Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

IKT FÜR ELEKTROMOBILITÄT

Innovationen in der Elektromobilität

IKT für Elektromobilität III: Einbindung von gewerblichen Elektrofahrzeugen in Logistik-, Energie- und Mobilitätsinfrastrukturen

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium für Wirtschaft
und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Autoren
Dr. Katharina Vera Bösche (Rechtsanwältin)
Dr. Patrick Ester (VDE Verband der Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik e.V.)
Dr. Thomas Hock (textkontext)
Ehsan Rahimzei (VDE Verband der Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik e.V.)
Dr. Moritz Vogel (VDE Verband der Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik e.V.)

Kontakt
Geschäftsstelle der Begleitforschung IKT für
Elektromobilität III
Bismarckstraße 33
10625 Berlin
geschaeftsstelle@ikt-em3.de

Gestaltung und Produktion
PRpetuum GmbH, München

Stand
März 2017

Druck
Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG,
Frankfurt

Bildnachweis
IKT für Elektromobilität III (Titel)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.

Zertifikat seit 2002
audit berufundfamilie

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ist mit dem audit berufundfamilie® für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.

FSC
www.fsc.org
MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
Paper from responsible sources
FSC® C003425

Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:
Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

IKT FÜR ELEKTROMOBILITÄT

Innovationen in der Elektromobilität

IKT für Elektromobilität III: Einbindung von gewerblichen Elektrofahrzeugen in Logistik-, Energie- und Mobilitätsinfrastrukturen

Inhaltsverzeichnis

1. Management Summary **4**

2. IKT für Elektromobilität III **6**
2.1 Status quo 6
2.2 Vision IKT für Elektromobilität 6
2.3 Historie des Technologieprogramms 7
2.4 Studie „Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen“ 8
2.5 IKT für Elektromobilität III 9

3. Kurzbeschreibungen der Projekte **11**
3.1 3connect 11
3.2 Adaptive City Mobility 2 11
3.3 eJIT 11
3.4 eMobility-Scout 12
3.5 GridCON 12
3.6 iHub 12
3.7 lokSMART Jetzt! 2 13
3.8 MENDEL 13
3.9 OVAL – Ohne Voranmeldung Laden 13
3.10 RouteCharge 14
3.11 SADA 14
3.12 sMobilityCOM 14
3.13 WINNER 15

4. Begleitforschung zur Nutzung von Synergien **16**
4.1 Begleitforschung mit System 16
4.2 Meta- und Schlüsselthemen 17

5. Betreibermodelle, Wirtschaftlichkeit und Nutzerakzeptanz **21**
5.1 Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen: TCO-Rechner 21
5.2 Kostendegression und Forecasts 22
5.3 Konzepte für die Zukunft 23

6. Recht und Regulierung **26**
6.1 Ladepunktbetreiber als Letztverbraucher 26
6.2 Steuerliche und eichrechtliche Weichenstellungen 27
6.3 Regulierungstreiber Feinstaub 28
6.4 Neue Änderungen im Visier 28

7. Daten, Services, Plattformen **30**
7.1 Unterwegs zum smarten E-Mobil im Internet der Dinge 31
7.2 Aktivitäten der Wirtschaft 32
7.3 Zukunftsaufgaben 33

8. Fahrzeugkonzepte und Infrastruktur **34**
8.1 Den Durchbruch der Elektromobilität im Visier 34
8.2 Ladetechnologien und Ladeinfrastruktur 35
8.3 Vollautomatisiertes (autonomes) Fahren 36

9. Flotten-, Batterie- und Energiemanagement **38**
9.1 Erfolgsfaktor gewerbliche Flotten 38
9.2 Herausforderung Energie- und Batteriemanagement 39

10. Normung und Standardisierung **41**
10.1 Freie Fahrt für eine „Plug-in-Systeminnovation“ 41
10.2 Wichtige Normungsaktivitäten 42

11. Start-ups und Innovation Hub **44**

12. Handlungsfelder für die Zukunft **45**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des Technologieprogramms IKT für Elektromobilität sowie Mehrwerte der Begleitforschung 8

Abbildung 2: Schlüsseltechnologien, Fahrzeugarten und Anwendungen 10

Abbildung 3: Übersicht der Projekte auf der Deutschlandkarte (ohne die später gestarteten Projekte Winner und OVAL) 15

Abbildung 4: Meta- und Schlüsselthemen sowie Fachgruppen 17

Abbildung 5: Zuordnung Projekte und Schlüsselthemen 19

Abbildung 6: Ergebnisdarstellung Vergleich Benziner mit Elektrofahrzeug; Kosten (Y-Achse) über die Fahrleistung (X-Achse) 22

Abbildung 7: Batteriekostendegression über die Jahre und Prognose (Preise auf Packebene) 23

Abbildung 8: Übersicht der geplanten Groß-Batteriefabriken bis 202111 24

Abbildung 9: Übersicht drahtloser Kommunikationstechnologien für Mobilitätsanwendungen: Primäre (orange) und sekundäre (grau) Kommunikationstechnologien 30

Abbildung 10: Wesentliche Unterschiede von Pkw im privaten und gewerblichen Bereich 38

1. Management Summary

Elektromobilität ist auf einem guten Weg. Insbesondere die Bedingungen für die Einbindung von gewerblichen Elektrofahrzeugen in Logistik-, Energie- und Mobilitätsinfrastrukturen haben sich in den vergangenen Jahren und Monaten deutlich verbessert. Das ist ein wesentliches Resultat des Innovationsberichts 2017 im BMWi-Förderprogramm „IKT für Elektromobilität III“ (IKT für EM III). Ziel des Technologieprogramms ist es, die wichtigsten Handlungsfelder zu adressieren, um die Integration der Elektromobilität in Energie-, Logistik- und Mobilitätsinfrastrukturen voranzutreiben. Das Programm setzt die bereits 2009 in den Vorgängerprogrammen begonnene Arbeit gezielt fort, baut Hemmnisse ab und ebnet den Weg für Innovationen. So vernetzt das vom Deutschen Dialog Institut und dem VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. begleitete Technologieprogramm Projekte und Akteure, fördert den Wissenstransfer und trägt zur Verbesserung von rechtlichen und regulativen Rahmenbedingungen sowie technischen und normativen Lösungen bei.

Die Herausforderungen für die Systeminnovation Elektromobilität reichen von der Kundenakzeptanz (Reichweitenangst), der Verfügbarkeit einer Ladeinfrastruktur und der Elektromobilität als Teil der Energiewende (Einbindung in das Smart Grid) über Batterietechnologien (Zyklenfestigkeit, Verfügbarkeit und Qualität), Fahrzeugtechnologien (Fahrerassistenzsysteme, automatisiertes Fahren und Batteriewechselsysteme) sowie informations- und kommunikationstechnische Vernetzung, Datenverarbeitung und Datensicherheit bis hin zu steuer- und eichrechtlichen Fragestellungen und Marktanreizen. In vielen für das Technologieprogramm relevanten Bereichen zeichnen sich aktuell sehr erfreuliche Trends ab.

So spielt die viel diskutierte Reichweitenangst aufgrund der zunehmenden Batterie-Kapazitäten für den Anwender inzwischen eine deutlich geringere Rolle. Der flächendeckende Aufbau der Ladeinfrastruktur ist durch die Aktivitäten des Bundes, der dazu 300 Millionen Euro bereitstellt, und aufgrund des Engagements der Hersteller in Vorbereitung. Auch viele rechtliche und regulative Hürden wurden in jüngster Zeit abgebaut. Der Aufbau und Betrieb von Ladepunkten ist geregelt, Ladepunktbetreiber gelten energiewirtschafts- und stromsteuerrechtlich als Letztverbraucher und die Weichen für intelligente Messsysteme sind gestellt. Die Nutzerakzeptanz für Elektromobilität ist gestiegen, die höchste Akzeptanzhürde ist heute der Mehrpreis gegenüber konventionellen Automobilen.

Doch auch beim Thema Preis gibt es Bewegung. Ein wichtiger Grund dafür ist die zu erwartende signifikante Kostendegression bei Batterien. Die Gesamtweltbatterieproduktion wird durch die gerade errichteten und in Planung befindlichen Fabriken in der Produktionskapazität bis zum Jahr 2021 selbst nach konservativen Schätzungen mindestens verdreifacht. Die Preisreduzierungen der Batterie und Steigerungen der Produktion (economy of scale) werden sich auch auf die Wirtschaftlichkeit der Elektromobilität positiv auswirken. Die unlängst beschlossene Kaufprämie zeigt bisher zwar noch keine signifikante Wirkung für den Markthochlauf der Elektromobilität, könnte aber ebenso wie steuerliche Förderungsmodelle positive Effekte entfalten.

Zum Motor der Elektromobilität entwickelt sich zunehmend der gewerbliche Bereich. Mit rund zwei Dritteln Anteil an den jährlichen Pkw-Neuzulassungen machen gewerblich genutzte Fahrzeuge den Hauptanteil am Markt aus und bestimmen das Potenzial für Elektromobilität. Und dieser Anteil wird weiter wachsen. Denn Flottenbetreiber möchten verstärkt Elektromobile in ihre Flotten aufnehmen und den Anteil alternativer Antriebsarten maximieren. Auch in vielen anderen gewerblichen Bereichen wie Wirtschaftsverkehr, Landwirtschaft und ÖPNV wird die Steigerung des Anteils elektrischer Fahrzeuge an der Flotte geplant. Zudem werden die Fahrzeuge in diesen Segmenten immer stärker der jeweiligen Anwendung angepasst, was die Attraktivität und den Nutzen erhöht. Der Online-Handel wird sich nach Schätzungen vieler Experten in den nächsten fünf Jahren ebenfalls verdoppeln. Dies wird zu einer signifikanten Steigerung des Lieferverkehrs in der Stadt führen, für den sich Elektromobilitätslösungen aus Lärm- und Klimaschutzgründen geradezu anbieten.

Mit Blick auf den gewerblichen Bereich wie auch ganz generell spielen neben Fragen der Wirtschaftlichkeit auch technologische Entwicklungen und Regulierungsmaßnahmen im Bereich Umweltschutz eine bedeutende Rolle für das Marktwachstum. So werden die technischen Möglichkeiten für automatisiertes (bis hin zum autonomen) Fahren immer weiter wachsen und gerade im gewerblichen Bereich attraktive Optionen eröffnen. Zu diesen technischen Entwicklungspotenzialen werden zahlreiche Forschungsprojekte, großflächige Testfelder und gesetzliche Rahmenbedingungen in den Fokus genommen.

Ein Faktor, der in Zukunft den Wechsel zu Elektromobilitätslösungen zusehends befördern wird, ist – unter anderem angesichts der Feinstaub- und CO_2-Problematik – der

Umwelt- und Klimaschutz und damit verbundene Regulierungsmaßnahmen. Aufgrund gesetzlicher Umweltschutzauflagen und des Pariser Klimaschutzabkommens sind immer stärkere lokale und überregionale Regulierungen (wie zum Beispiel Umweltzonen und Maut) zu erwarten. Sollte der Anteil elektrischer Fahrzeuge bis zum Jahr 2030 immer noch zu gering sein, werden Quotenregelungen für Neufahrzeuge etabliert werden.

Wie jeder junge Markt – umso mehr in Zeiten der digitalen Transformation – ist auch der E-Mobility-Markt von einer starken Dynamik geprägt. Neue Akteure und Start-ups gestalten die Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen und Beziehungen. Dies bringt Herausforderungen für die Automobilindustrie mit sich, eröffnet aber auch Chancen, die sich zum Beispiel durch neue Formen der Kooperation mehren und nutzen lassen. Auch dafür bietet das Technologieprogramm „IKT für EM III“ Raum.

Fazit: Auch wenn das ehrgeizige Ziel, bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen zu bringen, nach Expertenschätzungen möglicherweise erst später erreicht wird, schreitet die Elektromobilität kontinuierlich voran. In der nächsten Dekade wird sie den Markt zunehmend durchdringen. Zu dieser erfolgversprechenden Entwicklung leistete und leistet das Technologieprogramm IKT für Elektromobilität in seinen verschiedenen Phasen in Deutschland einen beachtlichen Beitrag.

2. IKT für Elektromobilität III

Ziel des Innovationsberichts 2017 ist es, die gemeinsamen Herausforderungen des Technologieprogramms „IKT für Elektromobilität“ mit seinen Schwerpunkten, der Einbindung von gewerblichen Elektrofahrzeugen in Logistik-, Energie- und Mobilitätsinfrastrukturen, zu identifizieren und in einen geeigneten Kontext gegenüber weiteren Projekten und Initiativen zu setzen. Nach einer kurzen Beschreibung der geförderten Projekte werden die identifizierten Schlüsselthemen beschrieben und analysiert.

2.1 Status quo

Die Elektromobilität ist nach wie vor die Technologie, der die meisten Zukunftschancen bei den Alternativen Technologien eingeräumt werden. Das gemeinsame Ziel von Politik, Industrie und Gesellschaft ist es, der Elektromobilität zum Durchbruch zu verhelfen. Als Zwischenziel ist dabei im Jahr 2011 die Marke von einer Million Elektrofahrzeugen im Jahr 2020 genannt worden. In den darauf folgenden Jahren wurden immer wieder neue Szenarien entwickelt, wie der Markthochlauf aussehen könnte um diese Zwischenmarke zu erreichen. Diese Szenarien mussten aber immer wieder angepasst werden, da der Markthochlauf auf sich warten ließ. Grundlage dieses Entwicklungsszenarios sind verschiedene, von der Bundesregierung implementierte bzw. beschlossene Maßnahmen:

- Seit 2011: Monetäre Maßnahmen wie die Befreiung von der Kfz-Steuer für batterieelektrische Fahrzeuge oder der Nachteilsausgleich.
- Seit 2011: Förderung von Forschung und Entwicklung entlang der NPE-Roadmaps.
- Seit 2015: Rechtliche Maßnahmen, vor allem das Elektromobilitätsgesetz.
- Ab Juli 2016: Umweltbonus für private Nutzer in Höhe von 4.000 Euro für batterieelektrische Fahrzeuge und 3.000 Euro für Plug-in-Hybride. Bundesregierung und Automobilindustrie tragen jeweils die Hälfte des Zuschusses. Insgesamt beträgt die Fördersumme 1,2 Milliarden Euro.
- Öffentliches Beschaffungsprogramm: Umrüstung von 20 Prozent der öffentlichen Flotten auf Elektrofahrzeuge bis 2017.
- Öffentliche Investitionen in eine öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur in Höhe von 300 Millionen Euro bis Ende 2020.

Zum 1. Januar 2016 waren laut Kraftfahrtbundesamt ca. 25.000 reine Elektrofahrzeuge in Deutschland zugelassen. Der Verkauf von Elektroautos in Deutschland ist von 2016 bis 2017 um 7,7 Prozent auf 11.410 Fahrzeuge zurückgegangen. Im Vergleich zu den insgesamt in Deutschland 2016 zugelassenen Fahrzeugen ist dieser Anteil verschwindend gering (ca. 0,05 Prozent). Dennoch gibt es weltweit einen Trend zu steigenden Verkaufszahlen.

2.2 Vision IKT für Elektromobilität

Für den Anwender spielen aber zunächst andere Aspekte eine Rolle: Kosten, Image, Reichweite, Fahrzeugangebot, Infrastruktur und Zukunftsfähigkeit sind die wichtigsten Aspekte. Vor diesem Hintergrund hat die Begleitforschung unter Experten des Technologieprogramms „IKT für Elektromobilität II“ Ende des Jahres 2015 eine Umfrage durchgeführt: **„Vision IKT für Elektromobilität“**[1].

Nach den hohen Erwartungen aus den Gründungsjahren der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) bezüglich Marktankündigungen und Stückzahlen zeigt diese Studie deutlich, dass die einzelnen Innovationen „Hand in Hand“ umgesetzt werden müssen. Die Verfügbarkeit, Qualität und Kosten der Batterie werden in den kommenden Jahren besser werden, erst dann wird die Reichweitenangst geheilt sein. Die Fragen der steuer- und energierechtlichen Behandlung des Ladens beim Arbeitgeber müssen ebenfalls geklärt sein, bevor der Kunde reine Elektrofahrzeuge beim Kauf in Betracht zieht. Die Ladeinfrastruktur wird sich nur langsam mit den steigenden Fahrzeugzahlen entwickeln.[2] Die Elektromobilität hat die Chance Teil der Energiewende zu werden. Ebenso werden die Fahrzeuge weiter vernetzt. Die wichtigsten und überraschendsten Ergebnisse der Experteneinschätzung im Überblick:

1 http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/IKT-EM/ikt2-vision-ikt-elektromobilitaet.html

2 Der Aufbau der Ladeinfrastruktur wurde durch eine Förderrichtlinie des BMVI und durch eine OEM Übergreifende Kooperation vorangetrieben.

- Kundenakzeptanz: Die Reichweitenangst wird erst im Jahr 2020 „geheilt“ sein, erst dann zieht der Kunde reine Elektrofahrzeuge in Betracht.

- Ladeinfrastruktur: Ebenfalls erst im Jahr 2020 ist das Roaming flächendeckend in Deutschland verfügbar, zwei Jahre später in Europa. Eine Echtzeit-PoI-Datenbank wird für 2019 erwartet, dann ist es ebenfalls möglich, Ladepunkte zu reservieren und zu blockieren. Eine ausreichende Ladeinfrastruktur für Normalladen wird bis 2019 vorhanden sein, für Schnellladung 2022.

- Energie/Smart Grid: Die Elektromobilität kann Teil der Energiewende sein, allerdings erst, wenn eine signifikante Anzahl von Fahrzeugen vorhanden ist. Dies wird nicht vor dem Jahr 2024 erwartet.

- Batterien: Die Zyklenfestigkeit, Verfügbarkeit und Qualität ist für Pkw-Anwendungen ab dem Jahr 2020 kein begrenzender Faktor mehr. Preisparität bei der Anschaffung von Fahrzeugen wird schon für das Jahr 2022 erwartet. 2025 werden Post-Li-Ionen-Technologien den Durchbruch erzielen.

- Daten/Vernetzung: Die Vernetzung von Fahrzeugen wird weiter voranschreiten. Das Eigentum von Fahrzeugdaten wird 2020 geklärt sein, dann kann auch auf diese Daten per standardisierter Schnittstelle zugegriffen werden. Kooperative Entscheidungen zwischen Fahrzeugen und auch mit der Infrastruktur werden 2023 möglich, eine ausreichende Anzahl von Fahrzeugen wird es 2025 geben.

- Markt: Der Mehrpreis von reinen Batteriefahrzeugen ist 2022 nicht mehr ausschlaggebend, dann werden in allen Fahrzeugklassen Modelle verfügbar sein. Die Zielmarke von einer Million Fahrzeugen wird 2024, die zweite Million zweieinhalb Jahre später erreicht. Einen Markt für stationäre Batterien gibt es ab 2020.

- Regulierung: Die Lösung der steuer- und eichrechtlichen Fragestellungen des Ladens beim Arbeitgeber wird nach Einschätzung der Experten erst 2019 erfolgen.

- Fahrzeugtechnologie: Die Fahrerassistenzsysteme werden weiter Einzug in das Fahrzeug halten. Bedingt automatisiertes Fahren wird im Jahr 2020 auf den Straßen sein, hochautomatisiertes Fahren im Jahr 2023, das vollautomatisierte Fahren 2026. Dafür notwendig ist eine hochgenaue Lokalisierung der Fahrzeuge, die im Jahr 2020 etabliert sein wird. Batteriewechselsysteme werden erst später für Lkw und Busse in Frage kommen (2023).

Insgesamt schätzen die Experten die Elektromobilität positiv ein, wenn auch sehr zurückhaltend. Es wird nicht mit einem zeitnahen Durchbruch gerechnet. Dieser erfolgt laut Experteneinschätzung erst in den Jahren 2020 bis 2022.

2.3 Historie des Technologieprogramms

Das BMWi hat mit seinen Technologieprogrammen „IKT für Elektromobilität I und II“ große Erfolge erzielt, die breit anerkannt wurden. Das Ministerium hatte angesichts der Bedeutung der IKT als Schlüssel für den Erfolg der Elektromobilität 2009 das erste Förderprogramm initiiert. Bis Herbst 2011 wurden prototypische und wirtschaftliche Lösungen entwickelt und erstmals in umfassenden Feldversuchen getestet. In sieben Modellprojekten wurden im Rahmen des Programms „IKT für EM I“ wichtige Beiträge zu zukunftsweisenden systemischen Lösungen für die Integration von Elektromobilität in intelligente Netze und die Einbindung von erneuerbaren Energien aufgezeigt. Im Mittelpunkt standen die Entwicklung und Erprobung von offenen, mit Hilfe der IKT realisierten Systemansätzen, bei denen Elektromobilität optimal in Verkehrs- und Energienetze eingebunden wird. Insbesondere IKT-basierte Lade-, Steuerungs- und Abrechnungsinfrastrukturen sowie darauf aufbauende Geschäftsmodelle, Dienste, Normen und Standards wurden untersucht.

Die Ergebnisse zeigten deutlich, dass sich für den Standort Deutschland die Erfolgschancen der Elektromobilität erhöhen lassen, wenn die bis dahin weitgehend getrennt agierenden Bereiche Fahrzeug, Verkehr und Energie systemisch durch die IKT zusammengeführt werden. Dementsprechend setzte das BMWi den Schwerpunkt des sich anschließenden Technologieprogramms „IKT für EM II“ auf Smart Car, Smart Grid und Smart Traffic. Mit einem Fördervolumen von rund 80 Millionen Euro wurden in 18 Projekten substanzielle Ergebnisse erzielt. Über den Erfolg des Technologieprogramms wurde in der überregionalen Presse berichtet.

2.4 Studie „Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen“

In der aktuellen Diskussion wird häufig auf die besondere Bedeutung der gewerblich zugelassenen Fahrzeuge für den Markthochlauf von Elektromobilität hingewiesen. In diesem Kontext werden unter anderem die häufig stärkere Planbarkeit des Fahrzeugeinsatzes und finanzielle beziehungsweise steuerliche Vorteile im Vergleich zu privaten Fahrzeugzulassungen sowie die hohe Bedeutung gewerblicher Zulassungen für den Neuwagenmarkt genannt. Um dieses Anwendungsfeld genauer zu analysieren, wurde im Rahmen der Begleitforschung eine Studie zur „Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen“ durchgeführt. Deren Ziel ist es, die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugvarianten für verschiedene Fahrzeugkategorien und unterschiedliche gewerbliche Anwendungsfälle bis zum Jahr 2020 anhand von Gesamtkostenanalysen zu betrachten.

