

Nahtlose Integration von Elektrofahrzeugen ins Smart Grid

Kommunikationsschnittstellen für das Energiemanagement

Neben dem verstärkten Einsatz erneuerbarer und damit oft volatiler Energiequellen werden zukünftig auch Elektrofahrzeuge das Verhalten im Energienetz beeinflussen. Um dabei die Stabilität der Stromversorgung weiterhin zu gewährleisten und gleichzeitig dem Fahrer einen möglichst komfortablen Ladevorgang anzubieten, ist ein umfangreicher Informationsaustausch zwischen allen Beteiligten notwendig. Hierfür werden geeignete Kommunikationstechnologien benötigt.

Michael Spähn, Enrico Nauck

Das Fraunhofer ESK hat im EU-Projekt Smart Vehicle-to-Grid (SmartV2G) [1] auf internationalen Standards basierende Kommunikationsschnittstellen für eine intelligente Ladeinfrastruktur implementiert.

Die Ladestation wird so zu einem Knoten zwischen Elektrofahrzeug und Leitstelle und erlaubt eine durchgehende Kommunikation zwischen Fahrzeug, Ladestation und der Leitstelle des Betreibers. Auf diese Weise werden neue Anwendungen und Funktionen möglich. Zeitversetztes Laden verbunden mit individuellen und dynamischen Abrechnungsmodellen gehören genauso dazu wie eine automatische Authentifizierung des Nutzers der Ladestation und der Austausch wichtiger technischer Parameter. Im Zuge der so stattfindenden Integration der Ladeinfrastruktur in das Smart Grid werden die Netzstabilität und die Versorgungssicherheit unterstützt.

E-Mobilität in Europa – Anforderungen, Strukturen

Die Energieversorgung in Europa befindet sich im Wandel hin zu mehr regenerativen Energiequellen. Gleichzeitig muss sie künftig eine zunehmende Zahl an elektrisch betriebenen Fahrzeugen bewältigen, die für ihren Betrieb Energie aus dem Stromnetz beziehen müssen.

Die Energieaufnahme müssen Netzbetreiber nicht nur überwachen, sondern auch steuern können. Die intelligente Integration der Elektromobilität in die Stromnetze der Zukunft (Smart Grids)

ist daher unerlässlich und muss bereits bei der Netzplanung berücksichtigt werden.[2] Der für die intelligente Steuerung nötige Informationsaustausch zwischen Netzbetreiber, Ladestation und Elektrofahrzeug ist mit den heutigen, häufig proprietären oder analogen Ladelösungen nicht möglich.

Zudem können diese individuellen Lösungen eine länderunabhängige Nutzbarkeit der Ladeinfrastruktur nicht gewährleisten. Dies ist jedoch Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der Elektromobilität in Europa und wird deshalb auch von der Europäischen Kommission in ihrem Richtlinien-Vorschlag über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe gefordert.[3]

Die Voraussetzungen für eine einheitliche Ladeinfrastruktur in Europa sind dank fortgeschrittener Standardi-

sierungsbemühungen von Politik und Wirtschaft gut. So hat sich beispielsweise für die Verbindung der E-Autos mit den Ladestationen der europäische Automobilherstellerverband ACEA bereits 2011 für die Verwendung des sogenannten Typ 2-Ladesteckers in Europa ausgesprochen, wo er sich weitestgehend durchgesetzt hat.[4]

Die Anforderungen an die Standards und Kommunikationstechnologien für die Ladeinfrastruktur selbst sind hoch: Die bisherigen analogen Systeme erlauben nur die Übertragung und Interpretation weniger Werte. Für das beschriebene, umfassende Energiemanagement muss jedoch die bidirektionale Übertragung komplexer Informationen vor, während und nach dem Laden unterstützt werden. Ort der Ladestation bzw. deren Position im Verteilnetz, die Anzahl der Ladestationen innerhalb eines Netzabschnittes sowie Zeitpunkt und Umfang der Ladung sind hierbei beispielsweise wichtige Kenngrößen für den Netzbetreiber.

