



Geladen von der Arbeit: Auf Firmenparkplätzen ließen sich mit relativ wenig Aufwand Ladestationen installieren

Das Stromnetz kommt ins Rollen

Elektroautos sind keine Belastung für das Netz, sondern eine Entlastung – wenn man sie richtig integriert. Die Weichen dafür werden jetzt gestellt

VON GREGOR HONSEL

Etwas Krepp-Papier, viel rosa Farbe, große Schaumstoff-Ohren, und vorn dran noch ein riesiger Rüssel – fertig ist das Umweltschwein. Mit zwei solcherart ausgestafferten Autos demonstrierte Greenpeace Ende November in Berlin nicht etwa gegen benzingurgelnde Geländewagen, sondern gegen das neue Lieblingskind von Politik und Industrie.

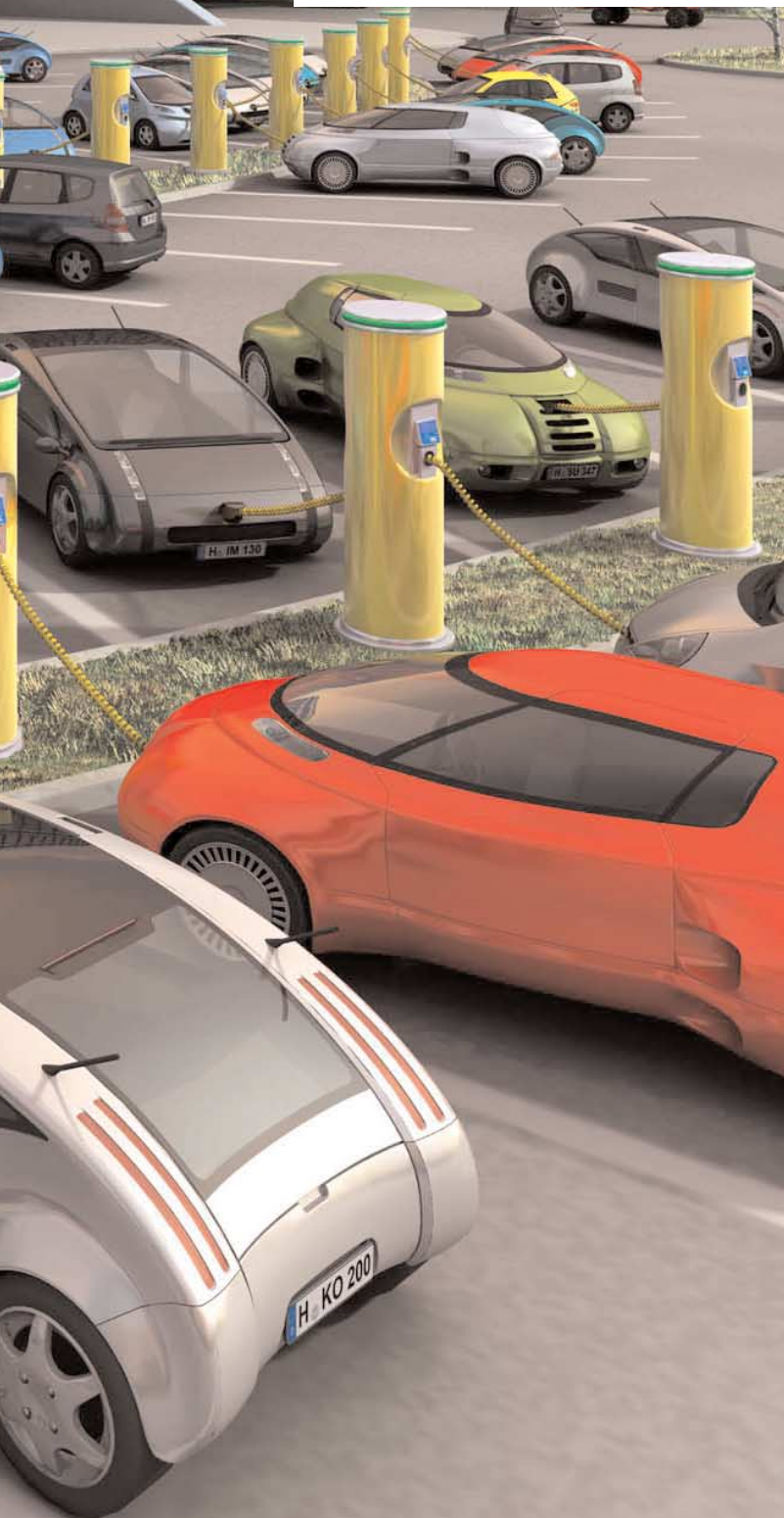
„Elektroautos mit schmutzigem Strom sind auch Klimaschweine“, schrieben die Umweltaktivisten auf ein Transparent. Damit legten sie den Finger auf einen wunden Punkt der allgemeinen E-Mobil-Euphorie, die zeitgleich ein paar Meter weiter im Berliner Kongresszentrum grassierte. Spitzenpolitiker aus vier Bundesministerien erklärten während der „Nationalen Strategiekonferenz Elektromobilität“, bis 2020 eine Million Elektroautos auf deutsche Straßen bringen zu wollen. „Das ist ein Schritt zur nächsten industriellen Revolution“, verkündete Bundesumweltminister Sigmar Gabriel.