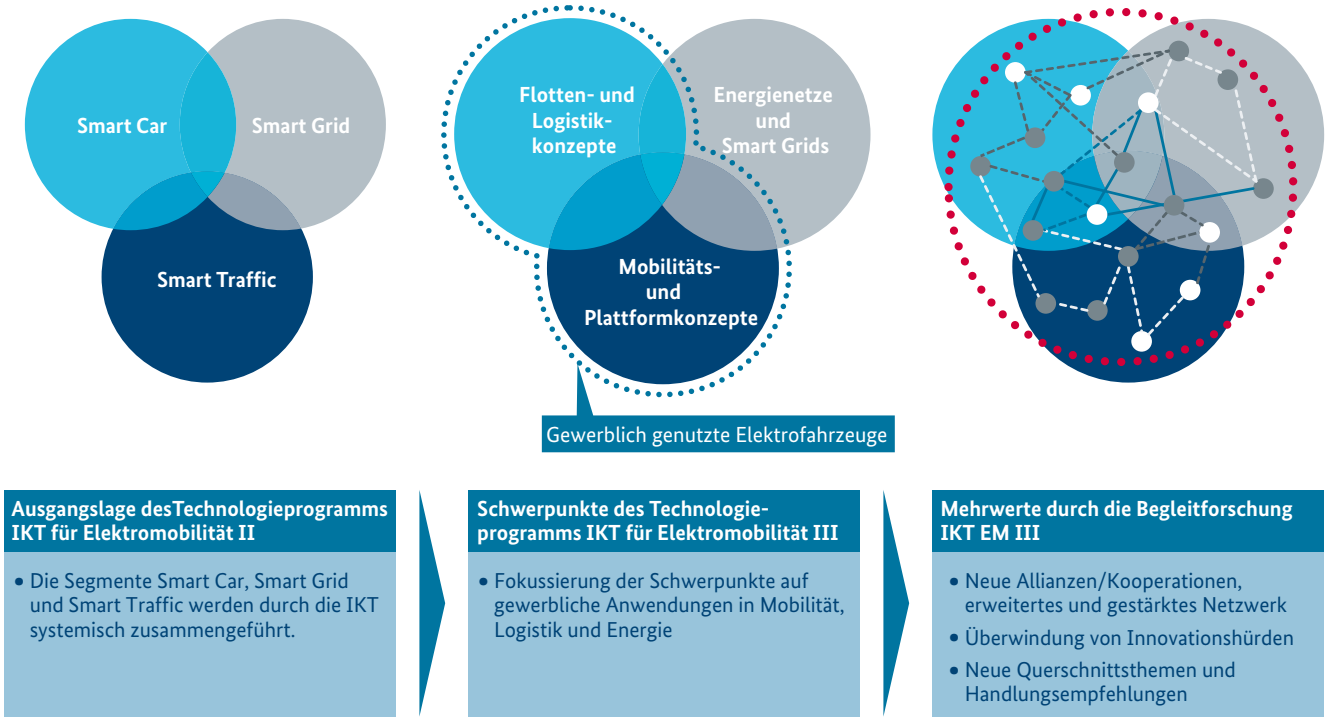
Die wichtigsten Ergebnisse der Studie „**Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen**“ lassen sich in Kürze folgendermaßen zusammenfassen:

- Der batterieelektrische Antrieb kann bei hohen Jahresfahrleistungen und langer Haltedauer insbesondere bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen bereits kurzfristig schon Gesamtkostenvorteile gegenüber dem jeweiligen verbrennungsmotorischen Vergleichsfahrzeug aufweisen.

- Im Bereich der schweren Nutzfahrzeuge können Elektrofahrzeuge in den gewählten Anwendungsbereichen und unter den aktuellen Rahmenbedingungen hingegen, bedingt durch die höheren Anforderungen an die Batteriekapazität und deutlich höhere spezifische Batteriepreise, noch nicht wirtschaftlich betrieben werden (April 2015).

- Auch hängt die Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität bis zum Jahr 2020 maßgeblich von der Entwicklung der Rahmenbedingungen ab, die teilweise jedoch mit sehr hohen Unsicherheiten behaftet sind. Die wichtigsten Einflussgrößen stellen in allen Anwendungen die Entwicklung von Energiepreisen, der Batteriepreise sowie die Restwertentwicklung von Elektrofahrzeugen dar.

Abbildung 1: Entwicklung des Technologieprogramms IKT für Elektromobilität sowie Mehrwerte der Begleitforschung



Quelle: IKT für Elektromobilität III

- Die unsichere Entwicklung zentraler Einflussgrößen wird in den Kostenbetrachtungen über Szenarien abgebildet. Im optimistischen Szenario ließen sich bis zum Jahr 2020 **700.000** batterieelektrische Pkw und leichte Nutzfahrzeuge wirtschaftlich betreiben. Im mittleren Szenario reduziert sich die Anzahl auf 80.000 Fahrzeuge, im pessimistischen Szenario besteht kein ökonomisches Potenzial bis 2020. Die Einführung einer Sonder-AfA führt im mittleren Szenario zu einer Erhöhung des Potenzials auf 125.000 Fahrzeuge.

- Für Stadtbusse ist das wirtschaftliche Potenzial im mittleren Szenario unter den getroffenen Annahmen bis 2020 vernachlässigbar. Im optimistischen Szenario könnten bis zum Jahr 2020 etwa 40 Prozent des Gesamtbestandes an Stadtbussen wirtschaftlich mit Elektrobussen betrieben werden. Dieses Potenzial setzt niedrige Kosten für die Ladeinfrastruktur voraus. Im pessimistischen Szenario besteht in diesem Zeitraum kein ökonomisches Potenzial.

- Elektrische Lkw im städtischen Verteilverkehr können unter den getroffenen Annahmen hingegen bis zum Jahr 2020 in keinem Szenario wirtschaftlich betrieben werden.

- Könnte das Potenzial von 700.000 batterieelektrischen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen bis zum Jahr 2020 im optimistischen Szenario erschlossen werden, so wäre dies, unter der Voraussetzung einer vollständigen Bereitstellung des Strombedarfs aus regenerativen Energien, mit einer Minderung der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 um 2,6 Millionen Tonnen verbunden.

- Würde das Potenzial an Elektrobussen des optimistischen Szenarios bis 2020 vollständig realisiert und der Strombezug aus rein erneuerbaren Quellen sichergestellt werden, könnten im Jahr 2020 etwa 1,3 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen eingespart werden.

Grundsätzlich zeigt der Gesamtkostenvergleich auf, dass Elektrofahrzeuge in gewerblichen Anwendungen teilweise bereits kurzfristig wirtschaftlich betrieben werden können. Hauptursachen sind im Vergleich zum privaten Einsatz besonders geeignete Fahrzeugnutzungsprofile sowie günstigere finanzielle beziehungsweise steuerliche Rahmenbedingungen. Die Analysen weisen jedoch auch auf die besondere Relevanz der Entwicklung der Energiepreise, des Batteriepreises und der Restwertentwicklung der Fahrzeuge für die Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität hin. Verlässlichere Aussagen zu deren zukünftigen Entwicklung würden die Unsicherheiten der Wirtschaftlichkeitsanalysen – und damit die Investitionsrisiken für Unternehmen – reduzieren. Ferner sind jedoch auch weitere nicht-monetäre Nutzungsrestriktionen zu beachten, die die Kaufentscheidung beeinflussen. Wie die Realität zeigt, werden die identifizierten wirtschaftlichen Potenziale bisher in der Praxis nur in einem sehr geringen Maße tatsächlich erschlossen.

2.5 IKT für Elektromobilität III

Vor dem Hintergrund der sehr positiven Ergebnisse der Studie entschloss sich das BMWi, den Förderschwerpunkt „IKT für Elektromobilität“ in die dritte Phase zu überführen. Der Fokus wurde diesmal auf die gewerblich genutzten Fahrzeuge und Flotten sowie deren Einbindung in Mobilitäts-, Logistik- und Energieinfrastrukturen gelegt. Abbildung 1 zeigt diese Weiterentwicklung des Programms in seine dritte Phase „IKT für EM III“ sowie die Mehrwerte, die durch die Begleitforschung erzielt werden sollen.

Im Themenschwerpunkt **Logistik** sollen IKT-basierte Flotten- und Logistikkonzepte erforscht werden, wie zum Beispiel autonom fahrende Schwerlastfahrzeuge in Werksverkehren, IT-Plattformen für die Steuerung (teil-)elektrifizierter Nutzfahrzeugflotten in der Stückgutlogistik oder Batteriewechselkonzepte zur Erschließung mittlerer Distanzen für den Gütertransport mit elektrischen Nutzfahrzeugen.

Im Themenschwerpunkt **Energie** (Energienetze und Smart Grids) werden erneuerbare Energien und gewerbliche Elektromobilität in lokalen Smart Grids, Vernetzung von Flotten, Logistik, ÖPNV und Landwirtschaft mit Energienetzen und leitungsgeführte Landmaschinen mit Smart-Grid-Infrastruktur erforscht.

Im Themenschwerpunkt **Mobilität** (Mobilitäts- und Plattformkonzepte) werden emissionsfreie E-Taxi-Gesamtsysteme für Städte, netzverträgliche Ladung von Elektrobussen, Verknüpfung der im Auto vorhandenen Daten mit denen der stationären Sensor-Infrastruktur, wirtschaftliches Einsatzmanagement für e-mobilitätsbasierte Dienstleistungen sowie Mobilitätsplattformen für gewerblich genutzte E-Fuhrparks untersucht.

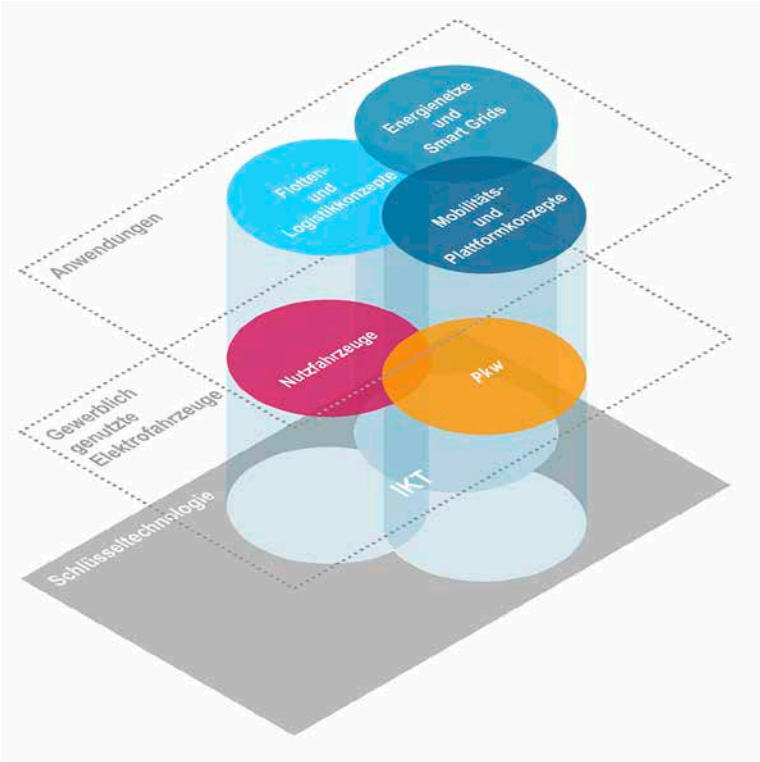
Abbildung 2 schematisiert die Zuordnung der gewerblich genutzten elektromobilen Nutzfahrzeuge und Pkw (mittlere Ebene) zu den drei Themenschwerpunkten (obere Ebene). Die IKT bilden hier als Schlüsseltechnologien die Basis (untere Ebene). Das Technologieprogramm „IKT für EM III“ setzt also die erfolgreiche Arbeit mit geschärftem Fokus auf die Einbindung von gewerblichen Elektrofahrzeugen in Logistik-, Energie- und Mobilitätsinfrastrukturen fort. Vier Übergangsprojekte verbinden die Phasen II und III: GridCON, Adaptive City Mobility 2, LokSMART Jetzt! 2 und SADA. Gemeinsam mit den neuen „IKT für EM III“-Projekten (eJIT, RouteCharge, sMobility COM, iHub, 3connect, MENDEL, WINNER, OVAL und eMobility-Scout) und dem BMWi/Projektträger sollen in der Begleitforschung aktuelle Themen bearbeitet und Innovationshürden abgebaut werden.

Die gewerbliche Nutzung der Elektromobilität kann sich nur dann zeitnah durchsetzen, wenn gleichzeitig mit der Technologie- beziehungsweise Anbieterseite auch der Markt beziehungsweise die Anwenderseite einbezogen wird. Für gewerbliche Nutzer bestimmen – anders als im Individualverkehr – fast ausschließlich betriebswirtschaftliche Überlegungen die Entscheidung, auf Elektromobilität umzusteigen. Letztendlich geben Total-Cost-of-Ownership-Argumente den Ausschlag.

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die gewerbliche Elektromobilität nicht unbedingt dadurch konkurrenzfähig wird, dass in der betriebswirtschaftlichen Betrachtung lediglich verbrennergetriebene Fahrzeuge durch elektrisch angetriebene Fahrzeuge ersetzt werden. Vielmehr müssen auch die Einsatzkonzepte für die Fahrzeuge überdacht werden, insbesondere auf der Flottenebene und unter Umständen auch über die Flotte eines einzelnen Betreibers hinaus. Die bei Anwendern etablierten Modelle zur Total-Cost-of-Ownership (TCO-)-Berechnung sind dementsprechend anzupassen. Um hierfür Impulse zu geben, müssen Technologieanbieter mit den Anwendern in einen Dialog treten.

Hierdurch wird die Elektromobilität zum Treiber neuer Konzepte in der gewerblichen Mobilität. Diese sind wiederum nur mit einem umfassenden Einsatz von IKT vorstellbar, sodass das Programm „IKT für Elektromobilität III“ einen Schlüsselbeitrag zur Weiterentwicklung der Branche in Deutschland leistet.

Abbildung 2: Schlüsseltechnologien, Fahrzeugarten und Anwendungen



Quelle: IKT für Elektromobilität III

3. Kurzbeschreibungen der Projekte

3.1 3connect

Elektromobilität in Flotten, Logistik, ÖPNV und Landwirtschaft – interoperabel und vernetzt zwischen Mobilität und Energie

3connect untersucht mit insgesamt 18 Konsortialpartnern an drei Standorten wesentliche Aspekte der Elektromobilität in gewerblichen Flotten, in Logistikanwendungen, im ÖPNV und in der Landwirtschaft. Dabei sollen insbesondere Algorithmen, Schnittstellen und Standards für die interoperable Verknüpfung von Fahrzeugtechnologie, gewerblicher Mobilität und Stromnetz entwickelt werden, die bisher nicht ausreichend vorhanden sind. In Aachen steht die Integration elektrischer Logistikflotten in das Energiemanagement, im Allgäu die Integration von Elektrohybridtraktoren in das Energiemanagement von Agrarbetrieben und in Osnabrück eine multimodale E-Mobilitätsplattform mit Elektrobussen für den ÖPNV im Vordergrund.

Kontakt:
Dr. Marc Walcher/Max Dern, dern@smartlab-gmbh.de, www.3connect-projekt.de

---

3.2 Adaptive City Mobility 2

CITY eTAXI „Emissionsfreies eMobility – Gesamtsystem für Städte“

Adaptive City Mobility 2 baut auf dem Erfolg seines Vorgängerprojektes auf, das den Prototyp eines Leichtbau-Elektrotaxis mit Batteriewechselsystem speziell für Stadtzentren entwickelt hatte. In einem Feldtest erprobt das Projekt, wie sich der Einsatz von mehreren Fahrzeugen dieses Typs im öffentlichen Straßenverkehr technisch realisieren lässt. Dabei steht die intelligente Vernetzung von Fahrzeugen und Batteriewechselstationen zu einem E-Mobilitäts-Gesamtsystem auf dem Prüfstand. Demonstriert werden soll, dass es möglich ist, eine E-Taxi-Flotte im urbanen Raum im Dauerbetrieb wirtschaftlich und mit hoher Nutzerakzeptanz zu betreiben.

Kontakt:
Kyriakos Georgiadis, kyriakos.georgiadis@bmz-gmbh.de, www.adaptive-city-mobility.de

---

3.3 eJIT

JIT-Logistiksystem auf elektromobiler Basis

eJIT verfolgt die Zielstellung, eine Vorreiterrolle bei der Elektrifizierung von Just-in-Time-Logistikverkehren zu spielen und damit einen Beitrag zur Reduzierung lokaler Emissionen an Automobilproduktionsstandorten zu erarbeiten. Im Projekt werden zwei 40-Tonnen-Sattelzugmaschinen vom Engineering-Dienstleister IAV aufgebaut, mit Zukunftstechnologien der Elektromobilität und Fahrerassistenz ausgestattet und anschließend an den Automobilstandorten Volkswagen Sachsen in Zwickau und Porsche Leipzig unter realen Bedingung mit dem Projektpartner Schnellecke Logistics getestet. An diesem Beispiel werden Geschäftsmodelle der E-Logistik untersucht und Einsatzmöglichkeiten elektrischer Sattelzugmaschinen aufgezeigt.

Kontakt:
Andreas Wächtler, waechtler@amz-sachsen.de, www.e-jit.de

3.4 eMobility-Scout

Ganzheitliche E-Mobilitäts-Plattform für E-Fuhrparks mit Nutzfahrzeugen und gemeinsam genutzten Infrastrukturen

Wie kann man gewerbliche Flotten mit elektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen wirtschaftlich effizient betreiben? Welche Logistikpläne und Ladestrategien sind optimal? Das wird in Pilotanwendungen bei den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) und am Flughafen Stuttgart erprobt. Die BVG wird zunächst 100 ihrer 400 Nutzfahrzeuge elektrifizieren und die Erkenntnisse dann für die Umstellung ihrer gesamten Flotte nutzen. Am Flughafen Stuttgart sollen unterschiedliche Elektrofahrzeuge eingesetzt und in ein intelligentes Energiemanagement integriert werden. Als Schlüssel zur Lösung dieser Aufgaben wollen die Projektpartner den „eMobility-Scout“ realisieren, eine cloudbasierte IKT-Plattform für ganzheitliche E-Mobilitätssysteme.

Kontakt:
Frank Meißner, ems_pl@carano.de, www.emobilityscout.de

3.5 GridCON

Grid-Connected Agricultural Machine

GridCON baut auf dem Projekt SESAM des Förderprogramms „IKT für EM II“ auf, welches neben dem Bau und der Demonstration eines batteriebetriebenen, vollelektrifizierten Traktors die Konzeptionierung eines leistungsstarken, kabelgeführten Traktors umfasste. Dessen Weiterentwicklung, Aufbau und Demonstration mit zugehöriger Infrastruktur ist Ziel von GridCON. Der SESAM-Batterietraktor soll das Kabel auf einer Trommel und während des Arbeitsprozesses last- und verschleißarm mitführen. Hierzu wird ein autonomes Fahrzeug- und Kabelführungssystem entwickelt und eingesetzt. Die elektrische Energieversorgung erfolgt über eine Smart-Grid-Infrastruktur und bezieht auf dem Landwirtschaftsbetrieb verfügbare erneuerbare Energien ein.

Kontakt:
Prof. Dr.-Ing. Peter Pickel, pickeldrpeter@johndeere.com

3.6 iHub

Intelligente IT-gestützte Plattform für elektromobiles, nachhaltiges und effizientes Infrastruktur- und Flottenmanagement von Logistik-Hubs

Elektrisch angetriebene Lastkraftwagen haben im Vergleich zu dieselbetriebenen Lkw eine geringe Reichweite. Für ein Logistikunternehmen lohnt sich ihr Einsatz nur dann, wenn er durch ein zentrales Flottenmanagement gesteuert wird, das flexibel entscheidet, ob ein Diesel- oder ein Elektro-Lkw für die jeweilige Tour am besten geeignet ist. Batteriezustand, Ladeplanung und die Länge der Verteilrouten sind dabei die wichtigsten Parameter. Eine IT-Plattform dafür soll im Projekt „iHub“ protypisch entwickelt werden. Dazu werden in einer gemischten Flotte ein Fahrzeug auf Sprinterbasis mit 5,7 Tonnen und zwei Elektro-Lkw von mindestens 12 Tonnen zuzügliches Gesamtgewicht eingesetzt, die palettierte Frachten als Stückgut transportieren. Die Ergebnisse sollen anschließend auf größere Flotten hochgerechnet werden.

Kontakt:
Martin Sonnenberg, martin.sonnenberg@dbschenker.de, www.ihub-projekt.de
Prof. Dr. rer. nat. Karl-Georg Steffens, karl-georg.steffens@institut-pfl.de

3.7 lokSMART Jetzt! 2

Elektromobilität im lokalen Smart Grid

Das Projekt „lokSmart JETZT!“ hat im Förderprogramm „IKT für EM II“ die möglichen Vorteile der Kopplung von Elektrofahrzeugen an autarke lokale Smart Grids über Gleichstrom (DC/DC)-Ladestationen demonstriert. Daran anknüpfend, erprobt das Nachfolgeprojekt nun im gewerblichen Umfeld dezentrale Stromversorgungseinheiten, die vorrangig aus regenerativen Energiequellen gespeist werden und Elektrofahrzeuge integrieren, die auf bidirektionales DC/DC-Schnellladen ausgelegt sind. In drei Feldversuchen mit insgesamt zwölf E-Lieferfahrzeugen einer Handwerksbäckerei mit zahlreichen Filialen, eines Ingenieurbüros und eines Eventgastronomieveranstalters werden Lösungen für einen netzdienlichen und effizienten Betrieb kleiner gewerblicher Elektroflotten in lokalen Smart Grids entwickelt und in der Praxis erprobt.

Kontakt:
Dr. Uwe Koenzen, koenzen@planungsbuero-koenzen.de, www.loksmart.de

3.8 MENDEL

Minimale Belastung elektrischer Netze durch Ladevorgänge von Elektrobussen

Das Projekt MENDEL strebt eine Minimale Belastung Elektrischer Netze Durch Ladevorgänge von Elektrobussen an. Das soll sowohl durch eine Kostenreduktion für den Aufbau und Betrieb der Ladeinfrastruktur als auch durch eine Verringerung des Stromverbrauchs der Busse erreicht werden. Fahrzeugeinsatz- und Infrastrukturplanung sowie Lastmanagement und Fahrstrategie im täglichen Betrieb müssen dafür optimiert werden. Das Systemkonzept, das MENDEL erarbeitet, wird mit einer Versuchsflotte von fünf Linienbussen in Braunschweig erprobt und über angepasste Ampelschaltungen und einen Verkehrsrechner in den Realbetrieb integriert. Das Projekt verknüpft damit die beiden Domänen Intelligente Verkehrssysteme und Smart Grid.

Kontakt:
Dipl.-Ing. Dirk Weißer, dweisser@init-ka.de, www.mendel-projekt.de

3.9 OVAL – Ohne Voranmeldung Laden

Ad-hoc Laden und Bezahlen

Ladesäulen im öffentlichen Raum sind für Elektroautofahrer heute i. d. R. nur mit vertraglicher Bindung an einen Ladesäulenbetreiber oder Elektrizitätsanbieter zugänglich. Wie sich die von der Europäischen Union vorgeschriebene Option Ad-hoc Laden und Bezahlen realisieren lässt, analysiert und bewertet das Projekt OVAL unter technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Gesichtspunkten. Die in Form einer Studie verdichteten Ergebnisse und Empfehlungen werden in Pilotanlagen an Standorten in Hilden und Langenfeld abschließend ihre praktische Umsetzung finden.

Kontakt:
Dr. Wolfgang Klebsch, wolfgang.klebsch@vde.com

3.10 RouteCharge

Batteriewechselsystem für die Erschließung mittlerer Distanzen bei der Filialbelieferung mit eNFZ

Durch die Implementierung eines intelligenten Batteriewechselsystems sollen in diesem Projekt Distanzen von bis zu 300 Kilometern für den Gütertransport mit elektrisch angetriebenen Lkw erschlossen werden. Dazu wird in einem Feldversuch zunächst ein Konzept mit einem elektrischen 20-Tonner mit Wechselbatterie und drei Batteriewechselstationen erprobt. Diese werden zwischen dem Zentrallager eines Logistikunternehmens in Peine und dessen für den Großraum Berlin zuständigen Verteilzentrum in Potsdam aufgebaut. Die Wechselstationen sollen einen doppelten Nutzen erfüllen, indem sie neben der Antriebsenergie auch Regelleistung auf dem Strommarkt anbieten und dadurch wirtschaftlich betrieben werden können.

