

STANDARDS UND INTEROPERABILITÄT IN DER ELEKTROMOBILITÄT

Erfahrungen, Bedarfe und Perspektiven ausgewählter Forschungsprojekte
des Förderprogramms IKT für Elektromobilität

BERLIN, FEBRUAR 2024

Eine Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) i. R. der Begleitforschung zum Technologieprogramm IKT für Elektromobilität

INHALT

1. EINLEITUNG	3	4. EINBETTUNG IN VERNETZTE ENERGIESYSTEME	31
1.1 Hintergrund des Förderprogramms	4	4.1 Einleitung	32
1.2 Überblick über die aktuellen Förderschwerpunkte des Programms	6	4.2 Projekte und Förderaktivitäten im Programm	33
2. KONZEPTIONELLE GRUNDLAGEN	8	4.3 Relevante Standards	35
2.1 Was meinen wir mit Standards?	9	4.4 Bidirektionales Laden	38
2.2 Phasen im Standardisierungsprozess	12	4.5 Energiemanagementsysteme	41
2.3 Bedeutung für das Förderprogramm	15	4.6 Einordnung und Analyse	44
2.4 Bezüge zu weiteren BMWK-Aktivitäten	16	5. EINBINDUNG NEUER MOBILITÄTSFORMEN IN VERKEHRS- UND LOGISTIKSYSTEME	46
2.5 Thematische Reichweite dieser Studie	17	5.1 Einleitung	47
3. LADESTANDARDS	19	5.2 Ladebedarfsplanung	48
3.1 Einleitung	20	5.3 Mobility-as-a-Service / Intermodaler Verkehr	50
3.2 Plug and Charge	22	5.4 Logistik auf der letzten Meile	53
3.3 Automatisiertes kabelgebundenes Laden	23	5.5 Verknüpfung von Logistik und Verkehrssystemen	55
3.4 Automatisches kontaktloses Laden	26	5.6 Einordnung und Analyse	58
3.5 Einordnung und Analyse	29	6. FAZIT	59
		ANHANG	62

A large, stylized number '1' in a light orange color, positioned vertically in the center of the slide. It has a thick vertical stem and a horizontal top bar that is slightly angled.

EINLEITUNG

The background is a solid orange color. It features a decorative pattern of small, light orange squares. A large, dense cluster of these squares forms a wide base at the bottom of the slide. Scattered above this base are several smaller, isolated squares, some of which are positioned near the top corners and along the sides of the central '1' graphic.

1.1

HINTERGRUND DES FÖRDERPROGRAMMS

IKT EM III

Das Technologieprogramm „IKT für Elektromobilität“
digitale-technologien.de/ikt-em-3

RESÜMEE

10 Jahre Begleitforschung
IKT für Elektromobilität
digitale-technologien.de/ikt3-resuemee

EUROPE E-MOBILITY ID REGISTRATION REPOSITORY (IDRR)

Über das IDRR können europaweit Ladevertragsanbieter und Ladestationsbetreiber für einfache Abrechnungen identifiziert werden.
benelux-idro.eu/en/more-about/id-registration-repository-idrr

Die Transformation hin zur Elektromobilität geht einher mit der Digitalisierung und Automatisierung von Energieversorgung und Verkehrssystemen. Für die gewachsenen Strukturen im Energie- und Verkehrssektor bedeutet dies einen langfristigen Kopplungsprozess, in dem neue Technologien, Nutzungskonzepte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle entstehen. Am Anfang dieses Prozesses stellen Informations- und Kommunikationstechnologien die Verbindungen und Brücken zwischen diesen Sektoren dar, werden aber langfristig das eigentliche Fundament eines integrierten Energie- und Mobilitätssektors sein. Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel des BMWK-Technologieprogramms „IKT für Elektromobilität“, die Entwicklung und Erprobung IKT-basierter Lösungskonzepte und innovativer Systemlösungen der Elektromobilität zu fördern und dabei die verschiedenen Technologien, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle intelligent miteinander zu vernetzen.

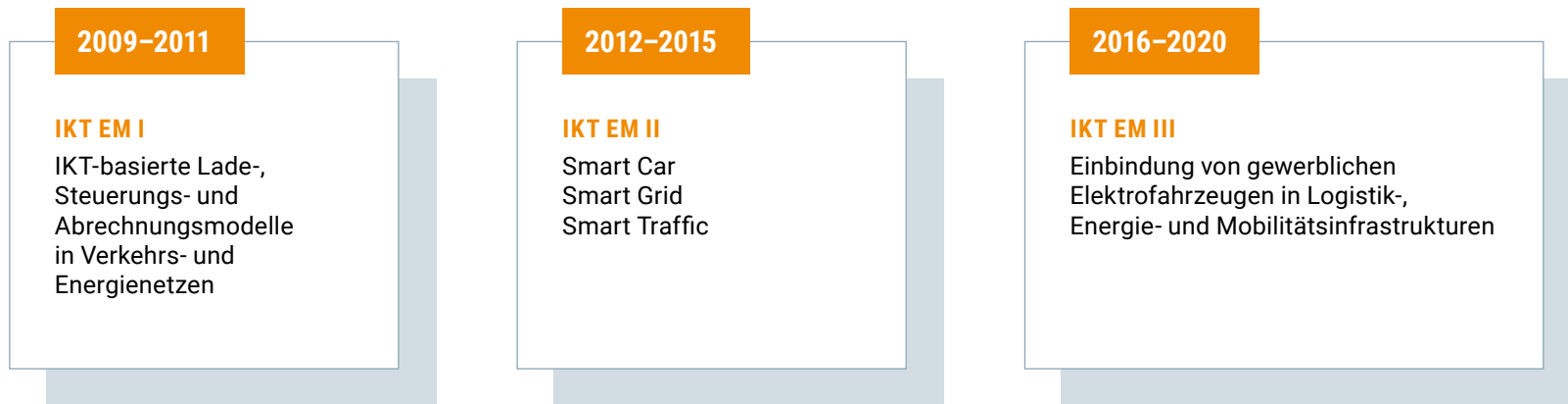
Im Jahr 2009 wurde durch das damalige Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) das erste Technologieprogramm, „IKT für Elektromobilität I“, eingeführt. Die Förderprojekte präsentierten und testeten prototypische und wirtschaftliche Lösungen für die Integration von Elektromobilität in intelligente Netzwerke und für die Verbindung mit erneuerbaren Energien. Auf Basis der Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem ersten Programm wurde von 2012 bis 2015 das Technologieprogramm „IKT für Elektromobilität II: Smart Car – Smart Grid – Smart Traffic“ gefördert. Die insgesamt 18 Projekte zielten darauf ab, neue Konzepte und Technologien zu entwickeln, die das Zusammenspiel von intelligenter Fahrzeugtechnik im Elektroauto

(Smart Car), Energieversorgungssystemen (Smart Grid) und Verkehrsmanagementsystemen (Smart Traffic) auf Basis von IKT verbessern sollten. Das Programm wurde 2016 mit „IKT für Elektromobilität III: Einbindung von gewerblichen Elektrofahrzeugen in Logistik-, Energie- und Mobilitätsinfrastrukturen“ **7** weitergeführt (vgl. Abbildung 1). Insgesamt begleitet das Programm also bereits seit bald 15 Jahren die Digitalisierung und Elektrifizierung von Verkehr und Logistik.

Im Jahr 2020 veröffentlichte die Begleitforschung ein **Resümee nach 10 erfolgreichen Jahren des Technologieprogramms 7**. Bereits in der Vergangenheit dieses lange laufenden Förderprogramms wurden wichtige Beiträge zu den heute wichtigen Standards der Elektromobilität gemacht. In der Periode IKT-EM II wurde z. B. die Entwicklung der „Identifikatoren für die Elektromobilität“ gefördert, welche Kund:innen, Ladesäulenbetreiber und Ladestromanbieter eindeutig identifizierbar machen, und so es ermöglichen, dass Kund:innen an jeder Ladestation Strom zu beziehen und den bezogenen Strom abzurechnen. Die dafür entwickelten IT-Identifikationsschemata EMAID (e-Mobility Account Identifier) und der EVSE Operator ID wurden als Bestandteil der EVSE ID (Electric Vehicle Supply Equipment Identifier) wurden als Konsortialstandard bei IKT-EM II entwickelt. Im Anschluss flossen sie erst in die deutsche DIN-Spezifikation 91286 ein und wurden dann in den internationalen Standard ISO 15118-2 integriert. Dieser beschreibt die einheitliche Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladesäule, die eine wichtige Voraussetzung für viele Entwicklungen in der aktuellen Förderperiode darstellt. Inzwischen werden die **Identifikatoren 7** fast in ganz Europa eingesetzt.

ABBILDUNG 1

ZEITLICHE ENTWICKLUNG DES FÖRDERPROGRAMMS



ÜBERBLICK ÜBER DIE AKTUELLEN FÖRDERSCHWERPUNKTE DES PROGRAMMS

Das Förderprogramm richtet sich dabei stark an kleine und mittlere Unternehmen mit innovativen Ideen. Viele der geförderten Projekte entwickeln Prototypen und Demonstratoren, welche lokale Lösungsansätze und Anwendungen adressieren. Die Standardisierung von Komponenten und Schnittstellen ist für diese Projekte oft von zentraler Bedeutung, da letztere mittelfristig darauf angewiesen sind, spezielle Einzellösungen in bestehende Verkehrs- und Energiesysteme einzufügen, und dabei einen Beitrag zur engeren Kopplung beider zu leisten. Einheitliche Kompatibilitätsstandards sind zudem für den weiteren wirtschaftlichen Erfolg der Projekte wichtig, da diese es ermöglichen, die entwickelten Lösungen in breitere Anwendungsfelder zu übertragen. Denn gut definierte und bereits unter Nutzer:innen verbreitete Standards definieren einen Markt, in den innovative Akteure mit neuen Produkten eintreten können, und bereits potenzielle Kund:innen vorfinden. Darüber hinaus ermöglichen gut definierte Standards eine arbeitsteilige Industriestruktur, in der kleinere Akteure durch die Spezialisierung auf einzelne Dienstleistungen, Komponenten und Anwendungen wettbewerbsfähig und innovativ bleiben

können. Gleichzeitig haben kleinere Akteure nicht die Möglichkeit, selbst durch Marktmacht De-facto-Standards zu setzen. Verbunden mit geringeren personellen und zeitlichen Ressourcen sind zudem die Möglichkeiten begrenzt, die Weiterentwicklung technologischer Standards in Normungs- und Standardisierungsorganisationen zu beeinflussen.

Diese Studie stellt daher die Perspektive der im Rahmenprogramm geförderten Projekte in den Mittelpunkt und untersucht, welche Standardisierungsbereiche für sie die wichtigsten sind, und welche Weiterentwicklung von Standards für die weitere Verwendung und Verbreitung ihrer Technologie von besonderer Bedeutung sind. Da Standards ordnende Kategorien für Technologiebereiche bereitstellen, liefert diese Studie gleichzeitig einen technologischen Überblick über die Aktivitäten im Förderprogramm.

Im Kontext des Förderprogramms relevante Standardisierungsbereiche sind vor allem:

1.2 ÜBERBLICK ÜBER DIE AKTUELLEN FÖRDERSCHWERPUNKTE DES PROGRAMMS

LADESTANDARDS

Da die meisten Projekte stromspeicherbasierte Elektromobilität adressieren, sind standardisierte Stromübertragungssysteme unmittelbar zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur von zentraler Bedeutung. Dies umfasst neben dem bereits etablierten kabelgebundenen Laden auch induktives Laden und das automatisierte Laden durch Laderoboter.

EINBETTUNG IN ENERGIESYSTEME

Elektromobilität bringt neue Herausforderungen an das Zusammenspiel von Strom- und Verkehrssektor. Für einen Praxis- und Verbreitungserfolg der geförderten Projekte ist es dabei wichtig, die entwickelten Lösungen in die bestehenden Energiesysteme einzufügen, z. B. bidirektionales Laden. Darüber hinaus schaffen neue lokale Systeme mit kombinierter Stromerzeugung, -speicherung und Fahrzeuglademanagement (z. B. Mieterstrom, Parkhäuser mit eigenen Speicherkapazitäten oder Logistik-Hubs) neue intermediäre Akteure im zunehmend dezentralen Stromnetz.

EINBETTUNG IN PERSONENVERKEHRSSYSTEME

Neue Formen der Elektromobilität, wie z. B. autonome Shuttledienste und die Entwicklung innovativer Lösungen anhand lokaler Gegebenheiten, führen zu einer zunehmenden technologischen und ökonomischen Fragmentierung des Mobilitätsangebots. Technologische

Fragmentierung meint hier die zunehmende Vielfalt an elektrischen Fortbewegungsmitteln, ökonomische Fragmentierung die damit verbundene Vielfalt an Mobilitätsdienstleistungen. Informations- und Buchungsstandards werden zunehmend wichtiger, um den nahtlosen Übergang von einem Mobilitätsangebot zum nächsten zu schaffen und dadurch aus technologischen Neuerungen einfach zu nutzende Verkehrssysteme zu machen (Mobility-as-a-Service).

LOGISTIKSYSTEME

Viele Projekte entwickeln neue Lösungen für die Güterlogistik der letzten Meile, z. B. Drohnen und Technologien für die Warenlieferung über den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Ein wirtschaftlicher Betrieb solcher Lösungen ist darauf angewiesen, sich in größere Warenlogistik-Dienstleistungsketten einzufügen und bedarf dafür standardisierter Schnittstellen für den Austausch von Transport- und Zahlungsdaten.

Innerhalb der Projekte deuten sich viele Überschneidungen dieser Technologiebereiche und Anwendungen an, die die langfristig angestrebte Sektorkopplung weiterdenken und voraussichtlich Gegenstand weiterer Standardisierungsentwicklungen in der Zukunft sein werden. Dazu zählen z. B. die digitale Integration von Waren- und Verkehrslogistiksystem sowie die Entwicklung darauf aufbauender Geschäftsmodelle.

A large, light orange stylized number '2' serves as a background for the text.The background is decorated with a pattern of small, light orange squares. Some squares are solid, while others are outlines, creating a pixelated or mosaic effect, particularly concentrated in the lower half of the image.

KONZEPTIONELLE GRUNDLAGEN

2.1

WAS MEINEN WIR MIT STANDARDS?

Unter Standards werden oftmals gemeinsame Richtlinien oder Maßstäbe verstanden, die von einer bestimmten Gruppe oder Organisationen angenommen werden, um eine einheitliche Vorgehensweise oder Qualität zu gewährleisten. Die Begriffe Standard, Norm und Spezifikation werden häufig synonym verwendet. Normen und Spezifikationen sind jedoch zwei wichtige, jedoch nicht alleinige Unterformen von Standards. Dies kann mit einem Blick auf die Entstehung von Standards erläutert werden.

INFORMELLE ENTSTEHUNG

Auf informeller Ebene können sich **De-facto-Standards** durch den breiten Einsatz oder die weitverbreitete Akzeptanz bestimmter Praktiken, Technologien oder Produkte in einer Branche oder einem Markt entwickeln. Sie entstehen oft durch den Erfolg und die Popularität bestimmter Lösungen, die von Unternehmen, Entwicklern oder Anwender:innen bevorzugt werden. De-facto-Standards können bspw. aufgrund ihrer technischen Überlegenheit, ihrer Kompatibilität mit vorhandenen Systemen oder ihrer großen Nutzer:innenbasis entstehen.

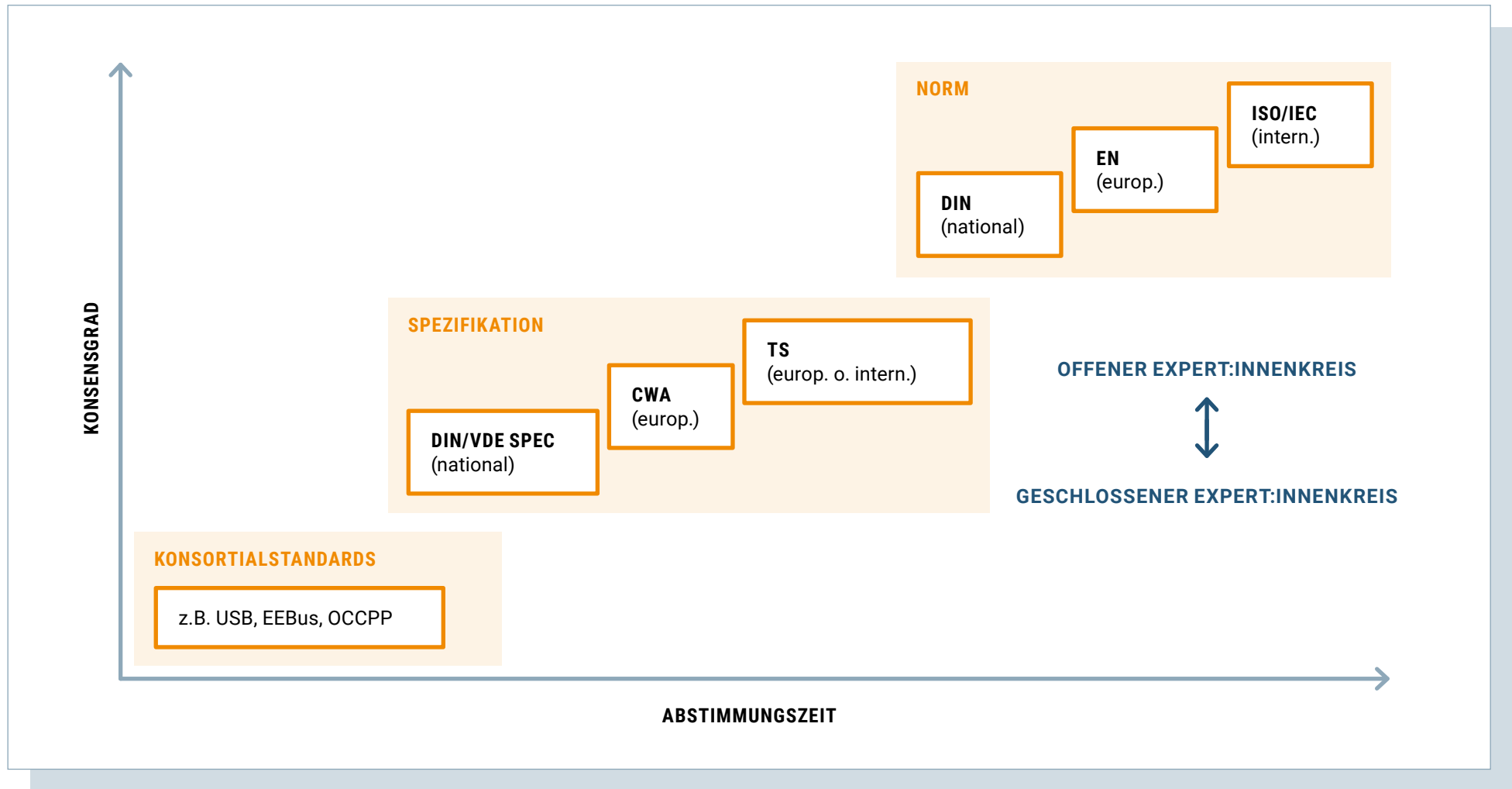
So können Firmen mit großem Marktanteil bspw. die Verwendung eigener, proprietärer Technologien als Standard durchsetzen. Dabei legen sie nach eigenem Ermessen fest, wie viele Informationen Wettbewerber oder Zubehörhersteller über die Funktionsweise erhalten.

Beispiele sind Apples Lightning-Stecker, Teslas Supercharger-Ladeanschluss, oder Microsoft Office-Anwendungen und -Dateiformate. In diesem Fall spricht man auch von herstellerspezifischen oder **proprietären Standards**.

Die Entstehung von Standards erfolgt nicht über Nacht oder allein, bspw. durch das Patent eines Einzelnen oder einer Gruppe. Die Entstehung eines Standards erfordert oftmals die Beteiligung einer Gemeinschaft von interessierten Nutzer:innen an den gleichen Produkten oder Technologien. Je vielfältiger und umfassender diese Interessensgruppe ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Etablierung des Standards. Es bedarf zunächst konkreter Anforderungen seitens der Verbraucher:innen, eines spezifischen Marktes, einer bestimmten Branche o. Ä. Sobald diese Anforderungen öffentlich werden, finden sich Hersteller und andere Akteure, wie Forschungseinrichtungen oder Regierungsbehörden, innerhalb eines Konsortiums zusammen, um gemeinsam einen **Konsortialstandard** zu erarbeiten. So ging etwa der Universal Serial Bus (USB) aus einem Konsortium, unter anderem aus Intel, IBM und Microsoft, hervor. Im Vergleich zu De-facto- und proprietären Standards sind Konsortialstandards bereits gut dokumentiert, entweder innerhalb der Konsortialmitglieder oder, im Falle offener Standards, für die Allgemeinheit.

ABBILDUNG 2

ARTEN VON STANDARDS IN ABHÄNGIGKEIT DES KONSENSGRADES UND DER ABSTIMMUNGSZEIT



2.1 WAS MEINEN WIR MIT STANDARDS?

STAATLICH INSTITUTIONALISIERTE ENTSTEHUNG

Standards können jedoch auch durch formale Prozesse entstehen und in **Spezifikationen** oder **Normen** dokumentiert und festgehalten werden. Organisationen wie die deutsche DIN, das Europäische Komitee für Standardisierung CEN oder die internationale Standardisierungsorganisation ISO stellen dafür die Gremien, Regeln und das Prozessmanagement bereit, um die technischen Inhalte nach einem Konsensprinzip zu erarbeiteten, an dem alle interessierten Gruppen teilnehmen können (vgl. Abbildung 2).

Im Gegensatz zu von Firmen organisierten Konsortien zur Standardisierung ist die DIN über einen Staatsvertrag dazu legitimiert, der ihr allein gestattet, Deutschland normungstechnisch gegenüber der internationalen Community zu vertreten, z. B. in der CEN und in der ISO. Die Normung ist dabei als regelgeleiteter Prozess der Entwicklung, Abstimmung und Legitimierung von Standards zu verstehen. Nicht selten werden dabei frühere De-facto-Standards und/oder Konsortialstandards in Spezifikationen und Normen der staatlich legitimierten Standardisierungsorganisationen überführt.

Der Unterschied zwischen Spezifikationen und Normen besteht dabei in der Zusammensetzung der beteiligten Fachkreise und dem damit einhergehenden Konsensgrad. Spezifikationen entstehen in zunächst kleineren Expert:innenkreisen, ohne Konsenspflicht gegenüber externen Stakeholdern. Sie dienen oft als Vorstufe zur Norm, welche in offenen Expert:innen- und Stakeholderkreisen und der Pflicht zum Konsens vor der Veröffentlichung entstehen. Staatliche Gesetzgeber können schließlich die Nutzung eines Standards vorschreiben und so durch Gesetze und Verordnungen z. B. aus einem Konsortialstandard einen De-facto-Standard machen. Beispiele dafür sind z. B. die CCS-Stecker-Pflicht in der Ladesäulenverordnung von 2016 oder die EU-Vorgabe für USB-C als verbindlicher Ladestecker für Smartphones und Tablets im Jahr 2022.

2.2

PHASEN IM STANDARDISIERUNGS- PROZESS

Die Herausbildung formaler technologischer Standards ist nicht linear, sondern wechselt in einem iterativen Prozess zwischen politischen, technischen und wirtschaftlichen Entwicklungen (vgl. Abbildung 3).

