

No LimITS

Neue ökonomische Entwicklungen von Modellen für innovative intelligente Verkehrssysteme (ITS)

Innovationen für nachhaltige Mobilität, Elektromobilität

Deliverable D1

Umfeldanalyse, Status Quo und Handlungsbedarfe

Version	1.0
Projektkoordination	Siemens AG
Fälligkeitsdatum	30.09.2016
Erstellungsdatum	30.09.2016
FKZ BMVI	03EM0405

Gefördert vom



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



Nationale Organisation
Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektkoordination

Ilka Heidschwager
Siemens AG
Corporate Technology
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, Deutschland

Telefon +49 89 636-633934
Fax +49 89 636-41423
E-mail ilka.heidschwager@siemens.com

Vertraulich! Dieses Dokument ist ausschließlich für die vertrauliche Verwendung nach Maßgabe der Zuwendungsbescheide des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur zu dem Vorhaben "No LimITS Neue ökonomische Entwicklungen von Modellen für innovative intelligente Verkehrssysteme (ITS)" bestimmt.

© Copyright 2017 No LimITS (Koordinator: Siemens AG, München). Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt und darf nur für Zwecke des Vorhabens No LimITS genutzt werden.

Beiträge wurden verfasst von:

Isabella Geis, IERC

Ilka Heidschwager, Siemens

Annette Hofmann, Siemens

Leander Kauschke, htw saar

Fabian Maas genannt Bermpoj, DFKI

Silke M. Maringer, htw saar

Jonas Vogt, htw saar

Versionsübersicht

Version	Datum	Beschreibung
0.1	12.04.2016	Struktur erstellt.
1.0	30.09.2016	Konsolidierte finale Version.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	8
2	TANGIERENDE FÖRDERPROGRAMME, PROJEKTE, AKTIVITÄTEN	10
3	STAKEHOLDERANALYSE	15
3.1	Identifikation und Klassifizierung relevanter Stakeholder	15
3.2	Beschreibung der Stakeholder	16
3.3	Projektorientierte Attribuierung und Zuordnung zu Stakeholdern	22
4	DATENERHEBUNG / METHODIK	25
4.1	Grundlagen des qualitativen Experteninterviews	25
4.2	Planung und Vorbereitung der Befragung	28
4.3	Gestaltung des Interviewleitfadens	29
4.4	Durchführung der Interviews	30
4.5	Auswertungsmethodik	32
5	STATUS QUO: ITS IM UMFELD VON ELEKTROMOBILITÄT	34
5.1	Rechtlicher Rahmen und Datenschutz	34
5.1.1	Überblick	34
5.1.2	Politische und rechtliche Rahmenbedingungen von Elektromobilität	35
5.1.3	Aktuelle politische und rechtliche Rahmenbedingungen zu ITS	36
5.1.4	White Spots politischer und rechtlicher Rahmenbedingungen	45
5.2	Status Quo ITS	46
5.2.1	Wissenschaftlicher Hintergrund	46
5.2.2	Informationsquellen und Daten	50
5.2.3	ITS-Anwendungen	52
5.2.4	Kommunikationstechnologien und Protokolle	55
5.2.5	Security	66
5.3	Technische Aspekte im Umfeld von Elektromobilität	68
5.3.1	Begriff / Definition	68
5.3.2	Stand der Technik im Bereich Ladeinfrastruktur	69
5.3.3	Technologien und Protokolle – Modellregion Bremen/Oldenburg	72

5.4	Markt und Geschäftsmodelle	73
5.4.1	Fahrzeugbestand und Neuzulassungen	73
5.4.2	Elektromobilität im europäischen Vergleich	74
5.4.3	Barrieren der Elektromobilität	80
5.4.4	Modelllandschaft der Elektromobilität	81
5.4.5	Die Geschäftsmodelle	83
6	BUSINESS USE-CASES	90
6.1	Ableitung und Beschreibung verschiedener Szenarien.....	90
6.2	Technische und ökonomische Aspekte	90
6.3	Beschreibung der Business Use-Cases	93
7	ZIELERREICHUNGSMATRIX UND ERFOLGSFAKTOREN	105
8	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	111
A.	LITERATUR	112
B.	GLOSSAR	119
C.	ABKÜRZUNGEN	120

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte der Modellregionen und Schaufenster Elektromobilität	11
Abbildung 2: Stakeholder und deren Klassifizierung	16
Abbildung 3: Stakeholder - deren Attribuierung	24
Abbildung 4: Relation und Funktion der Interviews für No Limits	26
Abbildung 5: Ablauf teilstandardisierter, problemzentrierter Interviews	28
Abbildung 6: Roadmap Day One – Day Five.....	54
Abbildung 7: Latenzzeitenwicklung in Mobilfunknetzen [ETSI].....	57
Abbildung 8: Die unterschiedlichen Orbittypen von Satelliten [ETSI]	61
Abbildung 9 : Übersicht über die IT-Security-Lösung im CONVERGE Systemverbund	67
Abbildung 10: Anzahl der Neuzulassungen von Elektroautos in Deutschland	74
Abbildung 11: Pkw-Bestand nach Kraftstoffarten	74
Abbildung 12: Markt-Electric Vehicle Index (Stand: Februar 2015)	76
Abbildung 13: Industry-Electric Vehicle Index (Stand Februar 2015).....	77
Abbildung 14: Index Elektromobilität	79
Abbildung 15: Ansatz der Institutionellen Rollenmodelle	86
Abbildung 16: Schema für die Entwicklung eines Institutionellen Rollenmodells.....	87
Abbildung 17 - Business Use-Case Nutzerservice	93
Abbildung 18 - Business Use-Case Plattform	95
Abbildung 19 - Business Use-Case Netzwerk.....	97
Abbildung 20 - Business Use-Case Infrastruktur.....	99
Abbildung 21 - Business Use-Case Ökologie	101
Abbildung 22 - Business Use-Case Produktion	103

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stakeholderanalyse – Attribute und deren Ausprägungen.....	23
Tabelle 2: Umsetzung der Interviews (Uni Trier, 2015; Harke, et.al, 2000)	32
Tabelle 3: Rechtsbereiche - Elektromobilität.....	38
Tabelle 4: Schnittmengen IVS und Recht.....	39
Tabelle 5: Wichtigste Gesetzgebungen Elektromobilität und intelligente Verkehrssysteme	43
Tabelle 6: Schlüsselcharakteristika (ETSI Paper).....	62
Tabelle 7: Zielerreichungsmatrix.....	106
Tabelle 8 - Zielerreichungsgrade des Business Use Cases	109

1 EINLEITUNG

Wesentliche Zielsetzung von No LimITS ist es, die aktuelle Situation im Bereich der Elektromobilität durch den Einsatz von Kommunikationstechnologien positiv zu verändern, um so einen wichtigen Beitrag zu leisten, die übergeordneten energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung im Rahmen der Energiewende zu adressieren. Technisch steht die Entwicklung eines intelligenten Systemverbunds im Fokus, auf dessen Basis sich wiederum neue Mobilitätsangebote für den Nutzer und neue Geschäftsmodelle aufbauen lassen. Dieser Verbund soll genaue Anforderungsspezifika der Elektromobilität adressieren. Die Elektromobilität soll ITS-fähig gemacht werden. „No LimITS“ nimmt eine gemeinsame Betrachtung der ökonomischen und technischen Rollen vor, um über das Prinzip der dezentralen Selbstorganisation des Internets entsprechende institutionelle Rollen im Elektromobilitätsfeld zu identifizieren, zu definieren und diese Aspekte in das neuartige ITS-Rollenmodell zu überführen. Die zu entwickelnden Anwendungsfälle sollen zeigen, dass durch die Bereitstellung eines technologieübergreifenden Systems und die Verknüpfung bestehender und neuer Kommunikationslösungen im ITS-Bereich, das Mobilitätsangebot für Nutzer von Elektrofahrzeugen deutlich verbessert werden kann. Damit erhöht sich die Attraktivität der Technologie und Akzeptanzbarrieren werden gleichzeitig reduziert.

Dabei soll mithilfe der Verbindung von technologischen und ökonomischen Komponenten eine wechselseitige Optimierung der Verkehrs- und Energiesysteme in Richtung Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit angestoßen werden. Die Idee ist, dass Infrastrukturlösungen, die sich als erfolgreich bewährt haben, von einer Stadt auf eine andere übertragen werden können. Bisher sind innerhalb der bestehenden Modellregionen zahlreiche technische Systeme im Einsatz, die aber oftmals – etwa wegen fehlender Standards – nur eingeschränkt auf andere Regionen übertragbar sind. Das Projekt wird umgesetzt und basiert auf praxisbezogenen und alltäglichen Anwendungsfällen. Die Verbreitung von Elektromobilitätsangeboten soll gefördert werden durch eine bessere Verzahnung mit bestehenden Mobilitätsangeboten. Um die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus No LimITS in andere Regionen sicherzustellen, soll mit Hilfe eines übergreifenden Architekturkonzepts gezeigt werden, dass dem Reisenden die durchgängige und nahtlose Nutzung verschiedener Verkehrssysteme ermöglicht wird. Die notwendigen Marktentwicklungsansätze und relevanten Geschäftsmodelle für die Umsetzung in neuen Märkten sollen ebenfalls in dem Projekt entwickelt werden und in weiteren Regionen zum Einsatz kommen.

Um die angesprochenen Zielsetzungen erfüllen zu können, ist deshalb zunächst der Status Quo in der Praxis und der Forschungslandschaft eruiert worden. Lessons Learned wurden

identifiziert und noch ungenutzte Potenziale aufgezeigt. Es erfolgten die Erhebungen zum Status Quo in Bezug auf technische und ökonomische Aspekte im Umfeld von Elektromobilität und ITS. Hierbei standen zum einen die Stakeholderanalyse sowie die Betrachtung aktueller Märkte und Geschäftsmodelle im Vordergrund. Andererseits wurden Aspekte zu verfügbaren Diensten, Daten und datenschutzrechtliche Bedingungen sowie existierenden relevanten Technologien betrachtet. Hierfür wurden themenseitig verwandte Projekte, Themenfelder und sonstige Aktivitäten analysiert. Zusätzlich zu diesen Recherchen wurden speziell auf die Belange von No LimITS angepasste Interviewleitfäden entwickelt, um in einem zweiten Schritt, noch fehlende oder unscharfe Informationen bezüglich der Themenfelder gezielt erheben zu können. Auf Basis der Stakeholderanalyse konnten die wesentlichen Beteiligten – wie ÖPNV, Flottenbetreiber oder CarSharer identifiziert werden. Zusätzlich dazu werden auch auf Basis eines speziell angepassten Leitfadens Experteninterviews durchgeführt. Die Ergebnisse aus den Interviews werden dann in ein Dokument V.2 einfließen.

2 TANGIERENDE FÖRDERPROGRAMME, PROJEKTE, AKTIVITÄTEN

Spätestens seit den Forschungsbemühungen mit dem Konjunkturpaket II ab 2009 gibt es zahlreiche Initiativen, nationale und EU-weite Förderprogramme. An dieser Stelle soll auszugsweise auf einige wesentliche Ergebnisse von abgeschlossenen bzw. laufenden Aktivitäten Bezug genommen werden. Das Konsortium No Limits verweist auf umfangreiche Veröffentlichungen diesbezüglich. Stellvertretend sind an dieser Stelle die jährlichen Berichte des NPE (Nationale Plattform Elektromobilität) zu nennen, wie (NPE, 2014), (EUREF, 2015)

Die Vorgängerprogramme und parallele Förderung: “Modellregionen Elektromobilität“ (gefördert vom BMVBS) erfolgte in acht Regionen (s. Abbildung 1).

- Berlin- Potsdam
- Bremen-Oldenburg
- Hamburg
- München
- Rhein-Main
- Rhein-Ruhr
- Sachsen (Dresden – Leipzig)
- Stuttgart.

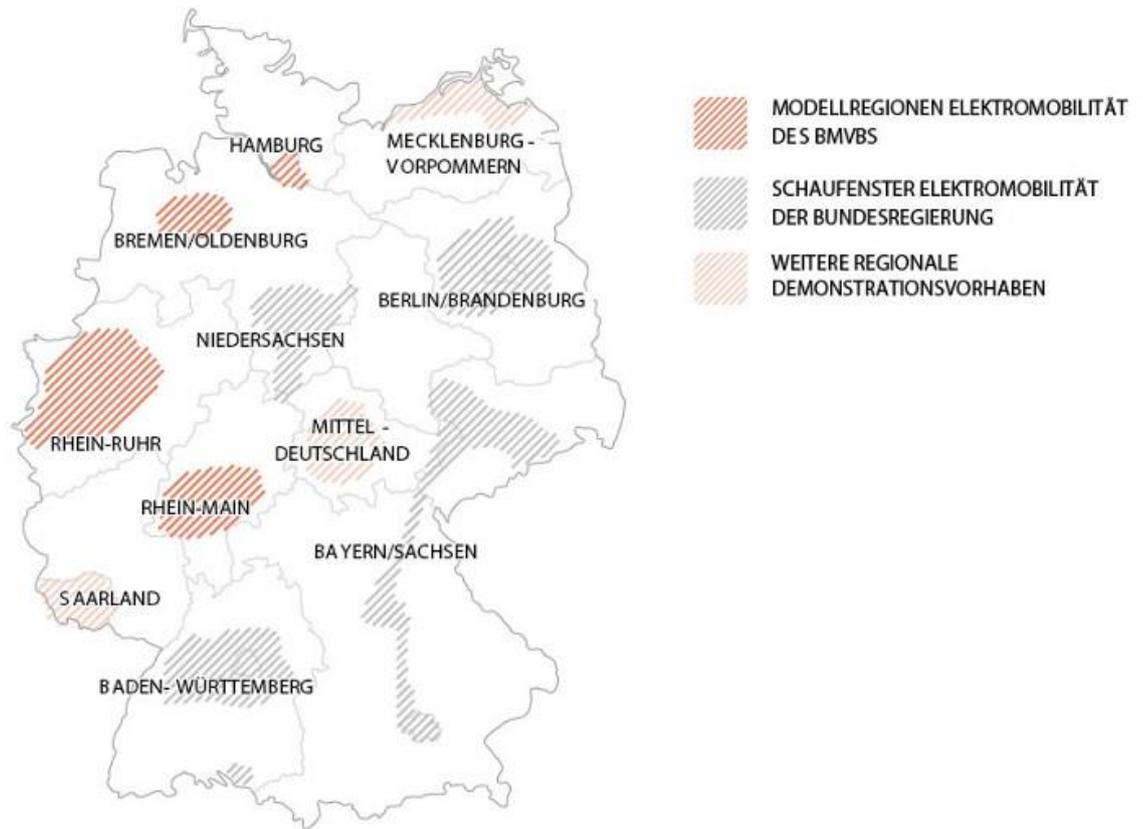


Abbildung 1: Übersichtskarte der Modellregionen und Schaufenster Elektromobilität

Die einzelnen Projekte innerhalb der geförderten Modellregionen hatten unterschiedliche Forschungsschwerpunkte. Exemplarisch sind in Abschnitt 5.3.3 einige Aktivitäten in der Modellregion Bremen-Oldenburg aufgezeigt. Innerhalb der Modellregion München liefen u.a. drei größere Projekte:

- Praxiserprobung von Hybridbussen mit Dieselmotor, seriellem Antrieb und Vergleich dreier Hybridbuskonzepte (Münchner Verkehrsgesellschaft)
- Nachhaltiges kommunales Elektromobilitätskonzept mit Aufbau bedarfsgerechter Ladeinfrastruktur - wissenschaftliche Begleitstudien durch die Forschungsstelle für Energiewirtschaft und fortiss / TU München sowie das
- Gemeinschaftsprojekt von BMW, den Stadtwerken München und Siemens, „Drive eCharged“

Im Fokus von „Drive eCharged“ bildeten sich vor allem folgende drei Schwerpunkte heraus:

- Elektromobilität im Alltag: Hier wurde das Verhalten verschiedener Nutzergruppen im Umgang mit Elektrofahrzeugen und einer entsprechenden Ladeinfrastruktur auf AC-Basis im alltäglichen Gebrauch untersucht. Die Nutzer rekrutierten sich sowohl aus dem privaten als auch aus gewerblichem Umfeld.
- Effizientes Schnellladesystem: Auf Gleichstrombasis wurde ein benutzerfreundliches, sicheres und effizientes Schnellladesystem entwickelt. Schnellladen ist eine der entscheidenden Voraussetzungen zur Erschließung weiterer Einsatzfelder für Elektromobilität. So besteht die Forderung, dass es neben der Anwendung im urbanen Raum mit kurzen Entfernungen auch möglich sein soll, längere Distanzen ohne zeitintensive Ladevorgänge zurücklegen zu können. Auf Basis bestehender technologische Ansätze sollten sichere und benutzerfreundliche Konzepte, Komponenten und Systeme entwickelt werden, welche in die Vorserienfertigung eingebracht wurden.
- Netzstabilität: Die wesentlichen Herausforderungen für die Integration der Elektrofahrzeuge in das Netz sind störungsfreies Laden und die Stabilität des Stromnetzes. Bei der Sicherstellung der Netzqualität wurden die Effekte der eingesetzten Ladestrategien - AC- und DC-Laden - auf das Stromnetz untersucht und Erkenntnisse zur Sicherung und Verbesserung der Netzstabilität gewonnen. (Drive eCharged, 2011)

Anschließend an die Aktivitäten in den Modellregionen hat die Bundesregierung vier Regionen in Deutschland als „Schaufenster Elektromobilität“ ausgewählt (s. auch hier Abbildung 1). Hier laufen insgesamt 90 Projekte mit insgesamt 334 Einzelvorhaben, um die Forschung und Entwicklung sowie die Marktdurchdringung mit alternativen Antrieben zu forcieren. Die öffentliche Sichtbarkeit soll das Bewusstsein und die Akzeptanz für das Thema Elektromobilität in der Bevölkerung erhöhen. Die Aktivitäten der Schaufensterprogramme sind mit denen der Modellregionen verknüpft; zusätzlich gibt es seitens des Bundes eine Begleitforschung, die für den Transfer und die Zusammenführung der Ergebnisse verantwortlich ist. Bei den Schaufenstern Elektromobilität handelt sich um folgende vier Regionen:

1. Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg (www.emo-berlin.de)
2. Schaufenster Elektromobilität Baden-Württemberg (www.livinglab-bwe.de)
3. Schaufenster Elektromobilität in Bayern / Sachsen (www.elektromobilitaet-verbindet.de)
4. Schaufenster Elektromobilität Niedersachsen (www.metropolregion.de/emobil)

Die Aktivitäten zum Thema Elektromobilität zeigen aktuelle Ergebnisse aus wissenschaftlichen Begleitforschungen zu den „Modellregionen Elektromobilität“. Dabei richten sich vier Themenfelder mit unmittelbarer Relevanz für die entscheidenden Akteure:

- Stadt und Verkehr
- Ordnungsrecht
- Flottenmanagement und
- Infrastruktur.

Es sind noch einige Hürden für eine weitere Marktdurchdringung zu überwinden. Zum Beispiel gibt es u.U. Unklarheit bzgl. der Bereitstellung von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum oder rechtliche Unsicherheiten. Für eine weitere Verbreitung von E-Fahrzeugen sind die spezifischen Belange neu in die Stadtentwicklung, Verkehrs- und Bauplanung zu integrieren – zum Beispiel im Rahmen von Mobilitätsdienstleistungen wie eCarsharing (NPE 2014).

Immer noch hohe Anschaffungskosten, hohe Batteriepreise - bei vergleichsweise niedrigen Betriebskosten - erfordern Konzepte zur Nutzungsintensivierung der Elektrofahrzeuge. Abschnitt 5.4.3 widmet sich speziell den aktuellen Barrieren und Hindernissen, denen die Verbreitung der Elektromobilität gegenübersteht.

Es hat sich gezeigt, dass besonders in verkehrsreichen Zentren zunehmend die multimodale Integration der verschiedenen Mobilitätsangebote funktioniert. Sie trifft damit den Bedarf der Nutzer und wird von diesen entsprechend angenommen. So werden z. B. Mobilitätskarten angeboten, die in Kombination von öffentlichem Personennahverkehr mit der Nutzung von Carsharing von Elektrofahrzeugen gelten. Über die Anbieter wird die notwendige Informationsbereitstellung zu den beteiligten Betreibern sowie die einfache Buchung und Bezahlung geregelt. Neben der technischen Realisierbarkeit und der offenen Gestaltung sind hier allerdings weitere Aspekte zu beachten, wie z.B. der Schutz der Kundendaten (vgl. u.a. NPE, 2014).

Ein in der Zwischenzeit prominentes Beispiel für **tangierende EU- Forschungsprojekte** ist das Projekt **Green eMotion**, an welchem 43 Institutionen (Industrie- und Automobilunternehmen, Stromversorger, Stadtverwaltungen, Universitäten, Prüf- und Forschungseinrichtungen) beteiligt sind und mit 24 Mio. € von der EU-Kommission gefördert wurde. Green eMotion ist Teil der Transport-2050-Roadmap

(EU-Strategiepapier), welches die Reduzierung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen im Straßenverkehr bis 2050 um 60% zum Ziel hat¹.

Die Projektpartner arbeiten vor allem an der Entwicklung europaweit einheitlicher Prozesse und einer einheitlichen Normierung / Standardisierung. Damit sollen die Voraussetzungen geschaffen werden, einen reibungslosen Zugang zu Ladeinfrastrukturen und den damit verbundenen Dienstleistungen in ganz Europa zu gewährleisten. Schwerpunkte dabei sind die Anschlusstechnik und die Kompatibilität der unterschiedlichen Ladestationen, aber auch die barrierefreie Abrechnung von Ladevorgängen mit unterschiedlichen Stromversorgern und Netzbetreibern – innerhalb der Länder, aber auch über Grenzen hinweg. Mit modernen Web-Technologien werden Ladestationen, mobile Geräte und Abrechnungssysteme verbunden. Die entwickelten Lösungen verbinden flächendeckend verschiedene Elektromobilitätssysteme und Provider (e Roaming).

Ziel des Green eMotion Projektes war es, eine Infrastruktur zu entwickeln, die sich für den Massenmarkt für Elektromobilität in Europa eignet. E-Roaming spielt für die Akzeptanz der Elektromobilität beim Endverbraucher eine zentrale Rolle. Zu den Green eMotion-Demoregionen mit unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten zählen neben Kopenhagen, Straßburg, Karlsruhe, Dublin, Madrid u.a. auch Berlin, mit einem der größten integrierten E-Mobilitätsprojekte weltweit (3.600 Ladestationen), um Kundenverhalten und Geschäftsmodelle zu erforschen.

In diesem Zusammenhang und bezogen auf eine wesentliche Zielstellung des Projektes No Limits soll auch auf das Joint Venture (B2B eRoaming Plattform) „Hsubject“ hingewiesen werden². Die Partner mit ihrem Konzept von „Hsubject“ verstehen sich als offener Elektromobilitätsmarktplatz, als offenes synergetisches Netzwerk – durch das Vernetzen unterschiedlicher Marktakteure wie Ladestationsbetreiber, E-Mobility Provider, Energieversorger, Mobile App Anbieter, Flottenbetreiber, Carsharing-Unternehmen, Servicekartenanbieter oder Automobilhersteller. Auch hier wird mit einer eRoaming-Plattform eine elegante Möglichkeit, Ladestationen verschiedener Anbieter mit E-Mobilitätsdienstleistern zu vernetzen, angeboten (siehe auch Abschnitt 3.2).

Weitere Forschungsaktivitäten, sowie Verweise auf nationale und internationale Programme finden sich im gesamten Dokument, besonders aber auch unter dem Abschnitt 5.1 „Rechtliche Rahmenbedingungen und Datenschutz“.

¹ <http://www.greenemotion-project.eu/>

² <http://www.hsubject.com/>

3 STAKEHOLDERANALYSE

3.1 Identifikation und Klassifizierung relevanter Stakeholder

Innerhalb des Systems No LimITS können diverse Stakeholder, die auf unterschiedliche Weise mit den Projekthaltungen verbunden sind, mit jeweils spezifischen Möglichkeiten und Herausforderungen identifiziert werden. Insgesamt wurden zunächst zehn Stakeholder identifiziert (s. Abbildung 2). Diese wurden entsprechend ihrer Nähe und Relevanz zum Projekt in unterschiedliche Kategorien eingeteilt:

A – Core-Stakeholder

B - Dienstestakeholder

C – Rahmengerber (Politik / Interessenvertreter)

D – N.N. (neue Stakeholder) - etwa in Abhängigkeit von neuen Geschäftsmodellen

E – Basis- bzw. Supportstakeholder

F – Beteiligte Stakeholder

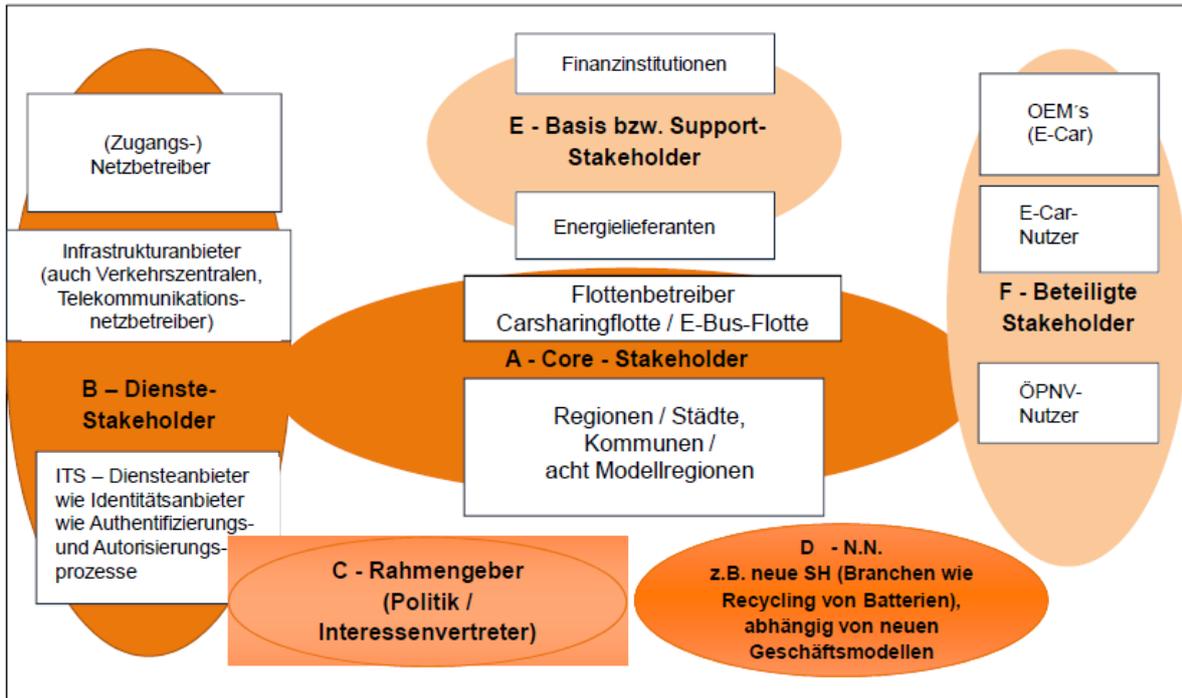


Abbildung 2: Stakeholder und deren Klassifizierung

3.2 Beschreibung der Stakeholder

Core-Stakeholder – Städte und Kommunen / Regionen:

Zu den Core-Stakeholdern, die wir im Kern innerhalb des Projektes adressieren, gehören zum einen die Flottenbetreiber und zum anderen die Städte, Regionen und Kommunen.

In den letzten Jahrzehnten haben die Städte viele Anstrengungen unternommen, um nachhaltiger zu werden. Verschiedene einschlägige Ereignisse in den letzten Jahren in diversen Ländern haben gezeigt, dass die globale Erderwärmung und ihre Konsequenzen zur Realität geworden sind. Außerdem haben die Befürchtungen um die Verfügbarkeit von Rohöl ein Umdenken in Richtung alternativer Energien ausgelöst.

Mehr als die Hälfte der weltweiten Bevölkerung lebt in Städten, welche für ca. 70% aller emittierten Treibhausgase verantwortlich sind. Somit wird die Elektromobilität in Zukunft eine wesentliche Antwort auf die Umweltbelastungen in Städten (und Regionen) sein. Die Integration der Elektromobilität in kommunale Mobilitäts- und Stadtentwicklungskonzepte hat bei vielen Städten und Gemeinden

Einzug genommen. Hauptmotivation der Aktivitäten sind laut der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE, 2014) vor allem:

- der Klimaschutz
- die lokalen Luftreinhalte- und Lärminderungsplanung (Schaffung eines gesünderen Lebensraumes)
- die Förderung der Energiewende.

Kommunen haben eine Schlüsselstellung bei der Markteinführung von E-Fahrzeugen. So sind sie beispielsweise verantwortlich für die Genehmigungen wie das Aufstellen der Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum, das Vorhalten von Parkraumflächen oder die Mitbenutzung von Sonderverkehrsflächen, wie z.B. Busspuren für Null-Emissionsfahrzeuge.

Städte haben die Macht in Form von Vorschriften und Regelungen, neue Technologien zu unterstützen, da sie häufig die finalen Entscheidungen über die Umsetzung des Konzepts treffen und diese Regelungen auch begünstigend für viele andere zentrale Stakeholder, z.B. Flottenbetreiber, Anbieter und Einwohner auslegen.

Core-Stakeholder – Flottenbetreiber:

Aufgabe der Flottenbetreiber / Mobilitätsdienstleister (z. B. für Busse, CarSharing, Taxi etc.) ist es, den Betrieb sicherzustellen und dabei so effizient, produktiv und kostenoptimierend wie möglich zu operieren. I.d.R. wird der Betrieb durch Gesetze der Regierung vorgegeben. Diese beinhalten z. B. die Finanzierung von Fahrzeugen, die Instandhaltung, die Betankung oder das Personalmanagement.

Da Flottenbetreiber unmittelbar im Zentrum des Geschehens agieren (Core Stakeholder), bestehen viele Beziehungen zu weiteren Stakeholdern:

- Der Flottenbetreiber kann zu einem neuen Kunden des Netzanbieters oder Energielieferanten werden, indem er Energie für die Flotte einkauft - also ein Marktteilnehmer auf dem Strom- und Energiemarkt wird.
- Die Kooperation mit den Infrastrukturanbietern ist wichtig, da die notwendigen Voraussetzungen für einen reibungslosen Ablauf des Prozesses in Hinblick auf die Ladetechnologie sowie die Implementierung berücksichtigt werden.

Dienste-Stakeholder – Zugangs (Netzbetreiber):

Der Stromnetzbetreiber betreibt und verwaltet die Stromnetzinfrastruktur. Es ist ein diskriminierungsfreien Zugang für alle Marktteilnehmer sicherzustellen.

Wesentliche Ziele der Netzbetreiber sind:

- Sicherstellung einer hohen Wirkungsleistung
- Aufrechterhaltung einer stabilen Netzbelastung
- Vermeidung von Oberschwingungen
- Maximierung der Übertragungskapazität.

Durch die zunehmende Dezentralisierung der Energieerzeugung und die Einspeisung erneuerbarer Energien kommt es zu einer immer höheren Komplexität im Bereich der Lastregelung und der Sicherstellung der Netzstabilität. Zukünftige Smart Grids sollen die Bereitstellung und Kopplung konventioneller Energiemedien, wie Energie aus Gasturbinen, und die Einbindung regenerativer Energiequellen, wie Wind und PV, intelligent steuern und regeln.

Dienste-Stakeholder – Infrastrukturanbieter:

Ladeinfrastrukturanbieter sind wesentliche Stakeholder für die Verbindung von Elektrizität und Transport. Auf dem Markt gibt es eine hohe Anzahl von verschiedenen Technologien, Arten und Normen. Insbesondere für die Infrastrukturanbieter ist es wesentlich, die Anforderungen anderer Stakeholder, wie der Städte und Kommunen (Regionen), zu analysieren und zu verstehen, um die geeignete Infrastruktur zur Verfügung stellen zu können.

In diversen Fällen kann auch die Bildung eines Kooperationsnetzwerkes mit den Energiestakeholdern wesentlich sein, um das notwendige Energiemanagement und die IT-Dienstleistungen für den Datenaustausch mit den Kunden zu etablieren.

Außerdem werden weitere Eigenschaften im Zusammenhang mit intelligenten Stromnetzen notwendig, wie beispielsweise das Zurückspeisen der Energie in Spitzenzeiten.

In der Implementierungsphase sind Finanzierung und Instandhaltung der Infrastruktur festzulegen. Mehrere Stakeholder gleichzeitig können für Aufbau und Instandhaltung verantwortlich sein. Die Eigentümerstruktur hat u.U. einen großen Einfluss auf mögliche Geschäfts- und Finanzierungsmodelle (z.B. Direktfinanzierung durch die Stadt oder Public Private Partnerships (PPP)).

Dienste-Stakeholder – Identitätsanbieter:

An öffentlichen Ladestationen muss die Identität des Nutzers authentifiziert werden.

Ob die Identifizierung an verschiedenen öffentlichen Ladestationen möglich ist, ist von der Netzwerk- und Mitgliedschaftsstruktur abhängig.

Folgende Technologien sind derzeit im Einsatz:

- **Aufladekarte**, die z.B. mit einem RFID-Chip ausgestattet ist (radio-frequency identification). Karte muss zum Starten des Aufladevorgangs an den Kartenleser gehalten werden.
- **Smartphone-App**, die z.B. von einem „driving energy supplier“ oder einer unabhängigen Plattform zur Verfügung gestellt wird. (die Autorisierung z. B. per Barcode) Die App erkennt die Aufladestation, damit wird der Aufladevorgang gestartet und beendet. Die App kann Vertragsinformationen beinhalten, welche mittels persönlichen Passworts abgerufen werden können.
- **Plug & Charge:** Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und der Ladestation findet per Verbindungskabel statt. Der Ladevorgang startet wenn das Kabel an die Ladesäule angesteckt ist. Ein weiterer Autorisierungsprozess ist nicht erforderlich.
- In Abhängigkeit vom Vertrag, kann der Identitätsanbieter als Abrechnungsstelle innerhalb des Roaming-Netzwerkes fungieren.

Neben der technischen Machbarkeit dieser Technologien gehört vor allem das Thema: **Schutz der Kundendaten**. Im Abschnitt 5.1 wird auf die rechtlichen Aspekte und den Datenschutz ausführlich eingegangen.

“Hsubject” z. B. ist eine Tochtergesellschaft der BMW Group, Bosch, Daimler, EnBW, RWE und Siemens, welche als branchenübergreifende IT-Plattform die Aufladeinfrastruktur, den Service und die Mobilitätsanbieter verbindet. Die E-Fahrzeug-Nutzer können die Aufladeinfrastruktur als Service innerhalb Europas benutzen. Grundlage dafür ist ein einziger Vertrag. In dem E-Roaming Modell sichern sich die Elektrofahrzeuge ihren Zugang zu den Aufladestationen mit Hilfe von den genannten

bewährten Technologien. Diese Technologie wird bereits genutzt von CarSharing-Anbietern und Flottenbetreibern.³

Basis- bzw. Support-Stakeholder - Energielieferanten:

Energielieferanten (Energieversorger) sind entweder selbst Eigentümer von Kraftwerken oder sie verkaufen Energie, die sie zuvor zugekauft haben (Energiehändler).

Energiehändler können lokale Versorger sein oder auf nationaler / internationaler Ebene tätig sein. Energielieferanten bieten dem Endkunden basierend auf Verträgen Strom an (variiert z.B. nach Preis, Preisgarantien, Energieerzeugungsart (z.B. erneuerbare Energien), dem Lastprofil etc. Eigenschaften wie Energienachfrage, Energiequalität und Nachfragespitzen werden durch Netzbetreiber und Kunden verwaltet.

Basis- bzw. Support-Stakeholder – Finanzinstitutionen:

Für die Implementierung neuer Technologie ist i.d.R. ein Anfangskapitalstamm erforderlich. Auch für den Ausgleich von finanziellen Engpässen oder als Grundvoraussetzung für Projektaktivitäten wird häufig auf Fremdkapital zurückgegriffen.

Den größten Anreiz für potentielle Investoren haben Technologien, die eine hohe Rendite abwerfen und ein geringes Investitionsrisiko darstellen. Elektrisch angetriebene Fahrzeuge in Verbindung mit der erforderlichen Aufladeinfrastruktur werden kurz- und mittelfristig jedoch nur einen geringen Ertrag generieren.

Beteiligte Stakeholder – ÖPNV-Nutzer:

Der ÖPNV gilt als ein zentraler Bestandteil einer nachhaltigen Mobilitätskultur. Insbesondere im städtischen Umfeld gelingt es vielerorts bereits heute vielen Menschen ihren täglichen Mobilitätsbedarf zum großen Teil durch ÖPNV-Angebote zu bestreiten.

