



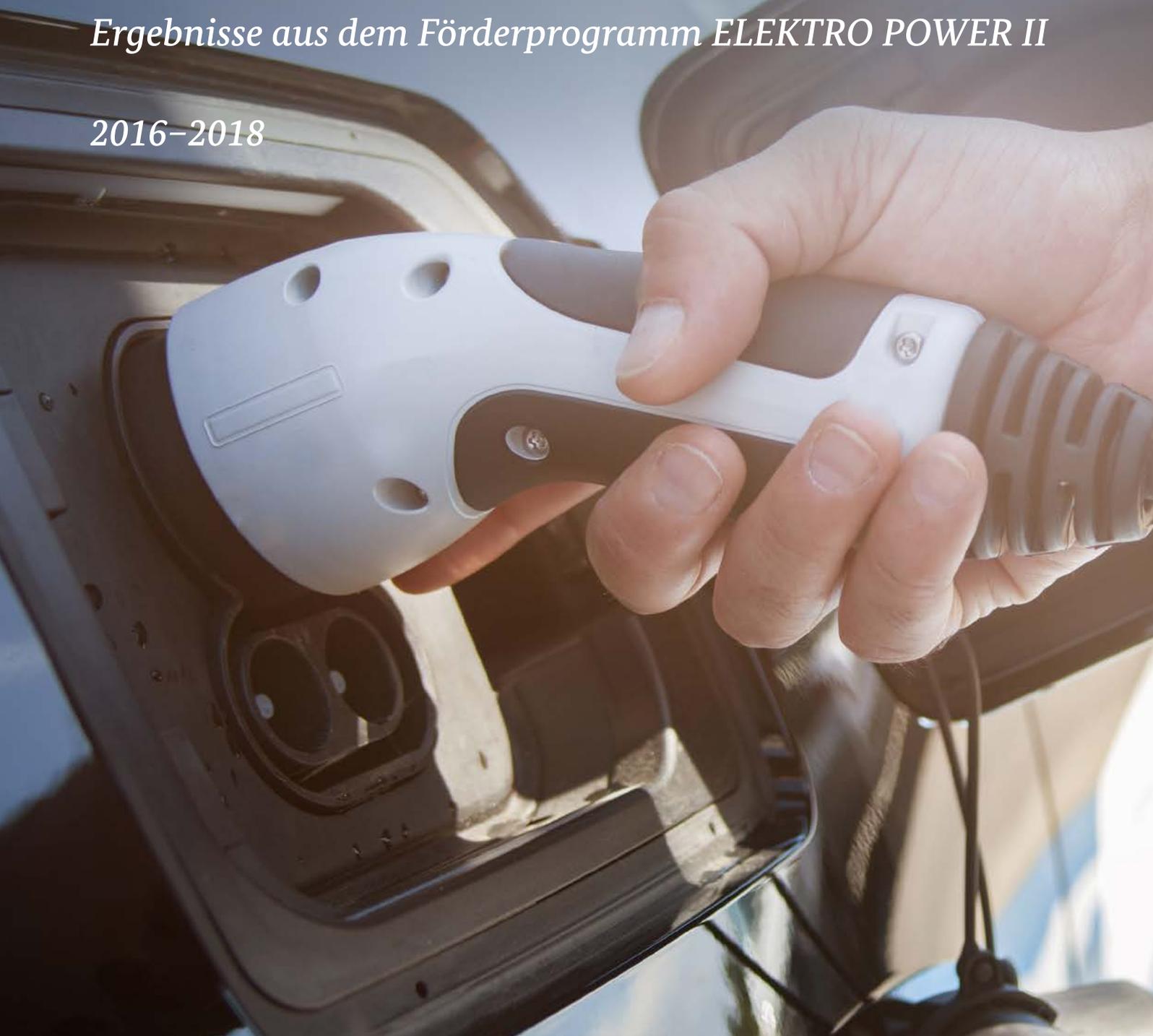
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Innovationen für die Elektromobilität

Ergebnisse aus dem Förderprogramm ELEKTRO POWER II

2016–2018



Impressum

Herausgeber

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

Stand

September 2018

Text und Redaktion

Begleit- und Wirkungsforschung ELEKTRO POWER II

Gestaltung

PRpetuum GmbH, München

Bildnachweise

Fotolia
3dkombinat / S. 9; beebright / S. 24; bevisphoto / S. 20 links
Petair / S. 11, S. 13; slavun / S. 4

iStockphoto
bizoo_n / Titel; Firstsignal / S. 3

Andrea Fabry / S. 14
BMW AG / S. 18 oben links
BMW Group / S. 7
Continental / S. 18 oben rechts
DELTA/innogy SE / S. 24
Deutsche Post AG / S. 6
DIN/Mario Breier / S. 17
e.GO Mobile AG / S. 22
E-Mobility Components / S. 23
innogy SE / S. 24 oben rechts
Lehrstuhl für Production Engineering / LHLK / S. 2
Privat / S. 5, S. 18 unten, S. 20 rechts
Robert Bosch GmbH 2018 / S. 21
Timo Reuter / S. 8

Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:

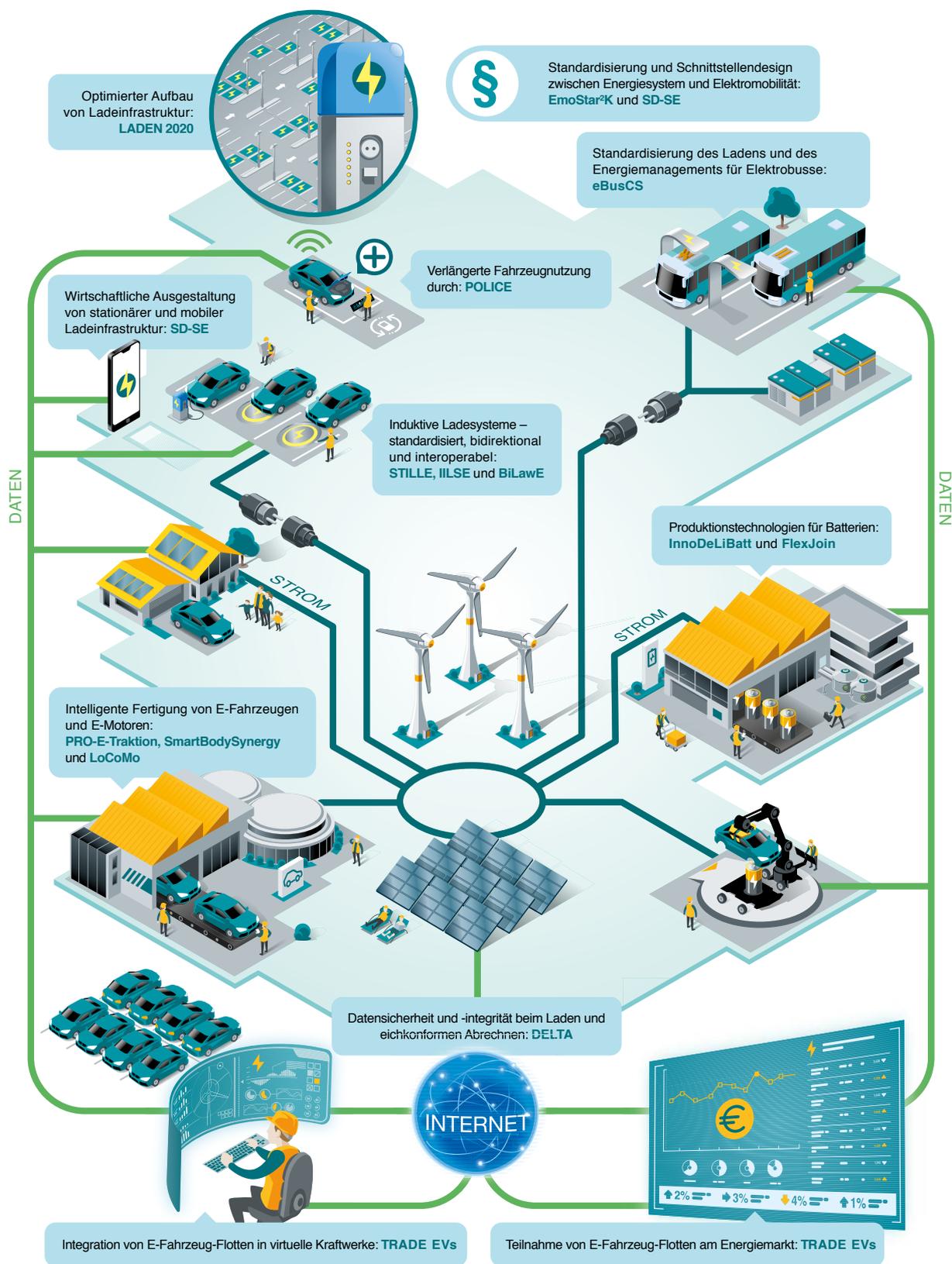
Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.

Inhalt

Innovationen für die Elektromobilität	2
ELEKTRO POWER II: Positionierung der Wertschöpfungskette	3
FlexJoin – Hochflexibel elektrische Ströme transportieren	5
POLICE – Verlängerte Nutzungsdauer durch updatefähige Fahrzeugkonzepte	6
PRO-E-Traktion – Automatisierte und robuste Produktionssysteme für E-Traktionsantriebe	7
InnoDeLiBatt – Produktionstechnologien für demontagegerechte Batteriesysteme	8
„Datenschutz ist ein Grundrecht“	9
SmartBodySynergy – Smarte Rohbauzellen für elektrifizierte Fahrzeuge	10
SD-SE – Schnittstellendesign zwischen Strom- und Elektromobilitätssystem	11
TRADE EVs – Integration von E-Fahrzeug-Flotten in den Strommarkt	12
LADEN2020 – Aufbau einer optimierten Ladeinfrastruktur in Deutschland bis 2020	13
IILSE – Interoperabilität von induktiven Ladesystemen für E-Pkw	14
eBusCS – Internationaler Standard für kontaktgebundenes Laden von E-Bussen	15
STILLE – Standardisierung induktiver Ladesysteme über Leistungsklassen	16
„Standards unterstützen den Roll-out der Elektromobilität“	17
Standards in der Elektromobilität: Meinungen aus der Wirtschaft	18
EmoStar²K – Förderung der Elektromobilität durch Normung und Standardisierung	19
„Der rechtskonforme Aufbau von Ladesäulen bleibt das wichtigste Thema“	20
BiLawE – Bidirektionale und induktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge	21
LoCoMo – Invest-minimale und hocheffiziente Montage von Elektrofahrzeugen	22
DELTA – Datensicherheit beim Laden von Elektrofahrzeugen	24

