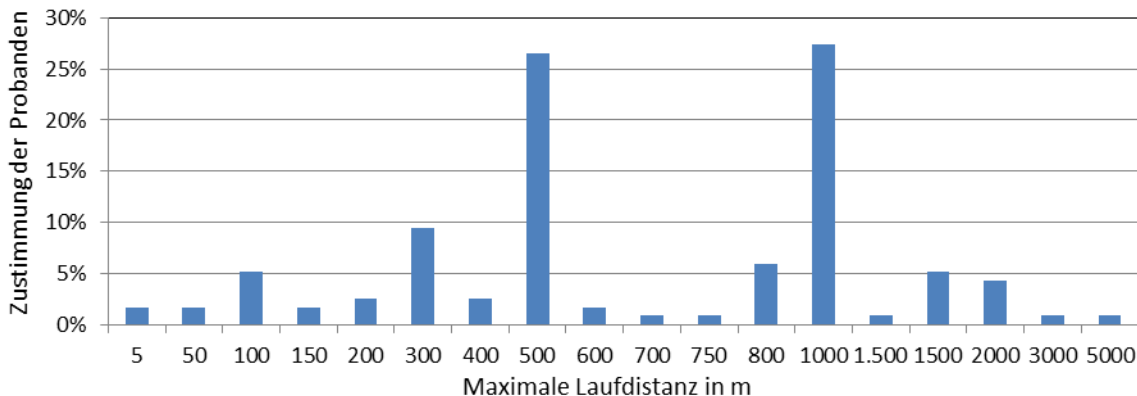


Abbildung 41: Maximale akzeptierte Laufdistanz zum geteilten Fahrzeug

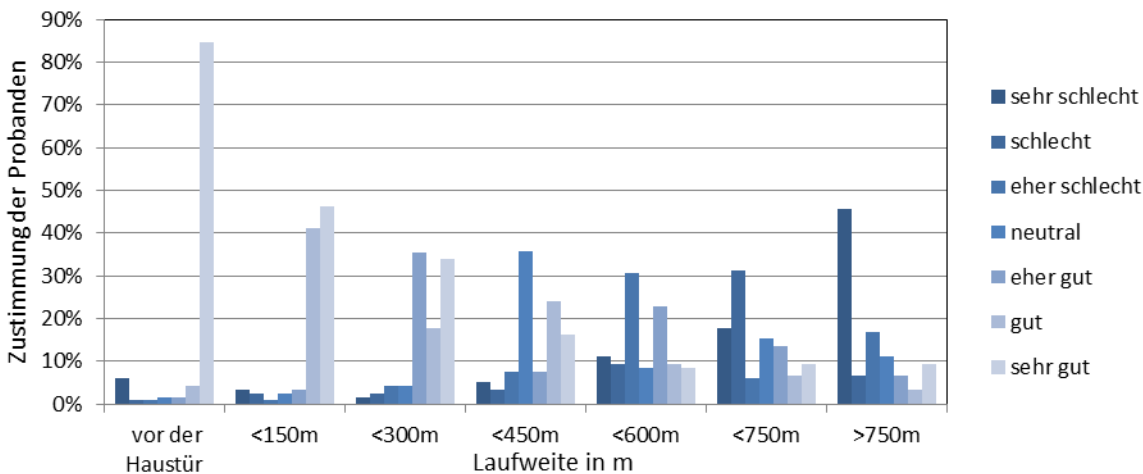


Abbildung 42: Attraktivität eines geteilten Fahrzeugs in Abhängigkeit der Laufweite

Die bevorzugten Fahrzeugklassen sind nachfolgend in Abbildung 43 dargestellt. Es dominieren die Fahrzeugklassen, die eine individuelle Basismobilität schaffen (Kleinst- und Kleinwagen) sowie leichte Nutzfahrzeuge für Gütertransporte.

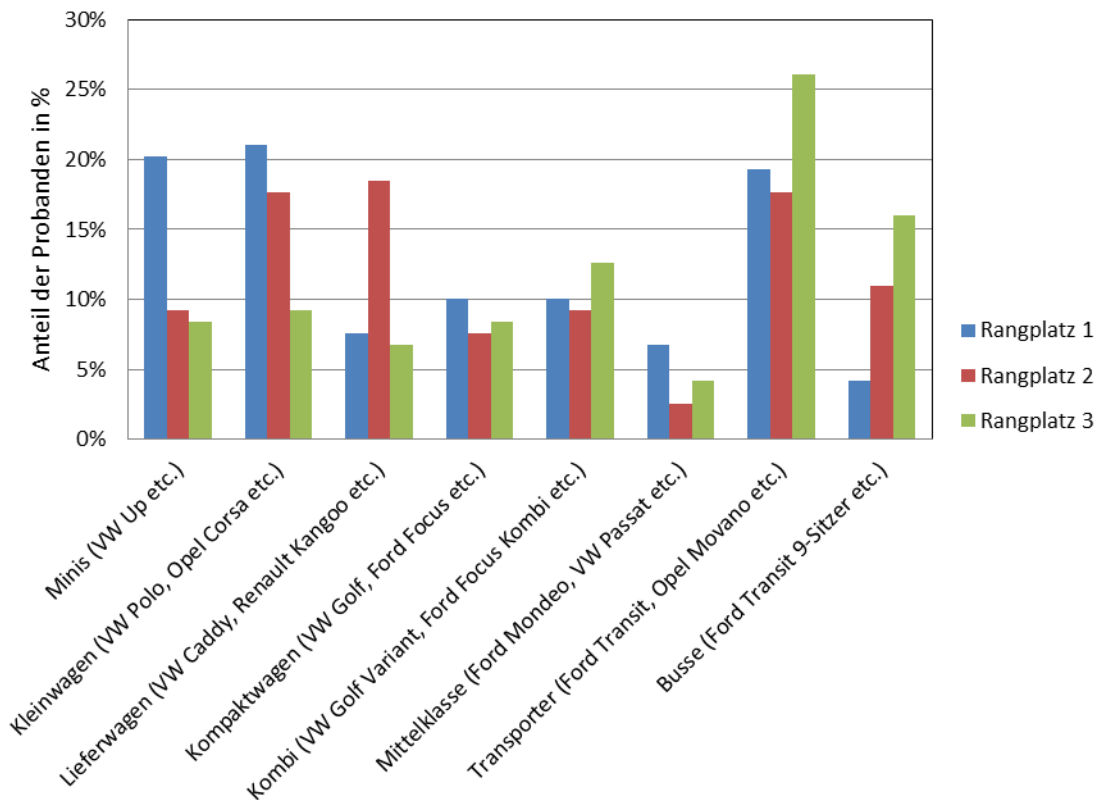


Abbildung 43: Bevorzugte Fahrzeugklasse geteilter Fahrzeuge

Gegenwärtig existieren am Markt unterschiedliche Geschäfts- und Preismodelle. Während Free-floating Carsharing-Betreiber auf Zeittarife mit inkludierten Kilometern setzen, überwiegt bei stationären Anbietern eine Preisgestaltung mit einer zeit- und kilometerabhängigen Komponente. Fixpreise pro gefahrenem Kilometer bzw. Tarife mit einer zeit- und kilometerabhängigen Komponente werden bevorzugt (vgl. Abbildung 44).

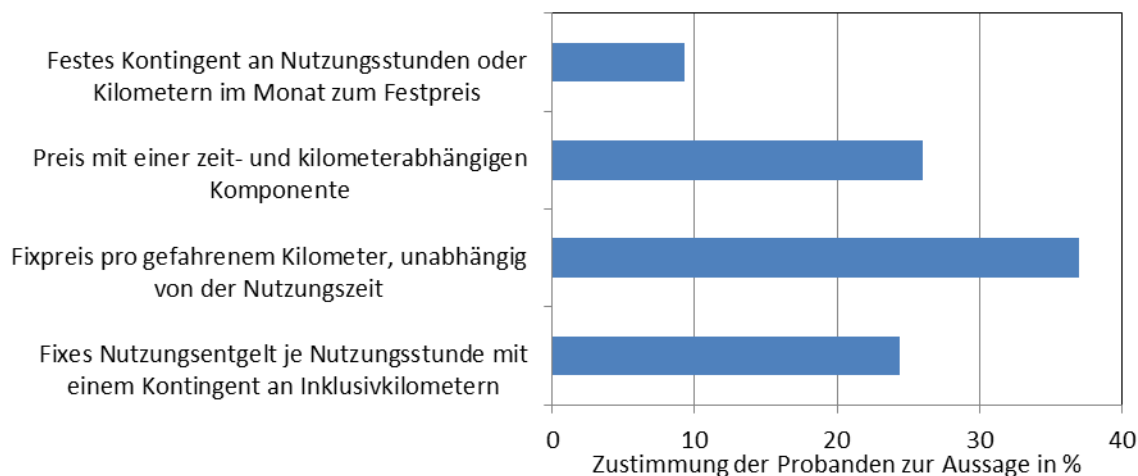


Abbildung 44: Bevorzugtes Preismodell bei geteilten Fahrzeugen

Bei einem **zeitbasiertem Tarif** liegt die **mittlere Zahlungsbereitschaft bei 5,14 € je Stunde**, bei einem **kilometerbasiertem Tarif** bei **0,79 € je Kilometer**. Die Verteilung ist in Abbildung 45 und Abbildung 46 aufgezeigt.