Kontakt:
Torsten Wildeck, Torsten.Wildeck@ipk.fraunhofer.de

3.11 SADA

Smart Adaptive Data Aggregation

SADA steht für Smart Adaptive Data Aggregation. Das Projekt geht von der Beobachtung aus, dass einerseits moderne Pkw und Lkw mit immer mehr IKT-Funktionen ausgestattet sind und die Verkehrsleitsysteme vieler Städte immer intelligenter werden, andererseits aber eine Verknüpfung der Daten aus Fahrzeugen und Infrastruktur kaum stattfindet. Im SADA-Projekt wird daher eine IKT-basierte Lösung entwickelt, die die im Auto erhobenen Daten modular und flexibel mit den Daten der städtischen Sensorinfrastruktur verknüpft, sodass neue Anwendungsideen schnell umgesetzt werden können. Beispielhaft soll diese Integration anhand einer kooperativen Parkraumüberwachung demonstriert werden.

Kontakt:
Dr. Georg von Wichert, Georg.Wichert@siemens.com, www.projekt-sada.de
Dr. Susana Alcalde Bagües, susana.alcalde@siemens.com

3.12 sMobilityCOM

Entwicklung eines integrierten, prädikativen Lade- und Einsatzmanagements für e-mobilitätsbasierte Dienstleistungen

Im Projekt wird ein prädiktives Lade- und Einsatzmanagement für mobilitätsbasierte Dienstleister entwickelt. Im Fokus stehen dabei Flottenlösungen für ambulante Pflegedienste, die wegen der großen Anzahl an Fahrzeugen und ihrer hohen öffentlichen Wahrnehmbarkeit einen wichtigen Hebel für die Akzeptanz und Verbreitung der Elektromobilität darstellen. Durch minimale Stromkosten und intelligente Mehrfachnutzungskonzepte soll beispielhaft bewiesen werden, dass der Einsatz von Elektrofahrzeugen in dieser Branche rentabel ist. Das Projekt kann auf Erfahrungen aus dem Vorgängerprojekt „sMobiliTy“ anknüpfen, in dem unter anderem eine Lösung für die kostenoptimierte netzdienliche Heimladung von Elektrofahrzeugen entwickelt wurde.

Kontakt:
Frank Schnellhardt, schnellhardt@innoman.de, www.smobility.net

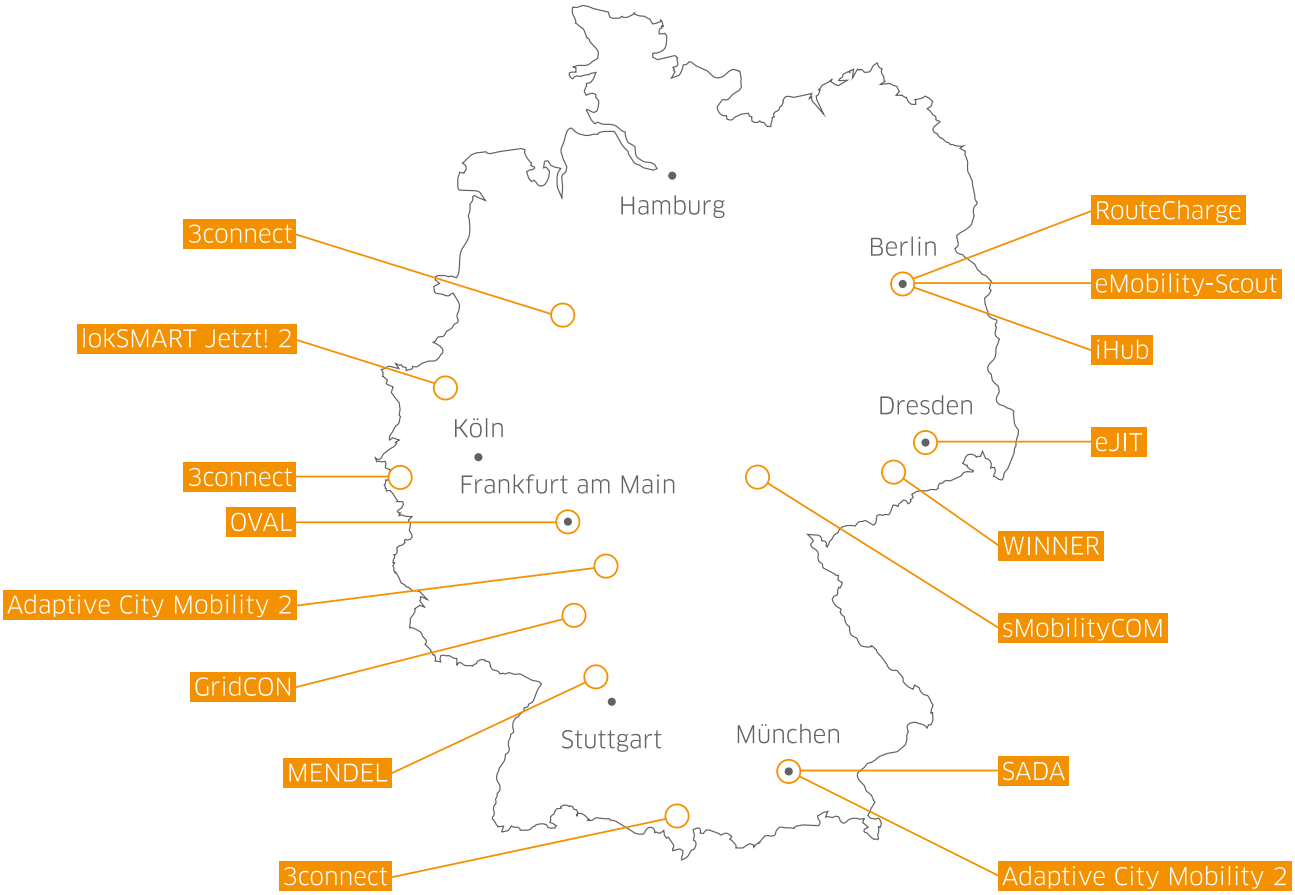
3.13 WINNER

Wohnungswirtschaftlich integrierte netzneutrale Elektromobilität in Quartier und Region

Wie kann die Wohnungswirtschaft die Einführung der Elektromobilität aktiv mitgestalten? Eine beispielhafte Antwort auf diese Frage will das Projekt WINNER zunächst in einem Quartier mit acht Wohnblöcken und 280 Wohneinheiten in Chemnitz geben. Dafür werden die Projektpartner auf den Objekten mit Hilfe einer Photovoltaik-Anlage regenerative Energie erzeugen. Der so erzeugte Strom wird durch Direktvermarktung an die Mieter weitergegeben und Überkapazitäten werden durch ein IKT-gesteuertes aktives lokales Lastmanagement zur Stromspeicherung in Elektrofahrzeugen von Mietern und von Dienstleistern genutzt, die im Quartier tätig sind. Das Gesamtziel ist, erstmalig eine wirtschaftlich selbstgetragene und netzneutrale Infrastruktur für gewerbliche Mobilität durch die intensive Einbeziehung der Wohnungswirtschaft zu schaffen.

Kontakt:
Denis Keil, dkeil@siedlungsgemeinschaft.de

Abbildung 3: Übersicht der Projekte auf der Deutschlandkarte



Quelle: IKT für Elektromobilität III

4. Begleitforschung zur Nutzung von Synergien

4.1 Begleitforschung mit System

Elektromobilität ist ein komplexes Zukunftsthema, das zahlreiche neue Fragen aufwirft. Die vielfältigen und umfassenden Aufgaben sind nur auf Basis gezielter Forschung, Entwicklung und Erprobung zu lösen. In diesem relativ jungen Fachgebiet lassen sich viele Fragestellungen vorwettbewerblich und durch die Nutzung von Synergien beschleunigt bearbeiten und beantworten. Daher werden im Förderprogramm „IKT für Elektromobilität III“ die Themenschwerpunkte der Elektromobilität nicht isoliert voneinander betrachtet. Vielmehr sind die Projekte so angelegt, dass übergreifende Fragestellungen jeweils mitbehandelt, in dem gegebenen Rahmen mitgelöst oder zumindest über entsprechende „Schnittstellen“ anschlussfähig gehalten werden. Darüber hinaus werden der Erfahrungsaustausch und kontinuierliche Abgleich der Anforderungen zwischen den Themenschwerpunkten durch regelmäßige Treffen der involvierten Projektpartner sichergestellt. Für die Organisation und Durchführung der übergreifenden Kooperation der Themenschwerpunkte sowie für den Wissenstransfer zwischen den Projekten wurde die Begleitforschung eingerichtet.

Im Rahmen der Begleitforschung unterstützen der VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. und das Deutsche Dialog Institut die Projekte, um die systemische Integration voranzutreiben. Der Fokus der Begleitforschung ist vor allem auf drei Ziele hin ausgerichtet:

Die wissenschaftliche Begleitung bei der Umsetzung der Projekte dient letztlich dem Zweck, zielgerichtet Innovationen im Sinne von marktfähigen Produkten zu realisieren.

Insbesondere an den Schnittstellen der Systemintegration fällt der Begleitforschung die Aufgabe zu, neue Themen für Forschung und Entwicklung zu identifizieren und den Aufbau neuer Allianzen zu fördern.

Eine weitere wichtige Aufgabe besteht darin, bestehende Innovationshürden zu identifizieren, Vorschläge zu ihrer Überwindung zu entwickeln und Handlungsempfehlungen an Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft zu adressieren und zu diskutieren.

Aufbau eines effizienten Kompetenznetzwerks

Durch das Monitoring und die Analyse der F&E-Aktivitäten schafft die Begleitforschung die Basis für die projektübergreifende Abstimmung, die internationale Einordnung und die Ableitung verallgemeinerungsfähigen Wissens. Des Weiteren widmet sie sich der Organisation und Moderation des fachlichen Austausches zwischen den Themenschwerpunkten insbesondere zu den übergreifenden Problematiken. Auch zum Wissenstransfer sowie zur Community- und Netzwerkbildung leistet die Begleitforschung einen bedeutenden Beitrag, indem sie beispielsweise den Ergebnis- und Erfahrungsaustausch zwischen Projekten und mit Dritten sicherstellt, die Vernetzung mit Promotoren/Multiplikatoren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Öffentlicher Verwaltung fördert oder spezielle Taskforces und Fachgruppen zu Querschnittsfragen bildet. Ein weiteres Aufgabengebiet der Begleitforschung ist die Kommunikation vom Internetauftritt über Medienbeiträge bis hin zur Durchführung von Jahreskongressen.

Schlüsselthemen identifizieren, Innovationshürden abbauen

Die durch die Projekte geleistete Forschung zu den Schlüsselthemen ist Voraussetzung für Fortschritte in den Schlüsselthemen, die ihrerseits allesamt auf die IKT als „Enabling Technology“ aufbauen. Ein wichtiges Ziel der begleitenden Forschungsmaßnahmen für „IKT für Elektromobilität III“ besteht darin, Schlüsselthemen zu identifizieren und Innovationshürden abzubauen. Durch die vorwettbewerbliche Bearbeitung dieser Themen wollen die Projekte gemeinsam dazu beitragen, Innovationshürden zu identifizieren und zu überwinden.

Kräfte bündeln, Synergieeffekte nutzen

Die Bündelung der Kräfte und die Nutzung von Synergien für die projektübergreifende Bearbeitung von gemeinsamen Fragestellungen sind weitere wichtige Ziele der Begleitforschung. Durch eine konsequente Identifikation gemeinsamer Interessen wird eine enge Zusammenarbeit der Projekte möglich. So können Synergien konsequent genutzt, Innovationshürden identifiziert und die Lösungsakzeptanz zu ihrer Überwindung entwickelt werden.

Dem Ziel, Synergieeffekte möglichst früh und umfassend nutzbar zu machen, dient die Einrichtung von Fachgruppen zu den Themen „Betreibermodelle, Wirtschaftlichkeit, Nutzerakzeptanz“, „Recht und Regulierung“ sowie „Daten, Services, Plattformen“. Durch die aktive Einbindung in die Ausgestaltung der Begleitforschung hatten die 13 Projekte von Anfang an die Möglichkeit, die Themenauswahl und die Arbeitsweise dieser Fachgruppen zu beeinflussen.

Starke Impulse für den E-Mobility-Standort Deutschland

Aus der gebündelten projektübergreifenden Zusammenarbeit an den Schlüsselthemen und Querschnittsthemen entstehen neue, zukunftsweisende systemische Ansätze und Lösungen. Damit trägt das Programm mit Hilfe der Begleitforschung wesentlich zur erfolgreichen Innovationstätigkeit deutscher Unternehmen in diesem wichtigen Zukunftsmarkt bei.

4.2 Meta- und Schlüsselthemen

Im Rahmen der Fördermaßnahme IKT für Elektromobilität III werden aktuell die 13 beschriebenen Projekte zur gewerblich genutzten Elektromobilität in den Bereichen E-Flotten und Logistik sowie Energie und Daten gefördert (Stand Ende 2016). Diese beiden Bereiche bezeichnen die Metathemen des Technologieprogramms. Hierunter wurden aus der Vielzahl der Forschungsansätze der geförderten Projekte übergreifende Kernforschungsgebiete identifiziert und zu sieben sogenannten Schlüsselthemen zusammengefasst. Diese Schlüsselthemen sind natürlich nicht scharf voneinander abgrenzbar und sie beeinflussen sich gegenseitig. Diese Schlüsselthemen werden gemeinsam von Projekten und Begleitforschung in Fachgruppen und Taskforces weiterentwickelt.

Die Schlüsselthemen wurden von der Begleitforschung zusammen mit den Experten der Forschungs- und Entwicklungsprojekte des Bundeswirtschaftsministeriums entwickelt. Zu drei Schlüsselthemen wurden zu Beginn des Technologieprogramms Fachgruppen eingerichtet, die Bearbeitung der weiteren Schlüsselthemen erfolgt in Taskforces und Workshops (eine spätere Einberufung einer Fachgruppe ist möglich).

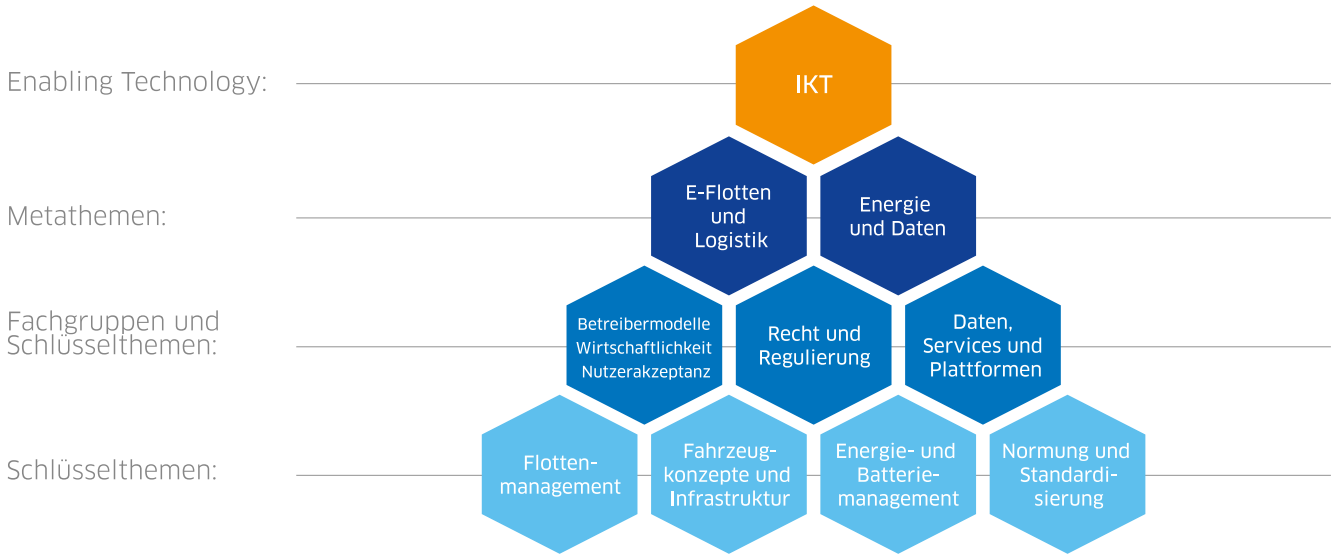
Fachgruppen:

- Fachgruppe Betreibermodelle, Wirtschaftlichkeit, Nutzerakzeptanz
- Fachgruppe Recht und Regulierung
- Fachgruppe Daten, Services, Plattformen

Weitere Schlüsselthemen befassen sich mit:

- Flottenmanagement
- Fahrzeugkonzepte und Infrastruktur
- Energie- und Batteriemanagement
- Normung und Standardisierung

Abbildung 4: Meta- und Schlüsselthemen sowie Fachgruppen



Quelle: IKT für Elektromobilität III

Die in den Projekten geleistete Forschung an den Schlüsselthemen ist Voraussetzung für Fortschritte bei den Meta- und Schlüsselthemen. Im Rahmen der Begleitforschung werden deshalb diese Schlüsselthemen auf technologische Herausforderungen und Forschungsansätze hin analysiert sowie mögliche Innovationshürden identifiziert.

E-Flotten und Logistik

Die Projekte im Metathema Flotten und Logistik befassen sich mit gewerblich genutzten Szenarien für IKT-basierte Koordinierung, Steuerung und Einsatzplanung. Dabei gilt es die spezifischen Merkmale von reinen Unternehmensflotten, unterschiedlich zusammengesetzten Flotten (Pkw und Nutzfahrzeuge) sowie reinen Logistikanwendungen zu berücksichtigen. Wichtig sind hierbei eine genaue Kenntnis des aktuellen Zustands (Batteriekapazität, Routenplanung, Verkehrssituation, ...) sowie einer Prognose, um eine bestmögliche Einsatzplanung durchführen zu können. Dadurch ist es möglich, die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen in gewerblich genutzten Flotten zu optimieren. Im Vordergrund stehen folgende Anwendungsszenarien:

- Intra-Logistik (zum Beispiel Firmengelände, Flughafen, Hafen)
- Distributionslogistik
- Unternehmensfuhrparks, insbesondere von sozialen Diensten
- Land- und Bauwirtschaft
- Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) einschließlich
- innovativer E-Taxi- und Flotten-Konzepte

Energie und Daten

Die Projekte im Metathema Energie und Daten befassen sich mit dem Management, d.h. der Einbindung, Steuerung und Einsatzplanung von Energiespeichern und -erzeugern. Berücksichtigt werden hier sowohl mobile und stationäre Speicher als auch volatil erzeugte Energie in lokalen und überregionalen Smart Grids. Dies kann beispielsweise eine private und dezentrale Kopplung von E-Fahrzeugen an Smart Facilities oder die Integration ganzer Fahrzeugflotten in die Energiesysteme von Gewerbebetrieben und Unternehmen oder Stadtteilen/Gewerbeparks sein. Erforderlich für eine optimierte Einsatzplanung sind auch hier die umfassende Kenntnis des aktuellen Zustandes und eine bestmögliche Prädiktion. Dazu sind eine offene Fahrzeugkommunikation sowie die Entwicklung herstellerunabhängiger Schnittstellen zur besseren Vernetzung von E-Fahrzeugen mit der Verkehrsinfrastruktur notwendig. Im Vordergrund stehen folgende Anwendungsszenarien:

- Entwicklung von wirtschaftlichen Konzepten zum gesteuerten Laden und Rückspeisen
- erweiterte Kopplung zu lokalen Smart Grids durch Einbeziehung von verschiedenen Erzeugungsanlagen und verschiedenen steuerbaren Lasten
- bessere Vernetzung von E-Fahrzeugen mit der Verkehrsinfrastruktur sowie hochautomatisiertes Fahren
- Prognostizierung und effektive Steuerung des Schwarmverhaltens
- Verarbeitung von Echtzeitdaten zu Fahrzeugposition und Reisezielen sowie von Informationen aus vernetzten Sensoren in taktilen Straßen
- IKT-basierte verkehrsträgerübergreifende Mobilitätskonzepte
- Datenfusionsarchitektur zur gemeinsamen Nutzung von Sensorinformationen
- Weiterentwicklung Plattformtechnologien und Cloud-Lösungen

Betreibermodelle, Wirtschaftlichkeit, Nutzerakzeptanz

Auch heute noch stellen fehlende Geschäftsmodelle ein größeres Hemmnis der Elektromobilität dar. Im Schlüsselthema Betreibermodelle, Wirtschaftlichkeit und Nutzerakzeptanz werden Netz- und Energiemärkte untersucht, Mobilitätscoachings entwickelt und die Gesamtkosten der Nutzungsdauer von Elektrofahrzeugen und zugehöriger Infrastruktur mit konventionellen Fahrzeugen verglichen. Dies wird allgemein mit TCO abgekürzt, was auf Englisch „Total Cost of Ownership“ bedeutet. Es müssen sowohl bestehende Geschäftsmodelle optimiert, als auch neue Geschäftsmodelle entwickelt werden. Auch Batteriewech-

selstationen können sich zum Beispiel für Lieferdienste im Geschäftsmodell positiv rechnen.

Recht und Regulierung

Grundlage für einen breiten Erfolg der Elektromobilität ist die Planungssicherheit in Bezug auf rechtliche Regelungen in allen betroffenen Rechtsbereichen. Das Schlüsselthema Recht und Regulierung befasst sich mit den Auswirkungen aktueller Rechtsvorschriften und Regulierungen und erarbeitet Vorschläge für eine Ausgestaltung dieser Regulierungen. Aktuell werden die Bereiche Energiemarktgesetze, Eichrecht, Steuerrecht, Speicherbewirtschaftung sowie Datenschutz und Privacy analysiert.