Innovationen für die Elektromobilität



ELEKTRO POWER II

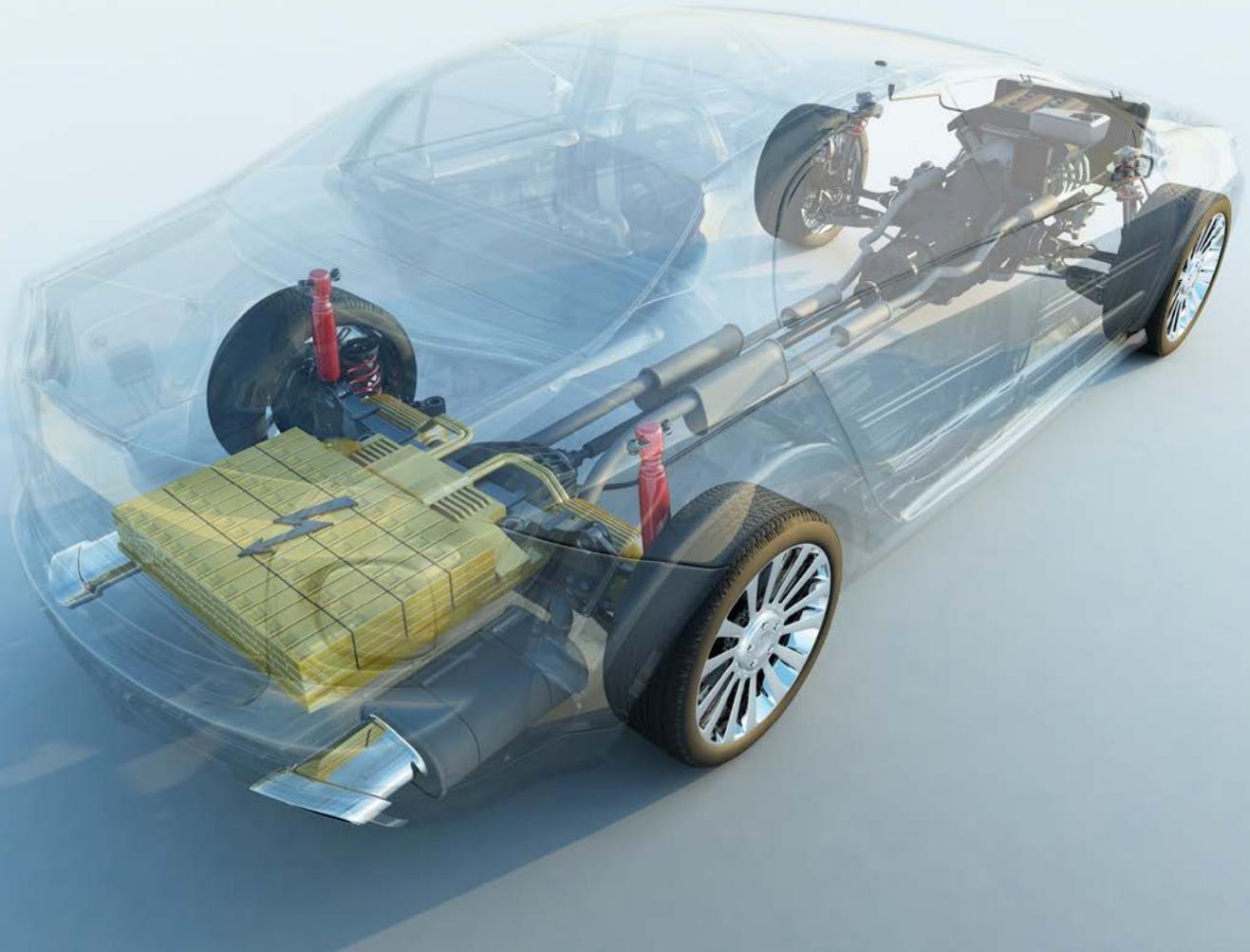
Positionierung der Wertschöpfungskette

Das Förderprogramm ELEKTRO POWER II befindet sich auf der Zielgeraden – in den drei Jahren des Förderzeitraums haben die Projekte in sehr unterschiedlichen Themenfeldern erfolgreiche Forschungsarbeit geleistet. Die vorliegende Broschüre stellt ihre Ergebnisse vor und ordnet diese in den Gesamtkontext des Ökosystems Elektromobilität und der Energiewende ein.

Mit dem Programm ELEKTRO POWER II hat das BMWi innovative Vorhaben in den folgenden industriepolitisch wichtigen Zieldimensionen unterstützt:

- Elektrofahrzeuge werden intelligent und wirtschaftlich in die Energiesysteme eingebunden und dadurch zu einem wesentlichen Erfolgsfaktor für die Energiewende.
- Die Herstellungskosten von Elektrofahrzeugen und die Gesamtsystemkosten der Elektromobilität werden durch den Einsatz wirtschaftlicher Produktionstechnologien reduziert.
- Die Digitalisierung der Produktion ermöglicht eine flexiblere und bedarfsgerechtere Produktion.
- Durch frühzeitige Normierungs- und Standardisierungsarbeiten wird die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie erhöht.

Jede dieser Dimensionen markiert einen wesentlichen Baustein im Gesamtsystem Elektromobilität – somit besitzen die Ergebnisse der einzelnen Dimensionen bereits für sich genommen hohe Relevanz. Der Mehrwert des Förderprogramms liegt jedoch darin, dass diese Resultate, die aufeinander aufbauen und sich ergänzen, zusammengeführt werden. Jedes Projekt leistet somit einen signifikanten Beitrag zum Erreichen des Gesamterfolgs: der Ablösung traditioneller, auf der Verbrennung fossiler Energieträger basierender, Fahrzeugtechnologien durch umweltfreundliche Elektrofahrzeuge. Das Schaubild „Innovationen für die Elektromobilität“ verortet die einzelnen Projekte im Gesamtsystem des sich in Deutschland derzeit dramatisch wandelnden Energiesystems.





Im Jahr 2018 ist die Landschaft der Elektromobilität in Deutschland wesentlich facettenreicher als zu Beginn des Programms ELEKTRO POWER II. Die in dieser Broschüre präsentierten Ergebnisse zeigen, an welchen zukunftsweisenden Technologiefeldern die Förderung angesetzt hat. Der Nachweis der technischen Machbarkeit, induktive Ladesysteme intelligent an das Stromnetz anzubinden, ist heute grundsätzlich erbracht, ebenso wie die Interoperabilität von E-Fahrzeugen zu unterschiedlichen Ladesystemen. „Stromtanken“ wird durch neue Konzepte zukünftig einfacher und komfortabler werden. Die damit verbundenen rechtlichen Fragestellungen wurden thematisiert und einem Lösungsweg zugeführt. Dies schließt auch den Schutz der Nutzer vor missbräuchlichem Gebrauch ihrer Daten und (rechts-)sichere Lösungen zum Abrechnen von Ladevorgängen ein.

Eine große Hürde für den Durchbruch im Markt für Elektrofahrzeuge besteht jedoch weiterhin: die Kombination aus hohem Fahrzeugpreis bei gleichzeitig eingeschränkter Reichweite. Daher wurde im Forschungsprogramm ELEKTRO POWER II auch sehr bewusst die Entwicklung neuer Fahrzeug- und Produktionssysteme unterstützt. Mit innovativen Konzepten werden jetzt flexible, robuste und ska-

lierbare Produktionsmethoden in die Praxis überführt, die für mehr Langlebigkeit von E-Fahrzeugen und für zunehmende Variantenvielfalt der Modelle sorgen. Die Ziele, die ökologische Bilanz und insbesondere die Energieeffizienz der Produktion zu verbessern und den Ressourceneinsatz von der Idee bis zum Produkt zu optimieren, wurden erreicht – auch durch die intelligente Vernetzung von Anlagenstrukturen und Fertigungstechnologien.

Durch das Programm ELEKTRO POWER II ist die Etablierung der Elektromobilität und ihre Einbindung in eine übergeordnete „Energiewende“ ein Stück näher gerückt. Nun gilt es, die gefundenen Lösungen in die industriellen Wertschöpfungsprozesse zu überführen und so die Wettbewerbsposition der deutschen Wirtschaft zu stärken.

FlexJoin

Hochflexibel elektrische Ströme transportieren

FlexJoin setzt durch den Einsatz von Lasertechnik neue Standards in der Produktion von Batterien für Elektroautos. Dr. Friedhelm Günter vom Konsortialführer Robert Bosch GmbH gibt Einblicke in die Technologie und ihre praktische Umsetzung.

Wie würden Sie die Ausgangssituation beim Start des Projektes beschreiben?

Es gab faktisch keine Standardbatterien für Elektrofahrzeuge. Jeder Hersteller hatte eigene Lösungen gefunden, die sich sogar je nach Modell nochmal differenzierten. Wir konnten am Markt steigende, aber nicht großserienmäßige Stückzahlen beobachten, gleichzeitig herrschte eine hohe Varianz und Vielfalt in den Produkten. Eine solche Ausdifferenzierung ist in der Herstellung aber nicht wirtschaftlich. Die Entwicklung einer universellen Fertigungslösung für das Verbinden von Batteriezellen zu Batteriemodulen kann man getrost als große Herausforderung beschreiben. Die Grundidee, mit Hilfe eines Laser-basierten Verfahrens Kupferbändchen für elektrische Verschaltungen zu verarbeiten, wurde im BMBF-Forschungsprojekt ROBE untersucht. An diese Vorarbeiten haben wir angedockt mit dem Ziel, das Verfahren und die notwendige Anlagentechnik zur Fertigungsreife zu führen.

Wie funktioniert die Lösung, die im Projekt gefunden wurde?

Unser Ansatz betrifft die Verschaltung der Batterie. Die Bändchen, die die einzelnen Zellen zu einer Batterie verbinden, werden per Laserstrahl aufgeschweißt. Dazu muss man wissen, dass der sogenannte Bondkopf das multifunktionale Herz der Anlage ist. Er positioniert, führt und schneidet die eingesetzten Kupferbändchen und stellt gleichzeitig den Arbeitspunkt des Lasers sicher. Der Laser-basierte Bondkopf wird durch eine Software gesteuert, sodass die Hersteller die Zellen ganz nach ihrem Bedarf miteinander verknüpfen können.

Die Maschine, die zu diesem Zweck entwickelt wurde, ist eine sogenannte Bonder-Maschine. Sie kann Kupferbändchen bis zu einer Breite von zehn Millimeter flexibel verarbeiten. Das heißt, man kann ein Bauteil mit dem Bondkopf anfahren, dort das Bändchen festschweißen und zu einem zweiten Punkt transportieren, wo es auch wieder fixiert und abgeschnitten wird. Dieser Vorgang funktioniert richtungsunabhängig. Und was hier so harmlos nach Bändchen klingt, sind in der Realität Hochstromverbindungen mit bis zu mehreren hundert Ampere Stromtragfähigkeit.

Wir haben ein hochflexibles Fertigungsverfahren, das für die Produktion jedes Batterietyps geeignet ist, entwickelt. So senken wir die Kosten und die Herstellung wird wirtschaftlicher. Davon profitiert natürlich auch der Autofahrer selbst, da die Batterien billiger und damit E-Autos erschwinglicher werden. Im Projekt FlexJoin wurden zentrale Elemente der am Markt vorhandenen Bondanlagentechnik für die Verarbeitung von breitem Bandmaterial angepasst und wo erforderlich von Grund auf neu entwickelt. Unser Demonstrator zeigt, dass sämtliche Projektziele erreicht wurden.



Dr. Friedhelm Günter

Welche Einsatzgebiete sehen Sie für die Bonder-Maschine?

Wir haben eine neue Möglichkeit geschaffen, mit den Batteriemodulen die wesentlichen Komponenten des elektrischen Antriebsstrangs zu fertigen. Zu Beginn des Projekts stand das Verschalten der Hochvoltbatterie sehr im Fokus, aber die Anwendungsbereiche sind vielfältig. So ist das Verfahren auch auf andere Komponenten des elektrischen Antriebsstrangs übertragbar, etwa Steuergeräte oder Inverter in der Leistungselektronik.

Auch andere Projekte, deren Produkte nicht dem Automobilbereich zuzuordnen sind, können profitieren: Das Verfahren ist überall einsetzbar, wo hochflexibel elektrische Ströme transportiert werden müssen.



Konsortialpartner des Projekts FlexJoin

Robert Bosch GmbH (Konsortialführer), BINDER tecsys GmbH, Fraunhofer ILT, F&K Delvotec GmbH, Heraeus Deutschland GmbH

[Weitere Informationen zu FlexJoin](#)

POLICE

Verlängerte Nutzungsdauer durch updatefähige Fahrzeugkonzepte

Im Projekt POLICE (PrOlonged Life Cycle for Electric vehicles) wurden Wege gesucht, um die Aufbereitung von gebrauchten Elektrofahrzeugen zu ermöglichen. Durch das sogenannte Remanufacturing können die Nutzungsdauer erhöht und die Gesamtkosten über die Lebensdauer des Fahrzeugs gesenkt werden. Prof. Dr. Achim Kampker vom Konsortialführer StreetScooter verrät im Interview, ob dies gelungen ist.

Was war die Ausgangssituation beim Start des Projektes?

Noch immer sind die Anschaffungskosten ein zentraler Grund für die noch geringe Verbreitung von Elektrofahrzeugen. Dies gilt insbesondere, wenn dieselben Reichweiten wie bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen erzielt werden sollen. Die höheren Anschaffungskosten werden derzeit zumeist nicht durch die geringeren Betriebskosten über den Lebenszyklus wieder hereingeholt. Eine längere Nutzungsdauer des Fahrzeugs ist eine Möglichkeit, Kosten zu senken.

Welche Ziele hatten Sie sich gesetzt?

Die Nutzungsdauer ist durch die begrenzte Lebensdauer der Fahrzeugkomponenten eingeschränkt. Ein Ziel von POLICE war also, die Nutzungsdauer einzelner Komponenten wie Batterie oder Exterieur und damit des gesamten Fahrzeugs durch das Aufarbeiten verschlissener Komponenten oder einen gezielten Tausch defekter Einzelteile zu verlängern.

Die noch größere Herausforderung entsteht zusätzlich durch den gleichzeitigen Kundenwunsch nach einem modernen Fahrzeug auf dem aktuellen Stand der Technik. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, muss ein kontinuierliches Upgrade von Fahrzeugen zur Integration neuer Funktionen, wie bei einer Software, ermöglicht werden. Da ein Fahrzeug aber vornehmlich ein Hardware-Produkt ist, wird in diesem Zusammenhang von einem Remanufacturing des Elektrofahrzeugs gesprochen. Hierzu musste die Integration neuer Komponenten produkt- sowie produktionsseitig ermöglicht werden.