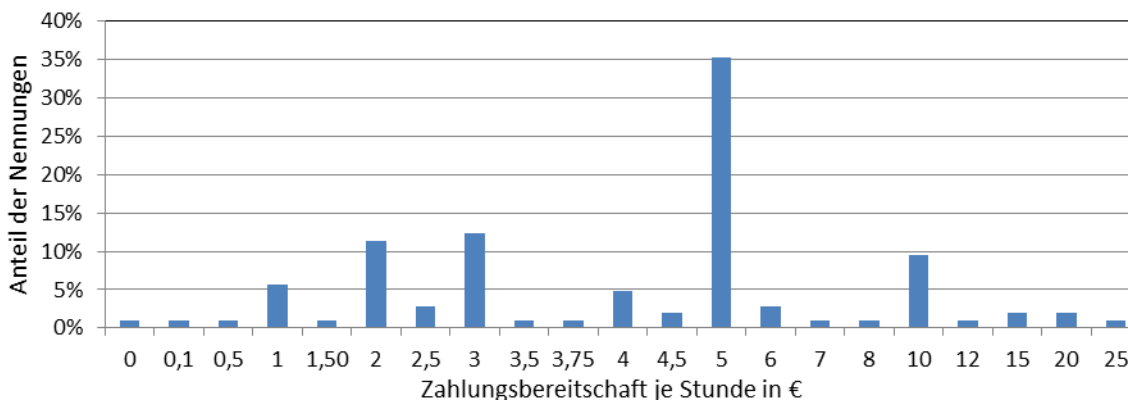


Abbildung 45: Zahlungsbereitschaft in € je Nutzungsstunde

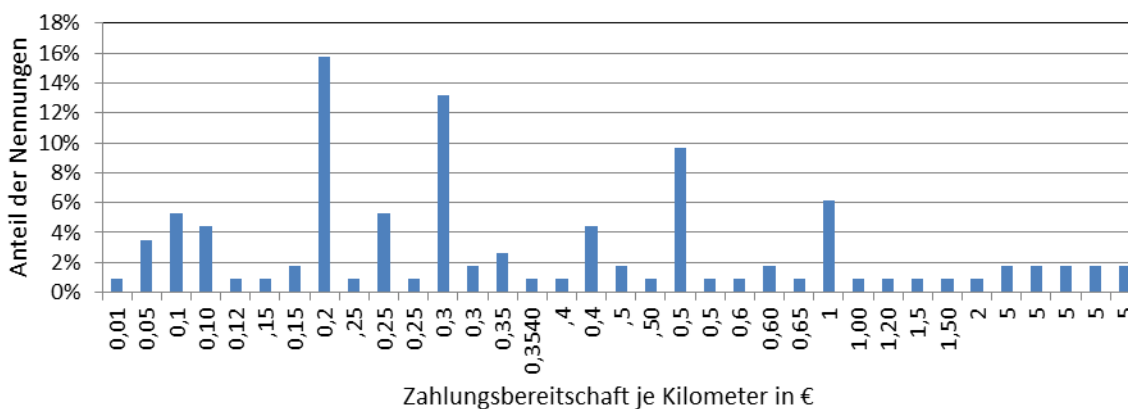


Abbildung 46: Zahlungsbereitschaft in € je Kilometer

Um konkrete Tarife zu eruiieren wurden die in Abbildung 47 vorgegeben Tarife den Probanden vorgelegt. Es musste ein Tarif ausgewählt werden. Der Zeittarif mit unlimitierten inkludierten Kilometern wird bevorzugt. Bei der Bewertung der Tarife in den Dimensionen Preis-Leistung, Transparenz und persönliche Einschätzung wird dies unterstrichen. Der Zeittarif wird merkmalübergreifend am besten bewertet, wohingegen Pakete die schlechtesten Bewertungen erhalten. Der Widerspruch zu Abbildung 44 ergibt sich durch die konkrete Höhe der Tarife. So ist der Kilometerpreis prinzipiell attraktiv da er für eine Nutzungsgerechtigkeit ohne Zeitdruck steht. Bei dem entstehenden Preis der in Abbildung 47 vorgegeben ist, erscheint er aber aufgrund der Kilometerprognose der eigenen Fahrten für die Probanden nicht mehr so attraktiv.

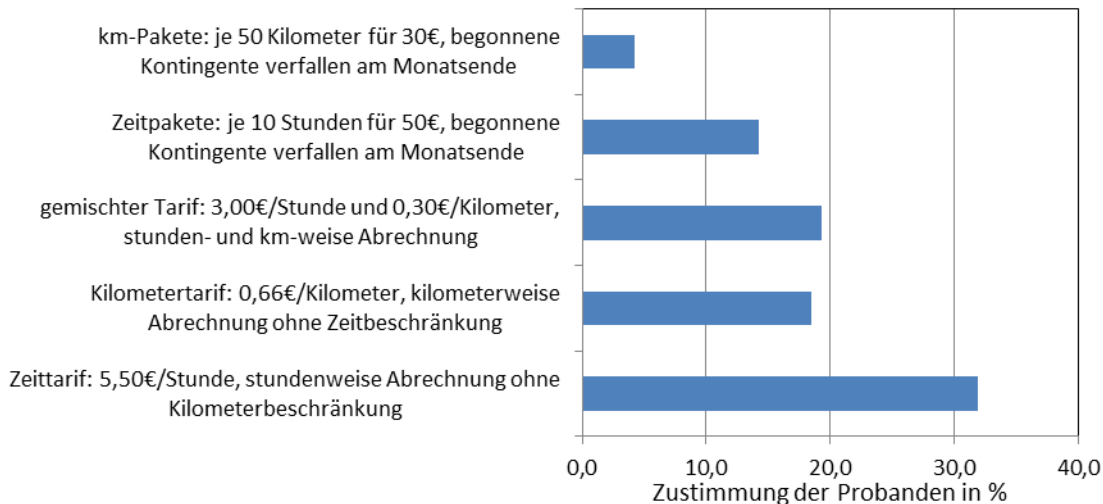


Abbildung 47: Präferierter Carsharing-Tarif

Die Bewertung verschiedener Tarifausprägungen hinsichtlich der Eigenschaften kostengünstig, transparent und einer auf die eigenen Bedürfnisse passenden Ausgestaltung ist in Abbildung 48 dargestellt. Der Zeittarif dominiert über alle drei Eigenschaften deutlich die anderen Tarife.

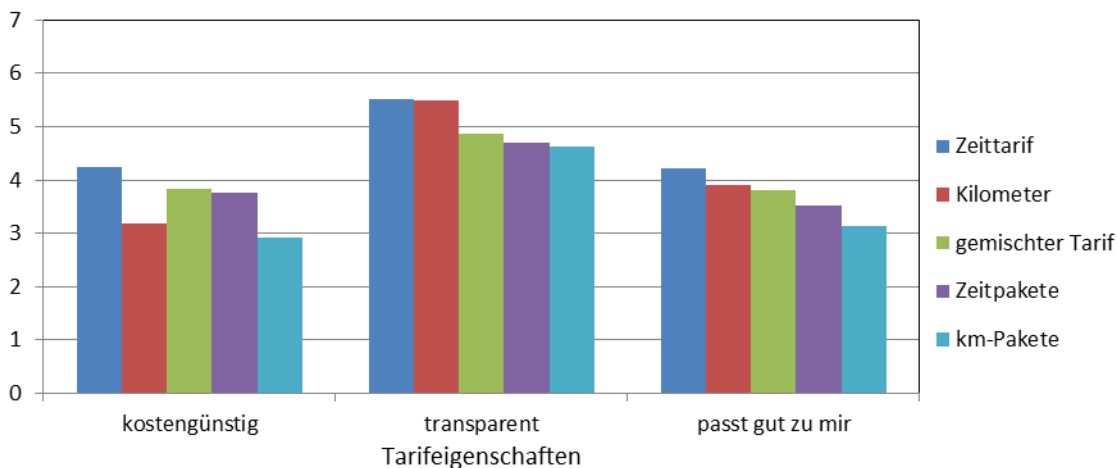


Abbildung 48: Bewertung der Eigenschaften der Tarifmodelle (Likert-Skala)

Abschließend wurden die Probanden nach ihrer Zahlungsbereitschaft für einen Flatrate-Tarif gefragt, welcher einmal die uneingeschränkte Nutzung eines geteilten Fahrzeugs, zum anderen zusätzlich ein Monatsticket für den ÖPNV umfasst. Diese liegt in ersten Fall bei ca. 140 €, unter Hinzunahme des ÖV-Tickets bei ca. 200 €. Die Verteilung ist in Abbildung 49 dargestellt.

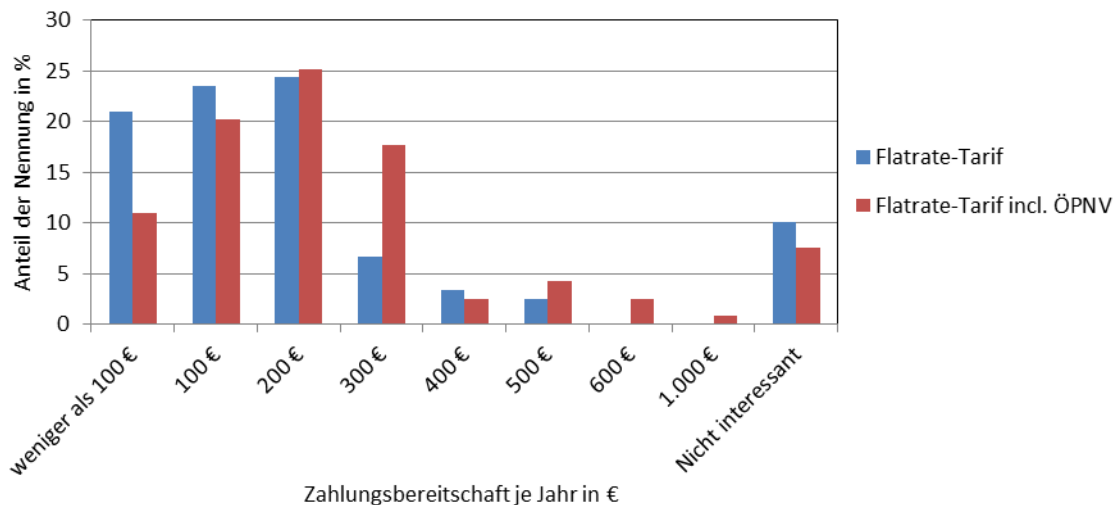


Abbildung 49: Vergleich Zahlungsbereitschaft mit und ohne Einbezug des ÖPNV

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die geteilte Fahrzeugnutzung Bekanntheit als auch Zuspruch erfährt, auch wenn ein Großteil der Befragten noch keine eigenen Nutzungserfahrungen sammeln konnte. Einsatzbereiche können in der Bereitstellung einer bedarfsgerechten Basismobilität sowie von Transportkapazitäten leichter Nutzfahrzeuge gesehen werden. Bei der Tarifierung sollten nutzungsbasierte Preise gewählt werden, die sich am Zeitraum der Nutzung orientieren und weitere Kostenkomponenten bereits einschließen. Diese treffen auf die größte Akzeptanz beim Nutzer. Weiter besteht in der Vernetzung mit dem ÖPNV großes Potential zur Bereitstellung eines Mobilitätspakets, welches eine Basismobilität bereitstellt und darüber hinaus bedarfsgerecht weitere Nutzungsmöglichkeiten schafft. Es konnte gezeigt werden, dass hierfür eine durchaus angemessene Zahlungsbereitschaft auf Kundenseite vorhanden ist.

