

**Kurzbericht
zum
Verbundforschungsprojekt**

„Multimodales Mobilitätsmanagement zur Industrialisierung der
Elektromobilität“

– gefördert durch das
Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg –

1. Ziel des Vorhabens

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Zielsystemen bzw. Lastenheften für Mobilitätsdienste, durch die eine maximale Marktdurchdringung der Elektromobilität kurz-, mittel- und langfristig optimal unterstützt werden kann. Dies beinhaltet die Untersuchung fahrzeug-, nutzer- und energieverorgungsbezogener Aspekte, welche die energieeffiziente Nutzung von Elektrofahrzeugen in Kombination mit multimodalen Konzepten zur Anbindung von ÖPNV und MIV (Motorisierter Individualverkehr) betrachten. In diesem Zusammenhang wurden insbesondere die technischen und wirtschaftlichen Wechselwirkungen von Fahrzeugdiagnose, Betriebs- und Fahrstrategie, Routenplanung, Ladekonzept sowie Tarif- und Abrechnungsmodell berücksichtigt, um so potentielle Synergien identifizieren und daraus Anforderungen an zukünftige Mobilitätsdienste ableiten zu können. Darüber hinaus wurden im Hinblick auf das Management hybrider Fahrzeugflotten (d.h. Flotten bestehend aus verbrennungsmotorisch sowie elektrisch betriebenen Nutzfahrzeugen und Personenkraftwagen) auch systembezogene Dienste untersucht. Dabei war der wesentliche Aspekt in der Identifikation von Plattformen, Schnittstellen und Spezifikationen zu sehen, die als Katalysator zur Industrialisierung der Elektromobilität wirken.

2. Angaben zur Durchführung des Projekts mit Angaben zum Beitrag der beteiligten Unternehmen

Das Forschungsfeld „Multimodales Mobilitätsmanagement“ wurde entsprechend Bild 1 in fünf Arbeitspakete untergliedert, so dass Anforderungen an umsetzungsrelevante Dienste zur Unterstützung der Industrialisierung in einzelnen Entwicklungsgruppen themenspezifisch analysiert und spezifiziert werden konnten. Dazu bearbeitete das Projektkonsortium, bestehend aus namhaften baden-württembergischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen der Branchen Automobilindustrie, Energieversorgung und Informationstechnologie spezifische Teilaspekte in regelmäßigen Treffen und Workshops. Die beteiligten Unternehmen brachten hier ihre branchenspezifische Sichtweise und Expertise mit in die Diskussion ein, um somit einzelne Anforderungen an multimodale Mobilitätsdienste zu spezifizieren.

