

# Digital Grid Lab – Ladestationen umfassend prüfen

Bernhard Wille-Haufmann

*In Deutschland schaffen sich immer mehr Privatleute, Unternehmen und Kommunen Elektrofahrzeuge an. In dem Zuge steigt auch die Zahl der Ladestationen deutlich. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE hat nun ein neues Labor in Betrieb genommen, um Ladestationen auf die neuesten technischen und energiewirtschaftlichen Anforderungen umfassend zu prüfen. Das Digital Grid Lab richtet sich an Hersteller und Betreiber von Stromtankstellen.*

Die Elektromobilität boomt. In den ersten acht Monaten des Jahres 2021 wurden 200.000 Autos mit reinem E-Antrieb in Deutschland zugelassen. Der Bestand wird damit Ende 2021 voraussichtlich bei rund 600.000 liegen. Parallel dazu erfolgt der Ausbau der Ladeinfrastruktur: Bis Ende 2020 stieg die Zahl der öffentlichen Ladepunkte auf bereits knapp 40.000. Ende des Jahrzehnts sollen es bereits bis zu 1 Mio. sein.

Damit das Aufladen der E-Autos schnell und sicher funktioniert und sich reibungslos in die Energieinfrastruktur integriert, laufen im Hintergrund unzählige Prozesse ab. Für den Ausbau der Ladeinfrastruktur werden daher künftig umfassende Tests für die Ladestationen und ihre kommunikative Integration erforderlich sein. Dies muss auch herstellerübergreifend funktionieren, da es aktuell über 200 Hersteller gibt, die Ladestationen anbieten.

## Ladestationen der neuen Generation prüfen

Das neue Digital Grid Lab des Fraunhofer ISE soll dies leisten. In ihm sind allumfassende Tests von Ladestationen möglich. Die Prüfungen beziehen sich sowohl auf die Standards für die Basiskommunikation, IEC 61851 und IEC 62196, als auch auf die überlagerte Kommunikation, die den Austausch von mehr Datenpunkten und damit andere Anwendungsfälle erlaubt.

Der Standard ISO 15811-2 ist beispielsweise für die DC-Schnellladung oder smarte Ladekonzepte erforderlich, die ISO 15118-20 für die Rückspeisung von der Autobatterie ins Netz. Auch müssen die Anforderungen des Ladestation-Betreibers und seines Ladepunkt-Kommunikationsstandards (Open Charge Point Protocol (OCPP) oder EEBus) sowie die Vorgaben der Netzbetreiber für



Herzstück des Labors ist ein leistungsstarker Power-Hardware-in-the-Loop-Simulator

Bild: Fraunhofer ISE

Leistungsbegrenzungen eingehalten werden. Ziel ist, das netzorientierte Laden (smart Charging) voranzutreiben.

Ein wichtiges Testbeispiel ist das bidirektionale Laden von Elektroautos. Damit können Elektrofahrzeuge nicht nur Strom tanken, sondern auch wieder abgeben und damit als flexible Energiespeicher dienen – etwa bei Schwankungen im Angebot an grünem Strom oder zur Speicherung des Solarstroms vom Dach, um den Eigenverbrauch zu erhöhen. Diese Technik wird bei den Stromern und Ladesäulen derzeit erst eingeführt, Prüfungen sind noch nicht überall Stand der Technik.

## Prüfungen für intelligente Elektromobilität

Auch die Prüfung der Netzurückwirkung von Batterie und Laderegler der E-Autos ist im Digital Grid Lab möglich. Mit den Tests wird ermittelt, ob die Speicher Grenzwerte einhalten können. Die Grenzwerte hat der

VDE FNN, der technische Regelsetzer für die Stromnetze in Deutschland, im März 2019 eingeführt. Das Rückspeisen aus Elektrofahrzeugen ist so zu konstruieren, zu bauen und zu betreiben, dass Rückwirkungen auf das Netz des Netzbetreibers (nach Netzanschlussrichtlinien VDE AR 4100/4105) und die angeschlossenen Anlagen auf ein zulässiges Maß begrenzt werden.

Mit dem neuen Digital Grid Lab können verschiedene Arten von Ladestationen bezüglich Schnellladung, Rückspeisung und Netzurückwirkung geprüft werden. Auch das Zusammenspiel mit intelligenten Messsystemen und Energiemanagementsystemen nehmen die Forschenden in den Blick. Hierzu gehören auch die Anpassung des Ladestroms an externe Anforderungen, etwa durch den Netzbetreiber oder Ladestationsbetreiber (siehe Abb.).

Das Digital Grid Lab erlaubt darüber hinaus die Prüfung der Netzkonformität sowie

Tests der Kommunikation von Ladesteckern und -modi. Der Test der Ladestationen beinhaltet Kommunikationstests für die gesamte Signalkette und Evaluierungen des Geräteverhaltens auf externe Markt- und Steuerungssignale. Da der Teststand im Digital Grid Lab auch mit zahlreichen realen Ladestationen verbunden ist, kann die Kompatibilitätsprüfung von Lademanagementkonzepten herstellerneutral und sicher durchgeführt werden.

## Digitaler Zwilling prüft auch Batteriesysteme oder Blockheizkraftwerke

Für den Start des Labors haben die Forschenden den digitalen Zwilling eines Elektrofahrzeuges entwickelt. Mit diesem emulieren sie ein Elektrofahrzeug oder auch einen ganzen Fahrzeug-Pool mit seinen Leistungsflüssen und seiner Kommunikation mit der Ladestation. Die Testinfrastruktur erlaubt auch die Prüfung anderer energietechnischer Komponenten, u.a. Batteriesysteme, Blockheizkraftwerke oder Wärmepumpen.

