



UMSETZUNG HARRT JURISTISCHE REGELUNGEN

Insgesamt verfolgt Deutschland bei seiner Mobilitäts- und Energiepolitik im engen Schulterschluss mit der EU sehr ehrgeizige Ziele. Es ist die gewaltigste Umstrukturierung dieser Industrie seit der Erfindung des Automobils vor 135 Jahren durch Gottlieb Daimler und Carl Benz. Häufig wird dabei das Plug-in-Hybridfahrzeug (PHEV) als Übergangstechnologie auf dem Weg zur reinen Elektromobilität bezeichnet. Ob das stimmt, wird sich zeigen, so oder so bieten PHEVs mit ihrer im Schnitt 6- bis 15-kWh-Batterie bereits einen Zusatznutzen. Eine Sicht, die unabhängig vom Thema bidirektionales Laden und Laden generell keineswegs von allen Experten geteilt wird. Anlass genug, über den richtigen Weg zu streiten und darüber, ob nicht genauso synthetische Kraftstoffe und Wasserstoff beim Individualverkehr eine sehr wichtige Rolle spielen können und auch sollten.

Das Potenzial der Batterien von E-Fahrzeugen als Netzpuffer/Pufferspeicher für das Stromnetz ist immens. Die Möglichkeit zum bidirektionalen Laden ist gegeben, aber kein Fahrzeughersteller traut sich, diese Option flächendeckend in seinen Pkw freizuschalten. Technisch wäre es kein Problem, die Hürden sind eher rechtlicher und regulatorischer Natur. Während im Automobilbereich internationale Standards die Basis bilden, kommt im Energiebereich in der Regel noch eine stärker nationalstaatlich geprägte Regulierung hinzu. Eine große Zahl an Marktteilnehmern – jeder Autobesitzer wird zum Kraftwerksbetreiber – würde das Energiehandling gerade in Deutschland sehr komplex machen. In den Niederlanden können Fahrzeuge schon heute die Ladesäulen standardmäßig smart und bidirektional nutzen, in Deutschland ist dies bisher nicht vorgesehen.

WAS KANN V2G?

Das V2G-Verfahren gilt als interessant, aber nicht unbedingt notwendig. Doch es könnte die Energiewirtschaft perspektivisch stark verändern. Wie ein Stromnetz unter Verzicht auf Kern- und Kohlekraftwerke ohne einen solchen Energieaustausch stabil funktionieren soll, wenn alsbald zig Millionen zusätzliche Stromverbraucher auf dem Globus unterwegs

sind, ist unklar. Hier kann V2G sehr wichtig werden.

Italien ist europaweiter Vorreiter bei V2G und will bis Ende 2021 in Mirafiori – direkt auf dem Werksgelände von Fiat – das momentan weltweit größte Projekt mit 350 Ladepunkten für bis zu 700 elektrifizierte Fahrzeuge realisieren. Dieses einzigartige Pilotprojekt verfolgt das Ziel, die elektrische Versorgung in Städten mithilfe von Elektrofahrzeugen zu stabilisieren, indem sie als Puffer und damit als aus dem Stromnetz ausgelagert arbeiten. Die Technologie ermöglicht es den Fahrzeugen, Energie mit dem Stromnetz auszutauschen, und macht sie so potenziell zu einer wertvollen Ressource für das in Turin von Terna betriebene nationale Stromnetz.

Die Technologie ist nicht neu, wurde aber noch nie großflächig umgesetzt. Das Projekt von FCA soll das Umdenken bei der weltweiten Energieversorgung einläuten. Italien will damit zum Marktführer intelligenter Energieversorgung werden. Die simple Erkenntnis ist, dass Fahrzeuge bis zu 95 % der Zeit stehen und ein gewaltiges Potenzial bieten, in dieser Zeit als dezentrale Energiespeicher zu fungieren.