Häufig ist jedoch zu beobachten, dass es durch die weiterhin nur zögerlich anlaufende multimodale Integration der Verkehrsmittel zu Reibungsverlusten kommt. Netzlücken, Wartezeiten, mangelnde

³ <http://www.hubject.com/>

Flexibilität, komplizierte Tarifmodelle und die fehlenden Übergangsmöglichkeiten zu anderen Mobilitätsdienstleistungen begrenzen die praktische Funktionalität der Angebote. Potentielle Nutzer werden abgeschreckt. Eine schwache Auslastung schränkt die Wirtschaftlichkeit ein, was wiederum negative Auswirkungen auf die Investitionsbereitschaft in dem Bereich hat.

Positive Effekte lassen sich für die Nutzer durch die Optimierung des ÖPNV-Angebots (Flexibilisierung, Vereinfachung, Erweiterung) und durch die Ergänzung um weiterführende Angebote schaffen. Etwa zur Anbindung von Gebieten oder Zeiträumen mit Unterversorgung oder zur Bedienung von Mobilitätsbedürfnissen mit besonderen Qualitätsansprüchen, z.B. hinsichtlich Beförderungsdauer, Transportkapazität, Sicherheit oder Exklusivität.

Die Einwohner einer Stadt - somit auch die ÖPNV-Nutzer - sind wichtiger Geldgeber, u.a. auch durch die Abgabe von Steuern. ÖPNV-Nutzer können sowohl im Besitz eines KFZ sein oder auch nicht – und sind damit auf jeden Fall auf öffentliche Verkehrsmittel angewiesen.

Entscheidungen, die durch Städte und Betreiber getroffen werden, sind von hoher Relevanz für diese Stakeholder und somit auch für die Akzeptanz des Öffentlichen Verkehrsmittels. Die Einwohner der Städte und Kommunen tragen besondere Verantwortung, da sie die Nachfrage nach nachhaltigem Transport bestimmen können und nicht zuletzt durch Wahlen beeinflussen können.

Auf die in Abbildung 2 weiteren „**Beteiligten Stakeholder**“ wie **E-Fahrzeug-Nutzer und OEMs** soll an dieser Stelle nicht ausführlicher eingegangen werden, da diese nicht im Fokus des Projektes stehen und außerdem verwiesen wird auf viele Projekte und Veröffentlichungen, die sich ausführlich mit diesen Akteuren beschäftigt haben. Dennoch sind mit Vertretern der OEM auch Experteninterviews vorgesehen. Es ist geplant, dass die Ergebnisse hieraus nach einer entsprechenden Auswertungsmethodik in eine Version V.2 des Dokumentes einfließen.

Rahmengeber – Politik / Gesetzliche Rahmengeber / Interessenvertretung:

Gesetzliche Vertreter wie das BMWI stehen den Projektzielen positiv gegenüber / sind Fördergeber. Die Bereitstellung von Kapital im Rahmen von Förderprogrammen wirkt als treibende Kraft zur Initiierung des Markthochlaufs der Elektromobilität. Politische Institutionen haben durch die Schaffung von regulatorischen Rahmenbedingungen auf allen Ebenen maßgeblichen Einfluss auf die Verbreitung von Elektromobilität, insbesondere hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber konventionellen PKW.

Interessenverbände können hingegen unterschiedlich bzgl. der Ziele gestimmt sein, je nach ihrer Motivation, ihrem Hintergrund. Haben durch ihre Öffentlichkeitsarbeit, bzw. Lobbytätigkeit Einfluss auf die öffentliche Wahrnehmung des Themas und insbesondere auch auf die Entscheidungen aller beteiligten Akteure.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass es in Bezug auf die Projektzielstellung entscheidend ist, in welchem Bezug der jeweilige Stakeholder steht. Deshalb wird im nachstehenden Abschnitt 3.3. eine projektorientierte Attributierung und Zuordnung zu den Stakeholdern vorgenommen.

Weitere Interessenvertreter können z. B. sein:

- VDA – Einstellung zum Ziel – u. U. ambivalent
- ADAC / AVD – meinungsbildend für potentielle Nutzer (Lobbying)
- Umweltschutzverbände
- IHK

In engem Zusammenhang steht die Interessengruppe „Politik / Gesetzliche Rahmengeber“ mit den Stakeholdern „Stadt / Kommune“. Sie sind zusammen mit den Ländern z.T. verantwortlich für Genehmigungsverfahren und Verträge. Beispiele hierfür sind:

- Bauordnungsrecht
- Sondernutzung / Gemeingebrauch.

Um ein einfaches Beispiel kurz zu erläutern: Der Betrieb öffentlicher Ladeinfrastruktur ist z.B. Sondernutzung der öffentlichen Verkehrsflächen („Stromverkaufsstelle“, kein Gemeingebrauch). Aber: ggf. ist eine andere Wertung bei der Kombination Parkscheinautomat und Ladeinfrastruktur denkbar. Bei gemischten Nutzungen ist der überwiegende Nutzungszweck entscheidend, wenn also Parkraumbewirtschaftung überwiegender Nutzungszweck ist, dann zählt es z. B. zum Gemeingebrauch (Vgl. Mayer, 2014).

Ausführliche Erörterungen zu rechtlichen Aspekten finden sich in in Abschnitt 5.1.

3.3 Projektorientierte Attribuierung und Zuordnung zu Stakeholdern

Es wurden für die Zuordnung der Stakeholder zur Zielstellung von No Limits vier Attribute festgelegt:

- Einstellung

- Erwartung
- Relevanz
- Macht und Einfluss.

Eine Zuordnung verschiedener Ausprägungen zeigt die folgende Tabelle 1.

Tabelle 1: Stakeholderanalyse – Attribute und deren Ausprägungen

	Schlechte Ausprägung	Mittlere Ausprägung	Gute Ausprägung
Einstellung	Contra	Neutral	Pro
Gesamteinstellung hinsichtlich der Projektziele	Eigene Ziele konträr den Projektzielen – Erwartbare Konflikte	Kein eindeutiges Pro/Contra identifizierbar	Eigene Ziele stehen im Einklang mit Projektzielen
Erwartung	Gering	Mittel	Hoch
Vom Projekt An das Projekt	Kaum Interesse am Projekt/an der Technologie	Interesse an Projektteilen / bzw. abhängig von anderen Stellen	Wünsche / Hoffnungen dem Projekt gegenüber
Relevanz	Gering	Mittel	Hoch
Nähe zum Projekt, technisch oder ökonomisch	Höchstens Meta-Schnittmengen mit den Projektaspekten	Teilweise relevante Schnittmengen	Komplementäre Tätigkeitsfelder oder Schnittmengen mit wichtigen Aspekten
Macht und Einfluss	Gering	Mittel	Hoch
In Bezug auf das Projekt	Kann keinen Einfluss nehmen	Kann indirekt Einfluss nehmen	Kann direkt Einfluss nehmen
Legitimität	Gering	Mittel	Hoch
Demokratische Legitimierung	Keine demokratische Legitimierung	Indirekt demokratisch bestimmt	Direkt gewählt

Eine beispielhafte Zuordnung der einzelnen Ausprägungen (mit einer Gewichtung sowie einer qualitativen und quantitativen Einschätzung zeigt nachfolgende Abbildung 3 - Auszug).

Stakeholdergruppe	Stakeholderklasse	Einstellung		Erwartung		Relevanz		Einfluss		Legitimität	
		Quantitativ	Qualitativ	Quantitativ	Qualitativ	Quantitativ	Qualitativ	Quantitativ	Qualitativ	Quantitativ	Qualitativ
Flottenbetreiber	Core-Stakeholder	3	Umgegr. (begriffen) sich von Konkurrenz	3		3		2	Abhängig von politischen Entscheidungen, durch Breitenwirksamkeit	1	
Kommunen / Modellregione	Core-Stakeholder	2	(sehr unterschiedlich)	2		3		3		3	
Infrastrukturanbieter	Dienststakeholder	3	Gewinnaussichten	2	je nach Erfahrung (3	weil elementar	2		1	sie sind Ausführend
Netzbetreiber	Dienststakeholder	3	Gewinnaussichten	3		3	weil elementar	1		1	
Identitätsanbieter	Dienststakeholder	3	Gewinnaussichten	3	Ahnung vom Thema	3	weil Ziel von No Limits	2		1	
OEMs	Beteiligte Stakeholder	2	Technologie indirekt an der beteiligt, aber	3	Ahnung vom Thema	2	da der einzelne OE	2	indirekte Einflussnahme	1	
EV-Nutzer	Beteiligte Stakeholder	3	Zusatzkomfort zu e	3	belesen	1	je nach Use-Case	1		3	Volk

Abbildung 3: Stakeholder - deren Attribuierung

4 DATENERHEBUNG / METHODIK

4.1 Grundlagen des qualitativen Experteninterviews

Folgender Abschnitt soll die theoretische Konzeption und die Erhebungsmethodik der genutzten Daten erläutern. Neben dem bereits vorhandenen Knowhow und einer Literaturrecherche wird überwiegend auf die empirische Datenakquise durch qualitative Befragungen eingegangen. Es werden teilstandardisierte und vorwiegend offen gehaltene Interviews mit Gesprächsleitfaden durchgeführt. Zur Analyse des Status Quo auf lokaler Ebene sowie zur Ermittlung der Anforderungen an das technische System werden in einer Stakeholderanalyse identifizierte Interessengruppen im Projektumfeld untersucht. Weiterhin werden zur Generierung zusätzlichen Wissens über die Auswirkungen der bisher völlig neuen technischen Implikationen Experteninterviews geführt und aus diesen heraus Handlungsempfehlungen für eine zukünftige Verknüpfung von Elektromobilität und Intelligenten Verkehrssystemen entwickelt. Methodische Durchführung und Auswertung werden in diesem Abschnitt ebenfalls dargestellt (s. Abbildung 4).

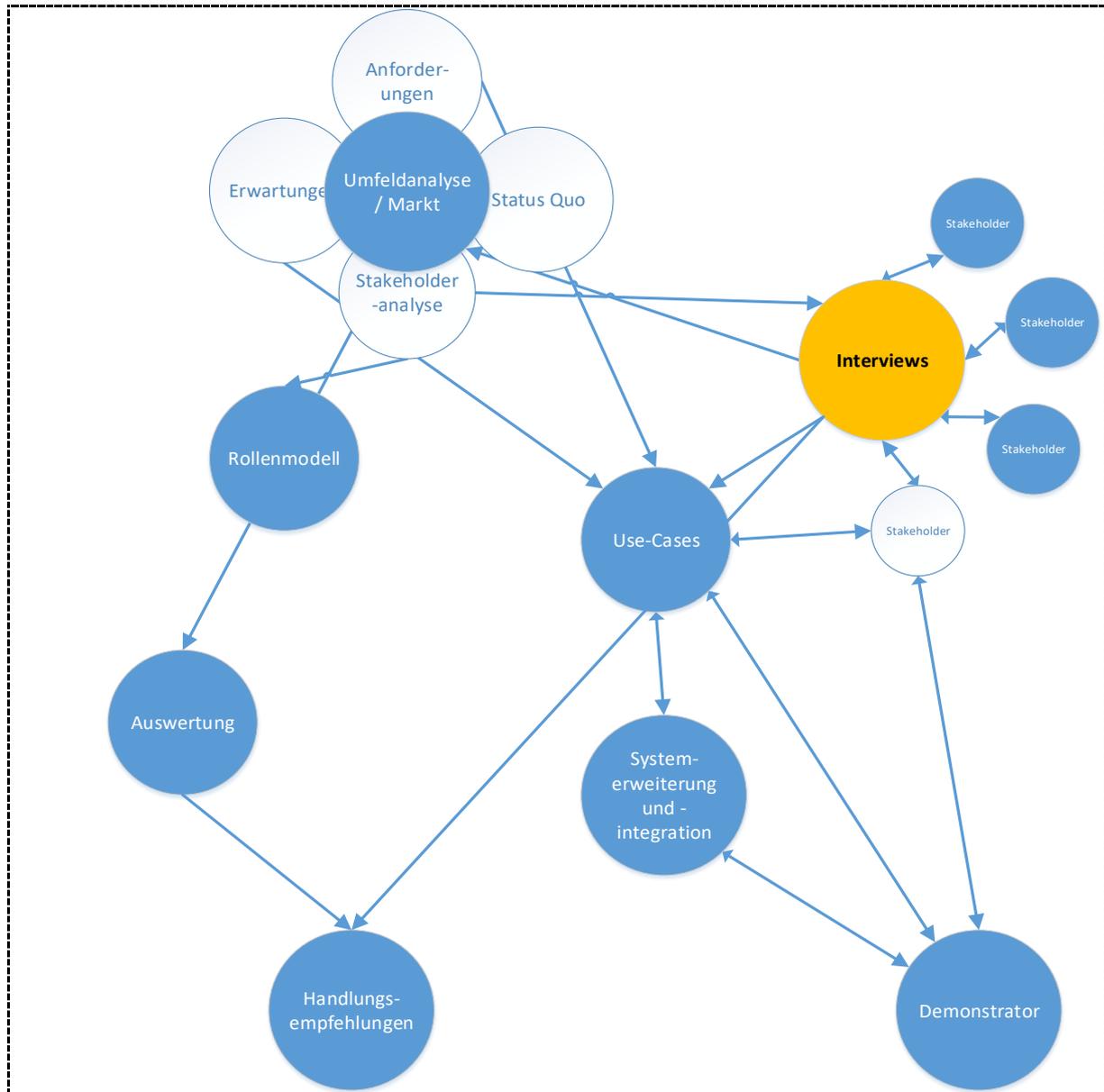


Abbildung 4: Relation und Funktion der Interviews für No Limits

Für No Limits war eine qualitative Datenerhebung zur Beantwortung dreier zentraler Fragestellungen besonders wichtig (Neumann, 2010; Uni Trier, 2010; Harke et al., 2000):

- AP1 und AP2: Umfeldanalyse: Lokaler Status Quo Markt und Technik (Ziel 1)
- AP3: Anforderungen an das technische System (Ziel 2)
- AP5: Handlungsempfehlungen (Ziel 3)

Somit ordnet sich die Datenerhebung via qualitativer Befragungen funktional als Bindeglied zwischen Stakeholder- und Rollenanalyse in das Projekt ein. Weiterhin unterstützen und bereichern die Daten den Status Quo in den Bereichen der Technik und Ökonomie und verifizieren diesen auf lokaler Ebene.

Expertenwissen zeigt die systembezogenen Anforderungen und politisch orientierte Handlungsempfehlungen können teils direkt abgeleitet werden.

Um an die erforderlichen Daten gemäß Zielsetzung zu gelangen, benötigt man sehr aktuelle Informationen, die bisher nicht veröffentlicht wurden (Ziel 1), nicht vollständig bekannt sind (Ziel 2) oder subjektiver bzw. individueller Perspektiven bedürfen (Ziel 3). Als Erhebungsmethodik bietet sich hierfür das qualitative Experteninterview mit Auswertung für qualitative Interviews von Meuser und Nagel. Unterstützend kommen Elemente deskriptiver Statistik hinzu. (Mayring, Phillip, 1985; Barney G. Glaser / Anselm, L; Reinders et al. 2011; Meuser / Nagel, 2009)

Qualitative Verfahren bieten gegenüber quantitativen Verfahren den Vorteil nicht nur zuvor aufgestellte Hypothesen zu prüfen, sondern auch explorativen Charakter zu haben um die „Theoriebildung als Untersuchungsziel durch die Auseinandersetzung mit dem Feld zu erreichen“. (Flick, 1995b, S.150)

Das Interview ist eine „systemische Methode zur Informationsgewinnung“ (Reinders et al. 2011, S.86]. Es wird in der Regel als mündliches Gespräch mit Alltagssprache und einem geringen Maß an Struktur und Standards geführt. Bei geringem Vorwissen bieten sich offene Interviewformen an. Die in dieser Arbeit genutzte Methode ist, ihrer Sequenz nach, die problemzentrierte und teilstrukturierte Interviewmethodik unter Zuhilfenahme eines größtenteils standardisierten Gesprächsleitfadens. Es werden offene und geschlossene Fragen in verschiedenen Themengebieten gestellt (Reinders et al., 2011, S.88).

Entsprechend Witzels (Witzel, 1985, S.231 ff.) Vorschlag muss eine grundlegende Offenheit in der angestrebten Erkenntnis durch einen neutralen Vorwissensrahmen der Interviewer ergänzt werden, um Aussagen richtig einzuordnen und das Gespräch in die relevanten Richtungen zu steuern. Experteninterviews stellen eine häufig anzutreffende Unterkategorie qualitativer Interviews dar. Sie werden in der empirischen Sozialforschung insbesondere dazu genutzt, um spezifisches und konzentriertes Wissen ausgewählter Personen zu einem eingegrenzten Themenbereich, in diesem Fall ITS und Elektromobilität, abzufragen. Dem Leitfaden kommt dabei eine Strukturierungsfunktion in Bezug auf Gesprächsinhalte und ihre Abfolge zu. Er ist also letztlich das zentrale Steuerungsinstrument für den Ablauf des Experteninterviews.



Abbildung 5: Ablauf teilstandardisierter, problemzentrierter Interviews

Die Erhebung findet zweigeteilt statt. Zunächst werden lokale Autoritäten und die in der Stakeholderanalyse ermittelten „Core Stakeholder“ interviewt. Anschließend werden ausgewählte übergeordnete Experten befragt. Genauere Details können dem Abschnitt „Kontakt und Durchführung“ entnommen werden. Stakeholdern werden Fragen entsprechend den Zielbereichen 1, 2 und 3 in den folgenden Kategorien gestellt:

1. Persönliche Erfahrung mit Elektromobilität und Car2X
2. Elektromobilität – Fuhrpark
3. Elektromobilität – Rahmenbedingungen
4. Elektromobilität – Markt, Geschäftsmodelle und Dienstleistungen
5. Framework für Elektromobilität
6. Elektromobilität und Car2X – Technische Fragen
7. Potenzial und Ausblick

Experten werden in den nachfolgenden Kategorien befragt:

1. Persönliche Erfahrung mit Elektromobilität und Car2X
2. Zukunftspotenziale
3. Marktfähigkeit der Elektromobilität
4. Technische Fragen
5. Ausblick

Der Interviewleitfaden ist flexibel und weiterentwickelbar gehalten, so dass beispielsweise Experten aus unterschiedlichen Bereichen mit speziell zugeschnittenen Schwerpunkten befragt werden können. Die Fragen zu den Kategorien können den jeweiligen Leitfäden im Anhang entnommen werden.

4.2 Planung und Vorbereitung der Befragung

Die Innovation im Projekt besteht zum einen in der Entwicklung eines intelligenten Systemverbundes im Elektromobilitätsumfeld, der als zentraler Bestandteil in einer technologie- und rollenneutralen Systemlandschaft in Erscheinung tritt, zum anderen in der Erarbeitung einer neuartigen Methodik zur Generierung von Geschäftsmodellen in bestehenden und neuen Märkten. Dabei soll mithilfe der Verbindung von technologischen und ökonomischen Komponenten eine wechselseitige Optimierung der Verkehrssysteme in Richtung Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit angestoßen werden.

Auf Basis der Stakeholderanalyse wurde eine Auswahl relevanter und repräsentativer Erhebungsteilnehmern (Core-Stakeholder) getroffen. In einem moderierten, iterativen Teamprozess wurde anschließend gemäß den Anforderungen, die aus Erhebungszielen, Projektrahmen und Adressaten resultierten, ein Interviewleitfaden erstellt. Bei Abgleich und Verifikation dieser Fragensammlung verständigte man sich aufgrund einer höheren Praktikabilität darauf, gesonderte Expertenfragebögen für Experten und Führungspersonlichkeiten zu erstellen, da eine Reihe von Fragen stakeholder-spezifisch waren, während andere in erster Linie auf Wissen abzielten.

4.3 Gestaltung des Interviewleitfadens

In beiden Fragebogenvarianten werden zunächst Fragen zur Person, zur persönlichen Erfahrung sowie zur persönlichen Einschätzung des Status Quo der Elektromobilität gestellt. Während der Expertenfragebogen sich in der folgenden Erarbeitungsphase nach Lamnek (Lamnek, 1995) mit den Themengebieten der Zukunftspotenziale, politischen Handlungsempfehlungen und individuell angepassten, wissenschaftlich relevanten Fragestellungen aus dem Expertengebiet beschäftigt, werden den Stakeholdern vorwiegend standardisierte Fragen zum lokalen Status Quo und den technischen Anforderungen an ein zukünftiges No LimITS-System gestellt. Es werden Daten und Meinungen zum eigenen Fuhrpark, zum lokalen Markt und zu den herrschenden Rahmenbedingungen gestellt. Eine eingeschobene, quantitative Erhebung ermöglicht in der Auswertung eine Einordnung des Stakeholders und der von ihm angebotenen Dienste in das Dienstleistungsframework der TU Wien (Stryla et al., 2015).

Die Auswahl der Interviewpartner erfolgt für die Stakeholder nach dem Prinzip eines „selektiven Samplings“. Diese qualitativen Quotenstichproben erzielen Repräsentativität, indem der als relevant erachtete Personenkreis anhand exakter Merkmale bestimmt wurde. Die Methode ist in der empirischen Forschung nicht unumstritten, da sie im Gegensatz zur Zufallsstichproben keine mathematische Grundlage besitzt, sich dafür aber gut für persönliche Interviews eignet. Potenzielle Interviewverweigerer

können gegebenenfalls durch sogenannte statistische Zwillinge, d.h. Träger gleicher Merkmale, ersetzt werden (Diekmann, 2002, S.368ff). Die Innerhalb des Untersuchungsfelds gebildeten Fälle wurden hierzu aus der Stakeholderanalyse abgeleitet. Die Merkmale sind somit der politische, gesellschaftliche und technische Bezug zu den Projektzielen von No LimITS. Die Merkmalsträger der Stakeholderklassen werden in unterschiedlichen Regionen erfasst. (Begloff, 2001)

Die Vernetzung und Verbindung von Fahrzeugen mit dem besonderen Fokus auf der Elektromobilität stellt in der Forschungslandschaft Neuland dar. Entsprechend des breiten und interdisziplinären Forschungsfelds von No LimITS werden übergeordnete Experten aus folgenden Themenbereichen befragt:

- Verkehrswissenschaft
- Verkehrs- und Umweltökonomie
- Volkswirtschaften
- Kommunikationstechnologien
- IT-Sicherheit
- Leitung Modellregionen
- Interessenverbände
- Landespolitik
- Bundespolitik
- Zukunftsforschung / Think Tank
- OEMs

Den Experten werden individuell angepasst insgesamt 23 Fragen gestellt, wobei sich 20 Fragen auf inhaltliche Einschätzung und Expertise bezogen und die übrigen auf Arbeitsbereiche und Erfahrung der Experten sowie weitere organisatorische Fragen (z.B. Kontaktmöglichkeiten und weiterführende Informationen). Eine einzelne Frage war hierbei quantitativer Natur. Aus den Antworten der Experten heraus erhofft man sich die mögliche Ableitung weiterer Zukunftsvisionen, die Identifikation und ggfs. Schließung von Wissenslücken und die Ableitung von Handlungsempfehlungen an identifizierte Entscheidungsträger.

4.4 Durchführung der Interviews

Nachdem gemäß des selektiven Samplings aufgrund der Funktionen der zu befragenden Organisationen entschieden wurde, welche Institutionen anzusprechen sind, wurden die Verantwortlichkeiten innerhalb der Projektpartner möglichst gleichmäßig und entsprechend einer sinnvollen räumlichen Verteilung bestimmt. Begleitend zur Durchführung der Interviews fand in den projektinternen Jour Fixes

regelmäßig ein Austausch über den Fortschritt der Kontaktaufnahme sowie erste Erkenntnisse aus der praktischen Umsetzung der Datenerhebung statt.

Die Identifizierung der geeigneten Kontaktpersonen erfolgt über eine offizielle Kontaktaufnahme via E-Mail und Telefon. Hierbei wurde eine Einführung in die Projektthematik, eine Versicherung von Datenschutz und Anonymität der Erhebung sowie die Erhebungsziele gegeben. Es wurde weiterhin entschieden, den Interviewpartnern den Gesprächsleitfaden im Vorfeld zukommen zu lassen, da dies die Bereitschaft zur Teilnahme an der Datenerhebung deutlich erhöht.

Es erwies sich als zweckmäßig, auch um den Untersuchungspartnern Unannehmlichkeiten zu ersparen, sie zu der gewünschten Zeit in ihrer gewohnten Arbeitsumgebung zu befragen (vgl. Lamnek, 1995, S. 95). Die telefonische Durchführung war ebenfalls zweckmäßig

Die Interviews wurden idealerweise von zwei Interviewern durchgeführt. Dabei übernahm eine Person die vorrangige Gesprächsführung, während die andere für das Protokoll zuständig war. Aufgrund datenschutzrechtlicher Bedenken innerhalb des Projektteams wurde auf Aufzeichnungsgeräte verzichtet. Die praktische Durchführung der Interviews erfolgte gemäß den gelisteten Phasen von Kici/Westhoff (Kici, 2000, S. 420ff.) .

1. Orientierungsphase

Diese Phase stellt die Gesprächseröffnung dar. Es kann über den Sinn und Zweck der Erhebung aufgeklärt werden und formale Aspekte der Befragung können besprochen werden. Mittels small talk kann eine positive Beziehung zwischen Interviewer und Gesprächspartner etabliert werden.

2. Erarbeitungsphase

Hier werden für den Forschungsprozess relevante Inhalte erfasst. Dabei ist darauf zu achten, dass ein einheitliches Sprachniveau gefunden wird. Interviewer und Interviewter können aufgrund unterschiedlicher Sichtweisen der Wirklichkeit Verständnisschwierigkeiten haben. Es ist deshalb darauf zu achten, mit Beispielen zu arbeiten und Unklarheiten sofort und gründlich zu hinterfragen. Der Gesprächsleitfaden muss hierfür gegebenenfalls aufgelöst werden.

3. Abschlussphase

Zum Gesprächsende gilt es sich zu bedanken, Kontaktdaten und Informationsmaterial auszutauschen. Weiterhin sollte die Acht- und Aufmerksamkeit auch nach Beendigung der Protokollierung hoch sein, da gerade in die Auflösung der Interviewsituation nochmals neue Fakten aufgrund der heiteren Atmosphäre zu Tage fördern kann.

Die Tabelle 2 fasst in Form einer Checkliste die wichtigsten Punkte für die Durchführung eines semi-strukturierten Interviews in No Limits zusammen.

Tabelle 2: Umsetzung der Interviews (Uni Trier, 2015; Harke, et.al, 2000)

Vorbereitung	Durchführung	Probleme
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hypothesen klären 2. Kompetenz als Gesprächspartner erwerben 3. Leitfadententwicklung <ol style="list-style-type: none"> a. Klare Struktur b. Zielorientiert c. Einschätzungsfragen d. Offener Teil 4. Kontaktaufnahme vereinheitlichen 5. Unklarheiten im Vorfeld klären 6. Auswertungsmethodik und –Ablauf klären 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zustimmung für Protokollierung einholen 2. Anonymität zusichern 3. Sinn und Zweck der Erhebung transparent machen 4. Zeitliche und inhaltliche Restriktionen klären 5. Gemeinsames Verständnis wahren 6. Angenehme Situation in gewohntem Umfeld schaffen 7. Außensicht der interviewten Institution ermöglicht neutrale Analyse 8. Asymmetrie der Erhebung durch Annäherung an die Alltägliche tendenziell kompensieren 9. Relevanzsysteme des Befragten strukturieren den Ablauf 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Unterschiedliche Wahrnehmung im Themengebiet 2. Interviewter schweift ab 3. Informationen zu allgemein oder zu speziell 4. Schwer „unter die Oberfläche“ zu sehen 5. Protokollierung bei mehreren Interviewern eventuell uneinheitlich <ul style="list-style-type: none"> • -> nachfragen • -> gegebenenfalls an ILF orientieren • -> Durchführung und Auswertung vorher klären

4.5 Auswertungsmethodik

Das Auswertungsschema für qualitative Interviews nach Meuser und Nagel (Meuser / Nagel, 2009) sieht folgendes Vorgehen vor, welches in No Limits Anwendung finden soll:

1. Transkription
2. Paraphrase
3. Kodieren
4. Thematischer Vergleich
5. Soziologische Konzeptualisierung
6. Theoretische Generalisierung.

Da im Rahmen dieses Projekts darauf verzichtet wurde, die Gespräche mitzuschneiden, entfällt der Schritt der Transkription. Anders als bei Sozialstudien sind in unseren Interviews Aussprache, Sprech-

weise und Details des Satzbaus nicht relevant, weshalb die nicht-wörtliche Dokumentation der Interviews nicht besonders ins Gewicht fällt. Gleichzeitig schafft diese Herangehensweise jedoch eine größere Gesprächsbereitschaft bei den Interviewpartnern. Dennoch wurde beim Protokollieren darauf geachtet, so nah wie möglich am Gesprochenen zu bleiben. Schritt 2, die Paraphrasierung, wird wie von Meuser und Nagel vorgeschlagen, vorgenommen. Die Paraphrasierung ist ein Schritt zur Inhaltsreduktion.

In Schritt 3 werden den identifizierten Textpassagen Codes zugewiesen. Dies ist ein mehrfacher iterativer Prozess. Codes sind solche Begriffe, die die Passage deutlich einer Thematik oder Einstellung zuzuordnen lassen. Im Sinne der Komplexitätsreduktion wird dieser Schritt wiederholt, bis ein angemessenes Maß an Codes erreicht ist.

Durch den Schritt des thematischen Vergleichs wird es möglich, die Aussagen der Interviewpartner auf einer generalistischen Ebene zu vergleichen, Gegensätze zu identifizieren und Gemeinsamkeiten herauszuarbeiten. Insbesondere in den Schritten Konzeption und Generalisierung werden die Ergebnisse der weiteren Literatur und anderer Datenquellen berücksichtigt. Durch die Zusammenführung der Interviews mit weiteren Datenquellen wird gewährleistet, dass die neuen Erkenntnisse aus den Interviews in einem entsprechenden Kontext interpretiert werden können.

Die Ergebnisse dieser Auswertung und etwaige, methodische Erweiterungen werden im Deliverable D2 besprochen und entsprechend den drei Zielsetzungen der Datenerhebung aufgearbeitet.

5 STATUS QUO: ITS IM UMFELD VON ELEKTROMOBILITÄT

5.1 Rechtlicher Rahmen und Datenschutz

5.1.1 Überblick

Der Anspruch Deutschlands ist es, Leitmarkt und Leitanbieter in Fragen der Elektromobilität zu werden. Impliziert wird dies durch das ambitionierte Etappenziel von einer Millionen Elektrofahrzeugen bis 2020. Daran abzulesen ist die Erfordernis des Vorhabens: Die Entwicklung einer angemessenen Infrastruktur und Technologie. Um diese Ziele zu erreichen, ist die Form und Ausgestaltung der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen auf allen Ebenen (EU, Bund, Länder, Kommunen) von Bedeutung.

Im Fokus des nachfolgenden Abschnitts stehen daher die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen des Forschungsvorhabens. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei der Analyse in No Limits nicht nur um eine solche der Rahmenbedingungen für Elektromobilität handeln kann. Vielmehr ist zu berücksichtigen, dass zentraler Bestandteil des Projekts eine intensive Verzahnung mit intelligenten Verkehrssystemen (ITS, nach engl. Intelligent Transport System) ist, um die Nutzungsattraktivität von Elektromobilität zu erhöhen. Folglich basiert die nachfolgende Analyse auf beiden technologischen Entwicklungen.

Eine Analyse des aktuellen Forschungsstands zeigt, dass es bisher kaum systematische Untersuchungen zu den rechtlichen und insbesondere datenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen kombinierter Lösungen gibt. Daher ist der nachfolgende Abschnitt in zwei Teile gegliedert:

In einem ersten Schritt wird der Status Quo des Förder- und Gesetzesrahmen für die jeweiligen Bereiche ITS und Elektromobilität untersucht. Hierbei ist zu beachten, dass keine vollumfängliche Analyse aller Gesetzgebungen erfolgt, sondern vielmehr die wichtigsten Eckpfeiler herausgearbeitet werden.

Der zweite Schritt der Analyse arbeitet die daraus entstehenden rechtlichen White Spots (bislang rechtlich noch nicht berücksichtigte Perspektiven) heraus, die für die Einführung kombinierter Anwendungen entstehen würden. Hierbei ist zu beachten, dass im Rahmen dieses Projekts keine Empfehlungen bezüglich der inhaltlichen Ausrichtung des rechtlichen Rahmens gegeben werden, sondern ausschließlich aufgezeigt wird, an welchen Stellen Handlungsbedarf entsteht.

5.1.2 Politische und rechtliche Rahmenbedingungen von Elektromobilität

Zunächst befasst sich die Ausarbeitung daher mit dem strategischen Förderungsrahmen von ITS und Elektromobilität und nimmt eine Positionierung von No LimITS vor. Weiterhin wird das politische Entwicklungsumfeld auf verschiedenen Ebenen betrachtet und zur operativen, für No LimITS relevanten ITS-Ebene übergeleitet.

Mit der Veröffentlichung des „Nationalen Entwicklungsplans für Elektromobilität“ (Bundesregierung, 2009) und der „Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE)“ wurde ein politischer Ausgangspunkt für die Steigerung der Marktdurchdringung von Elektromobilität im deutschen Markt geschaffen. Eine Reihe von gesetzlichen Vorgaben und Privilegien soll unterstützend beitragen, die Zahl der Elektroautos auf deutschen Straßen zu erhöhen. Somit ist die Entwicklung der Elektromobilität stark von Vorgaben und Empfehlungen der Bundesregierung beziehungsweise entsprechenden Gremien wie der NPE geprägt.

Gleichzeitig sollen innovationspolitische Maßnahmen durch die EU, Bund, Länder und Kommunen die Einführung von Elektromobilität stärken. Hierunter fallen sowohl harte Maßnahmen mit einem direkt regulierenden Effekt auf das Verhalten der Zielgruppe (z.B. Standards, Verbote oder Vorschriften), als auch weiche Instrumente, die einen indirekten Einfluss haben sollen (beispielsweise über Kommunikation und Kampagnen) (Welsch, 2005). In unterschiedlichen Ländern und auf verschiedenen Administrationsebenen existieren viele Ansätze und Fördermechanismen. Meist besteht hierzu eine Mischung aus direkter Projektförderung und indirekter Forschungsförderung. Ergänzend werden Kaufanreize und andere regulierende Instrumente eingesetzt.

Die EU gilt als Vorreiter den weltweiten Konsens über die Notwendigkeit von Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen. Als direkte Initiative zur Förderung der Elektromobilität wurde deshalb die European Green Cars Initiative ins Leben gerufen (European Green Cars Initiative, 2012). Die EU fördert die Forschung über das Rahmenprogramm der Europäischen Union für Forschung und Innovation. Horizont 2020⁴. Flankiert werden diese Programme von regulativen Maßnahmen, wie den CO₂-Obergrenzen für Herstellerflotten und Richtlinien zu Emissionen oder intelligenten Verkehrssystemen. Für das Saarland z.B. haben weiterhin die Gelder aus den Strukturfonds, allen voran die des europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), hohe Relevanz.

⁴ <http://www.horizont2020.de/>

Der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität stellt hierbei eine bundesweite strategische Vorgabe zur Entwicklung der Elektromobilität dar. Die Strategie ist begleitet von einer Reihe von Plänen in anderen Strategiefeldern.

Mit der Nationalen Entwicklungsplattform Elektromobilität (NPE) existiert eine, die Entwicklung moderierende Expertenorganisation, deren Empfehlungen in das Regierungsprogramm Elektromobilität mündeten. Neben einer mit mehreren Milliarden Euro budgetierten Forschungsförderung in themenbezogenen Leuchttürmen erfolgt vor allem eine direkte Projektförderung in vier Schaufensterregionen. So ist es vor allem der Bund, der die gesetzlichen Grundlagen für die Elektromobilität, teils nach EU-Vorgaben, schafft. Er besitzt im Bereich der Wirtschafts- und Energiepolitik die größte Gesetzgebungskompetenz. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat zusammen mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) einen Entwurf für ein Elektromobilitätsgesetz ausgearbeitet. Dieses soll die Rahmenbedingungen für die Nutzung von Elektroautos verbessern Auch die öffentliche Beschaffung soll gefördert werden. Hierzu streben die Bundesministerien eine Quote von 10% alternativ betriebener Fahrzeuge in ihren eigenen Flotten an. Für diese nachhaltige Beschaffung wurde eine Expertengruppe eingerichtet und gemeinsam mit Vertretern der Länder und Kommunen ein Beschaffungsleitfaden entwickelt (Bundesregierung, 2014).