Was sind die Vorteile von Remanufacturing?

Aus ökologischer Sicht ist das Remanufacturing besonders erstrebenswert, da mit wenig Energie- und Materialeinsatz neue, langlebige Produkte geschaffen werden können. Aus ökonomischer Sicht kann Remanufacturing die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen erheblich erhöhen.

Welche technischen Ergebnisse konnten bei POLICE erzielt werden?

Im Ergebnis wurde ein Fahrzeug- und Produktionskonzept entwickelt, das Remanufacturing tatsächlich möglich macht. Das Batteriepack als teuerstes System eines Elektrofahrzeugs wurde so gestaltet, dass die Komponenten einzeln oder komplett ausgetauscht werden können. Durch den Tausch gealterter Batteriezellen kann die Lebensdauer der Batterie erhöht werden, ohne dabei das gesamte Batteriepack austauschen zu müssen. Zudem können neue Batterietechnologien integriert werden. Durch die Entwicklung flexibler Anbindeelemente für beispielsweise Kühlergrill oder Armaturenbrett an die Karosseriestruktur können Designkomponenten an Kundenwünsche angepasst werden. Um diese Flexibilität auch produktionsseitig umzusetzen, können 3D-Druckverfahren eingesetzt werden.



Prof. Dr. Achim Kampker

Wie können die Erkenntnisse aus dem Projekt weiterverwendet werden?

Das Marktpotenzial im Nutzfahrzeugbereich ist groß. Hier beeinflussen weniger Emotionen die Kaufentscheidung, sondern ökonomische Argumente. Der Kostenvorteil wächst, je länger das Fahrzeug genutzt wird. Mittelfristig besitzt das Konzept aber eine vergleichbar hohe Relevanz für das Privatkundengeschäft: Die Auslegung von Fahrzeugkomponenten auf eine längere Lebensdauer und der Ansatz des Remanufacturings ist ein besonders nachhaltiges Konzept zur Steigerung der Rohstoff-, Energie- und Ressourceneffizienz. Zum Vorteil aller Nutzer.



Konsortialpartner des Projekts POLICE

StreetScooter GmbH (Konsortialführer), DEKRA Automobil GmbH, Futavis GmbH, RWTH Aachen

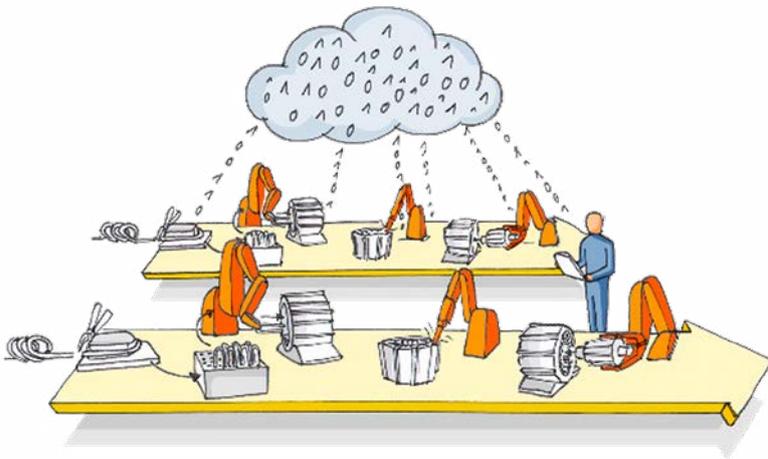
PRO-E-Traktion

Automatisierte und robuste Produktionssysteme für E-Traktionsantriebe

Das Projekt PRO-E-Traktion erforscht die Vernetzung von Prozesstechnologien in der Produktion von E-Traktionsantrieben. Anlagen- und technologieübergreifend vernetzte Produktionseinrichtungen sollen Prozesszeiten und Herstellkosten reduzieren sowie die Qualität bei der Fertigung elektrischer Antriebe erhöhen.

Ausgangssituation

Der Markt für elektrifizierte Fahrzeuge wächst. Die BMW Group erwartet, dass sie bis 2025 15 bis 25 Prozent elektrifizierte Fahrzeuge produzieren wird. Für dieses Wachstum von der Klein- zur Großserienproduktion sind einige der derzeit eingesetzten Produktionsprozesse, wie beispielsweise die Wicklungstechnologien von E-Traktionsantrieben, nicht ausgelegt. Sie sind limitiert und ungeeignet für eine hochautomatisierte und gleichzeitig prozesssichere Produktion von innovativen Elektromotoren. Diese Herausforderungen verhindern derzeit eine robuste und kosteneffiziente Produktion für hohe Stückzahlen.



Das Projekt PRO-E-Traktion arbeitet an der Vernetzung von Prozesstechnologien in der Produktion von E-Traktionsantrieben.

Ziele des Förderprojekts

Durch die Analyse und Weiterentwicklung von Traktionsantrieben werden die Herausforderungen in der Fertigungskette von künftigen E-Motoren mit innovativen Wicklungsformen adressiert. Intelligent vernetzte Prozesse ermöglichen zudem einen hohen Automatisierungsgrad im Elektromaschinenbau bei ebenfalls hoher Prozessstabilität. Dadurch werden wirtschaftlich hergestellte, innovative E-Motoren möglich.

Technische Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts wurden innovative Wicklungsformen durch die gezielte Entwicklung und Einbindung intelligent vernetzter und damit adaptiver Produktionseinrichtungen erforscht. Mithilfe einer Referenzarchitektur wurden relevante Produkt- und Prozessparameter definiert und anhand von Demonstratoren validiert. Diese Erkenntnisse wurden zudem in virtuelle Prozesssimulationen überführt. Dabei werden Prozesszeiten und Herstellkosten reduziert und gleichzeitig wird die Qualität in der Herstellung elektrischer Antriebe gesteigert.

Weiterverwendung der Ergebnisse

Basierend auf den Ergebnissen wurden im Projekt Methoden und Technologien zur wirtschaftlichen Produktion innovativer Elektromotoren ausgearbeitet. Damit können die eingebundenen Industriepartner ihre bestehenden Produktangebote erweitern. Gleichzeitig wird eine weiterführende Verwertung in Wissenschaft und Lehre ermöglicht. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts in Bezug auf notwendige Produktionstechnologien für Elektromotoren leisten zudem einen Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland.

Nutzen für die Anwender

Die Projektergebnisse können branchenübergreifend für die Fertigung von Elektromotoren über den Automobilsektor hinaus übertragen werden. Damit tragen sie zur Sicherung der Produktionskapazitäten und damit auch der Arbeitsplätze entlang der gesamten Wertschöpfungskette in Deutschland bei.

Konsortialpartner des Projekts PRO-E-Traktion

BMW AG (Konsortialführer), ThyssenKrupp System Engineering GmbH, TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH, Otto Bihler Maschinenfabrik GmbH, RF Plast GmbH, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Universität der Bundeswehr München
Das Fördervorhaben PRO-E-Traktion läuft noch bis Mai 2019.

InnoDeLiBatt

Produktionstechnologien für demontagegerechte Batteriesysteme

Das Forschungsprojekt InnoDeLiBatt (Innovative Produktionstechnologien für die Herstellung demontagegerechter Lithium-Ionen-Batteriesysteme) entwickelt ein innovatives Batteriemodul, das den Austausch einzelner defekter Bauteile, den Lithium-Ionen-Zellen, ermöglicht. Timo Reuter aus dem Projektmanagement der GreenIng GmbH & Co. KG, Konsortialführer des Projektes, erläutert die Entwicklungen des Projekts.

Was war die Ausgangssituation des Projektes?

Fahrzeuggatterien bestehen aus mehreren Modulen, die miteinander verschaltet werden. Die Module wiederum bestehen aus mehreren miteinander kontaktierten Zellen. Bislang stellt es sich so dar: Ist auch nur eine Zelle defekt, müssen einzelne Module bis hin zu gesamten Batteriesystemen ausgetauscht werden. Das ist aufwendig und kostenintensiv. Wir haben uns vorgenommen, den Zustand von Zellen über den gesamten Lebenszyklus zu detektieren, um defekte Zellen identifizieren und diese bei Bedarf austauschen zu können – ohne die intakten Zellen zu beschädigen.

Vor welchen Herausforderungen stand das Projekt dabei und wie wurden sie überwunden?

Das Projekt InnoDeLiBatt hat sich mit drei wesentlichen Entwicklungsschwerpunkten beschäftigt: Zum einen sollte ermöglicht werden, den Zustand von Lithium-Ionen-Zellen über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu analysieren, zu dokumentieren und auszuwerten. Das Ergebnis ist eine auf Funk basierende Zellsensorik, d. h. in die Zellen eingebaute Sensoren ermitteln relevante Zellparameter, können sie speichern und per Funk weitergeben. So lassen sich z. B. auffällige Zellen direkt bei der Modulmontage ausschleusen. Zudem ermöglicht das System eine gezielte Diagnose der Zellen im Fahrzeug.

Des Weiteren werden die Zellen zur elektrischen Kontaktierung über sogenannte Zellverbinder zusammengefügt. Diese Zellverbinder werden nach dem heutigen Stand der Technik durch eine Laserschweißverbindung an den jeweiligen Zellpolen angebracht. Dies bringt signifikante Vorteile bezüglich der Leistungsfähigkeit der Batterie, erschwert jedoch die Demontage. Um die guten Performanceeigenschaften des Batteriesystems nicht zu gefährden, wurde im Projekt entschieden, die Zellverbinder weiterhin laserschweißen. Das Ziel war von da an, eine Lösung zu finden, wie diese Verbindungen ohne Beschädigung der Zelle aufgetrennt und wiederholt kontaktiert werden können.

Abschließend wurde ein demontagegeeignetes Konzept für das Modulgehäuse erarbeitet. Das lasergeschweißte Gehäuse eines Moduls muss dafür geeignet sein, defekte Zellen zu entnehmen und auszutauschen. Das Konzept sieht hierfür Spannbander vor, wodurch die Zellen mit einem Schraubmechanismus lösbar und einstellbar verspannt werden können.



Timo Reuter

Wie werden die Ergebnisse weiterverwendet?

Im nächsten Schritt werden die im Rahmen des Projektes erarbeiteten Lösungen an einem Prototyp abgebildet. Damit lassen sich die entwickelten Konzepte experimentell untersuchen. Abschließend wird Handlungsbedarf für weitere Zelltypen abgeleitet, bei denen womöglich ein anderes Vorgehen nötig ist.

Inwiefern profitiert der Anwender?

Für den Endverbraucher liegt der Mehrwert darin, dass nicht mehr die ganze Batterie entsorgt werden muss, wenn ein Teil defekt ist. Das spart enorme Reparaturkosten. Bei einem Zelldefekt können Batteriemodule zukünftig kostengünstig aufbereitet und weiterverwendet werden.

Zudem eignet sich das entwickelte Konzept für eine einfache Demontage des Batteriemoduls am Ende der Einsatzzeit, um die Zellen in einem automatisierten Prozess recyceln zu können.

Konsortialpartner des Projekts InnoDeLiBatt

GreenIng GmbH & Co. KG, ElringKlinger AG, Institut für Produktionstechnik wbk am Karlsruher Institut für Technologie

„Datenschutz ist ein Grundrecht“

Andrea Voßhoff ist die Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit in Deutschland. Hier erklärt sie, wie der Umgang mit Mobilitätsdaten geregelt ist.

Welche Bedeutung haben die Themen Datensicherheit und Datenschutz für die Elektromobilität und die dabei anfallenden Informationen zu Mobilitäts- und Ladeverhalten?

Datenschutz und Datensicherheit sind für die Elektromobilität von großer Bedeutung. Hier können personenbezogene Daten anfallen, die z. B. Auskunft über das Mobilitäts- und Ladeverhalten der Fahrzeugnutzer geben. Um den Schutz der Privatsphäre der Nutzer zu gewährleisten, ist es daher essenziell, die datenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen streng einzuhalten. Zudem sollte das Nutzervertrauen in Datenschutz und Datensicherheit weiter gestärkt werden. Hierzu könnte man den Nutzern ermöglichen, ähnlich wie bei Smartphones den Zugriff auf einzelne ihrer Daten selbst steuern zu können. Auch die Einrichtung von neutralen Stellen zur Prüfung von Datenschutz- und Datensicherheitsstandards sollte überlegt werden.

Wie schützt der aktuell geltende Rechtsrahmen die Daten der Elektrofahrzeugfahrer?

Datenschutz kann auch als ein Grundrecht auf digitale Unversehrtheit begriffen werden. Bildlich gesprochen ist die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) somit eine Art Straßenverkehrsordnung für den Datenverkehr. Soweit also die Daten der Nutzer von Elektrofahrzeugen verarbeitet werden, muss dies im Einklang mit der DSGVO erfolgen. Konkret bedeutet das unter anderem, dass die Betroffenen transparent informiert werden müssen, welche Daten für

welche Zwecke genutzt werden. Ebenso besteht grundsätzlich das Recht, falsche Daten zu berichtigen oder der Datenverarbeitung zu widersprechen.