EU-Energiekommissarin Kadri Simson hat dem Projekt ihren Segen erteilt und ist zuversichtlich, dass sich V2G in Europa durchsetzen wird. Vorschriften, wonach andere Länder schnell ähnlich große Projekte aufsetzen und V2G alsbald europäischer Alltag wird, kann sie freilich keine erteilen, höchstens Empfehlungen.

Im Gegensatz zu Italien schieben in Deutschland bürokratische Regulierungen der breiten Nutzung bisher einen Riegel vor. V2G werde in Deutschland in kleinen Nischenmärkten immer möglich sein, „aber ein für Kunden und Automobilhersteller attraktiver Markt wird durch die Regulierungen ausgebremst“, sagt Markus Rosenthal vom Bundesverband Energiespeichersysteme BVES.

FAHRZEUGE ALS FREQUENZREGLER

Bei der Frage, welchen Nutzen elektrifizierte Fahrzeuge jenseits ihrer Transportfunktion haben können, sieht Michael Danzer, Lehrstuhlinhaber Elektrische Energiesysteme an der Universität Bayreuth, zwei wesentliche Szenarien. Da ist zum einen der Regelmarkt,

Das Auto als Pufferspeicher

Deutschland ist mittendrin im disruptiven Wandel der Mobilität. Die Reise geht in Richtung Elektrifizierung und Wasserstoff, aber auch hin zu synthetischen, CO₂-neutralen Kraftstoffen. Das ist bekannt. Weniger bekannt ist, dass E-Fahrzeuge helfen können, als Zwischenspeicher das Stromnetz zu stabilisieren. Immerhin wurden in den vergangenen zehn Jahren weltweit über 50 relevante Pilotprojekte unterschiedlichen Ausmaßes zum bidirektionalen Laden – also dem Laden in beide Richtungen – erfolgreich durchgeführt.

Bisher konzentriert sich Deutschland auf das unidirektionale Laden der elektrifizierten Automobile und auf den Aufbau der Ladeinfrastruktur. Den Ladeumrichter haben beileibe nicht alle neuen E-Fahrzeuge schon serienmäßig als Hardware an Bord, wie zum Beispiel der neue Citroën ë-C4 zeigt. Der Rückschluss liegt nahe, dass das Thema Vehicle-to-Grid (V2G) in Europa als nicht dringlich betrachtet wird.



Bidirektionale Ladesäulen auf dem Werksgelände des FCA-Werks im italienischen Mirafiori

fest: Allenthalben sprießen Ladesäulen wie Pilze aus dem Boden. 35.000 öffentliche Ladepunkte gibt es derzeit in Deutschland, die Zahl der öffentlichen Schnellladesäulen hat sich bis zum Jahresende 2020 auf 3600 erhöht. Trotzdem beschleunigt die Bundesregierung ihre Förderung der Ladeinfrastruktur unvermindert weiter, nimmt dazu immer mehr Geld in die Hand. Die große Anzahl Ladesäulen, die derzeit im öffentlichen Raum errichtet wird, hält Ebinger für kein Zukunftsfähiges Modell. Stattdessen geht der Elektroingenieur davon aus, dass es an Sammelpunkten eine Art Schnellladestandorte geben werde, an denen das Fahrzeug binnen kurzer Zeit geladen werden kann. „Der Hauptteil der Ladevorgänge wird zu Hause oder beim Arbeitgeber erfolgen.“

VORREITER ITALIEN – INTERNET OF ENERGY

Derweil sammelt man in Italien Daten, um herauszufinden, wie das Zusammenspiel zwischen Energiekonzern und Fahrzeugen bestmöglich ablaufen kann. Denn die bidirektionale Technologie funktioniert nur dann effizient, wenn Auto und Ladeinfrastruktur eine gemeinsame Sprache sprechen. Ein mithilfe von KI standardisiertes Kommunikationsprotokoll soll bis Ende 2021 etabliert sein. „Die Italiener sind Vorreiter beim Smart Meter“, sagt Danzer, für den die Bedeutung der E-Fahrzeuge als Pufferspeicher außer Frage steht. „Das Energiesystem der Zukunft wird immer auch mit einer Kommunikationsleitung gekoppelt sein, also ein Internet of Energy. Davon sind wir in Deutschland weit entfernt.“