FORMALE EINIGUNG

Als technologische Konzepte und Dokumente werden Standards (bis auf proprietäre De-facto-Standards) in Gremien und Arbeitskreisen von Konsortien und Normungsorganisationen erarbeitet, ausgehandelt und dokumentiert. In diesem Prozess treffen technologische Präferenzen und ökonomische Interessen der Beteiligten zusammen. Das politische Element dabei ist die für die gremieninterne Konsensbildung nötige Mischung von Macht und inhaltlicher Überzeugungsarbeit. Ergebnisse sind z. B. Standards privater organisierter Konsortien oder Spezifikationen temporärer DIN-Arbeitsgruppen (DIN SPEC). Beiden ist gemeinsam, dass sie einen Teilkonsens der unmittelbar beteiligten Akteure darstellen, aber noch keinen Vollkonsens aller interessierten Kreise.

INSTITUTIONELLE NORMIERUNG

Das Deutsche Institut für Normung e. V. (DIN) ist seit 1975 über einen Vertrag mit der Bundesrepublik Deutschland eine Public-private-

Partnership eingegangen und damit als einzige nationale Normungsorganisation anerkannt. Die DIN wiederum ist Mitglied in europäischen (CEN) wie internationalen (ISO) Normungsorganisationen. Dieser staatliche Auftrag verleiht DIN-Normen eine hohe Legitimität, verpflichtet die DIN als Rahmenorganisation aber zur Neutralität und zur Berücksichtigung des öffentlichen Interesses. Normen der DIN und der ISO müssen darum komplexere Abstimmungs- und Widerspruchsverfahren durchlaufen, um den größtmöglichen Konsens abzubilden. Sollten die Koordinierungsprozesse im Markt und innerhalb der Standardisierungsorganisationen zu keinem aus ihrer Sicht ausreichenden Ergebnis kommen, können staatliche Akteure wie z. B. Ministerien von ihrem politischen Mandat Gebrauch machen und durch gesetzliche Festlegung einen Standard für bestimmte Anwendungen und Infrastrukturen festlegen (z. B. Ladesäulenverordnung, CCS-Stecker).

TECHNISCHE UMSETZUNG/IMPLEMENTIERUNG

Normen und Konsortialstandards sind zunächst technische Dokumente und Spezifikationen. Diese lehnen sich oft an bereits entwickelte Technologien der an der Standardisierung beteiligten Firmen an, geben jedoch nur verbindliche Rahmenbedingungen, aber in der Regel keine konkreten technischen Lösungen vor. Weitere Herstel-

2.2 PHASEN IM STANDARDISIERUNGSPROZESS

ler und Entwickler:innen, die das vom Standard geschaffene offene Marktumfeld nutzen möchten, müssen daher Produkte entsprechend den technischen Spezifikationen des Standards anpassen oder neu entwickeln. Je nach Qualität und Abstraktionsgrad der Spezifikationen kann dies mit signifikantem Entwicklungsaufwand verbunden sein.

KONFORMANZÜBERPRÜFUNG

Damit sich Spezifikationsdokumente und nach ihnen entwickelte Produkte zu einem technologischen Ökosystem zusammenfügen können, muss die Konformität der Produkte mit den Vorgaben sowie ihre Kompatibilität untereinander getestet und hergestellt werden. Gegenüber der Spezifikation geschieht dies in der Regel in Zertifizierungsverfahren, die von Normungsorganisationen, Standardisierungskonsortien oder speziellen anerkannten Zertifizierungsstellen (z. B. TÜV) angeboten werden. Die Kompatibilität zu Fremdprodukten wird zum einen im Rahmen der Implementierung und Produktentwicklung von einzelnen Entwicklern überprüft, zum anderen organisieren Standardisierungsgremien und Arbeitsgruppen sogenannte „Plugfeste“. Dies sind Veranstaltungen, bei denen Anbieter und Entwickler standardkonformer Produkte zusammenkommen, und durch physische Anschlusstests die Interoperabilität überprüfen. Dies ist nötig, da eine formale Spezifikation Toleranzen vorsieht oder unterschiedliche technische Umsetzungen erlaubt, die in der Praxis zu unvorhergesehenen Funktionsstörungen führen können.

MARKTEINTRITT

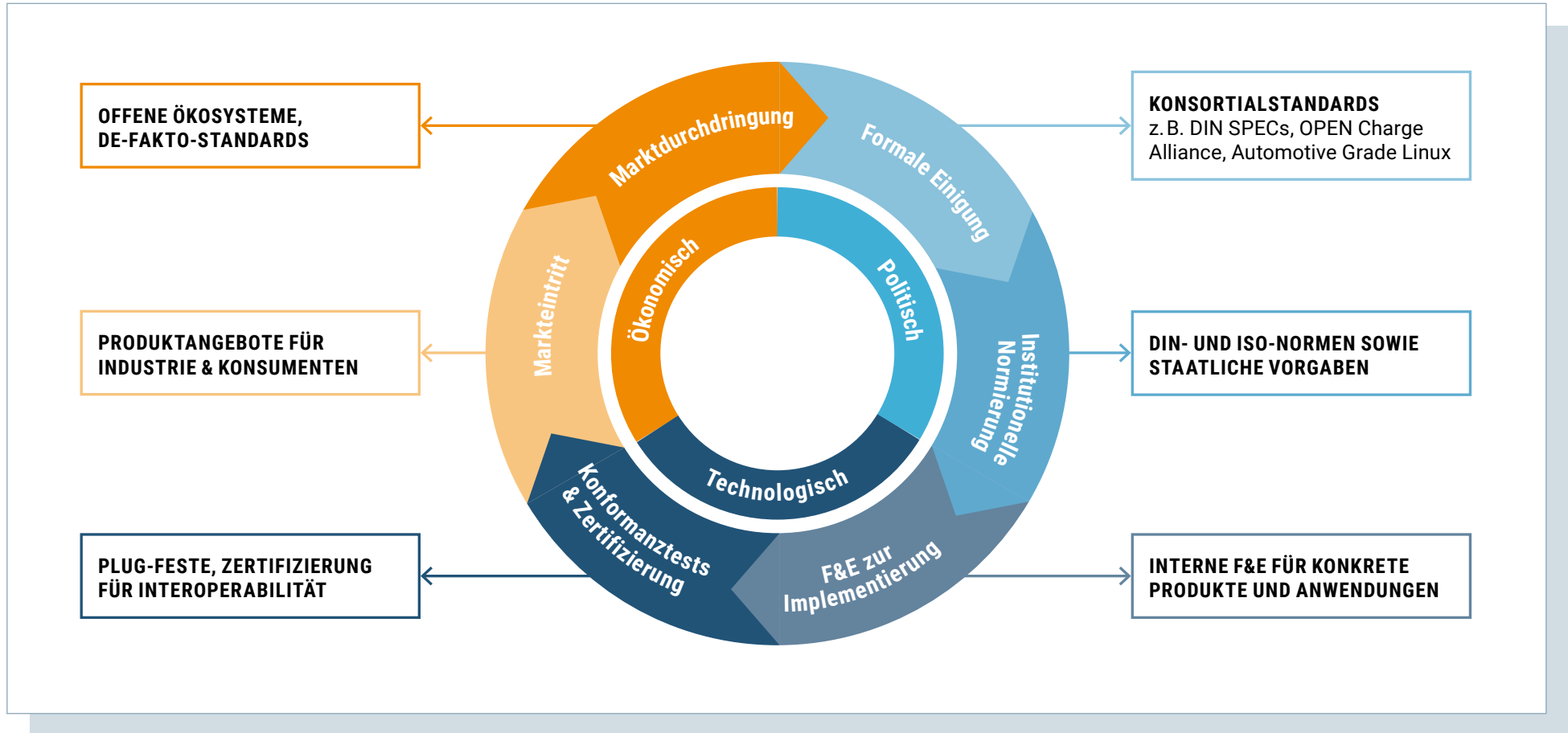
Damit eine technische Norm und die mit ihr verbundene Entwicklungsarbeit zu einem in der Praxis relevanten Standard wird, muss die dahinter stehende Technologie ihren Weg aus den Gremien und Entwicklungsabteilungen zu den Kund:innen und Nutzer:innen finden. Erst durch eine gewisse Präsenz in Produktangebot, Installationsbasis und (Lade-)Infrastruktur werden Standards als Basis für Geschäftsmodelle und Anwendungen weiterer Produkthanbieter und Nutzer:innen relevant.

MARKTDURCHDRINGUNG

Aus Nutzungssicht entstehen De-facto-Standards direkt durch die große Marktdominanz nicht formal standardisierter Technologien. Normen und Konsortialstandards werden hingegen auch mit dem Ziel geschaffen, der Technologie durch Kompatibilität zu großer Verbreitung zu verhelfen. Gesetzliche Vorgaben schließlich führen die Marktdominanz legislativ herbei. Aus der Marktdurchdringung eines Standards entsteht nicht nur ein Wettbewerb zwischen den Produkthersteller innerhalb des Standards, sondern auch eine breitere Nutzer:innenbasis, welche weitere Erfahrungen, Anforderungen und Bedürfnisse für die Weiterentwicklung des Standards in die politischen und technischen Standardisierungsschritte einbringen kann. Dabei kann die Anwendungsdomäne eines besonders erfolgreichen Standards erweitert werden (z. B. USB vom Datenstandard zum Stromversorgungsstandard).

ABBILDUNG 3

PHASEN IM STANDARDISIERUNGSPROZESS



2.3

BEDEUTUNG FÜR DAS FÖRDERPROGRAMM

Diese Standardisierungsphasen erklären auch die Bedeutung des Themas für die geförderten Projekte im Kontext des Rahmenprogramms. Dessen Ziel ist es, die Entwicklung und Erprobung IKT-basierter Lösungskonzepte und innovativer Systemlösungen der Elektromobilität zu fördern und dabei die verschiedenen Technologien, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle intelligent miteinander zu vernetzen. Für diese Vernetzung sind standardisierte Schnittstellen und Protokolle eine wichtige Voraussetzung. Zum einen erlauben sie der jeweiligen Projekttechnologie, wie z. B. einer lokalen Ladeinfrastruktur, die Interaktion mit der Vielzahl bereits vorhandener Elektrofahrzeuge. Zum anderen begünstigen standardkonforme Projektergebnisse die spätere Verbreitung und Einbindung in größere Verkehrs- und Energiesysteme. Dies ist von besonderer Bedeutung, da viele Akteure im Förderprogramm KMU und Forschungseinrichtungen sind, welche an örtlichen Gegebenheiten und Anwendungsszenarien angepasste Infrastrukturen und technologische Prototypen entwickeln. Standardisierungsprozesse zeichnen dabei nicht nur das zukünftige Marktumfeld vor, sondern liefern auch Momentaufnahmen des aktuellen Standes der Technik.

Folglich ist ein großer Teil der standardisierungsrelevanten Tätigkeiten im Förderprogramm an der Schnittstelle der technologischen und der ökonomischen Dimension von Standardisierung angesiedelt: Förderprojekte implementieren die für sie relevanten Spezifikationen und Funktionen eines Standards in ihre Projekttechnologie. Durch die Entwicklung und Überprüfung von Prototypen nehmen sie auch

an der Konformitätsüberprüfung von z. B. Komponenten, Fahrzeugen und Ladesäulen teil. Ein Großteil dieser Aktivitäten zielt auf die Marktverbreitung der eigenen Technologien durch die Nutzung von Standards ab und kann damit in Zukunft einen Beitrag zur Marktpresenz der jeweiligen Standards selbst leisten. Gleichzeitig ist der im Markt präsente oder nachgefragte Stand der Technik und der Standardisierung ausschlaggebend für die Ausgestaltung vieler Projekte, da diese sich an den Bedürfnissen und Erwartungen ihrer potenziellen Anwender:innen orientieren. Die Erweiterung auf andere Anwendungsbereiche wurde in dieser Studie nicht explizit beobachtet, ist aber aufgrund der Schnittstellenposition vieler Projekte, z. B. zwischen Gebäude- und Mobilitätstechnik, ein mögliches Folgeergebnis.

Einige Projektpartner partizipieren auch in den zu ihrer Technologie gehörigen Standardisierungsgremien. Für die zahlreichen Vertreter kleinerer Interessengruppen und Marktakteure (KMU & Wissenschaft) ist der Einfluss auf die Ergebnisse dort jedoch deutlich geringer als der von OEMs und Marktführer. Dies gilt sowohl für die Beteiligung in Arbeitsgruppen und Industriekonsortien als auch für den Einfluss auf die Entscheidungsprozesse staatlicher Akteure für legislative Standardsetzung. Folglich dient die Beteiligung vor allem dem Informationsaustausch. Zum einen, um die eigene Entwicklungsarbeit durch den Informationsfluss aus den Gremien zu bereichern, und zum anderen, um die eigenen Erfahrungen aus der Implementierung und Überprüfung zur Verfügung zu stellen.

2.4

BEZÜGE ZU WEITEREN BMWK-AKTIVITÄTEN

ERNEUERBAR MOBIL
erneuerbar-mobil.de

ELEKTRO-MOBIL
bmwk.de/elektro-mobil

EVALUATION DES FÖRDERPROGRAMMS „ELEKTRO POWER“
bmwk.de/elektro-power-i

ERGEBNISSE AUS DEM FÖRDERPROGRAMM ELEKTRO POWER II
bmwk.de/elektro-power-ii

WIPANO
innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/WIPANO/wipano

EINRICHTUNG EINES DEUTSCHEN STRATEGIE-FORUMS FÜR STANDARDISIERUNG
bmwk.de/strategieforum-standardisierung

Elektromobilität verbindet die Sektoren Energie, Mobilität und Informations- und Kommunikationstechnologie. Standardisierungsprozesse stellen dabei den technologischen Austausch- und den institutionalisierten Koordinierungsrahmen dar. Folglich hat die IKT-Förderung für Elektromobilität des BMWK zahlreiche komplementäre Bezüge zu weiteren Förderaktivitäten des Hauses und der Bundesregierung.

Standardisierungsvorhaben des BMWK mit direktem Bezug zu IKT und Elektromobilität finden sich vor allem in dem Rahmenprogramm „ELEKTRO POWER (I + II)“ sowie dessen, durch die Zusammenlegung mit dem BMU-Programm „Erneuerbar Mobil“ 71 entstandenen Nachfolger „Elektro-Mobil“ 71. Mehrere Projekte unterstützen die Koordination und wissenschaftliche Begleitung der politischen Standardisierungsphase. Durch die bei der DIN und der DKE angesiedelten Projekte *EmoNorm* in „ELEKTRO POWER I“ 71, *EmoStar²K* in „ELEKTRO POWER II“ 71 sowie *ELSTA* in „Elektro-Mobil“ wurden die besonderen Standardisierungsaspekte der Elektromobilität in allen drei Programmen begleitet und gebündelt.

In „Elektro-Mobil“ und seinen Vorgängern finden sich zudem Projekte, die direkten technologischen Bezug zu den von den Projekten in „IKT für Elektromobilität“ thematisierten Standards haben. In „ELEKTRO POWER I“ widmete sich das Projekt *eNterop* der Sicherstellung interoperabler Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Energieabgabestelle nach ISO 15118. Im Folgeförderzyklus von 2016 bis 2018 thematisierten die Projekte *IILSE* und *STILLE* die Standardisierung

von induktivem Laden. Hierbei hatte *IILSE* einen signifikanten Anteil von Implementierungs- und Überprüfungsaufgaben. Im aktuellen Förderprogramm „Elektro-Mobil“ schließlich stellt das Projekt *ARNi* ein Testlabor bereit, welches als Infrastruktur für die Konformitätsüberprüfung des Standards EEBus dient.

Zwischen „IKT für Elektromobilität“ und „Elektro-Mobil“ besteht dabei hinsichtlich der Förderschwerpunkte insgesamt ein komplexes Verhältnis: Während „Elektro-Mobil“ zahlreiche integrative Basistechnologien wie z. B. bidirektionales und netzdienliches Laden oder die genannten Standardisierungsvorhaben unterstützt, stehen bei „IKT für Elektromobilität“ oft die Nutzer:innen und Anwendungsfelder mit jeweils spezifischen Anforderungen im Vordergrund, wie z. B. Logistik, ÖPNV und lokal angepasste Lade- und Energiemanagementsysteme.

Andere Förderprogramme des BMWK unterstützen direkt die Arbeit in den Gremien der Standardisierungsorganisationen. Die vom Förderprogramm unterstützten Projekte arbeiten vor allem im Bereich der technischen Implementierung neuer oder kurz vor der Veröffentlichung stehender Standards. Dies geschieht z. B. im Programm „Wissenstransfer durch Normung und Standardisierung“ (WIPANO) 71, welches KMU branchenunabhängig gezielt bei der Mitarbeit in Standardisierungsprozessen unterstützt. Aufgrund der großen Bedeutung von Standardisierung für die internationalen technologie- und Handelsbeziehungen richtet das BMWK derzeit das „Deutsche Strategieforum für Standardisierung“ 71 ein.

2.5

THEMATISCHE REICHWEITE DIESER STUDIE

Das Förderprogramm adressiert IKT-basierte, anwendungsnahe Lösungen an den Schnittstellen des Mobilitäts- und Energiesektors. Ausgangspunkt dieser Studie ist daher die Frage, welche Standards an diesen Schnittstellen aus Perspektive der Förderprojektbeteiligten von großer Bedeutung sind. Diese Bedeutung besteht entweder darin, dass standardisierte Technologien ein wichtiger Anknüpfungspunkt für die F&E-Projekte sind, oder dass die F&E-Aktivitäten den Bedarf weiterer Standardisierung deutlich machten. Der methodische Zugang erfolgte in vier Schritten:

- Einführungsvortrag zum Thema Standardisierung durch eine Vertreterin der DIN und des ELSTA-Projekts im Rahmen eines Konsortialleiter:innentreffens des Förderprogramms
- Schriftliche Feedbackmöglichkeit für die Konsortialleiter:innen für die Erfassung ihrer Standardisierungserfahrungen und -bedarfe
- Vertiefende Folgeinterviews mit Projektvertreter:innen und externen Fachexpert:innen
- Desk Research und Hintergrundrecherche zur Einordnung und Systematisierung der Informationen von Interviewpartner:innen

Aus diesem Vorgehen folgt, dass die praktischen Erfahrungen und Anforderungen der unmittelbar mit angewandter Forschung und Entwicklung beschäftigten Firmen und Wissenschaftler:innen im Mittelpunkt stehen. Dies ist von besonderer Bedeutung, da IKT für Elektromobilität neben Branchengrößen auch viele mittelständische

und besonders anwendungsnahe Akteure erreicht: Durch die Anwendungsnähe ergibt sich die praktische Relevanz eines Standards oft mehr durch dessen Marktverfügbarkeit in Produkten und deren Verbreitung, und weniger durch deren Abstimmung und Publikation in Gremien und Verbänden. Gleichzeitig haben mittelständische Akteure, die durch Technologieintegration praktische, anwendungsfeldorientierte Lösungen entwickeln, meist weniger personelle Kapazitäten für die aktive Beteiligung in Standardisierungskonsortien und -organisationen zur Verfügung als Großunternehmen und auf Einzeltechnologien spezialisierte Unternehmen. Dies bedeutet, dass die thematische Reichweite dieser Studie durch den subjektiven Kenntnisstand und die Interessenlage der konsultierten Förderprojekte vorgegeben ist. Tabelle 1 fasst zusammen, welche Standards in welchen Forschungsbereichen des Programms thematisiert wurden. Dabei wird nur ein Teilbereich einer sehr viel größeren Standardisierungslandschaft rund um Elektromobilität abgebildet. Diese hat die DIN ausführlich in **dieser Übersicht** ↗ zusammenfasst.

Vonseiten des Energiesektors stellt der Ladevorgang für Elektrofahrzeuge eine zentrale und unmittelbare Schnittstelle dar. Geförderte Projekte entwickeln Lösungen für die Automatisierung des Ladevorganges, kabelgebunden wie auch induktiv. Hier stehen folglich die Standards für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladesäule sowie für die induktive Stromübertragung im Vordergrund.

ÜBERSICHT

aktueller Normen und Standards im Kontext der Elektromobilität

[din.de/de/forschung-und-innovation/themen/mobilitaet/normen-und-standards](https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/mobilitaet/normen-und-standards)

TABELLE 1

ÜBERBLICK RELEVANTER STANDARDS

	SNITTSTELLE FAHRZEUG/ LADEPUNKT	NETZMANAGE- MENT FAHRZEUG/ STROMNETZ	EINBINDUNG VERKEHRS- UND LOGISTIKSYSTEME
ANWENDUNGEN	Automatisiertes Laden	Intelligentes netz- dienliches Laden lokale Micro Smart Grids	Mobility-as-a- Service Last-Mile-Logistics Intermodaler Verkehr
TECHNOLOGIEN	Plug and Charge Laderoboter Induktives Laden	Bidirektionales Laden Lade- und Energie- management in Gebäuden und Park- infrastrukturen	Autonomes Fahren Seamless Travelling Datendrehscheiben Tracking & Payment
RELEVANTE STANDARDS	ISO 15118(-2) IEC 61980	ISO 15118(-20) OCPP, Modbus, EEBUS	SSCC / NVE, VDV-Richtlinien, Freightwise

Weitere Projekte entwickeln Lösungen für die Einbindung von Ladepunkten in lokal steuerbare Energiesysteme mit eigener Erzeugung oder Speicherung, z. B. in Wohn- und Geschäftsimmobilen oder Parkhäusern. Diese lokalen Energiesysteme sind wiederum in das nationale Stromnetz eingebunden und sollen in Zukunft ihren Strombezug netzdienlich steuerbar machen. Folglich sind hier die Standards für bidirektionales Laden von Fahrzeugen sowie das Energiemanagement von lokalen Micro Smart Grids von Bedeutung.

Für den Verkehrs- und Logistiksektor sind neue IKT-Systeme entscheidend, um mit Elektromobilen den Personen- und Güterverkehr weiterzuentwickeln. Hier stehen intermodale, d.h. transportmittel- und anbieterübergreifende Logistiksysteme und Mobilitätsplattformen im Vordergrund. Im Bereich Personenverkehr unterstützte das Förderprogramm die Entwicklung von autonomen ÖPNV-Shuttles, welche nach erreichter Serienreife und Zulassung in bestehende ÖPNV-Verkehrsketten und -Geschäftsmodelle eingebunden werden müssen. Hier stehen Standards für die offene Integration von Verkehrs- und Bezahlzeiten im Vordergrund.

Für das Transportwesen werden neue autonome Transportmittel sowie Geschäftsmodelle für die letzte Meile gefördert. Hier sind Standards für die Bereitstellung und den Austausch von Informationen über Transporteinheiten und -routen sowie Verkehrsmittel, insbesondere die des ÖPNV, relevant.