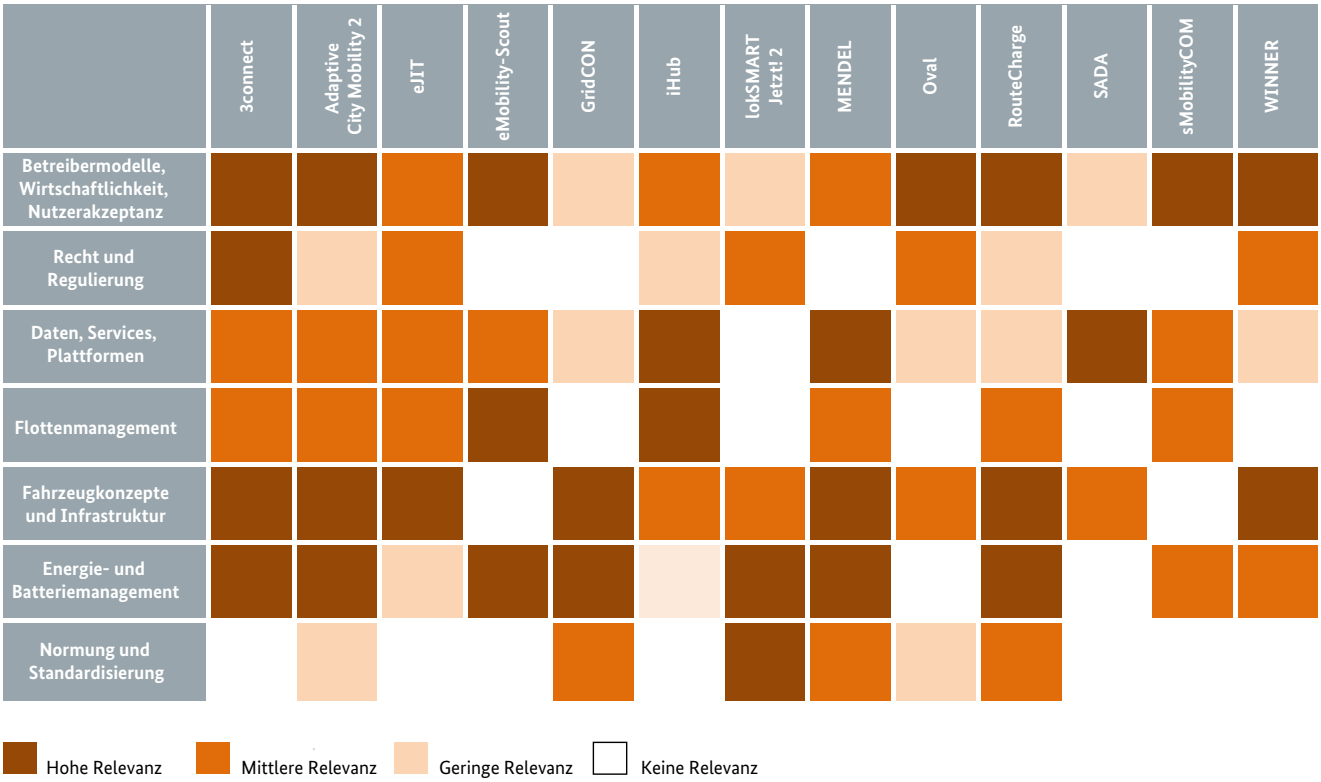
Daten, Services, Plattformen

Der effizienten Steuerung und Einsatzplanung der Elektromobilität kommt immer höhere Bedeutung zu, denn nur wenn die Fahrzeuge ausgelastet sind, sind sie wirtschaftlich. Hierfür müssen Daten aus verschiedensten Quellen, sowohl aus Fahrzeugen als auch der Infrastruktur, erfasst und intelligent ausgewertet werden. Anwendungsfälle gibt es viele, wie zum Beispiel die bestmögliche Einsatzplanung von E-Flotten, Reichweitenplanung, Fahrstrategie und Routenplanung bis hin zu neuartigen Fahrerassistenzsystemen beziehungsweise autonomen Fahrfunktionen. Das alles stellt hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit, Ausfallsicherheit, IT-Sicherheit und Datenschutz (Privacy).

Normung und Standardisierung

Der Normung und Standardisierung kommt in Technologieprojekten immer höhere Bedeutung zu. Um den Transfer der Ergebnisse in die Verwertung zu beschleunigen müssen sich die Experten intensiv mit aktuell laufenden und geplanten Normungs- und Standardisierungsaktivitäten beschäftigen und hierin wichtige Lücken identifizieren. Das Schlüsselthema befasst sich unter anderem mit der Kommunikation von Fahrzeug, der Fahrzeugbatterie und Infrastruktur für verschiedene Anwendungsfälle wie zum

Abbildung 5: Zuordnung Projekte und Schlüsselthemen



Quelle: IKT für Elektromobilität III

Beispiel Reservieren und Blockieren von Ladepunkten, Intelligente Ladeinfrastruktur E-Busse, Infrastruktur für elektrisch geführte Landmaschinen, Batteriewechselstationen oder auch stationäre und mobile Pufferspeicher.

Fahrzeugkonzepte und Infrastruktur

Das Technologieprogramm bezieht sich auf gewerblich genutzte Fahrzeuge für Flotten und Logistik – das lässt die Spannbreite an verschiedenen Elektrofahrzeugkonzepten schon erahnen. Neben normalen Pkws werden elektrische Leichtfahrzeuge, Lieferfahrzeuge, Busse, Taxen, Lkw und Sattelzugmaschinen, Landmaschinen, Fahrräder etc. benötigt. Zudem müssen alle Fahrzeuge in jeweils auf sie abgestimmte (Lade-) Infrastrukturen oder Batteriewechselsysteme angepasst werden. Auf abgeschlossenen Betriebsgeländen ist ein teil- bis hochautonomer Fahrzeugeinsatz heute schon möglich. Der Betrieb von Fahrzeugen und deren Infrastruktur setzt hohe Anforderungen an die Sensorik, funktionale Sicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

Flottenmanagement

Elektromobilität rechnet sich schon heute, wenn die Auslastung der Fahrzeuge und das Fahrprofil zum Fahrzeug passen. Hierzu ist sowohl in reinen E-Flotten als auch in gemischten Flotten eine intelligente und prädiktive Einsatzplanung notwendig. Grundlage hierfür ist die Verfügbarkeit aller notwendigen Daten von Fahrzeugen (Restreichweite, Routenplanung, ...), idealerweise in Echtzeit. Weiterhin gilt es, eine optimale Verkehrsmodellierung als Basis der Dispositionsplanung durchzuführen.

Energie- und Batteriemanagement

Die optimale Steuerung, Einsatzplanung und Prognose von Energieflüssen ist eines der wichtigsten Themen unserer Zeit. Elektromobilität kann mit seinem mobilen Speicher hierfür ein sehr wichtiger Baustein sein, von der Wechselwirkung mit einem festen Speicher im Eigenheim bis hin zur Einbindung einer großen E-Flotte in das Energienetz. Dazu werden unter diesem Schlüsselthema die Kopplung der Elektrofahrzeuge zum Smart Grid, Smart Home oder auch zur Smart Farm und die Themen Laststeuerung (Demand Side Management), Netzdienlichkeit, bidirektionales Gleichstromladen, Schnellladung sowie der Integration regenerativer Energien untersucht. Die Nutzung, Steuerung und Einsatzplanung von Batterien ist ebenfalls ein wichtiger Bestandteil (inklusive Second-Life, Recycling, Batteriewechselsysteme).

5. Betreibermodelle, Wirtschaftlichkeit und Nutzerakzeptanz

Aktuell haben Elektrofahrzeuge noch einen geringen Anteil am Gesamtfahrzeugmarkt, sei es im privaten oder auch im gewerblichen Bereich. Mittel- bis langfristig werden sie jedoch Verbrenner unter anderem aufgrund wachsender Wirtschaftlichkeit, technologischer Neuerungen und einhergehender Mehrwerte ersetzen. Dies gilt neben dem Fahrzeugmarkt für Privatleute ebenso für unterschiedlichste Fahrzeuganwendungen im gewerblichen Verkehr. Auf Basis von Anforderungen und Akzeptanzkriterien von privaten und gewerblichen Nutzern werden künftig mehrwertbringende Services entwickelt, die eine breite Erschließung von Kundengruppen und letztlich die Etablierung der Elektromobilität forcieren werden. Bis dahin stellen jedoch die heute noch fehlenden Geschäftsmodelle und die aktuell noch zum Teil hohen Kosten ein größeres Hemmnis für die Elektromobilität dar.

Unter dem Schlüsselthema und in der Fachgruppe Betreibermodelle, Wirtschaftlichkeit und Nutzerakzeptanz werden neuartige Geschäftsmodelle in der gewerblichen Anwendung von Elektromobilität, insbesondere unter Betrachtung des Traktionsbatterie-Lebenszyklus, diskutiert und entwickelt. Hierzu sollen die Projekte des Technologieprogramms „IKT für EM III“ für methodische Ansätze zur Geschäftsmodellentwicklung in der Elektromobilität sensibilisiert werden. Des Weiteren sollen aktuell einschränkende Regelungen für elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge wie beispielsweise die Fahrzeugklassifizierung beziehungsweise die Führerscheinregelung hinterfragt, internationale Best Practices identifiziert und neue Lösungsansätze entwickelt werden. Auf dem Gesamtkosten-Vergleich (abgekürzt TCO[3]) über die Nutzungsdauer von Elektrofahrzeugen und der zugehörigen Infrastruktur mit konventionellen Fahrzeugen liegt ein weiterer Fokus des Schlüsselthemas. Im Rahmen der TCO-Betrachtungen soll, neben dem Vergleich von Elektrofahrzeugen unterschiedlichster Fahrzeugklassen mit äquivalenten Verbrennern, als Teilgebiet die wirtschaftliche Relevanz einer vernetzten AC/DC-Ladeinfrastruktur beim Einsatz von Fahrzeugflotten untersucht werden. Ziel ist es hierbei, Szenarien und Lösungsansätze zu entwickeln, die eine hohe Flexibilität beim Laden erlauben und die Wirtschaftlichkeit je Ladeplatz verbessern.

In den Projekten werden unter anderem der wirtschaftliche Betrieb einer E-Taxi-Flotte mit hoher Nutzerakzeptanz untersucht sowie Geschäftsmodelle für teilautonom fahrende Sattelzugmaschinen in der E-Logistik analysiert. Darüber hinaus soll der wirtschaftlich effiziente Betrieb von Nutzfahrzeugen, unter Entwicklung von optimalen Logistikplänen und Ladestrategien, erforscht werden. Für die optimale Planung und Auslastung der Flotten ist die Entwicklung von zentralen Flottenmanagementsystemen eine essentielle Aufgabe, die im Rahmen der Projekte angegangen wird. Außerdem werden elektrisch angetriebene Lkw mit Wechselbatterien und Batteriewechselstationen erprobt und durch einen Dual-Use der Wechselstations-Batterien mit in den Strommarkt eingebunden, um dadurch einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten.

Für die wirtschaftliche Substituierung von Verbrennern durch Elektrofahrzeuge müssen sowohl bestehende Geschäftsmodelle optimiert, als auch neue entwickelt werden. Infrastrukturansätze wie Batteriewechselstationen können sich (zum Beispiel für Lieferdienste) wirtschaftlich positiv auswirken, wenn eine systemische Kopplung der drei Komponenten Fahrzeug, Batterie und (Energie-)Infrastruktur in Erwägung gezogen wird.

Im Rahmen der Begleitforschung zu „IKT für EM II“ wurde eine Studie zu **Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen** erstellt, deren Ziel es war, die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugvarianten für verschiedene Fahrzeugkategorien und unterschiedliche gewerbliche Anwendungsfälle bis zum Jahr 2020 anhand von Gesamtkostenanalysen zu betrachten. Auf Basis der Ergebnisse des Gesamtkostenvergleichs wurden anschließend unter Berücksichtigung repräsentativer Daten zum Fahrzeugbestand und -einsatz das ökonomische Potenzial zur Substitution konventioneller Fahrzeuge durch Elektrofahrzeuge in der jeweiligen Fahrzeugkategorie ermittelt. Auch die damit verbundene mögliche Minderung der Treibhausgasemissionen für den Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2020 wurde quantifiziert.

5.1 Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen: TCO-Rechner

Die Diskussionen rund um das Thema Elektromobilität und Wirtschaftlichkeit zeigen, dass insbesondere die veränderte Kostenstruktur von Elektrofahrzeugen eine zentrale Ursache für die Skepsis potenzieller Nutzer bildet. Neben der Anpassung von Rahmenbedingungen stellt der Abbau des immer noch großen Informationsdefizits einen zentralen Stellhebel für die Marktdurchdringung von Elektromobilität dar. Zu den besonders vielversprechenden Anwendungsfeldern der

3 engl. Total Cost of Ownership – Gesamtkosten über die Haltungsdauer

Elektromobilität zählen vor allem gewerbliche und öffentliche Flotten. Aus diesem Anlass wurde im Rahmen der Begleitforschung der Schaufenster Elektromobilität ein frei zugänglicher Online-Gesamtkosten- beziehungsweise -Szenarien-Rechner für interessierte Unternehmen erstellt, der speziell auf gewerbliche Anwendungen ausgerichtet ist und daher auch steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten berücksichtigt.[4]

Ziel ist es, vor allem Antworten auf folgende Kernfragen von Flottenbetreibern zu finden:

- Wie hoch sind die Gesamtkosten eines gewerblich genutzten Elektrofahrzeuges im Vergleich zu einem Diesel- oder Benzin-Fahrzeug? Wie schneiden Plug-in-Hybride ab?
- Welche Kostenblöcke haben den größten Einfluss?
- Wie könnten sich die Gesamtkosten in den nächsten Jahren entwickeln?
- Welchen Einfluss haben Haltedauer und jährliche Fahrleistung auf den Gesamtkostenvergleich?

Abbildung 6: Ergebnisdarstellung Vergleich Benziner mit Elektrofahrzeug; Kosten (Y-Achse) über die Fahrleistung (X-Achse)

Quelle: IKT für Elektromobilität III

- Wie hoch sind die eingesparten Treibhausgasemissionen?

Benzin-, Diesel-, Hybrid- und Elektrofahrzeuge können mit diesem Rechner hinsichtlich ihrer TCO und CO_2-Emissionen verglichen werden. Die Entwicklungen von Batterie- und Energiepreisen lassen sich in verschiedenen Szenarien variabel einbeziehen. So kann auch abgeschätzt werden, ob heute noch nicht verfügbare oder teure Modelle für den Interessenten zukünftig wirtschaftlich sein könnten. Auch die Restwertentwicklung der Elektrofahrzeuge kann über verschiedene Modelle ermittelt werden. Insgesamt kann der Nutzer auf plausible Voreinstellungen zurückgreifen oder die einzelnen Eingangsgrößen manuell an die eigenen Vorstellungen anpassen.[5]

5.2 Kostendegression und Forecasts

Im Jahr 2015 stiegen die Verkaufszahlen von batterieelektrischen (BEV) und Plugin-Hybrid-Elektrischen Fahrzeugen (PHEV) auf über eine halbe Million Fahrzeuge. Ende des gleichen Jahres waren weltweit rund 1,3 Millionen Elektrofahrzeuge auf den Straßen, davon ca. 770.000 BEV und 510.000 bis 530.000 PHEV.[6] Nutzfahrzeuge wie elektrische Transporter, Lkw, Busse etc. oder auch mobile Arbeitsmaschinen wie Gabelstapler bilden neben Pkw ein großes Potenzial für Kostensenkungen, das zu einer raschen Wirtschaftlichkeit der Elektromobilität führen wird.

Die Kosten eines Elektrofahrzeugs werden mit mindestens einem Drittel Wertschöpfungsanteil nach wie vor maßgeblich durch die Li-Ionen-Traktionsbatterie des Fahrzeugs bestimmt. Die eingesetzten Batteriezellen wiederum machen 60 bis 70 Prozent der Batteriewertschöpfung aus.[7] Dementsprechend ist neben der Weiterentwicklung der Batterie- beziehungsweise Zelleigenschaften deren Kostendegression ein essenzieller Hebel für die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen. Mit der stetigen Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen und der einhergehenden kumulierten Ausbringungsmenge von Elektrofahrzeugen beziehungsweise Traktionsbatterien verringern sich auch die jeweiligen Stückkosten in der Herstellung.

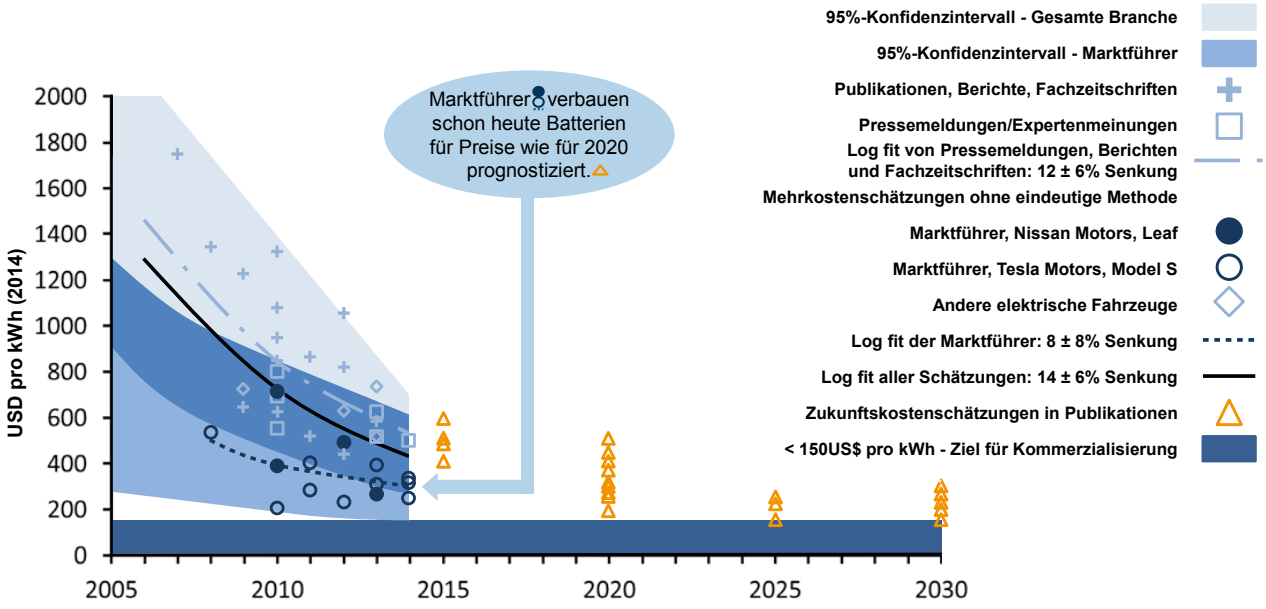
4 http://schaufenster-elektromobilitaet.org/media/media/documents/dokumente_der_begleit__und_wirkungsforschung/EP29_Online-Vergleichskostenrechner~1.pdf

5 Nähere Infos zum Rechner unter http://oekoinstitut.github.io/kostenrechner/#/

6 Quelle: International Energy Agency (IEA)

7 Quelle: RWTH Aachen

Abbildung 7: Batteriekostendegression über die Jahre und Prognose (Preise auf Packebene)



Unerwartet stark fallende Batteriepreise (Preise auf Packebene). Quelle: In Anlehnung an [Nykvist 2015]

Quelle: RWTH Aachen/VDMA Positionspapier Zellproduktion S. 8

Der Bedarf von Li-Ionen-Batterien für die Elektromobilität beläuft sich aktuell (2015) bereits auf rund 16 GWh und ist seit 2004 im Schnitt um 22 Prozent jährlich gestiegen.[8] Parallel dazu sind die Kosten für Batterien dramatisch gesunken und das schneller als erwartet. Marktführer verbauen heute schon Batterien für einen Preis von ca. 300 USD/kWh auf Packebene (siehe Abbildung 7). Zahlreiche Studien haben diesen Preis erst für das Jahr 2020 erwartet. Aktuell werden Batteriepreise von unter 150 USD/kWh als Ziel für eine flächendeckende Kommerzialisierung und Wirtschaftlichkeit für möglich gehalten.[9]

Basierend auf dem stetig fallenden Preisen für Batterien und dem einhergehenden steigenden Absatz von Elektrofahrzeugen wird für das Jahr 2025 von einer Vervierfachung des Batteriebedarfs für die Elektromobilität auf ca. 60 GWh gerechnet. Davon sollen alleine zwei Drittel über BEV abgedeckt werden.[10] Große Zellhersteller wie LG oder Foxconn, die zuvor vorwiegend Batterien im Consumer-Bereich angeboten haben, aber auch Fahrzeughersteller wie Tesla oder BYD haben diesen Bedarf für die nächsten Jahre erkannt. Sie planen bereits Großfabriken, die bis 2020 zu einer Verdreifachung der aktuellen Produktionskapazitäten von ca. 35 GWh führen (siehe Abbildung 8) und die Kostendegression durch Massenfertigung im Bereich der erwähnten 150 USD/kWh weiter vortreiben werden.

Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass der Batteriepreis abgesehen von der Reduktion von Fertigungs- und Materialkosten auch durch Lagerbestände, Produktionskapazitäten und die Auslastung der Fertigungsstätten beeinflusst wird. All diese Faktoren führen zu dem aktuellen Preisverfall des Batteriepreises. Die Elektromobilität wird davon auf mittel- bis langfristige Sicht profitieren und den Fahrzeugmarkt weiter durchdringen.

5.3 Konzepte für die Zukunft

Im Rahmen des Schlüsselthemas und der gleichnamigen Fachgruppe werden Teilaspekte in getrennten Workshops mit Präsenz der teilnehmenden Projekte oder in Taskforces

8 Quelle: Batterieforum 2016, Präsentation BMZ 2016 (CFO Wirth)

9 Quelle: Nykvist 2015 Nykvist, Björn; Nilsson, Måns (2015): Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles. In: Nature Climate change 5 (4), S. 329–332. DOI: 10.1038/nclimate2564.

10 C. Pillot, Präsentation Avicenne Energy, Nizza 2015

mit regelmäßigen Telefonkonferenzen bearbeitet. Auf Basis von ersten Themenvorschlägen wurden folgende Themen zu Workshops und Taskforces festgelegt:

Lebenszyklus Traktionsbatterie

Sowohl während des Einsatzes im Fahrbetrieb als auch nach dem Lebensdauerende ergeben sich weitere Erlös-Potenziale, um mit der Batterie Erlöse zu generieren und die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen zu verbessern. Diese Potenziale sollen im Rahmen eines Workshops identifiziert und diskutiert werden. Ziel dieses Workshops ist es daher, den Projekten neue Impulse für Geschäftsmodelle rund um den Lebenszyklus der Traktionsbatterie zu geben und dabei externe Experten einzubinden.

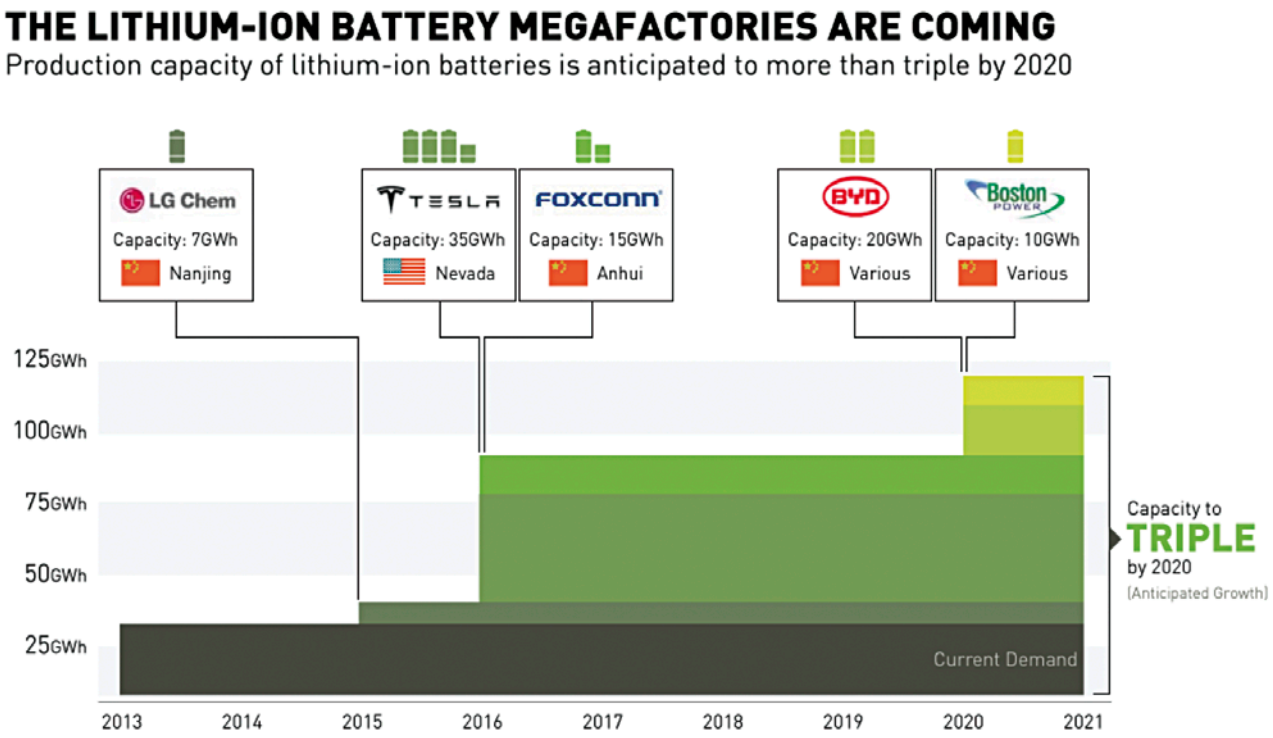
Methoden zur Entwicklung von Geschäftsmodellen

Das Wort „Geschäftsmodell“ ist in der Elektromobilitäts-Community in aller Munde. Allerdings ergeben sich viele Fragen, wenn es darum geht, wie man methodisch ein Geschäftsmodell entwickelt oder umsetzt. Ein Workshop im Rahmen der Fachgruppe soll Fragestellungen bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen mit Fokus auf die Elektromobilität beantworten und neue Impulse setzen. Zudem ist ein Erfahrungsaustausch unter den Projekten des Programms „IKT für EM III“ geplant.