5.1.3 Aktuelle politische und rechtliche Rahmenbedingungen zu ITS

Betrachtet man die aktuelle IVS-Politik wird diese vor allem durch die EU im Sinne der IVS-Richtlinie 2010/40 EU (European Commission, 2010) und in Deutschland über das resultierende IVS-Gesetz (IVSG) geregelt. Dieser Rechtsrahmen zielt auf eine Harmonisierung der bis dato zersplitterten IVS-Landschaft ab. Auch auf Länderebene finden sich Umsetzungen dieser europäischen Vorgaben. Die Richtlinie der EU adressiert die vorrangigen Bereiche:

1. Optimale Nutzung von Straßen-, Verkehrs- und Reisedaten;
2. Kontinuität der IVS-Dienste in den Bereichen Verkehrs- und Frachtmanagement;
3. IVS-Anwendungen für die Straßenverkehrssicherheit;
4. Verbindung zwischen Fahrzeug und Verkehrsinfrastruktur.

Innerhalb dieser Bereiche wurden folgende Maßnahmen als vorrangig eingestuft:

- Bereitstellung EU-weiter multimodaler Reise-Informationendienste;
- Bereitstellung EU-weiter Echtzeit-Verkehrsinformationendienste;

- Daten und Verfahren, um Straßennutzern, soweit möglich, ein Mindestniveau allgemeiner für die Straßenverkehrssicherheit relevanter Verkehrsmeldungen unentgeltlich anzubieten;
- Harmonisierte Bereitstellung einer interoperablen EU-weiten eCall-Anwendung;
- Bereitstellung von Informationsdiensten für sichere Parkplätze für Lastkraftwagen und andere gewerbliche Fahrzeuge;
- Bereitstellung von Reservierungsdiensten für sichere Parkplätze für Lastkraftwagen und andere gewerbliche Fahrzeuge.

Eine detaillierte Auflistung und Beschreibung aller relevanten Bereiche und Maßnahmen ist im Anhang I der Richtlinie 2010/40/EU zu finden. Der Anhang II enthält Grundsätze für die Spezifikationen und die Einführung von IVS; diese sollen zum Beispiel effektiv und kostengünstig sein, aber auch die bestehenden nationalen Infrastruktur- und Netzmerkmale berücksichtigen. Die geplanten Maßnahmen des IVSG sind in drei Handlungsfelder unterteilt (BMVI, 2015):

1. Optimale Nutzung von Straßen-, Verkehrs- und Reisedaten (z.B. dynamische Navigation in Echtzeit über mehrere Kommunikationstechnologien);
2. Durchgängigkeit der IVS-Dienste in den Bereichen Verkehrsmanagement und Verkehrsinformation (z.B. Standardisierung von Kommunikationsprotokollen);
3. IVS-Anwendungen zur Steigerung der Verkehrseffizienz, Verkehrssicherheit und Umweltverträglichkeit (z.B. durch V2X-Kommunikation und Assistenzsysteme).

Die Förderung zur Erforschung und Umsetzung solcher Maßnahmen erfolgt durch unterschiedliche Projektträger innerhalb länderspezifischer Planungen, die vom ITS Network Germany unterstützt werden. Beispielhafte Förderprogramme sind Horizont2020, das deutsche Verkehrsforschungsprogramm des BMVI oder einzelne Fördergrundsätze des BMWi, z.B. „IKT für Elektromobilität“ aus dem Konjunkturprogramm II“.

Politische Schnittmengen von IVS und Elektromobilität finden sich vor allem auf Landes- und Kommunalebene, wo versucht wird die strategische Manifestation von IVS dazu zu nutzen, auch für elektromobile Anwendungen und nachhaltige Verkehrsplanung einen gemeinsamen strategischen Rahmen zu gestalten. Umgesetzte Lösungen des rechtlichen Zusammenspiels von IVS und Elektromobilität existieren jedoch bisher (Stand 05/2015) kaum. Daher dient der Anhang 2 zu technischen Spezifikationen des EU-Aktionsplans, welcher sich ausschließlich auf IVS bezieht, dem Projekt No Limits als Grundlage. Auch Lösungsvorschläge zur rechtlichen Koordination der Themenfelder IVS und Elektromobilität sind

in den größtenteils getrennt voneinander geführten Debatten kaum vorzufinden. Während technische Lösungen intelligenter Verkehrssysteme im wissenschaftlichen Dialog bereits detailliert Beachtung finden, bleiben Reaktionen von datenschutzrechtlicher Expertise nahezu stumm.

Wenn keine Auseinandersetzung mit den gesetzlichen Erfordernissen zur Realisierung neuer Geschäftsmodelle, welche Mobilität den formulierten Maßnahmen des IVSG entsprechend gestalten, erfolgt, verzögert sich der angestrebte Entwicklungsprozess in der effizienten, sicheren und umweltverträglichen Mobilität. Demnach ist nicht die verfügbare Technologie allein entscheidend, sondern auch eine intersektorale Verständigung für das Ineinandergreifen von Strategien der an der Transformation Beteiligten. Eine fundierte Analyse der Rechtslage bildet die Grundlage eines innovativen Einsatzes von IVS.

Der rechtliche Rahmen

Die Elektromobilität tangiert weiterhin die vier Rechtsbereiche, die in nachfolgender Tabelle 3 aufgeführt sind.

Tabelle 3: Rechtsbereiche - Elektromobilität

Verkehrsraumgestaltung	Fahrzeugsicherheit
<ul style="list-style-type: none"> • Integration der Ladeinfrastruktur in den (öffentlichen) Verkehrsraum • Klärung der rechtlichen Zuständigkeiten durch Anpassung von Bau- und Planungsrecht • Diskriminierungs- und barrierefreien Zugang sicherstellen, Datenschutz achten • Ladesicherheit durch Normen gewährleisten und Haftung bei Unfall klären • Neue Beschilderung initiieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Unfallgefahr durch verringerte Geräuschemissionen • In den USA unter 30 h/km Geräuschgeneratoren vorgeschrieben • Elektrische und funktionale Sicherheit bei Unfall und Ladevorgang sicherstellen (Normung und Standardisierung) • Produkthaftung der Hersteller muss neu definiert werden
Verkehrsrecht	Umweltrecht
<ul style="list-style-type: none"> • Mögliche Bevorrechtigung der Elektromobilität im Straßenverkehr • Kostenfreies öffentliches Parken an ausgewiesenen Stellflächen 	<ul style="list-style-type: none"> • Internationale Klimaschutzabkommen erfordern Handeln • EU-Umsetzung findet sich u.a. in Luftreinhalte- und Lärmschutzplänen

<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von Busspuren bzw. Einrichtung von Sonderfahrstreifen • Wechselkennzeichen für Elektrofahrzeuge (bereits erhältlich) 	<p>der Richtlinie 2008/50/EG und 1999/30/EG</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung im Bundesemissionsschutzgesetz §47 (Feinstaubgrenzwerte) • Anpassung von Emissionsgrenzwerten in Umweltzonen zugunsten der E-Autos
---	---

IVS haben rechtliche Schnittmengen mit folgenden Themengebieten:

Tabelle 4: Schnittmengen IVS und Recht

Schutz Grundrechte und Grundfreiheiten	Verkehrsraumgestaltung
<ul style="list-style-type: none"> • Gemäß 2010/40/EU Verwendung möglichst anonymer Daten • Schutz vor unrechtmäßigem Zugriff • Einwilligung zur Verwendung personenbezogener Daten notwendig • Mitgliedstaaten verantwortlich • 95/46/EG Datenschutzrichtlinie, 2002/58/EG 	<ul style="list-style-type: none"> • Planerische, genehmigungspflichtige und bauliche Integration der IVS • Normteile und Funkstandards verwenden • Ansonsten Zertifizierung und Abnahme notwendig • Umsetzung von Maßnahmen gemäß den Grundsätzen in 2010/40/EU Anhang 2
Fahrzeugsicherheit	Datenrecht
<ul style="list-style-type: none"> • HMI sollte nicht per Hand bedient werden müssen • Informationen laufend verfügbar • Sichere Technik hinsichtlich Brandschutz und Unfälle • Zu achten ist auf Energie- und Ressourcenverbrauch, TÜV-Zulassung, Funktionale und technische Sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Personenbezogene Daten dürfen nur erhoben, verarbeitet oder genutzt werden, soweit dies durch eine bundesgesetzliche Regelung ausdrücklich zugelassen wird • Keine EU Datenschutzgrundregelung bisher in Arbeit, deshalb 95/46/EG und Bundesmaßgeblich • Telekommunikationsgesetz und Bundesdatenschutzgesetz in Deutschland

Innerhalb von NoLimITS sind rechtliche Bestimmungen vorwiegend in der technischen Umsetzung eines Demonstrators von Bedeutung, auch wenn bereits zuvor, z.B. bei der Erhebung von Daten den Schutzbedürfnissen und gesetzlichen Regelungen Rechnung getragen werden muss. Folgend werden also die für die technische Realisierung von integrierter Kommunikationsplattform und Demonstrator notwendigen rechtlichen Aspekte besprochen. Im Vordergrund stehen dabei das Datenschutzrecht und die zu berücksichtigenden Schutzbedürfnisse der Nutzer des NoLimITS-Systems. Bauliche Vorgaben, Normen und mechanische Konstruktionsaspekte werden dabei zunächst vernachlässigt.

Datenschutz steht hierbei für gesetzliche Bestimmungen zur Anonymisierung personenbezogener Daten. Im Unterschied dazu meint der Begriff der Datensicherheit diejenigen Sicherheitsrisiken, die aufgrund von Informationsverlust oder –missbrauch entstehen.

Im europäischen Rechtsraum wird in der Gesetzgebung auch der Begriff „data protection“ verwendet. Heute wird der Zweck des Datenschutzes darin gesehen, den Einzelnen davor zu schützen durch den Umgang mit seinen personenbezogenen Daten in seinem Recht auf informationelle Selbstbestimmung beeinträchtigt zu werden. Datensicherheit steht für die Idee, dass jeder Mensch grundsätzlich selbst entscheiden kann, wem wann welche seiner persönlichen Daten zugänglich sein sollen. Hauptprinzipien des Datenschutzes sind Datenvermeidung und Datensparsamkeit, Erforderlichkeit und Zweckbindung. Fallen also Daten an, so sind technisch-organisatorische Maßnahmen zur Gewährleistung des Datenschutzes zu treffen. Hierzu gehört insbesondere die Beschränkung des Zugriffs auf die Daten durch die jeweils berechtigten Personen. Aus den Prinzipien der Datensparsamkeit und der Erforderlichkeit folgt, dass Daten zu löschen sind, sobald sie nicht mehr benötigt werden. Nicht mehr erforderliche Daten, die wegen gesetzlicher Aufbewahrungs- und Dokumentationspflichten nicht gelöscht werden dürfen, sind zu sperren und eine unabhängige Datenaufsicht zu etablieren. Datenschutzbeauftragte mehrerer Länder haben in ihrer „Erklärung von Montreux“ darüber hinaus an die international anerkannten Datenschutzprinzipien erinnert.

- Prinzip der Zulässigkeit und Rechtmäßigkeit der Erhebung und Verarbeitung der Daten
- Prinzip der Richtigkeit und Zweckgebundenheit
- Prinzip der Verhältnismäßigkeit (vgl. Verhältnismäßigkeitsprinzip)
- Prinzip der Transparenz und Sicherheit
- Prinzip der individuellen Mitsprache und namentlich der Garantie des Zugriffsrechts für die betroffenen Personen
- Prinzip der Nicht-Diskriminierung und Haftung
- Prinzip einer unabhängigen Überwachung und gesetzlicher Sanktionen

- Prinzip des angemessenen Schutzniveaus bei grenzüberschreitendem Datenverkehr

Im Kontext der Realisierung technischer Systeme stellen natürliche wie rechtliche Personen (Nutzer, Anbieter, B2B) verschiedene Schutzanforderungen:

- Überwachungsschutz
- Privatsphärenschutz
- Sicherheit der Übertragung und Speicherung
- Sicherheit vor jedweder Datennutzung anders der Einwilligung – Ausschluss jeder negativen Konsequenz

Diesen kann innerhalb von No Limits durch unterschiedliche technische Möglichkeiten Rechnung getragen werden.

- Verarbeitung von Daten und Überprüfung
- Verschlüsselte, signierte Speicherung und Übertragung
- Ausschluss externer Analysefunktionen
- Anonymisierung / Pseudonymisierung
- Verwendung von Cookies

Die maßgeblichen Gesetzgeber in Bund und EU versuchen den Schutzbedürfnissen der Anwender durch Datenschutzrichtlinien und Telekommunikationsgesetzen gerecht zu werden. Die folgenden vier Vorschriften und Empfehlungen wurden als maßgeblich identifiziert:

Datenschutz Grundverordnung der EU

Die Datenschutz-Grundverordnung ist eine geplante Verordnung der Europäischen Union, mit der die Regeln für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten durch private Unternehmen und öffentliche Stellen EU-weit vereinheitlicht werden sollen. Dadurch soll einerseits der Schutz von personenbezogenen Daten innerhalb der Europäischen Union sichergestellt, andererseits der freie Datenverkehr innerhalb des Europäischen Binnenmarktes gewährleistet werden. Mit der Verordnung sollen das Recht auf „Vergessen werden“ und das Recht auf Datenportabilität eingeführt werden. Diese soll auch für Unternehmen gelten, die ihren Sitz außerhalb der Europäischen Union haben, sich mit ihren Angeboten aber an EU-Bürger wenden. Die Datenschutz-Grundverordnung soll die aus dem Jahr 1995 stammende Richtlinie 95/46/EG (Europäische Kommission, 1995) ersetzen. Im Gegensatz zur Richtlinie 95/46/EG, die von den EU-Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt werden musste, wird die Datenschutz-Grundverordnung ohne Umsetzungsakt unmittelbar in allen EU-Mitgliedsstaaten gelten.

Den Mitgliedsstaaten wird es daher nicht möglich sein, den von der Verordnung festgeschriebenen Datenschutz durch nationale Regelungen abzuschwächen oder zu verstärken.

Die Richtlinie 95/46/EG beschreibt Mindeststandards für den Datenschutz, die in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union durch nationale Gesetze sichergestellt werden müssen.

Die Richtlinie verbietet in der Regel die Verarbeitung sensibler personenbezogener Daten. Es sind jedoch Ausnahmen von diesem Verbot vorgesehen, etwa wenn die betroffene Person ausdrücklich in die Verarbeitung der genannten Daten eingewilligt hat oder die Verarbeitung erforderlich ist, „um den Rechten und Pflichten des für die Verarbeitung Verantwortlichen auf dem Gebiet des Arbeitsrechts Rechnung zu tragen“. Im Telekommunikationsbereich wird die Datenschutzrichtlinie durch die im Jahr 2002 erlassene Richtlinie 2002/58/EG (Datenschutzrichtlinie für elektronische Kommunikation) ergänzt. Durch die Richtlinie werden die EU-Mitgliedsstaaten verpflichtet, telekommunikationsspezifische Regelungen zum Datenschutz zu erlassen, beispielsweise das Mithören von Telefongesprächen und das Abfangen von E-Mails zu verbieten. Außerdem enthält die Richtlinie Vorgaben zu Einzelgebührennachweisen, zu den Möglichkeiten der Anzeige und Unterdrückung von Telefonnummern, zu automatischen Anrufweiterschaltungen und bezüglich gebührenfreier und widerruflicher Aufnahme in Teilnehmerverzeichnisse.

In Deutschland wird die Datenschutzrichtlinie durch das Bundesdatenschutzgesetz und die 2002/58/EG durch die Novellierung des Telekommunikationsgesetzes umgesetzt. In beiden Fällen verzögerte sich die Umsetzung und war von der Kritik begleitet Deutschland habe beide Vorgaben nur verspätet und zunächst falsch bzw. unvollständig umgesetzt.

Bundesdatenschutzgesetz

Der deutsche Datenschutz ist in einer Vielzahl von Gesetzen auf Landes- und Bundesebene geregelt. Generell unterliegen öffentliche Einrichtungen bereichs- und länderspezifischen Regelungen, während private Unternehmungen unter das Bundesdatenschutzgesetz fallen. Zweck des Gesetzes ist es, den Einzelnen davor zu schützen durch den Umgang mit seinen personenbezogenen Daten in seinem Persönlichkeitsrecht beeinträchtigt zu werden. Es erfolgt die Umsetzung der EU-Vorgabe. Jede nichtöffentliche Stelle (z. B. Unternehmen), in der zehn oder mehr Personen ständig mit der Bearbeitung personenbezogener Daten mittels elektronischer Datenverarbeitung beschäftigt sind, benötigt einen Datenschutzbeauftragten. Desgleichen bei zwanzig oder mehr Mitarbeitern, wenn die Daten manuell (z. B. mit Karteikarten) verarbeitet werden, wenn Verarbeitungen eine Vorabkontrolle erfordern oder

die Verarbeitung zur Übermittlung (Detektei, Auskunft) oder anonymen Übermittlung (Meinungsforschung) verarbeitet werden. Die Pflichten der verantwortlichen (verarbeitenden) Stelle fallen immer der Geschäftsführung zu. Sie umfassen:

- Gewährung der Betroffenenrechte (Benachrichtigung, Auskunft, Korrektur, Sperrung, Löschung);
- transparente und dokumentierte EDV (Verfahrensverzeichnis);
- Schutz der EDV und der Daten im Sinne der IT-Sicherheit (§ 9 BDSG nebst Anhang);
- Nachvollziehbarkeit von Zugriffen, Änderungen und Weitergaben an Dritte.

Telekommunikationsgesetz

Das Telekommunikationsgesetz (TKG) ist ein deutsches Bundesgesetz, das den Wettbewerb im Bereich der Telekommunikation reguliert. Am 26. Juni 2004 ist das neue TKG in Kraft getreten (BGBl. I S. 1190). Es ersetzt das Telekommunikationsgesetz vom 25. Juli 1996. Die Telekommunikations-Datenschutzverordnung vom 18. Dezember 2000 (BGBl. I S. 1740) wurde aufgehoben und in das TKG integriert. Datenschutzrechtlich bringt das neue Gesetz keine Verbesserungen, es führt eher zu einer Absenkung des Datenschutzniveaus. Wäre der Bundesgesetzgeber den Vorstellungen des Bundesrates ausnahmslos gefolgt, stünde es um den Datenschutz in der Telekommunikation allerdings schlechter. Dessen wiederholt erhobene Forderung nach Einführung einer Vorratsdatenspeicherung, gegen die sich sowohl die Datenschutzbeauftragten des Bundes und der Länder als auch die Wirtschaft gewandt haben, wurde vorerst nicht umgesetzt. Leider blieb die auch von den TK-Diensteanbietern und der Internetwirtschaft unterstützte Anregung der Datenschutzbeauftragten, die Datenschutzvorschriften aus dem Telekommunikationsgesetz auszugliedern und mit den Datenschutzbestimmungen für Tele- und Mediendienste in einem Gesetz zusammenzuführen, unberücksichtigt. Für No Limits hat das TKG keine direkte Bedeutung, außer dass das Abhören von Nachrichten unter Strafe steht und Netzanbieter die Daten gemäß der geplanten Vorratsdatenspeicherung zwischenspeichern müssen.

Die nachfolgende Tabelle stellt eine Liste der wichtigsten Gesetzgebungen Elektromobilität und intelligente Verkehrssysteme betreffend dar.

Tabelle 5: Wichtigste Gesetzgebungen Elektromobilität und intelligente Verkehrssysteme

	Gesetzgeber	Name	Inhalt	Status
--	-------------	------	--------	--------

1	EU	Verordnung zur Verminderung der CO ₂ -Emissionen im PKW-Verkehr (EG) Nr. 715/200	Neu zugelassene PKW dürfen maximal 130g CO ₂ /km emittieren. Dieser Wert wird bis 2019 sukzessive auf 95g CO ₂ /km gesenkt.	2009 erlassen
2		IVS-Richtlinie 2010/40/EU	Einführung von IVS im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern	2010 erlassen
3		Luftqualitätsrichtlinie 1999/30/EG	Feinstaubgrenzwerte; seit 2002 über das deutsche Immissionschutzgesetz geregelt	2005 novelliert
4		Vergaberichtlinie 2014/24/5/EU	Neue Vergabeordnung für öffentliche Aufträge, Berücksichtigung von Umwelteigenschaften	2014 novelliert
5	Bund	IVS-Gesetz	Umsetzung der EU-Richtlinie zur Einführung von IVS in Deutschland	2013 erlassen
6		Elektromobilitätsgesetz Teil I	Kennzeichnung, Beschilderung und Privilegien in der Straßenverkehrsordnung	Entwurf vorgelegt
7	Bund	Elektromobilitätsgesetz Teil II	Bau- Miet- und Eigentumsrechtsanpassung für intelligente Ladeinfrastruktur	2015 geplant
8		Elektromobilitätsgesetz Teil III	Zinsgünstige Kredite zur Beschaffung von BEV und eventuell PHEV	2015 geplant
9	Bund	Verkehrssteueränderungsgesetz	Kraftfahrzeugsteuerbefreiung für reine Elektro-PKW für 10 Jahre	2012 erlassen
10		Jahressteuergesetz 2013	Steuervorteil für Unternehmen, Batteriepauschale für E-Dienstwagen absetzbar	2013 erlassen
11		Energiewirtschaftsgesetz	Energiewirtschaftliche und datensicherheitsrechtliche Grundlagen für <i>Smart Grids</i>	2011 erlassen
12	Bund	Immissionsschutzgesetz	Grenzwerte für Schadstoff- und Lärmbelastungen, auch von Fahrzeugen in Städten	2013 novelliert
13		Gesetz zur Stärkung der klimagerechten Stadtentwicklung	Bauplanungsrechtliche Grundlagen für bauliche Sanierung, Erneuerbare Energien und E-Mobilität	2011 erlassen

14	Bund	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen	Erhalt eines funktionierenden, ungehinderten Wettbewerbs; Ausschreibungsrecht	2005 novelliert
15	Land	Gesetz über die Vergabe öffentlicher Aufträge in ST	Vergaberecht des Landes; Grundlage ist das GWB sowie europäische Vorgaben	2012 novelliert

5.1.4 White Spots politischer und rechtlicher Rahmenbedingungen

Die vorangegangene Analyse hat gezeigt, dass die rechtliche Situation zur Förderung von Elektromobilität bereits sehr umfangreich, wenn auch stellenweise sehr undurchsichtig gestaltet ist. Auch die rechtlichen Fragen rund um Telekommunikation sind bereits umfassend in der juristischen Bearbeitung. Die Frage bleibt offen, welche Besonderheiten sich für den No LimITS-Projektfall ergeben. Hier ist zu berücksichtigen, dass eine Spezifikation stets nur im Hinblick auf die Anwendungsfälle stattfinden kann.

Grundsätzlich kann jedoch hervorgehoben werden, dass die Einführung No LimITS-relevanter Technologien die rechtliche Ausgestaltung vor Herausforderungen stellt, mit denen sich der Gesetzgeber über kurz oder lang befassen muss, da der regulatorische Rahmen von zentraler Bedeutung für die Entfaltung des Innovationspotenzials ist. Zu empfehlen ist, dass rechtliche Rahmenbedingungen stets an der Funktionalität ausgerichtet sind und weniger an spezifischen Technologien. Dies würde der schnellen Entwicklung technologischen Fortschritts Rechnung tragen. Technologieoffenheit muss hierbei das grundlegende Stichwort sein. Dennoch werden Maßnahmen erforderlich, die die Interoperabilität der Systeme und Technologien ermöglichen. Standardisierung ist hierbei seitens des Gesetzgebers ein wichtiger Fokus. Nur so kann gewährleistet werden, dass No LimITS-relevante Systeme flächendeckend und regionsübergreifend einsetzbar sind. Dies wiederum legt den Grundstein für eine große Akzeptanz seitens der Nutzer und damit einen signifikanten Markterfolg. Die entsprechenden rechtlichen Maßnahmen sollten daher mindestens auf Bundesebene angesiedelt sein.

Gleichzeitig ist eine einheitliche und umfassende Regelung des Datenschutzes zu berücksichtigen. Durch den Einsatz intelligenter Verkehrssysteme stellt sich automatisch die Frage, inwieweit die dadurch entstehenden Daten verwendet, geschützt beziehungsweise anonymisiert werden müssen. Auf der einen Seite generiert der Einsatz von IVS für Elektromobilität also einen Vorteil durch die Er-

zeugung und den Nutzung von Daten. Auf der anderen Seite ist dies auch eine der größten Herausforderungen für den Gesetzgeber. Ein gesetzlicher Rahmen muss Sicherheit und Zuverlässigkeit für den Nutzer gewährleisten. Ebenso ist wichtig, für den Nutzer ein transparentes Bild über den Umgang mit seinen Daten zu schaffen. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass der Missbrauch von Daten einen enormen Vertrauensverlust nach sich zieht und damit zu Akzeptanzschwierigkeiten führen kann. Insbesondere durch eine Reihe von Skandalen in den letzten Jahren herrscht aber bereits jetzt eine gewisse Skepsis gegenüber der Nutzung persönlicher Daten (vgl. Ponemon Institute, 2015). Diese Skepsis könnte bereits vorab ein Hemmnis bei Nutzern verursachen und damit zentral den Markterfolg entsprechender Technologie beeinflussen. Um Vertrauen und Akzeptanz zu gewinnen, muss auf Gesetzesgeberseite ein angemessener Rahmen geschaffen werden, der dem Missbrauch persönlicher Daten vorbeugt und dies transparent und offensiv an die Bevölkerung kommuniziert.

Des Weiteren wird es Aufgabe der rechtlichen Rahmenseiter sein, strategische Leitbilder weiterzuentwickeln, die auch dem industriellen Umfeld Sicherheit über politische Leitziele geben und damit ein beständiges Investitionsumfeld versprechen. Nur wenn Kommunen, Unternehmen und andere potenzielle Betreiber, Investoren und Entwickler entsprechender No LimITS-Technologie Sicherheit haben darüber, dass Elektromobilität beziehungsweise deren Kombination mit IVS ein relevantes politisches Ziel ist und bleibt, werden diese entsprechende Investitionen tätigen. Die Forschung hat gezeigt, dass ein stabiles politisches Strategiebild wichtig für Investitionsentscheidungen ist, insbesondere wenn es sich um kostspielige und längerfristige Investitionen handelt.

5.2 Status Quo ITS

Dieser Abschnitt stellt die Grundlagen der technischen Analyse durch Erörterung zentraler Begriffe dar, die für das Verständnis der Arbeit und die darin aufgezeigten Zusammenhänge wichtig sind.

5.2.1 Wissenschaftlicher Hintergrund

Aus dem Leitfaden Verkehrstelematik des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur⁵ lässt sich entnehmen: „Telematik ist ein Kunstwort aus den Begriffen Telekommunikation und Informatik. Im Verkehrssektor dient Telematik (Verkehrstelematik, englisch **ITS: Intelligent Transportation**

⁵http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/leitfaden-verkehrstelematik.pdf?__blob=publicationFile, Stand 29.07.2015.

Systems) dazu, Verkehrsabläufe effizienter zu gestalten, die Verkehrssicherheit zu erhöhen, verkehrsbedingte Umweltbelastungen zu verringern sowie den Komfort zu erhöhen oder betriebliche Abläufe zu optimieren.“ Geprägt wurde der Begriff Telematik 1978 durch Simon Nora und Alain Minc und er bezeichnet die Informationsverknüpfung von mindestens zwei Informationssystemen mittels Telekommunikationssystemen.

Hauptakteur hinsichtlich ITS-Standardisierung in Europa das European Telecommunications Standards Institute (ETSI) unterstützt durch das CAR 2 CAR Communication Consortium (C2C-CC)⁶.

Einführende Begriffe des ITS-Umfeldes

Car-to-Car-Kommunikation (C2C) beschreibt den direkten Informationsaustausch zwischen Fahrzeugen. Informationen über Gefahren wie Glatteis, Aquaplaning, Unfälle und ähnliches werden mit den Standorten des Gefahrenortes an alle Fahrzeuge in Reichweite des Funksystems übermittelt. Als Frequenzband für den Informationsaustausch zwischen Fahrzeugen und der sie umgebenden Infrastruktur wurde der Bereich zwischen 5.895 GHz und 5,905 GHz vom Europäischen Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI) reserviert. Für die Kommunikation wurde von der IEEE eine spezielle Adaption der bekannten WLAN-Protokoll-Familie IEEE 802.11 definiert: IEEE802.11p. Darauf aufbaut hat ETSI die europäische Variante der Protokolle zur Fahrzeugkommunikation entwickelt. Dies wird auch oft kurz als ETSI ITS G5 bezeichnet. Das G5 steht dabei für den verwendeten Frequenzbereich. Ein Car-to-Car-Kommunikationsnetz wird oft als Vehicular Ad Hoc Network (VANET) bezeichnet.

Car-to-Infrastructure-Kommunikation (C2I) beschreibt im Allgemeinen die Kommunikation mit infrastrukturellen Einrichtungen der Verkehrstelematik. Infrastruktureinheiten können intelligente Verkehrszeichen oder -stationen sein, die eine Verbindung zu einer Verkehrszentrale haben und mit dieser verkehrsbezogene Daten austauschen können. Für die Kommunikation wird der WLAN Standard IEEE 802.11p eingesetzt.

Car-to-X-Kommunikation (C2X) verbindet die Car-to-Car- und die Car-to-Infrastructure-Kommunikationstechnologien über verschiedene Kommunikationsnetzwerke (bspw. Mobilfunk oder WLAN) mit dem Internet.

Statt der Begriffe C2C, C2I und C2X werden im außereuropäischen Kontext oft die Begriffe V2V, V2I und V2X verwendet. Das V steht dabei für Vehicle. Im Folgenden werden die beiden Begriffe synonym verwendet.

⁶ <https://www.car-2-car.org>

Intelligente Fahrzeugsysteme können mittels C2X Gefahrensituationen frühzeitig erfassen und andere Fahrzeuge warnen, Daten zur Stauvorhersage übermitteln oder Verkehrsflusskontrollsysteme, wie z. B. Ampelanlagen, zu mehr Effizienz verhelfen. Über Infotainmentanwendungen erhalten sie aktuelle Wetterdaten (und möglicherweise Wetterwarnungen), Reiseempfehlungen entlang der Strecke oder eine direkte Datenverbindung zum Fahrzeughersteller aus Wartungs- und Diagnosegründen.

Sichere und intelligente Straßen sollen durch die Einführung Intelligenter Verkehrssysteme und Dienste (**C-ITS, Cooperative Intelligent Transport Systems**) auf Basis der C2X-Kommunikation ermöglicht werden. Gemeint ist damit die Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur mit dem Ziel, die Sicherheit auf den Straßen zu erhöhen und frühzeitig Staus zu vermeiden.

ITS-Stationen

Eine ITS Verkehrsumgebung besteht aus unterschiedlichen Teilnehmern, den ITS Stationen:

„Der wichtigste Bestandteil einer V2X/C2X-Kommunikation wird als **ITS Vehicular Station (IVS)** bezeichnet. Hierbei handelt es sich um ein mit ITS Technik ausgestattetes Fahrzeug. Dieses Fahrzeug ist somit in der Lage über ITS-G5 mit anderen ITS Stationen zu kommunizieren und wichtige Verkehrsinformationen auszutauschen.

Um eine C2X-Umgebung auch bei geringer Verkehrs- oder Ausrüstungsdichte aufrechterhalten zu können, werden **ITS Roadside Stations (IRS)** eingesetzt. Diese IRS sind am Straßenrand positioniert und dienen den passierenden Fahrzeugen zum Daten- und Informationsaustausch. Diese Stationen sind in einer ITS Umgebung nicht zwingend erforderlich, da sie primär die Aufgabe haben Verkehrsinformationen zu sammeln und C2X-Nachrichten an IVS weiter zu leiten.“ (Staub, 2015)

Beispiele für IRS: Brücken oder bestehende Verkehrshinweisschilder, die mit neuer Kommunikationstechnik aufgerüstet werden, (Maut-)Portale. Sie können sowohl zur Kommunikation mit den Fahrzeugen als auch zur Verkehrsüberwachung, z. B. zur Stauanalyse und Zählung von Fahrzeugen auf einer bestimmten Fahrspur pro Zeit, eingesetzt werden.

Im Unterschied zu Verkehrsanlagen, wie Ampeln oder Geschwindigkeitsbeschränkungen, kommunizieren Roadside Units bidirektional mit den Fahrzeugen und beispielsweise einer Verkehrsleitstelle. Dies ermöglicht einen gegenseitigen Informationsaustausch. Fahrzeuge können sowohl aktuelle Verkehrsdaten über ihre On Board Unit an die Roadside Units senden als auch Daten wie Stau- oder Wetterwarnungen von ihnen empfangen. Einfache Verkehrsanlagen hingegen werden von Leitzentralen

direkt gesteuert, senden aber in der Regel keine aktuellen Daten vom Standort zurück (Hinsberger et al., 2007).

„Das Konzept der **ITS Personal Station (IPS)** sieht die Nutzung des Smartphones oder eines anderen tragbaren Gerätes eines Fußgängers zur Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern vor. Durch diese Erfassung der Fußgänger als Verkehrsteilnehmer, soll der Fußgängerschutz gesteigert werden.

Bei einer **ITS Central Station (ICS)** handelt es sich um eine Art Rechenzentrale, in der Verkehrsdaten gesammelt und verarbeitet und von der aus verbundene IRS verwaltet werden können. In ihr können unter anderem Verkehrs- und Wetterdaten ausgewertet und die daraus gewonnenen Daten und Warnmeldungen den übrigen Teilnehmern bereitgestellt werden.“(Staub, 2015)

Ziele der C2X Kommunikation

Verkehrssicherheit

Durch die Möglichkeit der Kommunikation zwischen Fahrzeugen untereinander sowie mit der Infrastruktur wird das Sichtfeld eines Fahrzeugs elektronisch erweitert. Die C2X Kommunikation erweitert somit den Informationshorizont von Fahrer und Fahrzeug und ermöglicht somit sicheres und vorausschauendes Fahren.

Verkehrseffizienz

Den Verkehrszentralen ist es durch die Verfügbarkeit von Echtzeit-Fahrzeugdaten möglich, individuell und optimal zu agieren. Verkehrsflüsse werden schneller, effizienter, einfacher und sicherer organisiert.

Reisekomfort

Bedingt durch die frühzeitige Information der Fahrer über Verkehrshindernisse können frühzeitig Entscheidungen über Alternativrouten getroffen werden.

Reduzierung der Umweltbelastung

Aus einem verbesserten Verkehrsfluss resultiert nicht nur eine Fahrzeioptimierung, sondern auch eine Optimierung des Kraftstoffverbrauchs und somit ein energieeffizienteres Fahren.

5.2.2 Informationsquellen und Daten

Hauptziele, die mit der Implementierung von intelligenten Verkehrssystemen (ITS) erreicht werden sollen, sind die Erhöhung der Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer, die Reduzierung von Unter- bzw. Überkapazitäten auf den Verkehrsträgern (z.B. Straße, Schiene, Luftverkehr) und des verfügbaren Parkraums sowie ein effizienterer Energieeinsatz im Verkehrssektor. Dies soll einerseits durch die Unterstützung und frühzeitige Informationen über verkehrsrelevante Einflüsse und Störungen für den Fahrer erreicht werden und andererseits durch Verlagerung der Mobilitätsnachfrage hin zu sichereren und effizienteren Verkehrsmitteln. Dies wird zum Beispiel durch Bereitstellung von Nutzerinformationen erreicht, die die multimodale Integration erleichtern, oder durch Einführung finanzieller Anreize für den Wechsel des Verkehrsmittels (z.B. dynamic road pricing und congestion pricing).

Zu diesem Zweck werden bereits heute an vielen Stellen Daten erhoben und Nutzern für die Information, bzw. Planung vor oder während der Reise bereitgestellt. Hier sind zum einen Umweltparameter zu nennen, insbesondere Wetterdaten. Andererseits können auf verschiedene Weise Daten über den Verkehrsfluss und die Verkehrsinfrastrukturbeschaffenheit erhoben werden. Insbesondere im Bereich des öffentlichen Verkehrs werden Daten zur Nachverfolgung von Fahrzeugen und Gütern erhoben und bereitgestellt. Dazu stehen für die öffentlichen Verkehrsmittel soweit zutreffend Fahrplandaten zur Verfügung, teils ergänzt um Echtzeitinformationen.