Welche Ansicht vertreten Sie als Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit hinsichtlich einer „Eigentumsordnung“ für Mobilitätsdaten?

Einerseits spricht grundsätzlich nichts dagegen, Daten auch wirtschaftlich auszuwerten. Andererseits ist ein Eigentumsrecht an personenbezogenen Daten, das ausschließlich darauf abzielt, diese ökonomisch zu verwerten, äußerst kritisch zu sehen. Die vielzitierte Betrachtungsweise von Daten als „Öl des 21. Jahrhunderts“ degradiert den hinter den Daten stehenden Menschen zur Ware. Das darf nicht passieren. Datenschutz ist ein Grundrecht und wird gerade in unserer immer stärker durch die Digitalisierung geprägten Welt wichtiger denn je.

Welche Herausforderungen im Themenfeld Datensicherheit und Datenschutz werden durch die neue Verordnung auf Autohersteller, Ladesäulen- und Netzbetreiber zukommen?

Die DSGVO führt jedenfalls aus deutscher Sicht nur sehr eingeschränkt zu neuen Verpflichtungen. Wie bisher auch, dürfen personenbezogene Daten nur für erlaubte Zwecke verwendet werden. Ebenso müssen dem Schutzbedarf entsprechende technisch-organisatorische Maßnahmen ergriffen werden, die auf dem Stand der Technik Daten vor zweckfremder Verwendung schützen und deren Integrität gewährleisten. Allerdings werden einige dieser grundsätzlich immer schon zu berücksichtigenden Vorgaben in der DSGVO erstmals explizit schriftlich fixiert und für Verstöße sind durch die nationalen Aufsichtsbehörden teilweise Bußgelder zu verhängen. Dies betrifft vor allem die Pflicht, die Grundsätze von Privacy by Design und by Default zu berücksichtigen und damit sozusagen „Datenschutz ab Werk“ einzuplanen. Ebenso könnte unter Umständen nunmehr bei gewissen Arten von Datenverarbeitungen die Durchführung von Datenschutzfolgeabschätzungen erforderlich werden.



SmartBodySynergy

Smarte Rohbauzellen für elektrifizierte Fahrzeuge

Einen Paradigmenwechsel im Fahrzeug-Rohbau einzuleiten, nicht weniger hatte sich das Projekt SmartBodySynergy vorgenommen. Bisher wurden Fahrzeugteile für elektrisch und konventionell angetriebene Fahrzeuge in separaten Rohbaulinien hergestellt. Nun sollen Synergien genutzt, das Produktionssystem flexibilisiert und Fahrzeugkarosserien in einem frei skalierbaren Modellmix gefertigt werden.

Ausgangssituation

Hohe Anschaffungskosten, lange Lieferzeiten und als unzureichend empfundene Batterieleistungen führen dazu, dass die Nachfrage nach E-Fahrzeugen national und (mit Ausnahmen) auch international hinter den Erwartungen bleibt. Um die notwendige Wettbewerbsfähigkeit und eine wirtschaftliche Produktion auch bei schwankender Nachfrage für die deutschen Anbieter zu erreichen, müssen wesentliche Prozessschritte verbessert werden. Gelingt die Flexibilisierung des bisher starr automatisierten Rohbaus von Karosserien, kann dies zum kostensenkenden Hebel werden. Separate Produktionslinien und -anlagen wie bisher rechnen sich nur bei hohen Stückzahlen und voll ausgelasteten Kapazitäten.

Ziele

Im Projekt SmartBodySynergy wurde an Verfahren zur flexibleren Produktion von Fahrzeugkarosserien gearbeitet. Das Ziel war es, Anlagen zum Fügen von Fahrzeugteilen, d. h. zum Zusammenschweißen oder -nieten, zu konzeptionieren und so zu entwickeln, dass sie sich für die Fahrzeugproduktion aller Antriebsarten einsetzen lassen. Die universell einsetzbaren, modularen Rohbauzellen sind hochgradig wandlungsfähig und somit in der Lage, alle Teile eines Fahrzeugrohbaus zu fertigen – sogar die Baugruppen mit den größten Unterschieden zwischen konventionellen und Elektroantrieben. So sollen separate, kostenintensive Rohbaulinien vermieden und starre Verkettungen aufgelöst werden.

Technische Ergebnisse

Nach der grundlegenden Definition von Anforderungen an modular aufgebaute Montageanlagen wurde das Konzept skalierbarer Rohbauzellen entwickelt und exemplarisch umgesetzt. Dabei wurden Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Industrie-4.0-Systematik eingebracht sowie innovative Mess- und Prüftechnikverfahren integriert. Zusätzlich wurden dezentrale Steuerungs- und Logistikszenerien

entworfen. Um eine störungsfreie Mensch-Roboter-Kollaboration zur flexiblen Bereitstellung von Bauteilen zu ermöglichen, wurden einheitliche Schnittstellen und Kommunikationsstandards entwickelt. Die technischen Beschreibungen wurden in die Arbeit von Standardisierungs- und Normungsgremien überführt.

Weiterverwendung der Ergebnisse

Wenn sich vorhandene Kapazitäten flexibler nutzen lassen, werden weniger neue Anlagen benötigt. Die geringeren Investitionen tragen zu einer Senkung der Herstellkosten und somit zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Elektromobilität bei. Die Weiterentwicklung praxistauglicher Konzepte zur Flexibilisierung von Produktionssystemen kann für Unternehmen zu neuen Geschäftsfeldern führen.

Nutzen für die Anwender

Die Projektergebnisse lassen für Kunden geringere Lieferzeiten von Elektrofahrzeugen erwarten, da der Modellmix und somit das jeweilige Produktionsvolumen gemäß der Nachfrage wählbar ist. Zudem werden die Marktpreise attraktiver.



SmartBodySynergy

Konsortialpartner des Projekts SmartBodySynergy

Mercedes Benz Cars (Konsortialführer), FFT Produktionssysteme GmbH & Co. KG, flexis AG, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), ISRA VISION AG, J. Schmalz GmbH, Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg (BTU), Daimler AG

[Weitere Informationen zu SmartBodySynergy](#)

SD-SE

Schnittstellendesign zwischen Strom- und Elektromobilitätssystem

Wie kann eine öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge finanziert werden? Welche Möglichkeiten für einen einfachen Zugang zu dieser Infrastruktur gibt es und wie kann der Strom möglichst einfach und transparent abgerechnet werden? Mit diesen Fragen hat sich das Projekt SD-SE beschäftigt und dafür an der Schnittstelle zwischen Stromsystem und Ladeinfrastruktur angesetzt.

Ziele

Um Elektromobilität und Energiesystem zu einem funktionierenden System zu verschmelzen, das für alle Akteure inklusive der Endkunden wirtschaftlich attraktiv ist, wird ein optimiertes Schnittstellendesign benötigt. Ziel des Projektes war es daher, verschiedene Modelle für eine Ladeinfrastruktur zu finden, die den Endkunden einen einfachen und attraktiven Zugang zur E-Mobilität ermöglicht. Gleichzeitig sollte das Laden auch im Sinne des zentralen Stromsystems sein, also den benötigten Strom vor allem in Zeiten einer hohen Erzeugung entnehmen. Dies wird immer wichtiger, je mehr Strom aus fluktuierenden erneuerbaren Energien in das Netz eingespeist wird.

Technische Ergebnisse

Verschiedene Modelle für die Ausgestaltung der Schnittstelle zwischen Energie- und Elektromobilitätssystem wurden untersucht. Das Vorgehen bildete sowohl technische als auch institutionelle Aspekte ab und berücksichtigte insbesondere auch die Interessen der Endkunden. Die einzelnen Modelle beinhalteten Annahmen über die an Entscheidungen beteiligten Akteure sowie über die auf diese Akteure einwirkenden Regeln. Identifiziert wurden Herausforderungen und institutionelle Umsetzungsschwierigkeiten, aber auch passende Lösungswege. Die gewählte Arbeitsteilung im Projekt kombinierte technische Expertise zu Stromsystem und Ladeinfrastruktur mit ökonomischem und juristischem Know-how.

Als vorteilhaft hat sich die Trennung zwischen Ladeinfrastruktur und Strombelieferung erwiesen. Zum einen ist hier die Endkundenfreundlichkeit zu nennen: Endkunden können so immer mit „ihrem“ Stromlieferanten oder alternativ mit einem deutschlandweiten Stromvertrieb laden. Zum anderen erleichtert die Trennung die Integration der erneuerbaren Energien in die Elektromobilität. Alternativ können die Ziele auch mit einer Weiterentwicklung bestehender Roaming-Modelle erreicht werden.



Weiterverwendung der Ergebnisse

Über Veröffentlichungen, Workshops und Vorträge wurden die Ergebnisse des Projekts an die relevanten Stakeholder (öffentliche Hand, Energieversorgungsunternehmen, Automobilhersteller und Ladeinfrastruktur-Betreiber) herangezogen. Darüber hinaus sind weitere offene Fragen rund um die Integration der Elektromobilität identifiziert worden, etwa die Steuerung von Ladevorgängen aufgrund von Verteilnetzengpässen, die nun im BMBF-geförderten Projekt ENavi bearbeitet werden.

Nutzen für die Anwender

Mit einem optimierten Schnittstellendesign kann das Gesamtkonstrukt aus Energie- und Elektromobilitätssystem für alle Akteure einschließlich der Endkunden über Veröffentlichungen, Workshops und Vorträge wirtschaftlich attraktiv gestaltet werden. Dadurch wird die nachhaltige Etablierung einer öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur und somit auch die Elektromobilität als Ganzes unterstützt.

Konsortialpartner des Projekts SD-SE

TU Berlin

TRADE EVs

Integration von E-Fahrzeug-Flotten in den Strommarkt

Der Energiemarkt in Deutschland steht vor der großen Herausforderung „Flexibilität der Regelleistungen“: Energie wird zunehmend dezentral erzeugt und gespeichert. Elektrofahrzeuge als virtuelle Kraftwerke, deren Ladeprozess smart gesteuert wird, können zu einem der Erfolgsfaktoren für die Energiewende und Elektromobilität werden – daran arbeitet das Projekt TRADE EVs (Trade of Renewable, Aggregated and Distributed Energy by Electric Vehicles). Das Projekt ist im März 2017 gestartet und läuft noch bis Ende Februar 2020.

Vision

In Zukunft werden vor allem große Flotten aus elektrisch angetriebenen Fahrzeugen bestehen: Aufgrund der kritischen Masse von Elektrofahrzeugen ist deren Teilnahme am Energiemarkt wirtschaftlich interessant, da Energie aus den Fahrzeugbatterien in nennenswertem Umfang dem Markt bereitgestellt werden kann. Die Batterien können zukünftig für Regelleistung genutzt werden, um ein Ungleichgewicht zwischen Energieerzeugung und -entnahme im Netz auszugleichen. Die Ladeinfrastruktur wird auf den Energiebedarf der Einsatzfelder ausgerichtet, die Netzinfrastruktur von Verteilnetzbetreibern entsprechend angepasst sein. Es werden wirtschaftlich nachhaltige Geschäftsmodelle und Finanzierungsoptionen bestehen, die das notwendige Zusammenspiel von Flottenbetreibern, Anbietern von Speichern, Energieversorgern und -vermarktern tragfähig machen. Die Fahrzeugbesitzer werden an den Erlösen durch die Teilnahme am Energiemarkt beteiligt und können dadurch ihre Kosten senken.

Ziele

Im Projekt TRADE EVs sollen elektrische Flotten als virtuelle Kraftwerke in den Strommarkt integriert werden. Dazu muss neben vielen technischen Fragestellungen auch der Datenschutz betrachtet werden, da Energie- und Mobilitätsbedarfe der Fahrzeugnutzer erhoben und analysiert werden müssen. Eine Vielzahl von Fragen richtet sich auch an die Betreiber von Netzinfrastrukturen und Energiemarktplätzen. Sie müssen Anpassungen vornehmen, um eine Flexibilisierung des Energiemarkts zu ermöglichen.