Konzeptentwicklung „Schnellhilfe Elektromobilität mit Portal“

Im Fall einer Panne muss ein Elektrofahrzeug in der Regel aufwändig und kostenintensiv in eine Spezialwerkstatt oder ein Servicecenter des jeweiligen Herstellers gebracht werden. Für die Reparatur eines Elektrofahrzeugs hat der gewöhnliche Kfz-Mechaniker eine Hochvolt-Ausbildung vorzuweisen. Personal mit dieser Zusatzqualifikation ist in gängigen Kfz-Werkstätten wenig zu finden. Zudem ist aktuell nicht klar, wie eine „Schnellhilfe“ am Elektrofahrzeug aussehen könnte, die eine zügige Weiterfahrt gewährleisten könnte. Für diese und weitere wichtige Aspekte ist es sinnvoll, ein Service-Konzept mit dazugehörigem Portal zu erstellen.

Abbildung 8: Übersicht der geplanten Groß-Batteriefabriken bis 2021[11]



11 Quelle: http://www.visualcapitalist.com/the-lithium-ion-megafactories-are-coming-chart/

Zentral verfügbare E-Mobility-Dateninfrastruktur

In Deutschland (und auch Europa) gibt es derzeit keine zentrale Datenhaltung für verfügbare Ladesäulen. In einer Taskforce soll dieser Zustand verifiziert und hinterfragt werden. Zur Etablierung der Elektromobilität in Deutschland wird es langfristig unumgänglich sein, alle frei verfügbaren Anbieter allen Nutzern transparent zu machen. Zudem sollte überlegt werden, welche normungstechnischen und organisatorischen Maßnahmen hierfür zu treffen wären.

Klassifizierung von E-Nutzfahrzeugen/ Führerscheinneuregelung

Für elektrisch betriebene Kleintransporter bis zu einem zulässigen Gesamtgewicht von 4,25 Tonnen gilt seit 31. Dezember 2014 eine Ausnahmeverordnung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). E-Transporter dürfen seitdem unter bestimmten Voraussetzungen mit normalem Pkw-Führerschein der Klasse B gefahren werden. Das Gewicht der Batterie bleibt bei der Bestimmung der Fahrzeugklassen außen vor. Die Ausnahmeverordnung ist jedoch bis Ende 2019 befristet. Danach sind Flottenbetreiber, die E-Transporter einsetzen, einem entscheidenden Nachteil ausgesetzt: Durch den Einsatz von E-Fahrzeugen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von maximal 3,49 Tonnen ergibt sich durch das Batteriegewicht eine Beschränkung der Nutzlast, die für Flottenbetreiber nicht akzeptabel ist. Der Transport von höheren Lasten erfordert dann Fahrzeuge mit fünf Tonnen Last und mehr, die nur von Fahrern mit Führerschein-Klasse C geführt werden dürfen. Die entsprechenden Kosten für Fahrzeuge und Fahrer mit Führerschein-Klasse C sind für Unternehmen deutlich höher. Aktuell gibt es keine Anzeichen für eine Aufhebung der Befristung. Im Rahmen einer Taskforce sind Lösungsansätze für die Einordnung von E-Nutzfahrzeugen im Allgemeinen und eine Neuregelung des Führerscheinrechts zu erarbeiten.

Potenzialanalyse verschiedener Fahrzeugklassen mit optimaler Mischung aus Ladeinfrastruktur, Batteriegrößen und Fahrzeugkosten im Rahmen von Fuhrparks

Gerade in Flotten ist eine Einsatzplanung für verschiedene Fahrzeugreichweiten möglich. Die Batteriekosten sind insbesondere bei kleineren Fahrzeugen extrem relevant. Die Fuhrparkdaten eines Projekts im Rahmen von IKT für EM III zeigen, dass eine deutliche Reduktion der Kosten bei großen Fuhrparks bei einem Teil der Flotte möglich ist. Das Ziel der Taskforce ist es aufzuzeigen, ob und wo optimale Kosten-Szenarien bestehen. Außerdem soll aufgezeigt werden, wie reduzierte Kostenstrukturen und optimale Abstufungen von Akkukapazitäten aussehen könnten und welchen Einfluss nichtmonetäre Möglichkeiten bieten, um den Markt zu erschließen. Die Ergebnisse und Überlegungen der Studie „Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen“ können hierzu als Ausgangspunkt dienen.

Wirtschaftliche Relevanz vernetzter Wechsel-/Gleichstrom-(AC/DC) Ladeinfrastruktur

Gerade für Flotten bietet es sich an, einen DC-Lader und mehrere Wallboxen zu betreiben. Ladeströme werden variabel hinsichtlich der Stromstärken und der angesteuerten Fahrzeuge (Stellplätze/Wallboxen) benötigt. Ein physisches Umsetzen der Fahrzeuge ist aus Kostengründen nicht möglich. Gleiches gilt auch für den Betrieb zusätzlicher Schnelllader. Ziel ist es an allen Stellplätzen, die „verkabelt sind“, auch DC laden zu können, um die Wirtschaftlichkeit je Ladeplatz zu verbessern.

6. Recht und Regulierung

Das Förderprogramm „IKT für EM III“ startete im Hinblick auf rechtliche Aspekte zu einem sehr günstigen Zeitpunkt: Ende 2015 und zu Beginn des Jahres 2016 zeichnete sich bereits ab, dass die Rechtsthemen, an denen schon seit Jahren gearbeitet wurde, nun in konkrete Gesetze umgesetzt wurden. Diesen Prozess begleitete die mit Rechtsthemen befasste Fachgruppe und beschäftigte sich erstmals vertieft mit dem Umgang von Daten aus dem Fahrzeug.

6.1 Ladepunktbetreiber als Letztverbraucher

Folgende gesetzlichen Änderungen, die zum Teil durch die Fachgruppe Rechtsrahmen angeregt wurden, sind dabei von besonderer Bedeutung.

Ladepunktbetreiber energiewirtschaftsrechtlich Letztverbraucher

Das Gesetz zur Weiterentwicklung des Strommarktes (StrommarktG) wurde am 23. Juni 2016 vom Bundestag mit den Änderungen des Energiewirtschaftsgesetzes verabschiedet und ist am 30. Juli in Kraft getreten.[12] Durch das Gesetz wird der Ladepunktbetreiber energiewirtschaftsrechtlich als Letztverbraucher eingeordnet.[13] Begründet wird dies damit, dass es sich um eine Bündelleistung handelt, die aus Infrastruktur-, Service-, Strom- und gegebenenfalls Parkleistungen besteht, es handelt sich damit nicht um eine Stromlieferung durch den Ladepunktbetreiber.[14] Dies hat zur Folge, dass er kein Stromversorger ist und auch nicht den Pflichten zur Ausweisung des Strommixes etc.[15] unterliegt. Zugleich erhält er Rechte, insbesondere den auf Netzanschluss gegenüber dem vorgelagerten Verteilnetzbetreiber.[16] Überdies hat er nach § 20 Abs. 1 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) die Wahl des Stromlieferanten. Auf das nachgelagerte Rechtsverhältnis zwischen Ladepunktbetreiber und Fahrzeugnutzer findet das EnWG damit keine Anwendung. Der Fahrzeugnutzer wird quasi wie ein „Gast“ behandelt, der für das EnWG unsichtbar ist.

Ladepunktbetreiber stromsteuerrechtlich Letztverbraucher

Die Stromsteuer-Durchführungsverordnung (StromStVO) ist nachgezogen und sogar noch früher in Kraft getreten als das StrommarktG. Am 17. Mai 2016 wurde im Bundesgesetzblatt[17] die „Verordnung zur Umsetzung unionsrechtlicher Transparenzpflichten im Energiesteuer- und Stromsteuergesetz sowie zur Änderung weiterer Verordnungen“ mit Datum vom 4. Mai 2016 veröffentlicht. Die darin enthaltenen neuen Energie- und Stromsteuer-Durchführungsverordnungen sind bereits am 18. Mai 2016 in Kraft getreten. In § 1a Abs. 2 StromStVO ist geregelt, dass der Ladepunktbetreiber stromsteuerrechtlich als Letztverbraucher eingeordnet wird. Er ist somit kein Energieversorger, es bedarf keiner Anmeldung beim Hauptzollamt und keiner Ausweisung der Stromsteuer.

Ladepunktbetreiber und Elektrofahrzeugnutzer als Anschlussnutzer

Das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) als Teil des Gesetzes über die digitale Energiewende wurde am 23. Juni 2016 vom Bundestag verabschiedet und trat am 12. Juli 2016 in Kraft.[18] Die Vorschrift des § 2 Abs. 1 Nr. 8 MsbG enthält die Klarstellung, dass der Ladepunkt auch nach dem MsbG als Letztverbraucher und Anschlussnutzer eingestuft wird. In der Gesetzesbegründung heißt es, dass auch „der Elektrofahrzeugnutzer, der den Ladepunkt nutzt, (ist) gleichfalls Letztverbraucher“ ist. Damit sind beide, Ladepunktbetreiber und Elektrofahrzeugnutzer, wie es heißt „jeder für seinen Zweck Anschlussnutzer: der Ladepunktbetreiber“. Der Ladepunkt, „um die Nutzung der Ladepunkte anderen Elektrofahrzeugnutzern zu gestatten, der Fahrzeugnutzer, um mittels Ladepunkt das Fahrzeug aufzuladen.“ Diese Funktionsdopplung ist allerdings nicht frei von Verwirrungen. Es bleibt abzuwarten, welche Rolle der Fahrzeugnutzer in der Lastmanagement-VO, die als Referentenentwurf für 2017 angekündigt ist, finden wird. Sinnvoller Adressat für die Steuerung durch den Verteilnetzbetreiber wird dort der Ladepunktbetreiber und nicht der Fahrzeugnutzer sein.

12 BGBl. I 2016 S. 1786 vom 29.7.2016

13 § 3 Nr. 25 EnWG

14 Ausführlich dazu Boesche, Sind Ladepunkte für Elektrofahrzeuge Letztverbraucher? RdE 2015, S. 449 – 455

15 §§ 40, 42 EnWG

16 § 17 Abs. 1 EnWG

17 BGBl. I S. 1158 Nr. 2

18 Beschluss des Ausschusses für Wirtschaft und Energie vom 22.6.2016, BT-Drs.18/8919, Gesetzentwurf der Bundesregierung, BT-Drs.18/7555

Letzterer ist als „vagabundierender“ Stromkonsument im Regelfall (öffentlich zugängliche LIS, Laden beim Arbeitgeber) für den Verteilnetzbetreiber nicht erkennbar (ähnlich dem Gast eines Haushaltskunden). Der Verteilnetzbetreiber muss aber mit einer statischen Einheit arbeiten können.

Verpflichtung zum Einbau intelligenter Messsysteme ab 2021

Während das Datenschutzkonzept (Teil 3) des Messstellenbetriebsgesetzes (MsbG) bereits vollständig anwendbar ist, gilt nach § 48 eine vorübergehende Bereichsausnahme nur für die technischen Vorschriften des Teils 2 Kapitel 3 des MsbG. Das bedeutet, bis zum 31. Dezember 2020 sind die Betreiber von Ladepunkten nicht zum Einbau eines intelligenten Messsystems verpflichtet Die Verpflichtung greift also erst ab 2021. Hinsichtlich der Form der Einwilligung wird nun nicht mehr zwingend die Schriftlichkeit verlangt. In § 4 Abs. 1 S. 2 BDSG heißt es bzgl. der Form: „Die Einwilligung bedarf der Schriftform, soweit nicht wegen besonderer Umstände eine andere Form angemessen ist.“ Bei Nutzung intelligenter Messsysteme und generell im Zusammenhang mit der Nutzung von Elektrofahrzeugen werden solche besonderen Umstände angenommen. Damit wird in diesen Fällen auch die elektronische Form der Einwilligung als ausreichend angesehen.

Rechtliche Regelung für den Aufbau und Betrieb von Ladepunkten – Ladesäulenverordnung

Am 9. März 2016 wurde basierend auf der Rechtsgrundlage des § 49 Abs. 4 EnWG die Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung, LSV) erlassen.[19] Sie trat am 17. März 2016 in Kraft. Durch die LSV werden u.a. die Vorgaben der EU-Richtlinie über neue Kraftstoffe[20] für Ladestecksysteme an Ladepunkten für Elektromobile in deutsches Recht umgesetzt. Zudem ist eine Meldepflicht aller öffentlich zugänglichen Ladepunkte an die BNetzA geregelt. Weitere Änderungen, insbesondere zum punktuellen Aufladen, werden voraussichtlich im Frühjahr 2017 in Kraft treten (vgl. Kapitel 6.4).

6.2 Steuerliche und eichrechtliche Weichenstellungen

Steuerliche Förderung der Elektromobilität

Am 17. November 2016 ist das Gesetz zur steuerlichen Förderung der Elektromobilität im Straßenverkehr (Änderung des Kraftfahrzeugsteuergesetzes und des Einkommenssteuergesetzes) vom 7. November 2016 in Kraft getreten.[21] Bei erstmaliger Zulassung reiner Elektrofahrzeuge gilt seit dem 1. Januar 2016 bis zum 31. Dezember 2020 eine fünfjährige Kraftfahrzeugsteuerbefreiung. Diese wird rückwirkend zum 1. Januar 2016 auf zehn Jahre verlängert.[22] Die zehnjährige Steuerbefreiung für reine Elektrofahrzeuge wird zudem auf technisch angemessene, verkehrsrechtlich genehmigte Umrüstungen zu reinen Elektrofahrzeugen ausgeweitet. Im Einkommensteuergesetz sind vom Arbeitgeber gewährte Vorteile für das elektrische Aufladen eines privaten Elektro- oder Hybridelektrofahrzeugs des Arbeitnehmers im Betrieb des Arbeitgebers und für die zur privaten Nutzung zeitweise überlassene betriebliche Ladevorrichtung von der Steuer befreit.[23] Der Arbeitgeber erhält die Möglichkeit, geldwerte Vorteile aus der unentgeltlichen oder verbilligten Übereignung der Ladevorrichtung und Zuschüsse pauschal mit 25 Prozent Lohnsteuer zu besteuern. Die Regelungen sind zunächst befristet für den Zeitraum vom 1. Januar 2017 bis 31. Dezember 2020. Sollten sich die Vorschriften bewähren, erscheint – auch im Hinblick auf Planbarkeit und Rechtssicherheit – eine Verlängerung dieser Regelungen als angezeigt.

Abrechnung am Ladepunkt nur mit eichrechtskonformem Messgerät

Hinsichtlich des am 1. Januar 2015 in Kraft getretenen neuen Eichrecht (Mess- und Eichgesetz, MessEG, Mess- und Eichverordnung, MessEV) wird auf das Informationsblatt der AGME vom Mai 2016[24] und die Ausführungen unter „Aus-

19 BGBl. I S. 457

20 RL 2014/94/EU, http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0094

21 BGBl. I S. 2498 v. 16.11.2016

22 § 3d Abs. 1 S. 2 KFZStG

23 § 3 Nr. 46 EStG

24 http://www.ed-nord.de/edn/webimages/pdf/EMO-Merkblatt.pdf

blick“ hingewiesen. Die Abrechnung am Ladepunkt ist nun auch bei der Leistungsgröße Zeit zwingend mit einem eichrechtskonformen Messgerät erforderlich, denn auch Zeit ist eine eichrechtsrelevante Größe geworden. Das bedeutet, von der durchaus unter einigen Ladepunktbetreibern verbreiteten Abrechnung der reinen Parkzeit (analog einer Parkuhr) als Eichpflichtausnahme gilt es Abschied zu nehmen. Die Abrechnung nach Zeit bleibt möglich, es bedarf dazu aber eines konformitätsbewerteten Zeitmessers, der als Einzelgerät zur Messung des Energieflusses am Markt nicht erhältlich ist. Der Aufwand, ob nun nach kW (Leistung) oder Zeit abgerechnet wird, ist gleich, da in jedem Falle ein eichrechtskonformes Messgerät in der Ladesäule verbaut sein muss. Daneben gibt es weitere Anforderungen, wie das dauerhafte Speichern der Messwerte, die es zu meistern gilt. Jeder Zähler muss nun das Konformitätsbewertungsverfahren durchlaufen. Dazu wird empfohlen, Kontakt zu der Konformitätsbewertungsstelle der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zu suchen.

6.3 Regulierungstreiber Feinstaub

Um die Innenstädte von immer stärker werdenden Emissionen (Feinstaub) zu befreien, wurden Anfang der 2000er Jahre Umweltzonen ins Gespräch gebracht und seit Anfang 2007 in verschiedenen Städten und Kommunen Fahrverbote in Form von Umweltzonen erlassen. Auch in anderen Ländern wurden ähnliche Regulierungsmaßnahmen zur Reduktion des Feinstaubgehalts ergriffen. In Deutschland wurden die ersten Umweltzonen zum 1. Januar 2008 in den Städten Berlin, Köln und Hannover eingerichtet. Auf dem notwendigen Zusatzzeichen zur Umweltzone wird geregelt, welche Fahrzeuge mit welchen Umwelt-Plakettenfarben (grün, gelb, rot) dort Zufahrt haben. Keine Plakette erhalten Fahrzeuge mit speziellen Schlüsselnummern. Auch diesen Fahrzeugen ist das Befahren aller Umweltzonen untersagt. Diese Maßnahmen dienen in erster Linie der Verbesserung der Luftqualität und der Reduzierung des Feinstaubes, wobei die Belastung der Umwelt mit dem Treibhausgas Kohlendioxid (CO_2), oder Stickoxiden (NO_x) nicht im Fokus steht. In diesem Zusammenhang wird zurzeit die Einführung einer blauen Plakette im Zuge der Euro-6-Norm diskutiert. Sie richtet sich vor allem gegen den Ausstoß von Stickoxiden (NO_x).

Neben Zufahrtsbeschränkungen für Verbrennerfahrzeuge, Steuererleichterungen, Kaufprämien, Mautsystemen und Bevorzugung von E-Fahrzeugen auf Busspuren ist eine verbindliche Quote für E-Fahrzeuge bei Neuanmeldungen das stärkste Werkzeug, um die Feinstaubbelastung in Innenstädten zu senken und die Elektromobilität zu fördern. Nach Abschluss des Pariser Klimaschutzabkommens denken immer mehr Länder offen über die Einführung solcher Quoten nach.

6.4 Neue Änderungen im Visier

Über die dargestellten Entwicklungen hinaus zeichnen sich weitere Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen ab. Diese bilden die Grundlage für die Arbeit der Fachgruppe in naher Zukunft.

Laden ohne dauerhaften Vertrag

In einer Änderungsverordnung der Ladesäulenverordnung (LSV) werden unter anderem die Vorgaben der EU-Richtlinie über neue Kraftstoffe[25] über das sogenannte punktuelle Aufladen umgesetzt. Dabei geht es um die Möglichkeit des Ladens an öffentlich zugänglichen Ladesäulen ohne vorherigen Abschluss eines dauerhaften Vertrages. Vorgesehen sind vier verschiedene Mindestformen des punktuellen Aufladens (Verschenken und Bargeld in unmittelbarer Nähe zum Ladepunkt ohne Authentifizierung und Zugang mittels eines gängigen kartenbasierten oder webbasierten Zahlsystems mit Authentifizierung). Ein Inkrafttreten ist nach der EU-Notifizierung und Beschlussfassung durch den Bundesrat für das erste Quartal 2017 vorgesehen.

Reglungen des Lastmanagement und autonomen Fahrens

Ein weiteres Thema ist die Lastmanagementverordnung, die ebenfalls viele neue Projekte im Rahmen von „IKT für EM III“ betrifft. Dazu ist ein Workshop angesetzt, sodass Änderungsvorschläge rechtzeitig erarbeitet und eingebracht werden können. Auch beim Thema autonomes Fahren zeichnen sich Änderungen ab. Am 25. Januar 2017 hat das Bundeskabinett einen Gesetzentwurf zum autonomen Fahren beschlossen, der nun in den Bundestag eingebracht wird.[26] Auch dies wird Thema eines der nächsten Workshops sein, da es zumindest einzelne Projekte unmittelbar betrifft.

25 RL 2014/94/EU, http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0094

26 https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2017/01/2017-01-25-automatisiertes-fahren.html

Eichrechtskonformität im Blick

Die Begleitforschung sowie einige Projektvertreter werden in der Projektgruppe des Regelermittlungsausschusses (REA) der PTB an den technischen Anforderungen des Eichrechts an Ladeinfrastruktur und das eichrechtskonforme Abrechnen mitwirken. Die Ergebnisse werden beim REA eingereicht. Es wird erwartet, dass die Vollversammlung des REA dazu im März 2017 Beschlüsse trifft. Daneben wird an einer PTB-Anforderung 6.03 zur Elektromobilität gearbeitet, die den Mitgliedern der REA-Projektgruppe zur Kommentierung zur Verfügung gestellt wird, sodass hier auch die Möglichkeit besteht, sich seitens der Begleitforschung wie der Projekte einzubringen.