Neben der Betriebssicherheit stellt auch die Angriffssicherheit des Kommunikationssystems ein wichtiges Kriterium dar. Für den Betreiber der Ladeinfrastruktur ist es zudem wichtig, dass die verwendeten Systeme energiesparend sind. Aus Sicht des Nutzers der Ladeinfrastruktur kommen Komfort und Transparenz hinzu, beispielsweise in Form der direkten Anzeige des aktuell geltenden

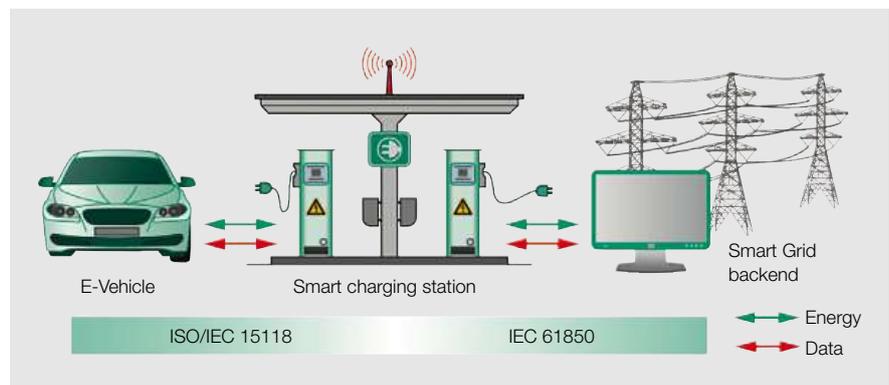


Bild 1 Das Fraunhofer ESK hat mit der Implementierung der internationalen Standards ISO/IEC 15118 und IEC 61850 die Kommunikationsschnittstellen für eine intelligente Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge realisiert.



Bilder: Fraunhofer ESK

Bild 2 Die in Soft- und Hardware abgebildete Ladeinfrastruktur des Fraunhofer ESK kann als Gegenstelle zum Test neuer Produkte auf Standardkonformität dienen.

Stromtarifs im Fahrzeug, ohne zuvor ein Anbieterportal im Internet besuchen zu müssen.

Das Fraunhofer ESK hat nach einer gründlichen Technologie-Evaluierung im Rahmen des vom FP7-Programm der Europäischen Kommission geförderten Projekts SmartV2G, an dem Partner aus vier europäischen Ländern beteiligt waren, in den letzten drei Jahren eine Lösung für diese Herausforderung erarbeitet. Für ein zukunftsfähiges, breit einsetzbares Ladesystem wurden auch neueste, noch im Entwurf befindliche Standards unter die Lupe genommen, um aktuelle Entwicklungen und Erkenntnisse einfließen zu lassen.[5]

Zwei Standards erfüllten die vom Projektkonsortium gesetzten Bedingungen: Den Informationsaustausch zwischen Ladestation und Elektrofahrzeug ermöglicht der neue Standard ISO/IEC 15118. [6] Der Kommunikation zwischen Ladestation und dem Smart-Grid-Backend dient eine erste Version des IEC TR 61850-90-8 [7], eine Erweiterung für den Standard IEC 61850. Die Wissenschaftler haben die Anforderungen an die Kommunikationsschnittstellen spezifiziert, beide Kommunikationsstandards implementiert und die Praxistauglichkeit der entstandenen intelligenten Ladeinfrastruktur Mitte 2014 bewiesen.

Höherer Komfort durch den ISO/IEC 15118

Unerlässlich für das «smarte» Laden ist der im April 2014 veröffentlichte Standard ISO/IEC 15118: Er erlaubt

den umfangreichen, bidirektionalen Informationsaustausch zwischen Elektrofahrzeug und Ladestation. Bei den bisherigen analogen Lösungen oder dem im asiatischen Raum verbreiteten CHademo-Standard gibt die Ladestation als aktive Komponente die Ladebedingungen vor. Mit dem ISO/IEC 15118 stossen nun Fahrer und Fahrzeug den Ladevorgang an und kontrollieren ihn, aber auch die Netzbetreiber können bei Bedarf und unter Einhaltung des vom Nutzer bestimmten Rahmens Einfluss auf den Ladeprozess nehmen. Hersteller und Betreiber von Stromtankstellen können ihren Kunden dadurch einen erhöhten Komfort und eine Vielzahl an Value Added Services bieten. Das automatische zeitversetzte Laden beispielsweise ermöglicht nicht nur eine Kostenoptimierung durch das Laden des Fahrzeugs bei hoher Energieverfügbarkeit und damit niedrigeren Preisen, sondern entlastet auch das Stromnetz. Die im Standard vorgeschriebene TLS-Verschlüsselung macht die notwendige Datenübertragung zudem sicher. Dank einer Abwärtskompatibilität zu IEC 61851-1 können ISO/IEC 15118-fähige E-Autos auch an Ladestationen ohne Unterstützung des ISO/IEC 15118 geladen werden. Der Standard verwendet als Übertragungstechnologie HomePlug Green PHY und erfüllt damit die Anfor-