LADESTANDARDS

3.1

EINLEITUNG

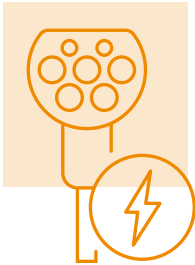
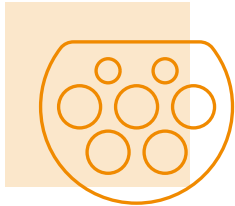
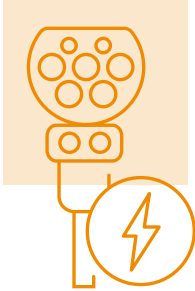
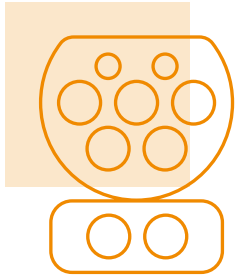
Während der Frühphase der Automobilelektrifizierung in den Nullerjahren wurden dazu bereits gebräuchliche Steckerformate, wie z. B. Schuko, CEE (Caravan/Camping) oder CEE-16 (Drehstrom) für das Laden von Elektrofahrzeugen, meist an heimischen Steckdosen, genutzt. Parallel dazu wurden KFZ-spezifische Stecker entwickelt, von denen in den 2010er-Jahren Typ 1 und Typ 2 für Wechselstrom, CCS (Typ 1 oder 2 kombiniert mit Gleichstrom), CHAdeMo sowie Teslas proprietärer Supercharger miteinander konkurrierten. Mit der **Ladesäulenverordnung (LSV)** ⁷ legte das BMWi 2016 die CCS-Stecker Typ 2 als vorgeschriebenen Standard fest. Damit schuf das Ministerium für Autohersteller wie für Ladepunktbetreiber technologische wie ökonomische Planungssicherheit für die Entwicklung einer öffentlichen Ladeinfrastruktur. Diese Standardisierung des physikalischen Steckerformats war eine relevante Voraussetzung für die Vereinheitlichung der digitalen Kommunikation und Ladesteuerung zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur. Der dafür zentrale Standard ist die ISO 15118 (vgl. Abbildung 4). Viele der im Programm IKT für Elektromobilität geförderten Projekte greifen

mittlerweile wie selbstverständlich auf den CCS-Standard zurück, um auf diesem aufbauend kontextorientierte Mobilitätsangebote oder Infrastrukturbestandteile, z. B. für Parkhäuser, Wohnanlagen oder Warenlogistikzentren, zu entwickeln. Dabei sind sie oft vom Implementierungsstand und den Weiterentwicklungen der ISO 15118 betroffen. Dies betrifft z. B. die hohe Dynamik in der Standardisierung der automatisierten Bezahlabwicklung des Ladevorganges (Plug and Charge, vgl. Kapitel 3.2) und ihre zunehmende Marktverfügbarkeit. Gleichzeitig sind im Förderprogramm Projekte vertreten, die an automatisierten Brücken- und Folgetechnologien zum manuellen kabelgebundenen Laden arbeiten. Dazu zählen vor allem das automatisierte kabelgebundene Laden sowie das induktive Laden, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird.

LADESÄULENVERORDNUNG
[gesetze-im-internet.de/lsv/
BJNR045700016.html](https://www.gesetze-im-internet.de/lsv/BJNR045700016.html)

ABBILDUNG 4

ÜBERBLICK TYP-2- UND COMBO-2-LADESTECKER

LADEPUNKT	FUNKTIONEN	STECKER	KOMMUNIKATION	LADEDOSE
WECHSELSTROM 1-/3-phasig	1-phasiges Wechselstrom-Laden Max. 7,2 KW 3-phasiges Wechselstrom-Laden mit Stecker Typ 2 IEC 62196 -2 Max. 43 KW	Typ 2 	ISO 15118 	
GLEICHSTROM	Gleichstrom-Laden mit Stecker Combo 2 IEC 62196 -3 Max. 350 KW	Combo 2 	 ISO 15118 Din Spec 70121	

3.2

PLUG AND CHARGE

CILOCHARGING

Weitere Informationen
zum Projekt

[ikt-em-projekte.de/
CILOCHARGING](http://ikt-em-projekte.de/CILOCHARGING)

Bei Plug and Charge können sich Ladesäule und Fahrzeug über digital im Fahrzeug gespeicherte Registrierungsdaten gegenseitig identifizieren. Dies macht eine manuelle Authentifizierung zum Start und zur Bezahlung des Ladevorgangs überflüssig. Plug and Charge automatisiert folglich die administrativen Prozesse des Ladevorganges und kann damit die Nutzung von Ladeinfrastrukturen aller Art deutlich einfacher, effizienter und benutzerfreundlicher machen. Dies gilt nicht nur für den privaten Personenverkehr, sondern auch für die Betreiber großer Fahrzeugflotten mit eigener Ladeinfrastruktur, wie z. B. Logistikunternehmen. Dies wird im Projekt *CiLoCharging* deutlich, welches praxisnah die Themenbereiche Logistik, Lade- und Mobilitätsmanagement aufeinander optimiert. Plug and Charge kann hier bereits innerhalb eines Logistikterminals dazu beitragen, die elektrischen Ladevorgänge und die Güterbeladung von Fahrzeugen

aufeinander abzustimmen und so die Verfügbarkeit der Fahrzeuge für bestimmte Zeiten und Touren sicherzustellen und zu verbessern. Über Plug and Charge können aktuelle Ladezustände und Reichweiten erhoben und daraus erforderliche Lade- und Einsatzzeiten der Fahrzeuge abgeleitet und geplant werden. Eine intelligente Steuerung kann so auch spontane, schnell durchzuführende Lieferungen ermöglichen. Die dafür nötige Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladepunkt wird in der ISO 15118 standardisiert. Diese umfasst mehrere Teildokumente für verschiedene Funktionen und Anwendungen. Die Basisfunktionalität von Plug and Charge wurde 2016 in der ISO 15118-2 festgehalten und 2022 durch die Freigabe der ISO 15118-20 erweitert (vgl. Kapitel 4.3). Die Kommunikation zwischen Ladepunkt und einem zentralen Managementsystem, z. B. für Bezahlvorgänge, erfolgt über das Open Charge Point Protocol (OCPP). Während der Projektlaufzeit von *CiLoCharging* gab es somit signifikante Veränderungen und Erweiterungen in den relevanten Standards. Das Projekt forscht nah am produktiven Einsatz und mit marktverfügbaren Fahrzeugen an der Elektrifizierung der Paketlogistik. Darum stand für die Projektarbeit die Implementierung der Funktionen der ISO 15118-2 im Vordergrund, da zum einen im Gegensatz zur ISO 15118-20 erste kompatible Fahrzeuge verfügbar waren. Zum anderen wurden die zusätzlichen Möglichkeiten der ISO 15118-20, wie bidirektionales Laden und das Speichern mehrerer Ladezertifikate, für die zentralen Anwendungsfälle zunächst nicht gebraucht und waren für die Partner im Produktiveinsatz, wie z. B. Fahrzeughersteller und Energieversorger, noch zu weit vom wirtschaftlichen Praxiseinsatz in der Logistik entfernt.

FALLBEISPIEL: CiLoCharging ↗

KONSORTIALLEITUNG:	Siemens AG		
FÖRDERVOLUMEN:	ca. 2,4 Mio. €	LAUFZEIT:	12/2020–06/2023

Das Projekt *CiLoCharging* hat sich zum Ziel gesetzt, den aus wirtschaftlicher, technischer und umweltpolitischer Sicht sinnvollen Einsatz von Elektrofahrzeugen im Verteildienst von stadtnahen Logistikterminals zu ermöglichen. Die Anforderungen hierbei sind unter anderem eine Berücksichtigung der zeitlichen und organisatorischen Abläufe des Terminals mit Blick auf die Ladeplanung, z. B. durch die Ermöglichung spontan durchzuführender Lieferungen und eine skalierbare und zuverlässige Stromversorgung.

3.3

AUTOMATISIERTES KABELGEBUNDENES LADEN

Für die Plug-and-Charge-Technologie wurde in der ISO 15118 die Abrechnung und die elektronische Steuerung des Ladevorgangs zwischen Ladepunkt und Säule standardisiert. Im Projekt *ChargePal* unterstützt das Förderprogramm die konsequente Weiterentwicklung dieser Technologie hin zur automatischen Herstellung der physischen Kabelverbindung zwischen Ladesäule und Fahrzeug durch einen Laderoboter sowie die Ermöglichung zeitversetzter Ladevorgänge, angepasst an den Ladebedarf und die Parkzeit von Fahrzeugen. Diese Anwendung wird in der Praxis auf eine einheitliche Ladetechnologie auf Fahrzeugseite angewiesen sein, um fahrzeugherstellerunabhängig als öffentliche Ladeinfrastruktur zu funktionieren.

Dafür setzt das Projekt auf dem CCS-Ladestandard auf, welcher seit 2016 durch die Ladesäulenverordnung vorgeschrieben ist. Die Kommunikations- und Zertifizierungsanforderungen zwischen Ladepunkt und Roboter gingen zu Projektbeginn jedoch weit über die Möglichkeiten des CCS-Steckers und die vorhandenen Kommunikationsmöglichkeiten hinaus. Zum einen waren in der bereits spezifizierten ISO 15118-2 noch nicht alle nötigen Kommunikationsfunktionen bestimmt, zum anderen gab es noch wenige Fahrzeuge, die den noch jungen Standard bereits implementiert hatten. Dies betrifft vor allem die automatische, aber durch die Fahrzeuginsassen zu autorisierende

Freigabe des physischen Ladeports durch das Fahrzeug, da die in der ISO 15118, z. B. für Plug and Charge definierten Autorisierungsmöglichkeiten ein bereits eingestecktes Ladekabel voraussetzen. Darum musste im Projekt ein vorläufiger Workaround entwickelt werden, um das Gesamtsystem des Laderoboters zu entwickeln und zu testen. Die erst während der Projektlaufzeit publizierte ISO 15118-20 enthält neue, drahtlose Kommunikations- und Authentifizierungsmöglichkeiten, die für die für automatische Ladevorgänge nötig sind. Bis diese Möglichkeiten in marktverfügbare Fahrzeuge integriert sind, wird es wiederum einige Zeit dauern. Bis dahin ist es vor allem für mittelständisch geprägte Projekte eine Herausforderung, kompatible Ladetechnologien um solche Fahrzeuge herum zu entwickeln und zu testen.

ChargePal illustriert die besonderen Herausforderungen bei der Entwicklung von Ladeinfrastrukturen mit neuen Funktionen, für die noch keine passenden Standards vorhanden sind. Dadurch notwendige Workarounds und Übergangslösungen erfordern zwar zusätzliche Entwicklungsarbeit im Rahmen des Projektes, sind aber gleichzeitig Auslöser für ungeplante Innovationen. Im Falle von *ChargePal* war dies ein nun patentierter Adapter für den CCS-Port des Fahrzeugs, der die nötigen Funktionen für den automatischen Ladevorgang

3.3 AUTOMATISIERTES KABELGEBUNDENES LADEN

FALLBEISPIEL: ChargePal ➤			
KONSORTIAL-LEITUNG:	Planungsbüro Koenzen		
FÖRDER-VOLUMEN:	ca. 4,8 Mio. €	LAUFZEIT:	01/2020–03/2024
Technologisches Ziel des Projekts <i>ChargePal</i> ist es, mobile DC-Laderoboter mit integrierter Batterie zu bauen, die mehrere Elektroautos nacheinander abarbeiten können. Somit müssen die EVs nicht mehr direkt neben der Ladesäule parken, wodurch Engpässe in der Ladeinfrastruktur überbrückt werden können. Das Testumfeld dafür sind die Parkplätze des Düsseldorfer Flughafens als gutes Anwendungsbeispiel für Ladeinfrastrukturbedarfe mit langen Standzeiten und großem Optimierungspotenzial durch intelligente Ladeplanung. Auch eine Einbindung der Roboter in Smart Grids ist vorgesehen. Besonders relevante Standards sind CCS-Ladestecker sowie die Norm ISO 15118 für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Laderoboter.			

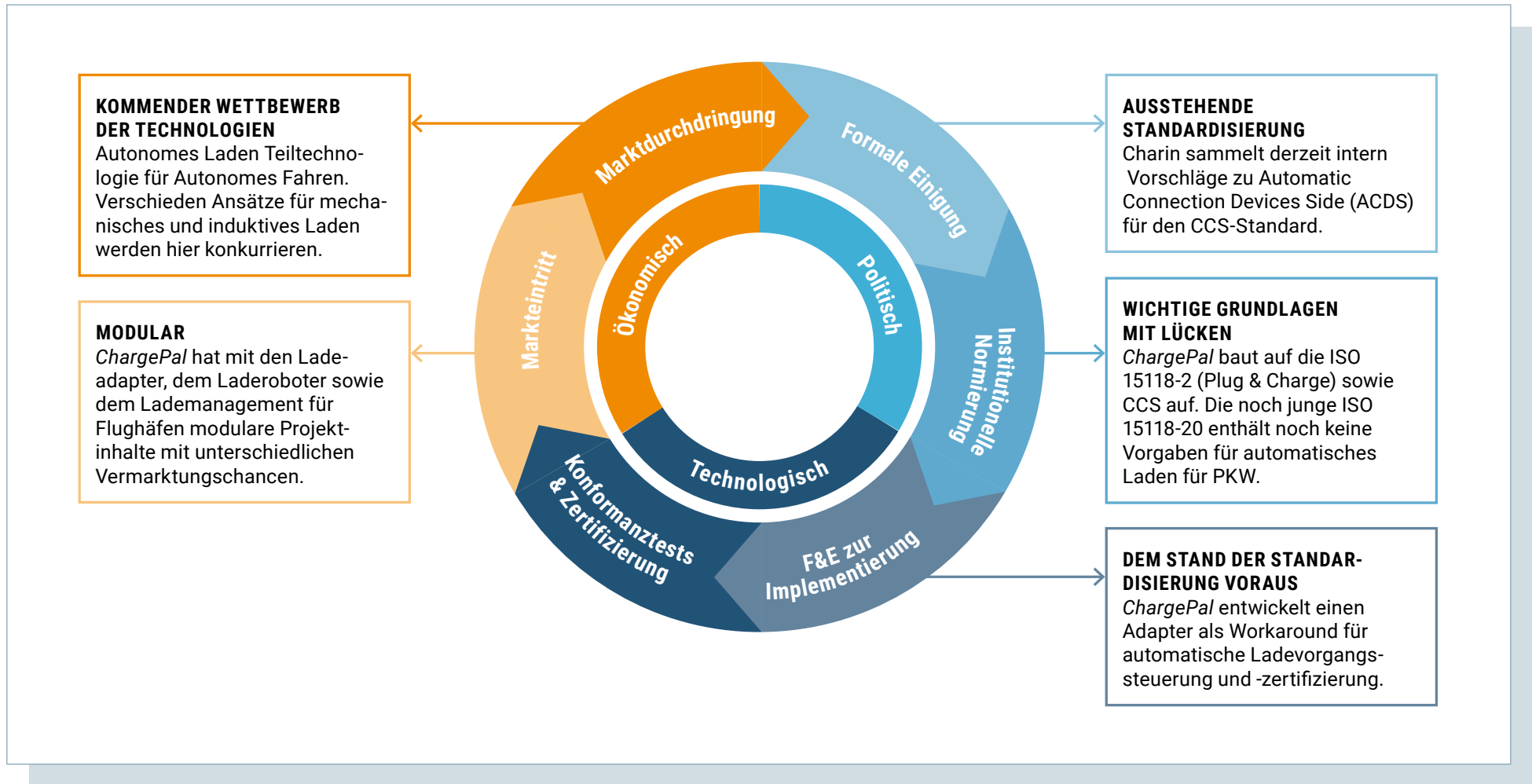
CHARGEPALE
Weitere Informationen zum Projekt
ikt-em-projekte.de/CHARGEPALE

bereitstellt, vor allem, indem er als physischer, aber kabelloser Ladestecker im Ladeport des Fahrzeugs die Autorisierung offenhalten kann, bis der Laderoboter tatsächlich mit dem Ladezyklus beginnt. Diese Funktion baut zwar auf Spezifikationen des CCS-Standards auf, ist von diesem aber nicht explizit vorgesehen. Dies könnte zur Folge haben, dass kleinere Anpassungen am CCS-Standard, z. B. hinsichtlich der Daten- und Fahrzeugsicherheit, die Funktionsweise der von *ChargePal* entwickelten Lösung gefährden.

Da *ChargePal* im Anwendungskontext von Langzeitparken an Flughäfen entwickelt wird können diese Zeiträume zwischen Parken und Laden mehrere Wochen lang werden. Die zentrale Idee von *ChargePal* ist, dass die Ladeinfrastruktur zum Fahrzeug gebracht wird, und zwar erst dann und nur so lange, wie es für den gewünschten Füllstand und die Infrastrukturauslastung optimal ist. Für dieses für Parkinfrastruktur typische Szenario bedarf es Kommunikations- und Ladesteuerungsstandards, mit denen sich vollständig digital und ohne räumliche Nähe von Fahrzeug und Ladestation eine Ladedienstleistung planen, autorisieren und abrechnen lässt. Diese existieren derzeit jedoch noch nicht. Technologien wie die von ChargePal würden es ermöglichen, dass Parken und Laden eine integrierte Dienstleistung wird, die für die Nutzer:innen allein mit dem Abstellen des Fahrzeugs und der Anmeldung via Fahrzeug- oder Handy-App einhergeht.

ABBILDUNG 5

STANDARDISIERUNGSDYNAMIKEN ZUM PROJEKT



3.4

AUTOMATISCHES KONTAKTLOSES LADEN

Eine Technologie, die auf der Verbindung von autonomem Fahren und induktivem Laden basiert, stellt eine potenzielle Folgetechnologie für das manuelle Laden via Kabel dar. Fahrzeuge, die selbstständig Ladestation anfahren, parken, laden und die Ladestation wieder verlassen können, reduzieren die menschliche Interaktion mit dem Fahrzeug auf den bloßen Transport. Damit kann sie Grundbaustein für eine Vielzahl neuer Möglichkeiten bei der stadtplanerischen Gestaltung von privatem Wohnen und Parken sowie dem öffentlichen Transportwesen sein. Zukunftsszenarien könnten autonom angefahrene Park- und Ladehäuser für Pkw sowie vollautonome Logistikflotten und Linienbusse sein. An den Grundlagen dieser Szenarien wird im Projekt *ADVANTAGE* gearbeitet. Induktives Laden ist eine bereits verfügbare Technologie, die von einzelnen Automobilherstellern bereits ab Werk mit Ladestation für den heimischen Stellplatz, oder von spezialisierten Unternehmen als Nachrüstlösung angeboten wird. Solch proprietären Lösungen steht bisher jedoch noch keine öffentliche Ladeinfrastruktur mit einheitlicher Ladetechnik gegenüber. Die dafür nötige Standardisierung wird jedoch seit vielen Jahren, z. B. in der DIN EN IEC 61980 / ISO 19363 sowie dem SAE J2954 vorangetrieben. Wichtige Beiträge zu diesen Standardisierungsprozessen kamen unter anderem aus den Förderprojekten *InterOP* und *STILLE*, an denen wichtige Branchengrößen beteiligt waren. Die Partner:innen

des Projekts *ADVANTAGE* können folglich an eine längere Standardisierungsvorgeschichte und Technologieentwicklung anknüpfen und ihre Forschungsaktivitäten auf die spezifischen Anforderungen von autonomen, induktiv geladenen Fahrzeugen in der Logistik und im öffentlichen Verkehr fokussieren. Dies sind zum einen die Effizienz der Energieübertragung, für die sich das Fahrzeug präzise über der im Boden eingelassenen Ladestation positionieren muss. Zum anderen ist es die herstellerübergreifende Interoperabilität der für die präzise Positionierung vom Fahrzeug zum Ladepunkt.

Für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladepunkt kann bereits auf die ISO 15118 zurückgegriffen werden, obwohl diese bisher mit einem Fokus auf induktives Laden entwickelt ist. Die Datenübertragung geschieht dabei über WLAN nach IEEE-E802.11. Der Nachrichteninhalt dieser Kommunikation ist in der ISO 15118-2 standardisiert. Im Rahmen des Projektes wurde deutlich, dass die Spezifikationen für die Positionierung aus der DIN EN IEC 61980, ISO 19363 und SAE J2954 für die Positionierung des Fahrzeugs noch zu ungenau sind, um eine einfache Implementierung einer präzisen Ausrichtung des Fahrzeuges und damit effizienten Energieübertragung mit hohem Wirkungsgrad von typischerweise über 90% zu gewährleisten. Eine hohe Positionierungspräzision führt dabei zu geringeren

3.4 AUTOMATISCHES KONTAKTLOSES LADEN

FALLBEISPIEL: ADVANTAGE ↗			
KONSORTIAL-LEITUNG:	Institut für Automation und Kommunikation e. V.		
FÖRDER-VOLUMEN:	ca. 2,8 Mio. €	LAUFZEIT:	12/2020–11/2023
Das Projekt möchte das automatische Aufladen von autonomen Fahrzeugen durch das Nutzen von induktiven Ladetechnologien ermöglichen. Hierdurch ergeben sich vor allem Anwendungen im ÖPNV wie auch in der Logistik. Hauptaugenmerk liegt dabei auf der integrierten drahtlosen Energieübertragung (WPT) und präzisen Positionierung, der Gewährleistung der Interoperabilität zwischen den verschiedenen Anwendungen sowie dem Flotten- und Energiemanagement. Für das Projekt besonders relevant ist die IEC 61980, welche die Anforderungen an kontaktlose Energieübertragungssysteme (WPT) für Elektrofahrzeuge, insbesondere an der Primärseite der Ladestation beschreibt. Hieran konnten sich die Projektbeteiligten gut orientieren, die Positionierung des Fahrzeugs ist derzeit jedoch noch nicht ausreichend normiert. Dies führt zu Herausforderungen bei der Dimensionierung und Kühlung der Spulen, der Leistungselektronik und damit der Übertragungseffizienz. Die Weiterentwicklung der Positionierung für eine effizientere Energieübertragung für autonome und kabellos ladbare Fahrzeuge ist daher ein wichtiger Forschungsgegenstand im Projekt.			

Übertragungsverlusten, typischerweise in Form von Wärme. Die im Standard vorgegebenen Positionierungstoleranzen haben somit direkten Einfluss auf die thermische Auslegung und Belastbarkeit der Ladeinheit auf Fahrzeugseite und in der Bodeneinheit und damit auf ihre Dimensionierung und Produktionskosten. Ein signifikanter Teil der auf die Ladetechnik bezogenen Projektarbeiten fokussiert sich daher auf die Entwicklung und Implementierung der Positionierungstechnik. Die Projektpartner:innen von ADVANTAGE sind in den zugehörigen Standardisierungsgremien vertreten und betrachten die Weiterentwicklung der vorhandenen Spezifikationen durch die Entwicklungsarbeiten des Projekts als ein mögliches Projektergebnis.

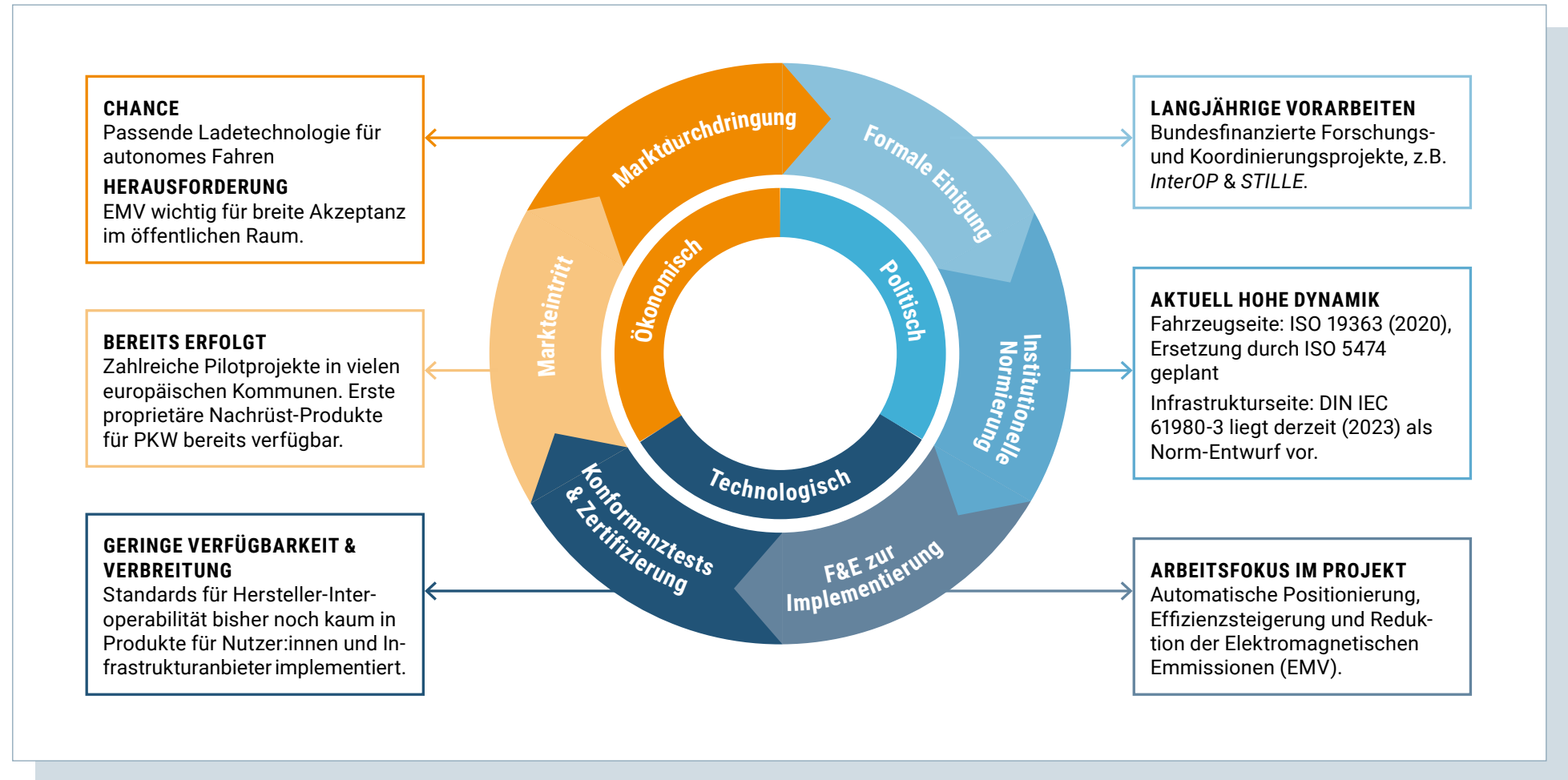
Die weitere Standardisierung von induktivem Laden soll mit anderen Ladeformen in der derzeit in der Entwicklung befindlichen ISO 5474 zusammengefasst werden. Teil 4 der ISO 5474 beschäftigt sich explizit mit dem induktiven Laden, wobei die Arbeiten hierzu derzeit (06/2023) vom Entwurf in die breitere Abstimmung und Diskussion übergehen. Sobald die ISO 5474-4 veröffentlicht wird, wird sie die ISO 19363 ersetzen.