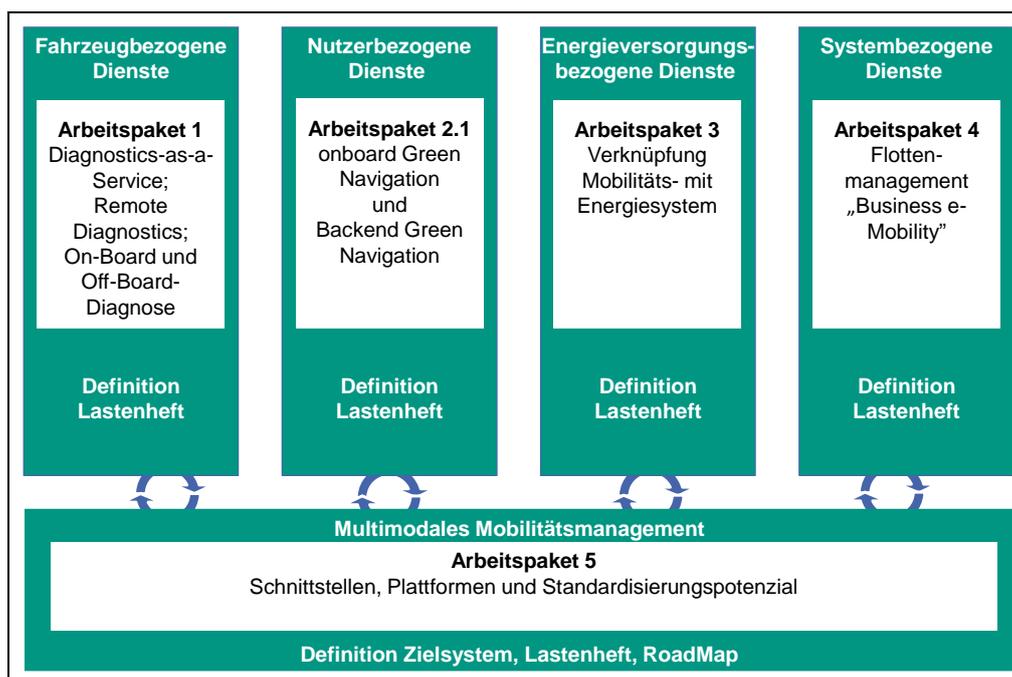


Bild 1: Projektstruktur „Multimodales Mobilitätsmanagement“

3. Erzielte Ergebnisse

Arbeitspaket 1 – Fahrzeugbezogene Dienste

Die fahrzeugbezogenen Dienste wurden unter den Teilaspekten (1) Fahrzeugzugang, (2) Batteriezustand, (3) Betriebszustand und (4) Energieeffizienz behandelt. Es wurden dazu insbesondere Diagnosedienste im Spannungsfeld der vernetzten und multimodalen Mobilität unter Einsatz von Telematikanwendungen für Elektrofahrzeuge untersucht. Die Arbeiten konzentrierten sich auf spezielle Anwendungen zu (Remote-)Messen, Diagnose und Kalibrieren von Elektrofahrzeugen. Hierzu wurde ein Basissystem für die synchrone und asynchrone Erfassung von Daten im Fahrzeug und deren synchron und asynchrone Übermittlung an ein zentrales Auswertesystem formuliert. Dieses Basissystem wurde durch die Realisierung eines Demonstrators hinsichtlich technischer Machbarkeit geprüft. Die Optimierung einer elektrisch betriebenen Fahrzeugflotte nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfordert es verschiedene Fahrzeugdaten, wie z.B. Ladezustand, echtzeitnah zu erfassen. Mit diesen Informationen kann die tatsächlich erforderliche Lade- und Standzeit berechnet werden. Aktuell muss für die Einsatzplanung einer eFlotte immer noch von der maximalen Ladezeit ausgegangen werden. Da die tatsächliche Ladezeit oftmals deutlich geringer ist, kann mit den derzeitigen Systemen die Flotte nicht optimal ausgelastet werden, was dazu führt, dass sich der Einsatz von Elektrofahrzeugen, z.B. in Car Sharing Flotten, nicht wirtschaftlich darstellen lässt. Der Demonstrator sollte mögliche Lösungspfade aufzeigen und deren grundsätzliche Machbarkeit darstellen. Für die Erfassung und Übermittlung von Echtzeitdaten aus dem Trägersystem (Elektrofahrzeug mit anwendungsspezifischen Einbauten) wurden entsprechende Komponenten (z.B. Telematikeinheit) erfolgreich zu einem lauffähigen System integriert. Mit dem betrachteten Ansatz kann bei entsprechender Systemintegration signifikantes Potenzial zur Verbesserung eines bestehenden Flottenmanagementsystems für den Einsatz von Elektrofahrzeugen gehoben werden.

Arbeitspaket 2 – Nutzerbezogene Dienste

Die nutzerbezogenen Dienste wurden unter den Teilaspekten (1) vorausschauendes energieeffizientes Fahren, (2) Vorkonditionierung, (3) Planung energieoptimierter Routen und (4) intermodale Kette der Mobilität behandelt. Der erste Teilaspekt untersucht die Wahl optimaler Betriebs- und Fahrstrategien während der Fahrt. Betriebsstrategien basieren auf einem prädiktiven Modell des Verbrauchs und der damit ermöglichten Ermittlung von Energieeffizienz-optimalen Fahraktionen. Fahrstrategien dahingegen erfordern ein kontinuierlich zu aktualisierendes Fahrermodell, das einerseits eine Personalisierung von Fahrempfehlungen, andererseits eine Bewertung der Fahrweise ermöglicht. Eine Simulation typischer Ampelkreuzungen zeigt, dass Elektrofahrzeuge allein hier ein Einsparpotential von ca. 10% aufweisen. Der zweite Teilaspekt, die Vorkonditionierung, untersucht das persönliche Nutzerprofil. So können bereits beim Laden Komforteinstellungen, wie z.B. die gewünschte Innenraumtemperatur, vorgenommen werden. Bei der Routenplanung ist eine Aggregation zahlreicher feingranularer Einflussgrößen entscheidend. Diese können als während der Fahrt (semi-)statische (z.B. Streckenprofil) und dynamische (z.B. Verkehrsdichte) Größen betrachtet werden. Dynamische Größen können statistisch und auf Basis aktueller Messwerte einfließen. Hierbei ist eine geeignete Nutzerschnittstelle zur Visualisierung von z.B. Strecken und Reichweiten bereitzustellen. Für die Berechnung intermodaler Ketten ist eine ganzheitliche Erfassung der Prozesse entlang der nutzer- und fallspezifischen Fortbewegung notwendig. Es sind Mobilitätsmuster der einzelnen Fortbewegungen sowie entsprechende Geschäftsprozesse verkehrsbetreiberübergreifend zu erfassen. Zudem ist die Identifikation von Kennzahlen als Initialgrößen und Stellschrauben als Grundvoraussetzung für eine Simulation der Prozesse zu betrachten.