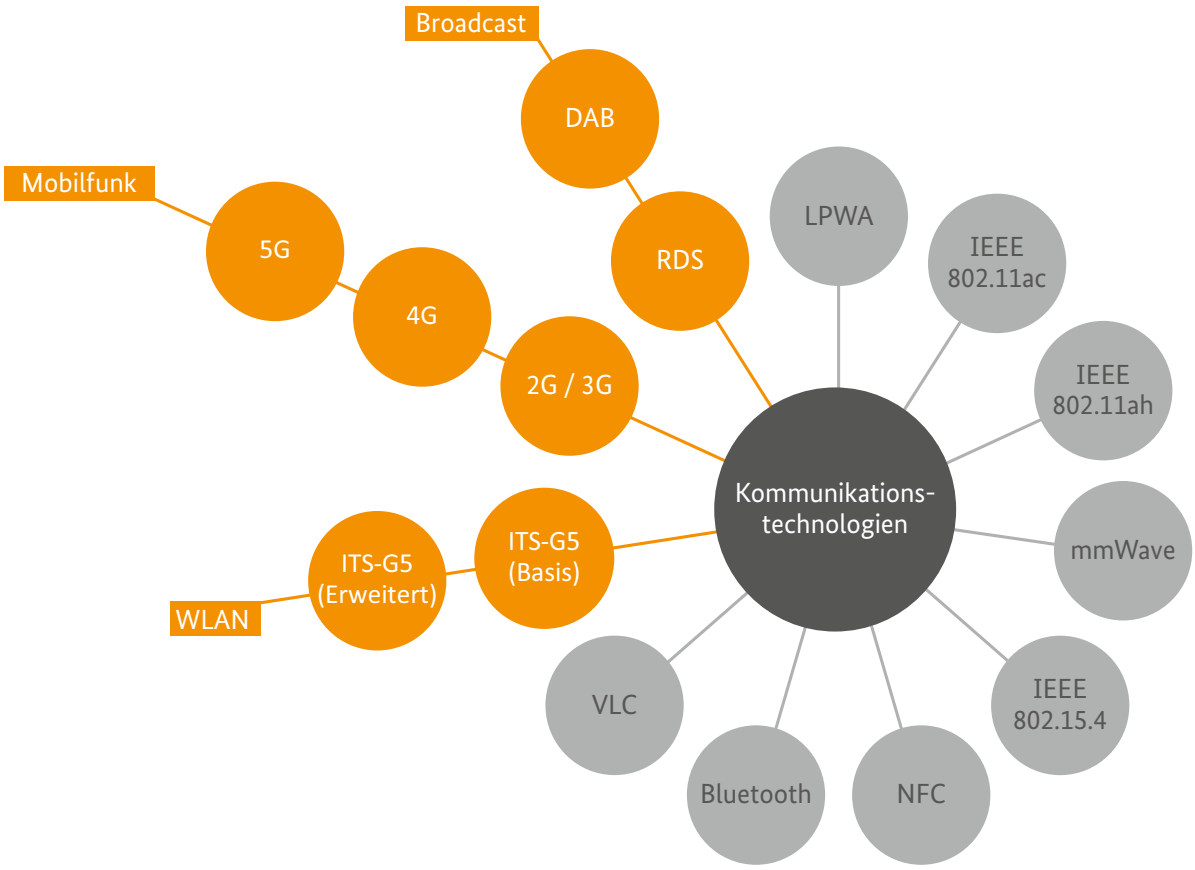
7. Daten, Services, Plattformen

Das Schlüssel- beziehungsweise Metathema „Daten, Services, Plattformen“ beschäftigt sich mit der Datenerfassung und -verarbeitung, zum Beispiel mit der Sensordatenfusion. Dabei geht es um die zusammenfassende Analyse von verschiedenen Daten aus unterschiedlichen Quellen beziehungsweise Sensoren. Darüber hinaus geht es um die Nutzungsmöglichkeiten von Mobilitäts-, Energie- und Infrastrukturdaten und um Fragestellungen zu Sicherheit, Datenschutz und Interoperabilität. Damit verbunden sind Themen wie Anforderungen an eine Echtzeitdatenerfassung und die Zuverlässigkeit verschiedener drahtloser Datentransportwege. Die allgemeine Zielstellung dieser Datensammlung und –analyse sind die Erhöhung der Verkehrssicherheit, der Verkehrseffizienz, der Energieeffizienz und der Wirtschaftlichkeit sowie die ökologische Nachhaltigkeit und der Mobilitätskomfort.

Herausforderung Echtzeitdatenübertragung

Die wichtigsten Technologien zur Datenübertragung im Mobilitätssektor sind WLAN, Mobilfunk und digitaler Broadcast DAB (hier auch primäre Kommunikationstechnologien genannt). Diese können durch weitere Technologien aus anderen Bereichen (sekundären Kommunikationstechnologien) ergänzt werden. Abbildung 9 zeigt eine entsprechende Übersicht über gängige drahtlose Kommunikationstechnologien für Mobilitätsanwendungen. In Bezug auf die Verfügbarkeit von Kommunikationsnetzen und Daten im Kontext mobiler Netze spielt in erster Linie der flächendeckende Ausbau der Mobilfunknetze, insbesondere der 4. und 5. Generationen (4G und 5G), eine wichtige Rolle. Gerade im Bereich der Echtzeitdatenübertragung bestehen noch

Abbildung 9: Übersicht drahtloser Kommunikationstechnologien für Mobilitätsanwendungen: Primäre (orange) und sekundäre (grau) Kommunikationstechnologien



Quelle: IKT für Elektromobilität III

größere Technologielücken. Während Car-to-X-Anwendungen mit Echtzeitanforderungen mit Hilfe der WLAN-Technologie für Fahrzeugkommunikation (IEEE 802.11 OCB beziehungsweise ITS-G5) bereits heute schon realisiert werden können, ist dies mit dem gegenwärtigen Mobilfunkstandard der 3. oder 4. Generation (3G und 4G) noch nicht möglich.[27] Mobilfunksysteme, die den Anforderungen nach Echtzeitdatenübertragung im Millisekunden-Bereich genügen, werden erst in der Generation 5G zu finden sein.

Digital Audio Broadcasting (DAB) als Kommunikationstechnologie zur Übertragung von terrestrischen Hörfunkprogrammen in digitaler Form mit zusätzlichen Datendiensten ermöglicht eine sehr hohe Abdeckung und Zuverlässigkeit und ist unabhängig von der Nutzerzahl in einer Region. Das ermöglicht jedoch nur eine unidirektionale Kommunikation und ist damit eher für Komfortfunktionen geeignet.

Zusammenspiel von Elektromobilität und neuen datenbasierten Services im Fokus

Das Schlüssel- beziehungsweise Metathema „Daten, Services, Plattformen“ wird auch im Rahmen der gleichnamigen Fachgruppe (FG) adressiert. Die FG betrachtet die Mobilität in ihrer gesamten Komplexität und richtet dabei den Fokus auf das Zusammenspiel von Elektromobilität und den sich daraus ergebenden Möglichkeiten für neue datenbasierte Services, wie zum Beispiel ein effektives Flotten-, Batterie-, oder Energiemanagement. Darüber hinaus befasst sich die FG mit Themen der IT-Sicherheit, zum Beispiel der Angriffssicherheit auf Modul-, System-, Fahrzeug- und Infrastrukturebene. Ein flächendeckender Ausfall wäre fatal. Ein weiterer wichtiger Punkt sind die Datensicherheit (Bewegungsprofile) beziehungsweise sichere Abrechnungsmodelle (unberechtigtes Erfassen von Kaufvorgängen). Sowohl in lokalen Fuhrparks als auch bei einer zukünftig großen Verbreitung der Elektromobilität generell, sollte aus ökonomischen Gründen (maximale Leistung des lokalen Stromanschlusses, Spitzenlaststromtarif, nötiger Netzausbau) verhindert werden, dass zu viele Fahrzeuge gleichzeitig laden. Auch für ein netzdienliches Laden, die Maximierung von Ökostromanteilen oder gar die Nutzung von Elektrofahrzeugen als Zwischenspeicher für überschüssigen Strom (bidirektionales Laden) ist eine datenbasierte intelligente Steuerung des Ladevorgangs nötig. Auch hier kommt der IT-Sicherheit eine besondere Bedeutung zu, da durch falsche Steuersignale (zum Beispiel über gefälschte variable Preissignale) nicht nur der Ladevorgang von Elektrofahrzeugen gestört, sondern auch die Stabilität des Stromnetzes als Ganzes kompromittiert werden kann. Darüber hinaus wird das Schlüsselthema Normung und Standardisierung, insbesondere im Hinblick auf die Kommunikation über standardisierte Schnittstellen zwischen dem Fahrzeug und der Ladeinfrastruktur bis in das Backend in der Fachgruppe behandelt.

7.1 Unterwegs zum smarten E-Mobil im Internet der Dinge

Fahrzeuge als Teil des Internet of Things

Als Teil des „Internet of Things“ werden Fahrzeuge nahtlos in Sharing und intermodale Reisekonzepte eingebunden. Das Connected Car warnt andere Verkehrsteilnehmer vor Gefahren, tauscht zur Verkehrssteuerung Daten mit der Infrastruktur aus und ermöglicht zunehmend autonome Fahrfunktionen. Intelligente Elektrofahrzeuge werden in das (lokale) Energiesystem eingebunden, dienen als mobile Speicher und erbringen Netzdienstleistungen. Weniger Emissionen, mehr Energieeffizienz und innovative Komfortfunktionen – das ist die Vision der smarten Mobilität.

Intelligente Vernetzung von Plattformen als Chance

Ein wesentlicher Mehrwert der IKT für die Elektromobilität liegt in der intelligenten Vernetzung von bestehenden und neuen Plattformen – Plattformen des Fahrzeuges, der Infrastruktur, des Energienetzes und des Verkehrsmanagements. Sie schafft die Grundlage für die Steuerung der Verkehrsströme und des Energie- und Lastmanagements sowie für die Umsetzung neuer Mobilitätskonzepte. In einem ersten Schritt kann durch den kombinierten Einsatz von Elektro- und Verbrennerfahrzeugen in gemischten Fahrzeugflotten die Reichweitenproblematik entschärft werden. Gleichzeitig lässt sich die Jahresfahrleistung von Elektrofahrzeugen und somit deren Rentabilität erhöhen. Hierfür, sowie zur Berücksichtigung der Reichweitenmöglichkeiten und der notwendigen Ladezeiten, ist ein intelligentes Fuhrparkmanagement notwendig. Eine IKT-gestützte Tourenplanung und Ladesteuerung vernetzt Fahrer, Fahrzeug und Lade-

27 http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/IKT-EM/ikt2-studie-mobilitaet-2025.html

infrastruktur miteinander so effizient, dass die Einsatzrouten optimiert und maximale Fahrleistungen sowie netzverträgliche Ladezeiten erreicht werden. Variable Strompreise mit entsprechenden Preissignalen begünstigen die ohnehin vorteilhaften Unterhaltskosten von Elektrofahrzeugen weiter, sodass auch sehr preissensitive Nutzergruppen wie zum Beispiel im Bereich der Sozialen Dienste auf Elektromobilität umsteigen können. Auf der anderen Seite lässt sich dadurch die Einbindung von fluktuierenden Stromquellen wie Solar- oder Windenergie optimieren und lassen sich die Kosten für den Netzausbau verringern.

Erfolgsthema Sicherheit

Die Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit bei der „Vehicle-to-Vehicle“ oder „Vehicle-to-Infrastructure“-Kommunikation sowie die Ausfallsicherheit und Robustheit aller Systeme werden durch kontinuierliche „Over-the-Air“-Updates sichergestellt. Die funktionale Sicherheit wird umfassend durch die Hersteller gewährleistet. Wesentliche Entwicklungen von Plattformtechnologien werden in Zukunft zur Kompensierung der beiden wesentlichen Schwächen des Individualverkehrs – der Sicherheit und des Verkehrsmanagements – stattfinden. Zur Erhöhung der Sicherheit können positionsabhängige Umfeld-daten für Fahrzeuge bereitgestellt werden, die z. B. vor noch nicht sichtbaren stehenden Fahrzeugen warnen. Ferner können Daten zu aktuellen Verkehrsflüssen bereitgestellt werden (wie dies heute bereits durch die Auswertung von Bewegungsdaten von Mobiltelefonen für Kartendienste geschieht) oder Informationen für einen optimierten Verkehrsfluss. Tagesaktuelles Kartenmaterial mit detaillierten Informationen über aktuelle Hindernisse (z. B. Wanderbaustellen, temporär gesperrte Fahrstreifen) werden über die Auswertung der sich im Verkehr befindlichen Fahrzeuge (real time traffic information, RTTI) und die Nutzung der in Fahrzeugen verbauten Umfeldsensoren, wie z. B. die Frontkamera, zur Verfügung gestellt.

In Echtzeit werden unterschiedliche Daten von einer Vielzahl von Sensoren aus einer großen Menge von Fahrzeugen, mit Sensordaten aus der Infrastruktur, Mobilfunkdaten und historischen Verkehrsdaten sowie aktuellen Informationen zu Unfällen oder Veranstaltungen kombiniert, um verschiedene Services anzubieten. So können Routenplanungen weiter optimiert werden, Verkehrsflüsse gesteuert und auf Parkplätze und Ladestationen aufmerksam gemacht werden. Dadurch sollen der Komfort und die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer verbessert werden.

7.2 Aktivitäten der Wirtschaft

Umdenken der Marktführer

Die großen Fahrzeughersteller haben erkannt, dass sie nicht mehr nur Fahrzeuge verkaufen können, sondern auch im wachsenden Feld der Mobilitätsservices als Dienstleister auftreten müssen. Daimler hat bereits im Jahr 2008 angefangen mit dem Freefloating Car Sharing neue Mobilitätsservices zu implementieren. Die Mobilitätsapp moovel bündelt und vergleicht die Angebote unterschiedlicher Mobilitätsdienstleister (Carsharing, Taxi, Leihfahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel), car2go, Flinkster, mytaxi und Deutsche Bahn können direkt aus der App heraus gebucht und bezahlt werden. Car2go und moovel sind mit Ride4Hire (bündelt chauffeurbasierte Fahrdienstleistungen, zu denen auch mytaxi gehört), FleetBoard (Telematik-Lösung für Flottenbetreiber), CharterWay (Miete, Service und Service-Leasing für Lkw & Transporter) und weiteren Services in der Daimler Mobility Services GmbH zusammengefasst worden. Andere Hersteller haben nachgezogen und bieten ebenfalls Carsharing und weitere Services an.

Neuer Markt mit neuen Playern

Neben diesen und weiteren Aktivitäten der großen Hersteller gibt es auch zahlreiche neue Player, da Services und Plattformen schneller und weniger kapitalintensiv aufgebaut werden können als Produktionskapazitäten und somit die Einstiegshürden in diesen neuen Geschäftsfeldern niedriger sind.

Nach dem Fall des Fernbusmonopols 2013 haben Start-ups und etablierte Größen wie die Bahn oder die Post um Anteile in diesem neuen Markt gerungen. Inzwischen hat sich das Start-up FlixBus mit seinem Plattformbusiness ohne eigene Busse durchgesetzt und dominiert den Fernbusmarkt in Deutschland. 2015 expandierte FlixBus ins europäische Ausland und besitzt heute das größte Angebot von Fernbusreisen in Europa.

Das bekannteste datengetriebene Mobilitäts-Start-up mit Plattform-Businessmodel ist Uber. Das milliardenschwere Unternehmen bietet Vermittlungsdienste zur Personenbeförderung an. Ein Nutzer gibt über die Uber-App an, wo er hin möchte und Uber vermittelt die Anfrage an den nächsten freien Uber-Fahrer, der mit seinem Privat-Pkw den Transport übernehmen kann. Inzwischen vermittelt Uber auch reguläre Taxifahrten und ist in den Bereich der

Lieferservices expandiert. Uber forscht aktiv an autonomen Fahrzeugen, um die Uber-Dienste zukünftig ganz ohne Fahrer anbieten zu können. Darüber hinaus hat Uber kürzlich ein Zentrum für künstliche Intelligenz eröffnet.

7.3 Zukunftsaufgaben

Neben den Diskussionen in der Fachgruppe werden diese Themen in punktuellen Workshops oder kontinuierlich in Taskforces bearbeitet.

IT-Sicherheit

Sowohl während der Fahrt, als auch beim Ladevorgang tauschen E-Autos, Ladestationen und Backendsysteme verschiedener Akteure (Energieversorger, Netzbetreiber, Flottenmanager, Fahrzeughersteller, Drittanbieter, ...) Daten aus. Hierbei müssen die Datensicherheit und der Datenschutz lückenlos gewährleistet sein. Dies gilt für das Laden ebenso wie für die Abrechnung – umso mehr, wenn E-Fahrzeuge in das intelligente Energienetz (Smart Grid) eingebunden oder Mehrwertdienste entwickelt und genutzt werden sollen.

Der VDE ist mit der DKE im Projekt „Datensicherheit- und -integrität in der Elektromobilität beim Laden und eichrechtkonformen Abrechnen“ (DELTA) vertreten, welches sich im Detail mit diesen Themen auseinandersetzt. Aus Synergiegründen wird daher ein gemeinsamer Workshop von IKT für EM III und dem Projekt DELTA stattfinden.

Datensicherheit, Datenschutz

Die IT-Sicherheit wird auch im Rahmen einer Taskforce behandelt. Die Arbeit zur Datensicherheit und zum Datenschutz soll darüber hinaus der Vorbereitung von Themen der Fachgruppe Regulierung dienen. Im Rahmen der Normung wird dieser Themenkomplex von VDE|DKE auch durch die Arbeitsgruppe DKE/AK 901.0.115 „Informationssicherheit in der Elektromobilität“ behandelt, dort wird eine VDE-Anwendungsregel für das Zertifikatshandling im Rahmen der ISO 15118 entwickelt.

Datenerfassung (Datenlogger) und Auswertung

Die Taskforce Datenerfassung und Auswertung dient dem Erfahrungsaustausch in diesem Themenfeld. Es sollen eine Übersicht über Technik, Anbieter und Dienstleister erstellt werden und Best Practices verbreitet werden. Darüber hinaus soll eine Strategie zur Offenlegung von Daten (Minimaldatenset) erarbeitet werden.

Datenübertragung (Echtzeitdaten, drahtlose Datenübertragung)

Die Problembehandlung und der Erfahrungsaustausch zum Thema (Echtzeit-)Datenübertragung sind Aufgabe der Taskforce Datenübertragung. Hier steht zum Beispiel die Erarbeitung von Anforderungen (zum Beispiel zulässige Latenzzeit, Zuverlässigkeit) an eine entsprechende drahtlose Echtzeitdatenübertragung im Fokus.

Studienvorschlag: Wirtschaftliche Verwertungsmöglichkeiten von Mobilitäts- und Infrastrukturdaten

Zum Thema Daten in der Elektromobilität soll eine Studie in Auftrag gegeben werden, die durch eine Taskforce des Projekts „IKT für EM III“ begleitet wird. Als Schwerpunkte der Studie ist eine Analyse der anfallenden Daten und deren potenzielle Nutzungsmöglichkeiten vorgesehen. Dabei gilt es unterschiedliche Daten zu berücksichtigen, die in Fahrzeugen (beziehungsweise bei den OEMs), bei der Ladeinfrastruktur (beziehungsweise bei den Energieversorgern) und Kommunen vorhanden sind. Eine zentrale Leitfrage, die im Rahmen der Studie beantwortet werden soll, lautet: Welche Services könnten unter Berücksichtigung aller potenziell vorhandenen Daten entwickelt werden?

8. Fahrzeugkonzepte und Infrastruktur

8.1 Den Durchbruch der Elektromobilität im Visier

Ziel des Technologieprogramms ist es, der Elektromobilität im Bereich der gewerblichen Nutzung, auch im Bereich der Logistik, einen deutlichen Anschub zu geben. Hier können Fahrzeuge aufgrund des genauer bekannten Einsatzzwecks und der besseren Prognose von Einsatzzeiten genauer konzipiert werden. Wie die eingangs erwähnte Studie „Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität in gewerblichen Anwendungen“ gezeigt hat, ergeben sich heute schon Kostenvorteile in diesen Bereichen. Mit steigenden Stückzahlen, wachsender Batteriekapazität und sinkenden Batteriekosten wird sich dieser positive wirtschaftliche Aspekt noch deutlich stärker ausprägen. Der Durchbruch der Elektromobilität ist in diesem Bereich daher relativ früh zu erwarten.

Elektrifizierung und Vernetzung im Blick

Vision ist es, alle möglichen (gewerblichen) Fahrzeuge zu elektrifizieren und zu vernetzen. Im Bereich der Logistik können die Fahrzeuge nicht nur an ihr erwartetes Fahrprofil hin angepasst werden, sondern auch direkt in die angrenzenden Prozesse wie zum Beispiel die Logistikkette der Produktion eingebunden werden. Durch autonome Fahrfunktionen (zunächst innerhalb abgeschlossener Verkehrssysteme) wird die Effizienz (Auslastung) weiter erhöht. Firmenflotten können bedarfsgerecht ihren Anteil an E-Fahrzeugen erhöhen, auch hier werden neue Konzepte zur übergreifenden Nutzung (privates und dienstliches Sharing) Einzug halten. Elektrotaxis haben ebenfalls ein großes Elektrifizierungspotenzial und können durch den Einsatz von Leichtfahrzeugen deutlich effizienter und umweltfreundlicher werden. Aber auch größere Fahrzeuge wie zum Beispiel Elektrobusse werden in den urbanen Zentren immer wichtiger. Die energetische Anbindung der Fahrzeuge an das immer intelligenter werdende Netz erfolgt über Ladeinfrastruktur, aber auch über Batteriewechselkonzepte. Die zukünftigen Fahrzeuge sind dabei fester Bestandteil der Energiestrukturen, sei es in kleinen Immobilien/Häusern (also lokalen Smart Grids) als auch in verteilten Strukturen.

Innovationstreiber Logistik und Umweltzonen

Der Umsatz der KEP[28]-Branche stieg in den letzten Jahren aufgrund des boomenden Online-Handels stetig an. Experten prognostizieren ein weiteres Wachstumspotenzial der Branche.[29] Um den Innenstadtverkehr nicht weiter mit Zustellfahrzeugen zu belasten, werden neue Konzepte, wie zum Beispiel Innenstadt-Hubs, Roboter-Auslieferungen oder auch Drohnenzustellung erprobt. Aber nicht nur der B2C-, sondern auch der B2B-Markt wird sich in den nächsten Jahren wandeln. Hier sind vor allem Platooning und autonome Fahrzeuge sehr interessante Lösungen. Treiber dieser Entwicklungen sind die zunehmenden Regulierungen für Umweltzonen, auch im Hinblick auf langfristige Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens.

Neue Fahrzeugkonzepte für Fahrprofile mit Potenzial

Im Schlüsselthema „Fahrzeugkonzepte und Infrastruktur“ befassen sich die Projekte des Technologieprogramms mit Leichtfahrzeugen, Pkws und Bussen für den gewerblichen Einsatz. Aber auch Sattelzugmaschinen, Landmaschinen und Sondermaschinen finden sich hier wieder. Zum Bereich der Infrastruktur gehören neben der Ladeinfrastruktur auch stationäre und mobile Pufferspeicher sowie Batteriewechselstationen.

Für alle beschriebenen Anwendungen gilt, dass sich die Fahrprofile der Fahrzeuge besonders für den Einsatz von Elektromobilität eignen. Hier erscheinen neue Fahrzeugkonzepte besonders erfolgversprechend. Diese werden sowohl in den Projekten als auch weltweit erforscht und entwickelt. In vielen Expertengesprächen wird immer wieder das fehlende Angebot von E-Fahrzeugen der wichtigsten Fahrzeugklasse, der „Sprinter-Klasse“ angesprochen. Dies ist bislang ein echtes Hemmnis. Fahrzeuge können zwar umgerüstet werden, sie erreichen dann aber keinesfalls die Wirtschaftlichkeit und sind als Umrüstlösung nicht durch und durch auf Elektromobilität ausgerichtet.