ADVANTAGE

Weitere Informationen zum Projekt
ikt-em-projekte.de/ADVANTAGE

ABBILDUNG 6

STANDARDISIERUNGSDYNAMIKEN IM BEREICH INDUKTIVES LADEN



3.5

EINORDNUNG UND ANALYSE

Der CCS-Stecker Typ 2 ist heute der etablierte Standard für kabelgebundenes Laden. Er basiert auf Entwicklungen der Firma *Mennekes* aus den 2000er-Jahren, welche von den europäischen Energie- und Mobilitätsunternehmen bis 2012 zur IEC 62196-2 als europaweite Einigung für einen einheitlichen Ladeanschluss weiterentwickelt wurden. Darauf aufbauend legte die Europäische Kommission 2014 in der **Verordnung 2014/94/EU** den CCS-Stecker Typ 2 als Standard für eine europäische Ladeinfrastruktur fest. Die Ladesäulenverordnung des BMWK von 2016 konkretisierte diese Vorgaben für die nationalen Gegebenheiten und schuf so die regulatorische Planungssicherheit für den weiteren Ausbau der Ladeinfrastruktur. Dieser Ausbau nimmt erst seit Beginn der 2020er-Jahre richtig Fahrt auf, parallel zu den stark steigenden Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen.

Mit ähnlichen Entwicklungszeiträumen ist für die automatischen Ladetechnologien für autonomes Fahren zu rechnen. Die verschiedenen Ansätze für automatisches Laden sind dabei als Teiltechnologie des autonomen Fahrens zu verstehen, da selbstfahrende Fahrzeuge zugleich selbstparkend und selbstladend sein müssen, und dafür angepasste Infrastruktur benötigen. Die Projekte *ChargePal* und *ADVANTAGE* sind Beispiele dafür, wie die Förderprogramme des Bundes den Wettbewerb um die beste Lösung stärken. Dieser Wettbewerb wird in unterschiedlichen Anwendungsfeldern Gewinner

haben, da konduktives wie induktives Laden verschiedene Stärken und Schwächen, und zugleich Pkw, ÖPNV und Logistik eigene Bedürfnisse haben.

Konduktive Lösungen wie die von *ChargePal* werden anhand der vorhandenen Fahrzeugflotte entwickelt und damit leichter für die bereits vorhandenen Fahrzeuge geeignet sein, da die physische Ladetechnologie um den CCS-Stecker mit Anpassungen in der Soft- und ggf. Hardware weiterverwendet werden kann. Als alternative technologische Ansätze werden Unterbodensysteme sowie auf dem Fahrzeugdach montierte Pantografen entwickelt und erprobt. Unterbodensysteme benötigen eine präzisere Fahrzeugpositionierung und sind somit enger mit der Verbreitung autonomer Fahrzeuge verknüpft. Pantografen sind vor allem für große Fahrzeuge in der Logistik und im ÖPNV gedacht. Insgesamt ist automatisches konduktives Laden besser für zukünftige bidirektionale Anwendungen geeignet, da hier Übertragungsverluste gleich zweimal anfallen, und diese bei kabelgebundenen Systemen fast nicht vorhanden sind.

Induktive Lösungen wiederum können die Bewegungsfähigkeiten autonomer Fahrzeuge voll für den Ladevorgang mitnutzen, und so mechanische Elemente und damit Installations- und Wartungskosten auf der Infrastrukturseite auf ein Minimum reduzieren. Nach

RICHTLINIE 2014/94/EU
eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094

Einschätzungen von Vertreter:innen aus dem eng mit öffentlichen Verkehrsbetrieben zusammenarbeitenden Projekt *Omni-E* wird eine große Hürde für die Verbreitung des induktiven Ladens die gesellschaftliche Akzeptanz der Energieübertragung mittels magnetischer Felder im öffentlichen Raum sein. Autonome Fahrzeuge werden dieser Skepsis jedoch begegnen können, da sie es ermöglichen, Park- und Ladeinfrastruktur räumlich getrennt von den Fahrzeuginsassen zu gestalten. Gerade die induktive Ladetechnologie profitiert bereits von einer weit fortgeschrittenen Normenlandschaft, da die Technologie in der innerbetrieblichen Logistik, z. B. in großen Lagerhäusern, vielfach verwendet sowie in zahlreichen ÖPNV-Pilotprojekten im öffentlichen Raum erprobt wird.

In den Roadmaps und **Positionspapieren der Charging Interface Initiative (CharIN e. V.)** , welche hinter dem CCS-Standard steht, ist die Standardisierung von automatisierten Verbindungsgeräten für die Fahrzeugseite „Automatic Connection Device Side“ (ACDS), für den Fahrzeugboden „Automatic Connection Device Underbody“ (ACDU) sowie für das automatische induktive Laden und das Laden über Pantografen bereits seit 2019 festgehalten. Die Initiative plant, harmonisierte Schnittstellen für automatische konduktive Ladegeräte über verschiedene Marken und Leistungsklassen hinweg zu schaffen, um Vorschläge für internationale Standardisierungsgremien zu erstellen. Die Initiative CharIN e. V. fungiert dabei als Forum für ihre Mitgliedsunternehmen, die bereits eigene proprietäre Lösungen entwickelt haben. Mangels signifikanter Nachfrage und Märkte für automatische Ladetechnologien besteht derzeit ein geringes Interesse

bei den Beteiligten, eigene Entwicklungen zugunsten einheitlicher Lösungen zurückzustellen. Dies wird sich vermutlich dann ändern, wenn autonome Fahrzeuge in der Breite verfügbar und im Einsatz sind und so eine größere Nachfrage nach passender automatischer Ladeinfrastruktur sowie im Praxiseinsatz ein Wettbewerb der unterschiedlichen Ladetechnologien entsteht.

Die Angebotsseite dieses Wettbewerbs wird vom Förderprogramm adressiert. So werden Ladeinfrastrukturen in den Bereichen Wohnen, Geschäftsimmobilien, Parkplätze und Parkhäuser sowie Logistikzentren gefördert. Diese haben bereits heute jeweils andere Anforderungen an die Stand- und Ladezeiten, zu ladenden Fahrzeugtypen, Planbarkeit des Ladebedarfs und Fahrleistung. Gleichzeitig ist durch weitere Elektrifizierung und Automatisierung der Mobilität und Verkehrsinfrastruktur mit signifikanten Veränderungen bei dem Mobilitätsbedarf und -verhalten sowie der Technologieakzeptanz der Bevölkerung und der Unternehmen zu rechnen. Die parallele Verfolgung verschiedener Ansätze für das automatische Laden, hier veranschaulicht an den Projekten *ChargePal* und *ADVANTAGE*, ist daher eine wichtige Voraussetzung, damit der Wettbewerbs- und Findungsprozess zwischen Energieübertragungstechnologien und ihren Anwendungsfeldern dynamisch stattfinden kann und anwendungsgerechte Ergebnisse erzielt. Die ISO 15118 stellt dabei bereits jetzt einen gemeinsamen Ausgangspunkt und Entwicklungspfad für die IKT-Anwendungen bereit, mit der verschiedene Ladetechnologien die gleichen Kommunikationstechnologien nutzen können.

POSITION PAPER OF CHARGING INTERFACE INITIATIVE E.V.

charin.global/media/pages/technology/knowledge-base/94484b4c3f-1615552586/20190510_acd_position_paper_v1.13.pdf

EINBETTUNG IN VERNETZTE ENERGIESYSTEME

4.1

EINLEITUNG

Smart Cities, 6G und Internet of Things sind nur einige Schlagwörter, um die derzeitigen Entwicklungen zu einem vernetzten Energiesystem zu beschreiben. Wesentliche Folge dieser Trends ist die kommunikationsseitige Verknüpfung von Infrastruktur, Gebäuden, Fahrzeugen und Dingen untereinander. Im Kontext der Elektromobilität bedeutet dies nicht nur eine zunehmende Vernetzung zwischen den Fahrzeugen, sondern ermöglicht auch das gesteuerte und netzdienliche Laden durch die Einbindung von Elektrofahrzeugen in das gesamte Energiesystem. Ausgehend von der Einbindung in dezentrale Netze von Geschäfts- oder Privatimmobilien ermöglicht die Vernetzung auch eine effiziente Einbindung in das überlagerte Stromnetz und Energiesystem. Viele der beobachteten Projekte können innerhalb des gegebenen Förderrahmens nur spezifische Teilprobleme dieser Herausforderung untersuchen. Das bidirektionale Laden gilt hierbei als eine der Schlüsseltechnologien bei der Sektorkopplung von Elektromobilität mit dem Energiesystem sowie bei einem dezentralen Netzanschluss innerhalb smarter Micro Grids bzw. Macro Grids. So geht das BMWK in seiner jüngst veröffentlichten Photovoltaik-Strategie in Langfristszenarien davon aus, dass durch die Einbindung von Elektrofahrzeugen als Energiespeicher der Großteil des Kurzzeitspeicherbedarfs in Zukunft gedeckt werden kann. Derzeit lassen sich

diesbezüglich verschiedene Entwicklungen beobachten, die einer Koordinierung bedürfen: die Entstehung dezentral optimierter Netzanschlüsse an das Stromnetz (Micro Grids), Mobilität, welche sowohl Energie nutzt als auch bereitstellen kann, sowie die Automatisierung und Digitalisierung im Bereich der Energie- und Gebäudetechnik. Als konkrete Anwendungsfelder ergeben sich bspw. die Anbindung von Photovoltaikanlagen in lokale Energiemanagementsysteme, Stromabrechnungsservices oder das Lastmanagement beim Laden mehrerer Elektroautos. Die somit entstehenden smarten Micro Grids, werden durch eine Vielzahl der Förderprojekte im Kontext der privaten und gewerblichen Immobiliennutzung erforscht. Von besonderer Relevanz für die Projekte sind daher Standards, Normen und Protokolle, durch die Stromverbraucher, -speicher und -erzeuger einerseits nahtlos ins lokale Energiemanagement integriert werden können und die andererseits einen bidirektionalen Stromfluss ermöglichen. Diese Standards regeln einerseits die **Kommunikation zwischen E-Autos und Ladeinfrastruktur** (z.B. Ladesäule, Ladestation oder Wallbox) und andererseits die **Kommunikation zwischen Ladeinfrastruktur und dem Stromnetz** (z.B. Abrechnungssysteme, Energiemanagementsysteme, Ladeplattformen etc.). Die für die Projekte relevanten Standards werden innerhalb von Kapitel 4.3 beschrieben.

4.2

PROJEKTE UND FÖRDERAKTIVITÄTEN IM PROGRAMM

Micro Grids sind als autarke Netze längst im Alltag angekommen. So können durch die Zusammenführung von Stromerzeugern und -verbraucher:innen in einem selbstständigen Teilnetz kritische Infrastrukturen, wie Krankenhäuser oder Serverfarmen, vor Netzproblemen des übergeordneten Stromnetzes geschützt werden. Durch Hinzufügen einer Kommunikationsinfrastruktur und eines intelligenten Energiemanagements entstehen daraus Micro Smart Grids, welche in klar abgegrenzten Immobilieneinheiten (Wohnen, Arbeiten, Parken, Logistik) realisiert werden können.

Die Kopplung von Elektrofahrzeugen als (dezentrale) Energiespeicher mit diesen Energiesystemen führt zu vielversprechenden Potenzialen, Use-Cases und Geschäftsmodellen. So wird angeregt, dass Mobilitätshubs auch Elektrizitätshubs werden können (vgl. Tabelle 2 – *iLaPark*) und es entstehen dezentrale Systeme, die in Zukunft wiederum an das übergeordnete Gesamtsystem angeschlossen werden können, um Netzspitzen abzufedern und die Effizienz des Systems zu erhöhen. Die entstehenden smarten Micro Grids stellen somit ein neues Element im Stromnetz dar, da sie Vor-Ort-Stromerzeugung und Ladeinfrastruktur verbinden können, bevor das übergeordnete Stromnetz überhaupt beteiligt ist.

Für die Projekte, die sich der Einbindung der Elektromobilität in komplexere Energiesysteme widmen (vgl. Tabelle 2), ergeben sich hieraus vor allem zwei gemeinsame Herausforderungen:

- Die kommunikationsseitige Verknüpfung der Erzeuger, Verbraucher und Speicher innerhalb der Immobilieneinheit und intelligente Steuerung durch ein **Energiemanagementsystem** (vgl. Kapitel 4.5)
- Der **(bidirektionale) Energietransfer** zwischen EV und Ladestation (vgl. Kapitel 4.4)

Aufgrund der Natur des Förderprogramms steht das gesteuerte Laden von EVs dabei jeweils im Vordergrund der Projektaktivitäten. Je nach Anwendungsszenario und technischer Komplexität werden somit (Teil-)Funktionen von Micro Smart Grids untersucht.

Die Funktionalität des bidirektionalen Ladens stellt für einen Großteil der Projekte zwar eine vielversprechende Anknüpfungsmöglichkeit für die Zukunft dar, war über den Projektzeitraum jedoch nicht umsetzbar. Die entsprechenden Gründe hierfür werden innerhalb von Kapitel 4.4 diskutiert.

TABELLE 2

PROJEKTE UND IHRE RELEVANZ FÜR DAS SMART GRID

PROJEKT	INHALTE	RELEVANZ FÜR DAS SMART GRID
iLaPark 01/21–12/23 1,6 Mio. € valantic GmbH	Das Projekt <i>iLaPark</i> beschäftigt sich mit der Schaffung von Ladeinfrastruktur in Parkhäusern und deren optimierter Nutzbarmachung. Dabei werden eine Plattform und eine mobile App sowie ggf. eine RPA (Robotic Process Automation) realisiert, um Parkhaus-, Ladestationsinformationen und -funktionen zusammenzubringen. Damit werden Parken und Laden kombiniert und über einen digitalen Kanal den Endkund:innen angeboten. Seitens des Parkhauses wird die verfügbare Ladeleistung durch einen Batteriespeicher erhöht.	Aufgrund der leistungsarmen Netzanschlüsse in alten Parkimmobilien werden Puffer-Akkus für Lastspitzen eingesetzt. Dies bedarf eines aufwendigen Energiemanagements. Innerhalb des Parkhauses wird die Kommunikation zwischen den energierelevanten Geräten und dem Energiemanagementsystem durch Modbus umgesetzt, einen bekannten und etablierten Standard.
Green4Ever 03/21–02/24 2,7 Mio. € SAP SE	Das Forschungsvorhaben <i>Green4Ever</i> hat es sich zum Ziel gesetzt, dem Mangel an Ladeinfrastruktur durch die Nutzung semi-öffentlicher Parkflächen und Lademöglichkeiten entgegenzuwirken. Dazu zählt u. a. die Erschließung von Bürogebäuden, Industrieflächen oder Einkaufszentren. Als Zielgruppe fassen sie sowohl private Nutzer:innen als auch Unternehmenskund:innen ins Auge. Hauptbestandteile sind sowohl eine Integration der Ladesäulen in bestehende Softwaresysteme für Gebäude- und Standortmanagement, die Konzeption von Geschäftsmodellen und -prozessen als auch der Aufbau eines Prototyps zu Demonstrations- und Testzwecken.	Durch die Integration der Ladeinfrastruktur in die Gebäudetechnik entsteht auf Infrastruktureseite ein lokales Smart Grid, welches bspw. Netzkapazitätsgrenzen, Energiekosten oder Fahrerpräferenzen berücksichtigt. Durch ihre Stellung als technologische Großkonzerne bringen die Konsortialpartner SAP SE und die Webasto SE hierbei Ressourcen und das Know-how für Hard- und Software mit ein, um Custom-Lösungen implementieren zu können. Somit ist das Projekt nicht auf modulare Lösungen mit hohem Standardisierungsgrad angewiesen.
ELEMENT 09/21–08/24 1,3 Mio. € Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG	Das Projekt <i>ELEMENT</i> steht für „Energiemanagementsystem für das gesteuerte Laden von Elektrofahrzeugen in Mehrparteienhäusern“. Das Hauptziel ist die Schaffung kostengünstiger, bequemer, verständlicher und nutzungsfreundlicher Lademöglichkeiten an Gebäuden mit mehreren Mietparteien für Elektrofahrzeuge. Aus dieser Sicht ist eine Weiterentwicklung des bestehenden Energiemanagementsystems solcher Gebäude und der Einsatz von dezentralen Erzeugungseinheiten, die Energie für Ladeprozesse erzeugen, wichtig. Ebenfalls Teil des Projekts ist es, monetäre Tarif-, Ausgleichs- und Anreizmodelle zu entwickeln.	Ziel ist der Aufbau eines Energie- und Lademanagements, welches die Ladevorgänge je nach Bedarf der Mieter:innen koordiniert und gleichzeitig dezentrale Stromerzeugungssysteme einschließt. Das Projekt verbindet dementsprechend Energieerzeuger und gemeinsam genutzte Ladesäulen für Mieter:innen in einem lokalen, intelligenten Stromnetz. Die Integration einzelner Systemelemente verschiedener Hersteller mit den vorhandenen Standards stellt dabei eine große Herausforderung dar.

4.3

RELEVANTE STANDARDS

Orientierungspunkte zur Lösung der genannten Herausforderungen finden sich in der Standardisierungslandschaft. Als besonders bedeutsame Standards wurden durch die Projekte vor allem die ISO 15118-20, das Open Charge Point Protocol (OCPP) sowie das Kommunikationsprotokoll Modbus hervorgehoben. Abbildung 7 verdeutlicht hierbei, wie Standards die kommunikationsseitige Vernetzung einzelner Teilsysteme ermöglichen. Die Norm ISO 15118-20 wurde im Jahre 2022 veröffentlicht und bildet die Nachfolgenergeneration der ISO 15118-2 (vgl. Kapitel 3.2). Der Kommunikationsstandard erweitert die Vorgängergeneration vor allem um die Funktionalitäten bidirektionales Laden (BDL) (vgl. Kapitel 4.4), Wireless Power Transfer (vgl. Kapitel 3.4) und Automated Connection Devices (vgl. Kapitel 3.5). Neu ist unter anderem der Dynamic Mode, bei dem das Fahrzeug die Ladesteuerung an die Infrastrukturseite abgibt. Somit kann ein Fahrzeug vom Smart Grid Befehle erhalten, den Ladevorgang zu begrenzen, zu pausieren oder Energie ins Netz zurückspeisen. Innerhalb der Vorgängergeneration ISO 15118-2 stand den Fahrzeugen lediglich der Scheduled-Mode zur Verfügung, bei dem die Kontrolle über den Ladevorgang beim Fahrzeug liegt und das Smart Grid nur über die Preisgestaltung Anreize schaffen kann, den Ladevorgang zu beeinflussen. Der Standard gilt als Voraussetzung für das netzdienliche Laden von Elektrofahrzeugen.

Für eine herstellerunabhängige Kommunikation zwischen der Ladestation und anderen Systemen im Backend, wie bspw. einem Verrechnungs- oder einem Management-System von Ladestationen, hat sich das **Open Charge Point Protocol** als De-facto-Standard auf dem Markt etabliert. Dabei handelt es sich um einen offenen Kommunikationsstandard, der speziell für Ladestationen von Elektrofahrzeugen durch die Open Charge Alliance entwickelt wurde. Das OCPP wird vorwiegend für die Authentifizierung, Autorisierung und Verrechnung von Ladevorgängen sowie die Verwaltung verschiedener Ladestationen durch ein Management-System eingesetzt. Für das Handling von Roaming-Dienstleistungen für Nutzer:innen mit bestehenden Verträgen bei anderen Ladedienstleistern kommt ergänzend das Open Charge Point Interface (OCPI) zum Einsatz.

Modbus ist ein weiterer Kommunikationsstandard, der sowohl in der Industrie als auch in der Gebäudeautomation weit verbreitet ist. Es handelt sich dabei um eine serielle Kommunikationsschnittstelle, die in den 70er-Jahren ursprünglich für die Kommunikation zwischen Steuergeräten und Sensoren für Industrieanwendungen entwickelt wurde. Innerhalb von Micro Smart Grids kommt der Standard durch die Projekte bspw. für die Kommunikation von Stromerzeugern, -speichern und -verbraucher:innen mit einem Energiemanagementsystem zum Einsatz.