Technische Ergebnisse

Es wurden Standorte ausgewählt und in Betrieb genommen, an denen verschiedene Konzepte zur Umsetzung der virtuellen Kraftwerke erprobt werden. Für die notwendigen

Micro-Smart-Grids zur Verbindung der Fahrzeugbatterien mit stationären Speichern und gegebenenfalls auch Photovoltaik-Anlagen sowie weiteren Stromerzeugern und -verbrauchern wurden Standards und Systemarchitekturen entwickelt. Somit wurde die Basis für eine Zusammenarbeit aller Beteiligten – vom Flottenbetreiber bis zum Energieversorger – geschaffen. Zudem konnten sowohl Geschäftsmodelle für die Micro-Grids erarbeitet als auch abgeschätzt werden, wie groß das Potenzial zur Einspeisung von Regelleistung an den Standorten ist. Hierfür werden im Projektverlauf Second-Life-Batterien in der Praxis getestet. Dabei handelt es sich um alte Akkus, deren Kapazität für den Betrieb eines Fahrzeugs nicht mehr ausreicht, die aber den Anforderungen als stationärer Speicher genügen.

Zur rechtlichen Absicherung der Marktintegration und des dafür notwendigen Informationsflusses wird ein Sicherheitskonzept zu Datensicherheit und Datenschutz entwickelt.

Weiterverwendung der Ergebnisse

Aus den Ergebnissen des Projekts werden Geschäftsmodelle abgeleitet, die durch den Verkauf in den Fahrzeugbatterien befindlicher, nicht benötigter Energie die Wirtschaftlichkeit elektrischer Fahrzeugflotten erhöhen. Die Erfolgchance ist hoch, da Energieversorgungsunternehmen nach Ergänzungen zur Energieversorgung mit Grundlastkraftwerken suchen.



Konsortialpartner des Projekts TRADE EVs

Energy2market GmbH, SAP SE, StreetScooter GmbH, Deutsche Post AG

LADEN2020

Aufbau einer optimierten Ladeinfrastruktur in Deutschland bis 2020

Damit die Elektromobilität zu einem Erfolg wird, ist eine funktionierende Ladeinfrastruktur zwingend notwendig. Autofahrer werden sich nur dann für ein elektrisches Fahrzeug entscheiden, wenn sie wissen, dass ausreichend Möglichkeiten zum Laden gegeben sind.

Ziele

Zu Beginn des Projekts gab es nur wenige Erkenntnisse dazu, wie viele Ladepunkte für eine Million Elektrofahrzeuge (gemeinsame Zielgröße von Bundesregierung und Industrie für das Jahr 2020) benötigt werden. Ziel des Projekts war daher die Entwicklung einer Strategie zum Aufbau einer bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur für Elektromobile in Deutschland. Im Fokus der Betrachtung standen batterieelektrische Fahrzeuge (BEVs) und Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge (PHEVs), bei denen der Akku sowohl über den Verbrennungsmotor als auch über die Steckdose geladen werden kann.

Technische Ergebnisse

Im Projekt wurden unterschiedliche Bestands- und Nutzungsszenarien entwickelt, um daraufhin den Ladeinfrastrukturbedarf und die Empfehlungen für eine robuste Ladeinfrastrukturstrategie abzuleiten. Im Referenzszenario besteht die Elektrofahrzeugflotte zu einem Drittel aus batterieelektrischen Fahrzeugen und zu zwei Dritteln aus Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen.

Aus der entwickelten Methodik ergibt sich für das Referenzszenario ein Ladeinfrastrukturbedarf von circa 33.000 öffentlichen und halböffentlichen Ladepunkten für den Alltagsverkehr und circa 2.600 öffentlichen Ladepunkten für den Fernverkehr (entlang von Autobahnen und Bundesfernstraßen). Je nach Ausgestaltung der Normalladeinfrastruktur sowie der angestrebten Versorgungssicherheit erscheinen zusätzlich bis zu etwa 7.000 Schnellladepunkte sinnvoll.

Es konnten Erkenntnisse gewonnen werden, die Aufschluss über den sinnvollen Aufbau der Ladeinfrastruktur geben. Erstens: Eine Ladeinfrastruktur für Laternenparker in reinen Wohngebieten aufzubauen ist sehr ineffizient, da hier das Parken im Vordergrund steht und nur wenige Ladevorgänge erfolgen. Zweitens: Um nennenswerte batterieelektrische Fahranteile zu erreichen, benötigen Plug-in-Hybride mehr öffentliche Ladeinfrastruktur als rein batteriebetriebene Fahrzeuge. Drittens: Bei einer steigenden Reichweite der Batterie sinkt der Ladeinfrastrukturbedarf zwar, jedoch nicht massiv. Viertens: Wenn ein höherer Anteil von Fahr-

zeugen an privater Ladeinfrastruktur (also etwa zu Hause) lädt, verringert dies den gesamten Bedarf an Ladeinfrastruktur deutlich, wobei öffentliche Ladeinfrastruktur trotzdem benötigt wird.

Weiterverwendung der Ergebnisse

Die Erkenntnisse des Projekts sind in den „Nationalen Strategie-rahmen über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe“ eingeflossen. Darüber hinaus wurde im Rahmen von LADEN2020 ein Analysetool entwickelt, das der Ermittlung des Ladebedarfs von Elektrofahrzeugen dient und in weiteren Projekten nach wie vor Verwendung findet.

Nutzen für die Anwender

Zum ersten Mal wurde eine Methodik für den bedarfsgerechten Ausbau der Ladeinfrastruktur entwickelt. Durch das Analysetool kann zukünftiger Bedarf an Ladepunkten in Städten und Kommunen frühzeitig erkannt und der Aufbau strategisch vorbereitet werden. Damit können die zur Verfügung stehenden öffentlichen Mittel (aus EU-, Bundes- und Landesförderung) optimal eingesetzt und die Verwirklichung von energie- und klimapolitischen Zielen unterstützt werden. Dies trägt auch zur positiven Entwicklung und Verbreitung der Elektromobilität in Deutschland bei.

Konsortialpartner des Projekts LADEN2020

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (Konsortialführer), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)



IILSE

Interoperabilität von induktiven Ladesystemen für E-Pkw

Ladetechnologien für Elektrofahrzeuge nutzen weltweit unterschiedliche Standards, die nicht miteinander kompatibel sind. Für einen nachhaltigen globalen Markterfolg der Elektromobilität ist die Interoperabilität zwischen den einzelnen, national genutzten Systemen jedoch unerlässlich. Dr. Patrick Jochem vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) erläutert, wie das Projekt IILSE zur internationalen Harmonisierung von Ladeinfrastruktur-Standards beiträgt.

Was war die Ausgangssituation beim Start des Projektes?

Die fehlende vollständige Harmonisierung der Ladetechnologien für Elektrofahrzeuge beeinträchtigt den nachhaltig globalen Markterfolg der Elektromobilität. Nicht nur die Automobilindustrie könnte bei einem einheitlichen Standard sehr viel einfacher mehrere Märkte bedienen, auch der Nutzer selbst hätte einen großen Mehrwert – beispielsweise bei grenzüberschreitenden Fahrten mit dem eigenen Pkw.

Was waren die konkreten Ziele des Projekts?

Das Projekt IILSE zielte darauf ab, mit Analysen zu wirtschaftlichen, rechtlichen und elektrotechnischen Faktoren sowie zur Nutzerakzeptanz zu einer Vereinheitlichungsstrategie zu gelangen. Dabei wurde beabsichtigt, schlussendlich die Standards im Bereich des induktiven Ladens sowie des Schnellladens international zu harmonisieren.

Welche Ergebnisse konnten erzielt werden?

Im Rahmen des Projekts IILSE wurde induktives Laden unter verschiedenen wirtschaftswissenschaftlichen, technischen und juristischen Gesichtspunkten näher beleuchtet.

Bei der Nutzerakzeptanzanalyse konnte unter anderem festgestellt werden, dass induktives Laden bei mehr als 40 Prozent der Befragten zu einem gesteigerten Interesse an der Nutzung und dem Kauf von E-Pkw führt.

Bei den durchgeführten technischen Analysen standen die Aspekte Effizienz, Anwenderfreundlichkeit und Interoperabilität des Systemdesigns im Fokus. Außerdem wurden systemsicherheitsrelevante und juristische Aspekte des grenzüberschreitenden Ladens untersucht.

Die aktuelle Norm für die Kommunikation zwischen E-Pkw und Ladeinfrastruktur wurde einem Sicherheitstest durch eine Bedrohungsanalyse unterzogen. Dabei wurden fünf konzeptuelle Schwachstellen identifiziert. Weiterhin wurde eine rechtsgebietsübergreifende Betrachtung der gesetzlichen

Rahmenbedingungen und des Datenaustauschs in Bezug auf Elektromobilität durchgeführt. Sämtliche Ergebnisse flossen in einen Anforderungskatalog ein, aus dem Verbesserungsvorschläge für die Norm erarbeitet wurden.



Dr. Patrick Jochem

Wie können diese Erkenntnisse weiterverwendet werden?

Die im Rahmen dieses Projekts erzielten Ergebnisse stellen einen wichtigen Grundstein für die internationale Normierung der Ladetechniken dar. Gerade der intensive Austausch zwischen Wissenschaft und Industrie gewährleistet eine wirtschaftliche Nutzung der in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse.

Warum ist das Projekt so wichtig?

Für die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) in Deutschland stellte die internationale Harmonisierung der Standards für Ladeinfrastruktur ein Schlüsselement für eine erfolgreiche Marktdurchdringung der Elektromobilität dar. Das Projekt IILSE hat mit seinen Ergebnissen in diesem



Bereich einen wesentlichen Beitrag zur Förderung der nachhaltigen Integration von Elektromobilität in das Energiesystem geleistet.

Konsortialpartner des Projekts IILSE

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) mit den Instituten: Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB), Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU), Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH), Zentrum für Angewandte Rechtswissenschaft (ZAR)

[Weitere Informationen zu IILSE](#)

eBusCS

Internationaler Standard für kontaktgebundenes Laden von E-Bussen

Den öffentlichen Linienbusbetrieb auf Elektrobusse umzustellen führt zu signifikant weniger Feinstaub und Lärm, insbesondere an städtischen Verkehrsknotenpunkten. Davon profitieren Mensch und Umwelt.

Ausgangssituation

Die Luftqualität und der Umweltschutz in deutschen Großstädten könnten von einer konsequenten Umstellung des ÖPNV – und allen voran der Busse – auf Elektromobilität enorm profitieren. Dies ist bislang nicht zufriedenstellend geschehen. Eine Ursache lag darin, dass standardisierte Schnittstellen fehlten, um elektrische Busse teilautomatisiert in die städtische Ladeinfrastruktur und den öffentlichen Verkehrsbetrieb optimal integrieren zu können. Die Folge: Hohe Ladeleistungen und Energiemengen führten zu unwirtschaftlichen Betriebsabläufen.

Ziele

Das Projekt eBusCS (Leverage E-Mobility Standardisation for the eBus Charging System) hat das Ziel verfolgt, die Einsatzmöglichkeiten und die Attraktivität der Elektromobilität im öffentlichen Personennahverkehr und speziell im Bereich der Linienbusse durch Optimierung und Standardisierung des Energiemanagements signifikant zu erhöhen. Systeme zur praktischen Demonstration und Erprobung von Ladesystemen und Elektrobusen sollten evaluiert und weiterentwickelt werden. Außerdem galt es, in internationalen Standardisierungsgremien anerkannte Regeln für das innerstädtische Laden von Elektrobusen abzustimmen.

Technische Ergebnisse

Im Projekt wurden zunächst alle technischen Schritte beim Ladevorgang von Elektrobusen gemäß geltender Standardisierungsregeln analysiert und in einem theoretischen Modell abgebildet. Dieses Modell, die sogenannte theoretische Gesamtarchitektur, wurde als Basis für die Standardisierungsarbeit zur Ladeschnittstelle genutzt. Gleichzeitig wurde die Architektur in praxisnahe Systemaufbauten überführt, um anschließend getestet und evaluiert zu werden.

Beim kontaktbasierten Laden von Elektrobusen konnten verschiedene Anwendungsszenarien entwickelt werden, sowohl für das Depot-Charging (Laden im Busdepot) als auch für das Opportunity Charging (Laden im Fahrbetrieb, z.B. an End-/Zwischenhaltestellen). Erfolgreich getestet wurde dabei auch ein erweitertes kompatibles Energie-Management.

Weiterverwendung der Ergebnisse

Die Ergebnisse von eBusCS sind durch die Weiterentwicklung und Ausprägung von Anwendungsszenarien, Architektur-, Schnittstellenergänzungen und Kommunikationsprotokollen für professionelle Anwender nachvollziehbar und umsetzbar. Die Anlehnung an den im Elektrofahrzeugbereich etablierten und international anerkannten Standard des Combined Charging System (CCS) lässt eine Weiterverwendung durch Dritte zu. Die grundsätzliche Machbarkeit wurde nachvollziehbar durch das eBusCS-Demonstrationssystem aufgezeigt. Für zukünftige Weiterentwicklungen in Richtung induktives, d. h. kabelloses, Laden können die Projektergebnisse und die Standardisierungsanstrengungen zum Vorbild genommen werden.