Infrastrukturdaten

Eine wichtige Grundlage besonders für Einrichtung und Betrieb eines ITS und die Entwicklung und Integration von zusätzlichen Services ins ITS sind öffentlich verfügbare digitale Kartendaten der Verkehrsinfrastruktur von hoher Genauigkeit, Informationsgehalt und Aktualität. Insbesondere die Information ob Streckenabschnitte zum gegebenen Zeitpunkt gar nicht zur Verfügung stehen (z.B. Baustelle) geht sonst auch aus der Beobachtung des Verkehrsflusses nicht eindeutig hervor. Kartenmaterial sollte außerdem Informationen über Position und Auslastung von Parkplätzen, Tankstellen und Ladestationen, sowie Informationen zu den Übergangspunkten zu den anderen Verkehrsträgern (z.B. Park&Ride) enthalten. Offizielle Kartendaten sind meist von öffentlichen Stellen verfügbar (Vermessungsamt, Katasteramt). Diese werden von verschiedenen Akteuren genutzt, erweitert und Endnutzern meist kostenpflichtig im Rahmen von Navigationsanwendungen zur Verfügung gestellt. Zum aktuellen Zeitpunkt ist jedoch noch kein umfassendes Informationssystem verfügbar, das Informationen in ausreichender Tiefe für die verschiedenen Verkehrsmittel der gesamten (multimodalen) Mobilitätskette bereitstellt.

Dazu sind in vielen Städten Parkleitsysteme mit Anzeige der Anzahl freier Stellplätze installiert. Durch diese Maßnahme wird der Parksuchverkehr minimiert. Hierzu werden an Einrichtungen der Parkraumbewirtschaftung mit Zufahrtskontrolle ein- und ausfahrende Fahrzeuge gezählt und damit auf die Anzahl der freien Stellplätze geschlossen. Diese Informationen sind teils auch aus dem Internet heraus abrufbar.

Verkehrsdaten

Insbesondere Daten über den Verkehrsfluss sind hilfreich, um Staus und stockenden Verkehr zu erkennen und optimal reagieren zu können, zum Beispiel durch Ausweichen auf Umleitungsstrecken oder mit angepasster Fahrweise auf das Stauende zuzufahren. Der Verkehrsfluss wird von verschiedenen Akteuren überwacht. So sind auf Autobahnen stationäre Erfassungsanlagen installiert, die den Verkehrsfluss messen und die Informationen an die Verkehrsmanagementzentrale weiterleiten.

Insbesondere Anbieter von Navigationsgeräten, GPS-fähigen Mobilfunkgeräten und Mobilfunk-Netzbetreibern haben damit begonnen, aus den Mobilitätsdaten ihrer Nutzer großflächig Rückschlüsse über den Verkehrsfluss auf den Verkehrswegen abzuleiten (Floating Car Data). Dieses Verfahren ermöglicht eine viel engmaschigere Überwachung und wiederum die Möglichkeit die Verkehrsteilnehmer präzise und zeitnah über vorliegende Störungen zu informieren. Mittels großflächig eingesetzter C2C-Technologie würde auch in diesem Bereich die Möglichkeit für eine dezentrale Detektion und Warnung geschaffen werden.

Datenschutzrechtlich nicht unumstritten, werden Fahrzeuge in unterschiedlichem Ausmaß mittels kamerabasierter automatischer Nummernschilderkennung überwacht. Meistens geschieht dies zu Abrechnungszwecken für Nutzungsentgelte der Verkehrsinfrastruktur (z.B. LKW-Maut, City-Maut) oder für Zwecke der Polizeiarbeit.

Auch lokale Verkehrsstörungen und Gefahrensituationen, wie Ölspuren oder Vollbremsungen werden in modernen Fahrzeugen von Fahrassistenzsystemen (z.B. ABS, ESP) detektiert. Diese Informationen könnten ebenfalls für andere Fahrzeuge in der Nähe hilfreich sein, würden sie durch C2C-Anwendungen entsprechend gewarnt.

Umweltdaten

Umwelteinflüsse können in besonderen Fällen einen großen Einfluss auf den Verkehr ausüben. So ist die Verkehrssicherheit zum Beispiel beeinträchtigt durch eingeschränkte Sichtverhältnisse oder veränderte Fahrdynamik, die mit starken Niederschlägen, Windböen oder einer schnee-, eis-, bzw. wasserbedeckten Fahrbahn einhergehen. Auch können bestimmte Umweltbedingungen dazu führen, dass

Schadstoffgrenzwerte (z.B. Ozon) überschritten werden, was temporäre Fahrverbote in bestimmten Regionen für bestimmte Verkehrsmittel erforderlich macht.

Diese Faktoren werden in wechselnder Engmaschigkeit durch ein Netz von Wetterstationen entlang der Verkehrsinfrastruktur gemessen und durch zentrale Stellen ausgewertet und über verschiedene Kanäle veröffentlicht. Auf Autobahnen werden auf Basis dieser Daten entsprechende Warnungen teilweise über Wechselverkehrszeichen geschaltet. Dies geschieht entweder automatisch oder durch die zuständige Verkehrsmanagementzentrale. Mit Hilfe von großflächig eingesetzter fahrzeuggestützter Sensorik und C2C-Kommunikation ließen sich Störungen dieser Art viel engmaschiger erfassen und entsprechende Warnungen viel präziser verbreiten, um eine gezielte Reaktion der betroffenen Verkehrsteilnehmer zu ermöglichen.

Fahrplandaten

Im öffentlichen Nahverkehr verkehren viele Verkehrsmittel nach einem festen Fahrplan der in den meisten Fällen über verschiedene Kanäle veröffentlicht wird. In Europa gab es in diesem Zusammenhang bereits Bestrebungen die Landschaft zu vereinheitlichen und die Fahrplaninformationen aller beteiligten Dienstleistungsunternehmen im Rahmen des Europäischen Fahrplanzentrums zu vereinen. Die dort, teils inklusive Echtzeitinformationen, vorliegenden Daten werden bei den Online-Routenplanern vieler Verkehrsbetriebe im Hintergrund über das Informationssystem HAFAS der Fa. HaCon abgefragt.

5.2.3 ITS-Anwendungen

Eine vereinbarte Liste von Day One Use Cases ist grundlegend für die Ersteinführung von C-ITS und für die Entwicklung von Rollen und Verantwortlichkeiten, Roll-out Plänen, Definition von Hot-Spot-Bereichen, Investitionsplänen und den damit verbundenen Geschäftsmodellen. Die Liste der Day One Use Cases (nach C2C-CC) / Anwendungen ist zu diesem Zeitpunkt bewusst nicht mit bestimmten Kommunikationstechnologien verbunden. Es ist aber klar, dass Anwendungen unterschiedlicher Betriebs- und Funktionsanforderungen zum Beispiel unterschiedliche Latenzanforderungen haben, die dazu führen, dass spezifische Kommunikationstechnologien zu nutzen sind. Insbesondere konzentrieren sich sicherheitsrelevante Dienste als auch einige Verkehrseffizienz-Dienste und Anwendungsfälle auf der Grundlage des Ad-hoc-Netzwerk-Konzeptes auf die ETSI ITS G5 Technologie im 5,9 GHz-Band. Der Standard ISO 17423 stellt Anwendungen die Mittel zur Verfügung, ihre Kommunikationsanforderungen auf technologieunabhängige Art und Weise zum Ausdruck zu bringen. So können die am besten geeigneten

verfügbaren Zugangstechnologien und der am besten geeignete Protokoll-Stack mit den aktuellen Kommunikationsfunktionen ausgewählt werden.

Beispielsweise können Gefahren im Straßenverkehr wie Glatteis entweder direkt von der IRS zur IVS (WiFi, non-IP, broadcast) oder indirekt von der Zentrale zu entsprechenden IVS (Mobilfunk, IP, point-to-point) gemeldet werden.

Für einen geplanten Einsatz ist es wichtig, dass die Anwendungsfälle auf standardisierten Nachrichtensätzen basieren und darüber hinaus getestet sowie in Feldtests validiert wurden. ISO und CEN spezifizieren derzeit ein generisches Datenformat, um Informationen von verschiedenen Nachrichtensätzen (ISO 17429) (in differenzierten Bereichen und durch unterschiedliche Akteure) auf der ganzen Welt verteilen zu können.

Es ist wichtig, sich auf eine Reihe relativ einfacher Use Cases zu einigen, die leicht und mit limitierten Kosten zu implementieren sind, aber gleichzeitig einen hohen Nutzen für den Endnutzer haben, um eine kontinuierliche Entwicklung und Erweiterung von C-ITS zu erreichen.

Nachfolgend findet sich eine Auflistung verschiedener Day One Use Cases, die zwischen der Amsterdam Group und dem C2C-CC in verschiedenen Absichtserklärungen vereinbart wurden und zur C2X Kommunikation mit ITS-G5 in Europa in Beziehung stehen. Die anschließende Roadmap veranschaulicht die geplanten Entwicklungsstufen von Day One bis Day Five.

Examples of Day One Use Cases ETSI ITS G5⁷:

C2C-Anwendungen (Schwerpunkt Sicherheit)

- Hazardous location warning
- Slow vehicle warning
- Traffic Jam ahead warning
- Road works warning
- Stationary vehicle warning
- In vehicle signage
- Probe Vehicle Data
- Signal Phase and time

⁷ <http://www.itsinternational.com/categories/utc/features/amsterdam-group-turn-its-theory-into-practice/>

- Emergency vehicle warning
- Emergency brake light
- Motorcycle approaching indication
- Intersection Collision Risk Warning (2015+)
- Vulnerable Road Users Safety Applications (2015+)

Examples of Day Two Use Cases:

C2I / I2C Anwendungen (Schwerpunkt Sicherheit und Effizienz)

- Roadworks Warning
- In-Vehicle Information e.g. Speed Limit
- Green Light Optimal Speed Advisory
- Signal Violation Warning
- Multimedia Data at Point of Interest (2015+)
- Electric Vehicle Charging Management (2015+)
- → Cooperative ITS Corridor 2015+

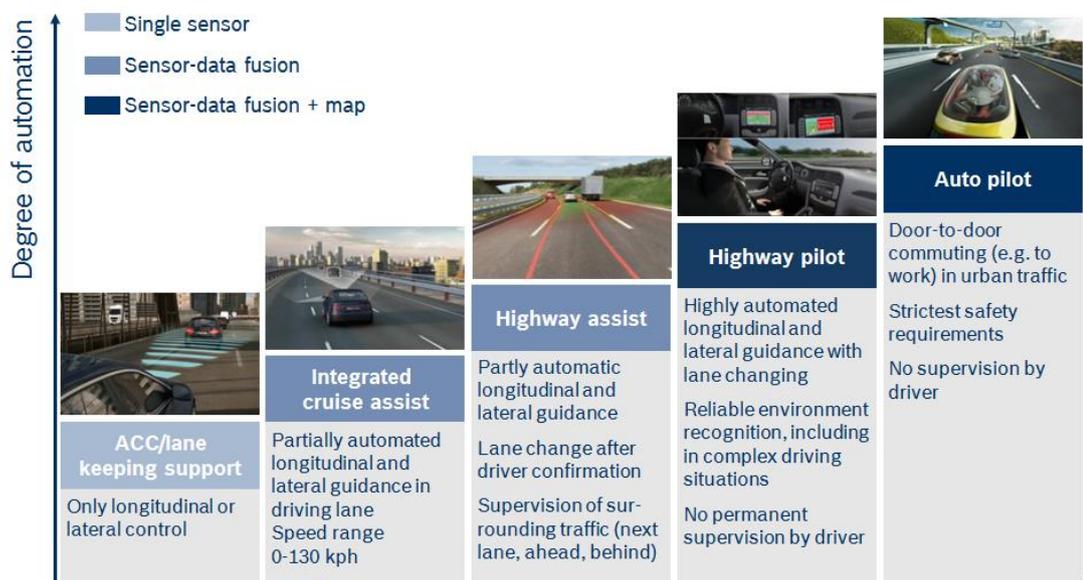


Abbildung 6: Roadmap Day One – Day Five⁸

⁸ Bild: Bosch

5.2.4 Kommunikationstechnologien und Protokolle

Kommunikationstechnologien sind elektronische Systeme, gedacht zur Kommunikation zwischen Einzelnen oder Gruppen, die sich räumlich entfernt voneinander befinden. Kommunikationstechnologie umfasst Telefon, Fax, Radio, Fernsehen und rechnergestützte Systeme wie Email oder Voice-Over-IP. No LimITS liefert auch eine Architektur zur Integration unterschiedlicher Kommunikationstechnologien im Umfeld der Vernetzung von Verkehrsinfrastrukturen. Im Bereich C-ITS stehen als Zugangstechnologien für die Anwendungsentwicklung unterschiedliche, sich stets weiterentwickelnde Funkübertragungstechnologien zur Verfügung. In aktuellen Anwendungsfällen kommen sowohl Radio (FM/DAB), Mobilfunk (3G/4G/5G), Satellit (L/S/C/X/Ka/Ku) als auch lokale V2X-Kommunikation via des WLAN Standards ETSI ITS-G5 zum Einsatz. Im Bereich der Elektromobilität gibt es kabelgebundene Übertragungsverfahren nach Standard ISO 15118.⁹

Im Folgenden werden die verschiedenen relevanten Kommunikationstechnologien vorgestellt und hinsichtlich ihrer Eigenschaften wie Abdeckung, Kapazität und Qualität verglichen. Abschließend wird die aktuelle Entwicklung aufgezeigt und ein Ausblick für künftige Herausforderungen im Umfeld von IVS und Elektrofahrzeugen gegeben.

Radio und Rundfunk

Das weitverbreitete **UKW Radiosystem** wird in Europa fortschreitend durch das DAB Radio (Digital Audio Broadcast) ersetzt. Die UKW Radioübertragung wurde viele Jahre zur Übermittlung von Verkehrsinformationen innerhalb des Radioprogramms genutzt. Das in UKW eingebettete RDS-TMC (Radio Data System – Traffic Message Channel)-System ist seit 2005 am deutschen Markt etabliert und versendet, basierend auf geografischen Referenzpunkten, Text und Zeitmarken. So können Informationen über Unfälle, Staus oder das Wetter standardisiert versendet und von geeigneten Empfangsgeräten empfangen werden. Dabei können maximal 50 Nachrichten pro Minute im Rundfunknetz übertragen werden. RDS-TMC ist innerhalb der EU in den meisten Staaten flächendeckend verfügbar und wird staatlich wie privat angeboten.

⁹ http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=55365

Das UKW Radiosystem soll in verschiedenen Ländern (z.B. Großbritannien, Schweden und Norwegen) bis zum Jahr 2022 abgeschaltet und komplett durch das DAB-Radio ersetzt werden. Das in allen Bereichen leistungsfähigere **DAB-Netz** kann ebenfalls TMC Nachrichten übertragen. Häufiger kommen Verkehrsnachrichten beim DAB Funk jedoch nach dem TPEG (Transport Protocol Expert Group) – Standard zum Einsatz.¹⁰

Im aktuellen Status Quo wird DAB bereits in einigen Ländern der EU genutzt, in anderen zumindest erprobt. TPEG erleichtert die Verwendung von On-the-fly Ortsreferenzierungsverfahren, die nicht auf eine vordefinierten Gruppe von Positionen beschränkt sind, sondern die jeden Punkt auf einer digitalen Karte durch Verwendung von WGS84 Koordinaten bestimmen können. Zusätzlich enthalten TPEG-Nachrichten viel mehr Details als TMC-Meldungen um die Routenplanung zu verbessern. Andere TPEG-Anwendungen adressieren Angebote wie Parkplatzsuche, Spritpreisinformation, Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge oder Wetterinformationen.

Mit **TPEG-over-IP** wird das Fahrzeug direkt mit Verkehrsfluss- und Vorhersageinformationen für alle relevanten Hauptverkehrsstraßen in der Nähe des Autos und auf mögliche Routen zu ihrem Ziel versorgt. TPEG mit besonders on-the-fly-Referenzierung bietet mehr und informationsreichere Nachrichten mit einer besseren geografischen Auflösung als RDS-TMC.

Mobilfunknetzwerke

Mobilfunknetze haben sich getrieben durch die Anforderungen moderner Smartphones von Gesprächs/SMS/GPRS – Netzen zu mobilen Breitbanddatennetzen entwickelt.

2G GSM deckt den Großteil der Bevölkerung ab und wird von vielen aktuellen Telematikanwendungen genutzt.

Der **3G WCDMA** Netzstandard ist die erste Generation mobilen Breitbands und deckt vielbevölkerte Gegenden gut ab. Die Latenzzeit ist gering und es ist für die meisten Anwendungsfälle kooperativer Telematik geeignet.

4G LTE ist ein stark weiterentwickeltes Breitbandnetz, welches gegenwärtig weiter aufgebaut wird. Die flächenmäßige Abdeckung mobiler Breitbandnetze wird sich schnell ausdehnen, da die neuen Frequenzen (700 und 800 MHz) gute Verbreitungscharakteristiken aufweisen und existierende Frequenzen technologieneutral werden. Dies bedeutet, dass bestehende Funktürme weiter genutzt werden könne, was die Netztransformation beschleunigt. Entsprechend den globalen Anforderungen der ITU-

¹⁰ <http://www.tisa.org/technologies/tpeg/>

R (International Telecommunication Union – Radio communication) wird 4G zum leistungsfähigeren **4G advanced** weiterentwickelt.

Bei **5G** handelt es sich um die nächste Generation von Mobilfunknetzen, die ab 2020 eingeführt werden soll. Das Ziel der ITU-R ist es dabei das Netz in allen wesentlichen Parametern mindestens um den Faktor 10 gegenüber 4G zu verbessern. Dabei sollen alle Aspekte des Internets der Dinge unterstützt werden.

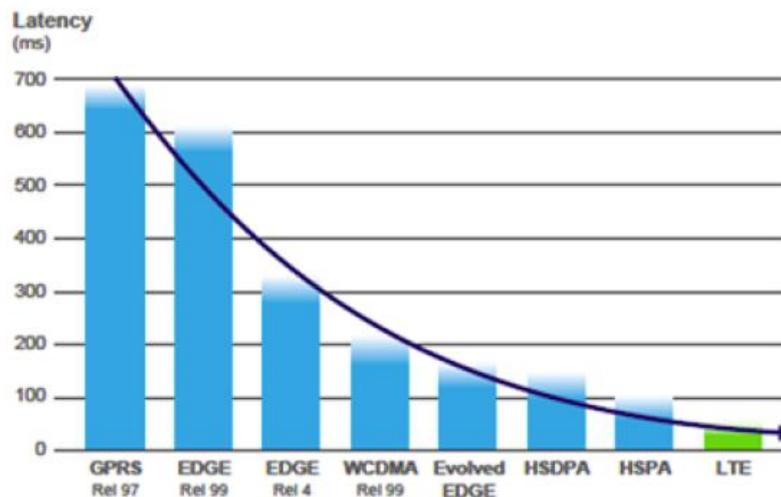


Abbildung 7: Latenzzeitenwicklung in Mobilfunknetzen [ETSI]¹¹

Aus der Sicht der ITS-Forschung ist insbesondere die Verkürzung der Latenzzeit von gesteigertem Interesse. Forschungsprojekte haben gezeigt, dass C2X Nachrichten innerhalb von 350-500 ms via WCDMA und innerhalb von 50-150 ms via LTE verschickt und empfangen werden können. Die existierende Infrastruktur kann hierbei weiterverwendet werden und es sind keine Änderungen am Netz von Nöten. Die einzige Zusatzanforderung sind weitere Anwendungsserver, die ein Versenden von Nachrichten innerhalb eines lokal definierten Gebietes zulassen (geo-messaging-server) und den Nachrichtenversand innerhalb der Funkzellenzuteilung optimieren. Der neue LTE Rundfunk kann hierfür ebenfalls Verwendung finden.

Der Kern mobiler Datennetze wird momentan für die Verwendung des Internetprotokolls (v4, v6) weiterentwickelt. Dies eröffnet vollkommen neue Möglichkeiten hinsichtlich multimedialer Kommunika-

¹¹ http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600_102699/10263702/01.02.01_60/ts_10263702v010201p.pdf

tion, sicherer Übertragung und Verschlüsselung von Daten, Servicequalität und differenzierter Abrechnungen. Autos und LKWs werden zur Realisierung unterschiedlicher neuer Dienste (inklusive TPEG-over-IP und C-ITS) zunehmend vernetzt und an das Mobilfunknetz angeschlossen. TPEG wurde hierdurch als unabhängiges Protokoll erfolgreich in ganz Europa und darüber hinaus eingeführt. Weiterhin besitzt heutzutage praktisch jedermann ein Smartphone, was bedeutet, dass viele Anwendungen im Bereich kooperativer Telematik von intelligenten Apps unterstützt werden können. Dies bietet ein großes Potenzial für C-ITS von den Investitionen in Mobilfunkinfrastrukturen und dem bereits vorhandenem Smartphone-Massenmarkt zu profitieren.¹²

Mobilfunknetze bestehen aus mehr miteinander interagierenden Elementen als nur aus Antennen. Aus ITS-Sicht braucht es eine effiziente Plattform, in der Daten und Dienste zusammenlaufen und auf die alle Stakeholder, Dienstanbieter und andere Netzteilnehmer, die Verkehrsinformationen benötigen, gleichermaßen über einfach gestaltete und ökonomisch effiziente Schnittstellen Zugriff haben. Die Netzwerke haben hierbei Funktionen, um die Verbindung ("SIM-Karten"), die Software in der mobilen Vorrichtung, die Dienstleistungen und Informationen und die Schnittstellen zu mehr oder weniger integrierten Dienstleistungen und Anbietern zu verarbeiten. Der richtige Umgang mit den Rechten auf Daten und Medien muss gewährleistet, sowie ein effizientes Bezahl- und Clearingsystem eingerichtet sein.

ETSI ITS G5

Für die echtzeitnahe Kommunikation zwischen Fahrzeugen über kurze Distanzen kommen DSRC-Netze (Dedicated Short Range Communication) auf Grundlage des Standards ETSI ITS G5 in Frage. Dieser nutzt das 5,9-GHz-Frequenzband und ist eine Spielart des Wireless-LAN-Standards IEEE 802.11p. Bei diesem handelt es sich um eine spezielle Version der WLAN-Norm IEEE 802.11a, die für den Datenaustausch zwischen Fahrzeugen optimiert wurde. In den USA wird die Technologie WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments) genannt und ebenfalls in intelligenten Verkehrssystemen eingesetzt.

Sowohl in Europa als auch in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) basiert die Kommunikation auf DSRC. IEEE 802.11p wurde sowohl für die C2C-Kommunikation als auch C2I-Kommunikation entwickelt und ist in der Lage zuverlässig sowohl sicherheitsrelevante Daten als auch Infotainmentdaten zu übertragen.

¹² <http://www.lte-anbieter.info/5g/>

Ad-hoc-Netze auf Basis von DSRC können Fahrzeuge verbinden, diese aber auch als Relaisstation nutzen: Ist der Kommunikationspartner nicht in Sendereichweite, übermitteln andere Fahrzeuge Informationen (Multi-Hopping) oder sie speichern diese Daten und leiten sie anschließend weiter (Store and Forward).

In Europa kommt zusätzlich das **Geonetworking-Protokoll** zum Einsatz. Geonetworking ist ein Network-Layer-Protokoll, das nicht auf IP aufsetzt, sich jedoch in IP-Infrastrukturen einbinden lässt. Es ist nach Angaben der ETSI für kleine Netze ausgelegt, die sich beispielsweise bei der Kommunikation zwischen Fahrzeugen spontan bilden können.

Merkmale der auf Adhoc-Netzen und WLAN (ETSI ITS G5 bzw. IEEE 802.11p) basierenden Technologie sind:

- Frequenzbereich 5,85 GHz statt 5,925 GHz
- Es wird keine Verbindungsaufbau benötigt
- Kein Channelscanning (alle Endgeräte arbeiten adhoc)

Die hauptsächlichsten Nachrichtenformate für ETSI ITS G5 sind DENM (Decentralized Environmental Notification Message) und CAM (Cooperative Awareness Message), die im folgenden Abschnitt beschrieben werden. Mit ihnen sind Bereichswarnungen, Stauwarnungen, Lichtsignalanlageninformationen, Notfallmeldungen und eine Vielzahl weiterer standardisierter Informationen übertragbar.

Cooperative Awareness Message (CAM)

Die CAM informiert über die Präsenz einer ITS-Station. Es werden die Position sowie grundlegende Eigenschaften und Zustandswerte übermittelt. Alle IRS und IVS senden diese Nachrichten periodisch aus. Von allen ITS-Stationen in der Umgebung werden diese empfangen und in einer Umfeldtabelle den weiteren Funktionen zur Verfügung gestellt. Somit entsteht eine Wahrnehmung der Umgebung in Bezug auf andere vorhandene ITS Teilnehmer. Eine CAM beinhaltet folgende obligatorische Informationen:

- Protokollversion
- Generierungszeitpunkt (Timestamp)
- Station-ID
- Position (Longitude, Latitude)
- Geschwindigkeit
- Bewegungsrichtung
- Genauigkeit für die Werte Position, Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung

Neben diesen Informationen sind im Datencontainer der Anwendungsschicht weitere Informationen enthalten.

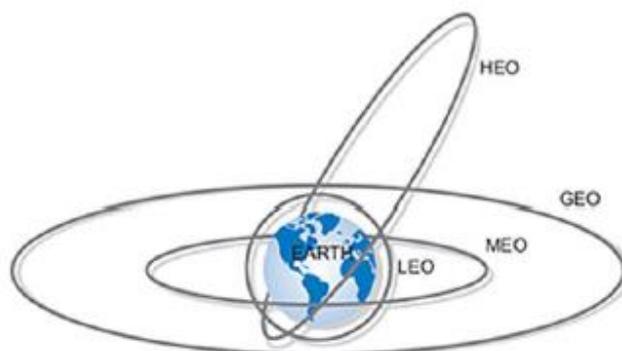
Decentralized Environmental Notification Message (DENM)

Die DENM hat die Aufgabe ITS-Teilnehmer über ein lokales Ereignis zu informieren. Dabei handelt es sich zum Beispiel um eine von einem Fahrzeug aus gesendete Gefahrenmeldung (z. B. Stauende, Nebelgebiet etc.). Eine DENM wird nicht zyklisch, sondern ausschließlich ereignisabhängig generiert und versendet. Dabei wird sie über mehrere ITS-Stations hinaus weitergeleitet (Multihopping). Das Verbreitungsgebiet ist dabei abhängig von der Information der Nachricht geografisch eingeschränkt und erreicht somit nur ITS-Stations, die sich im Relevanzgebiet befinden.

Über die direkte Kommunikation hinausgehend können diese Daten durch die Anbindung an ein Backend-System für Dienste jeder Art zur Verfügung gestellt werden. Ein Beispiel hierfür wäre das geomessaging im Mobilfunk. Das Projekt CONVERGE hat für diese Daten eine offene Integrationsplattform samt Service Directory geschaffen. Autobauer in Deutschland haben 2015 begonnen Fahrzeuge teilweise mit der Technologie auszustatten und Teststrecken wurden eingerichtet. Innerhalb eines Zeithorizonts von 15-20 Jahren sollen alle Neuwagen mit der Technologie ausgerüstet werden.

Satellit

Die Kommunikation via Satellitentechnologie hat innerhalb der letzten Jahrzehnte große Fortschritte hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Effizienz gemacht. Satelliten sind mit Spezialsoftware und digitalen Prozessoren ausgestattet um unterschiedlichsten Anforderungen und Aufgaben Rechnung zu tragen. Diese rasante Entwicklung wird sich in den kommenden Jahren fortsetzen, so dass die Mobilität, Einsatzfähigkeit, Leistung und individuelle Ansprechbarkeit zu sinkenden Kosten steigen wird. Die aktuellen Eigenschaften bezüglich Orbit und Latenzzeiten sind die folgenden:



Orbit	Distanz d	Zugangsgeschwindigkeit t
-------	-------------	----------------------------

LEO – Low Earth Orbit	Erdzentriert: $100 \text{ km} < d < 500 \text{ km}$	$90 \text{ min} < t < 120 \text{ min}$
MEO – Medium Earth Orbit	Erdzentriert: $5000 \text{ km} < d < 10000 \text{ km}$	$2 \text{ h} < t < 8 \text{ h}$
GEO – Geostationary Orbit	Erdzentriert: $d = 35784 \text{ km}$	Permanent verfügbar
HEO- Highly Elliptical Orbit	Elliptisch: $1000 \text{ km} < d < 35784 \text{ km}$	Lange verfügbar

Abbildung 8: Die unterschiedlichen Orbits von Satelliten [ETSI]¹³

Die Latenzzeiten der Satelliten bewegen sich zwischen theoretischen 20ms für LEO und 253ms für GEO Satelliten. Praktisch ist für GEO Satelliten eine Latenzzeit von circa 600ms anzunehmen. Dabei kann ein solcher Satellit rund ein Drittel der Erdoberfläche zur selben Zeit erreichen. Die genauen Leistungsdaten variieren je nach Antenne, Satellitenaufgabe, umweltbedingten Störungen und Distanz zum Empfänger. Satelliten operieren auf Frequenzen von 1 bis 40 GHz unterteilt von L, S, C, X, Ku, K, bis Ka. Höhere Frequenzen ermöglichen höhere Bandbreiten, sind aber auch anfälliger für Störungen beispielsweise aufgrund der Wetterlage im Empfangsgebiet.¹⁴

Für den Einsatz zur Datenübertragung in ITS kommen geostationäre Satelliten infrage, die Gebiete abdecken, in denen Mobilfunk und ITS G5 entweder nicht vorhanden oder deren Errichtung zu teuer ist. Auch mobile Satellitendienste können genutzt werden. Diese Netze (z.B. Inmarsat I-4 Mss) sind in ihrer Architektur sehr ähnlich der 3G Architektur und unterstützen alle gängigen Protokolle. Eine zukünftige Einbindung der Satellitentechnologie in ein umfassendes ITS-Kommunikationstechnologieframework wird angestrebt.

¹³ http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600_102699/10263702/01.02.01_60/ts_10263702v010201p.pdf

¹⁴ http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/SpezielleAnwendungen/Satellitenfunk/satellit-node.html

Zusammenfassung Funktechnologie im Car2X-Umfeld

Tabelle 6: Schlüsselcharakteristika (ETSI Paper)

Kommunikations-technologie		Abdeckung:	Kapazität:	Servicequalität:	Übertragungszeit:	Latenz:	Bidirektional:	Rundfunkfähig:	Kommentar:
Radiofunk	RDS-TMC	Nahe 100%	50 Verkehrsnachrichten / Minute je Geo-Area	Sehr hoch	3-5 min	Nicht zutreffend	Nein	Ja	Limitierte Anzahl vordefinierter Nachrichten (~1400)
	DAB-TPEG	Variiert innerhalb der EU, wird ausgebaut	500 Verkehrsnachrichten / Minute je Geo-Area	Sehr hoch	30-90 s	Nicht zutreffend	Nein	Ja	Weitere Informationen enthalten
	TPEG über mobile-IP-Dienste	Pan-europäische Dienste werden kommerziell angeboten	Direktverbindung mit Fahrzeug	Sehr hoch	schnell	Nicht zutreffend	Ja	Nein	Inklusive Lokalisierung
Mobilfunk	GSM	Circa 90%	Stimme und geringe Datenrate	So gut wie möglich	Schnell, sobald Latenz verstrichen	2-5 s	Unbegrenzt	Nur mit geo-messaging	EDGE/GPRS Daten
	3G WCDMA (UMTS)	Anteilende 75-90%	Sehr gutes Breitband	So gut wie möglich	Schnell	350-500 ms	Unbegrenzt	Nur mit geo-messaging	Besonders für DENM und CAM geeignet
	4G LTE	Gut in urbanen Räumen, schlecht in ländlichen Gegenden ~25%	Gutes Breitband	So gut wie möglich	Sehr schnell	50-150 ms	Unbegrenzt	Ja oder geo-messaging	Exzellent für DENM, problematisch für CAM – besser ITS-G5

	4G LTE advanced	Partieller Netzbau hat begonnen ~5%	5-10 x 4G	Zuverlässig	10-20 x 4G	10-20 ms	Unbegrenzt	Ja	Auch Gerät-zu-Gerät-Kommunikation
	5G	Keine (Konzeptphase)	50-100 x 4G	Höchst zuverlässig	50-100 x 4G	1 ms	Unbegrenzt	Ja	Erste Pläne der ITU-R werden 2015 erwartet
Car2X - Funk	ITS G5 für V2V	300-1000 Meter Reichweite	Je nach Anforderung	Sehr hoch	<5ms	<100ms	Erweiterbar	Ad-hoc Netz	Day1 – Applikation - Passend für CAM, DENM, SPAT, MAP und PVD
	ITS G5 für V2I	300-1000 Meter Reichweite	Je nach lokaler Anforderung	Sehr hoch	<5ms	15-100ms	Erweiterbar	Ad-hoc Netz	Staukontrolle kann manchmal notwendig werden
Satellitenfunk	L, S, C, X, Ku, K, Ka	Global	20 B – 20 MB	So gut wie möglich, sicher	Hängt vom Orbit ab	100-500 ms	Ja	Ja	Hängt viel von äußeren Faktoren wie dem Wetter ab

Kabelgebundene Technologien

Im Kontext der Elektromobilität gilt es, die dort vorherrschenden kabelgebundenen Technologien zur Datenübertragung zu betrachten. Zwar wurden in der Forschung auch RFID basierte Systeme erforscht, im Status Quo dominieren im Bereich der intelligenten Ladeinfrastruktur die kabelgebundenen Verfahren nach ISO 15118. Nicht-intelligente Systeme, wie sie im infrastrukturseitigen Status Quo vorherrschen, zeichnen sich durch hohe Heterogenität und mangelhafte Erweiterbarkeit aus.

Die achteilige ISO 15118 „Road Vehicles - Vehicle-to-Grid Communication Interface“ definiert einen Vehicle-to-Grid (V2G) Standard mit einem leistungsfähigen Kommunikationsprotokoll zwischen Fahrzeug, Infrastruktur und dahinterliegenden Systemen. Teile 1 bis 3 der Norm beschreiben die Anwendungsszenarien für kabelgebundenes AC- und DC-Laden (1) sowie die Protokollspezifikationen von der Netzwerk- bis zur Applikationsschicht (2) und die darunter liegende physikalische Kommunikationsschicht (3). Die Erstellung von Konformitätstests zur Überprüfbarkeit korrekter Implementierungen von ISO/IEC 15118-2 und -3 ist Gegenstand der Teile 4 und 5, deren Fertigstellung noch 2016 geplant ist. Zu guter Letzt beschäftigen sich die Teile 6 bis 8 mit dem kabellosen Ladevorgang eines Elektrofahrzeugs wobei versucht wird, auf bereits bestehenden Arbeiten der Teile 1 bis 3 aufzusetzen und diese wo nötig zu ergänzen. Langfristig gesehen gehört dem induktiven, laternenseitigen oder automatischen Laden die Zukunft, weswegen kabellose IKT-Standards dringend benötigt werden.^{15 16}

Im Zuge der Energiewende soll der Schritt hin zu einem „Smart Grid“, d.h. einem intelligenten Stromnetz vollzogen werden. Elektroautos können hierbei als unterstützendes und stabilisierendes Element in dreifacher Hinsicht gesehen werden: nämlich als steuerbarer Verbraucher, der bestenfalls vorwiegend dann Strom bezieht, wenn aus erneuerbaren Energiequellen (EE) verfügbar, als Speicher für potentiell überschüssigen Strom aus EE, der möglicherweise sonst abgeregelt werden müsste, und als „Erzeugungseinheit“ (aus Netzsicht) im Rückspeisefall und zum Ausgleich von Spannungsschwankungen.

Projekte wie INEES oder INTELLAN der Förderbekanntmachung 2011 des BMUB haben hierbei Grundsteine gelegt und die Verknüpfung von intelligenten Verkehrssystemen und intelligenten Stromnetzen im Feldversuch erprobt.¹⁷

¹⁵<http://www.golem.de/news/elektroauto-tesla-stellt-roboterschlange-zum-automatischen-laden-vor-1508-115634.html>

¹⁶ <https://ubitricity.com/de/>

¹⁷<http://www.erneuerbar-mobil.de/de/projekte/foerderung-von-vorhaben-im-bereich-der-elektromobilitaet-ab-2012>

Fazit

Die Entscheidung über die Verwendung von Kommunikationstechnologien ist komplex und jeweils nach Kontext-, Kosten- und Leistungsgesichtspunkten zu bewerten. (siehe Tabelle 2) Die heutige Herausforderung für ITS und Car2X ist es Einsatzmöglichkeiten zu erkennen, wo die effektive gemeinsame Nutzung von Informationen Vorteile für eine breite und vielfältige Stakeholdergemeinschaft erzielen kann, die Aufwand und Kosten nicht nur langfristig, sondern bereits mittelfristig durch einen hohen Nutzen rechtfertigen können. Um die Einführung zu beschleunigen muss sichergestellt werden, dass die Daten sicher sind und Dienste möglichst vielen Nutzern einen möglichst großen Mehrwert bieten. Der Zugriff und die Integration möglichst aller hier vorgestellten Kommunikationstechnologien sind deshalb zielführend.