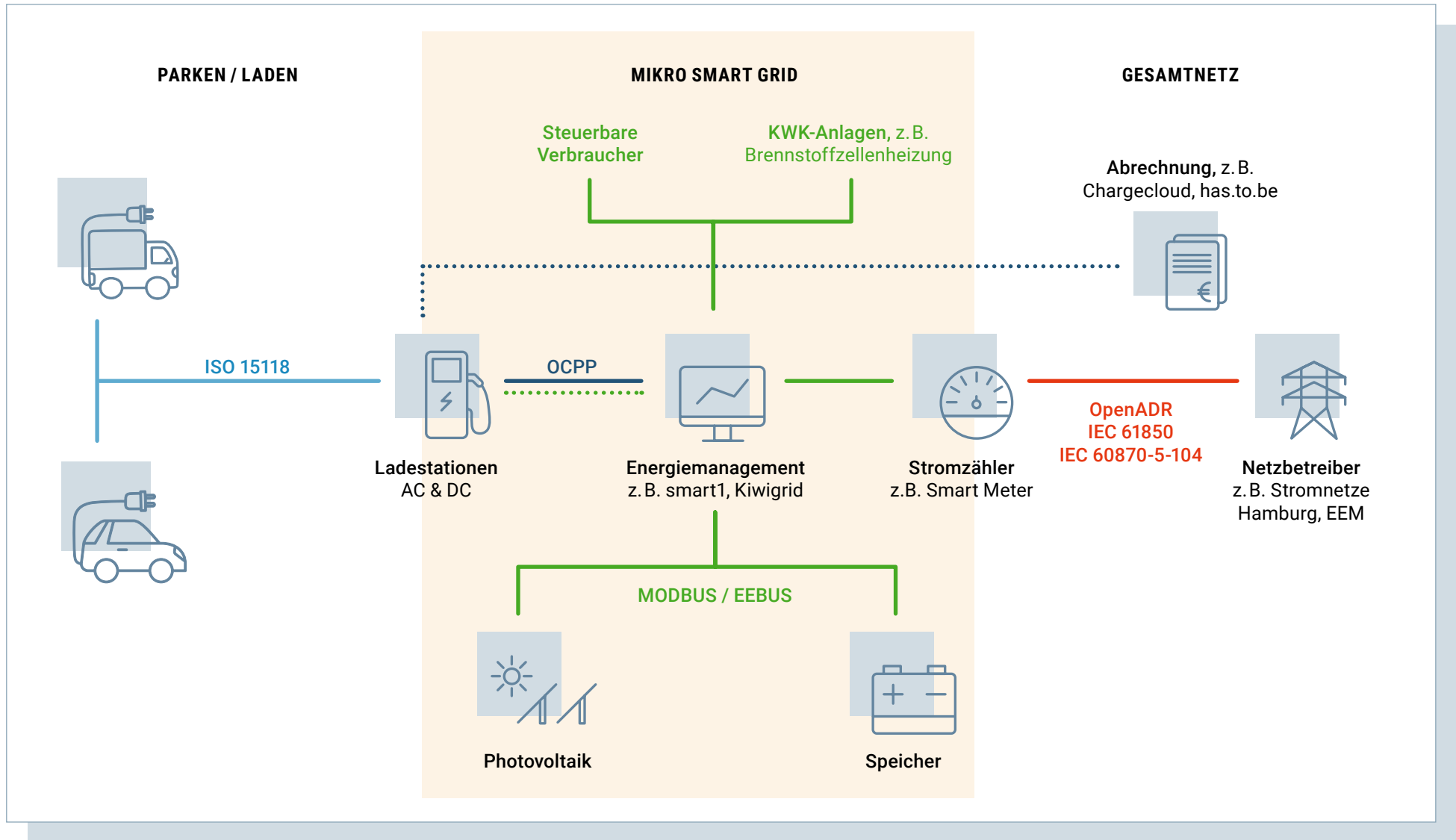
4.3 RELEVANTE STANDARDS

Der **EEBUS**-Standard beschreibt ebenfalls eine Kommunikationschnittstelle, die die Verbindung zwischen energiewirtschaftlich relevanten Geräten und einem entsprechenden Managementsystem ermöglicht. Als hersteller-, plattform- und systemübergreifende gemeinsame Sprache für das Energiemanagement im Internet of Things soll der Standard zur Erhöhung der Energieeffizienz beitragen, indem sowohl Erzeuger und Verbraucher:innen Betriebszustände im lokalen Netz aufeinander abstimmen können als auch zwischen Energieversorgern und Haushalten ein bidirektionaler Datenaustausch stattfinden kann. EEBUS ist aus dem Förderprogramm „**E-Energy**“  des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hervorgegangen und wurde dort im Rahmen des Teilprojekts *Smart Watts* (2008 bis 2013) entwickelt. Derzeit werden weitere Fördermittel für Konformanztests innerhalb des Teilprojekts *ARNi* des aktuellen Förderprogramms „Elektro-Mobil“ bereitgestellt.

Modbus wird hauptsächlich in der industriellen Automatisierung verwendet und gilt als relativ einfach und robust, ist jedoch weniger flexibel in der Integration von Smart-Home-Geräten und Energieerzeugern und der Programmieraufwand ist hoch. EEBUS ist hingegen auf die Vernetzung von Energiegeräten in Smart Homes und Stromnetzen spezialisiert und bedarf deutlich weniger Anpassung bei der Implementierung. Somit besteht eine gewisse Komplementarität zwischen diesen beiden Standards. Das OCPP wiederum ist speziell für die Kommunikation zwischen Ladestationen und Backend-Systemen für Elektrofahrzeuge konzipiert und erfüllt somit eine andere Funktion innerhalb des Systems.

E-ENERGY
[digitale-technologien.de/
e-energy](http://digitale-technologien.de/e-energy)

FUNKTIONSAUFTEILUNG DER HIER BESCHRIEBENEN STANDARDS



4.4

BIDIREKTIONALES LADEN

Beim bidirektionalen Laden kann der Strom sowohl vom Netz über die Ladestation zum Elektrofahrzeug als auch in die entgegengesetzte Richtung fließen. Voraussetzung hierfür sind ein Kommunikationsprotokoll für die Interaktion zwischen Fahrzeug und Ladestation sowie ein Energiemanagementsystem für die intelligente Steuerung der Lade- und Entladevorgänge. Alle Komponenten müssen hierbei das bidirektionale Laden unterstützen. Das bidirektionale Laden bildet die Voraussetzung für Konzepte wie Vehicle-to-Home (V2H) bzw. Vehicle-to-Building (V2B) und Vehicle-to-Grid (V2G). Erstere beschreiben die Abgabe von elektrischer Energie der Antriebsbatterien von Elektrofahrzeugen in ein Heimstromnetz, bzw. in das Netz von Geschäftsgebäuden, wie Krankenhäusern, Bürogebäuden oder Shoppingcentern. V2G bezeichnet hingegen die Abgabe in das übergeordnete Stromnetz.

Vielversprechende Anwendungen für bidirektionales Laden sind die Energiebereitstellung bei geringem Energieangebot im Gesamtsystem oder auf lokaler Ebene durch Fahrzeugbatterien. Aus Sicht der heutigen Standardisierung begann der Prozess der formalen Einigung für das aktuelle bidirektionale Laden in den entsprechenden Gremien der ISO im Jahr 2014. Dieser langjährige Prozess wurde im Jahr 2022 durch das Publizieren der ISO 15118-20 abgeschlossen (vgl. Abbildung 8). Entsprechende (Grundlagen-)Forschung und Entwicklungen zur Implementierung dieser Technologie wurden in BMWK-Förderprogrammen adressiert.

Beispiele hierfür sind das 6. Energieforschungsprogramm aus 2014 oder das BMWK-Förderprogramms „Elektro-Mobil“ im Jahre

2018 (vgl. 2. Konzeptionelle Grundlagen). Dort wurden z.B. innerhalb des Projekts *BDL – Bidirektionales Lademanagement* auf Basis von Prototypen entsprechende Use-Cases und Geschäftsmodelle zur Implementierung erforscht. Das Programm stellt somit eine wichtige Grundlage für anwendungsbezogene F&E-Programme wie „IKT für Elektromobilität“ dar. Zwar wurde hier das bidirektionale Laden in der Planungsphase der Projekte oftmals evaluiert, die Entwicklung von Lösungen ist derzeit jedoch auf das unidirektionale Laden ausgerichtet, wo bereits auf bestehende Use-Cases, Geschäftsmodelle und Standards wie die ISO 15118-2 zurückgegriffen werden konnte.

Die geringe Verbreitung bidirektional fähiger Systeme am Markt wird durch die Projekte als Hauptgrund für den Fokus auf unidirektionales Laden aufgeführt. Die erst kürzlich erfolgten Einigungen bei wichtigen Standards, insbesondere der Norm ISO 15118-20, führten dazu, dass auf dem europäischen Markt zum Planungszeitpunkt der Projekte nur wenige Systeme und Fahrzeuge verfügbar waren, die das bidirektionale Laden umsetzen konnten.

Neben der Verfügbarkeit werden seitens der Projekte darüber hinaus aktuell fehlende Bedarfe hinsichtlich der Wirtschaft genannt. Branchen wie bspw. die Logistik befinden sich derzeit in der Umstellung ihrer bisherigen Systeme auf Elektromobilität, um ihren Energiebedarf zu elektrifizieren. Um ihren Service auch mit Elektromobilität zuverlässig anzubieten, steht die Integration von vorhandenen und erprobten Systemen daher im Vordergrund. Letztlich müssen Logistikunternehmen ihre Standorte nicht aus den Batterien ihrer Flotte

4.4 BIDIREKTIONALES LADEN

versorgen, vielmehr liegen die primären Anforderungen im Bereich der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Reichweitenmaximierung.

Dass auch private Nutzer:innen von Elektrofahrzeugen und Kund:innen der Stromnetzbetreiber das bidirektionale Laden kaum nachfragen, führen die Projekte wiederum auf fehlende Geschäftsmodelle, vor allem im Vehicle-2-Grid Bereich, zurück. Wie der Strom muss auch das Geld in beide Richtungen fließen können und der Ladevorgang, insbesondere die Abrechnung, dürfen hierbei nicht zu komplex gestaltet sein. Die zunehmende Verbreitung von Plug and Charge als Standard trägt laut den Projekten demnach dazu bei, dieses Ziel zu erreichen, auch wenn der Fokus der Nutzer:innen von Elektrofahrzeugen derzeit auf der unidirektionalen Ladefunktionalität liege. Nach Ansicht der Projekte führt dieser Fokus jedoch wiederum dazu, dass die Technologie aus vertrieblicher Sicht sowohl für Automobilhersteller als auch für Netzbetreiber derzeit weniger interessant ist.

Der Markteintritt für das bidirektionale Laden steht somit noch aus. Voraussetzung dafür, dass es letztlich zu einer Marktdurchdringung kommt, ist zunächst eine hohe Akzeptanz aufseiten der Nutzer:innen, Netzbetreiber und Hersteller.¹ Eine Befragung von Nutzer:innen rein batterieelektrisch angetriebener Fahrzeuge in Deutschland (insgesamt N = 689) hat gezeigt, dass bidirektionales Laden vor allem in Haushalten, die über PV-Anlagen und Speicher verfügen, auf größeres Interesse stößt. Die Ergebnisse, die im Rahmen der Begleitforschung erstellt worden sind, zeigen auch, dass Teilnehmende, die ihre Kenntnisse zu gesteuertem Laden eher hoch eingeschätzt haben, ein größeres Interesse an bidirektionalem Laden als Tarifoption haben.

Im Rahmen der Begleitforschung sind außerdem potenzielle Geschäftsmodelle, die für eine Verbreitung von bidirektionalem Laden ebenfalls entwickelt werden müssen, analysiert und bewertet worden. Eine bereits heute mögliche Anwendung ist die

Speicherung und Rückspeisung von eigenerzeugtem Strom von Aufdach-PV-Anlagen zur Erhöhung des Eigenverbrauchs. Neben derartigen Vehicle-to-Home-Anwendungen werden auch weitere Anwendungsfälle diskutiert, die eine Rückspeisung ins übergelagerte Stromnetz vorsehen, um am Stromhandel teilzunehmen, um Netzengpässe zu reduzieren oder um Systemdienstleistungen zur Verfügung zu stellen. Analysen auf Basis aktueller Strompreise zeigen, dass mit Rückspeisungen und einer Teilnahme am Stromhandel bereits heute zusätzliche Erlöse generiert werden können. Relevante Hemmnisse und Hürden betreffen unter anderem die Frage, wie und in welchem Umfang auch das Abnutzungsverhalten der Batterien berücksichtigt werden kann. Neben den unklaren Erlösmöglichkeiten sind die Kosten und der technische Aufwand etwa bei der Regelennergiebereitstellung noch vergleichsweise hoch und stellen ebenfalls ein Hemmnis dar.¹ Von zentraler Bedeutung ist darüber hinaus ein Energiemanagement, um das gesteuerte, netzdienliche und vorrausschauende Laden überhaupt zu ermöglichen und somit die Potenziale des bidirektionalen Ladens ausschöpfen zu können (vgl. Kapitel 4.5).

Bidirektionales Laden, insbesondere die Verwendung von Fahrzeugen als Netzpufferspeicher in Vehicle-to-Grid-Anwendungen, kann eine tiefgreifende Veränderung der bisher vor allem unidirektional und zumindest vor der Energiewende um große Kraftwerke zentralistisch organisierten Energiemärkte zur Folge haben. Dafür ist jedoch auch die Anpassung des regulatorischen Rahmens der Energiemärkte nötig. Deren Diskussion würde den Rahmen dieser Studie sprengen. Zentrale zu nennende Themen dabei sind die Anpassung des §14a des Energiewirtschaftsgesetzes, welcher die netzorientierte Steuerung von Steuerbaren Verbrauchseinrichtungen reguliert, sowie die bald durch das Messtellenbetriebsgesetz (MsbG) verpflichtende Installation intelligenter Stromzähler (Smart Meter). Beide Themen wurden jüngst (12.05.2023) durch das **Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende**  reformiert.

PRESSEMITTEILUNG

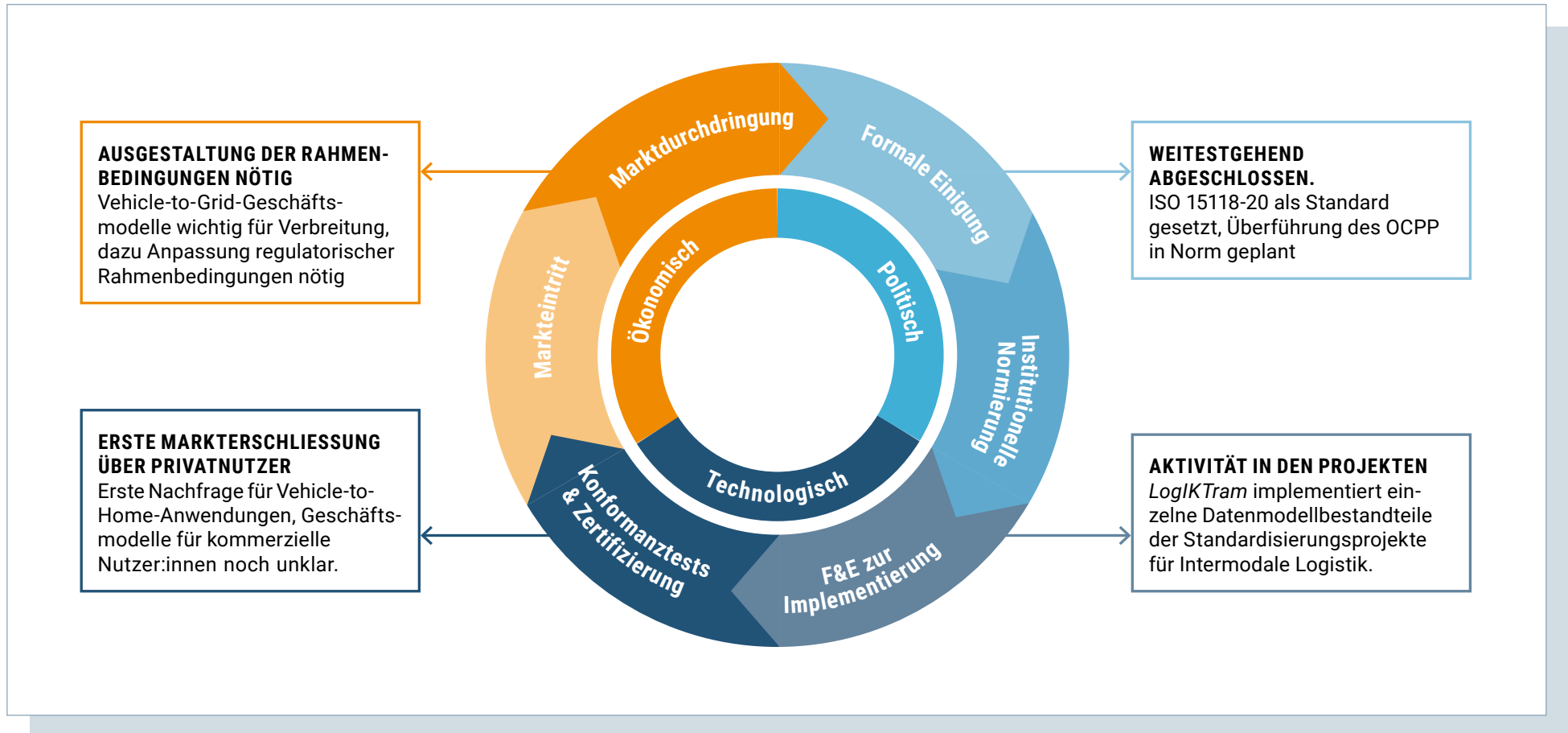
Smart Meter-Gesetz final beschlossen: Flächendeckender Einsatz intelligenter Stromzähler kommt

bmwk.de/smart-meter-gesetz-beschlossen

¹ vgl. Helferich, M.; Tröger, J.; Stephan, A.; Preuss, S.; Pelka, S.; Stute, J.; and Plötz, P. (2023). Tariff option preferences for smart and bidirectional charging: Evidence from battery electric vehicle users in Germany. Manuskript zur Veröffentlichung eingereicht.

ABBILDUNG 8

STANDARDISIERUNGSDYNAMIKEN IM BEREICH BIDIREKTIONALES LADEN



4.5

ENERGIE- MANAGEMENT- SYSTEME

PROJEKTAKTIVITÄTEN ZUR ENTWICKLUNG VON MICRO SMART GRIDS

Energiemanagementsysteme sind der technologische Kern von Micro Smart Grids. Über sie werden die Stromflüsse zwischen dem Gesamtnetz sowie lokalen Erzeugern, Verbraucher:innen und Speichern von Energie gesteuert. Je mehr Informationen über die Verfügbarkeit sowie den Bedarf an Energie dafür bereitstehen, und je mehr der Bedarf von Erzeugern und Verbraucher:innen lokal aneinander angepasst werden kann, desto größere Effizienzgewinne können vor Ort realisiert werden. Die Entwicklung von Lade- und Energiemanagementsystem für lokale Anforderungen ist dabei ein großer Schwerpunkt im Förderprogramm: Die Projekte decken die Anwendungsfelder Logistik (z. B. *CiLoCharging*), Wohnimmobilien (z. B. *ELEMENT*), Parken (z. B. *iLaPark*) und Geschäftsimmobilien (z. B. *Green4Ever*) ab. Dabei kommen ähnliche Komponenten wie Ladesäulen, Steuerungsgeräte und oft lokale Speicher und Erzeuger zum Einsatz, müssen jedoch in ihrer Zusammenstellung und ihrem Zusammenspiel den unterschiedlichen Anforderungen der Nutzer:innen hinsichtlich Stand- und Ladezeiten sowie vorzuhalten-der Reichweite der Fahrzeuge angepasst werden. Während z. B. in der Logistik eher Standzeiten minimiert und Reichweiten optimiert

werden müssen, so können in Wohn- und Geschäftsimmobilien mit eigener Ladeinfrastruktur das Ladeverhalten bei meist gut planbaren Standzeiten sehr gut an weitere lokale Stromerzeuger und -verbraucher:innen angepasst werden.

Die Integration von Einzelkomponenten zu einem lokalen Micro Smart Grid wird in den Projekten vor allem über den Standard Modbus umgesetzt. Dieser ist bereits lange in der Industrie- und Gebäudeautomatisierung etabliert, macht aber durch seine einfache Architektur viel manuelle Anpassung zwischen den Geräten nötig. Für Industriekunden und Einfamilienhäuser besteht dabei bereits seit längerem ein dynamischer Markt von Systemen, Komponenten und verschiedenen Interoperabilitätsstandards. Die in den Projekten vorgenommene Aufrüstung von Bestandsimmobilien zu Micro Smart Grids schafft dabei jedoch eine Systemgröße, die vom vorhandenen Marktangebot noch nicht ausreichend abgedeckt wird. Dies zeigen die Projekte *Green4Ever* und *ELEMENT*: *Green4Ever* umfasst mit SAP und Webasto zwei international agierende, F&E-intensive Großunternehmen, die durch die Verwendung eigener Produkte weniger auf die Verfügbarkeit standardisierter Produkte angewiesen sind. Durch das intern bereits umfassend vorhandene

Know-how sind sie nicht nur in der Lage, zahlreiche Komponenten zu einem Energiemanagementsystem für Geschäftsimmobilien zu integrieren, sondern können dies auch gleich in das ERP-System des die Immobilie nutzenden Unternehmens einbinden. Im Projekt *ELEMENT* wird durch ein mittelständisch geprägtes, von der Magdeburger Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG geleitetes Konsortium ein Micro Smart Grid für Mehrparteienwohnimmobilien entwickelt. Dieses umfasst Ladeinfrastruktur für Autos, eigene Energieerzeugung über Photovoltaik samt Puffer-Akku sowie ein Brennstoffzellenblockheizkraftwerk, für die Produktion von Strom und Wärme. Die bei Systemaufbau und -integration federführende Magdeburger DiLiCo engineering GmbH ist bei der Komponentenauswahl weitestgehend auf die Produkte von Drittanbietern und deren Möglichkeiten für herstellerübergreifende Interoperabilität angewiesen. Dabei machte das Projektteam die Erfahrung, dass für die eigenen technologischen Anforderungen noch gar kein ausreichendes Marktangebot an interoperablen Komponenten mit einheitlichen, standardisierten Schnittstellen zur Kommunikation vorhanden war. Vielmehr verfügten die verknüpften Bereiche Haus-technik und Ladesäulen über eigene, teils proprietäre Standards und Kommunikationsprotokolle. Dies machte zusätzliche Entwicklungs- und Anpassungsarbeiten der beteiligten KMU nötig, für die auch auf die Komponentenhersteller zugegangen wurde, um einen tieferen technologischen Zugriff auf die eingekauften Geräte und deren Steuerungseinheiten zu bekommen, um eigenhändig deren Funktionalität zu erweitern. Dies zeigt die besonderen Stan-

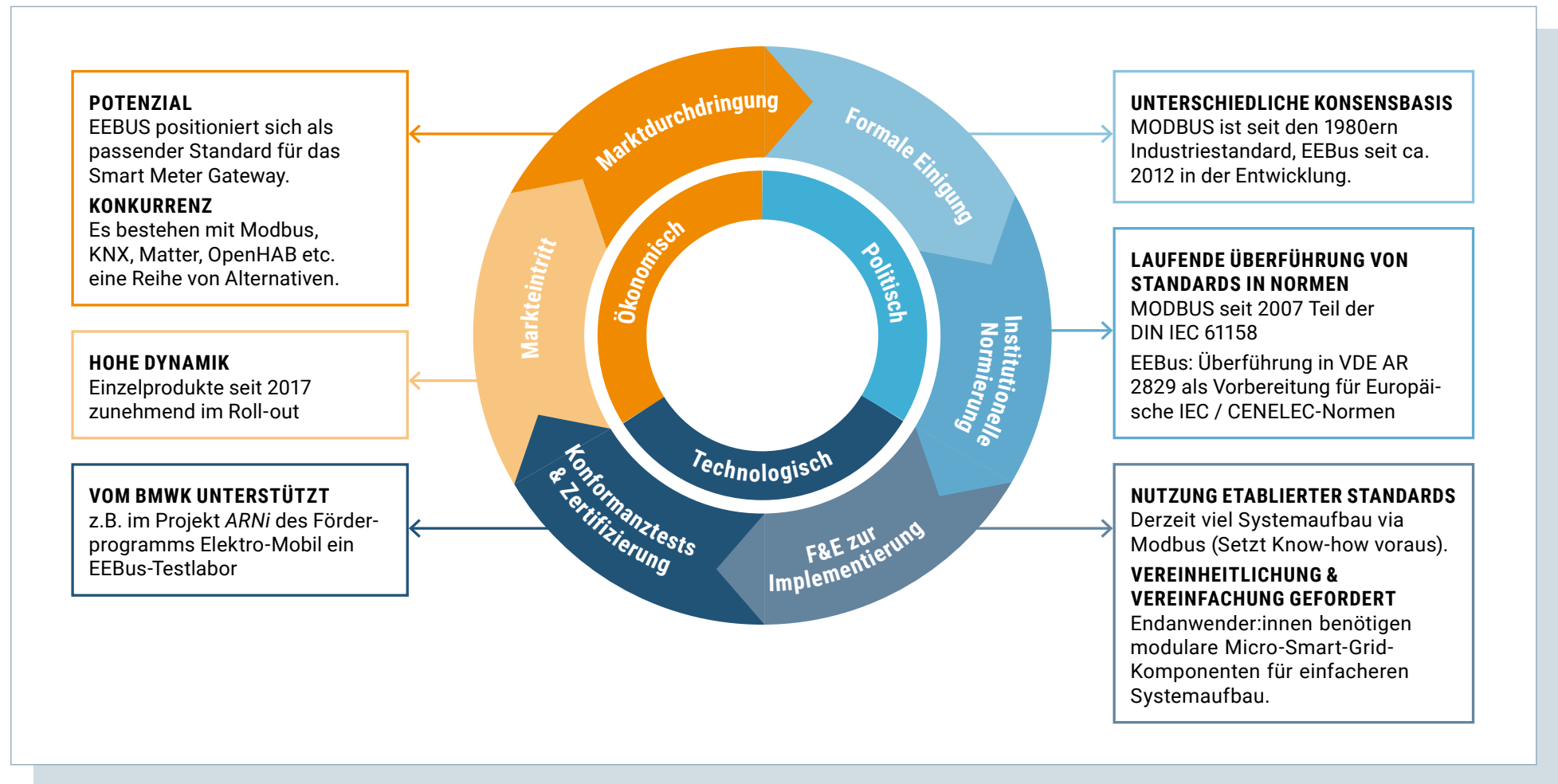
dardisierungsbedarfe in diesem Bereich, da der mittelständisch geprägte Immobilien- und Installationssektor ein zentraler Multiplikator für die Kopplung von Energie- und Mobilitätssektor in der breiten Bevölkerung ist.