Galoppiert hier wieder einmal die halbe Republik mit großem Hallo in eine Umweltsackgasse, wie Greenpeace meint? Oder sind Elektroautos im Gegenteil die Lösung für gleich mehrere Umwelt- und Energieprobleme, wie ihre Befürworter gern vorrechnen?

Die Lage ist unübersichtlich. Dabei klingt der Grundgedanke trivial: Elektromotoren sind leise, preiswert, effizient und erzeugen keine Abgase. Bislang standen dem Elektroantrieb allerdings teure, schwache und empfindliche Batterien im Weg. Doch mittlerweile melden die Akku-Produzenten immer neue Bestleistungen, und erschwingliche Stromspeicher für Reichweiten bis 200 Kilometer kommen in Sichtweite (siehe TR 5/08).

Damit drängt sich eine andere Frage in den Vordergrund: Woher soll der zusätzliche Strom kommen? Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) hat in zwei Szenarien durchgerechnet, was auf die deutschen Stromnetze zukommt. Das „Dominanz“-Szenario geht davon aus, dass 2050 rund 45 Millionen Autos elektrisch unterwegs sind – also praktisch die gesamte deutsche Pkw-Flotte. Das würde einen zusätzlichen Strombedarf von 70 bis 90 Terawattstunden (TWh) und acht neue Kraftwerke bedeuten. Im realistischer wirkenden „Pluralismus“-Szenario hingegen werden nur acht Millionen Autos (17 Prozent) elektrisch angetrieben. Die dafür zusätzlich benötigten 10 bis 15 TWh stellen „keine besondere Anforderung an den Bau von Kraftwerken dar“, befindet das Institut. Und die eine Million E-Autos, die von der Bundesregierung für 2020 angepeilt werden, würden den gesamten Stromverbrauch nur um rund 0,3 Prozent erhöhen, rechnet die „Informationskampagne für Erneuerbare Energien“ vor.

Doch je mehr Elektroautos auf deutschen Straßen fahren, desto mehr spielt nicht nur das „wie viel“, sondern auch das



„wann“ des Stromverbrauchs eine Rolle. „Morgens im Stau zur Arbeit, abends im Stau zurück – glauben Sie ernsthaft, dass Sie dann nicht auch einen Stau im Netz haben?“, fragt Erik Landeck, Geschäftsführer der Vattenfall Europe Distribution.