Name des Standards	ISO/IEC 15118	CHAdEMO ISO/IEC 61851-23 ISO/IEC 61851-24	IEC 61851-1
Gremium, Verbund	ISO/IEC	Industriekonsortium: Tepco, Nissan, Mitsubishi, Fuji Heavy Industries, Toyota Später: ISO/IEC (Entwurfstadium)	ISO/IEC
Lademodi	AC, DC (Schnellladen)	DC (Schnellladen)	AC, DC (Schnellladen)
Übertragungsverfahren	Powerline (HomePlug Green PHY)	CAN	Pulsweitenmodulation (PWM)
Informationsumfang	Hoch	Mittel-gering	Gering
Kompatibilität des Protokolls	Abwärtskompatibel zu IEC 61851-1, Kompatibilität zwischen unterschiedlichen Teilen des ISO/IEC 15118	Nicht kompatibel zu ISO/IEC 15118	Aufwärtskompatibel zu ISO/IEC 15118
Steckersystem (Deutschland)	IEC 62196 Typ 2 Ladestecker sowie Combo2 Stecker für das Schnellladen	Eigenes Steckerlayout, inkompatibel zu anderen Steckern	IEC 62196 Typ 2 Ladestecker sowie Combo2-Stecker für das Schnellladen
Verbreitung	Europa, derzeit noch keine unterstützenden Fahrzeugmodelle auf dem Markt, Einsatz aber u.a. vom Automobilherstellerverband Acea empfohlen [8]	V.a. asiatischer Raum, u.a. durch folgende Modelle unterstützt: Nissan Leaf, Mitsubishi i-Miev, Peugeot iON, Citroen C-Zero	Weltweit, von nahezu allen E-Fahrzeugen unterstützt, da sicherheitsrelevant für das Laden

Tabelle 1 Übersicht über die wichtigsten Standards für die Kommunikationsschnittstelle zwischen E-Auto und Ladestation.

Standard	IEC TR 61850-90-8 (Entwurf)	Open Charge Point Protocol, OCPP
Beschreibung	IEC 61850 Objektmodelle für Elektromobilität.	Standard zur Vereinheitlichung der Backend-Anbindung von Ladestationen.
Gremium, Verbund	Unabhängiges, internationales Standardisierungsgremium (IEC).	Globales Konsortium aus öffentlichen und privaten Unternehmen.
Funktionsumfang	Übertragung von Steuergrößen für die Fahrzeugladung, Standard eignet sich auch zur Steuerung und Überwachung der Ladestation vor Ort.	Begrenzt auf 25 verschiedene Operationen: 10 ausgehend von der Ladestation, 15 ausgehend von einem Leitstand.
Technik	IP-basierte (TLS-verschlüsselte) Datenübertragung, Nachrichtenübertragung basierend auf Manufacturing Message Specification (MMS).	SOAP-basiert, http
Integration in Leitsystem des Netzbetreibers möglich	Ja, auch andere Anwendungen (z.B. Blockheizkraftwerke, ...) lassen sich mit der IEC 61850 steuern und überwachen.	Nein.
Verbreitung	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 61850: weltweit verbreitet im Bereich der Energieversorgung. • IEC 61850-90-8: noch im Entwurfsstadium. 	<ul style="list-style-type: none"> • Europa • Relativ stark verbreitet in aktuellen Ladestationen.

Tabelle 2 Übersicht über die beiden betrachteten Standards für die Kommunikationsschnittstelle zwischen Ladestation und Smart Grid.

derung an eine preiswerte und energie-sparende Lösung. ISO/IEC 15118 ist somit ein idealer Kandidat für eine intelligente Ladeinfrastruktur.

Herausforderungen bei der Implementierung des ISO/IEC 15118 im Projekt SmartV2G bestanden neben der Interpretation des noch jungen Standards beispielsweise in der Encodierung der Nachrichten im EXI-Format, das die effiziente Verarbeitung und Übertragung der Daten ermöglicht. Zudem sind im Projekt SmartV2G Lösungen für die Einbindung des digitalen Standards in bereits bestehende, noch analoge Ladesysteme, beispielsweise mit dem Standard IEC 61851-1, und die Frage nach geeigneter Hardware für die Umsetzung erarbeitet worden.