Tabelle 5: Bewertung der Kommunikationstechnologien

Technologie	Kosten		Vorteile	Nachteile
	Fix	Variabel		
RDS-TMC	€	€	Reichweite, Abdeckung	Sicherheit und Leistung
DAB-TPEG	€	€	Reichweite, Informationsgehalt, Preis	Sicherheit und Leistung
3G	€	€€	Eignung für DENM, gut ausgebaut	Keine Eignung für CAM, GeoMessaging Komponenten nötig
LTE	€	€€	Eignung für DENM, Geschwindigkeit und Bandbreite sehr gut	Keine Eignung für CAM, Abdeckung nur in Ballungsräumen
LTE advanced	€	€€	Eignung für DENM, Geschwindigkeit und Bandbreite 10 x LTE	Keine Eignung für CAM, Kaum verbreitet
5G	€€	€€	Eignung für DENM, Geschwindigkeit und Bandbreite 100 x LTE	Teuer, noch in der Entwicklung
ITS-G5	€€	€	Eignung für CAM, Sicherheit und geringe Latenzzeit (vgl. LTE)	Hohe Investitionskosten, Henne-Ei-Problem

Satellit	€€	€€	Sicherheit und bestmögliche Abdeckung	Wetterabhängig und teuer, geringe Datenrate, hohe Latenz
ISO 15118 1-5	€	€	Ermöglicht Verbindung von smart Car und smart Grid	Kabelgebunden, keine direkten Schnittstellen für IVS-Systeme
ISO 15118 6-8	€€	€	Komfortabel, Schnittstellen für andere Technologien	Teuer, noch im Standardisierungsprozess

ITS-G5 ist für sicherheitskritische Anwendungen besonders relevant und für zukünftige kooperative ITS-Anwendungen geeignet. (z.B. autonomes Fahren). Die Standardisierung muss weiter vorangebracht werden um eine grenzüberschreitende Interoperabilität sowie eine flexible und offene Systemarchitektur bereitstellen zu können. Dabei geht es um eine Harmonisierung der Schnittstellen sowie einen ganzheitlichen und systemischen Datenschutz von Seiten der Architektur.

Hierfür bedarf es einer Multi-Stakeholder-Organisation um die Zertifizierung zu koordinieren und einen Rahmen für die Prüfung kooperativer ITS-Systeme, basierend auf Standards und Konformitätszielen einschließlich der entsprechenden Mindestanforderungen zu schaffen. Weitere Untersuchungen müssen klären, wie die Einführung von Schnittstellen und Zugängen zwischen verschiedenen standardisierten Kommunikationssystemen möglichst effizient und effektiv herzustellen ist. Das in Zukunft weit erhöhte Gesamtdatenvolumen muss berücksichtigt werden. Im Bereich der kabelgebundenen Technologien geht es vor allem um eine Erweiterung des intelligenten Ladesystems für einen Funkstandard, sowie die Einbindung der Ladesäule in den Kommunikationssystemverbund wie No Limits ihn plant.

5.2.5 Security

Grundlage für die Erweiterung der kritischen Infrastruktur Verkehr um die Aspekte Kommunikation und kooperative Interaktion ist ein umfassendes IT-Security-Konzept, gemäß den Grundlagen des Kapitels 5.1:

- Gewährleistung der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer vor Angriffen gegen oder Fehlfunktionen des Systems
- Schutz der Privatsphäre der Verkehrsteilnehmer
- Sichere Authentifizierung und Autorisierung zur gesicherten und geordneten Inanspruchnahme von Dienstleistungen und deren Tarifierung

Im Folgenden werden am Beispiel des Projekts CONVERGE einige Ergebnisse aus Standardisierung und Forschung in diesem Bereich aufgezeigt. Auch in No Limits wird der Datenschutz durch angepasste Maßnahmen sichergestellt werden.

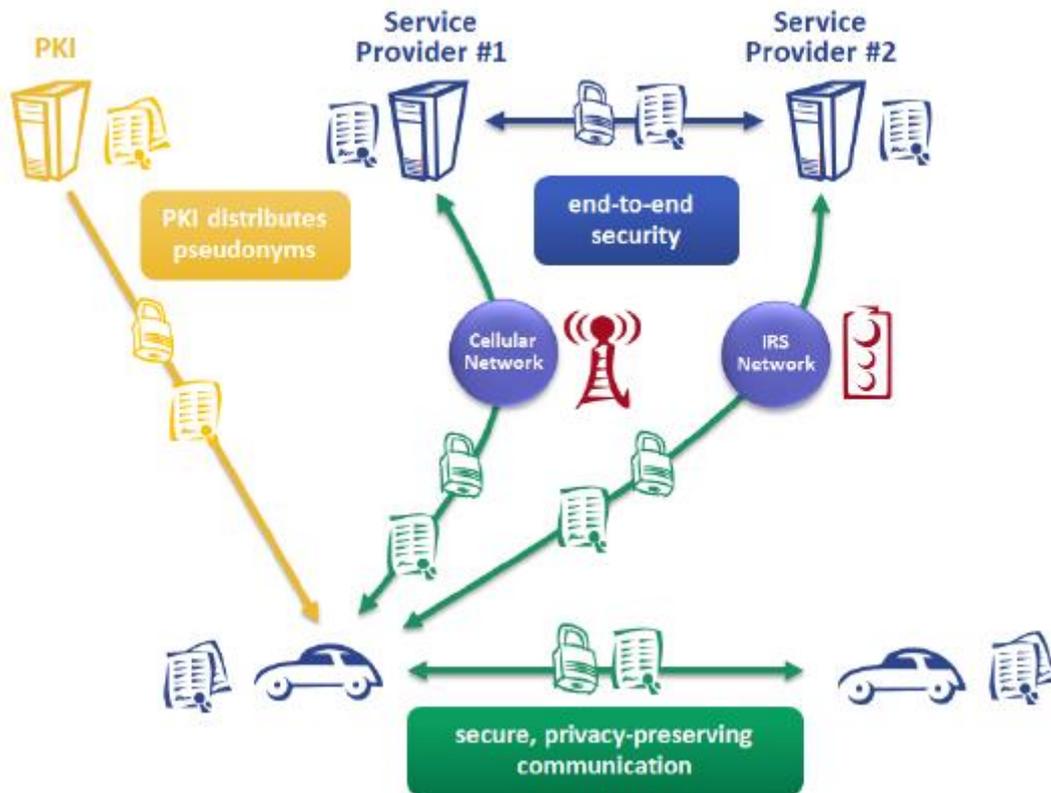


Abbildung 9 : Übersicht über die IT-Security-Lösung im CONVERGE Systemverbund¹⁸

Das grundlegende Konzept der umgesetzten Security-Architektur bildet die Absicherung der Kommunikation mittels Public-Key-Infrastrukturen (engl. Public Key Infrastructure PKI) basierend auf Zertifikaten des Standards ETSI TS 103 097. Eine Verwendung im C-ITS-Umfeld birgt, neben hohen Anforderungen an Skalierbarkeit und Verfügbarkeit, die Notwendigkeit die Privatsphäre der Nutzer zu schützen. Durch die eindeutige Zuordnung eines einzelnen Zertifikats zu einem Nutzer würde die Möglichkeit geschaffen, dessen Standort zu überwachen und Gewohnheitsprofile zu erstellen. Um dies zu verhindern werden wechselnde Pseudonymzertifikate (engl. Pseudonym certificate PC) für die direkte Kommunikation verwendet und das Haupt- oder Langzeitzertifikat (engl. Long term certificate LTC) dient lediglich der Anforderung neuer PC. Es wurden parallele Hierarchien von Zertifizierungsstellen (engl. Certification authority CA) zur Trennung von Fahrzeugen und Roadside Stations erstellt. Weitere

¹⁸ <http://converge-online.de/doc/download/Del%2043%20Masterdocument.zip>

Security-Konzepte, die im Zuge des CONVERGE-Projekts untersucht wurden, sind Platform security durch spezielle Security Hardware, pseudonymisierte Servicenutzung, Misbehavior Detection und Misbehavior Handling.

5.3 Technische Aspekte im Umfeld von Elektromobilität

5.3.1 Begriff / Definition

Für den Begriff **Elektromobilität** wird zunächst die Definition der deutschen Bundesregierung herangezogen.

„Elektromobilität im Sinne der Bundesregierung umfasst all jene Fahrzeuge, die von einem Elektromotor angetrieben werden und ihre Energie überwiegend aus dem Stromnetz beziehen, also extern aufladbar sind. Dazu gehören rein elektrisch betriebene Fahrzeuge (BEV), eine Kombination von E-Motor und kleinem Verbrennungsmotor (REEV) und am Stromnetz aufladbare Hybridfahrzeuge (PHEV).“¹⁹

Die europäische Norm **DIN EN 13447** definiert „elektrisch angetriebene Straßenfahrzeuge, bei denen ein elektrischer Motor elektrische Energie für den Antrieb in mechanische umwandelt“ und grenzt die Fahrzeuge somit von extern mit Energie versorgten Fahrzeugen ab. Weiter lassen sich Elektrofahrzeuge nach Antriebsart kategorisieren. Hierunter fallen Brennstoffzellenfahrzeuge (FCEV), batterieelektrische Fahrzeuge, aber auch sogenannte Hybride (Fahrzeuge mit Verbrennungs- und kleinem Elektromotor) und Plug-In-Hybride. Letztgenannte sind Hybride mit der Möglichkeit, die Batterie am Elektrizitätsnetz zu laden und damit eine höhere Reichweite im elektrischen Fahrmodus zu realisieren. BEV entsprechen den rein elektrisch angetriebenen Fahrzeugen. Des Weiteren gibt es Fahrräder mit unterstützendem Elektromotor (Pedelecs), ganz oder teilweise elektrisch angetriebene Busse und Nutzfahrzeuge, z.B. Transporter, kleinere LKW oder Abfallsammelfahrzeuge.

¹⁹<http://www.erneuerbar-mobil.de/de/schlagwortverzeichnis/definition-der-elektromobilitaet-nach-der-bundesregierung>, Stand 29.07.2015.

5.3.2 Stand der Technik im Bereich Ladeinfrastruktur

Aufbauend auf diversen Forschungsvorhaben gibt es derzeit fünf realistische technische Möglichkeiten zur Anbindung von Batterien an die elektrischen Energieversorgungssysteme:

- Batteriewechsel entladener gegen stationär vorab geladene Akkumulatoren.
- Elektrolytwechsel auf Basis von Redox-Flow-Batteriesystemen,
- Kabelgebundenes Laden am Wechselstromnetz (AC-Laden),
- Kabelgebundenes Laden an einer DC-Quelle,
- induktives Laden mittels einer elektromagnetischen Übertragungsstrecke (EUREF, 2015).

Konduktives Wechselstromladen ist z.Zt. die am häufigsten verwendete Lösung aus folgenden zwei Gründen:

- Diese Technik ist bereits weitestgehend serienreif und wird von verschiedenen Anbietern angeboten,
- Die Kosten sind deutlich günstiger, als die der Alternativen.

Wechselstromladen liegt in einem Leistungsbereich von bis zu 44 kW, bei 400 Volt.

Bidirektionale Stromflüsse im konduktiven AC-Modus sind bereits in einer Reihe von Forschungsprojekten realisiert worden (Beispielhafte Projekte: EDISON, Gridsurfer, Grid4Vehicles, HarzEE Mobil, Me-Regio Mobil).

Ein Vorteil konduktiver Wechselstromladesysteme ist, dass wesentliche Standards und Normen bereits geschaffen wurden – so sind die generellen Anforderungen beispielsweise in IEC 61851 beschrieben.

Es gibt noch offene Fragen, was den geeigneten technischen Entwicklungspfad angeht. Beispielsweise wird immer noch das Kabel im Fahrzeug mitgeführt und muss manuell vom Fahrer eingesteckt werden. Die damit verbundenen Komforteinbußen werfen Fragen nach automatisierten Alternativen auf.

Die Gesamtkosten können sich abhängig vom Aufstellungsort der Ladestelle stark unterscheiden. Wallboxes sind bereits für ca. 500 Euro einsetzbar, dagegen können bei öffentlicher Ladeinfrastruktur Kosten von bis zu 10.000 Euro entstehen können (wenn Installationskosten, Genehmigungsverfahren, Netzanschlussgebühren, Sicherheitstechnik in der Ladestation etc. berücksichtigt werden). Davon zu unterscheiden sind Firmenparkplätze bzw. Parkplätze im halböffentlichen Raum. Da Firmenparkplätze

privater Raum sind, ist grundsätzlich von geringeren Vandalismusgefahren auszugehen, als bei öffentlichen Ladestationen. Jedoch ist Firmenparkplatz nicht gleich Firmenparkplatz, sondern es bestehen erhebliche Unterschiede, was die energie- und sicherheitstechnischen Voraussetzungen angeht (EUREF, 2015).

DC-Schnellladestationen

Eine Ladedauerverkürzung ist mit hohen Ladeleistungen an Gleichstromladestellen möglich. Die NPE hält mittelfristig Ladeleistungen bis oder über 100 kW für denkbar, die Batterien können in diesem Fall in ca. 8-12 Minuten auf 80 % SOC geladen werden. (Vgl. NPE, 2010)

Die meisten momentan eingesetzten DC-Schnellladestationen – insbesondere in Japan - basieren jedoch auf dem CHAdeMO-Standard und liegen in einem Leistungsbereich um 50 kW.

DC-Schnellladestationen mit Gleichstrom bedeuten außerdem, dass der Gleichrichter nicht mehr im Fahrzeug, sondern in der Ladesäule installiert ist. Dadurch werden die Fahrzeuge leichter. DC-Ladestationen werden derzeit vor allem in Japan genutzt, stellen jedoch auch für Deutschland eine realistische Option dar, insbesondere für einen punktuellen Einsatz dar. Die Gleichstrom-Infrastruktur erfordert zwar deutlich höhere Investitionen, erlaubt aber auch einen höheren „Durchsatz“, als das übliche Laden mit 3,7 kW Wechselstrom im PkW-Bereich.

Hinsichtlich der Standards ist die Entwicklung bereits vorangetrieben worden. Für DC-Schnellladesysteme wurde im Projekt Drive-eCharged von Siemens und BMW ein sogenannter Combo2-Stecker entwickelt und erprobt, der sowohl für Wechselstrom als auch für Gleichstromladung geeignet ist, und auch für beide Ladearten nur eine Buchse und ein Kabel nötig macht. (Drive eCharged, 2011)

Trotzdem gibt es noch technische Schwierigkeiten bei der Etablierung von DC-Schnellladestationen. Problematisch ist dabei vor allem die Batterietechnologie. Die Ladestromstärke muss bei steigendem Energieinhalt der Batterie gesenkt werden. Auf absehbare Zeit ist aus diesem Grund nur die Möglichkeit eines schnellen Zwischenladens auf 80 % der Batteriekapazität umsetzbar. (vgl. NPE, 2010)

Der Aufbau der Schnellladestationen erfolgt derzeit vorwiegend im Rahmen von Förderprogrammen auf EU-, Bundes- und Landesebene. Nach dem NPE-Planungskorridor (vgl. NPE, 2015) soll der Aufbau von DC-Stationen deutlich forciert werden. Damit soll nicht zuletzt ein deutlicher Abbau der gefühlten Unterversorgung und Reichweitenbegrenzung erreicht werden. Im Zeitraum 2017 bis 2020 werden

weitere ca. 5.700 Schnellladepunkte benötigt (NPE, 2015). Bis 2017 ist der Aufbau von ca. 1.400 DC-Schnellladepunkten geplant. In einer Stufe 2 (2017 bis 2010) soll sich danach die Anzahl der Ladepunkte in Richtung 7.100 erhöhen. In einer 3. Stufe (ab 2020) wird eine deutliche Erhöhung der Batterieleistung und damit der Reichweite der elektrischen Fahrzeuge erwartet. Hierfür werden auch höhere Ladeleistungen benötigt werden. Laut NPE sollen in Abhängigkeit der Fahrzeuge mit entsprechenden Batterietechnologien einzelne Ladepunkte an Hauptverkehrsachsen mit perspektivisch bis zu 350 KW Ladeleistung ausgestattet sein – mit entsprechendem Ausbau des Netzes.

Induktives Laden

Eine Alternative zum kabelgebundenen Laden ist das induktive Laden. Technisch denkbar wäre auch die mobile (dynamische) Induktion. Diese Variante wird bei Transportsystemen im industriellen Einsatz genutzt und auch für schienengebundene Fahrzeuge erprobt. Allerdings wären für ein flächendeckendes System massive Investitionen in die Nachrüstung bestehender Straßen mit Sendespulen erforderlich (Mauch et al., 2011)

Induktives Laden wird in Bezug auf Elektromobilität nur als stationäre Variante realistisch. In den letzten Jahren wurde sie in einer Vielzahl von Forschungsprojekten erprobt und weiterentwickelt.

Als Erkenntnisse von abgeschlossenen und laufenden Forschungsprojekten kann Folgendes zusammengefasst werden. Die Vorteile sind:

- Keine herumliegenden Kabel
- Da kein Kabel in Hand genommen und angeschlossen werden muss, ist die Kundenakzeptanz höher
- Weniger Vandalismusgefahr
- Ästhetische Vorteile im öffentlichen Raum;
- Keine Behinderung auf Gehwegen.

Demgegenüber stehen einige Probleme, wie:

- Induktives Laden ist aus sicherheitstechnischen Gründen an eine niedrige Ladeleistung gebunden, die der niedrigsten über Kabel (1-phasig, kabelgebunden) entspricht. Technisch ist jedoch eine höhere Übertragungsleistung realisierbar.
- Aufgrund der geringen Positionierungstoleranzen von ca. 5-10 cm ist ein Einpark- bzw. Positionierungsassistenten nötig, was wiederum die Fahrzeugkosten erhöht. Ein weiteres Problem ist der schlechtere Wirkungsgrad induktiver Systeme. Derzeit liegen die Verluste ca. 10 % höher als bei kabelgebundenen Ladesystemen (Barth et al., 2011).

5.3.3 Technologien und Protokolle – Modellregion Bremen/Oldenburg

Ausgewiesenes Ziel der Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg ist seit ihrer Einrichtung in 2009 die intelligente Integration von Elektrofahrzeugen in die Mobilitätslandschaft in der sowohl städtisch als auch ländlich geprägten Region. Wichtige Aspekte sind außerdem die Entwicklung von ganzheitlichen und nachhaltigen Verkehrskonzepten sowie die Perspektive des Autos der Zukunft.

Die Modellregion wurde im Rahmen des Förderschwerpunkts "Modellregionen Elektromobilität" vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, koordiniert durch die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH (NOW GmbH), ins Leben gerufen. Im Rahmen der Modellregion wurden einige Projekte initiiert, unter anderem mit Schwerpunkten aus den Bereichen Flottenversuch Elektrofahrzeuge, Aufbau Ladeinfrastruktur, CarSharing und neue Mobilitätskonzepte.

Wichtige Akteure (Summe Projektbudget über 1 Million Euro) sind IFAM, DFKI, IABG, H2O, BSAG, EWE, Nehlsen und Move About. Es wurde im Rahmen der Projekte in eine Anzahl von insgesamt bis zu 210 Elektrofahrzeugen (verschiedenster Typen und Hersteller) und bis zu 250 Ladestationen (vornehmlich von Fa. Veniox) investiert. Außerdem wurden Entwicklungsarbeiten in den Bereichen Ladeinfrastruktur und Fahrzeugkonzepte unterstützt.

Die ersten Projekte in der Modellregion waren zusammengefasst unter dem Namen Personal Mobility Center (PMC). Von der eigens gegründeten Projektleitstelle PMC koordiniert (Modul 1), wurden Projekte auf mehreren Ebenen durchgeführt, z.B. Logging und Auswertung von Daten von Elektrofahrzeugen (Modul 2), Flottenversuche mit Elektrofahrzeugen für private und kommerzielle Nutzer (Modul 3) sowie Marktforschung und Entwicklung Geschäftsmodelle (Modul 4). Parallel dazu wurden einerseits die Anschaffung und der Betrieb von Bussen und PKW mit alternativen Antrieben gefördert, andererseits die Entwicklung von Elektrofahrzeugen und die Einrichtung von ersten Ladestationen durch Energieversorgungsunternehmen.

Fortgesetzt wurden die Arbeiten später im Projekt „Neue Mobilität im ländlichen Raum“ (NeMoLand), in dem außerdem die Entwicklung eines Konzept-Elektrofahrzeugs (EO smart connecting car 2) stattgefunden hat. Ein anderes Folgeprojekt beschäftigte sich weiter mit der Umsetzung der induktiven Ladung von Fahrzeugbatterien. Zuletzt wurden Vorhaben durchgeführt, in denen Unternehmen mit Elektrofahrzeugen in ihren Unternehmensflotten experimentieren können und Ladeinfrastruktur weiter ausgebaut wurde (UI ElMo), und eine internationale Kooperation mit einer Universität in Dalian,

China, die ebenfalls den Ausbau der Elektromobilität in ihrer Gegend wissenschaftlich begleitet (DaB-rEm).

5.4 Markt und Geschäftsmodelle

5.4.1 Fahrzeugbestand und Neuzulassungen

Der Markt für Mobilität steht vor erheblichen Herausforderungen, die zu einer Zerreißprobe werden können: Während der Wunsch insbesondere nach individualisierter Mobilität i.d.R. zunimmt, wächst die Last der Schadstoff- und Lärmemissionen. Die Elektrifizierung des Autos scheint daher ein wichtiger Schritt im Erhalt der individuellen Mobilität. Das politische Ziel einer Millionen Elektroautos auf deutschen Straßen bis 2020 gibt hiermit einen wichtigen Rahmen für die Marktentwicklung der Elektromobilität vor. Eine Klärung, ob dieses vorgegebene politische Ziel erreicht werden kann, erfordert die Untersuchung des aktuellen Stands der Elektromobilität: Anfang 2015 waren in Deutschland 18.948 Autos mit Elektroantrieb registriert (Kraftfahrtbundesamt, 2015b), berücksichtigt man die Zahl der Plug-In-Hybride ebenfalls, so waren es zu Beginn von 2015 rund 25.000 Elektroautos. Die Wachstumsrate der Neuzulassungen von Pkw mit Elektroantrieb macht jedoch deutlich, dass sich der Markt für Elektroautos inmitten eines Aufschwungs befindet mit 8.522 Neuzulassungen in 2014 und bereits 6.456 Neuzulassungen Mitte 2015. Der Anstieg an Neuzulassungen ist hierbei nicht zu übersehen. Nichtsdestotrotz stellt der Zuwachs an Elektrofahrzeugen nur einen geringen Anteil im Vergleich zu den gesamten Pkw-Neuzulassungen: Diese sind mit 2 Millionen Fahrzeugen allein zwischen Januar und August 2015 zu beziffern.

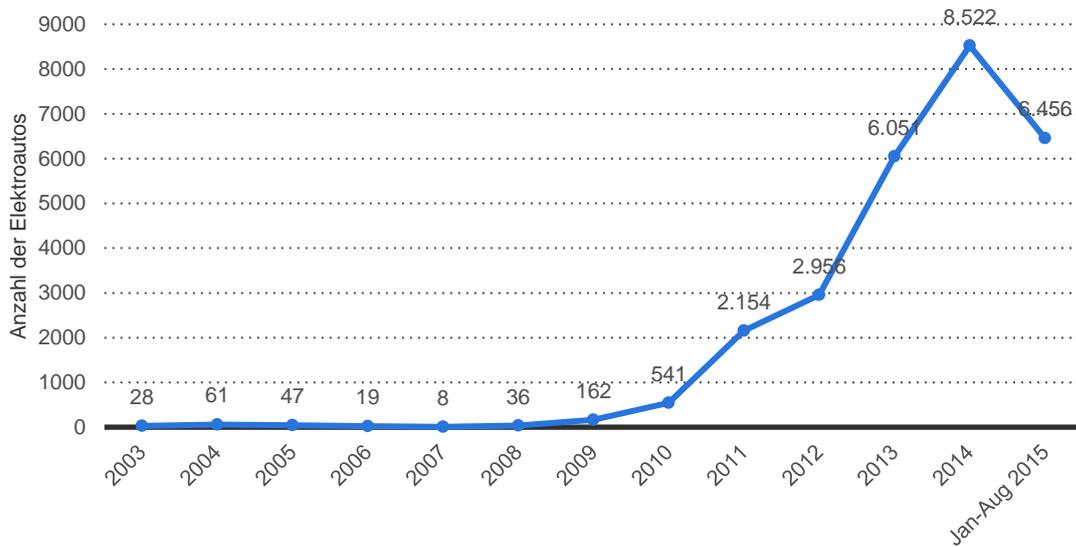


Abbildung 10: Anzahl der Neuzulassungen von Elektroautos in Deutschland
(Kraftfahrtbundesamt, 2015a)

Vergleicht man den Fahrzeugbestand (Stand Februar 2015) nach Antrieben, wird ebenfalls deutlich, dass Elektrofahrzeuge den geringsten Anteil haben, obwohl sie mit 55,9% von 2014 auf 2015 den größten Zuwachs zu verzeichnen haben. Die bedeutendste Antriebsform ist nach wie vor der Verbrennungsmotor (für Benzin und Diesel). Weit ab sind weitere Antriebe mit Flüssiggas, Hybrid und Erdgas zu finden.

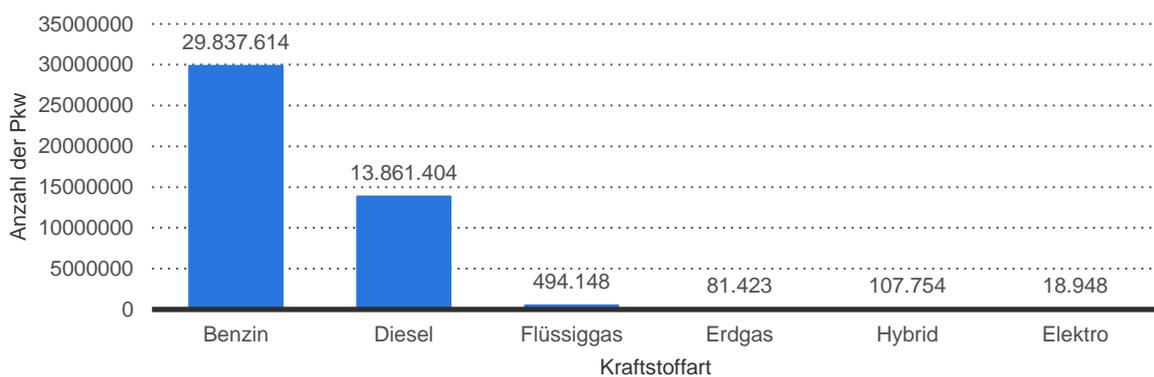


Abbildung 11: Pkw-Bestand nach Kraftstoffarten
(Kraftfahrtbundesamt, 2015b)

5.4.2 Elektromobilität im europäischen Vergleich

Der europäische Vergleich zeigt jedoch, dass Deutschland aktuell nur im oberen Mittelfeld rangiert. Norwegen belegt mit einem Bestand 18.090 Elektroautos im Jahr 2014 die Spitzenposition, gefolgt von Frankreich mit 10.561 Neuzulassungen. Großbritannien folgt Deutschland bereits mit 7.416 Neuzulassungen. Alle anderen Länder folgen mit deutlichem Abstand zwischen 2.982 Neuzulassungen in den Niederlanden und 197 Neuzulassungen in der Tschechischen Republik.

Vor diesem Hintergrund sind auch der Markt-Electric Vehicle Index (Markt-EVI) sowie der Industrie-Electric Vehicle Index (Industrie-EVI) von der Unternehmensberatung McKinsey heranzuziehen, die dazu dienen, den Erfolg von Elektromobilität in einzelnen Ländern messbar und vergleichbar zu machen. Untersuchungsgegenstand beider Indizes sind die Länder China, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Irland, Italien, Japan, Niederlande, Norwegen, Portugal, Spanien, Südkorea und USA. Die Indizes können Werte zwischen 0 und 5 annehmen (0 für kein Potenzial, 5 für ein hohes Potenzial).

Der Markt-EVI ist ein Maßstab für die Potenziale der Elektromobilität eines Landes auf der Grundlage der Nachfrageseite. Der Index berücksichtigt den Anteil von Elektroautos am Gesamtmarkt (Gewichtung im Index: 50%), gesetzte Kaufanreize sowie die Höhe der ökonomischen Vorteile für Konsumenten durch Kosteneinsparungen pro 100 Kilometer (Gewichtung im Index: 30%), umweltrelevante und sonstige Vorteile für Nachfrager, wie der freie Zugang zu Elektroautos im Stadtgebiet (Gewichtung im Gesamtindex: 20%) (Wirtschaftswoche, 2010).

Die nachfolgende Abbildung zeigt die aktuellen Ergebnisse des Markt-EVIs. Hier wird deutlich, dass die führenden Märkte für Elektrofahrzeuge insbesondere Norwegen und die Niederlande sind. Beide Länder weisen einen hohen Anteil an Elektrofahrzeugen im Gesamtmarkt (insbesondere im Verhältnis zur Bevölkerungszahl) auf. Es wird deutlich, dass Deutschland in Sachen Potenziale des Markts die hinteren Plätze belegt.

Der große Vorsprung der Niederlande und insbesondere Norwegens ist vor dem Hintergrund einer starken staatlichen Förderung zu sehen. In Norwegen beispielsweise entfallen beim Kauf eines Elektroautos die Mehrwertsteuer in der Höhe von 25%, mögliche Importsteuern sowie Abgasabgaben. Damit sind Elektroautos häufig bereits in der Anschaffung günstiger als ihre traditionellen Pendanten (Handelsblatt, 2015, Figenbaum et al., 2015). Die Niederlande schaffen ähnliche Anreize, indem hier die Luxussteuer in der Höhe von bis zu 35% erlassen wird (Zukunft Mobilität, 2015). Allein die Existenz solcher Kaufanreize fließt positiv in den Index ein. Der daraus resultierende wesentlich höhere Anteil an Elektroautos verstärkt diese Wirkung nochmals und zeigt auf, weshalb diese beiden Länder auf der nachfrageseitigen Analyse die Spitzenpositionen einnehmen.

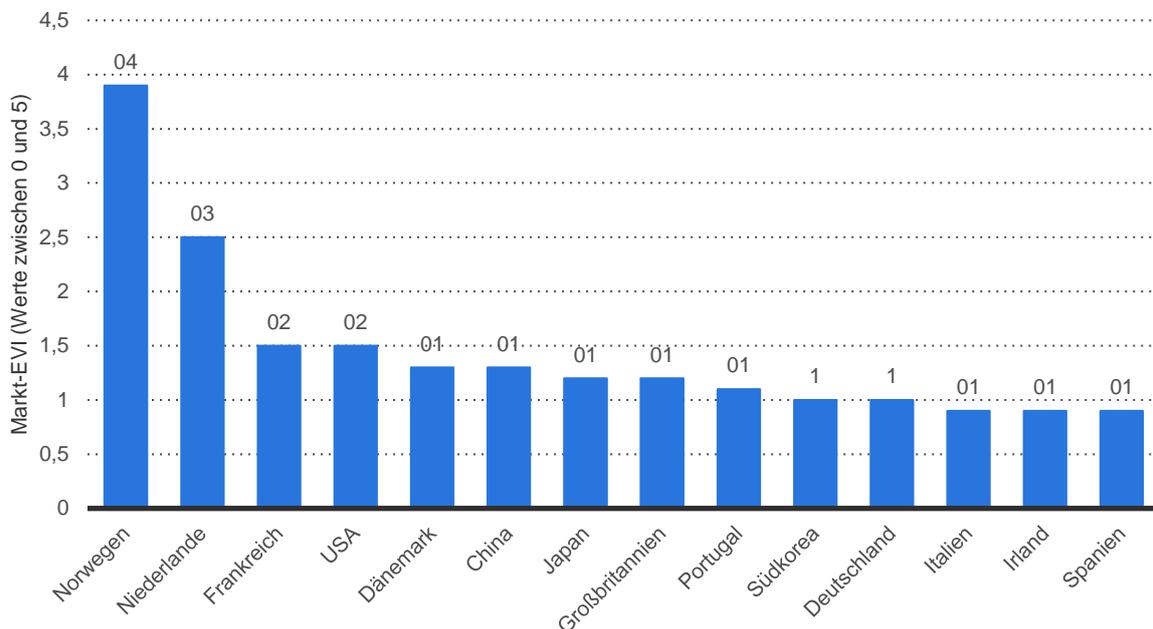


Abbildung 12: Markt-Electric Vehicle Index (Stand: Februar 2015)

(McKinsey, 2015a)

Bei der industrieseitigen Betrachtung der Länder kommt es zu einer völligen Neusortierung. Bestimmt wird der Industrie-EVI anhand folgender Kriterien: der Elektroautoanteil an der nationalen Fahrzeugproduktion sowie wichtiger Komponenten an der weltweiten Produktion auf fünf Jahre in fortlaufenden Prognosen (Gewichtung im Index: 40%), Zahl der Elektroauto-Prototypen nationaler Hersteller (Gewichtung im Index: 40%), sowie staatliche Fördermittel für die Entwicklung der Elektromobilität (Gewichtung um Index: 20%).

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Ergebnisse des aktuellen Industrie-EVIs. Interessant ist hierbei, dass von den auf der Nachfrageseite 14 betrachteten Ländern, nur noch sieben auf der industrieseitigen Analyse erscheinen. Dies liegt daran, dass die hierin nicht gelisteten Länder einen Index von Null aufweisen, da diese Länder über keine entsprechende Industrie verfügen (es zählt die Herkunft des Herstellers, nicht die Produktionsstätte). Führend im Bereich der Wertschöpfung durch Elektroautos ist Japan. Deutschland rangiert vermutlich aufgrund seiner an sich starken Automobilindustrie auf Platz 2, dicht gefolgt von China und den USA. Interessant ist, dass die neuesten Schätzungen des Index vermuten lassen, dass China Deutschland mittlerweile überholt hat, was die Produktionspotenziale von Elektroautos betrifft (Car IT, 2015).

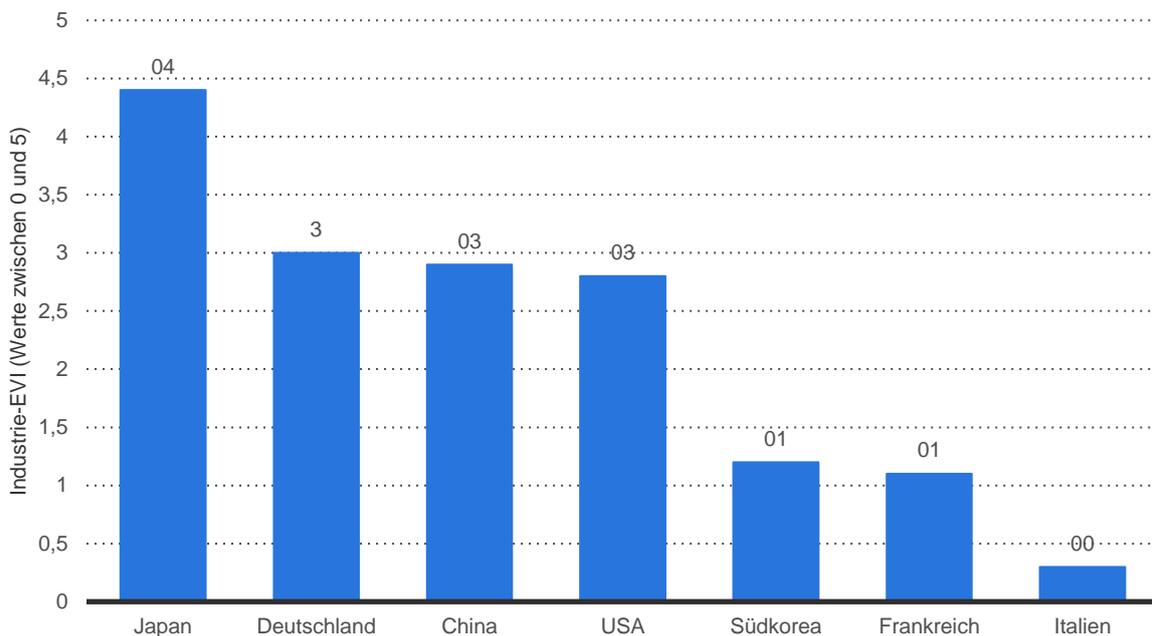


Abbildung 13: Industry-Electric Vehicle Index (Stand Februar 2015)

(McKinsey, 2015b)

Roland Berger und die Forschungsgesellschaft Kraftfahrtwesen Aachen entwickelten ebenfalls eine Indexierung, die die Analyse der Marktsituation von Elektromobilität erleichtern soll und insbesondere den Vergleich der sieben wichtigsten Automobilnationen im Hinblick auf ihre Konkurrenzfähigkeit ermöglichen soll (0 := geringe Bedeutung bis 5 := hohe Bedeutung). Dieser Index unterscheidet jedoch nicht nur Angebots- und Nachfrageseite, sondern extrahiert den technologischen Stand der Elektromobilität in einem Land und indexiert diesen separat. Daraus ergibt sich eine leicht differenziertere Betrachtung. In der nachfolgenden Grafik sind die Indexwerte für Technologie, Industrie und Markt abgetragen. Der Index Technologie zeigt folglich die Bedeutung der Technologie „Elektromobilität“ und berücksichtigt die Aspekte: technologischer Entwicklungsstand der Fahrzeuge der nationalen Hersteller, technologische Leistungsfähigkeit und Preis-Leistungs-Verhältnis aktuell verfügbarer und kurz vor der Markteinführung stehender Fahrzeuge, sowie nationale F&E-Programme (keine Industriekredite, etc.). Der Index steht daher im Prinzip für den technologischen Fortschritt im Bereich der Elektromobilität

Der Index Industrie beinhaltet die Aspekte: Wertschöpfung der Automobilindustrie (OEM und Zulieferer), nationale Fahrzeugproduktion (Pkw und leichte Nutzfahrzeuge) zwischen 2013 und 2017 sowie

die Batteriezellenproduktion zwischen 2013 und 2017. Der Industrie-Index ermöglicht daher an dieser Stelle eine stärkere Bewertung der tatsächlichen Wertschöpfungskomponenten.