ANFORDERUNGEN AN NEUE STANDARDS FÜR SMARTE ENERGIEMANAGEMENTSYSTEME

Der Standard EEBUS wird seit über zehn Jahren für die Anforderungen der Energiewende und neuer Energiemanagementsysteme entwickelt. Sein Ziel der Vereinheitlichung des Datenaustauschs zwischen lokalen Energieerzeugern und -verbraucher:innen deckt sich mit den am Beispiel des Projektes *ELEMENT* gezeigten Bedarfen aus dem Mittelstand. Während im Förderprogramm „Elektro-Mobil“ im Projekt *ARNi* der EEBUS-Standard in Form eines Testlabs gefördert und im Projekt *uniT-e²* in Feldexperimenten erprobt wird, so spielte der im Vergleich zu Modbus noch sehr junge Standard bei den Projekten im Programm „IKT für Elektromobilität“ noch keine Rolle. Dies lag an der geringeren Bekanntheit des Standards, der erst langsam zunehmenden Verfügbarkeit kompatibler Produkte sowie der noch bestehenden Unsicherheit, ob sich in Zukunft um EEBUS ein dynamischer Markt mit potenzieller Nachfrage nach den eigenen Lösungen entwickeln wird. Für die Zukunft besteht hier ein großes Verbreitungspotenzial, da sich der EEBUS derzeit als passender Standard zum Smart Meter Gateway positioniert, welches als intelligenten Strommesssystem im Rahmen des Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende für Anwendungen wie Micro Smart Grids Pflicht wird.

ABBILDUNG 9

STANDARDISIERUNGSDYNAMIKEN IM BEREICH ENERGIEMANAGEMENTSYSTEME UND MICRO SMART GRIDS



4.6

EINORDNUNG UND ANALYSE

INTELLIGENTES ENERGIEMANAGEMENT

Beide Themen, Bidirektionales Laden sowie das Energiemanagement von Micro Smart Grids, sind zentrale Verbindungsthemen der Sektorkopplung. Hier gehen der Mobilitäts-, Immobilien- und der Energiesektor ineinander über: Elektrofahrzeuge werden zugleich Verbraucher und Speicher von Energie, Immobilien dienen zugleich als Infrastruktur für Erzeugung und Verteilung von Energie, und der Energiesektor wiederum bekommt über netzdienliche Ladesteuerungsfunktionen Einflussmöglichkeiten auf den Verbrauch von Hausgeräten und Ladesäulen. Hier kommen bestehende technologische Ökosysteme aus der Netzinfrastruktur, der Gebäudetechnik und dem Fahrzeugsektor zusammen, die jeweils ihre eigenen etablierten Standards mitbringen, und zugleich enorm hohe Anforderungen an eine bessere und leichtere Interoperabilität bisher voneinander unabhängiger Systeme stellen. Vom Fahrzeug her gedachtes bidirektionales Laden sowie vom Gebäude her gedachte Energiemanagementsysteme sind im Förderprogramm dabei zwei wichtige Themenschwerpunkte für die angestrebte engere Kopplung von Verkehrs- und Energiesektor. Die steigende Anzahl von Elektrofahrzeugen in den kommenden Jahren eröffnet ein großes Potenzial für die Nutzung der Batteriekapazitäten dieser Fahrzeuge für bidirektionales Laden, unter anderem zur Stabilisierung des Stromnetzes und zur Integration erneuerbarer Energien.

Bei heutigen Nutzer:innen, die neben einem Elektrofahrzeug auch über eine PV-Anlage verfügen, zeigt sich bereits ein höheres Interesse an bidirektionalem Laden im Vergleich zu anderen Nutzer:innengruppen.² Für andere Nutzer:innengruppen könnte die Kommunikation der Potenziale dieser Technologie und die Schaffung von Anreizen, wie bspw. finanzielle Vergütungen für die Bereitstellung von Energie aus dem Fahrzeug, die Attraktivität von und die Teilnahme an bidirektionalem Laden erhöhen.

Beim bidirektionalen Laden wird derzeit zwischen Vehicle-to-Home und Vehicle-to-Grid unterschieden. Ein intelligentes Energiemanagement in den hier beschriebenen lokalen Micro Smart Grids könnte in Zukunft zu einem effizienterem Netzbetrieb führen, indem es hohe Netzbelastungen und damit verbundene Ausbaumaßnahmen im Stromnetz reduziert. Gleichzeitig kann es selbst entscheiden, wann die zusätzliche Pufferspeicherkapazität des bidirektionalen Ladens lokal zur Vermeidung von hohen Netzbelastungen durch Erzeuger und Verbraucher:innen eingesetzt wird und wann sie dem Gesamtnetz zur Verfügung steht. In diesem Szenario sind Energiemanagementsysteme von Immobilien mit eigener Stromerzeugung und Ladeinfrastruktur das Scharnier zwischen dem Fahrzeug, dem Stromnetz und dem gesamten Energiesystem. Damit das dabei vorhandene Optimierungspotenzial voll ausgeschöpft werden kann,

² vgl. Helferich, M.; Tröger, J.; Stephan, A.; Preuss, S.; Pelka, S., Stute, J.; and Plötz, P. (2023). Tariff option preferences for smart and bidirectional charging: Evidence from battery electric vehicle users in Germany. Manuskript zur Veröffentlichung eingereicht.

benötigen Energiemanagementsysteme möglichst viel Informationen über und Steuerungszugriff auf die angeschlossenen Stromerzeuger und -verbraucher:innen. Darum ist die weitere Standardisierung von Hausautomatisierungstechnik und Energiemanagementsystemen so wichtig. Derzeit treffen hier noch Standards aus verschiedenen Bereichen aufeinander: Beispiele sind Standards aus der Hausautomatisierung (KNX), der Hausdigitalisierung (Matter/Zig-Bee), sowie dem etablierten Modbus und dem neuen EEBUS. Derzeit gibt es jedoch noch viele herstellereigene, auf eigene Produkte beschränkte Kommunikationsschnittstellen. Der Standard EEBUS ist zwar im Wissen um die steigende technische Komplexität der Energiewende und die damit einhergehende Sektorkopplung entworfen worden, muss er aber noch von mehr Herstellern, Installateuren und Kund:innen akzeptiert, produziert, eingebaut und genutzt werden. Dies sind die nötigen Schritte, um von einem Standard, verstanden als dokumentiertes und offengelegtes Design, zu einem Standard, verstanden als herstellerübergreifender Markt und übergreifendes Technologieökosystem zu werden. Eine wachsende Zahl von Mitgliedern im EEBUS-Konsortium sowie von verfügbaren kompatiblen Produkten weisen hier auf stetige Fortschritte hin. Typische Hürden, gerade im Bereich der Gebäudetechnik, sind

dabei die oft engen vertraglichen Bindungen zwischen einzelnen Herstellern und Installateuren sowie der Fortbildungsaufwand für Händler und Installateure mit Blick auf neue Standards und komplexere lokale Energiesysteme.

SEKTORKOPPLUNG

Die Sektorkopplung, die durch bidirektionales Laden und Energiemanagementsysteme in lokalen Micro Smart Grids entsteht, bringt gleich drei Sektoren zusammen: Mobilität, Energie und Gebäude. Gerade für die lokal ausgerichteten und mittelständisch geprägten Betreiber von Wohn-, Geschäfts-, und Parkimmobilien bedeutet diese Sektorkopplung einen enormen Digitalisierungssprung. Zugleich haben Gebäude sehr lange Nutzungs- und Erneuerungszyklen und profitieren von einfacher, herstellerunabhängiger Nach- und Aufrüstbarkeit von Gebäudeenergiesystemen. Für deren Digitalisierung sowie deren kontinuierliche Weiterentwicklung profitieren gerade mittelständische Akteure von gut entwickelten Technologie-Ökosystemen mit interoperablen Produkten verschiedener Hersteller, für die weniger einzelprodukt- und schnittstellenspezifisches Know-how vorzuhalten ist. Dadurch können mehr der meist knappen Personalressourcen in die Planung und Installation des Gesamtsystems fließen.

EINBINDUNG NEUER MOBILITÄTSFORMEN IN VERKEHRS- UND LOGISTIKSYSTEME

5.1

EINLEITUNG

Ladestandards und smarte Energiemanagementsysteme sind Eckpfeiler für die Elektrifizierung von Fahrzeugen, da sie die Digitalisierung der Infrastruktur aller Anwendungsfälle von Elektromobilität betreffen. Gleichzeitig betreffen sie in ihren Basisfunktionen eher lokal begrenzte Systeme wie Wohn- und Gewerbeimmobilien mit eigenen Ladestationen. Das Förderprogramm adressiert jedoch gleichzeitig die Digitalisierung und Elektrifizierung verschiedener Bereiche der übergeordneten Verkehrs- und Logistiksysteme, z.B. des ÖPNV sowie Paketdienstleistungen. Diese sind heterogener und weniger klar räumlich eingegrenzt, zeigen aber die großen Entwicklungskorridore für die Folgeinnovationen auf, die sich aus der weiteren Elektrifizierung, Digitalisierung und Integration des Energie- und Mobilitätssektors für zahlreiche Anwendungsfelder ergeben. Im Rahmen der Erhebungen zu dieser Studie wurden dazu folgende Anwendungen als für die Förderprojekte besonders relevante Beispiele genannt.

LADEBEDARFSPLANUNG

Ladeinfrastrukturen könnten effizienter genutzt und geplant werden, wenn möglichst frühzeitig der Ladebedarf bekannt ist. Für einzelne Fahrzeuge benötigt dies standardisierte Schnittstellen zur Telekommunikation mit Ladeanbietern, während Infrastrukturanbieter von vereinheitlichten und öffentlich zugänglichen Mobilitäts- und Ladebedarfsdatensätzen profitieren.

MOBILITY-AS-A-SERVICE

Neue Mobilitätsanforderungen von Nutzer:innen, die Elektrifizierung des Verkehrs und die Entwicklung autonomer Fahrzeuge machen

Mobilität mehr und mehr zu einer Dienstleistung und schaffen in Form von autonomen Taxis und Mehrpersonenshuttles neue Möglichkeiten, die digital in bestehende Verkehrsangebote eingebunden werden können.

LAST-MILE-LOGISTICS

Gerade in Gegenden mit besonders hoher oder besonders geringer Bevölkerungsdichte besteht für Kund:innen oder Anbieter von Paketdienstleistungen großes Optimierungspotenzial durch die bessere Abstimmung zwischen Anbietern und die Nutzung spezieller Fahrzeuge oder Drohnen.

KOPPLUNG VON ÖPNV UND LOGISTIK

Digitalisierung und Elektrifizierung sowie ordnungspolitische Maßnahmen und smarte Robotertechniken schaffen neue Möglichkeiten für die Nutzung bestehender Infrastrukturen und Fahrzeugflotten. Die Mitbenutzung von Straßenbahnnetzen für Paketlieferungen z. B. kann den innerstädtischen Lieferverkehr optimieren und reduzieren. Während in dem vorherigen Kapitel die Rolle von Elektrofahrzeugen als Energieverbraucher und -speicher im Vordergrund stand, so liegt hier die Gemeinsamkeit in der digitalen Verknüpfung von Dienstleistungen und Infrastrukturen in der optimierten *Nutzung* von Elektrofahrzeugen. Dies setzt standardisierte Datenschnittstellen voraus, über die Anbieter untereinander oder Nutzer:innen mit mehreren Anbietern gleichzeitig kommunizieren können.

5.2

LADEBEDARFSPLANUNG

Die innerhalb Kapitel 3 beschriebenen Ladetechnologien und die in Kapitel 4 beschriebenen Energiemanagementsysteme und mit bidirektionalen Stromflüssen eingebundenen Fahrzeuge setzen meist die unmittelbare Nähe von Fahrzeug und Ladestation voraus. Die der-

TABELLE 3

PROJEKT	INHALTE
D-E-Mand 01/20–01/23 2,1 Mio. € VW	Das Projekt entwickelte neue Datenerhebungs- und Analyseverfahren, mit denen erhöhte Ladebedarfe von Elektro-Pkw zu bestimmten Zeiten an bestimmten Orten vorhersagt werden können. Erprobungsszenario waren z. B. große Festivals, für die eigene Ladestationen errichtet werden müssen. Mit den verfügbaren Informationen insgesamt sollen neue, lokal besser abgestimmte Geschäftsmodelle für Ladepunktanbieter ermöglicht werden. Netzbetreiber sollen über die verbesserten Datensätze und Analytics-Schnittstellen neue Mittel zur Bedarfsermittlung und Optimierung der Energieversorgung angeboten werden.
Omni-E 01/21–12/23 1,4 Mio. € Monalysis	Ziel von Omni-E ist es, ein herstellerunabhängiges IKT-basiertes Analyse-tool zu entwickeln, das ÖPNV-Betreiber aufzeigt, auf welchen Routen im Verkehrsnetz Dieselbusse am besten durch Elektrobusse ersetzt werden können. Aus der Zusammenführung und Analyse der vorhandenen Daten zu Fahrzeugen, Verkehrsplänen, Verkehrs- und Stromnetzinfrasturktur kann ermittelt werden, welche Ladekonzepte möglich sind, welche technische Konfiguration der Ladeinfrastruktur sich daraus ergibt und an welchen Orten diese aufgebaut werden muss. Dabei können die entstehende Kostenstruktur und die mögliche Einbeziehung erneuerbarer Energien ermittelt werden.

zeitigen Standardisierungsaktivitäten der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladesäule um die ISO 15118 herum konzentrieren sich darum vor allem auf diesen Fall. Laut mehreren Projektvertreter:innen würden jedoch erweiterte Telekommunikationsmöglichkeiten für das Lademanagement großes Optimierungspotenzial mit sich bringen. Konkrete Beispiele aus dem Förderprogramm sind die Flughafenlangzeitparkplätze im Projekt *ChargePal* sowie innerstädtische Parkhäuser des Projekts *iLaPark*. Beide Anwendungsfälle würden stark davon profitieren, wenn bereits vor Ankunft des Fahrzeugs der Parkzeitraum, der Ladestatus der Batterie bei Ankunft und der gewünschte Füllstand bei Abfahrt bekannt wären. So würde sich der Planungs- und Optimierungszeitraum für das Energiemanagement deutlich vergrößern.

Im Projekt *iLaPark* wird bereits erprobt, solche Informationen über eine selbst entwickelte App von Kund:innen in Erfahrung zu bringen. Die Plattform hinter dieser App verbindet Parkhäuser und Ladestationen zu virtuellen Clustern, um eine optimale Belegung der Ladestationen und Verteilung der elektrischen Energielast zu erreichen. Zudem wird Parkhausbetreibern ermöglicht, den Endkund:innen Parken und Laden kombiniert und digital anzubieten.

Die Vorhersage von Ladebedarfen ist ein zentraler Arbeitsschwerpunkt der Projekte *D-E-Mand* und *Omni-E*, die jeweils selbst Daten erheben und verfügbare Daten zusammenführen, um für den Ladebedarf von Pkw bei Großevents bzw. den Ladebedarf von Elektrobussen in kommunalen Verkehrssystemen vorherzusagen (vgl. Tabelle 3).

5.2 LADEBEDARFSPLANUNG

Beide Projekte zielen darauf ab, die Planbarkeit neuer elektrischer Ladeinfrastruktur und Verkehrssysteme besser planbar zu machen, indem ihre Errichtung enger mit dem Nutzungsverhalten und den vorhandenen Gegebenheiten verbunden werden kann. Besser verfügbare Ladebedarfsdaten können also nicht nur die Nutzung bestehender, lokaler Lademanagementsysteme verbessern, sondern auch übergeordnet die Standortwahl und -skalierung neuer Infrastruktur optimieren. Derzeit stehen noch keine standardisierten Schnittstellen zur Verfügung, mit denen Fahrzeughalter:innen, Ladepunktbetreiber oder weitere Akteure mit relevanten Informationen solche Daten sicher, einheitlich und anonym austauschen könnten. Fahrzeugseitig müssten dafür Schnittstellen geschaffen werden, über die Fahrzeugnutzer:innen Strombedarfs- und Streckendaten gezielt an Cloud-Services z. B. einzelner Park- und Ladeanbieter weitergeben können, ohne den manuellen Umweg über einzelne Apps. Dieses Funktionsszenario geht derzeit weit über die aktuellen Aktivitäten im Rahmen der Ladekommunikationsstandards wie z. B. der ISO 15118 und des OCCP hinaus.

Die bessere Nutzung aggregierter Daten, z. B. von Ladeinfrastrukturbetreibern, ist Gegenstand des **Masterplan Ladeinfrastruktur II** der Bundesregierung. So sollen künftig Daten wie der Belegungszustand von Ladepunkten in Echtzeit zur Verfügung gestellt werden. Außerdem soll sichergestellt werden, dass die Planung des Ladeinfrastrukturaufbaus auf der Basis solider Daten und Analysen über die Verteilung und Nutzung der Ladepunkte erfolgt. Dazu sollen erstmals

auch private, nichtöffentliche Ladepunkte erhoben und einbezogen werden. In diesem Sinne wurde durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr die Nutzung pseudo-anonymisierter Maut-Daten für Auswertungen zur Bedarfsplanung des Ladeinfrastrukturnetzes für Lkw durch die **Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur** ermöglicht. Der Hauptfokus der derzeit geplanten Maßnahmen des Masterplans liegt zuerst auf der Verbesserung der Bereitstellung von statischen und dynamischen Daten zur Verfügbarkeit über Betriebszustand, Ladepreis von Ladepunkten für Nutzer:innen von elektrischen Fahrzeugen. Hier wird derzeit (Stand 2023) erarbeitet, welche Daten welchen Anwender:innen in welcher Form zur Verfügung gestellt werden können und dürfen. In den Projektinterviews gewünschte Funktionen, wie die Reservierbarkeit von Ladepunkten sowie automatische und nutzungsfreundliche Authentifizierung und Bezahlung von Ladevorgängen, benötigen einen öffentlichen und diskriminierungsfrei zugänglichen Datenraum sowie standardisierte und offene Übermittlungs- und Kommunikationsprotokolle. Deren Implementation wird laut Masterplan Ladeinfrastruktur II Gegenstand einer gemeinsamen Roadmap für die Digitalisierung des Gesamtsystems Ladeinfrastruktur sein, deren Veröffentlichung für das Jahr 2024 geplant ist. Aus Nutzungssicht ist das angestrebte Ziel, Ladedienstleistungen, die den Komfort von „Plug and Charge“ zu einem „Book and Charge“ zu erweitern, indem die routenoptimale Reservierung und Bezahlung einer Ladedienstleistung bereits vor Eintreffen an der Ladeinfrastruktur oder sogar vor Fahrtbeginn automatisch abgewickelt werden können.

MASTERPLAN LADEINFRASTRUKTUR II

[bmdv.bund.de/SharedDocs/
DE/Anlage/G/masterplan-
ladeinfrastruktur-2.pdf](https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/masterplan-ladeinfrastruktur-2.pdf)

NATIONALE LEITSTELLE LADEINFRASTRUKTUR

nationale-leitstelle.de

5.3

MOBILITY-AS-A-SERVICE / INTERMODALER VERKEHR

61 WEITERE FÖRDER- PROJEKTE ZUM THEMA AUTONOME BUSSE

vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx

Das Förderprogramm unterstützt in mehreren Projekten die Entwicklung autonomer Shuttles und deren Einbindung in den öffentlichen Nahverkehr. Sowohl die Integration autonomer Fahrzeuge als auch die Nutzung von Flotten im Rahmen von MaaS stellen spezifische Anforderungen an Elektromobilität und Ladeinfrastruktur. Tabelle 4 beschreibt hierbei, mit welcher Perspektive und Zielsetzung sich die Förderprojekte diesem Thema nähern. Der VDV führt deutschlandweit insgesamt **61 weitere Förderprojekte zum Thema autonome Busse** ⁷¹ auf. Die meisten dieser Projekte haben Pilotcharakter, da sie die Weiterentwicklung autonomer Fahrzeuge beinhalten oder antizipieren, und deren Einsatz in lokal eingegrenzten ÖPNV-Situationen erproben. Hier kommt autonomen Shuttles oft die Rolle des On-Demand-Bindegliedes oder der Schnittstelle zwischen bestehenden Verkehrsangeboten zu. Derzeit ist es nur schwer möglich, eine

verkehrsmittel- und vor allem anbieterübergreifende Reise innerhalb einer einzelnen Anwendung zu planen, zu buchen und zu bezahlen. Solche intermodalen Verkehrsangebote benötigen einen standardisierten Informations- und Zahlungsaustausch. Die dafür nötigen Standards sind jedoch noch nicht etabliert. Laut Projektbeteiligten drückt sich dies vor allem durch fehlende zentrale Schnittstellen und mangelnde Bereitstellung von Daten in standardisierter Form aus, was die Anbindung an bestehende Plattformen und intermodale Buchungs- und Abrechnungsvorgänge erschwert.