28 KEP: Kurier, Express und Paket

29 http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Post/Unternehmen_Institutionen/Marktbeobachtung/Briefdienstleistungen/Marktuntersuchung2015.pdf?__blob=publicationFile&v=3

8.2 Ladetechnologien und Ladeinfrastruktur

Nach der Förderung für Elektrofahrzeuge plant die Bundesregierung nun auch ein Infrastrukturprogramm in Höhe von circa 300 Millionen Euro für den Aufbau von mindestens 15.000 Ladestationen (5.000 Schnell- und 10.000 Normalladestationen). Flankierend hierzu beabsichtigen die deutschen Hersteller, in einem Gemeinschaftsprojekt ein Schnellladenetz für E-Autos zu schaffen. Um den stetigen Weiterentwicklungen Rechnung zu tragen, haben die Verbände ZVEH, BDEW, ZVEI sowie VDE|DKE eine aktualisierte Version des „Technischen Leitfadens Ladeinfrastruktur Elektromobilität“ herausgebracht.[30]

Demnach wird beim Laden mit Wechselstrom (AC-Laden) das Fahrzeug mit dem ein- bzw. dreiphasigen Wechselstromnetz über ein geeignetes Ladesystem und eine Ladeleitung verbunden. Das im Fahrzeug eingebaute Ladegerät übernimmt die Gleichrichtung und steuert das Laden der Batterie. Das Laden mit Gleichstrom (DC-Laden) benötigt ebenfalls eine Verbindung des Fahrzeugs mit der Ladestation über eine Ladeleitung, wobei das Ladegerät in der Ladestation integriert ist. Das Laden wird über eine Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation gesteuert. Beim induktiven Laden erfolgt die Energieübertragung mit Hilfe des Transformatorprinzips. Diese Technologie befindet sich für Elektrofahrzeuge aktuell noch in der Entwicklung und Standardisierung. Aus diesem Grund ist sie kommerziell großflächig noch nicht verfügbar. Beim Batteriewechsel wird die entleerte Batterie aus dem Elektrofahrzeug entfernt und durch eine geladene Batterie ersetzt. Diese Möglichkeit der Energieversorgung spielt aktuell jedoch (noch) keine nennenswerte Rolle für die Energieversorgung von Elektrofahrzeugen (Pkw), sondern wird insbesondere für Pedelecs, E-Bikes u. ä. Fahrzeuge genutzt. Einheitliche Standards dafür sind derzeit noch nicht vorhanden.

Die Definitionen für Normal- und Schnellladen sind in der EU-Richtlinie 2014/94/EU „Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe“ definiert und ergeben sich einzig aus den beim Ladevorgang angewendeten Ladeleistungen. So werden alle AC-Ladevorgänge mit einer Ladeleistung von bis zu 22 kW als Normalladen klassifiziert, Ladevorgänge mit höheren Leistungen werden als AC- oder DC-Schnellladen bezeichnet.

Combined Charging System

Die Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladepunkt ist ein entscheidendes Kriterium für eine sichere und komfortable Nutzung der Ladeinfrastruktur. Heute sind bereits viele verschiedene Ladestecker und Kupplungsvarianten für die zuvor beschriebenen Ladebetriebsarten am Markt verfügbar, die untereinander jedoch inkompatibel sind. Aus diesem Grund gab es in den letzten Jahren Bemühungen von Industrie, Normungsorganisationen, Verbänden und Politik, einen europäischen Standard mit internationalem Potenzial zu erarbeiten. Das Combined Charging System (CCS) ist ein offenes, universelles Ladesystem für Elektrofahrzeuge, das auf den internationalen Standards der IEC-61851-Reihe für Ladeinfrastruktur und den Standards für Ladesteckverbinder nach IEC 62196 aufbaut. Das CCS vereint einphasiges Laden bis schnelles dreiphasiges Wechselstromladen (maximal 43 kW) und bietet sehr schnelles Gleichstromladen (bis 200 kW und perspektivisch bis 350 kW) in einem einzigen System. Als System beinhaltet das CCS sowohl die Stecker als auch die Kontrollfunktionen und die Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Infrastruktur. Damit bietet es die Lösung für alle erforderlichen Ladeszenarien an.

Ladeinfrastruktur für elektrische Busse

Die europäischen Bushersteller Irizar, Solaris, VDL und Volvo haben sich darauf verständigt, die Kompatibilität von E-Bussen mit der Ladeinfrastruktur der Unternehmen ABB, Heliox und Siemens zu gewährleisten. Erklärtes Ziel der Bushersteller und Ladetechnologiefirmen ist es, eine offene Schnittstelle zwischen Elektrobussen und Ladeinfrastruktur festzulegen, um dadurch die Einführung von Elektrobus-Systemen in europäischen Städten zu erleichtern. Der neue Zusammenschluss ruft weitere Bushersteller und Ladesystemlieferanten auf, sich der Zusammenarbeit anzuschließen. Verbreitete technische Schnittstellen sollen für alle Marktbeteiligten geöffnet und für Elektrobusse mit sogenannter Zwischenladung (Schnellladung an Endhaltestellen) und für über Nacht aufgeladene Elektrobusse verwendet werden. Bei der Zwischenladung erfolgt eine automatische Kontaktierung durch einen Stromabnehmer. Fahrzeug und Ladeinfrastruktur kommunizieren dabei drahtlos. Beim Laden von E-Bussen über Nacht wird das

30 https://www.dke.de/resource/blob/988408/750e290498bf9f75f50bb86d520caba7/leitfaden-elektromobilitaet-2016--data.pdf

CCS als Basis für den Stecker und für die Kommunikation verwendet.[31] Die Optimierung der Ladeinfrastruktur für elektrische Busse im regulären Linienbetrieb ist zudem Gegenstand des laufenden Forschungsprojekts MENDEL (vgl. Kapitel 3.8).

Netzdienlichkeit

Einen Beitrag zur Netzstabilität und Netzstützung können Elektrofahrzeuge nur liefern, wenn zum Zeitpunkt des Energiebedarfs das Elektrofahrzeug an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen ist. Neben der Rückspeisung von Energiemengen über längere Zeiträume kann bereits die Bereitstellung von Regelleistung über kurze Zeiträume im Sekunden- und Minutenbereich eine wirksame Stützung des Stromnetzes darstellen. Dies ist technisch realisierbar und wurde bereits erfolgreich in Pilotprojekten umgesetzt. Gegenwärtig sind jedoch weder die Elektrofahrzeuge noch die Ladestationen serienmäßig für eine netzgekoppelte Rückspeisung ausgelegt. Ebenso wird dieser Anwendungsfall bisher noch nicht in entsprechenden Normen beschrieben. In der aktuellen Überarbeitung der Normenreihe DIN EN 61851 für Ladeinfrastruktur wird allerdings damit begonnen, Anforderungen für die Rückspeisung aufzunehmen. Das Einspeisen in Endstromkreise ist gemäß VDE 0100 nicht zulässig.

Batteriewechselstationen

Vor wenigen Jahren galt ein möglichst unkomplizierter Batteriewechsel als die vielversprechendste Alternative zum schnellen Nachladen von Energie. Vorreiter dieser Entwicklung war damals das Unternehmen Better Place. Der Kunde kaufte ein Elektroauto ohne Akku von einem Fahrzeughersteller (zunächst nur Renault-Nissan), der Akkumulator dagegen blieb Eigentum von Better Place. Mit der Unterstützung einer ausgefeilten Software bezahlte der Kunde aber nur gefahrene Kilometer, ähnlich wie bei einem Mobilfunkvertrag. Hemmend für das Geschäftsmodell war die Festlegung auf einen oder wenige Akkumulatortypen (Geometrien) sowie die Lagerhaltung und der notwendige einheitliche Tauschmechanismus. Dadurch wurde die Designfreiheit der Hersteller und deren Einfluss auf den Traktionsakkumulator als teuerstes Einzelbauteil stark eingeschränkt. Allerdings war dieses Geschäftsmodell auf den Privatnutzer ausgelegt. Für Anwendungsfälle wie zum Beispiel ein E-Taxi in urbanen Zentren sind die oben genannten Hemmnisse nicht entscheidend, da hier nur ein Fahrzeug/Batterietyp sowie ein begrenzter Bereich vorgesehen sind. Mit diesem Szenario beschäftigt sich das Projekt Adaptive City Mobility (ACM): „Die Betreiber der eFLOTTE können durch diese Akkuwechsel-Technologie die E-Taxis im Dreischichtbetrieb einsetzen und benötigen beim Schichtwechsel für den Tausch der Akkumodule nicht länger als für das Betanken eines Benzin-Fahrzeugs.“[32]

Das Projekt RouteCharge befasst sich mit einem Batteriewechselsystem für die Erschließung mittlerer Distanzen bei der Filialbelieferung mit eNFZ. Ziel dieses Vorhabens ist die Erschließung mittlerer Distanzen (300 km) für den Gütertransport mit elektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen sowie die Einbeziehung weiträumiger Lieferketten in die Distributionslogistik mit elektrischen NFZ. Damit sollen das mögliche Einsatzspektrum der eNFZ aus Sicht des Flottenbetreibers verbreitert und ein weiterer Fortschritt bei der Wirtschaftlichkeit von Elektromobilität im gewerblichen Bereich erzielt werden.

Positive Erfahrungen mit Batteriewechselstationen in abgeschlossenen Verkehrsbereichen hat schon das Projekt BESIC aus dem Technologieprogramm IKT für Elektromobilität II im Hamburger Hafen gemacht.[33]

8.3 Vollautomatisiertes (autonomes) Fahren

Das vollautomatisierte Fahrzeug bietet eine faszinierende Vision. Über eine hochentwickelte Sensorik und Vernetzung kann sich ein Fahrzeug selbstständig im Straßenverkehr bewegen und sowohl Personen als auch Güter transportieren. Diese Systeme werden zurzeit intensiv erforscht. Zunächst werden immer intelligenter werdende Fahrerassistenzsysteme (Kollisionsvermeidung und Fahrerentlastung/Komfort) in die Fahrzeuge integriert. Vollautomatisierte Elektrofahrzeuge fahren leise und emissionsfrei durch die Stadt. Sie missachten keine roten Ampeln oder

31 Quelle: https://www.emobilitaetonline.de/news/wirtschaft/2303-europaeische-bushersteller-plaedieren-fuer-standardisierte-ladeinfrastruktur-fuer-elektrobusse

32 http://www.adaptive-city-mobility.de/innovationen/

33 https://hhla.de/de/container/altenwerder-cta/besic-elektromobilitaet.html

andere Vorfahrtsregelungen, halten den Sicherheitsabstand ein und geraten nicht durch Unachtsamkeit auf die falsche Spur. Der Fahrzeugführer (wenn anwesend) kann durch die Sicherheitssysteme „übersteuert“ werden (beispielsweise durch Notbremsassistenten). Diese Systeme werden infolge verbesserter Umgebungserfassung und Situationsanalyse zunehmend leistungsfähiger. Automatisierte Fahrfunktionen verbessern aber nicht nur die Verkehrssicherheit. Sie erleichtern auch den Verkehrsfluss, da ein geringerer Sicherheitsabstand notwendig ist. Es wird geschätzt, dass dadurch in den Innenstädten im Vergleich zu heute nur noch 20 Prozent (oder weniger) der Fahrzeuge benötigt werden.

Vollautomatisierte Fahrzeuge werden die komplette Mobilität auf den Prüfstand stellen. Fahrzeuge dieser Art müssen sich nicht nach Pausen- und Einsatzzeiten des Fahrers richten, sondern lediglich nach ihrem Energieverbrauch und ihren Wartungsbedürfnissen. Die Auslastung kann also maximiert werden. Zudem werden diese Konzepte Carsharing-Angebote bereichern. Das Auto fährt zum Nutzer, wenn es benötigt wird, der Nutzer muss sich zudem nicht um einen Parkplatz kümmern. Für viele Nutzer wird sich damit die Frage nach dem Besitz eines eigenen Fahrzeugs stellen.

Fahrerassistenzsysteme, die das assistierte und das teilautomatisierte Fahren ermöglichen, sind heute bereits am Markt verfügbar. In einigen Jahren werden erste Fahrzeuge mit entsprechender Sensorik, Aktuatorik und Informationsverarbeitung, die Funktionen der Hoch- und Vollautomatisierung für spezifische Anwendungsszenarien ermöglichen, verfügbar sein. In diesen Fahrzeugen wird über den Nutzen der Automatisierung hinaus auch die konventionelle Fahrt unterstützt, da Assistenzfunktionen auf Grundlage der vorhandenen Fahrzeugsysteme auch außerhalb des automatisierten Fahrmodus greifen.[34] Davon abgesehen führen zurzeit mehrere Hersteller Testprojekte zu autonomen Personenkraftwagen durch. Einige kündigten bereits die Produktion autonomer Fahrzeuge an. Im Nutzfahrzeug-Bereich entwickelt und erprobt das eJIT-Projekt (Kapitel 3.3) vollelektrische Sattelzugmaschinen mit hochautomatisierten Fahrfunktionen an verschiedenen Automobilproduktionsstandorten in Deutschland.

34 www.vda.de/de/themen/innovation-und-technik/automatisiertes-fahren/automatisiertes-fahren.html

9. Flotten-, Batterie- und Energiemanagement

Die Einbindung von Elektromobilität in die Energieinfrastruktur ist ein zentrales Anliegen des Technologieprogramms „IKT für EM III“. Eine Schlüsselrolle für die Einbindung spielt intelligentes Management, sowohl mit Blick auf das Flottenmanagement im gewerblichen Bereich als auch in Bezug auf ein intelligentes Batterie- und Energiemanagement als übergreifende Herausforderung im gewerblichen wie im privaten Bereich.

9.1 Erfolgsfaktor gewerbliche Flotten

Im Rahmen des Ziels der Bundesregierung, bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen zu bringen, nehmen gewerbliche Flotten eine besondere Stellung ein. Mit rund zwei Dritteln Anteil an den jährlichen Pkw-Neuzulassungen (siehe Abbildung 10) machen gewerblich genutzte Fahrzeuge den Hauptanteil am Markt und am Potenzial für Elektromobilität aus. Und dieser Anteil wächst stetig. Zum Vergleich: Im Jahr 2004 lag der Anteil gewerblicher Neuzulassungen noch bei knapp 50 Prozent der Neuzulassungen.[35]

Von den im Jahr 2013 rund 1,9 Millionen Pkw, die in Deutschland durch gewerbliche Halter neu zugelassen werden, entfielen ungefähr 800.000 Pkw auf deutsche Unternehmensflotten. Viele Gewerbetreibende spielen heute mit dem Gedanken, ihre Fahrzeugflotte zu elektrifizieren. Gründe hierfür sind neben einem gestiegenen Nachhaltigkeitsbewusstsein (zum Beispiel die Optimierung der CO_2-Bilanz des eigenen Fuhrparks) eine wachsende Sorge vor möglichen Zufahrtsbeschränkungen oder zeitweisen Fahrverboten für Verbrenner. Skandale rund um NO_x-Emissionen und Verbrauchsangaben verunsichern Unternehmen zusätzlich und führen zu einem steigenden Interesse an Alternativen und an der Elektrifizierung des Fuhrparks. Abgesehen davon werden die Vorteile und das hohe Potenzial der Elektromobilität u.a. durch Forschungsprojekte, wie sie im Förderprogramm „IKT für Elektromobilität III“ enthalten sind, für Interessierte Unternehmen klarer. Dabei geht es um technische Möglichkeiten, Alltagstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit.

Elektromobilität als Zukunftsmodell

Gewerblich genutzte Flotten-Fahrzeuge werden im Gegensatz zu privaten Fahrzeugen stärker und regelmäßiger eingesetzt. Wochentags legen sie durchschnittlich 72 Kilometer pro Tag zurück, davon sind jedoch 82 Prozent der Fahrten kürzer als 40 Kilometer.[37] BEV lassen sich somit trotz ihrer aktuell im Vergleich zu Verbrennern geringeren Reichweite

Abbildung 10: Wesentliche Unterschiede von Pkw im privaten und gewerblichen Bereich[36]

Kriterium	Privat	Gewerblich
Pkw-Bestand am 1.1.2014	39.363.889	4.487.341
Anteil am Pkw-Bestand am 1.1.2014	89,8 Prozent	10,2 Prozent
Pkw-Neuzulassungen 2013	1.120.125	1.832.306
Anteil an den Pkw-Neuzulassungen 2013	38,8 Prozent	61,2 Prozent
Durchschnittliche Haltedauer	6,2 Jahre	3–4 Jahre
Durchschnittlicher Hubraum des Bestandes	1.638 ccm	1.994 ccm
Mittlere Pkw-Tagesfahrleistung (Mo–Fr)	40,1 km	76,8 km
Mittlere Pkw-Tagesfahrleistung (Sa/So)	28,8 km	29,3 km

35 https://www.now-gmbh.de/content/5-service/4-publikationen/1-begleitforschung/handlungsleitfaden-elektromobilitaet-in-flotten_web-k.pdf, S. 19

36 Quelle: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/e/de/publikationen/Get_eReady_web.pdf, S. 3

37 https://www.now-gmbh.de/content/5-service/4-publikationen/1-begleitforschung/handlungsleitfaden-elektromobilitaet-in-flotten_web-k.pdf, S.10

für die meisten Fahrten einsetzen. Zudem ist Elektromobilität in Flotten heute schon rentabel – wenn die Auslastung der Fahrzeuge und das Fahrprofil zum Fahrzeug passen. Dann lassen sich die Betriebskosten der Fahrzeuge so gering wie möglich halten und die im Vergleich zu Verbrennern noch hohen Anschaffungskosten in der Gesamtbilanz kompensieren. Langfristig wird der Anteil der alternativen Fahrzeuge in einem Fuhrpark maximiert werden. Aufgrund der kontinuierlich wachsenden Wirtschaftlichkeit der Fahrzeuge werden nur noch in Ausnahmefällen konventionelle Fahrzeuge zum Einsatz kommen.

Vorausschauende Einsatzplanung gefordert

Damit diese Vision Wirklichkeit wird, ist sowohl in reinen E-Flotten als auch in gemischten Flotten eine intelligente und vorausschauende Einsatzplanung essenziell. Durch ein abgestimmtes Management von Fahrzeugtypen, Ladevorgängen und Energieressourcen lassen sich geringe Fahrzeugreichweiten schon heute auffangen und effizient je nach aktuellem Mobilitätsbedarf nutzen. Grundlage hierfür ist die Verfügbarkeit aller notwendigen Daten von Fahrzeugen (Restreichweite, Routenplanung, Störerkennung, ...), idealerweise in Echtzeit. Weiterhin gilt es, eine optimale Verkehrsmodellierung als Basis der Dispositionsplanung durchzuführen, um einen möglichst effizienten Betrieb zu gewährleisten. Diese und weitere Teilaspekte werden im Schlüsselthema „Flottenmanagement“ adressiert.

Auch in Hinblick auf Nachhaltigkeit kann durch den Einsatz von Elektromobilen in Fahrzeugflotten ein großer Beitrag zur CO_2-Minimierung geleistet werden. Zugleich lässt sich damit ein umweltbewusstes Unternehmensimage transportieren. Dies kann eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Unternehmensstrategie und die Offenheit für Innovationen unterstreichen.

9.2 Herausforderung Energie- und Batteriemanagement

Elektrofahrzeuge haben viele Vorteile, aber sie lassen sich (noch) nicht „mal eben in zwei Minuten auftanken“. Die Energiedichte von Batterien liegt deutlich unterhalb der von Diesel oder Benzin. Daher ist das Energie- und Batteriemanagement von großer Bedeutung.

Mehr Effizienz durch smarte Ladestrategien

Dazu gehört nicht nur die effiziente Nutzung der Energie für Antrieb und Nebenverbraucher, sondern auch entsprechende Ladestrategien und angepasste Einsatzplanungen. So müssen zum Beispiel in der Logistik die Batteriegrößen, Ladestrategien, Dispositions- und Tourenplanung gemeinsam betrachtet werden, um ein ökonomisch und ökologisch optimales Ergebnis zu erzielen. Beim ÖPNV, insbesondere im Bereich der Linienbusse, hängt es von Strecke, Verkehr, Anzahl der Busse, Standzeiten und vielen Faktoren mehr ab, ob Elektrobusse mit großer Batterie nachts im Depot geladen werden können oder besser an Endhaltestellen oder gar innerhalb der durchschnittlich 18-sekündigen Haltedauer an einfachen Haltestellen nachgeladen werden sollten. Im Bereich der Nutzfahrzeuge sind auch Batteriewechselsysteme als Alternative zum (Schnell-)Laden denkbar; so könnten auch Lkw für den Langstreckentransport batterieelektrisch erschlossen werden. Die Batteriewechselstationen an entsprechenden Hauptverkehrsrouten können zusätzlich Netzdienstleistungen erbringen und als Minutenreserve zur Verfügung stehen und somit die Wirtschaftlichkeit der Stationen erhöhen. Im Bereich der Landwirtschaft besteht nicht nur ein Potenzial für elektrische Fahrzeuge, sondern auch für viele Maschinen für die Arbeit auf dem Feld (Säen, Ernten usw.). Hierbei wird viel Energie benötigt, jedoch ist das Einsatzgebiet begrenzt. Daher sind in diesem Einsatzszenario auch kabelgebundene Systeme denkbar, wie sie im Projekt GridCon entwickelt und erprobt werden.

Synergien durch intelligente Steuerung und Einbindung

Gerade in Fahrzeugflotten ist das Laden im Depot oder dem Betriebshof potenziell von einer hohen Gleichzeitigkeit geprägt. Die Fahrzeuge kommen zu Dienstschluss zurück und müssen für den nächsten Tag aufgeladen werden. Hierbei werden die Grenzen des Netzanschlusses schnell erreicht. Um hohe Kosten zu vermeiden, müssen die Ladevorgänge über die zur Verfügung stehende Zeit verteilt werden. Dazu benötigt man eine entsprechende Ladesteuerung. In Kombination mit dem Energiemanagement des Betriebs oder Smart Homes lassen sich weitere Synergien erzeugen. Die Stromkosten für gewerbliche und industrielle Stromverbraucher werden in der Regel nach einem leistungsabhängigen Tarif berechnet (Leistungspreis), der vom höchsten Leistungswert des Abrechnungszeitraums abhängig ist. Daher kann durch ein geeignetes Einbinden von Elektro-

fahrzeugen und/oder stationären Speichern eine Spitzenlastreduktion und somit ein ökonomischer Vorteil erzielt werden. Dies kann bis zur Steuerung einzelner Verbraucher in Gebäuden (Smart Facility) führen.

Darüber hinaus werden Elektrofahrzeuge in Zukunft zur Laststeuerung lokal erzeugter erneuerbarer Energien wesentlich beitragen. In privaten Haushalten wie auch in Gewerbebetrieben, Industrieanlagen und auf Bauernhöfen, die ihre Energie zum Beispiel aus eigenen Photovoltaik-, Biogas- oder Blockheizkraftanlagen gewinnen, können sie als bidirektionale Pufferspeicher fungieren, die das volatile Angebot ausgleichen, indem sie je nach Bedarf aufgeladen oder entladen werden. Die energetische Kopplung von intelligent gesteuerten Gebäuden und Industrieanalgen mit dem regionalen und überregionalen Stromnetz wird im Zuge der Energiewende immer wichtiger.