Herzstücke des neuen Labors sind die sechs leistungsstarken Hardware-in-the-Loop-(HIL)-Computer: Sie erlauben es, Stromnetze mit bis zu 2000 Knoten im Modell nachzubilden und in zeitlich hoher Auflösung in ihrem Verhalten zu testen. Für

Geräte oder Anlagen an Netzknotenpunkten, aber auch für autarke Micro-Grids, smarte Quartiere und Verteilnetze können in dieser hochmodernen Testumgebung auch kritische Netzsituationen simuliert werden, ohne das echte Stromnetz zu gefährden. Acht flexibel schaltbare Leistungsverstärker mit einer Gesamtleistung von 800 kVA erlauben es, einem Prüfling diese simulierte Netzsituation aufzuprägen oder Batterien und Erzeuger (etwa Photovoltaik-Anlagen) in Hardware nachzubilden. Die moderne Infrastruktur ermöglicht die Betrachtung von AC- oder DC-Netzen.

## Hardware-in-the-Loop-Simulationen in Echtzeit

Der digitale Zwilling auf dem HIL-Computer ist dank einer Bibliothek von Modellen flexibel konfigurierbar. Die Forschenden können Stromnetze unterschiedlicher Größen und Spannungsebenen simulieren und sowohl private als auch gewerbliche Energiesysteme nachbilden. Der Zwilling ermöglicht die Evaluierung und Optimierung von Komponenten, Energiemanagementsystemen und Kommunikationsstandards in einer sicheren realitätsnahen Umgebung.

Zur Ausstattung des Digital Grid Labs gehört auch eine Leitwarte, in der neuartige Regelalgorithmen und Betriebsstrategien

für Smart Grids unter dem Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz erprobt werden. Der Hardware-in-the-Loop-Rechner nimmt hier die Rolle des digitalen Zwillings ein und modelliert für die Leitwarte ein Stromnetz inklusive dessen Kommunikation. So können neue Regelungskonzepte in einer realitätsnahen Umgebung unter kritischen Bedingungen evaluiert werden, ohne dass eine Gefahr für den echten Netzbetrieb besteht.

## Intelligente Stromzukunft im Test

Im künftigen Energiesystem werden Millionen kleine Einspeiseanlagen und Speicher, neue Verbraucher und Akteure am Strommarkt sowie Netzbetrieb teilnehmen und müssen auf den unteren Netzebenen gemanagt werden. Die gewohnt hohe Versorgungsqualität ist daher künftig nur mit der Digitalisierung der Netze und intelligenten Betriebsführungskonzepten erreichbar.

Ein wesentlicher Bestandteil zur Sicherstellung der Versorgungsqualität ist der Nachweis, dass die gesamte Kommunikationsstruktur zwischen Endkunde und Betreiber funktioniert. Diese herstellerübergreifende Integrationsaufgabe kann nur gelingen, wenn alle Teilnehmenden die Anschlussregeln und Kommunikationsprotokolle einhalten. Mit dem Digital Grid Lab erweitert das Fraunhofer ISE seine Kompetenzen im Bereich Netzbetrieb und Netzplanung. Mit Hilfe von Netzsimulationen können die Forschenden das Netz und die Kommunikation darin in Echtzeit betrachten und bewerten.

### Virtueller Rundgang durch das Digital Grid Lab

Virtuelle Tour durch das Digital Grid Lab mit Audiokommentaren und Informationen zu Testequipment und -möglichkeiten:  
[www.digital-grid-lab.de](http://www.digital-grid-lab.de)

*Dr. B. Wille-Haußmann, Gruppenleiter Netzbetrieb und Netzplanung und Leiter des Digital Grid Lab, Fraunhofer ISE, Freiburg*  
[www.digital-grid-lab.de](http://www.digital-grid-lab.de)

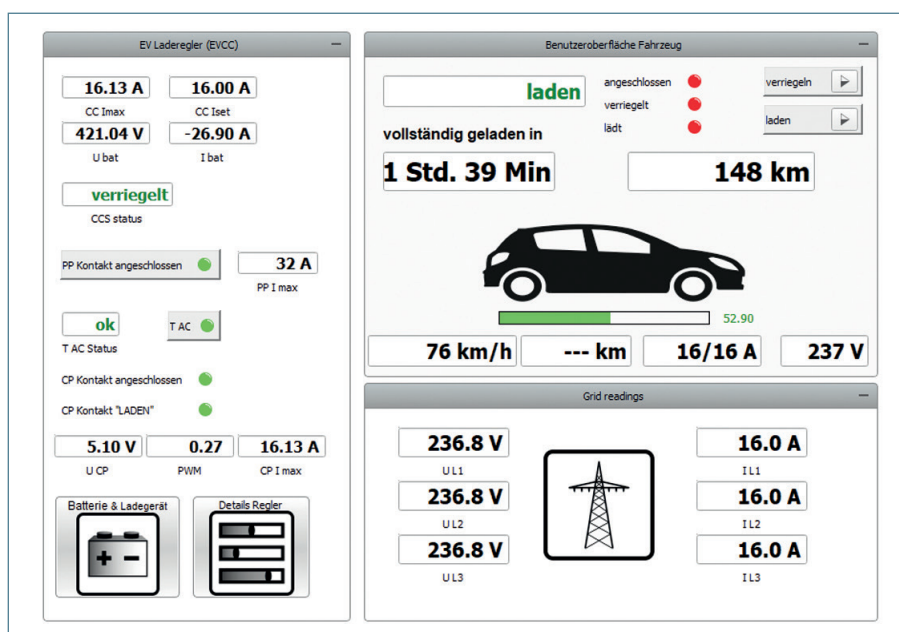


Abb. Visualisierung des digitalen Zwillings eines E-Fahrzeugs im Digital Grid Lab

Quelle: Fraunhofer ISE