Ergebnisse und weiterführende Forschungsfragen

Im Wesentlichen ergeben sich aus dem Projekt vier resultierende Erkenntnisse, die Anknüpfungspunkte für folgende Forschungsaktivitäten bieten:

- **Die Informationsgüte ist äußerst kritisch für den Erfolg des Systems.** Das Dispositions- und Lademanagement benötigt stets aktuelle Informationen vom Nutzer und vice versa. Das System muss für eine Prognose Daten zu Verspätungen, kurzfristigen Änderungen, Verkehrslage, Fahrzeugzustand etc. zur Verfügung haben. Der Nutzer möchte möglichst in Echtzeit wissen: Wo ist das Fahrzeug? Wie ist der Zustand? Wie weit komme ich? Kann ich länger fahren? Je stärker die Nutzungszyklen verdichtet werden und resultierend die Fahrzeugauslastung steigt, desto kritischer werden Schocks durch Störungen oder fehlende Informationen im System.
- **Der Tagesgang der Nutzung sowie das Einholen von Nutzerinformationen legen dem System Grenzen auf.** Einerseits könnten zu Zeiten hohen Bedarfs viel mehr Fahrzeuge eingesetzt werden, die in Nebenzeiten nur schwer auszulasten sind. Ebenso müssen Wege gefunden werden, die skizzierte Problematik der Diskrepanz zwischen Buchungen und reellem Nutzungszeitraum zu mindern.
- **Es existiert ein Trade-Off zwischen Kosten von AC- vs. DC-Ladeinfrastruktur und der Auswirkungen auf die Einsatzfähigkeit der Fahrzeuge.** Leistungsfähige DC-Ladestationen sind um den Faktor 10 – 30 kostenintensiver als AC-Ladeinfrastruktur. Da die Anschaffungskosten im Gegensatz zu Fahrzeugkosten im Wesentlichen einmalig anfallen besteht ein Ansatzpunkt für eine Fahrzeugreduktion im Vergleich zu einer nur langsam ladende Infrastruktur. Je nach Einsatzszenarien ist es bei größerer Flottengröße sinnvoll EV gesteuert schnell zu laden und wieder einsatzfähig zu machen. Mehr Fahrzeuge und zu viel AC Infrastruktur vorzuhalten



erscheint in diesen Fällen nicht plausibel. Allerdings muss eine Kilometeraufleistung über den Tag vorhanden sein die sonst nicht abgedeckt werden kann, Nachfrage mehrfach am Tag vorhanden sein, eine umfangreiche Disposition und Einsatzplanung vorgenommen werden.

- **Auf Produktgestaltung und Abschöpfung vorhandener Zahlungsbereitschaften ist ein entsprechendes Augenmerk zu legen.** Die Projektergebnisse zeigen, dass potentielle Nutzer, besonders im Stadt- und Stadtrandgebiet Interesse an bedarfsgerechten Mobilitätslösungen haben. Die Verquickung dieser Angebote mit dem ÖPNV und die Schaffung einer Bedarfslösung und Integration in das Flotten- und Energiemanagement des lokalen Fahrzeug- und Energiebetreibers bieten Synergiepotential.

Mögliche Lösungsansätze

- Eine Reduktion der Idle-Time, also der gebuchten, aber nicht genutzten Zeit der Fahrzeuge durch Buchungssysteme mit lernenden Algorithmen und einer intelligenten Prognose erzielen, die Fahrtmuster untersucht und den verorteten Fahrzeugbedarf aufzeigt
- In Hinblick auf den Trade-off der Ladeinfrastruktur – intelligente Systeme, die Fahrzeuge bedarfsgerecht laden. Da gibt es aber im Hinblick auf die OEM-seitig unterstützten Ladeleistungen und die Implementierung von Standards zum gesteuerten Laden ISO 15118 noch Realisierungsbedarf.
- Utilisation der nutzerseitigen Preiselastizität im Mobilitätssektor – d.h. Steuerung, Verschiebung und Glättung der fluktuierenden Tagesnachfrage nach Mobilität durch Preisanreize.

Elektromobilität ist ein Systemgut und kann nur als solches seinen Weg in den Massenmarkt finden. Das Projekt Verbundauto hat gezeigt, dass eine isolierte Betrachtung bspw. der Standortfrage von Ladeinfrastruktur und der Gestaltung von Fahrzeugeinsatzszenarien nicht zweckdienlich ist, sondern eine übergreifende Sicht der Komponenten Fahrzeug und Ladeinfrastruktur erfolgen muss. Marktakteure handeln gegenwärtig noch sehr autark und schaffen damit Insellösungen, die kaum kompatibel sind. Stark unterschiedliche Ladeleistungen der Fahrzeuge oder verwaiste Ladestationen in zugewandten oder zufahrtsbeschränkten Innenstadtlagen sind Beispiele hierfür. Weiterhin zeigt die geteilte Fahrzeugnutzung die stark gestiegene Bedeutung der notwendigen Informationsflüsse auf: Wann ist das Fahrzeug wieder verfügbar? Wie lange dauert der Ladevorgang? Ist die Ladestation frei? Ist sie betriebsbereit und nicht defekt? Ist sie auch nicht zugewandten? All das sind Probleme, denen es sich intensiv zu widmen gilt.

Arbeitspaket 4 - Entwicklung von Energie- und Infrastrukturprodukten

Zur Entwicklung kundenorientierter und wettbewerbsfähiger Energie- und Ladeinfrastrukturprodukte im Umfeld der Elektromobilität ist eine umfassende Markt- und Wettbewerbsanalyse erforderlich. Als Ergebnis der fortlaufenden Marktbeobachtungen ist festzustellen, dass die Elektromobilität auch im Jahr 2016 ist und vermutlich mindestens bis 2020 ein Nischenmarkt bleiben wird.

Die kontinuierliche Untersuchung des Bedarfs und der damit verbundenen Potenziale im eigenen Marktumfeld haben neben den Zielgruppen Privat- und Gewerbekunden auch kommunale Anwender sowie dritte Stadtwerke als Bedarfsträger für Ladeinfrastruktur- und Mobilitätsproviderlösungen sowie Mobilitätsdienstleistungen identifiziert. Um diesen Zielgruppen Elektromobilitätslösungen anbieten zu können, wurde ein gemeinsames Kompetenzzentrum Elektromobilität geschaffen, welches in der Lage ist, ein breites Lösungsspektrum den individuellen Anforderungen der Bedarfsträger gegenüberzustellen.

Privatkunden

Für die Zielgruppe der Privatkunden wurde die Entwicklung eines standardisierten Produktes aufgrund der aktuell sehr geringen Nutzerzahlen privater Anwender zurückgestellt. Stattdessen werden entsprechend dem auch beim Privatkunden existierenden breiten Anforderungsspektrum individuelle Lösungen erarbeitet und angeboten. Das Angebotsportfolio der DREWAG und ENSO wird damit bedarfsgerecht sukzessive erweitert.

Bei einer positiven Entwicklung des Elektromobilitätsmarktes und einem signifikanten Zuwachs von Elektrofahrzeug-Nutzern können standardisierte Produkte kurzfristig finalisiert und angeboten werden.

Geschäftskunden

Analog den Vorjahren konzentriert sich auch 2016 die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen und Ladeinfrastruktur v. a. bei den gewerblichen Anwendern. Diese Zielgruppe benötigt zum aktuellen Zeitpunkt weitestgehend individuelle, auf ihre konkreten Bedürfnisse abgestimmte Lösungen. Im Geschäftskundensegment wurden dazu die notwendigen Voraussetzungen geschaffen, um individuelle Kundenlösungen anbieten zu können. Perspektivisch sollen daraus (teil-)standardisierte Produkte entwickelt und angeboten werden. Diese reichen von der Bereitstellung der technischen Dienstleistung rund um die Projektierung und Errichtung notwendiger Ladeinfrastruktur deren Betriebsführung und Instandhaltung bis hin zu Komplettpaketen inklusive Elektrofahrzeug.

Kommunen

Mit einem zunehmenden Stellenwert des Umweltschutzes in Politik und Gesellschaft besteht in den Kommunen ein wachsendes Interesse an umweltschonenden Verkehrsmitteln und Mobilitätskonzepten. Von ENSO durchgeführte Befragungen (s. AP 5) haben ergeben, dass ostsächsische Kommunen v. a. in den Bereichen Stadtverwaltung, Tourismus sowie bei örtlichen Unternehmen und Pflegediensten Einsatzpotenziale für Elektrofahrzeuge sehen. Auf Basis dieser Erkenntnisse sowie den Erfahrungen aus Praxistests werden derzeit Produkte entwickelt, die die Bedürfnisse der Kommunen adressieren. Zu diesen zählen insbesondere geringe Kosten sowie eine einfache Implementierung und Abrechnung.

Die Kosten können durch das Konzept einer geteilten Nutzung des Fahrzeuges und durch den Einsatz gebrauchter Elektrofahrzeuge vermindert werden. Eine Nachnutzung von Flottenfahrzeuge stellt hier eine Option dar. Eine für die Kommune einfache Implementierung und Abrechnung wird mit dem Angebot von Komplettpaketen (Fahrzeug + Ladeinfrastruktur + Energie + Mobilitätsdienstleistung) ermöglicht. Eine Beispielübersicht der über die Projektlaufzeit hinaus umgesetzten individuellen, modularen Elektromobilitätsdienstleistungs-Pakete ist in Abbildung 50 dargestellt.

Individuelle Projektumsetzung



Abbildung 50: Umsetzungsbeispiele modularer Kommunalprodukte

Stadtwerke

Die von DREWAG und ENSO entwickelten Lösungen als Flotten- und Ladeinfrastrukturbetreiber sowie als Mobilitätsprovider werden über den Stadtwerksvertrieb der ENSO (rd. 400 Stadtwerkskontakte, davon 50 Stadtwerkskunden) auch an dritte potenzielle Ladeinfrastrukturbetreiber regional und deutschlandweit vermarktet. Das je nach Anforderungen des Bedarfsträgers skalierbare Leistungsspektrum reicht dabei von der Projektierung, Errichtung, Wartung, und Betriebsführung bis hin zu Zugangs- und Abrechnungslösungen für Ladeinfrastruktur.

Bis 2016 wurden bspw. Ladeinfrastruktur und Zugangs- und Abrechnungssysteme in den Städten Rostock, Potsdam, Werdau, Zittau, Zella-Mehlis und Radebeul implementiert.

Arbeitspaket 5 – Zusammenarbeit mit Kommunen und Verkehrsverbänden

Kommunen stellen nicht nur wichtige Multiplikatoren für das Thema Elektromobilität dar, sondern sind darüber hinaus zentrale Akteure der Verkehrswende. Insbesondere alternative Mobilitäts- und Antriebskonzepte sind i. d. R. auf die Nutzung des von den Kommunen verwalteten öffentlichen Raumes angewiesen (z. B. Ladeinfrastruktur- und Carsharing-Standorte).

Durch den zunehmenden Stellenwert des Umweltschutzes in Politik und Gesellschaft wächst der Handlungsdruck in den Kommunen. Europa- und bundesrechtliche Vorgaben, wie z. B. Grenzwerte zu Feinstaub- und Stickstoffdioxidbelastung, zwingen die Kommunen sich mit Alternativen zum verbrennerbasierten MIV auseinanderzusetzen. Außerdem ist die Standortattraktivität v. a. in touristisch geprägten Regionen eng mit den Themen Verkehr und Umweltschutz verbunden. Der Standortwettbewerb wird mit Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsverfahren (z. B. European Energy Award) zusätzlich befördert.