Netzeinbindung erfordert attraktive Steuerungsstrategien und Geschäftsmodelle

Aus Sicht der Energiewirtschaft müssen überregional erzeugte erneuerbare Energien mit den Bedürfnissen der lokalen Verteilnetze abgeglichen und Stromangebot und -nachfrage in einem bestmöglichen Gleichgewicht gehalten werden. Elektrofahrzeuge können dabei helfen, wenn sie als steuerbare oder gar steuerbare bidirektionale Speicher in ausreichender Zahl ans Netz angeschlossen sind. Dazu müssen Steuerungsstrategien für ein intelligentes Lastmanagement, das Schnelladevorgänge einbezieht, entwickelt und Geschäftsmodelle verwirklicht werden, die für Erzeuger und Verbraucher gleichermaßen attraktiv und sicher sind. Gerade mit Blick auf netzgesteuertes und marktgesteuertes Laden sowie anreiz- und zeitbasierte Ansätze eines intelligenten Last- und Lademanagements sind noch eine Reihe von Fragen zu beantworten: Wer gibt welche Rahmenbedingungen vor? Wie können und werden Nutzer darauf reagieren und wie kann ein Übersteuern verhindert werden, wenn eine große Anzahl von Nutzern beziehungsweise Elektrofahrzeugen auf einen Anreiz reagiert?

Die Effizienz von elektrischen Antrieben und Nebenverbrauchern liegt nahe am theoretischen Limit. Ladestationen und Elektrofahrzeuge harmonisieren, sodass jede Fahrzeugbatterie mit der für sie optimalen Ladekurve (Strom- und Spannungsverlauf) geladen wird.

Die technischen Grundlagen für die Kopplung von Photovoltaikanlagen einzelner Haushalte oder Unternehmen mit den Traktionsbatterien eigener Elektrofahrzeuge über eine zwischengeschaltete stationäre Batterie sind bereits entwickelt und werden für lokale Smart Grids bzw. das Smart Home oder die Smart Facility genutzt (vgl. Kapitel 3.7, Projekt „lokSmart JETZT! 2“). Ladestrategien und Energiemanagement der Infrastrukturen (Smart Facility) sind aufeinander abgestimmt, um hohe Lastspitzen zu vermeiden. Im Vehicle2Grid-Szenario (Rückspeisung ins Netz) können die Verbrauchsspitzen weiter abgesenkt und der Eigenverbrauch selbst erzeugter Energie kann weiter erhöht werden.

Elektromobilität unterstützt Energiewende

Auf der anderen Seite tragen Elektroautos beziehungsweise ganze Flotten dazu bei, bei Bedarf kurzzeitige Lasten im Stromnetz zu bilden und somit Spitzen auszugleichen, die durch die Zufuhr stark fluktuierender Energien aus Sonnen- und Windkraft entstehen, also ein kurzzeitiges Überangebot im Netz abzunehmen. Die Batterien werden in lokalen Verteilnetzen IKT-gesteuert und als bidirektionale Pufferspeicher eingesetzt. Auch verschiedene zu virtuellen Kraftwerken zusammengeschaltete Batteriewechselstationen tragen ihren Teil zur Stabilisierung des Stromnetzes bei, verbessern die Wirtschaftlichkeit von elektrischen Nutzfahrzeugen und ermöglichen einen batterieelektrischen Langstreckenverkehr auch in der Logistik. Viele Landwirte sind gleichzeitig Energieerzeuger, sie nutzen ihre selbst erzeugte Energie auch lokal. Bei Stromausfällen versorgen die eigenen Elektrofahrzeuge und Maschinen als Backup-Power die Infrastrukturen für die Nutztierhaltung.

Elektronutzfahrzeuge und insbesondere Elektroflotten leisten also einen Beitrag zur Energiewende, indem sie dazu die stark schwankende Erzeugung von Ökostrom ausgleichen und das Stromnetz stabilisieren helfen. Dadurch wird der weitere Ausbau erneuerbarer Energien gefördert. Mit Hilfe intelligenter Messtechnik und Netzanalyse werden Stromerzeugung und -verbrauch in einem selbstorganisierenden System automatisiert aufeinander abgestimmt.

10. Normung und Standardisierung

Die Normung auf dem Gebiet der Elektromobilität ist durch einige Aspekte charakterisiert, die sie von der bisherigen Normung unterscheidet. Die besondere Herausforderung besteht darin, die vielfältigen Aktivitäten unterschiedlicher Branchen und Industriezweige bedarfsgerecht und zielführend zu koordinieren und zu integrieren. Die Elektromobilität ist eine Sprunginnovation, die ein neues, übergreifendes Systemdenken erfordert. Bislang wurden Normen und Standards domänenspezifisch für die Bereiche der Elektrotechnik/Energietechnik und der Automobiltechnik getrennt betrachtet. Gerade für das Zusammenführen dieser Domänen und die sich daraus ergebenden neuen Berührungspunkte und Schnittstellen fehlten bislang eine übergreifende Sichtweise und eine klare thematische Zuordnung.

Kommunikation über standardisierte Schnittstellen zwischen dem Fahrzeug und der Ladeinfrastruktur bis in das Backend ist ein Schwerpunkt des Schlüsselthemas. Besonderes Augenmerk liegt hier auf der Energiemessung und den nachgeschalteten Kommunikations- und Abrechnungssystemen. Diese Fragestellungen beziehen sich alle auf die übergeordnete Frage: Wie können Fahrzeuginformationen über eine offene, herstellerunabhängige Schnittstelle bereitgestellt werden?

Thematisiert werden auch die Aspekte standardisierter Schnittstellen zum öffentlichen Nahverkehr (zum Beispiel vertreten durch den Verband deutscher Verkehrsunternehmer), Kommunikation und Datenaustausch mit Verkehrsleitsystemen sowie Reiseinformationssystemen. Auf der Basis der bereits vorhandenen Dokumente zur Ladeinfrastruktur verschiedener Organisationen und Plattformen (zum Beispiel VDE und NPE) wird über ein Weißbuch zur Ladeinfrastruktur diskutiert, das einen aktuellen Gesamtüberblick über den Stand der Technologie und Normung geben kann.

Zur Behandlung des Schlüsselthemas Normung und Standardisierung mit und durch die „IKT für EM III“-Projekte wurde eine entsprechende Taskforce gegründet. Eine wesentliche Aufgabe der Taskforce Normung ist es, die Lücke zwischen dem aktuellen Stand der Normung und den Projekterfordernissen zu identifizieren.

10.1 Freie Fahrt für eine „Plug-in-System-innovation“

Das ideale Szenario für das „System Elektromobilität“ kann wie folgt skizziert werden. Der Zustand von Ladepunkten (Ort, Belegungs- und Funktionszustand) lässt sich aus dem Elektrofahrzeug überprüfen, Ladepunkte können reserviert werden und Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur verstehen sich so gut, dass sämtliche Authentifizierungs-, Autorisierungs-, Abrechnungs- und Ladesteuerungsvorgänge automatisch im Hintergrund erledigt werden können. Dieser einfache „Plug-and-Charge“-Mechanismus – beziehungsweise „Park-and-Charge“-Mechanismus im Falle induktiver Ladestationen – ist auch eine der Ideen hinter dem Kommunikationsstandard ISO 15118.[38]

Standards für bidirektionales Laden (AC, DC, induktiv) ermöglichen das Rückspeisen von Energie aus der Batterie des Elektrofahrzeuges und schaffen somit die Grundlage für Energiedienstleistungen von Elektrofahrzeugen, zum Beispiel die Spitzenlastreduktion von Industrieanlagen (siehe Batterie- und Energiemanagement). Batteriewechselstationen mit genormten Batteriepaketen an Haupttransportrouten für elektrische Lkw ermöglichen einen batterieelektrischen Langstreckenverkehr auch bei schweren Nutzfahrzeugen. Elektrische Busse haben Dieselfahrzeuge im Linienbetrieb abgelöst, dafür mussten unterschiedliche Ladestrategien für unterschiedliche Anforderungen standardisiert werden. Elektrobusse unterschiedlicher Hersteller lassen sich mit der lokalen Infrastruktur gemeinsam betreiben, sodass nicht für jeden Hersteller eine andere Infrastruktur nötig ist. Intelligente Ladesysteme im Busdepot stellen sicher, dass alle Busse im Depot zum richtigen Zeitpunkt aufgeladen sind und die notwendige Anschlussleitung minimal bleibt. Falls nötig, können die Busse auf der Strecke oder an Endhaltestellen mit Schnelladestrategien nachgeladen werden.

Wie die Elektrobusse verfügen auch die elektrischen Landmaschinen (zum Beispiel elektrische Traktoren, Mähdrescher, Saatgutmaschinen) über standardisierte Schnittstellen. So können diese nicht nur bequemer geladen werden, sondern auch untereinander kommunizieren und so die Arbeitsergebnisse verbessern.

38 http://www.v2g-clarity.com/de/

Im Zuge der Energiewende soll der Schritt hin zu einem Smart Grid vollzogen werden. Durch Informations- und Kommunikationstechnologien sollen Solar-, Wind- und Biogasanlagen, Energiespeicher, Verbraucher und Netzbetriebsmittel im Übertragungs- und Verteilnetz untereinander Informationen austauschen und dezentral gesteuert werden.

10.2 Wichtige Normungsaktivitäten

Um die vielfältigen Aktivitäten unterschiedlicher Branchen und Industriezweige bedarfsgerecht und zielführend zu koordinieren und zu integrieren, hat die Arbeitsgruppe „Normung, Standardisierung und Zertifizierung“ der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) unter Federführung der DKE die „Deutsche Normungs-Roadmap Elektromobilität“ erarbeitet.[39]

Im Zuge der Energiewende gewinnen auch Energiespeicher einen immer höheren Stellenwert. Die Normungs-Roadmap „Energiespeicher“ wird unter Federführung von DIN zusammen mit der DKE erarbeitet.[40] Die verschiedenen Bereiche im Themenfeld Energiespeichernormung werden anschaulich aufbereitet, sodass sich die Normungs-Roadmap auch den in der Normung bislang noch nicht aktiven Interessenten erschließt.

Der „Technische Leitfaden Ladeinfrastruktur für Elektromobilität“ (Version 2)[41] von ZVEH, BDEW, DKE und ZVEI bietet eine Übersicht über wichtige Normen und Vorschriften. Er zeigt auf, was für die fachkundige Planung, Errichtung und den Betrieb einer Ladeinfrastruktur notwendig ist, und gibt Hinweise zur Vermeidung von Gefahren oder kostspieligen Fehlinvestitionen. Die technische Regel bzw. Vornorm DIN SPEC 70121:2014-12 „Elektromobilität – Digitale Kommunikation zwischen einer Gleichstrom-Ladestation und einem Elektrofahrzeug zur Regelung der Gleichstromladung im Verbund-Ladesystem“ definiert die Kommunikation zwischen Ladesäule und Elektrofahrzeug bezüglich Gleichstromladen. Die Vornorm basiert auf Anforderungen, die in ISO 15118-2 zum Laden mit Gleichstrom von Elektrofahrzeugen festgelegt wurden. Anwender dieser Vornorm sind zum einen Fahrzeughersteller und deren Lieferanten sowie zum anderen die Energieversorger und Lieferanten von Ladesäulen. Diese Vornorm legt Anforderungen an das Kommunikationsprotokoll für DC-Laden sowie für die Kommunikation über das Spannungsnetz fest. Die Vornorm bezieht sich hauptsächlich auf Anforderungen, welche in der internationalen Normenreihe ISO/IEC 15118 festgelegt werden.[42]

Die internationale Standardisierung hat mit der heute schon gültigen Norm ISO 15118 eine Basis für die Kommunikation zwischen dem E-Fahrzeug und der Ladeinfrastruktur geschaffen. Die Prozess- und Wertschöpfungskette von Ladevorgängen und Mehrwertdiensten bezieht jedoch Abrechnungssysteme und weitere Akteure mit ein. Dies sind Drittanbieter, Energieversorger, Netzbetreiber, Flottenmanager oder auch Fahrzeughersteller mit Serviceleistungen wie zum Beispiel Kartendiensten. Hier ist die Kommunikation heute noch nicht standardisiert. Auch erfasst die Normung bisher weder die Absicherung des Fahrzeugs und der Ladeeinrichtung selbst noch die Absicherung der angebundenen Backend- und Abrechnungssysteme. Das Forschungsprojekt DELTA[43], in dem es um die Themen Datensicherheit, Datenintegrität und das eichrechtliche korrekte Messen und Abrechnen eines Ladevorgangs in der Elektromobilität geht, schließt genau diese noch offene Lücke.

Die DKE-Arbeitsgruppe DKE/AK 901.0.115 „Informationssicherheit in der Elektromobilität“ ist als Arbeitskreisleiter an der Gestaltung einer VDE-Anwendungsregel für das Zertifikatshandling im Rahmen der ISO 15118 beteiligt.

Auf internationaler Ebene schlossen sich 2009 die internationalen Standardisierungsorganisationen ISO und IEC zusammen, um eine Standardisierungsinitiative unter dem Namen „Road vehicles – Vehicle to grid communication interface“ zu gründen, die Spezifikationen eines digitalen IP-basierten Kommunikationsprotokolls zwischen E-Fahrzeug und Ladestation entwickelt. Diese Norm baut auf dem analogen Ladeverfahren nach IEC 61851 auf und ergänzt dieses sicherheitstechnische Protokoll um ein mächtiges

39 https://www.dke.de/de/themen/elektromobilitaet/die-deutsche-normungs-roadmap-elektromobilitaet
40 https://www.dke.de/de/themen/normungs-roadmap-energiespeicher
41 https://www.dke.de/de/themen/elektromobilitaet/praxisnaher-leitfaden-ladeinfrastruktur-fuer-elektromobilitaet
42 https://www.beuth.de/de/technische-regel/din-spec-70121/224350045
43 http://www.delta-elektromobilitaet.de/

digitales Protokoll auf höherer Kommunikationsebene zur Übertragung energierelevanter Mehrwertinformationen. Weitere internationale Aktivitäten betreffen zum Beispiel Kommunikationslösungen für die vernetze Mobilität und das Combined Charging System (CCS). Das CCS ist ein offener und universeller Standard für alle Elektrofahrzeuge, der einphasiges sowie schnelles dreiphasiges Laden mit Wechselspannung (AC mit bis zu 43 kW) und Gleichstromladen (DC mit bis zu 200 kW, perspektivisch 350 kW) in einem System kombiniert. Das AC-Laden genügt dabei dem Standard IEC 61851-1 hinsichtlich Leistungs- und Signaltransmission sowie dem Standard IEC 62196-2 hinsichtlich des Konnektors. Das DC-Laden genügt dem Standard IEC 61851-23 hinsichtlich Leistungs- und Signaltransmission sowie dem Standard IEC 62196-3 hinsichtlich des Combo-2-Konnektors. Die Kommunikation zwischen dem Elektrofahrzeug und dem Ladepunkte basiert auf dem internationalen ISO/IEC 15118-Standard und der deutschen Vornorm DIN SPEC 70121.[44]

44 http://www.charinev.org

11. Start-ups und Innovation Hub

Innovationen in Form von F&E-Projekten werden oft aufgrund ihres systemischen Ansatzes gefördert. Verschiedene Akteure finden sich zusammen, um entlang der Wertschöpfungskette auf eine gemeinsame Vision hinzuarbeiten. Start-ups haben ebenfalls das Ziel durch einfache und intelligente Ansätze Innovationen durchzusetzen. Allerdings konnten bislang Innovationen aus Start-ups nicht in F&E-Projekte integriert werden. Oftmals fehlt die Bonität zur Deckung des Eigenanteils oder das Risiko ist zu hoch. Einzige Möglichkeit ist eine Einbindung per Unterauftrag. In diesem Fall verbleiben die entwickelten IPs[45] allerdings beim Auftraggeber. Der Hauptgrund für eine fehlende Einbindung liegt aber bei den sehr unterschiedlichen Innovationszeiten. Während eine Innovation in Form eines normalen Förderprojekts von der Idee bis zum Markt fünf bis sieben Jahre benötigt, muss dies bei einem Start-up deutlich schneller gelingen.

Technologieprogramme und Start-ups im Vergleich

Technologieprogramme und -projekte sind mittel- bis langfristig angelegt, wobei die Erfahrung zeigt, dass nicht alle Herausforderungen denselben Zeithorizont haben. Start-ups sind deutlich agiler und können Innovationen entwickeln, die in großen Unternehmen keinen Platz finden können. Bietet sich in einer speziellen Branche ein mögliches Geschäftsmodell an, können Start-ups schnell reagieren und passgenaue Lösungen erarbeiten. Start-ups tasten sich in bislang nicht erarbeitete Bereiche vor. Mittlere und große Unternehmen können teilweise Innovationen nicht innerhalb ihrer Unternehmen vorantreiben – für spätere M&A[46] sowie Kooperationen bringt eine frühzeitige Vernetzung einen großen Mehrwert. Zugleich benötigen Start-ups zur Umsetzung ihrer (technologischen) Innovationen eine sehr große Branchenkenntnis sowie Kooperations- und Transferpartner. Innovationshürden und Markteintrittsbarrieren sind teilweise unbekannt, eine nicht zielgerichtete Entwicklung der Start-ups kann schnell zum (finanziellen) Ende führen.

Steigerung der Innovationsgeschwindigkeit durch Kooperation

Eine Kooperation zwischen Technologieprogrammen der Bundesregierung und Start-up-Programmen wird für beide Seiten einen enormen Mehrwert durch eine Steigerung der Innovationsgeschwindigkeit bedeuten. Zunächst soll eine thematische Vernetzung von Start-ups mit dem „IKT für EM III“-Programm auf der Veranstaltung INNOVATIONS(T)RAUM ELEKTROMBILITÄT 2017 durchgeführt werden. Dabei werden ausgesuchte Start-ups dazu eingeladen, ihre Ideen und Herausforderungen sowie ihren Kooperationsbedarf der IKT-EM-III-Community in einem fünfminütigem Pitch vorzustellen. Ein passendes Match-Making im Anschluss sorgt für eine erste Vernetzung. Konkrete Ideen werden im Anschluss im Innovationsinkubator vertieft.

Innovationsinkubator – ein Kooperationsformat mit Zukunft

Parallel dazu wird ein Konzept entwickelt, wie Technologieprogramme und Start-up-Förderungen zusammenarbeiten und vernetzt werden können. Hierzu scheint ein regelmäßiger Austausch (in Form eines Innovationsinkubators) ein Erfolg versprechendes Format zu sein. Durch einen von allen Teilnehmern zu unterzeichnenden NDA wird ein vertraulicher Rahmen des Innovation Hubs sichergestellt. In regelmäßigen Treffen können sich die Start-ups mit den Experten des Technologieprogramms über neue Marktentwicklungen, wichtige technologische Trends sowie Markteinstiegsbarrieren austauschen. Die Experten des Technologieprogramms können die Start-ups in Form von Mentoren begleiten und unterstützen. Im Gegenzug erhalten diese vertiefte Einblicke und können Kooperationen mit den Start-ups vorbereiten.

45 Intellectual Property

46 Merger and Acquisition: Transaktionen im Unternehmensbereich wie Fusionen, Unternehmenskäufe, Betriebsübergänge, fremdfinanzierte Übernahmen, Outsourcing/Insourcing, Spin-offs, Carve-outs oder Unternehmenskooperationen

12. Handlungsfelder für die Zukunft

Vieles spricht dafür, dass Elektromobilität bald den entscheidenden Schritt zum Massenmarkt vollziehen kann und wird. Der flächendeckende Aufbau der Ladeinfrastruktur schreitet fort, die „Reichweitenangst“ spielt eine immer geringere Rolle und die Wirtschaftlichkeit der Elektromobilität wird sich unter anderem aufgrund des Preisrückgangs bei Batterien erhöhen. Besonders der gewerbliche Bereich entwickelt sich zusehends zum Wachstumsmotor. Die Steigerung des Anteils von Elektromobilen bei Flottenbetreibern und die prognostizierte Verdoppelung des Marktvolumens des Online-Handels in den nächsten fünf Jahren werden der Elektromobilität einen weiteren Schub nach vorne geben. Technologieseitig sind ebenfalls weiterhin starke Impulse zu erwarten, so zum Beispiel durch den Trend zum automatisierten und autonomen Fahren. Darüber hinaus erfordert die Feinstaub- und CO_2-Problematik innovative Mobilitätslösungen, die mit Regulierungen (wie zum Beispiel Umweltzonen, Maut und Quotenregelungen für Neufahrzeuge) Hand in Hand gehen werden. Und auch das Auftreten neuer Akteure und Start-ups mit neuen Geschäftsmodellen und Beziehungen wird den Markt für Elektromobilität beleben.

Obwohl viele Zeichen für den Marktdurchbruch der Elektromobilität sprechen, wird Elektromobilität auf absehbare Zeit noch kein Selbstläufer. Vielmehr gilt es, Rahmenbedingungen, Technologien und Anwendungen weiter zu optimieren. Die wichtigsten Handlungsfelder für die nächsten Jahre reichen von infrastrukturellen Aufgaben über Rahmenbedingungen und Standards bis zu neuen Angeboten und Konzepten.

Eine wichtige Aufgabe besteht in der Entwicklung und dem flächendeckenden Ausbau einer Schnelladeinfrastruktur mit Leistungen deutlich über 100 kW. Mit Blick auf die wachsende Relevanz der Elektromobilität für das Energieversorgungssystem muss beim flächendeckenden Ausbau von Ladeinfrastruktur zudem die Netzstabilität sichergestellt werden. In diesem Kontext müssen auch Standards und technische Lösungen für bidirektionales Laden (Kopplung von Elektromobilität und Energiewende) entwickelt werden. Standardisierungsaufgaben stellen sich zudem bei Batteriemodulen (auch für mögliche Second-Life-Anwendungen). Eine weitere Herausforderung besteht in der Etablierung eines flächendeckenden Ad-Hoc-Bezahlsystems.

Eng verbunden mit dem Ausbau der Ladeinfrastruktur sind Fragen der informations- und kommunikationstechnischen Einbindung. So gilt es, die Grundlagen für eine (oder mehrere) Online-Echtzeit-Datenbank der Ladeinfrastruktur zu schaffen und Fragen des Umgangs mit sowie des Besitzes und der Verwendung von Daten aus Fahrzeugen, Ladeinfrastruktur und anderen Anwendungen und Features zu klären. Dies betrifft auch die Gestaltung offener Schnittstellen mit Blick auf Daten aus Fahrzeugen und die Zusammenarbeit von OEMs und Datennutzern. In diesem Zusammenhang müssen zahlreiche rechtliche Rahmenbedingungen angepasst oder geschaffen werden – von der Lastmanagementverordnung über Fragen der Datennutzung und des Datenschutzes bis zum Eichrecht und Rahmenbedingungen zum autonomen Fahren.

Für den Wachstumsmarkt Logistik stellt sich die Aufgabe, ein bezahlbares Fahrzeugangebot elektrischer Lieferfahrzeuge in Großserie zu entwickeln. Darüber hinaus sind neue Logistikkonzepte (City-Hubs, Konsolidierungszentren, Roboter/Drohnen und vieles mehr) erforderlich. Mit den beschriebenen Trends ist der Durchbruch der Elektromobilität sowohl im gewerblichen Bereich als auch im privaten Segment nur noch eine Frage der Zeit. Damit der Standort Deutschland seine Chancen auf dem Zukunftsmarkt Elektromobilität nutzt, sind schnelle Fortschritte auf den genannten Handlungsfeldern notwendig. Dazu trägt die Begleitforschung zu IKT für Elektromobilität III erheblich bei.

www.bmwi.de