Der Index Markt enthält weniger Komponenten als der Markt-EVI und misst lediglich: Größe des nationalen Markt auf der Grundlage der aktuellen Kundennachfrage (unberücksichtigt bleiben an dieser Stelle Prognosewerte), sowie der aktuelle Marktanteil der Elektromobilität. Die nachfolgende Grafik zeigt die Indizes Technologie, Industrie und Markt im Vergleich. Hier wird deutlich, dass in Deutschland die technologischen Möglichkeiten und die Bedeutung der Industrie für die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung stark auseinander gehen. Im Bereich der Technologie gehört Deutschland zu den führenden Nationen. Dies wird darauf zurückgeführt, dass deutsche OEMs technisch hochwertige Fahrzeuge einführen, obwohl diese bislang noch an der Reichweite scheitern. Umgekehrt setzt Frankreich mit einem nur leicht höheren Index auf kleinere Fahrzeuge, aber dafür zu wesentlich niedrigeren Preisen. Dies macht deutlich, dass zwei unterschiedliche Marktstrategien zu ähnlichen Ergebnissen führen können. Dennoch ist die Wertschöpfung, die aus diesen Fahrzeugen generiert wird, sehr gering.

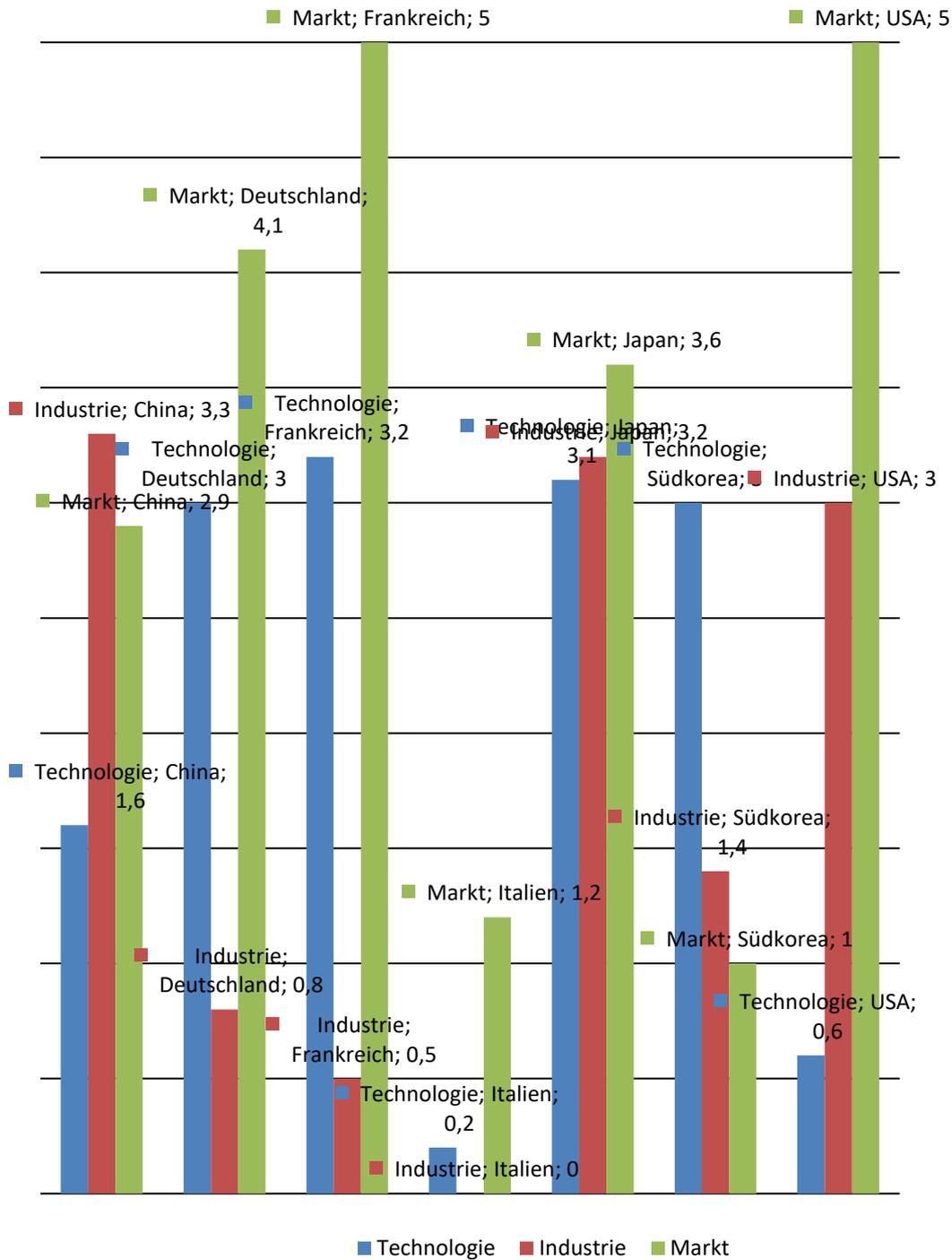


Abbildung 14: Index Elektromobilität

(Roland Berger, 2015b; Roland Berger, 2015c; Roland Berger, 2015a)

Trotz teilweise vielversprechender Prognosen handelt es sich bei der Elektromobilität nach wie vor um ein Nischenprodukt. Die Indizes geben ein aufschlussreiches Bild über die greifbaren Potenziale. Der Markt für konventionelle Antriebe ist jedoch bislang nach wie vor extrem stark.

5.4.3 Barrieren der Elektromobilität

Indexwerte, Marktdurchdringungsquoten, Prognosen zur Marktentwicklung erlauben eine allgemeine Perspektive auf den Elektromobilitätsmarkt. Um jedoch tatsächliche Marktpotenziale, Geschäftsmodelle und Anwendungsfälle entwickeln zu können, ist eine weitere Analyseebene nötig, die die Frage beantwortet, was zu gegebenem Zeitpunkt eine beschleunigte Marktdurchdringung verhindert.

Eine Reihe von Studien hat sich damit befasst, welche Beweggründe Nutzer oder Flottenbetreiber zur Elektromobilität bringen oder diese davon abhalten (Larson et al., 2014). Eine Betrachtung dieser Aspekte macht deutlich, wo Geschäftsmodelle und intelligente technische Lösungen Barrieren verringern können.

Der am häufigsten genannte Grund, weshalb Elektroautos weder im privaten noch im öffentlichen Gebrauch großflächig Einzug halten, sind die Anschaffungskosten. Anders als in Norwegen oder in den Niederlanden, werden in Deutschland aktuell keine Kaufanreize geschaffen, die die Anschaffungskosten deutlich senken würden. Obwohl Käufer bereit wären, bis zu 10% Preisaufschlag für ein Elektroauto in Kauf zu nehmen, liegen die Anschaffungskosten immer noch weit darüber (Accenture, 2009). Ca. 50% Preisaufschlag im Vergleich zum traditionellen Antrieb müssen hingenommen werden. Dies ist nicht nur für den Privatanutzer eine Barriere. Auch Flottenbetreiber, Unternehmen oder Kommunen diskutieren eine solche Anschaffung folglich kritisch.

Verstärkt wird diese Problematik weiterhin durch die wesentlich geringere Reichweite von Elektrofahrzeugen und eine daraus resultierende Unsicherheit der Nutzer, wie weit sie denn nun tatsächlich mit ihrem Fahrzeug kommen. Die starke Abhängigkeit von der Ladeinfrastruktur führt zu zusätzlicher Unsicherheit, insbesondere weil diese Infrastruktur bislang noch nicht über ein flächendeckendes Netz verfügt.

Die noch geringe Reichweite bei unausgereifter Ladeinfrastruktur und erheblich höheren Anschaffungskosten geben potenzielle Kunden als Haupthindernis eines Kaufs an (Statista, 2015). Eine Betrachtung der bisherigen und zukünftigen Nutzung von Elektromobilität in Megastädten stützt diese Eindrücke nur bedingt (Portal 21, 2015). Während Nutzer der ersten Stunde in New York City verstärkt Wert auf eine bevorzugte Behandlung im Straßenverkehr (Fast Lane etc.) legen und dabei sowohl auf

monetäre Vergünstigungen sowie auf eine dichte Ladeinfrastruktur zunächst verzichten können, interessieren sich Kunden in Shanghai für das E-Mobil besonders aufgrund von steuerlichen Vergünstigungen. Daraus folgt, dass die Vermarktungsstrategien jeweils kulturabhängig gestaltet werden müssen.

In Deutschland jedoch existiert bislang keine Einigung hinsichtlich einer dauerhaften Förderung des Vertriebs von Elektrofahrzeugen. Vergünstigungen zur Senkung der Betriebskosten, eine Mitnutzung von Busspuren und der Ausbau der Ladeinfrastruktur sind ausführlich im Gespräch von Bund und Ländern, allerdings in der Umsetzung bislang ineffektiv. Fehlendes oder fehlgeleitetes Marketing ist daher als Mitverursacher eines vergleichsweise verhaltenen Markts zu nennen.

Auch im Hinblick auf die Hersteller ist keine klare Linie von Regierungsseite vorgegeben. Die Bestimmungen zu Höchstwerten von CO₂-Emissionen liefern noch keinen Beweggrund zu einer Eroberung größerer Marktanteile in der Elektromobilität. Deutsche Automobilhersteller orientieren sich zudem auffällig stark an den Wünschen von Käufern der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. So sehen die Elektromodelle ihrer Konkurrenz ähnlich. Der deutsche Hersteller konzentriert sich auf die Mittelklassewagen. Günstigere Kleinwagen für den Gebrauch auf Kurzstrecken in der Stadt oder Modelle der Luxusklasse ziehen die deutschen Hersteller bisher nicht in Erwägung. Elektromobilität erfordert daher neue Strategien in der Marktplatzierung.

5.4.4 Modelllandschaft der Elektromobilität

Konzepte zur Nutzung von Elektromobilität werden derzeit öffentlich und privat sowie in hybrider Form von Kooperationen zwischen Städten, Kommunen und privatwirtschaftlichen Unternehmen angeboten.

Die derzeitigen Anbieter der Soft- und Hardware-Infrastruktur für Elektromobilität hinterlassen eine unübersichtliche Vielfalt von nicht-integrierten Geschäftsmodellen, so dass weder effektive Lösungen ermöglicht werden noch Effizienzgewinne erreicht werden können. Eine Bundes- bzw. EU-weite Standardisierung von Soft- und Hardware, wie zum Beispiel einer digitalen mobilen Plattform zur Koordination der Services oder einheitliche Ladestationen, würde eine umfassende Integration in ein übergeordnetes System ermöglichen. Dies kann nur auf der nationalen Ebene und/oder EU-weit durch gesetzliche Bestimmungen im Bereich des Datenschutzes und/oder der Normung beziehungsweise der Standardisierung (DIN, CEN ISO, ETSI) durchgesetzt werden. Um Synergieeffekte der innovativen Mobilitätskonzepte zu kanalisieren und nutzbar zu machen, ist diese Entwicklung auf der administrativen beziehungsweise gesetzgebenden Ebene unumgänglich. Sonst besteht die Möglichkeit, dass nur ein Anbieter mit seinem Geschäftsmodell in einem nicht durch Standards und Normen regulierten Markt

erfolgreich ist. Damit würde dieser Anbieter möglicherweise eine Monopolstellung erreichen, welche weitere vielfältige alternative Elektromobilitätskonzepte verhindern würde.

Bestehende Marktlücken ließen sich effizienter füllen, wenn Übergänge zu anderen Service-Anbietern nachhaltiger Transportmittel für den Kunden gewährleistet würden. Für eine Entwicklung weg von einer System-versus-System-Strategie von Unternehmen, bedarf es vorab einer Analyse des Marktumfelds. Um die existierenden Geschäftsmodelle erfolgreich in ein integriertes Netz zu überführen, müssen zudem die Anforderungen sowie das Integrationspotenzial der einzelnen Modelle überprüft werden. Das nachfolgende Kapitel gibt einen Überblick über bestehende Geschäftsmodelle im Bereich der Elektromobilität. Grundlegend zu unterscheiden sind in der ersten Analyseebene Geschäftsmodelle nach der Betreiberform. Hier spielt auch neben der Kooperationstiefe die technologische Einbindung eine wichtige Rolle. Die Konzepte werden dabei nach ihrer Einbindung in verschiedene Technologien kategorisiert, um so den vorhandenen Integrationsgrad zu ermitteln. Auf diese Weise können daran anschließend notwendige Anforderungen an eine übergeordnete Plattform für das Projekt No Limits abgeleitet werden.

Neben der technologischen Einbindung kann eine Unterteilung der Geschäftsmodelle nach Aktionsebenen vorgenommen werden. Wird das existierende Modell innerhalb einer Branche von verschiedenen Unternehmen aufgegriffen, handelt es sich um ein Industriemodell. Wird ein Konzept ausschließlich in einer speziellen Unternehmenseinheit umgesetzt ist die Rede von der Ebene der Geschäftseinheiten. Oder es handelt sich um eine Entwicklung auf der Produktebene wie etwa bei einer neuen Serie an Autotypen eines Herstellers.

Aufschlussgebend für das Projekt No Limits ist aber vielmehr eine Aufteilung unabhängig von Unternehmensebenen spezifischer Modelle in übergreifende und spezifische Modelle. Spezifische Fälle bieten eine Vergleichsmöglichkeit zu anderen existierenden Unternehmungen. Übergreifende Konzepte der sogenannten generischen Ebene sind deshalb interessant für eine Analyse des Marktumfelds, da sie einen Blickwinkel auf Integrationsmöglichkeiten in umliegende Geschäftsfelder eröffnen. Generische Konzepte sind entweder abstrakt, also funktionieren dann industrieübergreifend (z.B. Sharing Economy), oder sie spielen sich auf der Industrieebene einer Branche ab (z.B. Carsharing), was dem oben beschriebenen Industriemodell entspricht.

5.4.5 Die Geschäftsmodelle

Privatwirtschaftliche Betreiber

Es gibt eine Reihe von privatwirtschaftlichen Betreibern von Elektrofahrzeugen, die diese auf unterschiedliche Weise in ihren Betrieb integrieren. Entscheidend für diese Betreiber ist ihre Gewinnorientierung. Elektromobilität setzt sich als Geschäftsmodell nur dann durch, wenn sie gewinnbringend auf den Markt gebracht werden. Da Elektromobilität aktuell insbesondere für den urbanen Raum relevant ist, finden sich eine Reihe von Carsharing-Anbietern (z.B. DriveNow oder Car2Go), die ihre Flotte um Elektroautos erweitern. Hier findet in der Regel keine spezielle Integration der E-Fahrzeuge statt. Diese werden in die Flotte aufgenommen und unterliegen dem üblichen Carsharing-Modell. Um die Suche nach einem Elektrofahrzeug in der Nähe zu erleichtern, bieten Plattformen wie www.e-carsharing.net die Möglichkeit zur ortsbezogenen Information über die Möglichkeiten einer E-Fahrzeug-Vermietung an. Auch stationäre Autovermieter, wie Sixt, erweitern ihre Fahrzeugflotte und bieten ihren Kunden neben den Pkw mit Verbrennungsmotor das E-Fahrzeug an. Die nötige Infrastruktur für die Soft- und Hardware überlassen die Unternehmen aber anderen Industriezweigen oder öffentlichen Anbietern, ohne dabei gezielt Absprachen zu treffen. In allen Fällen wird deutlich, dass die Kooperationstiefe und die technologische Einbindung bislang als sehr gering einzustufen sind. Folglich ist der Integrationsgrad dieser Geschäftsmodelle ausbaufähig.

Öffentliche Betreiber: Das Projekt E-Bus Bonn ZeEUS

Sechs Elektrobusse starten im Rahmen erster EU-geförderter Demonstrationsprojekte 2016 des Zero Emission Urban Bus Systems (ZeEUS) in Bonn mit SWB Bus und Bahn. Auf gleiche Weise wie ihre Diesel-Konkurrenten werden sie in das örtliche ÖPNV-Netz eingebunden. Ihre Wirtschaftlichkeit und Einsatz-tauglichkeit werden im direkten Vergleich zu den Dieselnissen getestet. Apps für das ÖPNV-Netz sind bereits vorhanden, die Ladesäulen müssen zusätzlich bereitgestellt werden. Der Integrationsgrad ist im Vergleich zu dem Modell des privaten Autoverleihs Sixt deutlich höher. Durch die Kooperation mit örtlichen Anbietern und der Konzentration auf eine Region ist das Projekt gut eingebunden in vorhandene Strukturen. Es ist insofern in sich geschlossen, dass es nicht auf andere Anbieter angewiesen ist. Dennoch bietet es anderen nachhaltigen Geschäftsmodellen die Möglichkeit das rein elektrische ÖPNV-Netz als Anknüpfungspunkt für einen verbesserten Kundenservice zu nutzen. Beispielsweise könnte ein Car-Sharing Unternehmen Fahrzeuge an Verkehrsschnittstellen des ÖPNV positionieren.

Bei der rein öffentlichen Bereitstellung ist jedoch zu beachten, dass dann stets öffentliche Einrichtungen in der Pflicht sind, deren Kassen in der Regel nicht übermäßig gefüllt sind und die Frage gestellt

werden muss, ob öffentliche Betreiber in der Lage sind, ein entsprechendes Angebot großflächig zu stellen.

Privat-öffentliche Kooperationen

Zunehmend an Bedeutung gewinnen bei der Bereitstellung kostenintensiver aber dennoch relevanter Technologien privat-öffentliche Partnerschaften, die es ermöglichen, die Gewinnorientierung und Innovationsschnelligkeit privatwirtschaftlicher Betreiber mit der langfristigen Orientierung öffentlicher Betreiber zu kombinieren. Dadurch ergeben sich völlig neue Möglichkeiten, die über das bloße Bereitstellen eines Fahrzeugs hinausgehen.

Emma – Beispiel eines integrierbaren Systems

Gerade bei Anbietern öffentlich-privater Kooperationen (Hybride) zeigen sich die Services ergänzend und mit guter Überleitung für den Nutzer an Schnittstellen. In einem begrenzten Rahmen wird im Projekt „emma – e-mobil mit anschluss“ die Vernetzung des öffentlichen Nahverkehrs mit einem privatwirtschaftlichen Carsharing-Angebot umgesetzt.

Testfeld ist hierbei unter anderem Friedrichshafen mit dem regionalen ÖPNV-Netz Bodo sowie der Deutschen Bahn als öffentliche Partner und auch mit privaten Unternehmen wie der Buchungs-App Flinkster.

Auch aufgrund seiner hohen technologischen Einbindung zeigt sich Emma integrierbar. Das Projekt besteht aus Partnern der Kommunikationssoftware wie auch Hardware (E-Mobile, Ladesäulen). Gleichzeitig ist der Zugang zu beispielsweise den Ladesäulen auch für private Nutzer offen. Sie können die Ladestationen ebenso ansteuern wie E-Carsharing-User. Das Modell funktioniert sowohl branchenübergreifend (Strom, Software, Hardware) als auch intermodal. Die Stationen finden sich an Verkehrsschnittpunkten wie etwa Bahnhöfen. Somit liefert Emma Anknüpfungspunkte zu anderen Anbietern.

Dies ist einerseits der öffentlichen Steuerung durch staatliche Fördermittel und Akteure geschuldet als auch der Begrenzung auf eine Region. Bei einer Ausweitung auf ein größeres Gebiet geht eine Vergrößerung der Anzahl involvierter Akteure einher. Eine Integration im Interesse der verschiedenen Anbieter sowie zum Vorteil der Nutzer würde dann eine Autorität auf nächsthöherer Regierungsebene erfordern.

Geschäftsmodelle neu denken – kooperativ statt betreiberzentriert

Wird die aktuelle Geschäftsmodelllandschaft betrachtet, ist anzumerken, dass diese bislang stark betreiberzentriert ist. Dies hat zur Folge, dass Geschäftsmodelle beziehungsweise deren Angebote einer gewissen Volatilität unterliegen. Entschließt sich der Betreiber, die Strukturen zu verlassen, hat dies

häufig zu Folge, dass ein integriertes System nicht mehr funktionsfähig ist. Für die nachhaltige Bereitstellung aufwendiger und komplexer Systeme, wie es auch im Rahmen von No LimITS angestrebt ist, empfehlen Geis und Schulz (2015) eine zuverlässige und nachhaltige Bereitstellung anzustreben, die dennoch gewinnbringend für die Partner ist. Der Ansatz für neue Geschäftsmodelle muss daher neu gedacht werden, um eine komplexe Systembereitstellung dauerhaft gewährleisten zu können.

Im Rahmen des Projektes No LimITS wird daher auf den neuen theoretischen Ansatz der institutionellen Rollenmodelle zurückgegriffen. Mit diesem Ansatz ist es in einem ersten Schritt möglich, die wesentlichen ökonomischen und technischen Rollen zu ermitteln, die für eine funktionsfähige Kooperation (z.B. Plattformbetreiber, Ökosysteme, PPP) durch die Kooperationspartner (Akteure) wahrgenommen werden müssen. In einem zweiten Schritt wird mit Hilfe einer 360° Bewertung ermittelt, welche Partner welche Rollen übernehmen sollten, um eine stabile Kooperationslösung zu erhalten. Die Stabilität der Kooperation wird weiterhin dadurch abgesichert, dass sowohl der Austritt aus der Kooperation als auch der Eintritt in die Kooperation geregelt werden. Damit wird im Falle des Ausscheidens eines Kooperationspartners sichergestellt, dass die von diesem wahrgenommenen Rollen weiterhin erfüllt werden. Der Zutritt zur Kooperation wird so gestaltet, dass er diskriminierungsfrei und wettbewerbskonform möglich ist.

Theorie der institutionellen Rollenmodelle

Die Theorie der Institutionellen Rollenmodelle (IRM) basiert im Wesentlichen auf den Grundlagen der Institutionenökonomik (Schneider, 1995), der Systemtheorie (Luhmann, 2002) und der Theorie der System-Dynamics (Schulz, 2005). Die theoretische Konzeption der Institutionellen Rollenmodelle basiert auf Schulz (Schulz, 2011). Im Rahmen des Forschungsprojektes zum Thema Betreibermodelle und Einführungsszenarien für Kooperative Systeme der Bundesanstalt für Straßenwesen wurde dieser Ansatz aufgegriffen und konzeptionell weiterentwickelt (Schulz et al., 2013). Im Rahmen dieser konzeptionellen Erweiterung steht die von der BAST entwickelte „*Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr*“ (Lotz et al., 2014). Mit dem Projekt CONVERGE liegt ein abgeschlossener Anwendungsfall für einen C-ITS Systemverbund vor (Vogt et al., 2013). Eine breitere Anwendung der Theorie der institutionellen Rollenmodelle auf umfassendere Fragestellungen, wie kritische Infrastrukturen bereitgestellt und betrieben werden sollen, wird durch Geis und Schulz (2015) vorgenommen.

Grundbegriffe

Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht über den Ansatz der Institutionellen Rollenmodelle.

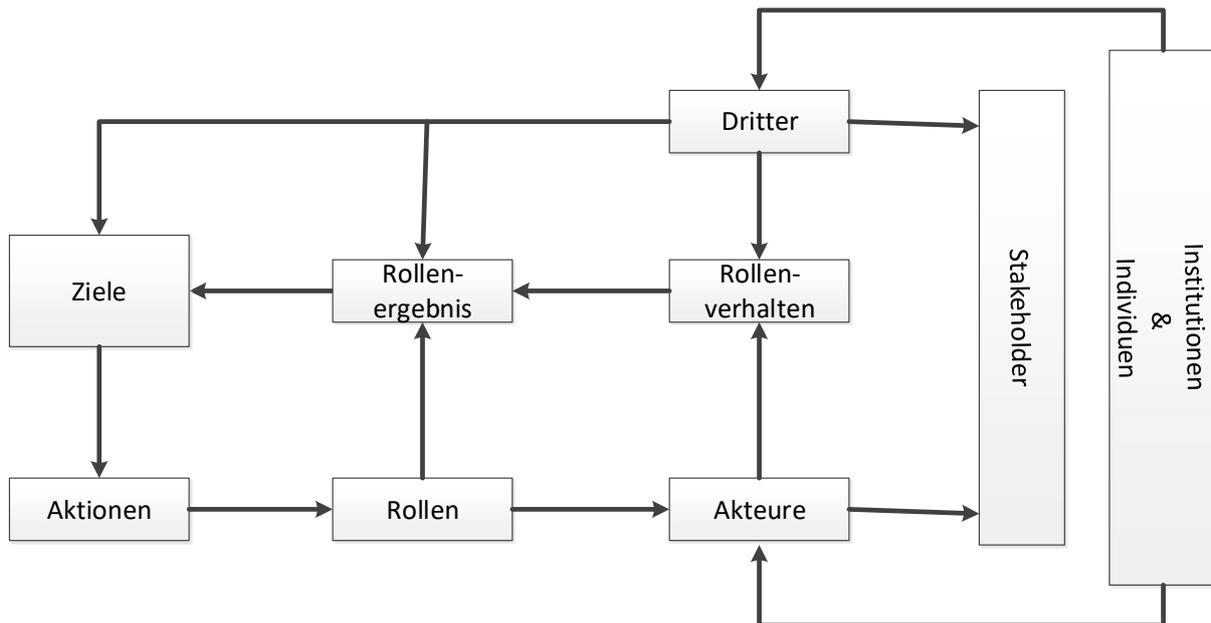


Abbildung 15: Ansatz der Institutionellen Rollenmodelle

Entscheidend als Ausgangspunkt der Betrachtung ist die Verwendung des Begriffs der Institution, wobei die kleinste Einheit einer Institution ein Individuum ist, so dass hier neben den Institutionen die Individuen genannt werden. Vor dem Hintergrund des Projektes ist diese begriffliche Nennung auch zweckmäßig, weil bei der Durchsetzung von Elektromobilität beispielsweise entscheidende Akteure tatsächlich Individuen sein können, wie zum Beispiel der Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur oder Eon Musk.

Unter Institutionen im allgemeinen Sinn werden Regelsysteme (Ordnungen) und Handlungssysteme (Organisationen) verstanden (Schneider, 1995). Angewendet auf diese Studie sind Regelsysteme beispielsweise die bestehende Gesetzgebung. Insgesamt umfassen Regelsysteme neben dem Rechtsrahmen, aber auch Verhaltensnormen und Gepflogenheiten in Märkten und in anderen Organisationen als Bestandteile von Markt- und Unternehmensverfassungen. Handlungssysteme setzen handelnde Personen voraus. Diese Eigenschaft trennt das Handlungssystem vom Regelsystem (Schneider, 1995). Ein Regelsystem ist damit ein abstraktes Gebilde von Sätzen, Normen, Bedingungen. Ein Handlungssystem ist in der kleinsten Einheit ein Individuum und in einer größeren Einheit ein Unternehmen. Im Rahmen unseres Forschungsprojektes sind relevante Handlungssysteme Institutionen, die sich hinsichtlich ihres Rechtscharakters in öffentliche und private Institutionen unterscheiden lassen. Hinsichtlich der Tiefe der Betrachtung bleiben wir bei den benutzten Institutionen auf der Ebene der juristischen Einheit. Es werden also nicht untergeordnete Ebenen/Abteilungen beispielsweise des Straßenbetreibers betrachtet.

- Die Unternehmensführung erfolgt durch eine Unternehmensleitung, welche die relevanten Unternehmerfunktionen identifiziert und dann ausübt,
- Der Absatz, der im Bereich der kooperativen Fahrerassistenzsysteme mit dem Dienstangebot gleichzusetzen ist,
- Die Beschaffung, die identisch ist mit der Datenerhebung,
- Die Produktion als realer Vollzug der Tätigkeiten zwischen Beschaffungs- und Absatzmärkten entspricht im Bereich von C2X-Systemen der Datenaufbereitung,
- Das Personalwesen: hier gehören neben den Beschaffungstätigkeiten am Arbeitsmarkt, Maßnahmen der Mitarbeiterführung und Mitarbeiterqualifikation dazu,
- Die Finanzwirtschaft umfasst die externe Finanzierung, die Innenfinanzierung, die Inneninvestition,
- Das Rechnungswesen nicht als Regelsystem, sondern als Tätigkeit, um eine buchhalterische Erfolgskontrolle zu ermöglichen.

Entscheidend ist immer, dass bei der Bildung eines Institutionellen Rollenmodells, die weiteren wertschöpfungsspezifischen Rollen identifiziert werden. So kann es zweckmäßig sein, dass die Metarolle Finanzierung in die drei Rollen aufgespalten wird:

- Außenfinanzierung (z. B. Geldaufnahme, Liquiditätsbeschaffung bei Anlegern)
- Innenfinanzierung (z. B. Optimierung der monetären Ströme durch verbessertes Inkasso)
- Finanzierung von Investitionen

Im Bereich der Elektromobilität ist klar, dass sich hier neue Wertschöpfungsketten ergeben müssen. Dazu gibt es eine Reihe von Fördermaßnahmen (z.B. ELEKTRO POWER) und Forschungsprojekte (z.B. Systemforschung Elektromobilität vom Fraunhofer IAO). Vor diesem Hintergrund der hohen Unsicherheit über die Frage, wie eine tragfähige Wertschöpfungskette aussehen muss, ist gerade der IRM-Ansatz besonders geeignet, weil die nachträgliche Integration von neuen wertschöpfungsspezifischen Rollen jederzeit möglich ist, ohne die bereits bestehende Kooperation zu gefährden.

Neben der einfachen Integration neuer Rollen kann auch die Anzahl der Institutionen ebenso verengt oder erweitert werden. Diese Prozesse zur Erstellung der relevanten Institutionen, Rollen und Marktphasen muss kollaborativ zwischen den Akteuren geführt werden, die das Rollenmodell begründen.

Anwendung des Institutionellen Rollenmodell-Ansatzes

Es kann zwischen zwei Arten von Institutionellen Rollenmodellen unterschieden werden:

- Technische Rollenmodelle,

- Ökonomische Rollenmodelle.

Technische Rollenmodelle werden regelmäßig bei der Entwicklung von Systemarchitekturen angewendet. Auf der ökonomischen Seite gab es lange Zeit keine entsprechende Vorgehensweise, die es ermöglichte ein technisches Rollenmodell automatisch in ein ökonomisches Geschäftsmodell zu übertragen. Dieser White Spot kann mit Hilfe des institutionellen ökonomischen Rollenmodell-Ansatzes geschlossen werden.

Der Ansatz der Institutionellen Rollenmodelle ist neuartig und befindet sich wie bereits dargestellt in der methodischen Entwicklung, wobei mit CONVERGE und dem Projekt „Marktdesign kooperativer Systeme“ zwei erfolgreiche Anwendungsfälle vorliegen. Die Institutionelle-Rollenmodell-Matrix benötigt letztendlich zwei Inputvektoren. Es müssen die ökonomischen und technischen Rollen identifiziert werden. Bei den ökonomischen Rollen werden dabei im Wesentlichen die klassischen betriebswirtschaftlichen Rollen vorgegeben und um die spezifischen, durch die Wertschöpfung geprägten, Rollen ersetzt. Der konzeptionelle Charakter des Projektes erfordert einen relativ hohen Abstraktionsgrad bei den Rollen. Daher werden die für die Untersuchung abgeleiteten Rollen als Metarollen bezeichnet.

6 BUSINESS USE-CASES

6.1 Ableitung und Beschreibung verschiedener Szenarien

Im Folgenden werden sechs unterschiedliche Szenarien beschrieben, die einen Eindruck vermitteln sollen, wie der im Projektverlauf zu erstellende Systemverbund die Mobilitätsnachfrage der Nutzer bedient. Diese Business Use-Cases (BU) berücksichtigen ökonomische und technische Dienste, die in den Experten-Interviews und mittels Kreativitätstechniken generiert worden sind. Weiterhin werden Vorschläge des Projekts TEAM und des St. Galler Business Model Navigators verwendet.

Diese Services wurden thematisch geclustert und per Brainstorming und durch Unterstützung des Frameworks der TU Wien in die Business Canvas nach Osterwalder und Pigneur übertragen (vgl. Osterwalder, 2010).

Von dieser Grundlage aus konnten via Storytelling sechs möglichst umfassende BUCs erstellt werden. Diese BUCs werden im nächsten Kapitel mittels der Zielerreichungsmatrix bewertet und eine White-Spot Analyse dargelegt.

6.2 Technische und ökonomische Aspekte

Services	BU					
	1	2	3	4	5	6
Technische Merkmale:						
Ad-hoc Routenplanung per App	x	x		x	x	
Verkehrsmittelbuchung per App	x	x		x	x	
Freischaltung Verkehrsmittel per Smartphone	x	x				
Freischaltung Verkehrsmittel per Code					x	
Freischaltung Fahrzeug/Schlüssel per RFID Transponder	x					
Parkleitsystem im Fahrzeug integriert	x					
Buchung von Komfortfunktionen im Fzg	x					
(Standortabhängige) Car2X-Kommunikation	x			x		
Umfangreiches Verkehrsinformationssystem im Fzg.	x			x		
Buchung von Ladesäulen / Parkplätzen / Tauschstationen					x	
Informationen über Ladesäulen / Tauschstationen					x	
Adaptives, kollaboratives Routing					x	

Dynamische Bevorrechtigung von EVs (Geschwindigkeit, Spurfreigabe, Umweltzonen)				x		
Schnittstellen für Anbindung weiterer Partner			x			
Intelligente Ladeinfrastruktur			x			
Hybride Kommunikation			x			
Kollaborative Fahrzeugassistenzsysteme						x
P2P Datenaustausch		x		x		
Integrierte App	x			x	x	
Erfassung und Berücksichtigung externer (Umwelt-)Effekte				x	x	
Koordinierung und Steuerung des Gesamtverkehrs				x		
Automatisches Wechseln der Antriebsart bei Hybriden				x		x
Konstruktion und Bau neuer Fahrzeuge und Hardware						x
Serienmäßige ITS Ausstattung						x
Bremsenergierückgewinnung						x
E-Roaming				x		
Blackbox						x
Ökonomische Merkmale:						
Multimodale Mobilität	x	x	x		x	
B2B-Netzwerk zur Bereitstellung der gesamten Mobilitätsdienstleistung	x	x			x	
Im Wettbewerb stehende Meta-Dienstleister als Nutzer-Anlaufstelle		x				
Aufeinander ausgerichtete Einzeldienstleistungen (Mobilitätsknotenpunkte)		x				
Kosten für Gruppenreise getrennt abrechenbar		x				
Nutzen statt besitzen (CarSharing und ÖPNV)	x	x			x	
ÖPNV vorhanden	x	x			x	
Bedarfsverkehr vorhanden	x	x			x	
Individualverkehr vorhanden	x	x		x	x	
Privatfahrzeug vorhanden				x		
B2B - Lösungen	x	x	x	x	x	
Service Flatrate	x					
Lizenzen zur Datennutzung			x			
Soziale Mobilitätsnetze						x
Pay per-Use					x	

Revenue Sharing innerhalb des Systemverbunds		x				
Intelligente Ladetarife				x		
Neue Start-Ups			x			x
Multimodaler Mobilitäts-Broker	x				x	
Add-on Services						x
Big data			x			
Dynamische Citymaut						x
One Way Carsharing	x					
Motivation E-Fzg Nutzung:						
Erhöhung der individuellen Flexibilität im ÖPNV	x	x			x	
Zeit-/Wegeersparnis gegenüber ÖPNV, bzw. konventionellen PKW	x			x	x	
Umweltaspekte gegenüber konventionellen PKW					x	
Privilegien für E-Fzg (z.B. Lockerung von Park-/Fahrverboten, Freigabe von Sonderspuren, Lockerung von Geschwindigkeitsbeschränkungen)	x	x		x		
Erschließung von Bereichen ohne ÖPNV Anbindung		x				
Rückfalllösung im Ausnahmefall					x	
Prestige / Technikbegeisterung				x		
Alle Services aus einer Hand	x					x
Datenschutz als Kaufanreiz						x

6.3 Beschreibung der Business Use-Cases

BU 1: Stefans Weg zur Uni mit Umwegen

Student Stefan plant beim Frühstück seinen Tagesablauf. Wie jeden Tag hat Stefan Vorlesungen auf dem Campus der Universität. Normalerweise nimmt er den Bus von seinem Wohnort Kleinweiler nach Mittingen, von dort den Zug nach Neustadt und vom dortigen Hauptbahnhof wieder einen Bus zum Campus. Heute muss er jedoch zusätzlich um 10:00 Uhr eine Hausarbeit bei der Druckerei in der Neustädter Innenstadt abholen. Er bricht daher heute später auf und informiert sich infolgedessen über die optimale Route. Aufgrund von unzureichender Busverbindungen zu dieser Zwischenzeit empfiehlt die App No Limits auf dem Weg von Kleinweiler nach Mittingen die Nutzung eines E-Fahrzeugs aus dem Penderpool der Gemeinde Mittingen.