Besondere Herausforderungen bestehen im ländlichen Raum aufgrund folgender Faktoren:

- Stetiger Rückzug des ÖPNV aus der Fläche
- Deutlich höher Altersdurchschnitt auf dem Land als in Ballungsgebieten
- Rückgang der Teilnehmer am Individualverkehr mit zunehmendem Alter
- Sicherstellung der Daseinsvorsorge gefährdet
- Sinkende Attraktivität ländlicher Wohnstandorte

Die sich daraus ergebenden kommunalen Handlungsschwerpunkte zur Mobilität sind im Landesentwicklungsplan LEP dargestellt:

- Schaffung innovativer Lösungen zur Sicherung der Daseinsvorsorge
- Bedarfsgerechte Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur (inklusive Fahrrad- und Fußgängerverkehr) sowie des ÖPNV in allen Regionen
- Verknüpfung des ÖPNV mit anderer Verkehrsträgern
- Sicherung der Barrierefreiheit
- **Einsatz von Elektromobilität**
- Einsatz moderner intermodaler Verkehrsmanagementsysteme für effiziente und verkehrsträger-übergreifende Vernetzung

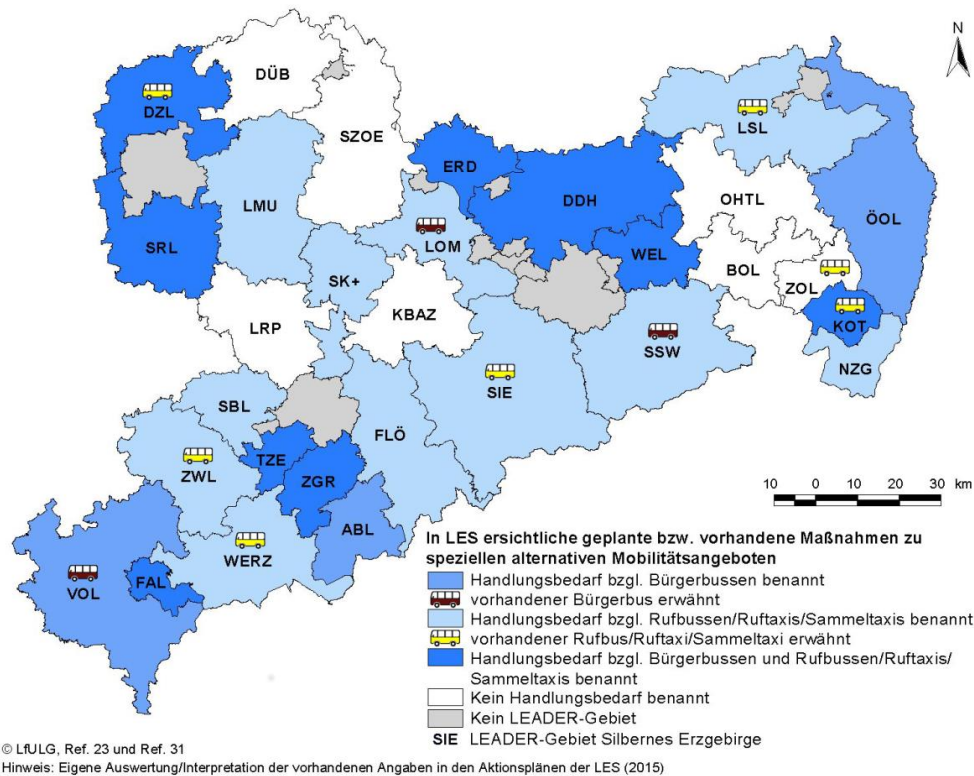


Abbildung 51: Übersicht zum Handlungsbedarf in sächsischen Kommunen

ENSO NETZ:

Im Rahmen des Projektes wurde daher das Thema Elektromobilität intensiv gegenüber Vertretern von Kommunen und anderen wichtigen Multiplikatoren in der Region, wie z. B. Tourismusanbietern, kommuniziert. Gemeinsam mit der TU entwickelte und auf die potenziellen Partner im kommunalen, touristischen und gewerblichen Bereich zugeschnittene Konzepte wurden gemeinsam mit diesen Multiplikatoren in umsetzungsfähige Konzepte überführt und umgesetzt.

Darüber hinaus wurde Kommunen und weiteren touristischen und gewerblichen Partnern die Möglichkeit gegeben, Elektrofahrzeuge im Rahmen von Kurz- und Langzeitvergaben im Alltag zu erproben.

Die Vergabe der Elektrofahrzeuge trägt wesentlich dazu bei, eine hohe Sichtbarkeit der Elektromobilität in der gesamten Region zu bewirken und die Thematik Elektromobilität durch die Vorbildrolle der Multiplikatoren positiv zu besetzen.

Die Kommunen und Partner, denen Fahrzeuge kurz- und langfristig überlassen wurden sind in Tabelle 6 dargestellt (Stichtag 15.09.2016).

Tabelle 10: Fahrzeugüberlassungen an Kommunen und andere Multiplikatoren

2014	
Kommunen	Gewerbe
<ul style="list-style-type: none"> • Landratsamt Bautzen • Landratsamt Sächsische Schweiz-Osterzgebirge • Stadt Sebnitz • Stadt Altenberg • Stadt Elstra • Stadt Niesky • Stadt Pulsnitz • Stadt Reichenbach/O.L. • Stadt Rothenburg/O.L. • Gemeinde Bertsdorf-Hörnitz • Gemeinde Großschönau • Gemeinde Kurort Jonsdorf • Gemeinde Markersdorf • Gemeinde Oybin • Gemeinde Rietschen 	<ul style="list-style-type: none"> • Mitsubsihi Autohaus Radebeul • Stadtwerke Niesky • Energieberatung Roland Michler • HanseCom GmbH • Zimmermann Karosserielack GmbH • Walther Werke
2015 / 2016	
Kommunen	Gewerbe / Hochschulen
<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinde Rosenbach • Stadt Ostritz • Gemeinde Boxberg • Gemeinde Kottmar • Gemeinde Sohland a. d. Spree • Gemeinde Großharthau • Gemeinde Mittelherwigsdorf • Stadt Altenberg • Stadt Bad Schandau • Gemeinde Cunewalde • Stadt Pulsnitz • Stadt Görlitz • Stadt Neusalza Spremberg • Stadt Bautzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bobbahn Altenberg • Druckhaus Bischofswerda GmbH • Stadtwerke Elbtal • TGZ Bautzen GmbH • Eisenbahnwelten Rathen • TRIXI Park GmbH • Hochschule Zittau / Görlitz • Ideenwerk Kroemke GmbH
<p>Dresdner Heidebogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gemeinde Ebersbach • Gemeinde Großnaundorf • Gemeinde Haselbachtal • Gemeinde Lampertswalde • Gemeinde Laußnitz • Gemeinde Moritzburg 	<ul style="list-style-type: none"> • Dresdner Heidebogen Regionalmgmt.

- Gemeinde Neukirch
- Gemeinde Niederau
- Gemeinde Ottendorf-Okrilla
- Gemeinde Priestewitz
- Gemeinde Schönfeld
- Gemeinde Schönteichen
- Gemeinde Schwepnitz
- Stadt Bernsdorf
- Stadt Großenhain
- Stadt Kamenz
- Stadt Königsbrück
- Stadt Pulsnitz
- Stadt Radeburg
- Gemeinde Thiendorf

Um individuellen Anforderungen bzw. Nutzungsbarrieren der Kommunen zu identifizieren, wurde ein Fragebogen erstellt, den Kommunen, die über Ladeinfrastruktur verfügen oder denen ein Testfahrzeug zur Verfügung gestellt wurde, beantworten sollten. Ziel der Befragung war es, angepasste Angebote für Kommunen zu entwickeln und somit die Elektromobilität zu ermöglichen. Ein Auszug der Ergebnisse ist in Abbildung 52 und Abbildung 53 dargestellt. Die Ergebnisse sind in die Entwicklung von Energie- und Infrastrukturprodukten sowie in die Ausbauaktivitäten bzgl. Ladeinfrastruktur eingeflossen.

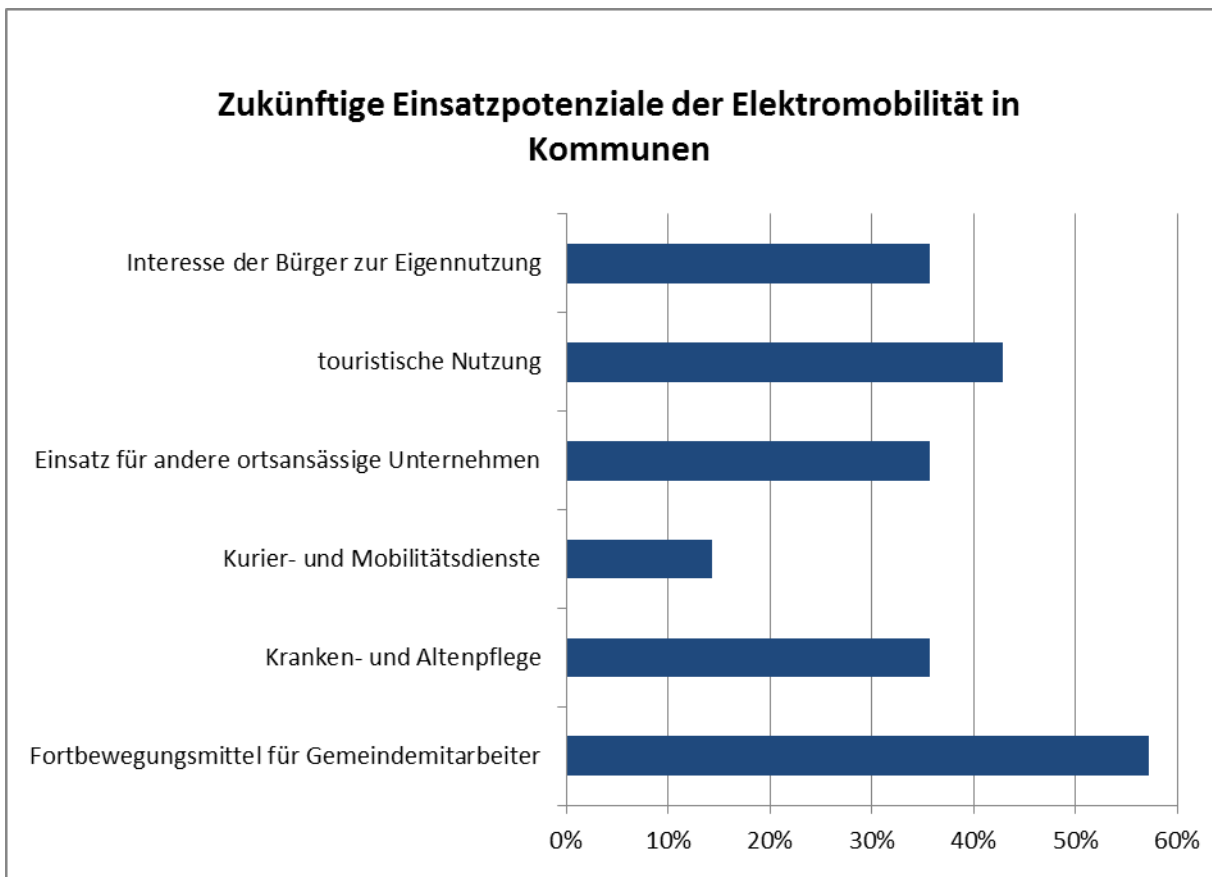


Abbildung 52: Befragung der Kommunen - Rolle der Elektromobilität

Vor allem in der kommunalen und gewerblichen Nutzung, wie z. B. in der Kranken- und Altenpflege sowie im Tourismus, sehen die Kommunen Einsatzpotenziale. Ein persönliches Interesse zur Eigennutzung der Bürger sehen ca. 35% der Kommunen.