Ein Schwerpunkt kristallisiert sich für Ebinger und seinen Kollegen Dr. Dirk Pietruschka heraus: Im ländlichen Bereich werde es immer so sein, dass die Leute ihre Ladesäulen selbst einbauen. In der Stadt dagegen hat bei Weitem nicht jeder seinen eigenen Ladepunkt. „Ich bin der Meinung, dass V2G sehr stark im Eigenstrombereich kommen wird, sodass jeder selbst optimieren kann“, sagt Ebinger. Die beiden Experten sehen den Eigenstrombedarf als riesigen Markt, in dem V2G stark an Bedeutung gewinnen werde. Das Szenario postuliert, tagsüber Strom mit der eigenen Photovoltaikanlage zu produzieren und Überkapazitäten in der Fahrzeubatterie zu speichern. Nachts wird diese Energie für den Eigenbedarf genutzt.

also die Regelung der Differenz zwischen dem, was aktuell erzeugt und verbraucht wird. Dabei ist das Ziel, dass die Sollgröße von 50 Hz im Netz immer eingehalten wird. Wird zu viel Strom eingespeist, steigt die Frequenz, wird zu wenig eingespeist, sinkt sie. Dieses permanente Nachjustieren leistet der Regelmarkt.

Auch mit künstlicher Intelligenz (KI) werde es nie eine perfekte Planung geben, eine gewisse Differenz sei immer da. Bislang standen große Kohle- oder Kernkraftwerke zur Verfügung, um das Netz zu stützen. Mit der Umstellung auf Wind- und Solarenergie müsse die Differenz aber nicht steigen. Doch seien Speicher zwingend, damit der Regelmarkt auch in Zukunft gut funktionieren könne.

Das zweite Szenario zielt auf Industrieunternehmen mit einem Elektrofuhrpark. Für diesen „können man sich überlegen, die E-Fahrzeuge in einem regionalen Verbund an einem auszuwählenden Quartier oder in einem Gewerbegebiet zu sammeln. Dort sind meist nicht alle Fahrzeuge vorhanden, aber doch immer einige geparkt, die man nutzen kann für Energiemanagementaufgaben“, sagt Danzer.

Ein Rechenexample verdeutlicht die gewaltige Menge an größtenteils immobil nutzbarer Speicherkapazität von elektrifizierten Pkw: Sofern ab dem Jahr 2035 tatsächlich keine neuen Verbrennungsmotoren mehr zugelassen würden, resultiert daraus potenziell eine Durchdringung mit E-Fahrzeugen von 50 %. Nimmt man eine durchschnittliche Batteriekapazität von 50 kWh an und geht man davon aus, dass zu diesem Zeitpunkt 40 Millionen Pkw in Deutschland zugelassen sind – tatsächlich sind es laut VDA derzeit knapp 70 Millionen – ergibt sich ein Speichervermögen von einer Milliarde kWh (entspricht einer Terrawattstunde). Selbst wenn diese 20 Millionen Fahrzeuge nicht alle zugleich als Speicher zur Verfügung stehen, muss man maximal 10 % abziehen. Bleiben immer noch 900 Millionen kWh, die dem Stromnetz zur Verfügung stehen und dem Smart Grid wesentlich helfen können.

Drei relativ große Einschränkungen stehen solchen Zahlenspielen entgegen. Problematisch ist zum einen, dass die Ladeinfrastruktur dafür noch nicht ausgelegt ist. Dazu kommt, dass die Fahrzeuge auch in puncto Software eine solche bidirektionale Nutzung bisher nicht vorsehen. Ein drittes Problem ist die Frage nach der Garantie auf die Fahrzeubatterien.