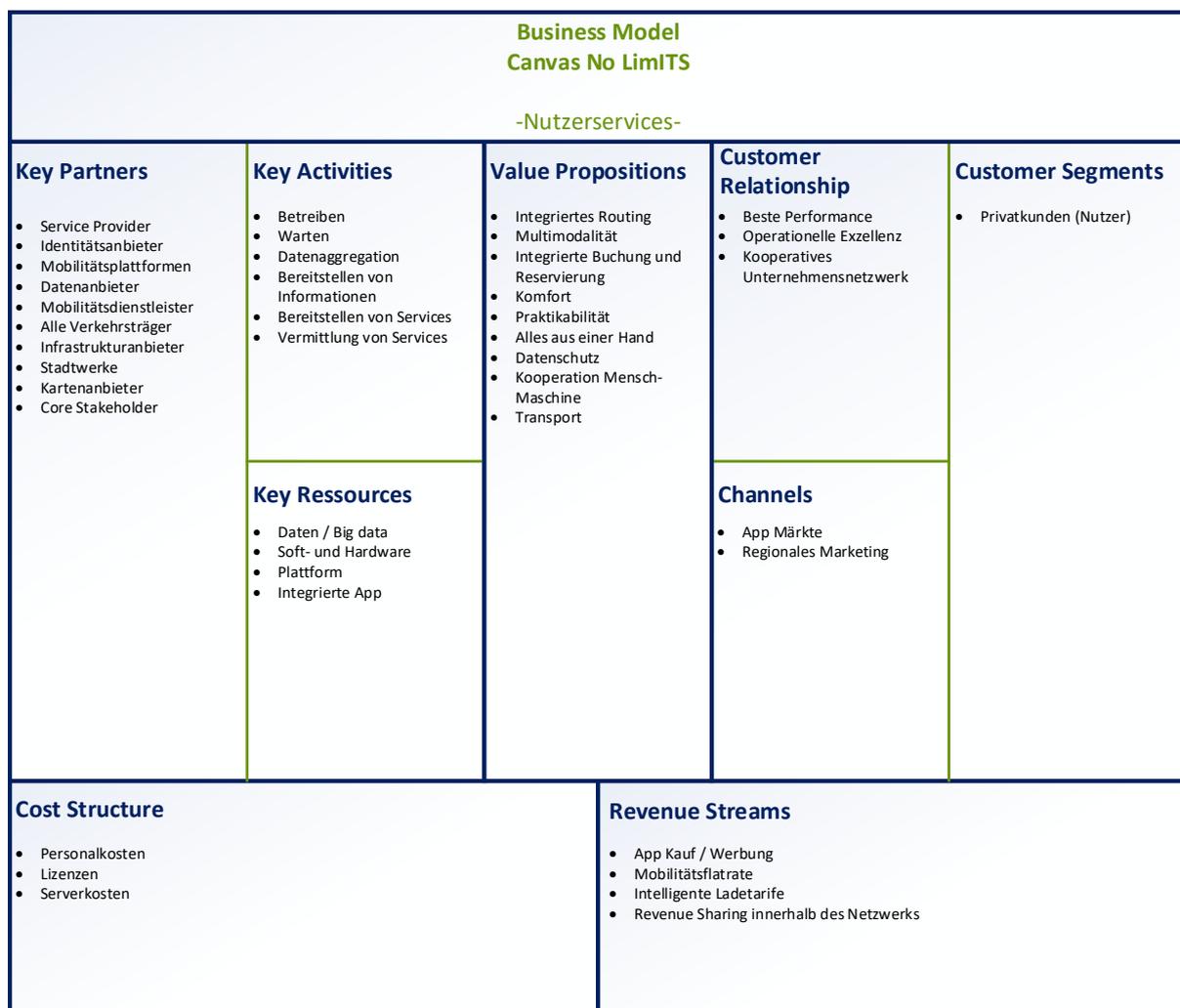


Abbildung 17 - Business Use-Case Nutzerservice

Wegen unpassender Anschlusszeiten der ÖPNV-Verbindung und eines größeren Fußwegs zur Druckerei in Neustadt empfiehlt die App, vom Hauptbahnhof zum Campus nicht wie üblich den Bus zu nehmen, sondern auch hier ein Elektrofahrzeug aus dem Car-Sharing-Pool der CarSharing GmbH Neustadt zu nutzen um den Zusatzweg effizient zu bewältigen. Stefan hat die für Studenten besonders kostengünstige Mobilitätsflatrate in Bremen, nimmt die Empfehlung an und hat somit seine Tagesroute inklusive der Reservierung der E-Fahrzeuge in Kleinweiler und Neustadt gebucht. Der für die Aktion notwendige B2B-Datenaustausch zwischen Anbietern von App, E-Fahrzeug und ÖPNV ist währenddessen bequem ohne Stefans Wissen im Hintergrund abgelaufen.

Aufgrund der aktuellen Außentemperatur schlägt die App die Komfortfunktion "Klima" vor um die gebuchten Fahrzeuge zu Stefans Ankunft auf eine angenehme Temperatur aufzuheizen. Auch dieses Angebot nimmt er an. Auch diese Aktion wird von backend-seitigen Hintergrundprozessen ausgelöst. Um 09:00 Uhr bricht Stefan auf und macht sich auf den Weg zu den Stellplätzen der E-Fahrzeuge auf dem Kleinweiler Marktplatz wo das gebuchte Fahrzeug an der Ladestation voll aufgeladen bereit steht. Er entsperrt das Auto mit seinem Smartphone und fährt zum Bahnhof Mittingen. Kurz vor der Ankunft wird Stefan über das lokale Parkplatzzouting in der Anzeige des Fahrzeugs über die Position eines freien Stellplatzes informiert. Er stellt das Fahrzeug ab und steigt in die S-Bahn nach Neustadt, die wenige Minuten später abfährt.

In Neustadt angekommen übernimmt er das reservierte Elektrofahrzeug. Nach dem Starten des Autos ist die Druckerei durch die Buchung bereits als Ziel eingestellt. Auf dem Weg kann Stefan durch die Nutzung der speziellen E-Fahrzeug-Spuren in Neustadt Zeit sparen und kommt so nach kürzester Zeit bei der Druckerei an, wo er auf einem speziell für E-Fahrzeuge reservierten Parkplatz parkt. Nach der Abholung der Hausarbeit fährt er weiter zum Campus und stellt das Fahrzeug auf dem Parkplatz für Elektrofahrzeuge ab und geht zur Vorlesung. Auf dem Parkplatz sorgt ein Mitarbeiter der Firma Car-Sharing GmbH dafür, dass das Fahrzeug an der nächsten freien Ladesäule geladen wird und anschließend anderen Nutzern wieder zur Verfügung steht. Auf dem Rückweg nutzt Stefan die gewohnte ÖPNV Verbindung mit Bus und S-Bahn.

BU 2: Mobility-Service-Provider organisiert Emmis Ausflug

Emmi sendet über ihr mobiles Endgerät eine Anfrage an ihren Mobilitätsanbieter (Mobility Service Provider, MSP). Sie möchte von ihrem aktuellen Standort mit insgesamt vier Personen in einen kleinen Ort in der Umgebung fahren, der nicht in das öffentliche Nahverkehrsnetz integriert ist.

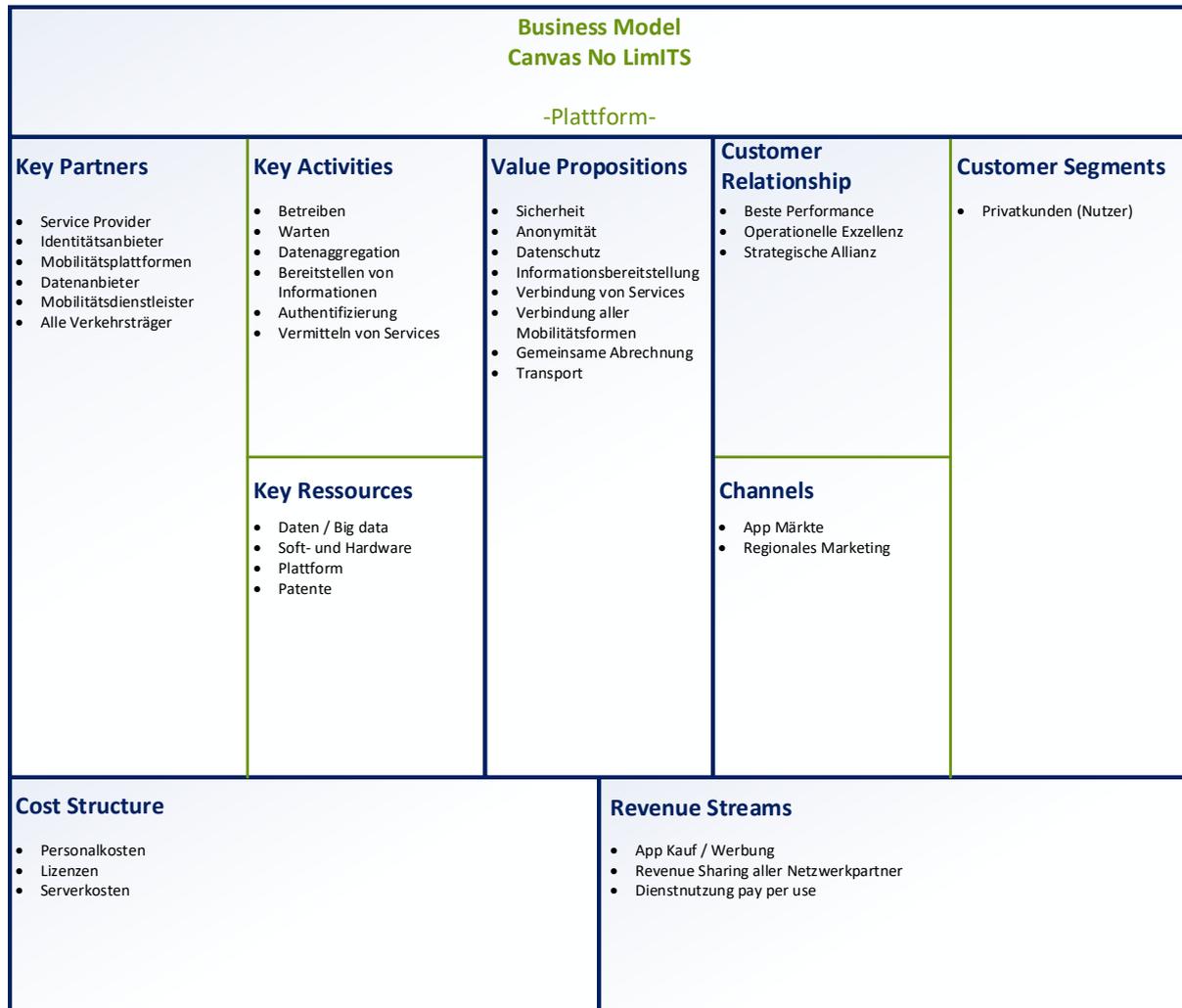


Abbildung 18 - Business Use-Case Plattform

Ihr Mobilitätsanbieter authentifiziert Emmis Anfrage über ihren OpenID-Anbieter erfolgreich. Für die getrennte Abrechnung kann Emmi zudem die Pseudonyme (pseudonym@MSP) ihrer Mitfahrer angeben, die dann ebenfalls eine eigene Authentisierungsanfrage von ihrem jeweiligen MSP erhalten. Die Verbindung kann nach der Architektur des Systemverbunds direkt oder über Service Provider erfolgen.

Dann erstellt der MSP auf Basis des Angebots der lokalen Beförderungsdienstleister mehrere Vorschlagsrouten aus denen Emmi eine auswählt. Emmi wählt eine multimodale Wegeketten aus Elektrofahrzeug, Tram und Elektroauto.

Während Stellplätze für private PKW im Stadtgebiet nur noch in wenigen Quartiersgaragen verfügbar sind, stehen Elektrofahräder und -pkw an vielen Leihstationen bereit. Zugänge zu den auf höherer Hierarchieebene operierenden Verkehrsträgern wie Bahn und Tram sind ebenfalls nur an bestimmten Mobilitätsknotenpunkten gegeben. Das Elektrofahrzeug ist schnell verfügbar und günstiger als z.B. der Elektro-PKW. Der Anrufbus, der unabhängig von Haltestellen und Fahrplänen im Stadtgebiet operiert, müsste 30 min im Voraus gebucht werden, was der spontanen Emmi in diesem Fall nicht reicht. Der MSP bucht die Mobilitätskette deshalb bei den jeweiligen Beförderungsdienstleistern.

Die Gruppe beginnt die Wegeketten mit dem leicht zugänglichen Elektrofahrzeug, um zum nächsten Zugangspunkt der nächsthöheren Ebene der Mobilitätshierarchie zu gelangen. Mit Hilfe ihrer mobilen Endgeräte authentisiert sich die Gruppe an den jeweiligen Verkehrsmitteln und schaltet so das Fahrradschloss, den Tramzugang und den Elektro-PKW frei. Die Verbindung der IT-Systeme übernimmt das No LimITS-System.

Die Mobilitätsstationen der Beförderungsdienstleister erfragen beim MSP die Legitimität von Emmis Zugang, der zusätzlich noch einmal die Authentizität von Emmis Anfrage prüft und dann erst seine Freigabe gegenüber der Mobilitätsstation erteilt. Mit der Tram gelangen sie zu einem Mobilitätsknotenpunkt am Stadtrand, von wo sie auf den Elektro-PKW umsteigen, um zu ihrem Zielort zu gelangen. Von dort fahren sie später auf gleichem Wege wieder zurück. Die jeweiligen Beförderungsdienstleister rechnen die in Anspruch genommenen Mobilitätsdienstleistungen mit dem MSP ab. Emmi erhält von ihrem MSP erst am Monatsende eine Rechnung mit Einzelbindungsnachweisen über die in Anspruch genommenen Mobilitätsdienstleistungen. Im Rahmen ihres Tarifs steht ihr ein gewisses Kontingent an Freiminuten für die Nutzung der verschiedenen Verkehrsträger zur Verfügung (z.B. 3h E-Fzg, 10h Anrufbus, 10h Tram, 10h Bahn, 20h E-Bike). Der Rechnungsbetrag wird von Emmis Konto eingezogen und nach einem vereinbarten Schlüssel an die an der Wegeketten beteiligten Service Provider innerhalb des Systemverbunds aufgeteilt.

BU 3: Das Akkutauchstation Start-Up

Der kürzlich aus Kalifornien zugewanderte Unternehmer Elon M. ist begeisterter Nutzer von Elektrofahrzeugen. Es stört ihn, der geschäftlich viel unterwegs ist, deshalb sehr, dass er viel Zeit wartend an Ladesäulen verliert. Aus seiner Erfahrung in der elektromobilen Start-up Branche weiß M. dass wesentlich komfortablere und schnellere Lösungen in Form von Batterietauschsystemen existieren. Bekannte Namen wie „Better Place“ sind jedoch gescheitert. Das Handling und die Investitionen waren schlicht zu teuer. M. glaubt jedoch an die Idee und hat genaue Vorstellungen wie er sie verbessern kann. Zusammen mit befreundeten Ingenieuren entwickelt er eine Lösung für modularisierte und standardisierte Akkutauchsysteme. Diese sind für verschiedene Fahrzeuge geeignet und machen eine Be- tankung obsolet (<http://www.ettrak.com/>).

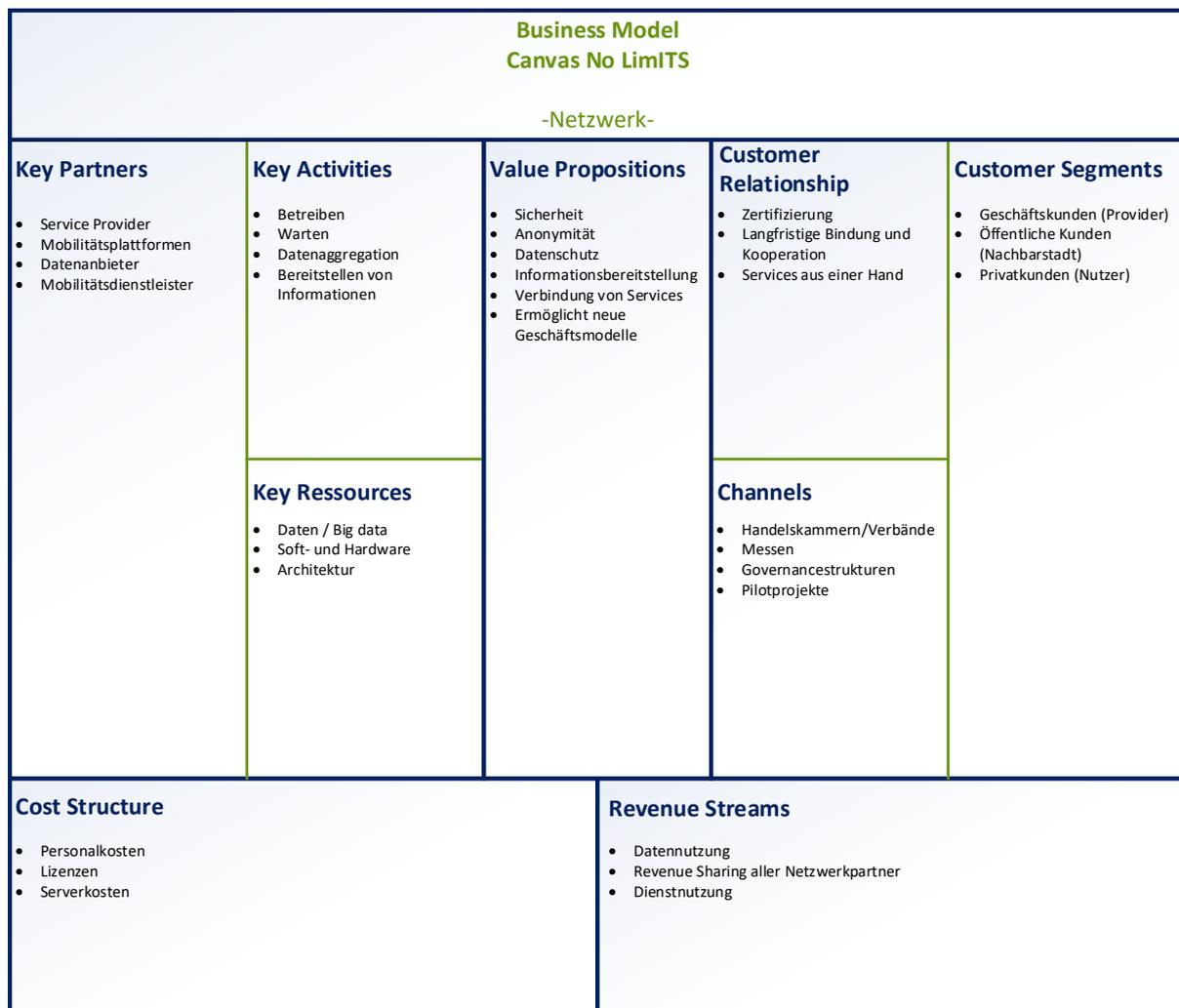


Abbildung 19 - Business Use-Case Netzwerk

Er möchte seinen zukünftigen Kunden dabei via App Standorte anzeigen und Batterien für Sie reservieren. Deshalb erhebt und sammelt er Standortdaten, sowie die quantitativen und qualitativen Parameter der hierfür intelligent kommunizierenden Akkustationsstationen. Um diese Datenmengen zu verarbeiten beauftragt er EDV-Unterauftragsnehmer und refinanziert dies durch Vergabe von Lizenzen zur rechtlich gesicherten Fremdnutzung der Daten.

Um solche und weitere Services anbieten zu können und im Second Life der Batterien ein Smart Grid zu unterstützen möchte M.s Firma Daten anderer Unternehmen wie Energiedienstleistern oder Kartenanbietern nutzen. Gleichsam soll sein Service und seine Daten auch in einem intermodalen Verbund genutzt werden können weswegen er diese anonymisiert und unter Beachtung des Datenschutzes weitergeben möchte.

Um Informationen zu beziehen und zur Verfügung zu stellen kann er das zukunftssichere No Limits System nutzen, welches sich für Datenaustausch jeglicher Art eignet. Dieses sichere und offene System hält vordefinierte Schnittstellen bereit an denen sich ein neuer Akteur wie M. schnell und unkompliziert anschließen kann um nach dem dezentralen Prinzip des Internets der Dinge e-Mobilitätsdaten auszutauschen. Technische wird die Übertragung über einen hybriden Kommunikationsansatz durchgehend gewährleistet.

Hiermit ist Elons Unternehmung zukunftssicher aufgestellt, denn als Pionier weiß er, dass eine sichere und offene Vernetzung von Infrastruktur und Fahrzeug wichtigste Grundlage für zahlreiche zukünftige Mobilitätsanwendungen wie das automatisierte Fahren darstellt.

BU 4: Smart e-traffic in der schilderlosen Stadt der Zukunft

Zu viele Verkehrsschilder verringern die Verkehrssicherheit und kosten viel Geld. Mit internen Fahrzeugdisplays kann der Kahlschlag im Schilderwald erfolgen. Das onboard-Display der Elektrofahrzeuge in der schilderlosen Stadt der Zukunft zeigt Beschilderungen und Regeln direkt im Fahrzeug an und ermöglicht so eine differenzierte Bevorrechtigung von Elektrofahrzeugen im urbanen Straßenverkehr der Zukunft.

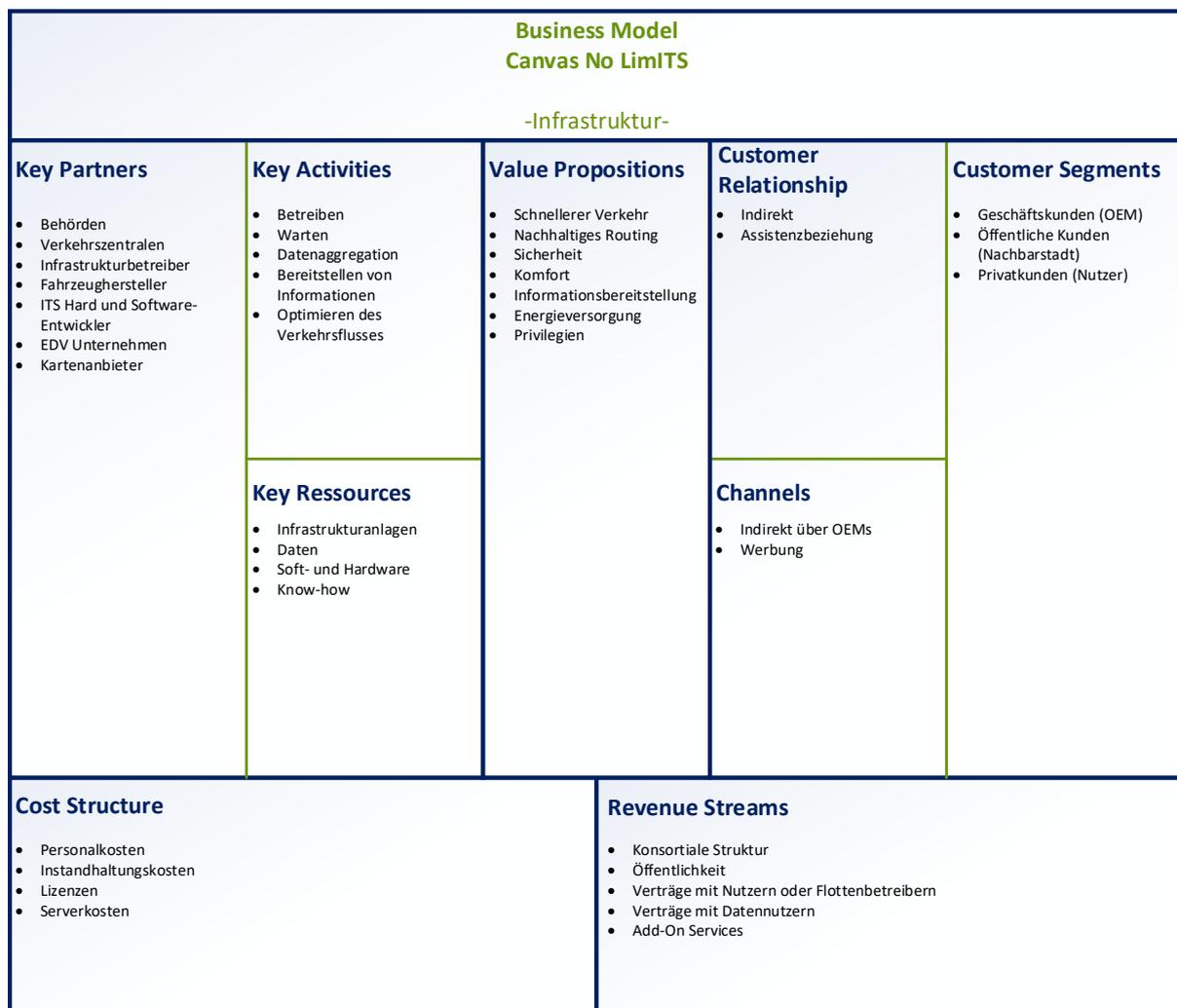


Abbildung 20 - Business Use-Case Infrastruktur

Der technologiebegeisterte Entrepreneur Emil Elektro muss last-minute ein Geburtstagsgeschenk für einen guten Bekannten in der Innenstadt besorgen. Der in der Vorstadt der schilderarmen Metropole Bremen wohnende Emil entscheidet sich für eine

Fahrt mit seinem privaten Elektroauto, da Google-e-Maps ihm anzeigt, dass er mit diesem zehn Minuten der Fahrzeit im Vergleich zu einem konventionell angetriebenen Fahrzeug einsparen kann. Weiterhin wählt er damit auch die ökologisch vorteilhafteste Route, wie die App ihm ebenfalls anzeigt.

Dies geschieht, da ihm auf dem Weg Busspuren zur Benutzung individuell freigegeben werden und er die in den Abendstunden übliche Rush Hour in der Innenstadt hierdurch vermeiden kann. Des Weiteren spart er Zeit, da er mit seinem Elektrofahrzeug näher an das von ihm bevorzugte Geschäft, in der für konventionelle Fahrzeuge gesperrten inneren City, fahren darf.

Die Bevorrechtigungen seines E-Fahrzeugs sind dabei nur ihm selbst sichtbar, da alle Verkehrsteilnehmer Beschilderungen und weitere umfangreiche Verkehrsinformationen direkt auf ihr eigenes Display im Fahrzeug übertragen bekommen. Dies wird durch drahtlose Car2X-Kommunikation mittels ETSI ITS-G5, GPS-Standortdaten und einer permanenten Anbindung an den Mobilfunk gewährleistet. Das hybride Zusammenwirken von GPS, Funkstandards und anderen IT Plattformen wird durch die völlig offene No LimITS-Systemarchitektur problemlos und komfortabel über vordefinierte Schnittstellen ermöglicht. Lade-Roaming für Fremdladevorgänge kann so problemlos realisiert werden. Jedoch läd Emil lieber später zuhause, dass der Strom des benachbarten Windparks aufgrund des angekündigten Windes heute Abend besonders günstig sein wird.

Auch auf der Rückfahrt kann Emil von Privilegien für Elektrofahrzeuge profitieren. Er nutzt ebenfalls eine Sonderspur, auf der er individuell mitgeteilt bekommt, dass er, entgegen ansonsten geltenden Geschwindigkeitsbeschränkungen aufgrund von Lärmschutz, 20 km/h schneller fahren darf als konventionelle PKW.

So spart Emil nicht nur Zeit ein, sondern auch der Verkehrsfluss wird verbessert und es gibt kaum noch Stau. Verkehrsleitzentralen überwachen und steuern den kollaborativen Prozess in Echtzeit und kommunizieren P2P mit der Infrastruktur. Die Veränderungsgeschwindigkeit im Bereich der Mobilität und ihren Einflussumfeldern ist heute sehr groß. Technologische Innovationen werden dabei helfen, den Mobilitätsbedürfnissen von Gesellschaft und Wirtschaft der Zukunft bei einem deutlich sparsameren Einsatz von Ressourcen gerecht zu werden.

BU 5: Flexibles Pendeln zur Schwarzwaldklinik

Hans hat eine neue Stelle im Schwarzwald-Baar-Klinikum in der nächsten Kreisstadt VS. Wohnhaft ist er im ca. 30 km entfernten Schönwald. Seine integrierte ITS-Wege-App, die Features von Routing bis hin zur Parkplatzreservierung vereint, versichert ihm eine täglich einstündige Bahnverbindung zwischen Schönwald und VS. Mit dem E-Auto dauert die Fahrt per Car-Sharing jedoch nur halb so lange.

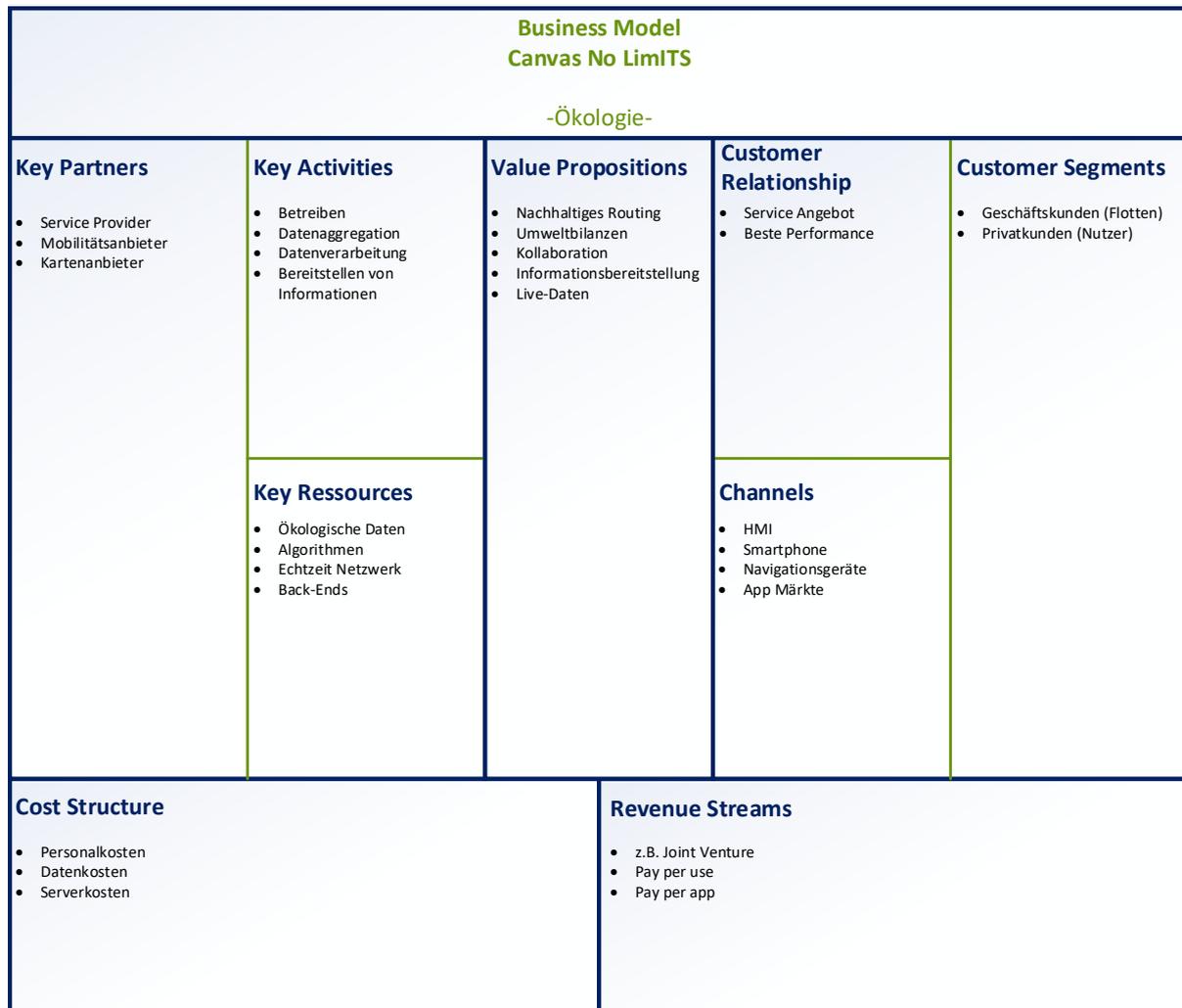


Abbildung 21 - Business Use-Case Ökologie

Hans bucht am Vorabend seines ersten Arbeitstages per ITS-Wege-App die Strecke Schönwald – VS Klinikum und zahlt je nach Nutzung. Per Bahn, denn das E-Auto ist für den benötigten Zeitraum nicht in Schönwald verfügbar. Abgerechnet wird die geplante Strecke über den übergeordneten koordinierenden ITS-Anbieter. Dieser sendet einen Code, der für alle Verkehrsmittel der gebuchten Strecke im geplanten Zeitraum gültig ist.

Am nächsten Morgen fährt Hans um 5.40 Uhr mit dem Fahrrad zum Bahnhof in Schönwald. Dort angekommen sieht er auf der Echtzeit Anzeigetafel, dass sein Zug 10 Minuten Verspätung hat. Per Push-Notification über die ITS-Wege-App erfährt er 5 Minuten darauf, dass er seinen Anschlussbus in VS nicht rechtzeitig erreichen wird. Nimmt er den nächsten Bus eine Stunde später, so kommt er zu spät zur Arbeit.

Alternativ ist ein E-Auto am Bahnhof VS verfügbar. Ebenfalls wird ihm bei der Buchung ein freier Stellplatz mit Ladesäule am Klinikum reserviert. Neben der direkten Wiederaufladung des Fahrzeugs, kommt es Hans sehr gelegen, keine Zeit mit der Parkplatzsuche verschwenden zu müssen. Über die ITS-Wege-App hat Hans den Strecken-Code auf seinem Smartphone bei sich. Damit hat er auch Zugang zum E-Auto, mit dem er bequem und schnell das Klinikum erreicht. Dort angekommen, stellt er das Fahrzeug auf dem reservierten Platz an und schließt es an die Ladesäule an.

Hans ist begeistert. Er erreicht das Klinikum dank durchgehender Fahrt ohne Zwischenstopps vor dem Bus. Gleich bucht Hans den Rückweg mit diesem E-Auto und benötigt nachmittags für den Heimweg anstatt 1.30 h mit Zug und Bus insgesamt nur 40 Minuten. Abends schickt ihm die ITS-Wege-App seine Ökobilanz des heutigen Tages im Vergleich zu der eines Nutzers von Verbrennungsmotoren auf gleicher Strecke.