BESITZER VON E-AUTOS KÖNNEN GELD VERDIENEN

Eine intelligente Laderegulation tut also not. Glücklicherweise braucht die Autobranche dazu nicht das Rad neu zu erfinden. In verschiedenen Pilotprojekten werden Modelle entwickelt, bei denen etwa Klimaanlage oder Tiefkühltruhen gezielt abgeschaltet werden, wenn das Netz gerade unter einer hohen Last ächzt (s. TR 9/08). Allerdings kann es einem bei einer Tiefkühltruhe egal sein, wann und wie stark sie kühlt, solange die Pizza nicht auftaut. Dagegen wollen Autofahrer zu einem bestimmten Zeitpunkt einen vollen Akku haben. Die Regelung für Haushaltsgeräte muss also um eine Schnittstelle ergänzt werden, mit der Autobesitzer dem System ihre Pläne kundtun. Das bedeutet auch: Der Autofahrer muss seine Fahrten in gewissem Maße vorausplanen. Wie eine solche Schnittstelle aussehen wird, ist noch offen. „Die Standards zur Kommunikation müssen erst geschaffen werden, wir befinden uns noch in der Diskussion“, sagt Markus Landau vom Institut für Solare Energieversorgungstechnik an der Uni Kassel. In zwei Jahren sollen die ersten Elektroautos im Rahmen des Projekts „Regenerative Modellregion Harz“ mit einer solchen interaktiven Regelung geladen werden.

Wenn sich erst einmal genügend Auto-Akkus zentral regeln lassen und sie überschüssige Energie nicht nur aufnehmen, sondern auch wieder ins Netz zurückspeisen können („Vehicle to Grid“, V2G), wären sie das, worauf die Energie-

branche seit Langem gewartet hat: ein riesengroßer, dezentraler Speicher für sogenannte Regelenergie, die Schwankungen zwischen Angebot und Nachfrage im Stromnetz ausgleicht. „Schon etwa 2,5 Millionen Elektroautos – fünf Prozent der deutschen Autoflotte – könnten die gesamte Regelenergie des Landes abdecken“, sagt Ludwig Karg, Geschäftsführer der Beratungsgesellschaft B.A.U.M. Consult. Solche Regelenergie lässt sich auf dem Strommarkt zu Spitzenpreisen verkaufen.

„Mit Vehicle-to-Grid kann man traumhafte Szenarien malen“, sagt Frank Pawlitschek, Geschäftsführer der Berliner Firma Ubitricity. „Es ist nur die Frage, ob das auch wirtschaftlich sinnvoll ist.“ V2G-Pionier Willett Kempton von der Uni Delaware hat berechnet, dass sich mit einem Elektroauto ein paar Tausend Dollar im Jahr dazuverdienen lassen, wenn es als Stromspeicher zur Verfügung gestellt wird (s. TR 10/04). Pawlitschek hat ein solches Geschäftsmodell für Deutschland durchgerechnet und hält die Zahlen von Kempton für illusorisch – unter anderem, weil hierzulande die Preisunterschiede zwischen Spitzen- und Grundlaststrom niedriger sind. Bei „positiver“ Regelenergie, also bei der Rückspeisung ins Netz, kommt zudem ein weiterer Kostenfaktor hinzu: der Verschleiß des Akkus, der nur eine begrenzte Zahl von Ladezyklen mitmacht. Pawlitschek beziffert den dadurch verursachten Wertverlust auf rund zehn Cent pro Kilowattstunde. „Das ist heftig“, gibt Pawlitschek zu. „Aber wir glauben trotzdem, dass man bei heutigen Akkupreisen pro Fahrzeug etwa 200 Euro im Jahr verdienen kann.“

Die Kostenbilanz könnte sich verbessern, wenn ausgediente Akkus, die für den mobilen Einsatz zu schwach geworden sind, ein zweites Leben als stationärer Zwischenspeicher be-

Wie sauber ist der Elektroantrieb wirklich?