Nutzen für die Anwender

Nachhaltige und umweltschonende Mobilitätslösungen werden in Städten und Kommunen zur Erhöhung der Lebenszufriedenheit beitragen. Busse, die emissionsfrei, gespeist durch erneuerbare Energien und ohne Lärmbelästigung zum Einsatz kommen, sind nicht nur für die bereits stark belasteten Verkehrssysteme attraktiv. Auch neue Optionen der Verkehrsführung werden durch Elektrobusse erschlossen. Die technische Machbarkeit des ökonomisch optimierten Elektrobus-Ladens an Endhaltestellen ist anhand individueller Lösungsansätze bereits nachgewiesen und kann zum Wohle der städtischen Lebensqualität eingesetzt werden.



Konsortialpartner des Projekts eBusCS

Siemens AG (Konsortialführer), EvoBus GmbH, MAN Truck & Bus AG (bis April 2017), TU Dortmund

[Weitere Informationen zu eBusCS](#)

STILLE

Standardisierung induktiver Ladesysteme über Leistungsklassen

Das induktive Laden kommt ohne Stecker aus – es ist eine benutzerfreundliche und praxistaugliche Technologie zum automatisierten, komfortablen Laden von Elektrofahrzeugen. Aktuell verfügbare Ladesysteme sind immer exklusiv an einen Hersteller oder Anbieter gebunden, da noch keine allumfassend gültigen internationalen Standards zur Verfügung stehen. Für das interoperable (herstellerübergreifende und systemübergreifende) öffentliche Laden bedarf es weiterentwickelter technischer Beschreibungen. Das Projekt STILLE hat Vorschläge für weltweit einheitliche Standards erarbeitet – damit ein länderübergreifendes Netz von induktiven Ladepunkten entstehen kann.

Chancen

Das Laden von Elektrofahrzeugen mit kabelloser Ladetechnologie ist sehr komfortabel und kann zu neuen Anwendungsfeldern und Geschäftsoptionen führen, die wiederum die Elektromobilität attraktiver machen. Dazu müssen die eingesetzten Technologien aber herstellerübergreifend standardisiert werden. Dies wird auch dabei helfen, eine Variantenvielfalt, wie sie beim kabelgebundenen Laden entstanden ist, von Anfang an zu vermeiden. Im Projekt STILLE sollten daher mögliche technische Umsetzungen von kabellosen Ladetechnologien untersucht werden, auf Basis derer die internationalen Standardisierungsaktivitäten forciert und die Veröffentlichung einzelner Ladestandards beschleunigt werden können.

Ziele

Das übergeordnete Ziel war, komfortables Laden mit induktiven Ladesystemen hersteller- und systemübergreifend möglich zu machen. Damit alle beteiligten Akteure und Systeme zusammenwirken können, mussten die Schnittstellen klar und eindeutig definiert sein: für die Kommunikation zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeug, für die exakte Positionierung des Fahrzeugs, für die Energieübertragung und den sicheren Betrieb des Systems.

Ein weiteres Ziel des Projektes STILLE war, internationale Standards zu entwickeln und festzuschreiben, um Systeme auch außerhalb Deutschlands kompatibel zu machen und gleichzeitig die Technologieführerschaft der deutschen Wirtschaft im Bereich alternativer Antriebs- und Ladetechnologien zu unterstreichen.

Vorgehen und Ergebnisse

Im Projekt wurden die bereits vorhandenen Technologieentwicklungen untersucht und bewertet. In vielen Teilgebieten des induktiven Ladens konnten zudem neue Ansätze

entwickelt werden. Um festzustellen, welche Parameter zur Sicherstellung der Energieübertragung relevant sind, wurden beispielhaft Ladesysteme für das induktive Laden in verschiedenen Leistungsklassen getestet. Im Ergebnis konnten Schnittstellen-Anforderungen formuliert werden, die für alle Systeme gelten und grundlegend sind für das Zusammenwirken des Gesamtsystems „induktives Laden“.

Weiterverwendung der Ergebnisse und Anwendervorteile

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen, wie etwa aus Testläufen oder Risikoanalysen, sind in die Standardisierungsarbeit eingeflossen, haben diese maßgeblich unterstützt – und tun dies auch weiterhin. Nachdem die Standards verabschiedet sind, kommen die Projektergebnisse nicht nur den STILLE-Partnern, sondern der globalen Elektromobilitätswirtschaft und den zukünftigen Käufern von Elektrofahrzeugen zugute. Der Ladevorgang, der noch immer als eine der großen Herausforderungen der Elektromobilität gilt, wird sehr komfortabel und ohne zusätzlichen Aufwand für den Nutzer umsetzbar. Das Potenzial des kabellosen Ladens kann somit in Zukunft voll ausgeschöpft werden.



Konsortialpartner des Projekts STILLE

P3 Automotive GmbH (Konsortialführer), Audi AG, BMW AG, Continental, Daimler AG, RWTH Aachen, TU Braunschweig, Qualcomm, Robert Bosch GmbH, Toyota Motor Europe NV/SA, Toyota Motorsport GmbH, TÜV SÜD AG, WiTricity, Zeppelin Universität

„Standards unterstützen den Roll-out der Elektromobilität“

Mario Beier leitet bei DIN e.V. die Geschäftsstelle „Elektromobilität“. Er blickt zurück auf drei Jahre Normungsarbeit und gibt zugleich einen Blick auf die Herausforderungen, die noch warten.

Wer sind die Akteure, wenn es um Normung in der Elektromobilität geht?

Es spielen mehrere Akteure eine Rolle. Seitens DIN haben wir eine Geschäftsstelle Elektromobilität eingerichtet: Hier wird Vermittlung zwischen den Akteuren betrieben, außerdem der Netzwerkaufbau und die Kommunikation auf internationaler Ebene.

Die konkrete Normungsarbeit findet im Normausschuss Automobiltechnik statt, der für die Fahrzeugseite zuständig ist, sowie in der DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE), die die elektrotechnische Seite verantwortet. Die Arbeit ist in verschiedenen themenbezogenen Gremien organisiert, die sich zum Beispiel mit dem kabellosen Laden, dem Ladestecker oder mit Sicherheitsaspekten von Elektrofahrzeugen befassen.

Wo liegen bis heute die größten Herausforderungen?

Eine Herausforderung ist die Festlegung der erforderlichen Schnittstellen zwischen Systemen: Wie können Abrechnungsverfahren im Bereich der Elektromobilität flächendeckend organisiert werden? Wie funktioniert die Kommunikation zwischen dem Fahrzeug, der Ladeinfrastruktur und dem Anbieter – und wie lässt sich dies kundenfreundlich umsetzen? Hier ist natürlich auch die Normung beteiligt.

Einige Herausforderungen konnten wir bereits meistern. Dazu zählt etwa die Ladesäulenverordnung, die auf Basis von Normen Vorgaben zur Umsetzung der Ladeinfrastruktur definiert. Sie hat Investitionssicherheit gebracht und unterstützt den europaweiten Roll-out der Elektromobilität.

Wie sieht die länderübergreifende Zusammenarbeit aus?

China, USA und Japan sind die Hauptakteure, außerdem arbeiten wir natürlich auf EU-Ebene zusammen. Den intensivsten Dialog führen wir derzeit mit China. In der deutsch-chinesischen Kommission Normung wird über

verschiedenste Themen der Normung diskutiert. 2011 wurde im Rahmen der Kommission eine Arbeitsgruppe Elektromobilität eingerichtet, in der wir bis heute in regelmäßigem Austausch stehen. Gerade in den letzten zwei Jahren war die Zusammenarbeit in Form mehrerer Fachworkshops sehr intensiv. Da China internationale Normen nur teilweise übernimmt und häufig auch nationale Anpassungen der Normen vornimmt, bleiben wir so im Gespräch, um Möglichkeiten zur Harmonisierung auszuloten.



Mario Beier

Welche Standards wurden oder werden mit dem Programm ELEKTRO POWER II unterstützt?

Die Aktivitäten von EmoStar²K begleiten verschiedene Normungsthemen im Kontext Elektromobilität. So wird etwa die Erarbeitung der ISO-Reihe 15118 unterstützt. Sie umfasst mehrere Teile an der Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation. Eines unserer geförderten Teilvorhaben entwickelt einen Konformitätstest, der zur Sicherstellung der Interoperabilität erforderlich ist. Zwei weitere Teilvorhaben umfassen die Erarbeitung eines eichrechtskonformen Messverfahrens für das schnelle, kabelgebundene Laden und die Entwicklung von Sicherheitskonzepten für elektrische Traktionspeicher. Auch hier fließen die Ergebnisse direkt in die Normung und Standardisierung ein.

Welche Standards müssen noch dringend eingeführt werden?

Alle wichtigen Standards sind definiert und veröffentlicht, sodass das Thema Elektromobilität weiter ausgerollt werden kann. Nichtsdestotrotz sind einige Themen noch in Arbeit. Einige Normen werden bereits überarbeitet, um diese an aktuelle Erkenntnisse anzupassen. Dazu zählen u. a. Ergänzungen zu den Themen kabelloses Laden und Laden mit höheren Ladeleistungen.

Standards in der Elektromobilität: Meinungen aus der Wirtschaft

Im STILLE-Konsortium engagieren sich einige der großen Automobilhersteller, Zulieferer und Technologieberater für weltweit einheitliche Normen und Standards in der Elektromobilität. Verantwortliche der Konsortialpartner BMW Group, Continental Automotive GmbH und P3 automotive GmbH bewerten die Bedeutung von Normen und Standards für die internationale Etablierung der Elektromobilität und erläutern deren Rolle beim induktiven Laden.



Marcus Liertz
Teamleiter Ladeinfrastruktur und Standardisierung, BMW Group

Die Vereinheitlichung von technischen Anforderungen durch Standards ist für den Durchbruch der Elektromobilität von entscheidender Bedeutung. Ziel ist die flächendeckende Interoperabilität, d. h. dass hersteller- und generationsunabhängig alle Elektrofahrzeuge an allen vorhandenen Ladepunkten geladen werden können. Durch die Einigung aller beteiligten Unternehmen

auf eine gemeinsame technische Basis im Ökosystem Laden wird das interoperable Laden für die Kunden ermöglicht, und damit die Akzeptanz der Elektromobilität in der breiten Masse erreicht.

Die Nutzung von induktiven, kabellosen Ladesystemen verspricht dabei einen Komfortgewinn. Hier ist kein Einsteckvorgang notwendig, das Laden kann vom Auto ohne weiteren Kundeneingriff begonnen werden. Die Kunden haben damit ein komfortoptimiertes Erlebnis beim Laden. Eine einheitliche technische Grundlage in Form von Standards zum Erreichen der Interoperabilität ist auch hier einer der Erfolgsfaktoren und die Voraussetzung für die Investitionssicherheit im Ökosystem Laden.

Weltweit gültige Normen garantieren einheitliche Lösungsansätze, die in der Massenproduktion umgesetzt werden können. Spezifische, nicht genormte Produkte erhöhen die Entwicklungskosten und die Fertigungsinvestitionen und setzen damit die Effizienz herunter. Continental begrüßt und unterstützt daher Standardisierungen. Normierungen bereiten den Boden dafür, dass sich neue innovative Technik wie die E-Mobilität auf breiter Front durchsetzen kann.

Eine induktive, nicht genormte Ladetechnologie könnte nur für bestimmte Fahrzeugmodelle und -typen oder innerhalb einzelner Automobilhersteller funktionieren. Ein öffentliches Laden mit dieser Ladeart wäre ohne Standardisierung nicht möglich, wodurch die Kundenakzeptanz und damit die Stückzahlen begrenzt blieben. Auch die Preisvorteile aufgrund großer Stückzahlen bei hochautomatisierter Produktion würden entfallen und somit würden sich die Systemkosten erhöhen. Die Standardisierung wird daher als wichtige Voraussetzung für eine breite, segmentübergreifende Marktdurchdringung der neuen Antriebstechnologie gesehen.



Thomas Röhl
Senior Manager
E-Mobility, Continental
Automotive GmbH



Michael Scholz
Senior Consultant, P3
automotive GmbH

Insbesondere im Bereich des Ladens, welcher einen der Kernpunkte für die Etablierung der Elektromobilität darstellt, sind Normen und Standards unverzichtbar. Für den Kunden bieten sie neben dem Komfortgewinn (beispielsweise Plug&Charge) auch die Gewissheit, wieder nach Hause zu kommen, und damit Flexibilität in der Nutzung des E-Fahrzeugs. Für die Anbieterseite ermöglichen Standards neben einer gewissen Investitionssicherheit auch den gezielten Ressourceneinsatz in der Produktentwicklung.