Die ENSO kann den Einsatz von Elektrofahrzeugen hinsichtlich Beratung, Fahrzeugleasing, Ladeinfrastruktur und Nutzungskonzepten unterstützen.

Unternehmen eignen sich aufgrund meist klar definierter Einsatzprofile, hoher Auslastung der Fahrzeuge und Imagebewusstsein besonders für den Einsatz von Elektrofahrzeugen. Einsatzpotenziale der Elektromobilität bei ortsansässigen Unternehmen sind vorzugsweise gemeinsam mit den Kommunen als Vermittler zu identifizieren.

Ein direktes Engagement bei den Bürger kann über Sonderaktionen und örtlichen Veranstaltungen umgesetzt werden.

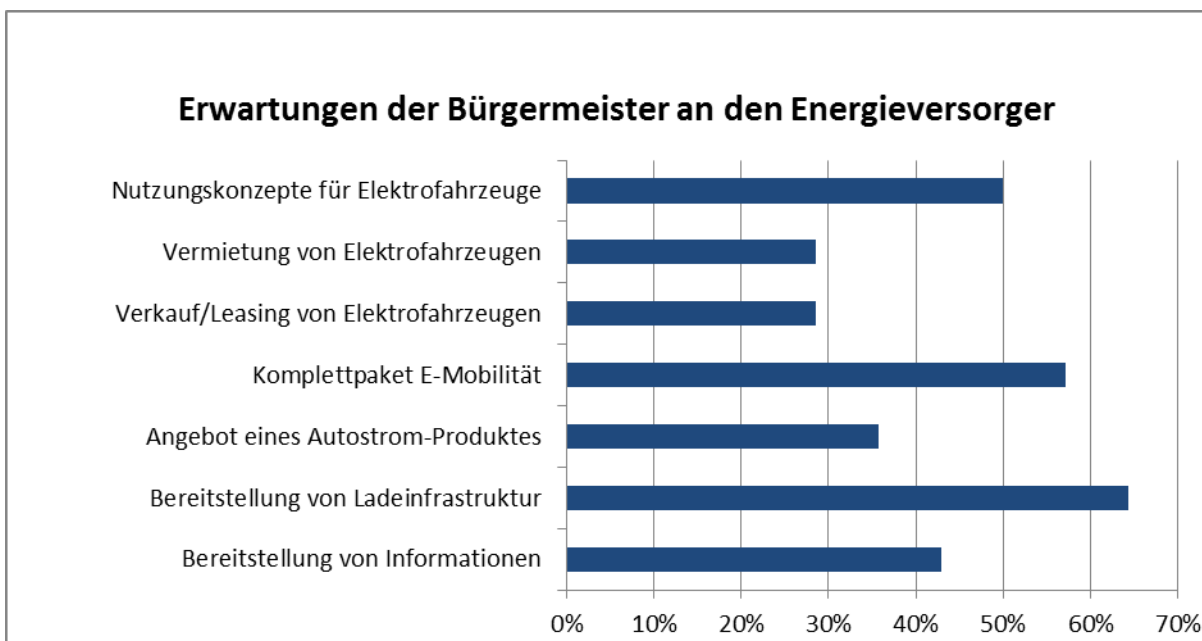


Abbildung 53: Befragung der Kommunen - Rolle des Energieversorgers

Über 60% der befragten Kommunen erwarten vom Energieversorger die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur.

Die Mehrheit der Kommunen interessiert sich auch für Komplettpakete (Infrastruktur + Fahrzeug + Strom). Diese würden eine Grundauslastung der Ladeinfrastruktur sichern und eine stärkere Wahrnehmung der Elektromobilität fördern.

DREWAG und ENSO entwickeln derzeit ein modular aufgebautes Angebotsportfolio, welches entsprechend den Anforderungen der Kommune angepasst werden kann.

Die Hälfte der Kommunen wünscht sich Unterstützung bei der Erarbeitung von Nutzungskonzepten. Auf Basis Mehrfachnutzung können die Kommunen mit individuell zugeschnitten Konzepten unterstützt werden, die zur Steigerung der Fahrzeugauslastung und Senkung der Kosten beitragen. Die Einbindung der bestehenden Ladeinfrastruktur ist dabei zwingend zu berücksichtigen.

Das Bereitstellen von Informationen wird von über 40% der Kommunen erwartet. Eine grundlegende Informationsversorgung wird über das Kundenmagazin sichergestellt. Weiterer Informationsbedarf der Kommunen wird im Rahmen unseres Kommunalvertriebes und der kommunalen Kontakte abgedeckt.

Eine Übersicht der Erkenntnisse zur Elektromobilität ist in Abbildung 54 zusammengefasst.

Elektromobilität im ländlichen Raum

- Kommunen sind an Elektromobilität und neuen Mobilitätskonzepten interessiert → Einsatzpotenzial besteht in kommunalen, touristischen und sozialen Anwendungen
- Tatsächliches Potenzial und Wirtschaftlichkeit sind in der praktischen Erprobung nachzuweisen
- eingeschränkte finanzielle Möglichkeiten machen geteilte Fahrzeugnutzung und den Einsatz gebrauchter E-Fahrzeuge attraktiv
- Administration und Fahrzeugmanagement erfordert Kooperation mit Mobilitätsdienstleistern und Partnern vor Ort

Öffentliche Ladeinfrastruktur

- Nutzungskonzept muss Auslastung sicherstellen
- AC-Ladestationen i. d. R. ausreichend, da:
 - Tagesstrecken bei Behörden meist < 100 km
 - Längere Standzeiten bei touristischen Spots (Destination Charging)

Kommunalprodukte

- Individuelle Lösungen statt Standardprodukte
- Komplettpakete (Energie-Ladeinfrastruktur-Fahrzeug) für Kommunen u. Gewerbe

Abbildung 54: Fazit Elektromobilität in Kommunen

DREWAG:

Für das Stadtgebiet Dresden wurden mit dem Umwelt- und Stadtplanungsamt Konzepte für städtische Mobilitätspunkte, die an zentralen Punkten verschiedene Verkehrsträger (z. B. Bus und Bah, Leih-Fahrräder und Elektrofahrzeuge) und Mobilitätsformen (z. B. ÖPNV, Car- und Bikesharing) weiterentwickelt. Ein Schwerpunkt war dabei, die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen zu Ladestandorten und die Erfahrungen mit Ladetechnologien in die Planung und Umsetzung der Mobilitätspunkte im Stadtgebiet Dresdens einfließen zu lassen.

Arbeitspaket 6 – Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Der Fokus der Projektkommunikation lag auf der exemplarischen Erprobung der Mehrfachnutzung von Elektrofahrzeugen. Um Elektromobilität in der Breite „erfahrbar“ zu machen, hatten zahlreiche Kommunen und Kunden die Möglichkeit, Elektrofahrzeuge aus dem Unternehmensfuhrpark von DREWAG und ENSO zu testen. Dies lieferte den Inhalt für umfangreiche Kommunikationsmaßnahmen.

In den Kunden- und Mitarbeitermagazinen von DREWAG und ENSO waren die Projektaktivitäten regelmäßig ein Thema. Zusätzlich wurden die Webauftritte und Social-Media-Kanäle (insbesondere facebook und Corporate Blog) aller drei Partner genutzt, um über den aktuellen Projektstand sowie bedeutende Ereignisse zu berichten. Auch die Presse wurde aktiv in den Kommunikationsmix eingebunden.

Der räumliche Fokus der Öffentlichkeitsarbeit lag auf den jeweiligen Versorgungsgebieten der Unternehmen DREWAG (Stadtgebiet Dresden) und ENSO (Raum Ostsachsen).

Im Folgenden sind ausgewählte Beispiele öffentlichkeitswirksamer Aktionen dargestellt:

Verbundauto

Um wissenschaftlich zu untersuchen, ob und wie es funktioniert, wenn mehrere Nutzer sich ein Elektroauto teilen, waren im Berichtszeitraum ganzjährig fünf Fahrzeuge als Test-Pkw mit jeweils einer festen Nutzergruppe unterwegs.

Die Testaktion und die Zwischenergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung wurden immer wieder in der internen und externen Berichterstattung aufgegriffen und waren auch Thema bei lokalen sowie regionalen Veranstaltungen. Darunter beispielsweise die Lange Nacht der Wissenschaft in Dresden (03.07.2015).

Testaktionen

Über die Möglichkeit für Kommunen und Geschäftspartner zeitweise ein Elektrofahrzeug aus dem Unternehmensfuhrpark von DREWAG und ENSO auf ihre Praxistauglichkeit im Dienstilltag zu testen, berichteten die regionalen Medien zahlreich, u. a. von Leihgaben an:

- Eisenbahnwelten Rathen
- Dresdner Heidebogen e.V. (20 Kommunen)
- Druckhaus Bischofswerda
- Gemeinde Großharthau
- Gemeinde Pulsnitz
- Hochschule Zittau-Görlitz
- Landratsamt Meißen
- Landratsamt Bautzen
- Sächsischer Städte- und Gemeindetag/Gemeinde Rosenbach
- WiA Wintersport Altenberg GmbH

Öffentliche Stromtankstellen

Auch die Errichtung weiterer öffentlicher Stromtankstellen in Dresden und Ostsachsen wurden als Kommunikationsanlass genutzt und von den lokalen Medien wie BILD, Sächsische Zeitung und DNN aufgegriffen.

Lange Nacht der Wissenschaft

Zur Langen Nacht der Wissenschaften 2015 (03.07.2014) wurden die Elektrofahrzeuge der TU Dresden sowie unseren Projektpartnern ausgestellt. Letztere standen für Probefahrten bereit. Weiterhin wurden Interessenten über die Projektinhalte aufgeklärt.

Während dieser Veranstaltung konnten wir einen hohen Besucherzustrom verzeichnen, von denen sich sehr viele für die angebotenen Probefahrten interessierten.