Das Fraunhofer ESK erweitert und optimiert die im Projekt entstandene Lösung stetig. Aktuell arbeiten die Wissenschaftler an einer eigenen Software-Umsetzung von Encoding und Decoding sowie der Umsetzung weiterer Szenarien des ISO/IEC 15118.

Einheitliche Kommunikation im Energienetz mit IEC 61850

Für die Kommunikation zwischen Ladestation und Smart Grid haben die ESK-Ingenieure die noch im Entwurf befindliche Standard-Erweiterung IEC TR 61850-90-8 implementiert. Der IEC 61850 stammt aus der Energie-/Fernwirktechnik und ist dort etabliert, um beispielsweise Transformatoren als logisches Knotenmodell abzubilden. Der

Standard selbst ist sehr umfangreich und hat daher eine hohe Einstiegs-hürde. Aufbauend auf verfügbaren Bibliotheken haben die ESK-Ingenieure im Zuge des Projektes die Objektmodelle für die Elektromobilität nach IEC TR 61850-90-8 implementiert. Mit dieser Erweiterung können nun auch die Ladestationen für E-Autos als logische Knotenpunkte eingebunden werden und ermöglichen beispielsweise das Auslesen und Steuern der Leistungsaufnahme des Fahrzeugs aus der Ferne. Mit dieser Kommunikation lässt sich eine flexible Einbindung der Ladeinfrastruktur in das Smart Grid realisieren.

Darüber hinaus bringt der Einsatz dieses Standards einen weiteren Vorteil für Energieversorger und Netzbetreiber

mit sich: Diese müssen nicht nur mit E-Tankstellen, sondern mit einer Vielzahl weiterer Elemente im Netz kommunizieren – von unterschiedlichen Stromquellen, wie Biogas- oder Solaranlagen, bis zu verschiedenen Abnehmertypen wie Privathaushalten oder Industriebetrieben. Diese Kommunikation ist bisher teilweise mit proprietären Protokollen gelöst. Mit dem IEC 61850 können alle intelligenten Geräte im Netz mit nur einem Standard angesprochen werden und das Energiemanagement so deutlich vereinfacht werden. Zudem ist zu erwarten, dass mit dem bereits zunehmenden Einsatz des Standards im Nieder- und Mittelspannungsnetz der Markt weiter wächst und die Kosten für seinen Einsatz sinken werden.

Entwicklung und Test

Die Kombination der ausgewählten Standards macht die Ladestation zu einem interoperablen Knotenpunkt, der die Intelligenz des Smart Grids auf den Bereich des Ladevorgangs von E-Autos überträgt.

Es zeichnet sich immer mehr ab, dass sich der im Projekt für die Ladeinfrastruktur ausgewählte ISO/IEC 15118 durchsetzen wird. So sprechen sich beispielsweise der europäische Automobilherstellerverband Acea und Eurelectric, die Union der Elektrizitätswirtschaft, für einen einheitlichen Standard in der Elektromobilität aus und empfehlen hierfür den ISO/IEC 15118.[8,9] Auch nationale Gremien und verschiedene F&E-Projekte unter Beteiligung von Automobilherstellern konzentrieren sich in ihren Bemühungen auf den Einsatz dieses Standards.

Résumé

Une intégration simple des véhicules électriques dans le réseau intelligent

Des interfaces de communication pour la gestion de l'énergie

Les véhicules électriques renforceront l'utilisation des sources volatiles d'énergie renouvelable, mais ils influenceront également à l'avenir le comportement du réseau énergétique. Afin de continuer à garantir la stabilité de l'approvisionnement en électricité et de proposer simultanément un processus de charge des plus pratiques aux conducteurs, un échange d'informations à grande échelle entre toutes les parties prenantes est indispensable. Pour ce faire, des technologies de communication appropriées se révèlent nécessaires.

Dans le cadre du projet européen SmartV2G (Smart Vehicle-to-Grid), l'Institut Fraunhofer ESK a créé une infrastructure de charge intelligente en implémentant des interfaces de communication reposant sur deux normes internationales.

La station de charge établit ainsi une communication continue entre le véhicule, elle-même et le poste de commande du gestionnaire. De plus, elle permet de faire appel à de nouvelles applications, telles que la charge différée allée à des modèles de facturation personnalisés et dynamiques, ainsi qu'une authentification automatique de l'utilisateur.