Arbeitspaket 3 – Energieversorgungsbezogene Dienste

Die energieversorgungsbezogenen Dienste wurden unter den Teilaspekten (1) Lademanagement (2) Abrechnungsmodelle (3) Eichrecht und Datenschutz und (4) Tarifmodelle behandelt. Ladestationen ermöglichen derzeit kabelgebundenes Laden mit einer Ladeleistung von 44 kW. Im Privathaushalt besteht zudem die Möglichkeit das Elektrofahrzeug über die Steckdose mit maximal 3,7 kW zu laden, wobei auch hier höhere Ladeströme mittels sogenannter Wallboxes möglich sind. Zukünftig werden steuerbare Ladeströme zur technischen Voraussetzung. So kann der Netzbetrieb berücksichtigt und Lastspitzen vermieden werden. Zur Gewährleistung einer einfachen und interoperablen Abrechnung beim Ladevorgang ist eine Standardisierung der Schnittstellen für den Austausch der abrechnungsrelevanten Daten erforderlich. Dies kann durch eine Entkoppelung von Ladeinfrastruktur und den damit verbundenen Dienstleistungen erreicht werden. Abgerechnet werden Leistungen zwischen den verschiedenen Parteien durch zentrale Back-End-Services, welche Authentifikation, Autorisierung, Clearing und Abrechnung bedienen. Beim Laden sind insbesondere gesetzlichen Anforderungen des Eichrechts und des Datenschutzrechts maßgeblich. Jede Ladesäule benötigt zukünftig ein Messgerät, das eichrechtliche Anforderungen erfüllt. Zudem muss der Schutz von den an Ladestationen generierten Daten gewährleistet sein. Durch eine intelligente Abrechnung können verschiedene Tarifmodelle, wie Stufentarife oder dynamische Tarife, angeboten werden. Dies bedingt eine genaue Abrechnung der Ladung nach Zeit, Last oder Verbrauch. Letztlich muss zur Realisierung und Marktdurchdringung neuartiger Tarife sichergestellt sein, dass Kundenakzeptanz für diese Produkte gegeben ist. Deshalb müssen die Tarife für den Mobilitätsnutzer ökonomisch vorteilhaft und praktikabel sein.

Arbeitspaket 4 – Systembezogene Dienste

Die systembezogenen Dienste wurden unter den Teilaspekten (1) Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge (2) ideales Antriebskonzept (3) maximale Auslastung und (4) maximale Verfügbarkeit behandelt. Hybride Fahrzeugflotten aus Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen können maßgeblich zur Diffusion von Elektrofahrzeugen beitragen, da sie definierte Streckenprofile und ein breites Einsatzfeld für Elektrofahrzeuge bieten und auch durch Multiplikatoreffekte die Verbreitung von Elektrofahrzeugen im Markt beschleunigen. In Flotten aus Benzin/Diesel- sowie Elektrofahrzeugen muss das eFlottenmanagement die Vor- und Nachteile des jeweiligen Antriebskonzeptes berücksichtigen und die Fahrzeuge unter Kenntnis der vorhandenen Ladeinfrastruktur angepasst auf die angefragten Mobilitätsbedarf disponieren. Jeder Fahrzeugempfehlung muss eine ökonomische und ökologische Bewertung unterlegt sein. Mit dem Ziel der Senkung der Amortisationsdauer durch eine maximale Auslastung kann das Flottenmanagementsystem definierten Nutzprofilen und Fahreinsätzen Elektrofahrzeuge zuordnen. Durch bestehende Mobilitätsmuster in Flotten kann der Nutzen von Elektromobilität durch den höchst möglichen Einsatz und Auslastung von Elektrofahrzeugen realisiert werden. Forschungsbedarfe sind hier in der exakten Anpassung der Batteriekapazität, der Genauigkeitssteigerung von Reichweitenprognosen und der Bereitstellung eines intelligenten Lademanagement zu sehen. Durch die Einbindung multimodaler Mobilitätsdienste kann das eFlottenmanagementsystem eine maximale Verfügbarkeit der Fahrzeuge garantieren, da private wie auch öffentlichen Ladeinfrastruktur, und so auch unterschiedliche Lademodi, genutzt werden können. Herausforderungen ergeben sich durch die anzupassende Zustandsüberwachung der Fahrzeuge sowie die Optimierung für eine dynamische Planung unter Berücksichtigung multimodaler Mobilitätsoptionen.