Da Hans mit seiner Top-Ökobilanz die heimische Natur schützen möchte, entscheidet er sich für seinen Wochenendtrip ein E-Auto zu buchen. Sein Mountainbike kommt dabei praktisch in der Transporthaltung des Car-Sharing-Fahrzeugs unter.

BU 6: Das elektromobile Start-Up Volta

Die Forschungsgruppe Fahrzeugkonstruktion der htw saar hat den Trend hin zu vernetzen und intelligenten Fahrzeugen erkannt und ein eigenes, kostengünstiges E-Fahrzeug entwickelt. Experten und Forscher hatten gezeigt wie Nischenfahrzeuge im Elektromobilitätsbereich erfolgreich sein können, wenn man ITS als zusätzlichen Service für Sicherheit und Komfort etabliert.

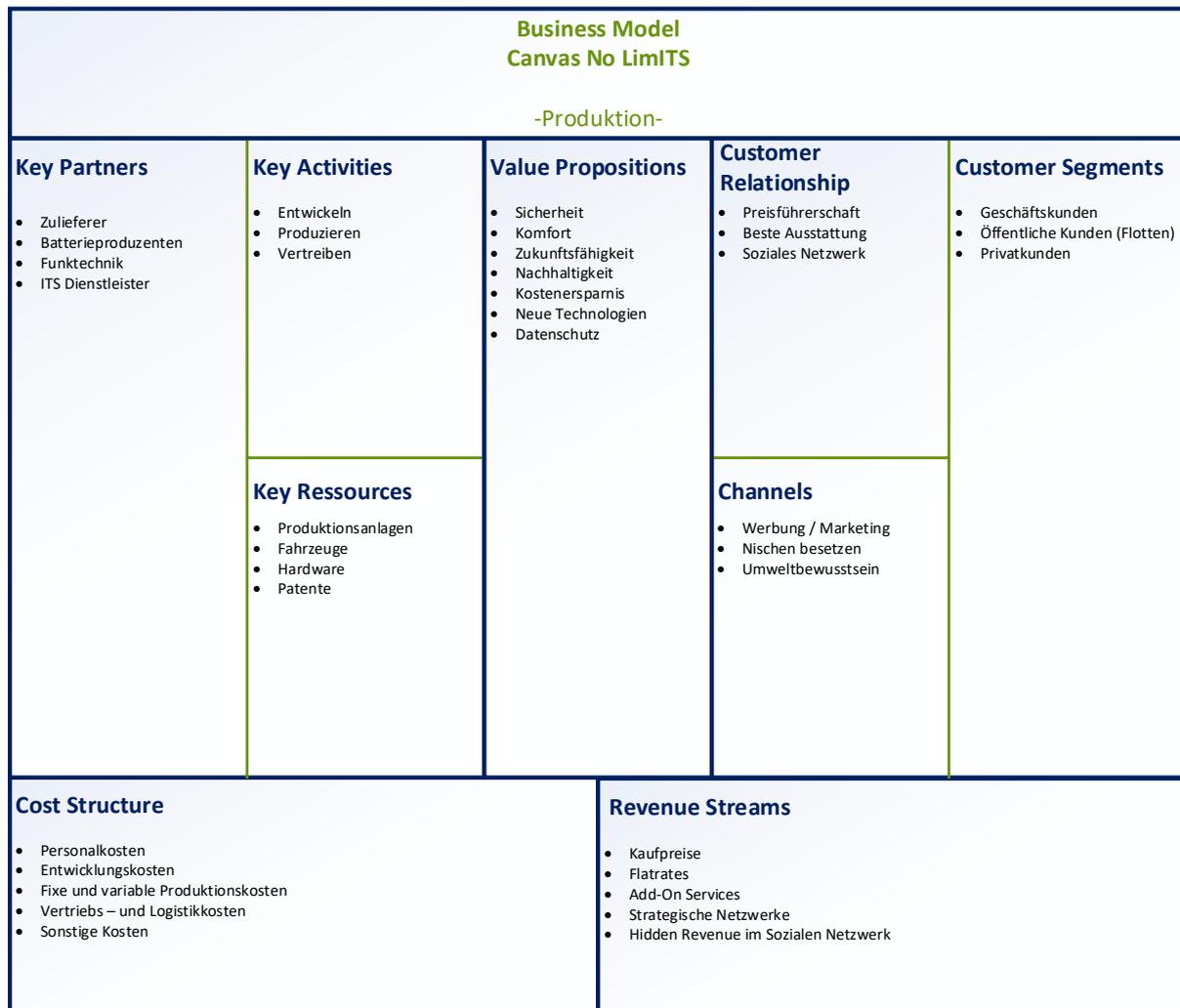


Abbildung 22 - Business Use-Case Produktion

Mithilfe eines Investors gelingt es, das Fahrzeug inklusive aller nötigen ITS Hardware Komponenten zur Serienreife zu bringen. In der Zwischenzeit haben Teile der Hochschule sich ausgegliedert und ein Start-Up namens „Volta“ gegründet. Dort werden auch ITS-Nachrüstkits in verschiedenen Varianten angeboten und machen heutige Fahrzeuge modular erweiterbar. Folgende Features können fahrzeugeitig beispielsweise angeboten werden:

- Black Box für Versicherungen

- Kollaborative Spur- und Stauassistenten
- Ampelphasenassistent
- Bremsenergierückgewinnung
- Smart Car2Grid Applikationen

Die hybride Fahrzeugvariante unterstützt weiterhin ein umweltzonenbezogenes Umschalten zwischen Verbrennungs- und Batteriebetrieb. (analog dazu ein dynamisches City-Mautsystem) Dabei wird höchster Wert auf umfassenden Datenschutz gelegt, was für Kunden einen zusätzlichen Kaufanreiz bedeutet. Als Geschäftsmodell sieht Volta nicht den Fahrzeugverkauf, sondern analog zu Google den Vertrieb von Apps und Add-On Services aus einer Hand. Auch an sozialen Mobilitätsnetzwerken wird gearbeitet. Die Fahrzeuge sind damit update- und erweiterbar. Das Unternehmen hat die Marktlücke für Nischenelektrofahrzeuge erkannt und möchte weiter expandieren. Namhafte Automobilhersteller haben bereits Kaufinteresse signalisiert.

7 ZIELERREICHUNGSMATRIX UND ERFOLGSFAKTOREN

Die Zielerreichungsmatrix ist ein strategisches Tool aus dem Satz der multikriteriellen Analysemethoden. Sie stellt damit ein Tool der Entscheidungstheorie dar, das es ermöglichen soll, anhand einer Reihe von Kriterien alternative Maßnahmen zu bewerten, die zur Erreichung eines bestimmten Ziels beitragen sollen. Multikriterielle Analysen tragen hierbei der Komplexität von Entscheidungen Rechnung, da eine Vielzahl von Erfolgsfaktoren berücksichtigt werden können. Die Zielerreichungsmatrix stellt hierbei eine Möglichkeit der Entscheidungsfindung dar. Zu beachten ist, dass eine Zielerreichungsmatrix vor allem für Entscheider relevant ist. Diese können Politiker sein, aber auch Automobilhersteller oder Verbände. Für jeden Entscheider kann das Ergebnis der Zielerreichungsmatrix jedoch unterschiedlich ausfallen, was auf das methodische Vorgehen der Zielerreichungsmatrix zurückzuführen ist.

Das schematische Vorgehen zur Erstellung und Anwendung der Zielerreichungsmatrix ist hierbei das folgende:

1. Identifikation des zu erreichenden Ziels
2. Identifikation der relevanten Erfolgsfaktoren
3. Zuordnung einer geeigneten Skala (ordinal oder kardinal)
4. Identifikation der alternativen Maßnahmen zur Erreichung des Ziels
5. Bewertung des Einflusses der Maßnahmen auf die Erfolgskriterien
6. Individuelle Gewichtung der Erfolgskriterien durch den Entscheider
7. Vergleich der Maßnahmen gemäß der vorgenommenen Gewichtung und deren Werten auf der Skala

Ergebnis der Zielerreichungsmatrix ist dann eine Maßnahme oder ein Set aus Maßnahmen, das zum einen eine objektive Bewertung enthält (die Bewertung des Einflusses der Maßnahmen auf die Erfolgskriterien) sowie eine subjektive und interessensgetriebene Komponente (die Gewichtung der Kriterien). Dieser Aspekt ist wichtig, da dies erlaubt, dass Entscheider individuelle Schwerpunkte gemäß ihrer eigenen Interessen setzen können. Gleichzeitig bleibt die Schwerpunktsetzung aber transparent und explizit.

Für die Zielerreichungsmatrix im Projekt No LimITS wurde wie folgt vorgegangen:

Als übergeordnetes Ziel wurde die Förderung der Elektromobilität definiert. In einem iterativen Mind-Mapping-Prozess mit Experten des Konsortiums wurden die Erfolgsfaktoren für Elektromobilität identifiziert und definiert. Es wurden die Faktoren Preisstruktur, Zugang /Verfügbarkeit, regionale Gege-

benheiten, Einbindung in den Verkehrsfluss, wahrgenommene Zuverlässigkeit, öffentliche Akzeptanz/Meinung, öffentliche Meinungsbildung, technische Weiterentwicklung und politische Maßnahmen identifiziert und kategorisiert. Weiterhin zeigten die Interviews den Aspekt der Vernetzung als zentralen Erfolgsfaktor für die Elektromobilität als Teil einer neuen, möglicherweise autonomen Automobilität. Diesen Kategorien wurden operationalisierte Faktoren zugeordnet, die dazu dienen, die Erfolgsfaktoren zu erläutern und deren Bewertung die Grundlage geben. Die Zielerreichungsgrad kann detailliert und kardinal angegeben werden.

Die folgende Tabelle stellt mögliche Operationalisierungsvariablen für verschiedene Erfolgskriterien für Elektromobilität dar. Auf der Ebene der Erfolgskriterien können insgesamt neun Hauptkriterien identifiziert werden. Welche Variablen für eine Operationalisierung der Zielerreichung relevant sind, wird durch die Bewertung der Business Use Cases ermittelt. In der Tabelle werden die aus jetziger Perspektive relevanten Operationalisierungsvariablen dargestellt.

Im Laufe des Projekts kann die Zielerreichungsmatrix weiteren Anpassungen unterliegen beispielsweise aufgrund der Ergebnisse aus den Interviews oder weil sich im Anwendungsprozess des Projekts manche Faktoren als völlig irrelevant, andere möglicherweise als besonders wichtig, aber bislang noch unberücksichtigt, herausstellen.

Tabelle 7: Zielerreichungsmatrix

Erfolgskriterien für Elektro-mobilität	Operationalisierung	Einfluss auf die Ziel-erreichung
Preisstruktur	Kaufpreis Nachfrager Haltungskosten Rentabilität Anbieter Preisbundles (E-Fahrzeug + Service) TCO/RCO Betrachtung Transaktionskosten (Batterie) Leasing	
Zugang/Verfügbarkeit	Dichte der Zugangspunkte Verfügbarkeit Car Sharer / Flottenbetreiber Zugang zu neuen Mobilitätsangeboten Zugang Testmöglichkeiten / Forschung / Autohäuser Zugang Infomaterialien / Werbung (TV)	

Regionale Gegebenheiten	Urbanität des Raums Netz der öffentlichen Verkehrsmittel Dichte und Zugang zu Ladesäulen Kopplung / Anbindung Stadt - Land Gesellschaftspsychologische Aspekte Kulturelle / Historische Aspekte Fahrprofile / Stadtgeographie	
Einbindung in den Verkehrsfluss	Parkmöglichkeiten Anschluss an weiterführende Verkehrsmittel Intermodalität IVS-Einbindung Lokale Verkehrssysteme Sonderbeschilderung Bevorzugung im Verkehr	
Wahrgenommene Zuverlässigkeit	Anzahl (Masse) an E-Fzg. Anzahl an defekten E-Fzg Allg. Medienberichte Reservierungsmöglichkeiten Sicherstellung freier Ladepunkte Sichtbarkeit Erfahrungen mit Emob Garantien und Services Sicherheit im Defektfall Ladenetzdichte	
Öffentliche Akzeptanz/Meinung	Breitenwirksamkeit / PR Medienberichte „Nachbarschaftsmeinung“ Information / Werbung / Marketing	
Öffentliche Meinungsbildung	Medienreichweite Einfluss der Gegner Interessen der Gegner Stakeholderanalyse-Aspekte?	
Technische Weiterentwicklung	Reichweite	

	Ladezeit Gewicht (Batterie, Kabelstrang etc.) Wartung / Reparaturanfälligkeit Recycling Ladetechnologiewechsel Zusatzservices an Bord (ITS z.B.) Hybride Übergangstechnologien	
Politische Maßnahmen	Subvention / monetäre Anreize Nicht-monetäre Maßnahmen CO2-Obergrenzen (EU)	
Vernetzung	Hybride Kommunikation Car2Car / Car2X Datenaustausch im Systemverbund	

In den weiteren Arbeitspaketen und Arbeitsschritten findet die Zielerreichungsmatrix wie folgt Anwendung:

Die Erfolgsfaktoren werden je Business Use Cases (Maßnahmen zur Zielerreichung) anhand der Zielerreichungsmatrix kardinal auf einer Skala von 0-5 bewertet. Damit ergibt sich ein Set an möglichen Maßnahmen zur Erreichung des Main-Goals „Förderung der Elektromobilität“. Die Zielerreichungsmatrix ermöglicht die Bewertung aller Use Cases zum späteren Vergleich hinsichtlich ihrer Wirksamkeit auch über das Projekt hinaus. Sie ist damit auch ein Tool, das außerhalb des Projekts für neue Use Cases angewendet werden kann. Die bewerteten BUs sowie die im Workshop erarbeiteten Gewichtungen G finden sich in Tabelle 8. Auf Grundlage dieser Ergebnisse werden die drei am besten bewerteten BUs für die Anwendung des institutionellen Rollenmodells ausgewählt. Dies sind BU 1: Nutzerservices, BU 4: Infrastruktur und der BU 6: Produktion. Der BU 1 wird als Maßnahmenset mit der höchsten Zielerreichung als technischer Demonstrator in AP 3 und 4 realisiert.

Tabelle 8 - Zielerreichungsgrade des Business Use Cases

	G	BU 1	GBU 1	BU 2	GBU 2	BU 3	GBU 3	BU 4	GBU 4	BU 5	GBU 5	BU 6	GBU 6
Preistruktur	7	5	35	4	28	3	21	4	28	3	21	5	35
Zugang	4	5	20	3	12	5	20	3	12	2	8	5	20
Regionale Gegebenheiten	2	4	8	2	4	3	6	5	10	5	10	2	4
Wahrgenommene Zuverlässigkeit	4	5	20	3	12	4	16	4	16	4	16	3	12
Öffentliche Meinung	3	4	12	1	3	4	12	5	15	5	15	3	9
Meinungsbildung	2	4	8	1	2	4	8	4	8	5	10	2	4
Technische Weiterentwicklung	4	4	16	5	20	2	8	3	12	3	12	5	20
Politische Maßnahmen	5	0	0	0	0	1	5	2	10	1	5	1	5
Vernetzung	6	5	30	5	30	3	18	5	30	4	24	5	30
Summe			149		111		114		141		121		139
Zielerreichungsgrad			81%		60%		62%		76%		65%		75%

Entscheidend für die nachhaltige Marktdurchdringung der neuen Dienste ist, dass definiert wird, welches die wesentlichen Eigenschaften für den Markterfolg sind, die Technologien und Services bisher nicht adressiert haben. Im Rahmen der ökonomischen White-Spot Analyse wurde daher ermittelt, welche Bedarfe im Rahmen der existierenden Serviceangebote noch nicht abgedeckt werden, um den Markterfolg der Elektromobilität voran zu treiben.

Die ausgewählten Use-Cases stellen „Best-Case-Szenarien“ dar, welche die Erreichung der in NoLimits angestrebten Ziele mit der höchsten Wirkungsintensität unterstützen. Zur Implementierung der in den BUCs dargestellten Lösungen im Rahmen des Demonstrators, welcher im Fall der technisch einwandfreien Funktionalität die Grundlage für weitere (technische) Dienste und somit zur einen Beitrag zur nachhaltigen Implementierung intelligenter, vernetzter Verkehrssysteme liefert, ist es notwendig, die technische Realisierbarkeit sicher zu stellen.

Im Rahmen einer technischen White-Spot Analyse wird daher identifiziert, ob die zur Realisation des beschriebenen Vorhabens notwendigen Technologie (State of the Art) und Prozesse (Integration und Kompatibilität der Systemkomponenten) bereits existieren bzw. implementierbar sind, oder dies in den Bereich weiterer Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen fällt. Ob dies der Fall ist, wird sich möglicherweise erst mit Entwicklung des Demonstrator herausstellen und ebenso, ob es sich um White-Spots bedingt durch Defizite bei der institutionellen/ Stakeholder Kooperation handelt (z.B. kann Technologie nur umgesetzt werden, wenn Stakeholder A+B+C kooperativ an einer Lösung arbeiten). Sollte der BUC1 als Best-Case aufgrund von Whitespots nicht umsetzbar sein, so gilt es diese (kurz oder langfristig betrachtet) durch Technologie-Weiterentwicklung unter Einbezug der hierzu notwendigen Akteure zu eliminieren. Die Whitespot-Analyse ist somit sowohl Bestandteil der in AP1 und 2 behandelten Umfeldanalyse und daraus hervorgehenden Ableitung von Handlungsfeldern und geeigneter Geschäftsmodelle, als auch der IRM-Entwicklung (Definition der notwendigen technischen und ökonomischen Rollen) und der Demonstrator Evaluation (technische Funktionalitätsprüfung). Die White-Spot Analyse erstreckt sich somit über alle Arbeitspakete, sodass notwendige Korrekturmaßnahmen ergriffen werden können und in der finalen Projektevaluation alle zur Realisation notwendigen Kriterien identifiziert wurden, um hieraus valide Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen abgeleitet zu können.

8 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Arbeiten im Arbeitspaket 1 (Umfeldanalyse) erfolgten in sehr enger Abstimmung mit dem Arbeitspaket 2 (Evaluation und Selektion). Um die Zielsetzungen erfüllen zu können, wurde der Status Quo in der Praxis und der Forschungslandschaft eruiert. Es erfolgten die Erhebungen zum Status Quo in Bezug auf technische und ökonomische Aspekte im Umfeld von ITS und Elektromobilität. Hierbei standen zum einen die Stakeholderanalyse sowie die Betrachtung aktueller Märkte und Geschäftsmodelle im Vordergrund. Andererseits wurden Aspekte zu verfügbaren Diensten, Daten und datenschutzrechtliche Bedingungen sowie existierenden relevanten Technologien betrachtet. Hierfür sind themenseitig verwandte Projekte, Themenfelder und sonstige Aktivitäten betrachtet worden. Ein speziell auf die Zielstellung von No LimITS angepasster Interviewleitfaden wurde entwickelt, um in einem zweiten Schritt, zusätzliche Informationen bezüglich der Themenfelder gezielt erheben zu können. Auf Basis der Stakeholderanalyse konnten die wesentlichen Beteiligten – wie ÖPNV, Flottenbetreiber oder CarSharer - identifiziert werden. Darüber hinaus wurden auf Basis eines speziell adaptierten Leitfadens Experteninterviews durchgeführt.

Zusätzlich wurden verschiedene Szenarien abgeleitet (Business Use Cases) und einer ersten technologischen Bewertung unterzogen, um den optimalen Demonstrator zu finden und eine Grundlage für die Anwendung des institutionellen Rollenmodells zu haben.

Die in diesem Dokument zusammengetragenen Informationen und Ergebnisse bis hin zur Beschreibung der technischen Anforderungen an das System (basierend auf den erarbeiteten Use Cases) sollen Ausgangspunkt und Grundlage bilden für die Forschungsarbeiten in den Arbeitspaketen 3 (Konzeption Systemarchitektur und Umsetzung Demonstrator), des AP 4 (Implementierung virtueller und realer Szenarien) sowie der Auswertung und Ableitung von Handlungsempfehlungen im AP5.

A. LITERATUR

Accenture, 2009: E-Mobility 2009 Accenture Automotive. Kronberg im Taunus: Accenture.CAR IT. 2015. Electric Vehicle Index - Deutschland fällt hinter China zurück. [Abgerufen auf www.car-it.com/deutschland-faellt-hinter-china-zurueck/id-0043529 am 27.10.2015].

Barth et al., 2011: IWES - Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystem-technik u.a., Gemeinsamer Abschlussbericht, Kontaktloses Laden von Elektrofahrzeugen W-Charge, Kassel, S. 50.

Begloff, 2001: Zur Auswahl von Befragten, Universität Frankfurt. [Abgerufen auf http://user.uni-frankfurt.de/~begloff/Kapitel2_2.pdf am 14.10.2015].

BMVI, 2015: Intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr. [Abgerufen auf <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/ivs-im-strassenverkehr.htm> am 04.09.2015].

Bundesregierung, 2009: Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung.

Bundesregierung, 2014: Elektroautos attraktiver machen. [Abgerufen auf <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2014/03/2014-03-27-elektromobilitaet-hauptstadtkonferenz.html> am 27.08.2015].

City2e -Abschlussbericht City2.e (Konzeptphase) Verbundprojekt: Elektromobilitätskonzepte für Laternenparker unter Berücksichtigung innerstädtischer Rahmenbedingungen (BMU-Forschungsprojekt).

DELFIN, 2015: Dienstleistungen für Elektromobilität Förderung von Innovation und Nutzerorientierung, Fraunhoferverlag.

Diekmann, 2001: Empirische Sozialforschung: Grundlagen, Methoden, Anwendungen, Rowohlt Taschenbuchverlag, Hamburg, 9. Auflage.

Drive eCharged, 2011: Elektromobilität Modellregion München, Abschlussbericht.

EUREF, 2015: Abschlussbericht Forschungscampus: Nachhaltige Energie- und Mobilitätsentwicklung durch Kopplung intelligenter Netze und Elektromobilität „Mobility2Grid“ (Vorphase).

Europäische Kommission, 1995: Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 24. Oktober 1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr.

European Commission, 2010: Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport.

(European Green Cars Initiative, 2012. [Abgerufen auf http://ec.europa.eu/research/transport/road/green_cars/index_en.htm am 24.08.2015].

Figenbaum, Assum & Kolbenstvedt, 2015: Electromobility in Norway: Experiences and Opportunities. *Research in Transportation Economics*, 50, 29-38.

Flick, 1995b: Triangulation. In: Flick / Kardorff / Keupp / Rosenstiel / Wolff (Hg.): *Handbuch qualitative Sozialforschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen*. 2. Auflage, Weinheim, Beltz, Psychologie-Verlags-Union, S. 432-434.

Fraunhofer IWES, 2014: Geschäftsmodell „Energiewende“.

Frenzel et al., 2015: Erstnutzer von Elektrofahrzeugen in Deutschland. Nutzerprofile, Anschaffung, Fahrzeugnutzung. Berlin: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR).

Geis & Schulz, 2015: Critical Infrastructure: Making it Private or Public – An Institutional Economic Discussion on the Example of Transport Infrastructure. *New Institutional Economics eJournal*, 7, 1-16.

GridSurfer, 2012: (Verbundprojekt) Offis Institut für Informatik, 2012)– Gesamtbetrachtung und Geschäftsmodelle, Oldenburg.

Handelsblatt, 2015: Elektroauto-Boom dank staatlicher Förderung. [Abgerufen auf <http://www.handelsblatt.com/auto/nachrichten/norwegen-elektroauto-boom-dank-staatlicher-foerderung/12211510.html> am 27.10.2015].

Harke et.al., 2000: Vorgehensweise bei einer qualitativen Expertenbefragung am Beispiel Fondsmanager, Ruhr-Universität Bochum. [Abgerufen auf <http://www.student-online.net/Publikationen/605/Expertenbefragung.pdf> am 14.10.2015].

LIVING LAB, 2016: Schaufenster Elektromobilität. Eine Initiative der Bundesregierung. [Abgerufen auf <http://www.livinglab-bwe.de/schaufenster/vier-schaufenster-elektromobilitaet/> am 06.01.2016].

GREENeMOTION. [Abgerufen auf <http://www.greenemotion-project.eu/> am 06.01.2016].

Hinsberger et al., 2007: 14th World Congress and Exhibition on ITS. In: Benefits and Technology of an Intelligent Road Side Unit System for Vehicle to Infrastructure- and Infrastructure to Centre Communication, 2007.

HORIZONT 2020: Bundesministerium für Bildung und Forschung. [Abgerufen auf <http://www.horizont2020.de/> am 06.01.2016].

HUBJECT: Connecting Emobility Networks. [Abgerufen auf <http://www.hubject.com/> am 06.01.2016].

IEWT, 2015: Entwicklung eines Frameworks zur Beschreibung von Geschäftsmodellen für Elektromobilitätsdienstleistungen. 9. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien.

Kauschke, 2014: Elektromobilität am Beispiel der Verwaltungsflottenfahrzeuge, Diplomarbeit Leander Kauschke, Universität Magdeburg.

Kici & Westhoff, 2000: Anforderungen an psychologisch-diagnostische Interviews in der Praxis. Report Psychologie, 7, 428-436.

Kraftfahrtbundesamt, 2015a: Anzahl der Neuzulassungen von Elektroautos in Deutschland. [Abgerufen auf <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/244000/umfrage/neuzulassungen-von-elektroautos-in-deutschland/> am 30.09.2015].

Kraftfahrtbundesamt, 2015b: Bestand an Pkw am 1. Januar 2015 nach ausgewählten Kraftstoffarten. [Abgerufen auf http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2014_b_umwelt_dusl_absolut.html?nn=663524 am 30.09.2015].

Lamnek, 1995: Qualitative Sozialforschung. Bd. 2, Methoden und Techniken. 3. Auflage, Weinheim, Beltz, Psychologie-Verlags-Union.

Larson et al., 2014: Consumer attitudes about electric cars: Pricing analysis and policy implications. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 69, 299-314.

Lotz et al., 2014: Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Strassenverkehr. *Berichte der Bundesanstalt fuer Strassenwesen. Unterreihe Fahrzeugtechnik*.

Luhmann, 2002: *Einführung in die Systemtheorie*.

Marktanalyse Elektromobilität, 2012: DA, Hochschule Luzern.

Mauch et al., 2010: Modellregion München Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeugen im Münchner Individualverkehr bis 2030, München, S.59.

Mayer, 2014: *Rechtliche Rahmenbedingungen – Elektromobilität in Kommunen, Beitrag Bremen* 04.02.2014.

Mayring, 1985: *Qualitative Inhaltsanalyse*. In: Jüttemann, G. (Hg.): *Qualitative Forschung in der Psychologie. Grundfragen, Verfahrensweisen, Anwendungsfelder*. Weinheim u. Basel, Beltz.

Meuser & Nagel, 2009: *Experteninterview und der Wandel der Wissensproduktion. Experteninterviews: Theorien, Methoden, Anwendungsfelder*. A. Bogner, B. Littig and W. Menz. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften: 35-60.

McKinsey, 2015a: *Führende Ländermärkte bei der Elektromobilität nach dem Markt-Electric Vehicle Index*. [Abgerufen auf <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/166128/umfrage/fuehrende-laender-bei-der-elektromobilitaet/> am 15.10.2015].

McKinsey, 2015b: *Führende Nationen bei der Elektromobilität nach dem Industrie-Electric Vehicle Index*. [Abgerufen auf <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/408719/umfrage/fuehrende-laender-bei-der-elektromobilitaet-industrie> am 27.10.2015].

Neumann, 2010: *Field study examining user acceptance of electric vehicles*, Isabel Neumann, TU Chemnitz. [Abgerufen auf http://conference2010.humanist-vce.eu/document/Proceedings/5b_Neumann.pdf am 23.09.2015].

NPE, 2010: *Nationale Plattform Elektromobilität. Zwischenbericht der Arbeitsgruppe Drei, Ladeinfrastruktur und Netzintegration*. Berlin.

NPE, 2015: Nationale Plattform Elektromobilität. Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland, Statusbericht und Handlungsempfehlung. Arbeitsgruppe Drei – Ladeinfrastruktur und Netzintegration, Berlin.

NPE, 2014: Fortschrittsberichte 2014 – Bilanz der Marktvorbereitung.

Öko-Institut Berlin, 2011: Betrachtung der Umweltentlastungspotenziale durch den verstärkten Einsatz von kleinen batterieelektrischen Fahrzeugen im Rahmen des Projekts „E-Mobility“, Schlussbericht. [Abgerufen auf <http://www.oeko.de/oekodoc/1344/2011-007-de.pdf> am 25.06.2014].

Osterwalder, 2010 Business Model Canvas: nine business model building block

Ponemon Institut, 2011: Datenschutz und Sicherheit in einer vernetzten Welt: Eine Umfrage unter Endkunden aus den USA, Europa und Japan. [Abgerufen auf <http://www.trendmicro.de/media/wp/trend-micro-ponemon-whitepaper-de.pdf> am 25.09.2015].

Portal 21, 2015: New York rechnet mit 70.000 E-Autos – E-Mobility-21.de. [Abgerufen auf <http://www.portal-21.de/industrie-4-0/artikel/51769-mckinsey-studie-new-york-rechnet-mit-70000-e-autos-e-mobility-21de-071340038> am 01.11.2015].

Reinders et al., 2011: Empirische Bildungsforschung: Strukturen und Methoden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 1. Auflage.

Roland Berger, 2015a: Ranking der wichtigsten Elektromobilitätsmärkte im 3. Quartal 2015 (Index "Indikator Markt"). [Abgerufen auf <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/462253/umfrage/elektromobilitaet-ranking-der-fuehrenden-maerkte/> am 27.10.2015].

Roland Berger, 2015b: Ranking der wichtigsten Industrienationen nach dem technologischen Entwicklungsstand bei der Elektromobilität im 3. Quartal 2015 (Index "Indikator Technologie"). [Abgerufen auf <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/462280/umfrage/elektromobilitaet-technologischer-entwicklungsstand-der-laender/> am 27.20.2015].

Roland Berger, 2015c: Ranking der wichtigsten Produktionsländer für Elektromobilität im 3. Quartal 2015 (Index "Indikator Industrie"). [Abgerufen auf <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/462264/umfrage/elektromobilitaet-ranking-der-fuehrenden-produktion-slaender/> am 27.10.2015].

Schneider, 1995: Betriebswirtschaftslehre. 1. Grundlagen, Oldenbourg.

Schulz, Joisten & Mainka, 2013: Entwicklung eines Konzeptes für institutionelle Rollenmodelle als Beitrag zur Einführung kooperativer Systeme im Straßenverkehr. Bundesanstalt für Straßenwesen. Bergisch Gladbach.

Schulz, 2005: Application of System Dynamics to Empirical Industrial Organization—The Effects of the New Toll System. Jahrbuch für Wirtschaftswissenschaften/Review of Economics, 205-227.

Schulz, 2011: Institutional economic role models - a new approach for non-discriminatory cooperations

Schulz, Wieker & Kichniawy, 2014: Research Joint Ventures as a European Policy Instrument Beneath Directives and Action Plans: Transitions, Interlocking and Permeability of Political, Technological and Economical Requirements. Interlocking and Permeability of Political, Technological and Economical Requirements (April 6, 2014).

Statista, 2015: Was sind aus Ihrer Sicht kurz- und mittelfristig die größten Hürden für die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen? [Abgerufen auf <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/200221/umfrage/groesste-huerden-fuer-die-akzeptanz-von-elektrofahrzeugen/> am 01.11.2015].

Staub, 2015: Konzeption und Validierung eines IRS Softwarekonfigurationsmanagementsystems. Saarbrücken 2015

Stryia et al., 2015: Entwicklung eines Frameworks zur Beschreibung von Geschäftsmodellen in der Elektromobilität, TU Wien. [Abgerufen auf http://eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at_pages/events/iewt/iewt2015/uploads/fullpaper/P_208_Stryja_Carola_31-Jan-2015_13:41.pdf am 14.10.2015].

Universität Trier, 2002: Methodische Überlegungen zu qualitativen Befragungsmethoden, insbesondere Experteninterviews. [Angerufen auf <https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb4/prof/VWL/APO/4207ws0102/efstudien.pdf> am 14.10.2015].

Vogt, Fünfrohen & Wieker, 2013: Converge-ITS Communication Architecture for Future Mobility. 20th ITS World Congress.

WIRTSCHAFTSWOCHE, 2010: Wie Evi die Bedeutung der Elektromobilität misst. [Abgerufen auf <http://www.wiwo.de/unternehmen/auto/index-wie-evi-die-bedeutung-der-elektromobilitaet-misst/5214646.html> am 27.10.2015].

Welsch, 2005: Innovationspolitik in der Marktwirtschaft. Innovationspolitik. Gabler Verlag.

Witzel, 1985: Das problemzentrierte Interview. In: Jüttemann, G. (Hg.): Qualitative Forschung in der Psychologie. Grundfragen, Verfahrensweisen, Anwendungsfelder. Weinheim u. Basel, Beltz, S. 227-255.

Zukunft Mobilität, 2015: Förderung von Elektroautos – eine weltweite Übersicht. [Abgerufen auf <http://www.zukunft-mobilitaet.net/6760/zukunft-des-automobils/elektromobilitaet/foerderung-elektroautos-weltweit-usa-deutschland/> am 27.10.2015].

B. GLOSSAR

Begriff	Erklärung
Backend	IT-Serversystem mit den entsprechenden Systemen zur Bereitstellung/Unterstützung externer Services
CHAdeMO	Handelsname einer in Japan entwickelten elektrischen Schnittstelle eines Batteriemana Elektroautos
eRoaming	eRoaming, also 'electric mobility Roaming' ist e Elektromobilität, welches die vertragsbasierte Ladeinfrastruktur als Service für Fahrer von ganz Europa ermöglicht
ITS-Dienst	Dienstleistung, die den Dienstenutzer in seiner Mobilität unterstützt und dazu Informations- und Kommunikationstechnik einsetzt.
ITS-Dienstanbieter	Organisation (öffentlich oder privatwirtschaftlich), die ITS-Dienste anbietet und am Car2X-Systemverbund teilnimmt, um den für die Erbringung der ITS-Dienste notwendigen Daten- bzw. Informationsaustausch mit den mobilen Dienstenutzern unabhängig vom Zugangsnetz zu realisieren.
ITS-Dienstenutzer	Nutzer eines ITS-Dienstes, der die hierfür notwendigen Daten bzw. Informationen über ein funktechnisches Zugangsnetz und den Car2X-Systemverbund erhält.
Mobiler ITS-Knoten	Mobile Einrichtung, die es ITS-Dienstenutzern ermöglicht, leitungsunabhängig Daten- bzw. Informationen mit ITS-Dienstanbietern oder anderen mobilen ITS-Knoten auszutauschen.
Teilnehmer am Car2X-Systemverbund	Organisationen, die ITS-Dienste für ITS-Dienstenutzer über den Car2X-Systemverbund anbieten, die Systemdienste zur Unterstützung des Car2X-Systemverbunds bereitstellen oder die Zugangsnetze bereitstellen, um mobile ITS-Knoten an den Car2X-Systemverbund anzubinden.
Zugangsnetzbetreiber	Betreiber eines funktechnischen Kommunikationsnetzes, der eine Kommunikationsverbindung zwischen dem Car2X-Systemverbund und den mobilen ITS-Knoten herstellt.

C. ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Erklärung
AC	Alternating Current (Wechselstrom)
BMUB	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMVI	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BU	Business Use Cases
CAM	Cooperative Awareness Message
Car2Car, C2C	Fahrzeug-Fahrzeug Kommunikation
Car2Infrastructure, C2I	Fahrzeug-Infrastruktur Kommunikation
CA	Certification Authority
CONVERGE	COmmunication Network VEhicle Road Global Extension
DC	Direct Current (Gleichstrom)
DENM	Decentralized Environmental Notification Message
DVB	Digital Video Broadcasting
EFRE	Europäischer Fond für regionale Entwicklung
ETSI ITS-G5	Standard für Kurzstreckenfunk im 5-GHz-Band
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMP	Integrierte Mobilitätsplattform
IP	Internet Protocol
IRS	ITS-Roadside Station
ITS, IVS	Intelligent Transportation Systems - Intelligente Verkehrssysteme
MDM	Mobilitäts Daten Marktplatz
NeMo Land	Neue Mobilität im ländlichen Raum
OEM	Original Equipment Manufacturer (hier: Automobilhersteller)
PER-Verfahren	Packed Encoding Rules
PMC	Personal Mobility Center

PO	Points of Interest
PPP	Public Private Partnership
SHA	Stakeholderanalyse
sim^{TD}	Sichere Intelligente Mobilität - Testfeld Deutschland, Nationales Projekt
VRZ	Verkehrsrechenzentrale
WLAN	Wireless Local Area Network