Abbildung 55: Lange Nacht der Wissenschaften 2015

Abschlussveranstaltung ENMOVE

Die Abschlussveranstaltung fand in der Gläsernen Manufaktur Dresden statt, welche seit diesem Jahr als Schaufenster für die Elektromobilität gilt. In der zweigeteilten Veranstaltung präsentierten die Vertreter der beteiligten Projektpartner die Projektergebnisse. In der zweiten Tageshälfte wurde dann in drei Gruppen die verschiedenen Projektschwerpunkte aufgegriffen und über bisherige Erfahrungen und zukünftige Möglichkeiten diskutiert. Zu den Themen gehörten Carsharing und Mehrfachnutzungsszenarien in Stadt und Land, bedarfsgerechte Ladeinfrastruktur aus Nutzer- und Betreibersicht sowie der Batterieabnutzung und Zweitverwertung. Zum Abschluss der Veranstaltung fand eine Führung durch Elektromobilitäts-Erlebniswelt der Gläsernen Manufaktur statt.

Erfolgskontrolle

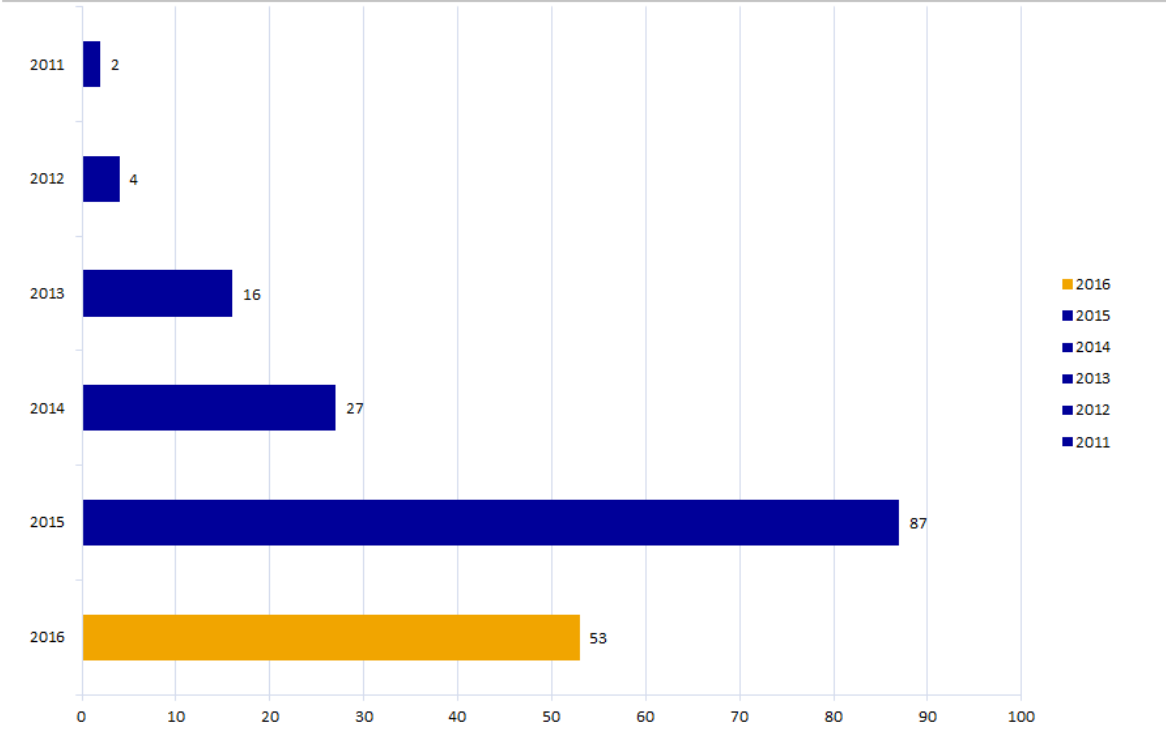
Um die Wirkung der Kommunikationsmaßnahmen im Rahmen des Projektes besser einschätzen und steuern zu können, werden nicht nur Pressemeldungen gesichtet und ausgewertet, sondern auch ein Web-Monitoring betrieben.

Die Messungen zeigen, dass sich die Anzahl gefundener Internet-Beiträge zum Stichwort Elektromobilität mit Projektbezug vervielfacht hat und im Vergleich zu anderen das am meisten diskutierte Thema darstellt (Folie 4). Die Diskussion findet im Web überwiegend in Foren statt (Folie 5).

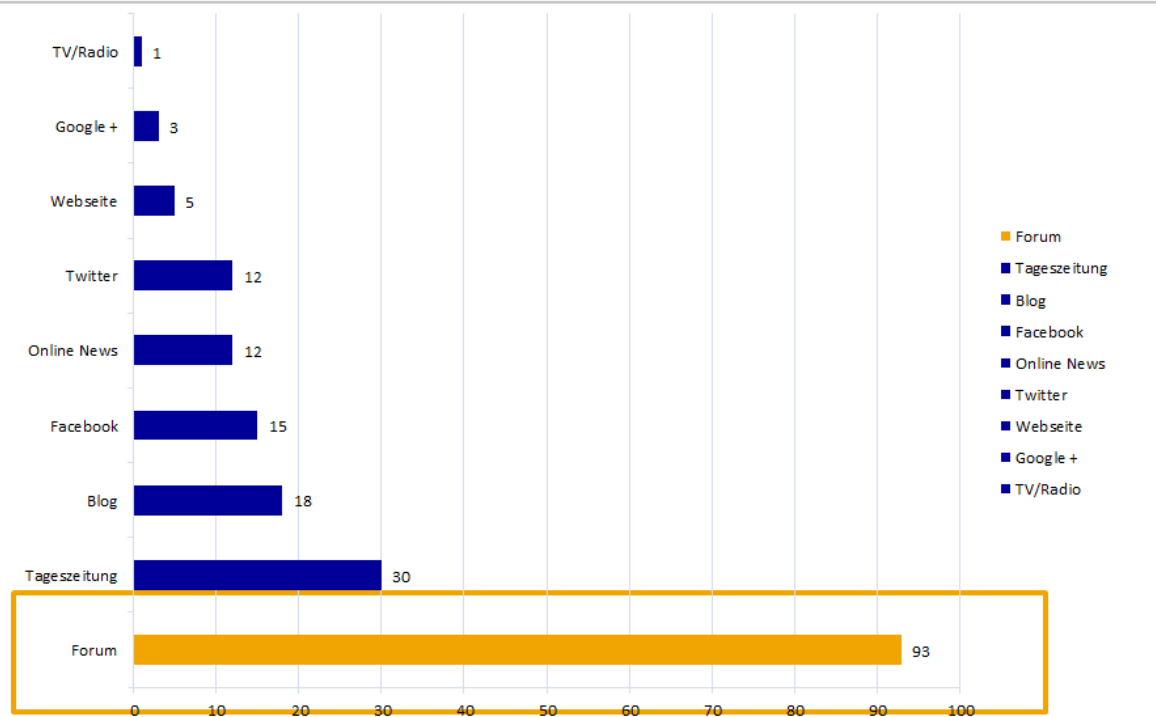
Die Tonalität hat sich deutlich in Richtung positiver Diskussionsbeiträge entwickelt (Folie 6). Das spricht für die Wirkung der Kommunikation und zeigt, dass die Projektmaßnahmen zunehmend akzeptiert werden.

Ein ähnliches Bild zeigt sich in der Presse. Bei den 200 gesichteten Abdrucken handelt es sich mehrheitlich um eine sachlich-neutrale bis positive Berichterstattung.

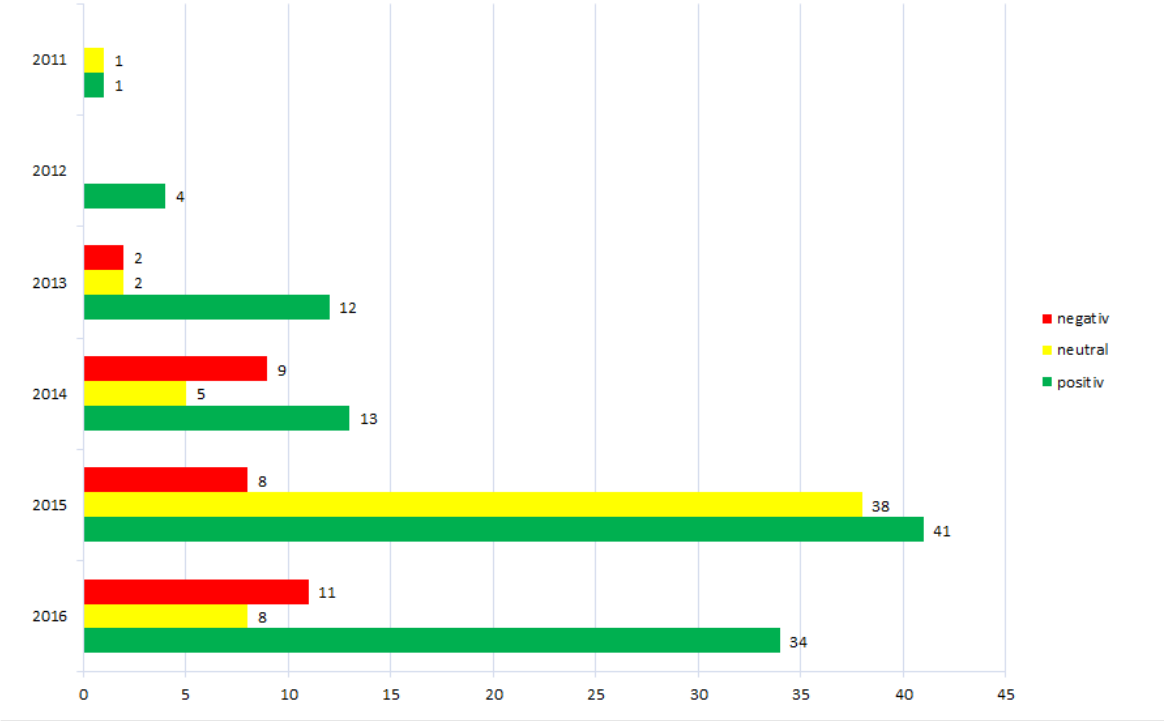
2011 – 2016: Top-1-Thema Elektromobilität mit 189 Beiträgen



Das Thema Elektromobilität ist mehrheitlich in Foren präsent



Die Tonalität spricht für die Akzeptanz und das Image unserer Aktivitäten auf dem Gebiet der Elektromobilität



4. Darstellung wesentlicher Abweichungen zum Arbeitsplan

Es liegen keine Änderungen zur bewilligten Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung vor.

Arbeitsplanung

Die Arbeitsinhalte wurden entsprechend Plan erfüllt.

Zeitplanung

Die Meilensteine wurden fristgerecht erreicht. Der Zeitplan auf Basis der bewilligten Verlängerung bis zum 30.06.2016 eingehalten.