BATTERIELEBENSDAUER UND BIDIREKTIONALES LADEN

Die Flexibilität im Stromnetz, für die die Batterien genutzt werden sollen, bedeutet, dass die Batterien häufig be- und entladen werden. Neben der Notwendigkeit, die Garantiefrage juristisch abzuklären, sieht Danzer ein weiteres Argument, warum OEMs aktuell das Thema bidirektionale Ladefunktion ausklammern: „Alle sind noch am Lernen, wie Mobilität mit batterieelektrischen Fahrzeugen funktionieren kann. Da werden sie sich jetzt nicht eine weitere Unsicherheit reinholen durch eine bidirektionale funktionierende Ladesäule, die etwas in Gang setzt, das sie als Hersteller vielleicht nicht in der Hand haben.“ Man kennt es vom Smartphone: Die Speicherkapazität der Batterie reduziert sich bei ständiger Benutzung und nicht optimalen Ladevorgängen nach wenigen Jahren. Beim Auto sind die Kenntnisse in puncto V2G über viele Jahre Nutzung noch nicht ausreichend. Die durchschnittlich acht Jahre Garantie oder 160.000 km Fahrleistung für die Batterie eines BEV oder PHEV gilt nur für unidirektionales Laden.

Damit ist das Thema Gewährleistung wichtig: Wer nutzt die Batterien? Wer steht dafür gerade, wenn sie überlastet sind und

sich zum Beispiel plötzlich eine Fehlfunktion einschleicht? „Es gibt da noch ganz viele Unsicherheiten, und die Hersteller wollen erst einmal generell eine Sicherheit beim Verbraucher und Fahrer aufbauen, um diesen überhaupt dazu bewegen zu können, auf Elektromobilität umzusteigen“, diagnostiziert Danzer. Kurzum: Das Gewährleistungsproblem ist derzeit die größte Hürde für öffentlich zugängliches V2G.

Die Sorge hält sich, dass die Haltbarkeit der Batterie in E-Fahrzeugen bei häufigem Be- und Entladen leiden könnte, und wird von Herstellern als real betrachtet. „Es braucht noch mehr Erfahrung und positive Leuchtturmprojekte, um diese Vorbehalte nachhaltig auszuräumen“, unterstreicht Pietruschka.

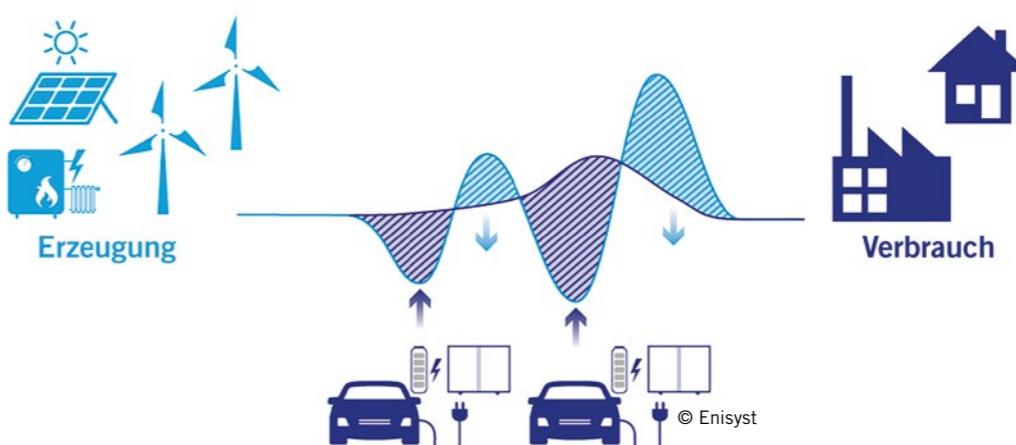
LEUCHTTURMPROJEKT MIRAFIORI IN TURIN

FCA sieht die bidirektionalen Ladevorgänge schon jetzt optimistisch. Insgesamt verwandelt sich das Parken der Fahrzeuge als Immobilie auf dem Firmengelände von einem Nachteil in einen finanziellen Vorteil, der in absehbarer Zeit insbesondere auch von Fuhrparkmanagern genutzt werden könnte, prognostiziert Roberto Di Stefano, Leiter E-Mobilität bei FCA. Diese Funktion als externer Dienstleister in Sachen Netzstabilisierung könnte sich auch für den Besitzer einer heimischen Wallbox, die in zwei Richtungen funktioniert, bezahlt machen.