4. Mögliche Anwendungsfelder

Arbeitspaket 5 – Multimodales Mobilitätsmanagement

Die Ganzheit aller identifizierten Anforderungen an fahrzeug-, nutzer-, energieversorgungs- und systembezogenen Dienste bilden das Zielsystem für ein Multimodales Mobilitätsmanagement (vgl. Bild 2). Dazu wurden Wechselwirkungen zwischen den Teilaspekten untersucht und mittels einer Schnittstellenmatrix dokumentiert. Gestützt durch ein gemeinsam entwickeltes, use-case-basiertes Szenario wurden so folgende Anwendungsfelder erarbeitet. (1) Die Umsetzung eines Multimodalen Informationssystems erlaubt einem Nutzer (Privatperson, wie auch Flottenbetreiber) die multimodale Routenplanung und Navigation. Hierzu gilt es Fahrzeuginformation (z.B. Ladezustand), Verkehrsinformation (z.B. Streckenverlauf), alternative Mobilitätsangebote (z.B. Bahn) und die Mobilitätswünsche des Nutzers (z.B. Reisedauer) zusammenzuführen und in Form geeigneter Mobilitätsoptionen bereitzustellen. (2) Die Umsetzung eines Lade- und Abrechnungssystems erfordert die Abstimmung zwischen Diagnose- bzw. Messgeräten in Fahrzeug und Ladestation. Darüber hinaus ist der Nutzer über Tarif- und Ladeangebot zu informieren, welches in Abhängigkeit von Lademodus und Netzauslastung variieren kann. (3) Durch die Integration beider genannter Systeme ist schließlich ein Multimodales Mobilitätsmanagement zu realisieren. Die zentrale Herausforderung besteht hierbei in der branchenübergreifenden Abstimmung von Datenschnittstellen, sowie der technischen Umsetzung von Informationsverarbeitung und -bereitstellung.

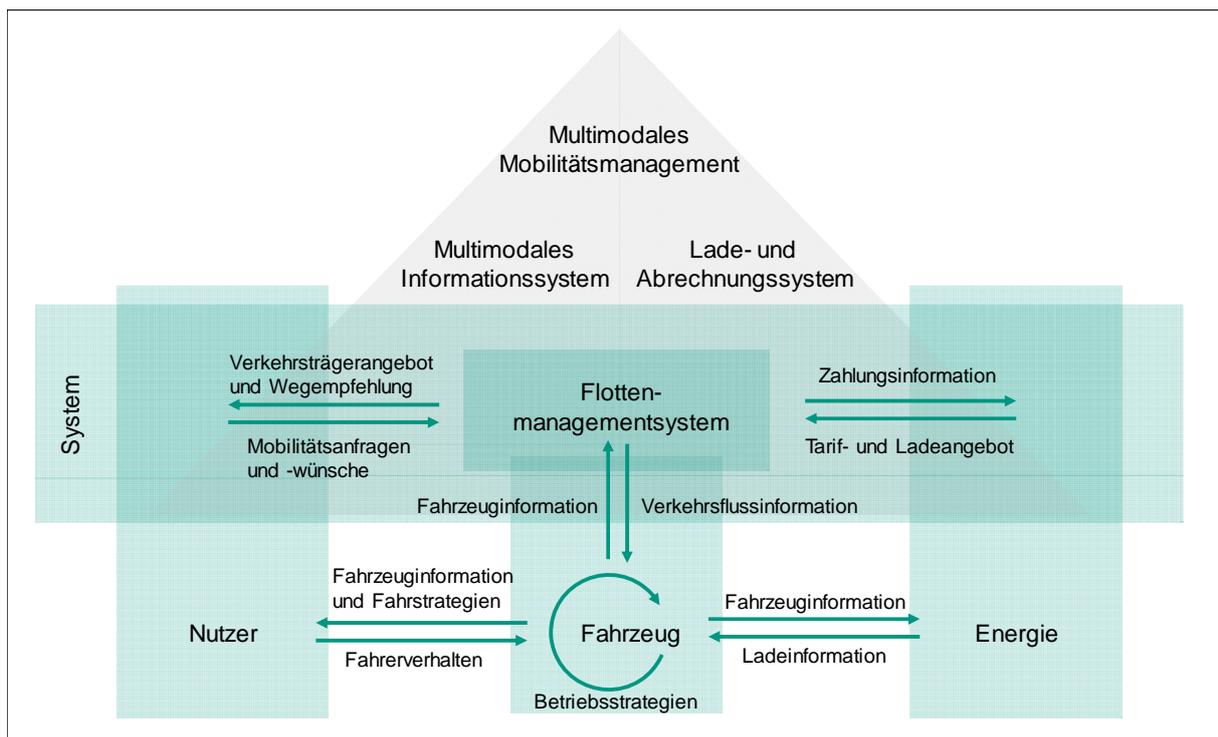


Bild 2: Systembild „Multimodales Mobilitätsmanagement“

5. Ansprechpartner

IPEK – Institut für Produktentwicklung am KIT

Kaiserstraße 10, 76131 Karlsruhe

Dr. Matthias Behrendt

Tel.: +49 721 608 46470

Fax: +49 721 608 45487

matthias.behrendt@kit.edu