Ausgabenplanung

DREWAG:

Der Soll-Ausbau von Lademöglichkeiten wurde an die geänderte Bedarfsqualität und Umsetzbarkeit im Projekt angepasst (siehe Studien der TUD: „Verbundauto“ - Zwischenergebnisse für ein städtisches Mehrfachnutzungskonzept für Elektrofahrzeugen und „Standortkonzept“ bzw. unser Schreiben zum „Stand Ausbau Ladestationen“ vom 26.10.2015). Auch mit dieser Abänderung konnte eines der Hauptziele für DREWAG im Projekt ENMOVE erreicht werden. Die daraus frei werdenden Geldmittel wurden u.a. für die „intelligente“ Aufrüstung bestehender Ladeinfrastruktur umgewidmet. Die avisierte Musterlösung an zwei Ladesäulen erfüllte jedoch nicht die erforderlichen Kriterien, so dass eine Skalierung auf weitere Ladesäulen abgebrochen wurde. Von den beantragten Zuwendungen (Bundesanteil) konnten somit bis zum Projektende 97.802,27€ nicht abgerufen werden.

ENSO NETZ:

Umwidmungen wurden beantragt zur Implementierung Abrechnungssystem für DC-Schnellladetechnik sowie für personellen Mehraufwand bei der Umsetzung der Mehrfachnutzungskonzepte. Von den beantragten Zuwendungen (Bundesanteil) konnten bis zum Projektende 79.428 EUR nicht abgerufen werden.

Technische Universität Dresden:

Es liegen keine Änderungen der Ausgabenplanung gegenüber der mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten Ausgabenplanung vor.

5. Vergleich der Projektergebnisse zum internationalen Stand der Technik

Die Schwerpunkte im Projekt lagen vor allem bei folgenden Themen:

- Beschaffung von Fahrzeugen
- Planung/ Errichtung/ Betrieb von Ladeinfrastruktur
- Erstellung/ Erprobung/ Evaluierung von Konzepten

Aus dieser Sachlage heraus wurden in ENMOVE keine neuen Komponenten/ Geräte/ Systemlösungen entwickelt. Aus diesem Grunde wurden keine Weltstandvergleiche – Analysen vorgenommen.

6. Verwertung, Zukunftsaussichten und weiterer F&E-Bedarf

Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses und der Erfahrungen

Potenziale, Elektromobilität auf Basis wirtschaftlich tragfähiger Konzepte zum Zeitpunkt des beginnenden Markthochlaufs und darüber hinaus zu befördern, bestehen in der Mehrfachnutzung mit lokalen und regionalen Partner. Insbesondere das kommunale Carsharing sowie die touristische Mehrfachnutzung sind erfolgsversprechende Ansätze für wirtschaftlich tragfähige Konzepte im regionalen Raum.

- Mit Blick auf die finanziellen Möglichkeiten kleiner Kommunen, stellt die Mehrfachnutzung von kommunalen Fahrzeugen, z. B. mittels Carsharing außerhalb der betrieblich genutzten Zeiten, einen Ansatz zur Generierung zusätzlicher Deckungsbeiträge dar. Weiteres Kosteneinsparungspotenzial ergibt sich durch den Einsatz gebrauchter Elektrofahrzeuge. Ein entsprechender Gebrauchtwagenmarkt entsteht derzeit durch die Ausphasung der ersten Elektro-Serienfahrzeuge bei gewerblichen Anwendern. Ein entsprechendes Angebot für Kommunen unter Nutzung ausgeflotteter Elektrofahrzeuge der DREWAG und ENSO NETZ wird derzeit mit dem Mobilitätsdienstleister FM future mobility GmbH erarbeitet. Geplant ist, ausgehend vom Pilotprojekt in Großharthau, das kommunale Carsharing auf weitere Kommunen in der Region auszurollen.
- Um das finanzielle Risiko touristischer Anbieter zu minimieren, stellt auch hier die Mehrfachnutzung im Sinne einer gemeinsamen Finanzierung und Vermarktung eines Mobilitätsangebotes mit Elektrofahrzeugen durch mehrere Tourismusanbieter einen erfolgsversprechenden Ansatz dar. Erprobt werden diese Konzepte derzeit im Kurort Rathen sowie ab 03/2016 in der Kurstadt Bad Schandau. Eine Fortsetzung und Ausweitung auf weitere touristische Anbieter in der Region wird angestrebt. Basis sind die Mobilitätsdienstleistungen, welche derzeit im Rahmen des kommunalen Carsharing entwickelt werden.

Weitere Ansätze ergeben sich aus der Freigabe von gewerblichen Flottenfahrzeugen in dienstlich ungenutzten Zeiten. Barrieren bestehen hier jedoch seitens rechtlicher (z. B. Gewerberecht, Handelsrecht, Zulassungsrecht) und administrativer (z. B. Vertrags-, Übergabe-/Rückgabemanagement) Anforderungen. Ob trotz dieser Barrieren eine Wirtschaftlichkeit darstellbar ist, ist in der Praxis noch nachzuweisen.

Darüber hinaus besteht wirtschaftliches Potenzial für folgende Angebote (Sicht Energieversorger, Netzbetreiber):

- Komplettpakete Elektromobilität (Energie-Ladeinfrastruktur-Fahrzeug-Mobilitätsdienstleistung) für Kommunen
- Individuelle Ladeinfrastrukturlösungen im nicht-öffentlichen, halb-öffentlichen und öffentlichen Bereich für Gewerbe
- Aufrüstung bestehender Lösungen für intelligentes Laden und Verwalten

Mit dem starken Engagement der Konsortialpartner bei den Kommunen und der Möglichkeit dieser und anderer Multiplikatoren praktische Erfahrungen mit Elektromobilität und alternativen Mobilitätskonzepten zu sammeln, wurde wesentlich dazu beigetragen das Thema in der Region zu verankern. Zudem wurden Lösungen entwickelt, die auch über die Projektlaufzeit hinaus die (z. T. neu entstandenen) Bedürfnisse der kommunalen Anwender befriedigen können. Wesentliche Erkenntnisse zur Elektromobilität im ländlichen Raum sind:

Elektromobilität und alternative Mobilitätskonzepte im ländlichen Raum:

- Kommunen sind an Elektromobilität und neuen Mobilitätskonzepten interessiert → Einsatzpotenzial besteht in kommunalen, touristischen und sozialen Anwendungen

- Tatsächliches Potenzial und Wirtschaftlichkeit sind in der praktischen Erprobung nachzuweisen
 - eingeschränkte finanzielle Möglichkeiten machen geteilte Fahrzeugnutzung und den Einsatz gebrauchter E-Fahrzeuge attraktiv
 - Mehrfachnutzung: Administration und Fahrzeugmanagement erfordert Kooperation mit Mobilitätsdienstleistern und Partnern vor Ort
- Öffentliche Ladeinfrastruktur im ländlichen Raum:
- Nutzungskonzept muss Auslastung sicherstellen
 - AC-Ladestationen i. d. R. ausreichend, da: Tagesstrecken bei Behörden meist < 100 km ; Längere Standzeiten bei touristischen Spots (Destination Charging)

Kommunalprodukte:

- Individuelle Lösungen statt Standardprodukte
- Komplettpakete (Energie-Ladeinfrastruktur-Fahrzeug) für Kommunen u. Gewerbe

Veröffentlichungen, Vorträge

Veröffentlichungen

- Petersohn, R.; Raupbach, A.; Morawietz, L.; Unger, A.; Bäker, B.: Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen - ENMOVE - Energie und Mobilität im Verbund. Beitrag in: Elektrik/Elektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen und elektrisches Energiemanagement VI, Bad Boll, 2015, ISBN: 978-3-8169-3311-3.
- Unger, R.; Schwan, T.; Petersohn, R.: Simulation Based Testing of Charging Infrastructure and Power Management Algorithms with ICIRP. CoFAT 2015 - 4th Conference on Future Automotive Technology, Fürstenfeld, 28.-29. April 2015.
- Unger, R.; Petersohn, R.; Krebs, K.: Aspects of Power Management in Fleet Charging of EV. 4th International Conference on Energy Efficient Vehicles ICEEV 2015
- Petersohn, R.; Morawietz, L.; Bäker, B.: Analysis of battery aging as factor of economic efficiency of an EV. 4th International Conference on Energy Efficient Vehicles ICEEV 2015
- Petersohn, R.; Raupbach, A.: Herausforderungen und Erkenntnisse zu Einsatzmöglichkeiten und zur Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen, Beitrag zu den 25. Verkehrswissenschaftlichen Tagen 2016
- Petersohn, R.; Krebs, K.; Raupbach, A.; Pessier, R.: Selected studies of vehicle and infrastructure data from the operation of a BEV fleet in Dresden. CoFAT 2016 - 5th Conference on Future Automotive Technology, Fürstenfeld, 03.-04. Mai 2016
- Klötzing, C., Bunzel, A.; Krebs, K.; Petersohn, R.: Saxony as a Model Region in Germany for connected electric mobility. EVS29 Symposium. Montréal, Québec, Canada, June 19-22, 2016

Tagungen / Veranstaltungen

Die Aktivitäten im Rahmen der Elektromobilität sowie des Projektes ENMOVE wurden u.a. auf den folgenden Veranstaltungen vorgestellt:

- Schaufensterübergreifender Workshop „elektromobiles Carsharing“ 02.12.2014
- Workshop „Smart Traffic – Intelligente Verkehrssysteme“ im Rahmen des BMWi Förderprogramms IKT für Elektromobilität II (11.02.2015)
- Urbane Mobilitätskonzepte im Wandel – erLEBEN und erFAHREN (10.03.2015)
- EEHE - Elektrik/Elektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen und elektrisches Energiemanagement (22./23. 04. 2015)
- Tag der Elektromobilität bei DREWAG (25.04.2015) in Dresden
- Car & Fun (03.05.2015) in Bischofswerda
- eTourEurope (15.05.2015) in Dresden
- WAVE Trophy (13.06.2015) in Dresden