Automatisiertes Laden hat durchaus das Potenzial, zu einem Treiber der Elektromobilität zu werden. Des Weiteren werden auch mit der zunehmenden Automatisierung des Fahrens automatisierte Ladelösungen benötigt. Inwiefern sich induktives Laden hier etablieren kann, hängt von vielerlei Einflussfaktoren ab – internationale Standardisierung ist einer davon. Hierdurch wird nicht nur die Grundlage für interoperables Laden geschaffen, sondern ein Massenmarkt insgesamt befähigt.

EmoStar²K

Förderung der Elektromobilität durch Normung und Standardisierung

Im Elektromobilitätssektor arbeiten heute zahlreiche Branchen auf Basis verschiedener Normen und Standards zusammen. Doch um Innovationen voranzubringen, muss der Austausch bereits in einer frühen Entwicklungsphase erfolgen. Das Projekt EmoStar²K hat daher auf nationaler Ebene die Zusammenarbeit bei den Normungs- und Standardisierungsaktivitäten in der Entwicklung intensiviert und auf internationaler Ebene eine koordinierte Vertretung der Interessen der deutschen Elektromobilitätsbranche etabliert.

Ausgangssituation

Eine frühzeitige Integration der Normung und Standardisierung in die Technologieentwicklung erleichtert in der Folge die weltweite Vermarktung von Produkten der deutschen Wirtschaft. Dabei spielen in einigen Bereichen der Elektromobilität häufig auch Standards statt Normen eine Rolle, deren Einbindung in die klassische Normung einer entsprechenden Koordination bedarf. Aus der Deutschen Normungs-Roadmap Elektromobilität 2020 der Nationalen Plattform Elektromobilität ergibt sich besonders im Bereich Forschung und Entwicklung ein Handlungsbedarf, der von EmoStar²K aufgegriffen wurde.

Ziele

Die Normungs- und Standardisierungsaktivitäten mit Bezug zur Elektromobilität sollten unter dem Dach von EmoStar²K gebündelt und koordiniert werden. Ziel war es, abgestimmte deutsche Positionen in internationalen Gremien einzubringen, strategische Allianzen aufzubauen und die betreffenden Expertenkreise zu informieren. Ebenso sollten verschiedene projektbegleitende Vorhaben durchgeführt werden, um deren konkrete Ergebnisse wiederum in die Normung und Standardisierung einfließen zu lassen. Dabei galt es auch, den zukünftigen Bedarf zu erkennen, der Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung der deutschen Normungsstrategie im Kontext der Elektromobilität liefert.

Ergebnisse

Die Projektpartner nahmen an Workshops, Messen und Sitzungen von Steuerungsgremien teil und führten eigene durch. Sie wirkten an der Gestaltung der Deutschen Normungs-Roadmap Elektromobilität 2020 mit. In unterschiedlichen Veranstaltungsformaten wurde der Austausch mit internationalen Partnern, z. B. mit China und Japan, unterstützt. Im Fokus des Projekts stand die Initiierung und Umsetzung von Standardisierungsprojekten unter anderem zu den Themen Laden mit höherer Ladeleistung, kabelloses Laden, kabelgebundenes Laden von Elektrobussen,

Messsysteme für Ladestationen sowie Weiterverwendung von Batterien, Batteriewechsel und Lastmanagement. Darüber hinaus wurden vorhabenbegleitende Maßnahmen in den Bereichen Fahrzeugtechnik, Ladeinfrastruktur und Energiespeicher durchgeführt.

Weiterverwendung der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Projekts fließen direkt in die Normungsarbeit auf nationaler und internationaler Ebene ein. Die fortwährende nationale, europäische und internationale Vernetzung unterstützt zudem die Akzeptanz der von der deutschen Seite eingebrachten Inhalte.

Nutzen für die Anwender

Die Arbeiten des Projekts EmoStar²K tragen zur schnelleren und nachhaltigeren Entwicklung einer sicheren und interoperablen Elektromobilität bei. Für den Anwender bedeutet dies, dass Insellösungen auf dem Markt zunehmend aufgelöst und einheitliche Lösungen etabliert werden. Die Nutzung von E-Fahrzeugen wird somit komfortabler, besonders in Hinsicht auf die Ladeinfrastruktur und den Ladevorgang. Innovative Technologien werden durch die Koordination interdisziplinärer Themen und diverser Stakeholder beschleunigt in den Markt eingeführt, der Nutzer kann also schneller von Innovationen profitieren.



Konsortialpartner des Projekts EmoStar²K

DIN Deutsches Institut für Normung e.V., VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (DKE), VDA Verband der Automobilindustrie e.V. (Normenausschuss Automobiltechnik). Das Fördervorhaben EmoStar²K läuft noch bis zum 31.12.2019.

[Weitere Informationen zu EmoStar²K](#)

„Der rechtskonforme Aufbau von Ladesäulen bleibt das wichtigste Thema“

Dr. Katharina Vera Boesche ist Rechtsanwältin mit Tätigkeitsschwerpunkten im Energiewirtschafts-, Wettbewerbs-, Eich- und Datenschutzrecht. In der ELEKTRO-POWER-II-Begleit- und Wirkungsforschung war Dr. Boesche verantwortlich für die rechtlichen Aspekte der Förderthemen. Hier erläutert sie aktuelle rechtliche Herausforderungen und neue Erleichterungen für E-Mobilitätsnutzer.

Was sind 2018 die zentralen Rechtsfragen in der Elektromobilität?

Das Hauptthema für die Elektromobilität ist weiterhin der eichrechtskonforme Aufbau von Normal- und Schnellladesäulen. Die Anzeige und Speicherung der Messwerte ist Pflicht, beides muss aber nicht zwingend lokal an der Ladesäule erfolgen. Es besteht auch die Möglichkeit einer abgesetzten Sichtanzeige (Anzeige über eine App). Die Speicherung ist im Backend oder in einer Cloud möglich. Dazu bedarf es aber einer eichrechtskonformen, also gesicherten und unverfälschten Übertragung der Messwerte ins Backend. Für das Schnellladen mit Gleichstrom gibt es bisher noch keine konformen Messgeräte. Die sind aber notwendig, damit Verbraucher eine genaue Anzeige und Abrechnung des geladenen Stroms in Kilowattstunden – wie im eigenen Haushalt – erhalten.



Was ist Ihr Fazit nach drei Jahren ELEKTRO POWER II?

Wir haben einiges erreicht. Gerade beim Thema induktives Laden: Wir konnten klären, dass ebenso wie beim kabelgebundenen Laden das Energiewirtschaftsgesetz Anwendung findet. Der Betreiber eines Ladepunktes ist danach kein Stromlieferant. Außerdem befanden wir uns im Austausch darüber, dass das Lastmanagement auch auf das induktive Laden erstreckt werden sollte. Durch gesteuertes, netzentlastendes Laden kann verhindert werden, dass alle gleichzeitig nach Feierabend ihr Auto sofort vollladen. Aber es ist naturgemäß auch noch einiges offengeblieben.

Die Ladesäulenverordnung von 2016 hat letztes Jahr eine wichtige Ergänzung bekommen. Was hat es damit auf sich?



Dr. Katharina Vera Boesche

Aufgrund der europäischen AFID-Richtlinie (Alternative Fuels Infrastructure Directive) wurde das sogenannte punktuelle Aufladen in die Ladesäulenverordnung (LSV) aufgenommen. Ein Dauerschuldverhältnis über die Stromlieferung und Nutzung der Ladeinfrastruktur ist danach nicht nötig. Die Bezahlung muss entweder mit Bargeld, EC-/Kredit-Karte oder einem Onlinebezahlndienst möglich sein. Ein Kartenschlitz/Münzeinwurf muss allerdings nicht direkt an der Ladesäule angebracht sein. Es genügt, wenn die Zahlform „in unmittelbarer Nähe“ vorgehalten wird (Parkplatzautomat). Das punktuelle Aufladen muss an allen Ladesäulen implementiert werden, die seit dem 14.12.2017 in Deutschland aufgebaut werden.

Gibt es weitere neue Regelungen, die den Nutzern von E-Mobilität das Leben erleichtern?

Ein einheitlicher, kundenfreundlicher Rechtsrahmen ist wichtig, um überall komfortabel, sicher und einfach laden zu können. Dies ist die Grundvoraussetzung für eine breite Akzeptanz der Elektromobilität. Ein Gesetz, das bisher etwas bei den Unternehmen unterging, ist die Preisangabenverordnung. Zusammen mit der AFID folgt, dass der reine Zeittarif beim Laden von E-Autos nicht zulässig ist. Das ist auch verständlich, da ein elektrisch angetriebener Oberklassewagen in der gleichen Zeit deutlich mehr Strom ziehen kann als ein Kleinwagen. Auch der Batteriestand entscheidet über die benötigte Ladezeit. Neben den Kilowattstunden kann aber eine Start- oder Grundgebühr für die Nutzung der Infrastruktur oder auch die Parkzeit berechnet werden.

BiLawE

Bidirektionale und induktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge

Das Forschungsteam im Projekt BiLawE (Bidirektionale, induktive Ladesysteme wirtschaftlich im Energienetz) hatte sich vorgenommen, das Aufladen von Elektrofahrzeugen zu vereinfachen und die Fahrzeuge gleichzeitig zu Garanten eines stabilen Stromnetzes zu machen. Philipp Schumann vom Konsortialführer Robert Bosch GmbH erläutert, wie das bidirektionale induktive Laden funktioniert.

Was war die Ausgangssituation beim Start des Projektes und was stand auf der Agenda?

Induktive Ladesysteme waren bisher nur unidirektional (Batterie lädt durch Anschluss an das Stromnetz) verfügbar. Optimal wäre aber, wenn die Autos nicht bloß aufgeladen werden könnten, sondern auch einen aktiven Beitrag zur Energiewende leisten würden, indem die Autos Strom speichern und bei Bedarf wieder ins Stromnetz einspeisen. So könnten die natürlichen Schwankungen ausgeglichen werden, denen die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern unterliegt, und Versorgungslücken würde vorgebeugt. Dafür muss das Ladesystem bidirektional konzipiert sein, das heißt, in beide Richtungen Strom aufnehmen und abgeben können. Ziel des Projekts war es also, ein bidirektionales induktives Ladesystem für Pkw mit einer Leistung von elf Kilowatt zu entwickeln, das sich zum Lastmanagement für lokale Netze eignet.

Wie gestaltete sich die Umsetzung und was sind die Ergebnisse?

Das Projekt untersucht, wie sich das Ladesystem und die Elektrofahrzeug-Batterie in ein Energienetz einbinden lassen. Die Anbindung von speziellen induktiven Ladestationen an öffentliche, lokale und auch Inselnetze wird in Geschäftsmodellen betrachtet und teilweise in der Praxis erprobt. So kann etwa das Szenario „Lokales Netz“ an einem Parkhaus getestet werden.

Festgestellt wurde, dass das bidirektionale Ladesystem nur einen geringen Mehraufwand gegenüber dem unidirektionalen Ladesystem bedeutet. Der Mehraufwand, der tatsächlich entsteht, ist aber überwiegend infrastruktureller Art – im Fahrzeug selbst wird nicht mehr Platz benötigt. Bei der Auswertung der Szenarien und Analysen wurde allerdings auch festgestellt, dass die Rückspeisung von Strom aus dem Auto ins Netz hauptsächlich für das Lastmanagement in

lokalen Netzen und beim Endverbraucher zielführend ist. Hier kann also etwa der Verbrauch von selbst erzeugtem Strom – etwa über eine Photovoltaik-Anlage auf dem Dach – im haus-eigenen Stromkreislauf optimiert werden. Einfach gesagt: Wenn die Sonne scheint, wird der zu viel erzeugte Strom im Auto gespeichert und zurück ins Stromnetz gegeben, wenn es regnet.



Philipp Schumann

Wie können die Ergebnisse jetzt genutzt werden?

Eine Erkenntnis ist, dass die Sektoren Energie und Mobilität stärker gekoppelt werden können: Zum einen, wie beschrieben, um Strom aus eigener Erzeugung kostengünstiger produzieren und speichern zu können. Zum anderen, um die Preise für die Bereitstellung von elektrischer Energie langfristig stabil zu halten. Da sind jetzt die Produktentwickler gefragt, diese Ergebnisse umzusetzen. Klar ist: Bidirektionales induktives Laden ist komfortabel und das Laden eines Elektroautos sollte keine Hürde mehr für den Endverbraucher sein. Und: Elektrofahrzeuge sind insbesondere dann umweltfreundlich, wenn sie mit erneuerbarem Strom geladen werden.