„Wir wollen unseren Kunden zeigen, dass V2G funktioniert“, sagt Lodovico Cavazza Isolano, E-Mobilitätsmanager bei FCA und Chef des Projekts. Deshalb drängen er und Di Stefano auf rasche rechtliche Regelungen, damit die V2G-Technologie schon bald auf das Flottenmanagement ausgeweitet werden könnte, um die Betriebskosten der Fahrzeuge zu senken.

Die Turiner lassen das Argument einer schnelleren Abnutzung der Batterie nicht gelten. Auch wenn eine Batterie zu lange nicht benutzt wird, finden chemische Prozesse statt, die zu ihrer Degradation führen, was eine Leistungseinbuße zur Folge hat. Wie also einen guten Mittelweg finden? Italien erforscht dies jetzt im großen Stil und ist gleichzeitig auf der Suche nach einem Geschäftsmodell, mit dem alle Beteiligten Geld verdienen können.

Der schnelleren Abnutzung der Batterie wirke entgegen, dass man immer nur bis zu einem für die Batterie verträglichen Grad entlädt. Bewiesen ist das gleichwohl noch nicht. Wenn das Entladen zum Beispiel für die Frequenzhaltung des Stromnetzes erfolgt, bedeutet das sehr schnelle Zyklen, also



Die Batterien von Elektrofahrzeugen lassen sich mit V2G als Pufferspeicher für regenerativ erzeugte Energie nutzen

schnelle Be- und Entladung. Manche halten dies für durchaus kritisch und befürchten negative Effekte auf die Lebensdauer einer Fahrzeughälfte.

„Es kann durchaus sein, dass der private Fahrzeugnutzer es gar nicht gerne sieht, dass seine Batterie mehrfach genutzt wird, weil er wahrscheinlich Angst hat, dass sie dann nicht so lange hält“, sagt Pietruschka. Anders sei das, wenn er sie für sein eigenes Haus nutzt. Seine Autobatterie für das allgemeine Stromnetz zur Verfügung zu stellen, „da ist die Hemmschwelle bei den Bürgern noch recht hoch“. In Mirafiori bei Fiat, genauso wie beim französischen Projektpartner Engie Eps für dezentrale Energieerzeugung und dem italienischen Energienetzspezialisten Terna dagegen ist man weiterhin optimistisch, auch was die Akzeptanz in der Bevölkerung betrifft. Damit sie steigt, braucht es noch viele weitere Projekte wie Mirafiori und Wüstenrot, die das bidirektionale Laden unterstützen.

WÜSTENROT: SMART2CHARGE IN LÄNDLICHEN GEFLÄDEN

Smart2Charge ist ein V2G-Projekt in der Gemeinde Wüstenrot im Landkreis Heilbronn, das von der Hochschule für Technik Stuttgart umgesetzt wird. Pietruschka hat es mit Fördergeldern des Bundeswirtschafts-

ministeriums entwickelt. Außer Wüstenrot nehmen außerdem sein und Ebingers Unternehmen Enisyst, Oxygen Technologies aus Freiburg, Mitsubishi Motors Deutschland und das auf Systemlösungen für die Elektromobilität spezialisierte Unternehmen Castellan teil.