- 4th International Conference on Energy Efficient Vehicles ICEEV 2015, Dresden, (16.-17.06.2015)
- Energiestammtisch der Stadtwerke Freiberg (29.6.2015)
- Petersohn, R.: Vortrag zum Projekt "Energie und Mobilität im Verbund (ENMOVE)", SEMICON 2015, Messe, Dresden, (06.10.2015)
- Schaufensterübergreifender Praxisworkshop „eCarsharing und Flotteneinsatz (05.11.2015)
- Workshop-Reihe 2015 für Stadtwerke durch die ENSO AG zum Thema Elektromobilität
- Hauseigene Fachtagung der Professur für Kommunikationswirtschaft am Institut für Wirtschaft und Verkehr: „Mobilität und Kommunikation“ (26.-27.01.2016)
- 3. Jahrestagung des Schaufensters Elektromobilität Bayern-Sachsen, 04.02.2016 - 05.02.2016, München
- Herausforderungen und Erkenntnisse zu Einsatzmöglichkeiten und zur Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen, 25. Verkehrswissenschaftliche Tage, 16.-17.03.2016, Dresden
- Ergebniskonferenz des Schaufensterprogramms Elektromobilität, 14.-15.04.2016, Leipzig
- Batterietagung 2016 (25-27.04.2015)
- Tag der Elektromobilität bei DREWAG (30.04.2016) in Dresden
- 5th Conference on Future Automotive Technology - Cofat, Focus Electromobility 03.-04.05.2016, Fürstenfeld
- eTourEurope (06.05.2016) in Dresden
- 25. Verkehrswissenschaftlichen Tage (VWT) (16./17.03. 2016)
- 10. Tagung Diagnose in mechatronischen Fahrzeugsystemen, 10.-11.05.2016 in Dresden
- 10.6. Lange Nacht der Wissenschaften (14/15/16)
- Klötzing, C; Petersohn, R.: Vortrag zu "Saxony as a Model Region in Germany for connected electric mobility", EVS29 Symposium. Montréal, Québec, Canada, June 19-22, 2016

Zukünftiger F&E Bedarf

- Die Batteriekapazitäten in Flottenszenarien so zu reduzieren, dass auf Kostenseite eine Parität oder sogar ein Vorteil der Elektromobilität entsteht bedarf neuen Dispositionssystemen. Hierzu existieren noch keine relevanten Arbeiten und Fahrzeugkonzepte.
- Größere Testläufe in ländlichen Regionen zur Etablierung von CarSharing kombiniert mit Mitnahmemöglichkeiten für Waren und Güter bedingen eine Grundlast. Diese zu ermitteln und Lösungsansätze für die momentane Ablehnung zu entwickeln ist sehr Interessant.
- Rechtlichen und Fahrzeugtypischen Rahmenbedingungen für Randzeitennutzungen für Fuhrparkfahrzeuge.
- Anreizsysteme für die geschäftsneutrale Verschiebung der Nachfrage in Flottenfuhrparks.
- Standardisierung netzdienliche Elektrofahrzeug-Anschlüsse im öffentlichen und nicht-öffentlichen Bereich
- Standardisierung der Einbindung von Elektrofahrzeugen in intelligente Netze als steuerbare Lasten über intelligente Messsysteme (Integration in CLS- Steuerbox)
- Informationstechnische und automatisierte Systeme die dem Fahrzeugnutzer eine komfortable batterieschonende Nutzung des Elektrofahrzeuges ermöglicht

7. Beitrag zu den förderpolitischen Zielen des Förderprogrammes Schaufenster Elektromobilität

- Elektromobilität wurde einer breiten Öffentlichkeit mit Fokus auf Dresden und Ostsachsen durch Testaktionen und umfangreicher Öffentlichkeitsarbeit über alle Druck- und Digitalmedien sichtbar und erfahrbar gemacht
- Wichtige Multiplikatoren wurden identifiziert und das Thema Elektromobilität in der Praxis durch Informationsveranstaltungen, Testaktionen sowie kurz- und langfristigen Fahrzeugvergaben vermittelt
- (Elektro-)Mobilitätskonzepte auf Basis der Mehrfachnutzung und an Markt- und Kundenbedürfnisse angepasste Produkte wurden entwickelt und umgesetzt, um die Verbreitung der Elektromobilität als Gesamtsystem zu befördern
- Mit der Untersuchung und Erprobung der Mehrfachnutzung in einem sehr breiten Spektrum wurden nicht nur auf Elektromobilität bezogene Konzepte sondern auf den gesamten Verkehrssektor übertragbare Konzepte entwickelt:
 - Mitarbeiter-Carsharing: Fahrzeugverleih an Mitarbeiter an Randzeiten
 - Corporate-Carsharing: Öffnung von Fahrzeugpool und Buchungssystem für Drittunternehmen
 - Lokale / regionale Partner: Mehrfachnutzung mit und durch kommunale und touristische Partner sowie Wirtschaftspartner
- Der bedarfsgerechte Ausbau (i. S. v. Anzahl aber auch Technologie (AC- und DC-Technik)) von Ladeinfrastruktur in der Region senkt eine wesentliche Barriere für die Umsetzung der Elektromobilität
- Die Entwicklung von Ladestandortkonzepten vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Nutzung (i. S. v. langfristiger Auslastung) und der netztechnischen und systemdienlichen Einbindung in zunehmend von erneuerbaren Energien geprägten Energiesystemen

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel Energie und Mobilität im Verbund (ENMOVER)		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Dreuse, Alexander Wald, Carsten Hänchen, Holger Pessier, Rene Petersohn, Ronny	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2016	
	6. Veröffentlichungsdatum 30.09.2016	
	7. Form der Publikation Schlussbericht	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) DREWAG - Stadtwerke Dresden GmbH ENSO NETZ GmbH – Dienstleistungsbetrieb Technische Universität Dresden (Institut für Automobiltechnik Dresden, Institut für Kommunikation und Wirtschaft)	9. Ber. Nr. Durchführende Institution	
	10. Förderkennzeichen 16SBS004B 16SBS004A 16SBS004C	
	11. Seitenzahl 67	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)	13. Literaturangaben -	
	14. Tabellen 10	
	15. Abbildungen 55	
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Schlussbericht, Berlin, 30.09.2016		
18. Kurzfassung Ziel des Projektes ist es, durch die Entwicklung von Komplettangeboten (Strom, Ladeinfrastruktur, Fahrzeug) und der Umsetzung von Szenarien der (teil-)öffentlichen Mehrfachnutzung, Elektromobilität der Öffentlichkeit im Versorgungsgebiet Dresden und Ostsachsen zugänglich zu machen und langfristig zu etablieren. Folgende Mehrfachnutzungskonzepte wurden für den urbanen und ländlichen Raum entwickelt und umgesetzt: Mitarbeiter-Carsharing (Fahrzeugverleih an Mitarbeiter an Randzeiten), Corporate-Carsharing (Öffnung von Fahrzeugpool und Buchungssystem für Drittunternehmen), Lokale / regionale Partner (Mehrfachnutzung mit und durch kommunale und touristische Partner sowie Wirtschaftspartner) und Verbundauto (Testflotte zur Erprobung komplexer Szenarien und Untersuchung von Mobilitätsverhalten). Außerdem wurden über 50 Kommunen und anderen Multiplikatoren Elektrofahrzeuge im Rahmen von Kurz- und Langzeitvergaben zur Erprobung der Alltagstauglichkeit und neuer Mobilitätskonzepte zur Verfügung gestellt. Mit der Aktion Verbundauto wurde die Kombination von privaten und gewerblichen Einsatzzwecken von Elektroautos öffentlichkeitswirksam und die Grenzen der Mehrfachnutzung erprobt. Insgesamt wurden in Verbundauto 60.000 km Fahrleistung in 14 verschiedenen Einsatzszenarien von 85 Testpersonen erreicht. Vor dem Hintergrund der Mehrfachnutzung wurden Auswirkungen des Nutzungs- und Ladeverhaltens auf den Alterungsprozess und die Wirtschaftlichkeit der Traktionsbatterie untersucht und Alterungsmodelle weiterentwickelt. Im Rahmen des Projektes wurden insgesamt 35 Elektrofahrzeugen durch DREWAG und ENSO beschafft. Die Fahrzeuge wurden in die Fuhrparks der Unternehmen integriert und werden zur Umsetzung der im Projekt entwickelten Mobilitätskonzepte genutzt. Für Dresden und Ostsachsen wurden ein Standortkonzept sowie standortspezifische Nutzungskonzepte für Ladeinfrastruktur entwickelt. DREWAG und ENSO betreiben zum Projektende am 30.06.2016 15 bzw. 16 Ladestationen in Dresden bzw. Ostsachsen.		
19. Schlagwörter Elektromobilität, Mobilitätskonzept, Mehrfachnutzung, Carsharing, Verbundauto, Ladeinfrastruktur, Standortkonzepte, Nutzungskonzepte, Traktionsbatterie, Alterungsprozess		
20. Verlag	21. Preis	

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication)	
3. title Energie und Mobilität im Verbund (ENMOVER)		
4. author(s) (family name, first name(s)) Dreuse, Alexander Wald, Carsten Hänchen, Holger Pessier, Rene Petersohn, Ronny	5. end of project 30.06.2016	
	6. publication date 30.09.2016	
	7. form of publication report	
8. performing organization(s) (name, address) DREWAG - Stadtwerke Dresden GmbH ENSO NETZ GmbH Technische Universität Dresden (Dresden Institute of Automobile Engineering, Institute of Transport and Economics)	9. originator's report no.	
	10. reference no. 16SBS004B 16SBS004A 16SBS004C	
	11. no. of pages 67	
12. sponsoring agency (name, address) Federal Ministry for Economic Affairs and Energy Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety Federal Ministry of Education and Research	13. no. of references -	
	14. no. of tables 10	
	15. no. of figures 55	
16. supplementary notes		
17. presented at (title, place, date) VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Schlussbericht, Berlin, 30.09.2016		
18. abstract <p>The aim of the project is to develop all-in-one offers (power, charging infrastructure and vehicle) and convert scenarios from (partly) public multiple use in order to open up public electromobility in the Dresden and eastern Saxony service area and establish it for the long term.</p> <p>The following multiple use concepts were developed and converted for urban and countryside areas: employee car sharing (lending a car to employees in flexible time bands), corporate car sharing (opening the vehicle pool and booking system for third-party companies), local/regional partners (multiple use with and by communal and tourist partners as well as partners from private enterprises) and "composite car" ("Verbundauto", a test fleet to test complex scenarios and study mobility behaviour). In addition, electric cars were made available to more than 50 communes and other multipliers for short and long-term assignments to test the everyday road capacity and new mobility concepts.</p> <p>The composite vehicle project tested the combination of private and commercial purposes in electric cars for a public-oriented environment as well as the boundaries of multiple use. In total, the composite car covered 60,000 km with 85 test persons in 14 different deployment scenarios.</p> <p>Against the background of multiple use, the effects of behaviour when in use and when charging on the ageing process and the economy of the traction battery were tested and ageing models were further developed.</p> <p>A total of 35 electric vehicles were acquired in the project through DREWAG and ENSO. The vehicles were integrated into the company's vehicle fleet and are being used to convert the mobility concepts developed in the project.</p> <p>A location concept and location-specific concepts of usage for charging infrastructure were developed for Dresden and eastern Saxony. DREWAG and ENSO will be operating 15 or 16 charging stations in Dresden and eastern Saxony until the end of the project on 30.06.2016.</p>		
19. keywords Electromobility, mobility concept, multiple use, car sharing, composite car, charging infrastructure, location concepts, usage concepts, traction battery, ageing process		
20. publisher	21. price	