TABELLE 4

PROJEKT	INHALTE
ABSOLUT 01/19–09/21 12,2 Mio. € Leipz. Verkehrsbetr.	Das Projekt konzentriert sich darauf, die technologischen Anforderungen für den Einsatz automatisierter Busshuttles im ÖPNV zu erforschen und zu demonstrieren. Ziel des Projekts ist es, die Technologien sowohl für Fahrzeuge als auch für die Infrastruktur zu entwickeln, um die automatisierten Kleinbusse in den Nahverkehr einzubinden. Dabei wird der Linienbetrieb mit Bedarfshalten und On-Demand-Beförderung ermöglicht. Das Projekt wurde im November 2022 erfolgreich abgeschlossen.
UrbanMove 01/18–12/20 3,4 Mio. € e.GO Mobile	Ziel ist es, umweltfreundliche und effiziente Mobilitätsangebote zu entwickeln, die auf individuelle Nutzungsbedürfnisse zugeschnitten sind. Es umfasst die Entwicklung eines hoch automatisierten und elektrisch betriebenen Kleinbusses, auch bekannt als PeopleMover. Technisches Ziel des Projektes ist u. a. die Entwicklung von rechtssicheren und flexiblen Datenschnittstellen.
Hub Chain 01/19–11/20 3 Mio. € Stadtwerke Osnabrück	Das Projekt erforscht die Verknüpfung von On-Demand- und Taktverkehr sowie neue Formen des ländlichen ÖPNV im Kontext digitaler Systeme und autonomer Fahrzeuge. Das Hauptziel besteht darin, die Mobilität in ländlichen und suburbanen Räumen zu verbessern und insbesondere die Anbindung an nahegelegene Zentren zu stärken. Dazu wird eine Distributionsplattform für die beteiligten Verkehrsunternehmen aufgebaut, um die Vernetzung von On-Demand-Verkehrsangeboten mit getakteten Buslinien zu ermöglichen. Eine digitale Mobilitätsplattform soll den Kund:innen die vereinfachte Nutzung dieser Angebote ermöglichen.
ADVANTAGE 12/20–11/23 2,7 Mio. € ifak	Das Projekt zielt darauf ab, das vollständig autonome Laden von elektrisch betriebenen Fahrzeugen im Bereich der Logistik und des öffentlichen Verkehrs zu ermöglichen. Es konzentriert sich auf die Integration von induktiven Ladeprozessen, um das Laden autonomer Fahrzeuge zu energetisch und wirtschaftlich günstigen Zeiten zu ermöglichen.

5.3 MOBILITY-AS-A-SERVICE / INTERMODALER VERKEHR

Ein zentrales Anwendungsszenario des intermodalen Verkehrs ist die intelligente Einbindung autonomer Shuttles in den ÖPNV und somit die bedarfsorientierte Erweiterung des ÖPNV in Räume und zu Betriebszeiten mit geringerer Nachfrage für einen regelmäßigen Linienverkehr bzw. fahrwegflexiblen On-Demand-Verkehr im vorgesehenen Bedienfeld. Die Einbindung dieser Bedarfsdienste in den übergeordneten ÖPNV zu gewährleisten, benötigt Systeme, die Nutzer:innen das nahtlose Reisen ermöglichen. Die Entwicklung einiger der dafür nötigen Lösungen wird bereits in den Demonstrator-Projekten **regiomove**  in Karlsruhe sowie dem Reallabor Hamburg **RealLabHH**  der Nationalen Plattform Zukunft Mobilität realisiert. Ersteres befasste sich mit der Integration von z.B. E-Scootern und Mietautos in die App des regionalen Verkehrsverbundes KVV. Im *RealLabHH* wurde unter anderem die Einbindung von lokalen, personengeführten On-Demand-Shuttles in das digitale Angebot des Hamburger Verkehrsverbunds HVV integriert, welches derzeit über die dedizierte App „hvv hop“ zu nutzen ist.

Für die weitere Entwicklung dieser intermodalen Verkehrsangebote benötigt es offene Datenaustauschplattformen und Bezahlösungen. Auf europäischer Ebene gibt es diesbezüglich die Cloud-Initiative *Gaia-X*, welche eine föderierte Datenarchitektur schaffen möchte, die es Unternehmen und Organisationen ermöglicht, Daten sicher auszutauschen und zu speichern. Auf Basis **dieses Ökosystems** , insbesondere der Datenarchitektur, können Dienste branchenübergreifend untereinander vernetzt werden. Auf deutscher Ebene ging hieraus durch den Förderwettbewerb *Innovative und praxisnahe Anwendungen und Datenräume im digitalen Ökosystem Gaia-X* des

BMWK der „**Mobility Data Space**“  hervor. Als Datenraum möchte dieser bis Ende 2023 die bereits bestehende Plattform „Mobilithek“ integrieren. Die dafür nötigen Governance-Regeln und eine geeignete Architektur werden auf europäischer Ebene im Rahmen von *Gaia-X* entwickelt, um europäische Datenschutzerfordernisse zu erfüllen und einen einfachen Zugang sowie Interoperabilität zu gewährleisten. Dies soll den Akteuren im Mobilitätssektor die Möglichkeit bieten, Mobilitätsdaten, wie bspw. ÖPNV- oder Verkehrsflussinformationen, untereinander auszutauschen. So könnte in Zukunft bspw. auch das grenzüberschreitende Reisen innerhalb Europas deutlich nahtloser gestaltet werden.

Auf Ebene der Bezahlssysteme gibt es diesbezüglich Entwicklungen beim Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), welcher durch die sogenannte VDV-Kernapplikation (VDV-KA) einen offenen Daten- und Schnittstellenstandard für elektronisches Ticketing bzw. elektronisches Fahrgeldmanagement bereitstellt. Seit 2019 ist es angeschlossenen Verkehrsverbünden somit über ein zentrales Clearing-System möglich, Fahrgeldeinnahmen untereinander abzurechnen und Fahrgästen das tarifübergreifende Reisen zu vereinfachen. Es lässt sich jedoch feststellen, dass trotz bereits teilweise langjährig bestehender Plattformen und zahlreicher Bemühungen, zentralisierte und standardisierte Mobilitätsdaten- und Bezahlssysteme zu schaffen, eine Etablierung dieser Systeme als Standard aus Nutzungssicht bisher nur teilweise auf lokaler Ebene stattgefunden hat. In Zukunft können diese Systeme für Pilotprojekte jedoch eine wichtige Grundlage bilden, um eine weitere Integration in Verkehrs- und Logistiksysteme voranzutreiben.

REGIOMOVE

kvv.de/mobilitaet/regiomove

REALLABHH

bmwk.de/reallabhh

GAIA-X

Aufbau einer europäischen Dateninfrastruktur
data-infrastructure.eu/GAIA-X/Navigation/EN/Home

MOBILITY DATA SPACE

mobility-dataspace.eu/de

5.4

LOGISTIK AUF DER LETZTEN MEILE

TABELLE 5

PROJEKT	INHALTE
SmiLE 03/18–02/21 GoodsTag	Das Projekt zielt darauf ab, die Logistik auf der letzten Meile in urbanen und ländlichen Gebieten neu zu gestalten. Genutzt wird eine IoT-Software, um verschiedene moderne Logistikansätze umzusetzen. Dazu gehören die Lieferung an den Wunschort oder zum -termin, Crowd Logistics, sowie die Zusammenarbeit mit Kurier-, Express- und Paketdienstleistern. Das Projekt erforscht auch diskriminierungsfreie Zusammenarbeit und den offenen Zugang zu neuen Zustellformen.
Mobil-e-hub 01/21–12/22 2,7 Mio. € BridgingIT	Mobil-e-hub strebt danach, eine umweltfreundliche und vernetzte Logistik mithilfe von IKT zu etablieren. Primär soll der öffentliche Raum vor dem Hintergrund des steigenden Bedarfs an Logistikverkehr nachhaltig zu entlasten. Indem speziell angepasste Drohnen, eine Landeplattform für Fahrzeugdächer und eine offene Steuerungsplattform eingesetzt werden, sollen Fahrzeuge des ÖPNV in die Verteilungsaufgaben integriert werden, anstatt zusätzliche Logistikfahrzeuge in den Städten einzusetzen.
SML 05/20–04/23 3,9 Mio. € DAKO	Durch die Schaffung einer kooperativen Logistikplattform mit einer dynamischen Tourenplanung sollen Paket- und Medienlogistikunternehmen zusammenarbeiten, um Sendungsmengen untereinander auszutauschen. Das Hauptziel besteht darin, Elektrofahrzeuge wirtschaftlich auszulasten, indem eine unternehmensübergreifende Optimierung von Touren erreicht wird. So soll den Herausforderungen des steigenden Paketvolumens und der Umweltbelastung in der Logistik begegnet werden.

Derzeit gibt es einen großen Bedarf, Lieferungen in der Logistik auf der letzten Meile zu koordinieren, um Emissionen einzusparen und das Verkehrsaufkommen zu verringern. Deutlich wird dies bspw. durch die Vielzahl an unterschiedlichen Paketzustelldiensten. Auch empfangen Haushalte und Unternehmen mehrere unterschiedliche Lieferungen und Sendungen zu unterschiedlichen Zeiten am Tag. Im ländlichen Raum wiederum ist der Ressourcenverbrauch für die Lieferung eines Paketes ungleich höher, wodurch für die Logistikunternehmen auch wirtschaftliche Anreize bestehen, Skalenpotenziale durch das Zusammenlegen von Lieferungen auszunutzen.

Ein Ansatz, diesem Bedarf gerecht zu werden, besteht in der Öffnung der letzten Meile, also der anbieterübergreifenden Zustellung von Lieferungen für Endkund:innen. So können auch Drittanbieter die letzte Meile bedienen, was zu vermehrtem Wettbewerb und wiederum zu mehr Auswahlmöglichkeiten bei der Lieferung für Haushalte und Unternehmen führt. Darüber hinaus können Sendungen anbieterübergreifend zusammengelegt und zugestellt werden und somit Fahrten eingespart werden. Eine wesentliche Voraussetzung für die Öffnung der letzten Meile ist eine Standardisierungslandschaft, die die zuverlässige Identifikation einer Sendung und der beteiligten Parteien über die Lieferkette hinweg zulässt.

5.4 LOGISTIK AUF DER LETZTEN MEILE

Dieser Thematik widmete sich bereits das Förderprojekt *SmiLE* (Smart Last-Mile Logistik) aus dem BMWK-Technologieprogramm „**Smart Service Welt II**“  (2018–2021), unter anderem mit dem Ziel, diskriminierungsfreie Kooperationen auf der letzten Meile zu schaffen (vgl. Tabelle 5). Möglich wurde dies unter anderem durch die Zusammenarbeit mit der GS1 Germany. Diese erlauben über standardisierte Code-Systeme die eindeutige Identifikation einzelner Akteure durch eine Global Location Number (GLN), einzelner Produkte durch die Global Trade Item Number (GTIN) sowie einzelner Transportbehälter mit dem Serial Shipping Container Code (SSCC). Die GTN findet sich als Zahl und Barcode auf fast jeder Produktverpackung, die SSCC bspw. auf Versandpaketen. Über diese Codes kann ein Datenaustausch zwischen den beteiligten Partnern stattfinden, ohne dass sie hierfür jeweils über individuelle Schnittstellen verfügen müssen.

SmiLE bildet somit als Demonstratorprojekt eine wichtige Grundlage für die Förderthemen dieses Programms, die sich ebenfalls der Thematik der letzten Meile widmen. So erforscht das Projekt *SML* (Smart Multi-Use Logistic), wie derartige Kooperationen durch digitale Lösungen unterstützt werden können. Ziel ist unter anderem ein Feldversuch mit 150 Elektrofahrzeugen, die die gemischte Zustellung von Paketen, Medien und Pharmazeutika übernehmen. Gesteuert wird dies über eine IKT-Plattform, welche die Auslastung der Fahrzeuge maximiert, und die dynamische Tourenplanung übernimmt.

Das Projekt *Mobil-e-hub* wiederum möchte unter anderem das Verkehrsaufkommen im öffentlichen Raum verringern, indem es Lieferdrohnen in den bestehenden Verkehr einbindet. Mit speziellen Dachträgern ausgerüstete elektrische Busse übernehmen hierbei den Großteil des Transports zwischen zwei Hubs, Drohnen am Hub wiederum setzen die Lieferung dort ab oder nehmen sie von dort in Empfang.

Derartige Kooperationen und Ansätze, gestützt durch intelligente IKT-Infrastruktur, bergen somit ein großes Potenzial, die Umwelt und den öffentlichen Raum zu entlasten und Fahrten besser auszulasten. Dem steht laut Projekten seitens des Marktes jedoch das oligopolistisch geprägte Marktumfeld innerhalb der Logistikbranche entgegen. Eine Öffnung der letzten Meile für Drittanbieter könnte etablierte Logistikunternehmen Marktanteile kosten, den Innovationsdruck erhöhen und Einbußen der Markenpräsenz gegenüber den Endkund:innen bedeuten. Dementsprechend wenige Anreize gibt es zurzeit für diese Unternehmen, außerhalb von Fördervorhaben Kooperationen einzugehen und Sendungsdaten in standardisierter Form freizugeben, auch wenn die Grundlagen hierfür bereits durch Organisationen wie die GS1 geschaffen sind. Der übergeordnete Zielkonflikt besteht dabei in den unterschiedlichen Optimierungszielen der Anwohner:innen und Gemeinden sowie einzelner Logistikanbieter: Erstere wollen bei niedriger Fahrzeuganzahl im öffentlichen Raum Pakete gesammelt empfangen, während Letztere die Auslastung und Rentabilität einzelner Routen und Geschäftsprozesse im Blick haben.

SMART SERVICE WELT II

[bmwk.de/
smartservicewelten](https://bmwk.de/smartservicewelten)

5.5

VERKNÜPFUNG VON LOGISTIK UND VERKEHRSSYSTEMEN

SNACKS 2.0

[i-sme.de/forschung/
snacks-2-0-schweriner-
lieferverkehr-der-zukunft](https://i-sme.de/forschung/snacks-2-0-schweriner-lieferverkehr-der-zukunft)

FALLBEISPIEL: LogIKTram			
KONSORTIALLEITUNG:	Albtal-Verkehrs-Gesellschaft GmbH		
FÖRDERVOLUMEN:	ca. 2,8 Mio. €	LAUFZEIT:	03/2021–02/2024
Das Projekt <i>LogIKTram</i> erforscht die Möglichkeit der Integration des Güternahverkehrs in den ÖPNV, um Flächenkonflikten entgegenzuwirken und Kapazitäten der Verkehrsinfrastruktur effizienter zu nutzen. Den Transport der Waren sollen hierbei Roboter übernehmen, die den ÖPNV selbstständig mitbenutzen. Teil des Projekts ist zudem die Entwicklung einer IKT-Plattform für den zukünftigen Warentransport in Straßenbahnen. Das Ziel des Vorhabens besteht in der Umsetzung notwendiger Grundlagen von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) für einen zukünftigen Gütertransport in Straßenbahn- und Stadtbahnwagen im städtischen und regionalen Verkehr. Hierdurch sollen auch die Logistik auf der letzten Meile mit effizienten Umschlag- und Transportverfahren unterstützt und wichtige Elemente in Simulationen untersucht werden.			

Intermodalität ist nicht nur für den Personenverkehr, sondern auch für den Logistiksektor ein wichtiges Zukunftsthema. Dies verdeutlicht das Projekt *LogIKTram*, welches die Mitbenutzung von Straßenbahnen für den Güterverkehr erschließt. Für diese duale Nutzung des ÖPNV gibt es drei Konzepte: erstens Güterverkehr als Beilage mit automatisiertem Transport im vorhandenen Fahrzeug, zweitens eigene Fahrzeuge, die an Straßenbahnen angehängt werden sowie drittens dedizierte Lieferfahrzeuge, welche das Personennetz mitbenutzen. *LogIKTram* verfolgt dabei das erste Konzept. In Schwerin gibt es das ebenfalls von der Bundesregierung geförderte Projekt **SNACKS 2.0** ⁷, welches in Form von eigens für die Paketverteilung fahrenden DHL-Straßenbahnen Konzept 3 verfolgt. Im Anwendungsfall von *LogIKTram* können Warenlogistik, Fahrzeugbetrieb und Schienennetz prinzipiell von drei unterschiedlichen Unternehmen betrieben werden. Zudem ist das Straßenbahnnetz vor allem für die erste und letzte Meile von Lieferketten relevant, die oft viele weitere Logistikpartner umfassen. Darum sind für *LogIKTram* Interoperabilitätsstandards für den Informationsaustausch zwischen allen am Transport beteiligten Akteuren von großer Bedeutung, insbesondere, um den Personenverkehr nicht zu beeinträchtigen. Für die Güteridentifikation kommen dabei vor allem die etablierten Standards der GS1-Organisation für die Identifizierung von Produkten und Transportcontainern zum Einsatz.

5.5 VERKNÜPFUNG VON LOGISTIK UND VERKEHRSSYSTEMEN

Die effiziente Weitergabe solcher Informationen zwischen mehreren Beteiligten in komplexen Lieferketten erfordert vereinheitlichte IKT-Systeme für das Logistikmanagement. Die dafür nötige **IT-Architektur 71** wurde in mehreren EU-geförderten Projekten, wie z.B. *Freightwise* und *COMCIS*, seit dem Jahr 2006 entworfen und stetig weiterentwickelt. Ergebnisse dieser Projekte finden sich z.B. im Datei- und Datenmodell der Universal Business Language (UBL) wieder, welche in der ISO 19845 die Grundlagen des Informationsaustauschs zwischen Geschäftspartnern standardisiert. Die gerade in der Entwicklung befindliche ISO 24533-2 adressiert den elektronischen Informationsaustausch zur Erleichterung des Güterverkehrs und dessen intermodale Organisation.

IT-ARCHITEKTUR

[comcis.eu/downloads/
common_framework.pdf](http://comcis.eu/downloads/common_framework.pdf)

VDV-SCHRIFT 452

[vdv.de/oepnv-
datenmodell.aspx](http://vdv.de/oepnv-datenmodell.aspx)

VDV-SCHRIFT 454

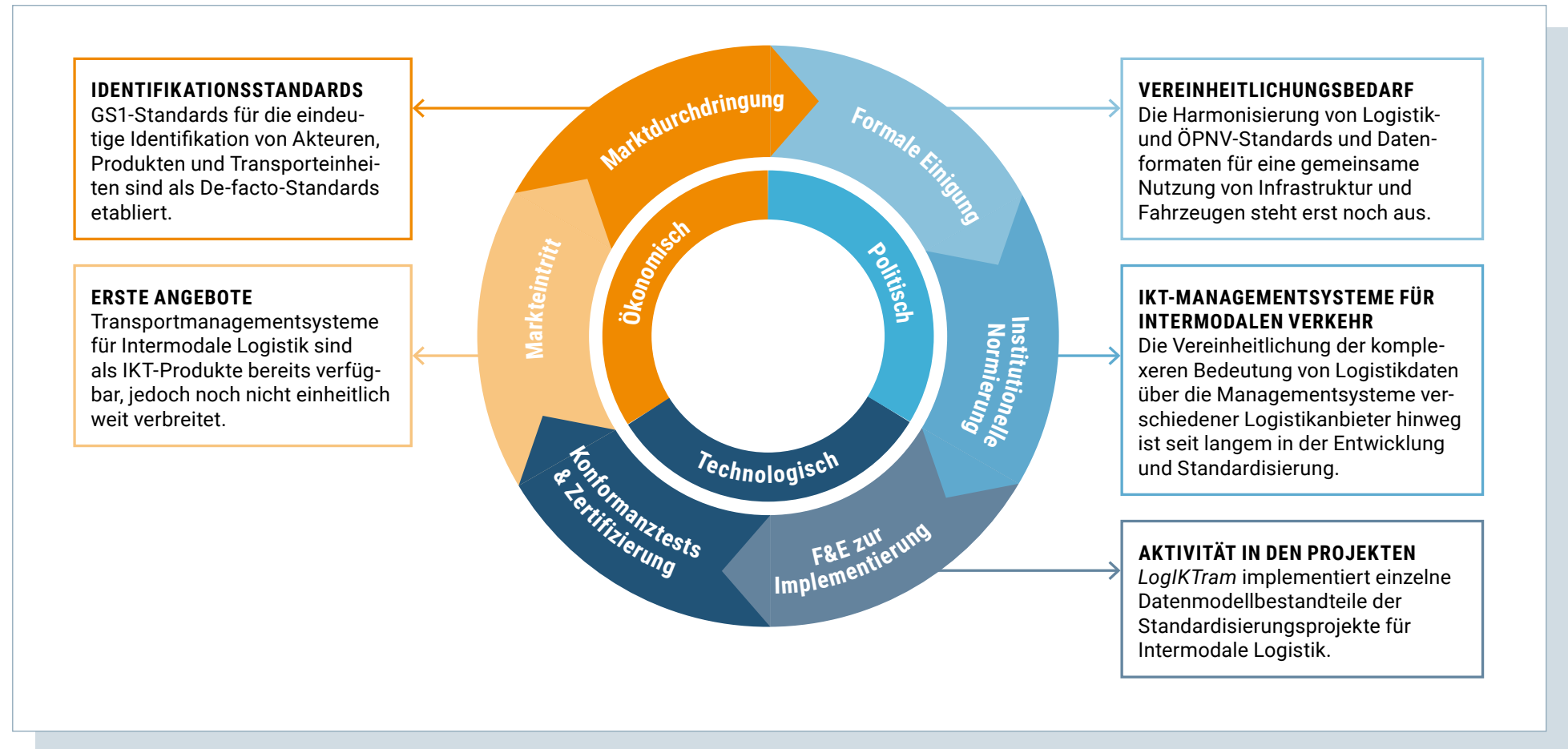
[vdv.de/ist-daten-
schnittstellen.aspx](http://vdv.de/ist-daten-schnittstellen.aspx)

LogIKTram knüpft an diese langjährigen Vorarbeiten an. Konkret sind dies die Datenaustauschmodelle TSD (*Transport Service Description*) TEP (*Transport Execution Plan*), die bereits im *Freightwise*-Projekt zwischen 2006 und 2010 definiert wurden. Die TSD ermöglicht es den Transportdienstleistern, ihre Dienste bei den Kund:innen in einem gemeinsamen Format zu bewerben, und zwar in Form eines Fahrplans und einer Frachtrate, die in einem Standardformat veröffentlicht werden. Der TEP wiederum entspricht einem Vertrag zwischen Logistikanbieter und Kund:innen, die Einzelheiten eines Liefervertrags wie Vertragsbedingungen, Preis, Ort, Zeit etc. in einem einheitlichen Datenformat speichern und austauschen

können. Für den intermodalen Transport ist dies zentral, da die Rollen der Anbieter und der Kund:innen hier je nach Lieferung vertauscht sein können, wenn einzelne Streckenabschnitte, z.B. die letzte Meile via Straßenbahn, durch andere Logistikanbieter und Verkehrsmittel erbracht werden. Aus Perspektive von *LogIKTram* sind diese im Projekt *Freightwise* erarbeiteten Rahmenwerke und Datenformate für anbieterübergreifende Logistikketten bereits nutzbar und standardisiert, in der Praxis allerdings noch nicht weit verbreitet. Sie können ältere, fragmentiertere Standards ersetzen und damit einiges an Implementierungsarbeit für die Kommunikation zwischen verschiedenen Transportmanagementsystemen überflüssig machen. Für die duale Nutzung von Straßenbahnen als Anwendungsszenario von *LogIKTram* sind zudem die Standards für die Fahrplan- und Fahrzeugdaten im ÖPNV essenziell. Um die Transporteinheit von *LogIKTram* zuverlässig in Straßenbahnen mitfahren zu lassen, sind vorab wichtige Informationen über die Beschaffenheit des Innenraums einzelner Straßenbahnen nötig. Für die Digitalisierung des ÖPNV hat der VDV bereits die Formatierung und den Zugang zu Liniennetz- und Fahrplandaten (**VDV-Schrift 452 71**) sowie Fahrplanauskünften (**VDV-Schrift 454 71**) zu einzelnen Fahrzeugen normiert. Die in diesen Standards definierten Datensätze sind derzeit jedoch nur auf die Bedürfnisse des Personenverkehrs ausgerichtet und berücksichtigen noch nicht die Informationsbedürfnisse von Logistikanbietern.