Konsortialpartner des Projekts BiLawE

Robert Bosch GmbH (Konsortialführer), Fraunhofer ISE, Fraunhofer IAO, Greening GmbH

LoCoMo

Invest-minimale und hocheffiziente Montage von Elektrofahrzeugen

Professor Günther Schuh, Leiter des Lehrstuhls für Production Engineering of E-Mobility Components (PEM) der RWTH Aachen, berichtet über Ziele, Ergebnisse und Visionen des Projektes LoCoMo.

Herr Professor Schuh, seit über einem Jahr koordinieren Sie an der RWTH Aachen das Projekt LoCoMo und forschen im Verbund an Low-Cost-Montageeinheiten für die Montage für Elektrofahrzeuge. Stellen Sie uns bitte Ihr Konsortium und die Expertise der Partner kurz vor.

Für LoCoMo konnten wir ein schlagkräftiges Konsortium zusammenstellen. Mit e.GO ist ein junges Automobilunternehmen mit an Bord, welches seine Entwicklungs- und Produktionsprozesse von Anfang an digital gestaltet hat und auf flexible Montagestrukturen setzt. Parametric Technology GmbH sowie PSI Software AG bringen ihre Erfahrung und Softwarewerkzeuge für die Produktentwicklung sowie Planung und Steuerung der Produktion mit. Götting ist ein etablierter Hersteller von fahrerlosen Transportfahrzeugen und wird insbesondere in dem Feld der Automatisierung technologisch beitragen. Mit den beiden RWTH-Lehrstühlen Production Engineering of E-Mobility Components und Werkzeugmaschinenlabor bringen wir Kompetenzen zur Konzipierung von Montagesystemen mit Fokus auf Flexibilisierung und Automatisierung und prototypische Umsetzung mit. Die technische Realisierung und Validierung der Konzepte wird in unserer Anlaufabrik erfolgen. An diesem Ort wurde auch schon in der Vergangenheit bewiesen, wie smarte Lösungen im Produktdesign zu einer investitionskosteneffizienten und flexiblen Produktion beitragen können.

Welche konkrete Dringlichkeit hat Sie motiviert, dieses Projekt im Rahmen von ELEKTRO POWER II zur Förderung vorzuschlagen?

Wir sehen, dass sich mit der Etablierung des elektrischen Antriebsstrangs ganz neue Wertschöpfungsstrukturen und -konzepte ermöglichen lassen. Die Markteintrittsbarrieren für „New Player“ sind dramatisch gesunken. Unternehmen aus anderen Branchen sowie Start-ups wagen sich mittlerweile an die Entwicklung von Gesamtfahrzeugen. Und sind dabei auch noch erfolgreich. Das wäre mit dem Verbrennungsantrieb nicht denkbar gewesen. Dadurch entsteht die Möglichkeit, für Sonderanwendungen spezialisierte Sonderfahrzeuge zu entwickeln und in kleineren Serien herzustellen. Damit dies wirtschaftlich möglich ist, sind Monta-

gestrukturen notwendig, die mit erheblich geringeren Investitionskosten kommen und zudem in der Lage sind, sich effizient auf Änderungen im Produkt einzustellen. Das ist in konventionellen Strukturen, wie wir sie von klassischen Automobilen kennen, nicht denkbar. Eine handhabbare Lösung kann dazu beitragen, den Automobilstandort Deutschland langfristig zu sichern.



Professor Günther Schuh

Zukunftsweisende Montagetechnologien in flexibel gestalteten Produktionsumgebungen stehen im Fokus von LoCoMo – was sind Ihre konkreten Gesamtziele, was wollen Sie bis zur Mitte des Jahres 2020 erreichen?

In unterschiedlichen Lösungsmodulen erarbeiten wir konzeptuelle Lösungsansätze und überführen diese in ganz konkrete technische Umsetzungen. Ein Beispiel ist das selbstfahrende Chassis, welches prinzipiell in der Lage ist, in der Endmontage vollkommen auf Transportsysteme in der Linie zu verzichten, weil sich das zu montierende Fahrzeug aus eigener Kraft von Station zu Station bewegt. Im Rahmen des Projektes wollen wir anhand des Anwendungsfalls des Projektpartners e.GO den Nachweis erbringen, dass die von uns vorgeschlagenen Lösungsmodule nicht nur in der Theorie, sondern auch in der automobilen Endmontage ihren Lösungsbeitrag erbringen können.

Welche Konzepte für die Produktion der Zukunft haben Sie bereits erarbeitet und welche technischen Ergebnisse konnten im ersten Jahr der Förderung schon erzielt werden?

Im Laufe des ersten Projektjahres haben wir uns sehr genau angesehen, an welchen Stellhebeln wir angreifen müssen, um die Themen Investitionskosten und Flexibilität anzugehen. Dabei konnten wir auch auf die Unterstützung etablierter Automobilunternehmen zählen, die sehr offen für das von uns vorgeschlagene Lösungskonzept der Low-Cost-

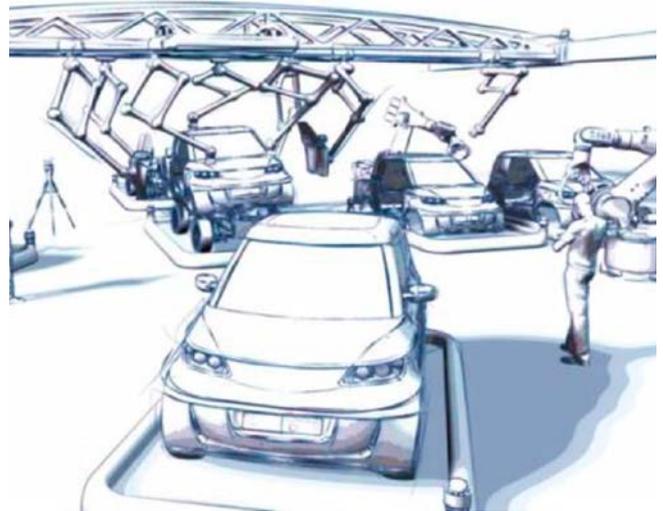
Montage sind. Darauf aufbauend konnten wir die Lösungsmodulare „Selbstfahrende Fahrzeugchassis“, „Automatisiertes Drucken von Vorrichtungen“ und „Gedruckte Toleranzausgleichselemente“ weiter konkretisieren. Diese befinden sich zusammen mit den Partnern derzeit in der iterativen Entwicklung. Erste Prototypen befinden sich bereits im Versuch in unserer Anlaufabrik und werden laufend weiterentwickelt.

Mehr Produktion zurück in Städte zu verlagern ist ein globaler Trend – welche Beiträge wird LoCoMo leisten, um die zunehmende Urbanisierung und die Tendenz zur bedarfsgerechten Individualisierung von Elektrofahrzeugen zu unterstützen?

LoCoMo verfolgt die Idee der „Montage in der Turnhalle“. Das bedeutet, dass wir in der Lage sein wollen, eine Montage in einer Halle aufzubauen, ohne vorher umfangreich in deren Infrastruktur investiert zu haben. Wir stellen keine großen Anforderungen an die Montagehalle und können einfach in urbane Räume integriert werden. Damit sind wir schnell, kostengünstig und ressourceneffizient zugleich.

Industriepolitisches Ziel ist die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsstandorts Deutschland, auch für Elektrofahrzeuge. Welche neuen Wertschöpfungsprozesse können nach Projektende in die Automobilbranche überführt werden?

Unser Ziel ist es, in Aachen den Nachweis zu erbringen, dass unser Ansatz sowie die konkreten Lösungsmodulare für jeden Automobiler in seiner Endmontage anwendbar sind. Das ist die Messlatte, die wir uns selbst gesetzt haben. Wir gehen davon aus, dass die unterschiedlichen Aspekte, vom selbstfahrenden Chassis bis zum gedruckten Toleranzausgleichselement, in unterschiedlicher Art und Weise bei den Automobilen umgesetzt werden. Bereits jetzt schon führen wir Gespräche für erste pilothafte Umsetzungen in Serienmontagen.



So könnte die Montage von Elektroautos in Zukunft aussehen.

Seit 2010 werden mit dem Elektrofahrzeug StreetScooter aus Aachen innovative Logistikkonzepte für Städte und Ballungszentren umgesetzt, wann können wir mit dem e.GO eine ähnliche Erfolgsgeschichte für den Privatnutzer erwarten?

Wir schreiben bereits jetzt schon Erfolgsgeschichte. Im Mai 2018 konnten wir die 3.000. Vorbestellung für den e.GO Life entgegennehmen. Das entspricht fast zehn Bestellungen pro Tag, seitdem wir Vorbestellungen annehmen. In Aachen fahren wir derzeit unsere erste Fabrik mit einer Kapazität von 10.000 Fahrzeugen pro Jahr hoch, um der überwältigenden Resonanz entsprechen zu können.

Konsortialpartner des Projekts LoCoMo

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (PEM und WZL), e.GO Mobile AG, Parametric Technology GmbH, Götting KG, PSI (assoziiertes Partner)

DELTA

Datensicherheit beim Laden von Elektrofahrzeugen

Im Projekt DELTA (Datensicherheit und Datenintegrität in der Elektromobilität beim Laden und eichrechtskonformen Abrechnen) widmen sich die Partner vorrangig der Frage: Wie werden die Kommunikationswege in den Prozess- und Wertschöpfungsketten „hinter“ der Ladesäule zukünftig datensicher gestaltet? Marcel Jelitto vom Konsortialführer innogy SE erklärt, warum die Antworten darauf für die flächendeckende Etablierung der Elektromobilität entscheidend sind.

Warum braucht man für das Laden von Elektroautos neue Normen?

Beim Laden fließt nicht nur Strom vom Netz in die Batterie des Autos. Es werden zahlreiche Informationen ausgetauscht – nicht nur zwischen dem Elektroauto und der Ladesäule, sondern auch zwischen der Ladesäule und dem IT-Backend. Denn am Ladevorgang sind viele beteiligt: Neben dem Anbieter der Ladesäule etwa auch Energieversorger, Netzbetreiber, Clearing-Stellen oder Flottenmanager. Das ist zum Beispiel notwendig, um Ladevorgänge für die Abrechnung korrekt zuzuordnen.

Ergeben sich daraus Vorbehalte, die dem Ausbau der Elektromobilität entgegenstehen?

Nein, denn DELTA setzt in einer sehr frühen Marktphase an. Im Projekt werden alle Kommunikationswege in einem Ladesäulensystem betrachtet – sei es der Datenaustausch per Mobilfunk oder über eine verschlüsselte öffentliche Internetseite bzw. App oder auch die Powerline-Kommunikation über das Ladekabel. Letztendlich müssen eine flächendeckend wirksame IT-Sicherheit und der Schutz persönlicher Daten gegeben sein. Die datensichere Zusammenarbeit zwischen den Systemen ist Voraussetzung für sicheres Roaming. Das heißt zum Beispiel, dass der Kunde in keinem Fall für Ladevorgänge zahlt, die er nicht vorgenommen hat, da Daten nicht verfälscht werden können. Oder auch, dass seine persönlichen Daten nicht in unbefugte Hände gelangen können. Das sorgt für das nötige Vertrauen des Nutzers. Auf den hohen Datensicherheitskriterien basiert auch die eichrechtskonforme Kilowattstunden-basierte Abrechnung.

Welche technischen Neuheiten und Fortschritte kann das Projekt DELTA präsentieren?

Das Projektkonsortium entwickelt ein eichrechtskonformes Messsystem für Gleichstrom (DC) und außerdem ein Messsystem, das im Ladekabel integriert ist und die Kontrollmessungen der geeichten Ladesysteme vornimmt. Außerdem konnte die nationale und internationale Standardisierung vorangetrieben werden, indem zunächst eine bestehende Norm weiterentwickelt wurde. Sie definiert die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladesäule und ermöglicht beispielsweise „Plug & Charge“ – den Start eines Ladevorgangs ganz ohne PIN oder Karte. Darüber hinaus wurde ein Entwurf für eine neue Normenreihe erarbeitet. Diese standardisiert die Kommunikation zwischen der Ladesäule und den dahinterliegenden IT-Systemen. So ist die Forschung heute einen guten Schritt weiter, um für eine durchgängige Datensicherheit in der Elektromobilität mit transparenten Mess- und Abrechnungsprozessen zu sorgen. Die Projektergebnisse für die Anforderungen an Datenschutz, Anwendungsfälle und die abgeleitete technische Architektur wurden auch im Internet zum Download bereitgestellt. Sie können von Experten oder weiterführenden Projekten genutzt werden.



Marcel Jelitto



Konsortialpartner des Projekts DELTA

innogy SE (Konsortialführer), Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE) in DIN und VDE, Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren (FKFS), Fraunhofer SIT, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, TU Dortmund – Communication Networks Institute (CNI), Webolution

[Weitere Informationen zu DELTA](#)