Dass ein Elektromotor effizienter ist als ein Verbrennungsaggregat, ist unstrittig. Dass mit Öko-Strom betriebene Elektroautos unübertroffen klimafreundlich sind ebenfalls. Doch wie sieht es aus, wenn man den real existierenden deutschen Strommix mit seinen großen Kohle-Anteilen zugrunde legt? Laut Greenpeace gar nicht gut: Der Elektro-Mini stoße 133,5 Gramm Kohlendioxid pro Kilometer aus, der Strom-Smart rund 90 Gramm. Damit seien sie keineswegs klimafreundlicher als ihre benzingetriebenen Schwesstermodelle.

Was ist dran an dieser Rechnung? Als Verbrauch des Mini setzt Greenpeace die Herstellerangabe von 15 Kilowattstunden auf hundert Kilometern an. Den CO₂-Ausstoß des BMW-Partners Vattenfall beziffert Greenpeace mit 890 Gramm pro Kilowattstunde. Aus diesen Zahlen ergeben sich dann in der Tat 133,5 g/km.

Doch die Rechnung ist aus mehreren Gründen irreführend. Erstens: Greenpeace hat die Emissionen für Förderung, Raffinierung und Transport des Sprits unterschlagen. In einer Well-to-Wheel-Betrachtung („Von der Quelle bis zum Rad“), die schließlich auch für das Elektroauto angelegt wurde, müssten auf die fossilen Brennstoffe noch einmal 15 bis 20 g/km aufgeschlagen werden. Dann wären

die Stromer selbst mit dem äußerst ungünstigen Kohlestrom von Vattenfall noch konkurrenzfähig in Sachen Klimafreundlichkeit.

Zweitens: Die Emissionswerte von Vattenfall und RWE vermitteln ein falsches Bild, denn beide liegen deutlich über dem Bundesdurchschnitt von knapp 600 g/KWh. Mit deutschem Durchschnittsstrom käme der Mini mit seinen 204 PS auf 89 g/km – ein mit konventionellen Motoren kaum zu erreichender Wert. Zudem hat Vattenfall angekündigt, die Ladestationen mit CO₂-neutralem Ökostrom zu betreiben.

Drittens: Die Kohlendioxid-Bilanz ist nicht alles. Gerade Dieselmotoren emittieren relativ viel Feinstaub, Stickoxide und Lärm. Der Verkehrsclub Deutschland hat beispielsweise den von Greenpeace zum Vergleich herangezogenen Smart Diesel von der Liste der Öko-Autos gestrichen, weil er über keinen geschlossenen Rußpartikelfilter verfügt. Moderne Heizkraftwerke sind dagegen sehr viel sauberer. Zudem entstehen die Emissionen bei der Stromproduktion nicht mitten in Ballungszentren und Wohngebieten.

Und noch ein vierter Grund spricht für Elektroautos: Während sich Spritspar-Technologie bei Verbrennungsmotoren nur langsam von Modellgeneration zu Modellgeneration durchsetzt, schlägt jede Verbesserung des Strommixes unmittelbar auf die Klimabilanz der Elektro-Flotte durch.



Pizza marsch: Zu den ersten Kunden von Elektroautos dürften Flottenbetreiber wie etwa Lieferdienste gehören. Bei Ladestationen auf dem Betriebsgelände entfallen viele Probleme öffentlicher Stromzapfsäulen – etwa die Abrechnung oder der Schutz vor Vandalismus

kommen. „Der Sekundärmarkt für Akkus wird mit Sicherheit kommen, und es wird ein erheblicher Markt sein“, sagt Pawlitschek. „Ein kommerzieller Betreiber könnte mit ausgedienten Batterien Regenergie bereitstellen. Aber auch private Solardach-Besitzer könnten sich einen alten Auto-Akku in den Keller stellen und damit unabhängiger vom Netz werden.“