ABBILDUNG 10

VERKNÜPFUNG VON LOGISTIK UND VERKEHRSSYSTEMEN



5.6

EINORDNUNG UND ANALYSE

Die vorherigen Unterkapitel skizzierten die Aktivitäten und Perspektiven des Förderprogramms in den Bereichen intelligente Ladeplanung, intermodaler und autonomer öffentlicher Verkehr (ÖV), intelligente Lösungen für die letzte Meile in der Warenlogistik sowie Integration von ÖV- und Logistikdienstleistungen. In jedem dieser Bereiche sind weitere Standardisierungsaktivitäten nötig, um die in der Vergangenheit getrennt voneinander organisierten Bereiche Energie, ÖV und Logistik digital zu verknüpfen, und so für Bürger:innen und Umwelt effizientere Leistungen und Geschäftsmodelle zu ermöglichen. Städte und Kommunen sind dabei jetzt schon die engsten Berührungspunkte dieser Bereiche. Eine solche intelligente Verkehrsplanung, die Förderung des Nahverkehrs und eine bessere Vernetzung aller Verkehrsteilnehmenden in einer vereinheitlichten Kommunikationsinfrastruktur sind dabei die Kennzeichen einer Smart City. Das Konzept der Smart City sieht neben der Digitalisierung einzelner Sektoren vor allem deren Vernetzung vor, um Synergien zu erzeugen und zu nutzen. Folglich können die in diesem Kapitel beschriebenen Entwicklungsbereiche als Teilbereiche einer Smart City verstanden werden, die das übergeordnete Ziel verfolgt, durch Digitalisierung und Vernetzung die Teilhabe und Lebensqualität von Bürger:innen zu erhöhen und eine ökonomisch, ökologisch und sozial nachhaltige Kommune oder Region zu schaffen. Der **Smart City Navigator** ⁷¹ des BMWK gibt einen Überblick über zahlreiche Förderprojekte, die weitere Teilaspekte von Smart Cities adressieren.

Einheitliche, also standardisierte Schnittstellen sind dabei eine zentrale Voraussetzung für die digitale Verknüpfung bisher unabhängiger Bereiche durch die Kommunen. Darum koordinieren DIN und DKE das **Smart City Standards Forum (SCSF)** ⁷², um Akteure und Nutzer:innen aus Kommunen, Politik, Zivilgesellschaft, Wirtschaft, Verbänden, Forschung und technischen Regelsetzern miteinander zu vernetzen, und relevante Standardisierungsprojekte zu koordinieren. Erste Ergebnisse dieser Arbeiten werden in DIN SPECs dokumentiert, welche als Koordinierungsbasis späterer Standards dienen können. So skizziert die DIN SPEC 91387, welche Handlungsfelder dem – nach wie vor recht weit gefassten – Begriff „Smart City“ zugeordnet und folglich digitalisiert und verknüpft werden sollten. Insgesamt sind Städte und Kommunen auf eigene IKT-Systeme angewiesen, die die digitalen Informationen aus den Bereichen Energie, Verkehr, Logistik etc. zusammenführen. In der DIN SPEC 91357 wird das „Referenzarchitekturmodell Offene Urbane Plattform“ (OUP), ein standardisiertes Rahmenwerk beschrieben, zu dem technische Komponenten verschiedener Hersteller konform sind und so eine unkomplizierte Nutzung urbaner Daten über verschiedene Infrastrukturen hinweg ermöglicht wird. Darauf aufbauend wird in der DIN SPEC 91397 ein Leitfaden entwickelt, der es den Kommunen erleichtern soll, digitale Systeme für ihr Quartiersmanagement zu implementieren.

SMART CITY NAVIGATOR

de.digital/SiteGlobals/DIGITAL/Forms/Listen/Smart-City-Navigator/smart-city-navigator_Formular

SMART CITY STANDARDS FORUM

din.de/de/forschung-und-innovation/themen/smart-cities/smart-city-standards-forum

A large, light orange, stylized number '6' serves as a background for the text. It has a thick, rounded stroke with a slight gap at the top.

FAZIT

The background is a solid orange color. It features a pattern of small, light orange squares. Some squares are solid, while others are outlines. These squares are arranged in a grid-like pattern, with some missing or faded, creating a textured, pixelated effect. The squares are more densely packed in some areas, particularly towards the bottom and right sides of the image.

6. FAZIT

Für die vorliegende Studie wurde die **Perspektive von Nutzer:innen und Anwender:innen** als konzeptioneller Zugang zum Themenbereich Standardisierung und Interoperabilität gewählt. Dies bedeutet, dass eine Technologie oder eine Schnittstelle dadurch zum relevanten Standard wird, dass sie weit verbreitet sind und eine große Nutzer:innenbasis haben. Nur so können sie zur Vereinfachung durch Komplexitätsreduktion und zur Ausgangsbasis für kompatible oder darauf aufbauende Folgeinnovationen in Form von Produkten und Geschäftsmodellen werden. Der Weg dahin kann über Kollaboration in Gremien wie der DIN und der ISO, über die dominante Rolle einzelner Anbieter oder Lösungen auf Technologiemarkten oder einer Mischung aus beidem führen. Dies bedeutet, dass eine DIN- oder ISO-Norm nur durch die Verfügbarkeit und breite Nutzung von Produkten zum relevanten Standard wird. Gleichzeitig benötigen die Lösungen einzelner besonders verbreiteter Anbieter, z. B. TESLA-Ladestecker und -Säulen, keine gremienbasierte Normierung, um als (De-facto-) Standard betrachtet zu werden.

Für die Projekte im Förderprogramm „IKT für Elektromobilität“ hat dies zur Folge, dass sie beides beobachten und in ihrer Projektplanung berücksichtigen müssen: die derzeit auf dem Markt verfügbaren und verbreiteten Technologien sowie die in Konsortien und Gremien in der Abstimmung befindlichen Technologien. Beide Formen von Standards funktionieren dabei als Scharnier zwischen Technologie-

entwicklung und -vermarktung: Vor allem Konsortialstandards sowie Spezifikationen und Normen von Organisationen wie DIN und ISO dokumentieren den aktuellen Stand der Technik und erleichtern so die strategische Ausrichtung neuer Forschungsprojekte. Gerade für KMU und anwendungsnahe Technologieintegratoren sind jedoch nicht nur der formale Standardisierungsstand, sondern auch die bereits vorhandene oder perspektivische Marktverbreitung einer Technologie von Bedeutung. So sind z. B. Forschungsprojekte, die Lade- und Energiemanagementsysteme für spezielle Anwendungsszenarien entwickeln, oft auf den Standardisierungs- und damit Kompatibilitätsstand der bereits am Markt verfügbaren Fahrzeuge und Ladeinfrastrukturkomponenten angewiesen. Viele Forschungsprojekte orientieren sich jedoch auch eng an etablierten Technologien und Standards mit einer bereits vorhandenen oder absehbaren Verbreitungs- und Installationsbasis, um die späteren Vermarktungsrisiken ihrer Forschungsergebnisse durch das Vorhandensein potenzieller Nutzer:innen zu begrenzen. Förderprogramme wie „IKT für Elektromobilität“ bieten dabei den anwendungsorientierten Forschungsvorhaben den Freiraum, sowohl aktuelle Entwicklungen in den Standardisierungsorganisationen als auch die Entwicklungen und Erwartungen auf den adressierten Märkten zu analysieren und zu validieren, um so für ihre eigenen F&E-Aktivitäten die richtige Balance zwischen eigenen Innovationen und der Anschlussfähigkeit an die Trends und Vorgaben der Energie- und Mobilitätsmärkte zu finden.

6. FAZIT

IKT Für Elektromobilität fokussiert sich mit hohem Anwendungsbezug auf digitale Technologien an den Schnittstellen von Fahrzeug, Ladeinfrastruktur und neuen Mobilitätsanwendungen in Logistik und Verkehr. Diese thematische Breite führt zu **zahlreichen Berührungspunkten mit anderen Förderprogrammen der Bundesregierung**. Ein Beispiel sind die Förderung von Standardisierung für intermodale Logistiklösungen im Förderprogramm „Smart Service Welten“ sowie die F&E-Förderung für Standards im Bereich bidirektionales Laden sowie Energiemanagement und netzdienliches Laden im Förderprogramm „Elektro-Mobil“ des BMWK. In der Skalierung und der Zusammensetzung der Projekte illustrieren „IKT für Elektromobilität“ und „Elektro-Mobil“ die **Komplementarität der Programme**: In „Elektro-Mobil“ arbeiten oft große Verbünde von bspw. 30 Partnern oder wenige, aber sektoral zentrale Akteure, wie Automobilhersteller, Netzbetreiber und Verbände an zentralen Basistechnologien und -systemen, wie z. B. bidirektionales Laden im Projekt *BDL*, oder das Energiemanagement für die Integration von Elektromobilität in das zukünftige Energiesystem im Projekt *unIT-E²*, an dem z. B. auch der EEBus e. V. beteiligt ist. „IKT für Elektromobilität“ hingegen unterstützt in vielen, sehr viel kleineren Projekten auch viele mittelständische Unternehmen, die in ihren Projekten Technologieentwicklung und -integration an konkreten Anwendungsfällen zusammenbringen. In den Projekten in „IKT für Elektromobilität“ wurden folglich Standardisierungsbedarfe geäußert, die im Programm „Elektro-Mobil“ im Rahmen von Pilotprojekten adressiert werden. Im Erfolgsfall können diese in späteren Projekten von „IKT für Elektromobilität“ in spezifische Anwendungsfelder transferiert werden.

Diese Komplementarität der Programme illustriert die Schlüssel-funktion von IKT-Technologien und deren Standardisierung für die **Sektorkopplung**, die wiederum für die Dekarbonisierung im Rahmen der Energie- und Verkehrswende eine tragende Rolle spielt und ebenso von zahlreichen Förderprogrammen adressiert wird. **Denn Sektorkopplung bedeutet Technologiekopplung**: Die in Kapitel 3 und 4 beschriebenen Themenbereiche Ladetechnologien und Energiemanagement illustrieren beispielhaft, dass Standardisierung die Voraussetzung dafür ist, die bisher getrennten, oder nur unidirektional verbundenen Technologie-Ökosysteme Fahrzeuge, Immobilien und Energienetz miteinander zu verbinden. **Sektorkopplung bedeutet zudem Akteurskopplung**: Für die in Kapitel 5 vorgestellten inter- und multimodalen Verkehrs- und Logistiksysteme sind Informations- und Kommunikationstechnologien das zentrale, verbindende Element. Der Themenabschnitt Ladebedarfsplanung zeigt den Vernetzungsbedarf von Anbietern und Kund:innen von Ladedienstleistungen bereits vor Ladebeginn auf. Mobility-as-a-Service setzt die engere Kopplung verschiedener Anbieter innerhalb des ÖPNV-Sektors voraus, Last-Mile-Logistics die der Anbieter im Logistikbereich. Das Projekt *LogIKTram* schließlich illustriert den Kopplungsbedarf von ÖPNV und Logistik insgesamt. Insgesamt wurde deutlich, dass die weitere Standardisierung der Datenmodelle, Schnittstellen und Architekturen der digitalen Systeme von Verkehr und Logistik nötig sind, um intermodale Verkehrs- und Logistikangebote zu schaffen. In diese wiederum lassen sich neue Formen der Elektromobilität leichter einbinden.

ANHANG

QUELLEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

FÖRDERPROGRAMME

[Elektro-Mobil \(seit 2018\), BMWK ↗](#)

[Elektro Power I + II \(2011–2018\), BMWK ↗](#)

[Erneuerbar Mobil \(seit 2009\), BMWK + BMU ↗](#)

[E-Energy \(2008–2013\), BMWK + BMU ↗](#)

[WIPANO – Wissenstransfer durch Normung und Standardisierung \(2020–2023\), BMWK ↗](#)

[Smart Service Welt II ↗](#)

LITERATUR

[Netzdienliches Laden von Elektrofahrzeugen – Konzepte aus dem Projekt unIT-e². ↗](#)

[Roadmap zur Implementierung der ISO 15118 – Standardisierte Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladepunkt. Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, 2020. ↗](#)

[Die Deutsche Normungs-Roadmap Elektromobilität 2020 – AG4 – Normung, Standardisierung und Zertifizierung. Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, 2020. ↗](#)

[Übersicht der Normungslandschaft zum Thema induktives Laden im Kontext Elektromobilität. ELSTA, o. D. ↗](#)

[Technischer Leitfaden: LADEINFRASTRUKTUR ELEKTROMOBILITÄT – Version 4. DKE, 2021. ↗](#)

[Masterplan Ladeinfrastruktur II. Die Bundesregierung, 2022. ↗](#)

[Position Paper of Charging Interface Initiative e.V. – Automatic Connection Device Interface for automatic conductive charging. Charging Interface Initiative e.V., 2019. ↗](#)

[Photovoltaik-Strategie. BMWK, 2023. ↗](#)

IN DER STUDIE VORKOMMENDE FÖRDERPROJEKTE AUS „IKT FÜR ELEKTROMOBILITÄT“

PROJEKT	PARTNER
ChargePal	Planungsbüro Koenzen Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH Hochschule Osnabrück Klose & Oechsle GmbH
CiLoCharging	Siemens Aktiengesellschaft Technische Universität München STTech GmbH DHL Freight GmbH Fachhochschule Dortmund
ADVANTAGE	Institut für Automation und Kommunikation e.V. Reiner Lemoine Institut gGmbH Zollner Elektronik AG RBO Regionalbus Ostbayern GmbH EAI Elektro- und Automatisierungstechnik GmbH Ilsenburg PohlCon GmbH
ELEMENT	Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG Institut für Automation und Kommunikation e.V. GETEC mobility solutions GmbH DiLiCo engineering GmbH Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

PROJEKT	PARTNER
LogIKTram	Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH FZI Forschungszentrum Informatik SimPlan AG Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Thales Deutschland GmbH INIT Innovative Informatikanwendungen in Transport-, Verkehrs- und Leitsystemen GmbH Hochschule Offenburg – Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien DB Engineering & Consulting GmbH Marlo Consultants GmbH
Green4Ever	SAP SE Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft Webasto Thermo & Comfort SE Art-Invest Real Estate Management GmbH & Co KG
iLaPark	valantic GmbH (ehemals Syrocon AG) Frankfurt University of Applied Sciences – Fachbereich 1, Fachgruppe Neue Mobilität Hubject GmbH EDAG Engineering GmbH INTILION GmbH House of Energy e.V.
SmiLE	GoodsTag GmbH GS1 Germany GmbH Hasso-Plattner-Institut für Digital Engineering gGmbH Universität Leipzig parcelbox GmbH

ÜBERSICHT ERWÄHNTER UND BEHANDELTETER STANDARDS UND REGULARIEN

STANDARD	TITEL
VDV-KA Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	VDV-Kernapplikation Beschreibt einen offenen Daten- und Schnittstellen-Standard für Electronic Ticketing bzw. Elektronisches Fahrgeldmanagement (EFM) im Öffentlichen Personenverkehr (ÖPNV). Die VDV-KA bildet eine wesentliche Grundlage für das elektronische Fahrkartensystem eTicket Deutschland. Sie ging aus dem Forschungsprojekt <i>Interoperable VDV-Kernapplikation</i> des BMBF hervor.
VDV-Schrift 454 Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	VDV-Standardschnittstelle Dynamische Fahrplanauskunft Beschreibt die Schnittstellendefinition für den Austausch von Sollfahrplänen und von Ist-Daten zur Dynamisierung von Fahrplanauskünften. Die Ausgangsschrift VDV454 entstand auf Basis eines Vorschlags, der von den Partnern des BMBF-geförderten Projekts RUDY erarbeitet und in diesem Vorhaben auch implementiert und getestet wurde.
VDV-SCHRIFT 452 Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	VDV-Standardschnittstelle Liniennetz/Fahrplan Beschreibt die Schnittstellendefinition auf der Basis des ÖPNV-Datenmodells zur Übertragung von Liniennetz- und Fahrplandaten. Sie besteht aus der Definition des Datenmodells und den beiden Zugriffsmöglichkeiten SQL und ÖPNV-Dateiformat.
ISO 24533-2 Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	Intelligente Verkehrssysteme – Elektronischer Informationsaustausch, um die Bewegung von Fracht und deren intermodalen Transfer zu ermöglichen – Teil 2: Gemeinsames Berichtssystem Dieses Dokument spezifiziert die Datenkommunikationskonzepte, die für die Datenanforderungen des Verkehrswesens gelten. Es bezieht auch die entsprechenden Regulierungsbehörden für den Güterverkehr mit ein, um eine gemeinsame Berichterstattung zu erreichen.

STANDARD	TITEL
ISO/IEC 19845 Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	Informationstechnologie – Universal Business Language Spezifiziert die OASIS Universal Business Language (UBL), die ein allgemeines XML-Austauschformat für Geschäftsdokumente definiert, das eingeschränkt oder erweitert werden kann, um die Anforderungen bestimmter Branchen zu erfüllen.
ISO 15118 Konzeptionelle Grundlagen ↗ Ladestandards ↗ Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	Straßenfahrzeuge – Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation Beschreibt im Wesentlichen die einheitliche Kommunikation (kabelgebunden & kabellos) für alle Ladetechnologien (AC & DC; Kabelgebunden, induktiv & WPT; BDL) zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeug. Sie spezifiziert das Kommunikationsprotokoll für das automatische Lastmanagement und die automatischen Bezahlprozesse im Fahrzeug (Plug & Charge).
CCS Konzeptionelle Grundlagen ↗ Ladestandards ↗ Fazit ↗	Combined AC/DC-Charging System Das CCS ist ein offenes, universelles Ladesystem für Elektrofahrzeuge, das sowohl das Laden mit Wechselstrom (AC) als auch mit Gleichstrom (DC) unterstützt. Es steht in Konkurrenz mit dem CHAdeMO-Schnellladesystem mit Gleichstrom, welches in Japan und den USA etabliert und teilweise auch in Europa eingeführt ist.
CHAdeMO Ladestandards ↗	Charge de Move Beschreibt einen japanischen Schnellladestandard für Elektrofahrzeuge. Er wird in Japan, Europa und anderen Ländern verwendet und ist der weltweit am weitesten verbreitete Schnellladestandard für Elektrofahrzeuge. CHAdeMO ist in der Lage, bis zu 50 kW aufzuladen und verwendet einen fünfpoligen Stecker. Der Standard unterstützt auch das Laden in beide Richtungen, d. h. er kann sowohl Energie aus der Autobatterie laden als auch entladen.

ÜBERSICHT ERWÄHNTER UND BEHANDELTETER STANDARDS UND REGULARIEN

STANDARD	TITEL
Ladesäulenverordnung (2016) Konzeptionelle Grundlagen ↗ Ladestandards ↗	Die Ladesäulenverordnung regelt die Installation und den Betrieb von Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Deutschland. Das Gesetz schreibt vor, dass Ladestationen in öffentlich zugänglichen Bereichen installiert werden müssen, dass sie den CCS-Schnellladestandard verwenden und dass sie mit entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen ausgestattet sind. Darüber hinaus werden in der Verordnung verschiedene Anforderungen an die Installation und den Betrieb von Ladestationen formuliert.
SAE J2954 Ladestandards ↗	Wireless Power Transfer for Light-Duty Plug-in/Electric Vehicles and Alignment Methodology Dieses Dokument legt die Anforderungen und den Betrieb der fahrzeugseitigen Ausrüstung fest, die eine drahtlose Magnetfeld-Energieübertragung (MF-WPT) für das Aufladen der Traktionsbatterien von Elektrofahrzeugen ermöglicht. Es ist zur Verwendung für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge vorgesehen.
ISO 19363 Ladestandards ↗	Elektrisch angetriebene Straßenfahrzeuge – Kontaktlose Energieübertragung Sicherheits- und Interoperabilitätsanforderungen Beschreibt die Schnittstellendefinition auf der Basis des ÖPNV-Datenmodells zur Übertragung von Liniennetz- und Fahrplandaten. Sie besteht aus der Definition des Datenmodells und den beiden Zugriffsmöglichkeiten SQL und ÖPNV-Dateiformat.
IEC 61980 Konzeptionelle Grundlagen ↗ Ladestandards ↗	Kontaktlose Energieübertragungssysteme (WPT) für Elektrofahrzeuge Beschreibt allgemeine sowie technische Anforderungen an kontaktlose Energieübertragungssysteme für EV an die verschiedenen kontaktlosen Energieübertragungssysteme.

STANDARD	TITEL
OCPP Konzeptionelle Grundlagen ↗ Ladestandards ↗ Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	Open Charge Point Protocol Mittels OCPP wird die verschlüsselte Kommunikation zwischen einem Ladepunkt und dem Backend gesteuert, womit die Interoperabilität zwischen Ladesäulenherstellern und Ladestationsbetreibern gewährleistet wird. Durch das OCPP wird ein Abrechnungs- sowie ein Kontrollsystem bereitgestellt, welches Daten über den Zustand von Ladesäulen enthält. Zudem stellt es eine Reservierungsfunktion für Ladesäulen zur Verfügung.
DIN SPEC 913X7 Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	DIN SPEC 913X7-Reihe zu Smart Cities Diese Reihe umfasst mehrere nationale Spezifikationen, welche Handlungsfelder, Referenzarchitekturmodelle und Leitfäden für Kommunen zum Thema „Smart City“ bereitstellt und somit Grundlagen für die Digitalisierung legen soll.
KNX Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	Beschreibt einen Feldbus zur Gebäudeautomation, der hauptsächlich zur Steuerung von Beleuchtungs- und Beschattungseinrichtungen sowie von Schließ- und Alarmanlagen zum Einsatz kommt. KNX ist als offener Standard frei verfügbar.
Modbus Konzeptionelle Grundlagen ↗ Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	Modbus ist ein serielles Kommunikationsprotokoll, das typischerweise in industriellen Automatisierungsanwendungen eingesetzt wird und sich dort als ein De-facto-Standard hat durchsetzen können. Für die Projekte kommt es unter anderem bei der Kommunikation zwischen dem Energiemanagementsystem und Peripheriegeräten (Ladesäule, PV-Anlage, Energiespeicher etc.) zum Einsatz.

ÜBERSICHT ERWÄHNTER UND BEHANDELTETER STANDARDS UND REGULARIEN

STANDARD	TITEL
EEBUS Konzeptionelle Grundlagen ↗ Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	EEBUS ist ein neuer Datenkommunikationsstandard, der die Schnittstelle zwischen innerbetrieblicher Kommunikation und dem Energieversorger bildet. Der Standard befindet sich derzeit in der Entwicklung. Er verbindet die IP-Welt des Smart Grid und der Smartphones mit Automatisierung und Kommunikationsnetzen im Haus- und Gebäudebereich. EEBUS stellt dafür eine anwendungsneutrale, standardisierte Schnittstelle zur Verfügung.
GTIN Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	Global Trade Item Number Beschreibt eine Kennung für Handelswaren, die üblicherweise als Nummer unter dem Barcode zu finden ist.
GLN Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	Global Location Number beschreibt eine eindeutige Nummer, die Standorten zugewiesen wird, damit sie weltweit eindeutig identifiziert werden können. Diese GLNs können zur Identifizierung aller rechtlichen, physischen und funktionalen Standorte verwendet werden. GLNs sind Referenzschlüssel zu Computerdateien, in denen Informationen über das Unternehmen oder den Standort gefunden werden können.
SSCC / NVE Konzeptionelle Grundlagen ↗ Einbindung in Verkehrs- und Logistiksysteme ↗	Serial Shipping Container Code / Nummer der Versandeinheit Beschreibt allgemeine sowie technische Anforderungen an kontaktlose Energieübertragungssysteme für EV an die verschiedenen kontaktlosen Energieübertragungssysteme.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Begleitforschung IKT für Elektromobilität

Prognos AG

Michael Astor, Gesamtprojektleitung

Dr. Thomas Stehnken, Operative Projektleitung

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Dr. Annegret Stephan, Stellvertretende Projektleitung

PD Dr. Patrick Plötz, Wissenschaftliche Leitung

Zum goldenen Hirschen Berlin GmbH

Pauline Beier, Leitung Pressebüro

Noerr Partnerschaftsgesellschaft mbB

Christian Alexander Mayer, Fachgruppe Regulierung

AUTOREN

Dr. Michael Neumann (Prognos AG)

Felix Kuroпка (Prognos AG)

Dr. Marian Klobasa (Fraunhofer ISI)

GESTALTUNG

Zum goldenen Hirschen Berlin GmbH