No

Für Hersteller von Ladestationen, häufig kleine Firmen mit begrenzten Entwicklungskapazitäten, ist die Umsetzung und Integration neuer Standards in ihre Produkte jedoch relativ aufwendig. Da das Fraunhofer ESK bereits mit den ersten Entwürfen der beiden Standards gearbeitet, sie interpretiert und implementiert hat, kann es nun interessierte Firmen bei der Einführung unterstützen. Die in Software und Hardware abgebildete Ladeinfrastruktur kann Netzbetreibern, Energieversorgern sowie Herstellern von Ladestationen und

von Elektrofahrzeugen als Gegenstelle zum Test ihrer Implementierungen und Produkte auf Standardkonformität dienen.

Das im Projekt SmartV2G und darüber hinaus erworbene Know-how stellt das Fraunhofer ESK zudem für Technologieberatungen zur Weiterentwicklung von Ladestationen, für die Beratung zur Hardwareauswahl und für die Unterstützung bei der Integration der Schnittstellen und Standards in die bestehenden Systeme und den Test der Produkte zur Verfügung.

Electrosuisse / ITG-Kommentar



Hans Baumberger,
ITG-Vorstandsmitglied und Global Technology Manager,
BU Power Conversion, ABB.

Standardisierung der Elektromobilitäts-Kommunikation

Ziel der Elektromobilität ist einerseits die Effizienzsteigerung in der gesamten Kette von der Primärenergiegewinnung bis zum Transport von Menschen oder Waren und andererseits eine unkomplizierte Nutzung erneuerbarer Energien. Dazu braucht es für eine rasche Einführung – und somit Abkehr von fossilen Brennstoffen – nebst batteriebetriebenen Fahrzeugen auch eine entsprechende Ladeinfrastruktur. Diese Umstellung ist eine neue Herausforderung für Netzbetreiber. Ladestationen haben eine hohe Anschlussleistung und stellen unregelmässige Lasten dar. Verschiedene Konzepte können diese negativen Effekte abfedern, u.a. lokale Batteriespeicher, um die Spitzenlasten zu glätten, oder, wie im Artikel beschrieben, ein besseres Lastmanagement der Ladestationen am Netz. Dies bedingt eine ausreichend gute Kommunikation zwischen Ladestationen und Netzbetreibern. Eine standardisierte Kommunikation könnte somit einen wichtigen Beitrag zur Verbreitung der Elektromobilität leisten.

Referenzen

- [1] smartv2g.eu – Internetauftritt des EU-Projektes Smart Vehicle-to-Grid Interface (SmartV2G).
- [2] M. J. A. Spähn, E. Nauck: Ganzheitliche Integration der Elektromobilität in das Stromnetz der Zukunft, VDE-Kongress 2014 «Smart Cities», VDE, 2014.
- [3] Europäische Kommission: Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe, Europäische Kommission, 2013.
- [4] European Automobiles Manufacturers' Association (ACEA): ACEA position and recommendations for the standardization of the charging of electrically chargeable vehicles 2011, ACEA, 2011.
- [5] E. Nauck: «Die Ladestation als Knoten im Smart Grid – Vergleich aktueller Kommunikationsstandards», Whitepaper, Fraunhofer ESK, 2014.
- [6] International Organization for Standardization ISO: ISO 15118 «Road vehicles – Vehicle to grid communication interface», Part 1 and Part 2, ISO, 2013/2014.
- [7] International Electrotechnical Commission IEC: IEC TR 61850-90-8 «Communication Systems for Distributed Energy Resources – Part 90-8: object model for electric mobility, Edition 1.4.8, 2013-06-05», IEC, 2013.
- [8] European Automobiles Manufacturer's Association (ACEA): ACEA position and recommendations for the standardization of the charging of electrically chargeable vehicles, Update 2012, ACEA, 2012.
- [9] The Union of the Electricity Industry Facilitating e-mobility: Position Paper «Eurelectric views on charging infrastructure», Eurelectric, 2012.

Autoren

Michael Spähn und **Enrico Nauck** sind wissenschaftliche Mitarbeiter des Geschäftsfelds Industrial Communication des Fraunhofer ESK und beschäftigen sich in der Gruppe Smart Grid Communication mit Kommunikationstechnologien für Smart Grid-, Smart Metering- und Vehicle-to-Grid-Anwendungen.

Fraunhofer ESK, DE-80686 München
michael.spaehn@esk.fraunhofer.de
enrico.nauck@esk.fraunhofer.de