Nur wenige Fahrzeuge, nämlich solche von Nissan oder Mitsubishi, erlauben das bidirektionale Laden. Da die Gemeinde Wüstenrot bereits gute Kontakte zu Mitsubishi Deutschland hatte, fiel die Wahl leicht. Die Friedberger stellen ihre PHEVs für das Projekt zur Verfügung, die dafür ausschließlich elektrisch bewegt werden. Der Verbrennungsmotor wird nur genutzt, um im Notfall als Reichweitenverlängerer Strom zu generieren. Natürlich ist die Kapazität der PHEV nicht so groß wie die einer BEV-Batterie. Doch „für unser Projekt ist die Batteriegröße allemal ausreichend“, sagt Pietruschka. Eigentlich sind PHEVs sogar von Vorteil, da sie den vom Motor erzeugten Strom zur Verfügung stellen können. Gerade in von Naturkatastrophen gebeutelten Ländern wie Japan lassen sie sich auch als Notstromaggregat nutzen, wenn das Stromnetz selbst ausgefallen ist.

Act local, think global. Das gilt auch für die bidirektionale Ladetechnologie, um sie im überschaubaren regionalen Bereich zu etablieren. Entscheidend ist dabei, dass Akteure aus unterschiedlichen Bereichen gut zusammenarbeiten,

also Automobilhersteller und Zulieferer, Energie- und Technologieunternehmen, private Mobilitätsanbieter wie Flottenunternehmen und Kommunen.

ENERGIEKONZERNE BREMSEN V2G

Auch Energieerzeuger haben prinzipiell ein Interesse an einem möglichst stabil betriebenen Stromnetz. Woran sie jedoch kein Interesse haben, sind Quartiere, die weitestgehend autark sind und deshalb nur ab und zu ein wenig Strom aus dem öffentlichen Netz benötigen. Genau das aber ist das erklärte Ziel in Wüstenrot.

Somit kommen zu den genannten Faktoren noch handfeste ökonomische Bedenken seitens der Energieversorger. Zudem stellen solche Quartiere für das Stromnetz netzdienliche Leistungen bereit, denn sie können dann Strom abnehmen, wenn viel überschüssiger Strom im Netz vorhanden ist. Das System lässt sich mit den Fahrzeughälften noch deutlich flexibler steuern. Die gesamte Zelle, als die man so ein Quartier wie Wüstenrot mit Blick auf das Stromnetz bezeichnet, kann also mit dem Stromnetz interagieren. Eine Chance für die Energieerzeuger wäre es, auch an dezentralen Modellen zu verdienen, indem sie selbst in solche Systeme investieren. Terna macht genau das in Mirafiori. Dort sieht man das bidirektionale Laden als Win-Win-Situation mit Gewinnchancen für alle am Projekt Beteiligten Parteien.

Act local, think global. Das gilt auch für die bidirektionale Ladetechnologie, um sie im überschaubaren regionalen Bereich zu etablieren. Entscheidend ist dabei, dass Akteure aus unterschiedlichen Bereichen gut zusammenarbeiten,



Der Mitsubishi Outlander PHEV eignet sich als eines von wenigen Modellen bereits für bidirektionales Laden

© Mitsubishi Motors

MIT SIMULATIONSMODELLEN DEM BIDIREKTIONALEN LADEN AUF DER SPUR

Um genauer erkennen zu können, was passiert, wenn plötzlich sehr viele Elektroautos in einem Quartier sind, hat die HFT Stuttgart Simulationsmodelle des Stromnetzes umgesetzt, die verschiedene Szenarien zum Zuwachs von Elektrofahrzeugen untersuchen können. „Wir wollen erkennen, wann Probleme im Netz entstehen und wie eine bidirektionale Beladung der Fahrzeuge diesen Netzproblemen entgegenwirken könnte und sich letztlich ein Netzausbau vermeiden ließe“, berichtet Pietruschka.

Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung an der HFT Stuttgart gilt der Akzeptanz. „Wir wollen wissen, wie es bei den Bürgern ankommt und involvieren sie in den ganzen Prozess.“ Ein Ziel ist auch, einen E-Carsharing-Pool in Wüstenrot aufzubauen. Das ist im ländlichen Bereich deutlich schwieriger als in der Stadt. Aber selbst dort sind diese Pools noch nicht wirtschaftlich. „Wir schauen, wie man das bürgergetrieben voranbringen kann, und zwar so weit, dass die Bürger vielleicht selbst in ein solches System investieren, es betreiben und dann auch daran partizipieren.“

Neben Privatpersonen sind auch Kommunen in das Projekt eingebunden. Das Handwerk ist ein weiterer, wichtiger Bereich. Kommunen, Privathaushalte, Handwerker und das öffentliche Carsharing-Modell sind gleich vier Ebenen, auf denen in Wüstenrot V2G angeboten wird. Das geht über die Idee von Mirafiori hinaus.

Aus Sicht von Ebinger und Pietruschka, die seit vielen Jahren die erneuerbare Energieversorgung aktiv mitgestalten, ist V2G „in überschaubarer Zeit machbar.“ Voraussetzung für einen reibungslosen Ablauf ist aber auch, dass die Netzbetreiber nach dem Kohleausstieg viele Milliarden Euro in bessere Leitungen investieren.

Um der E-Mobilität generell weiter auf die Sprünge zu helfen, fordert der VDA, den Ladestrom von der EEG-Umlage zu befreien. Der Gedanke dahinter ist ein weiterer Sargnagel für den Diesel und wird von VDA-Chefin Hildegard Müller auch so kommuniziert: „Ladestrom muss billiger sein als Diesel.“ Was aber, wenn man diesen Strom aus dem Auto ins Eigenheim leitet? Die größten Hürden bei der Verwirklichung von V2G sind und bleiben die vielen rechtlichen Fragen – sowohl in puncto Gewährleistung als auch beim Strom und dessen Nutzung.

MEINUNG

„In Deutschland wird sich die Ladeinfrastruktur binnen fünf Jahren deutlich wandeln. Nicht zuletzt, weil der Volkswagen-Konzern – der ausschließlich auf die Elektromobilität setzt und sie auch über den VDA rigoros vorantreibt – mit seiner Tochter Elli den Energiesektor als Geschäftsmodell für sich entdeckt hat. V2G wird dabei eine Rolle spielen und dieser Option steigende Aufmerksamkeit garantieren. Fraglich ist aber, ob der stark subventionierten batterieelektrischen Mobilität nicht zu viel Platz eingeräumt wird. Unter fairen Wettbewerbsbedingungen im Sinne der Technologieoffenheit könnten Wasserstoff und Brennstoffzelle sowie synthetische Kraftstoffe bis dahin auch einen gewaltigen Sprung nach vorn machen.“



Prof. Dr.-Ing. Michael Danzer
Lehrstuhlinhaber Elektrische Energiesysteme
Universität Bayreuth und Direktor des
Bayerischen Zentrums für Batterietechnik

2 FRAGEN AN ...

Wie bewerten Sie das Potenzial von V2G?

Danzer Ich gehe davon aus, dass in den nächsten Jahren und Jahrzehnten ein gigantischer Fuhrpark mit Batteriespeichern vorhanden sein wird – mit einem riesigen Potenzial, das ungenutzt irgendwo herumsteht. Nicht nur in Mirafiori macht man sich ernsthaft darüber Gedanken, wie mit dieser Batteriekapazität ein Geschäftsmodell entstehen und welchen volkswirtschaftlichen Nutzen diese bringen kann.

Ist bidirektionales Laden mehr als ein Marketing-Gag?

Danzer Wenn man davon ausgeht, dass es in absehbarer Zeit irgendwo immer Überschüsse bei der Erzeugung durch Windkraft und Photovoltaik gibt und anderswo eine Unterdeckung, gilt es, diese Energieflüsse auszubalancieren. Für einen solchen Ausgleich wären größere Speicherkapazitäten im Netz wirklich gut. Es bietet sich also an, die elektrifizierten Fahrzeuge mit einzubeziehen.



Dr. Susanne Roeder
ist freie Journalistin.