MEHR STROM, WENIGER EMISSIONEN

Auch der Umwelt käme das ausgleichende Wesen der Batterien zugute. Indem sie überschüssige Windenergie speichern, die sonst ungenutzt verpuffen würde, verdienen sich E-Autos gewissermaßen ihren eigenen Strom. Selbst bei fossilen Brennstoffen kann der Lastausgleich zu einem scheinbar paradoxen Ergebnis führen, wie das National Renewable Energy Laboratory der USA mit einer Modellrechnung herausgefunden hat: Obwohl insgesamt durch Elektroautos mehr Strom verbraucht wird, sinkt der damit verbundene CO₂-Ausstoß. Der Grund: Da sich durch E-Autos die Nachfragekurve glättet, können größere Teile des Stroms durch Grundlast- und weniger durch Spitzenlast-Kraftwerke erzeugt werden, was die Stromerzeugung insgesamt effizienter macht. Allerdings gelten die Ergebnisse nur für Texas, wo Grundlaststrom überwiegend von Gaskraftwerken stammt.

Derzeit existieren solche Szenarien allerdings vornehmlich auf PowerPoint-Folien. Vor 2015, glaubt Pawlitschek, werden

Elektroautos nicht für Regenergie sorgen können – schon allein deshalb, weil in jeder der vier deutschen Strom-Regelzonen ein Strom-Dienstleister eine kritische Masse von 25 000 bis 30 000 Autos unter Vertrag haben müsse, damit er überhaupt als Regenergie-Lieferant zugelassen wird.

Und schließlich muss auch noch das Auto mitspielen: Das letzte Wort hat nämlich dessen Batteriemangement-System, das den Akku möglichst schonend behandeln soll. „Der Konflikt zwischen Energieversorgern und Autoherstellern wird in Zukunft größer werden. Die Versorger würden die Ladung am liebsten komplett kontrollieren, die Autobauer sehen das natürlich anders“, sagt Pawlitschek. „Wir haben das Problem, dass sich auf einmal zwei Industrien zusammensetzen müssen, die noch nie miteinander geredet haben. Wir sind da noch an einem sehr frühen Punkt.“ Professor Gernot Spiegelberg, bei Siemens für Elektrische Mobilität zuständig, fordert ein offeneres Denken beider Parteien: „Ob die Batterie zum Auto gehört, ist keine technische Frage, sondern eine strategische. Es geht dabei darum, wo die Wertschöpfung stattfindet. Daraus ergeben sich dann völlig andere Business-Modelle.“

Immerhin: Der Anfang ist gemacht. In drei Pilotprojekten arbeiten Vattenfall und BMW, VW und E.on sowie Daimler und RWE zusammen (siehe Kasten S. 34). Doch die Strom-Auto-Partner beschäftigen derzeit noch viel grundlegendere Dinge als der Traum der totalen Netzintegration: Wo, zum

Beispiel, soll das Stromkabel hin? Nach vorn, wo der Kühlergrill überflüssig geworden ist? Oder nach hinten rechts, wo gewohnheitsmäßig der Tankstutzen sitzt? Bei den aktuellen Autos machen die Hersteller von praktisch jeder Unterbringungsart Gebrauch. Es benötigt nicht viel Fantasie, sich den Kabelverhau vorzustellen, den unterschiedliche Elektrovehikel an einer Ladestation verursachen würden – wenn ihre Stecker denn überhaupt passen, denn nicht einmal die sind bisher standardisiert. „Die Pilotprojekte sind noch total unausgegoren, das sind alles aus der Ölpreis-Paralyse entstandene Ad-hoc-Maßnahmen“, sagt Knut Hechtfisher von Ubitricity.

MOBILFUNK IST VORBILD FÜR DIE E-MOBILITÄT

Ein weiteres zentrales Problem ist die Abrechnung des Stroms. „Die Ladestationen müssen diskriminierungsfrei sein“, forderte Erik Landeck von Vattenfall auf der Berliner Konferenz. Das bedeutet, dass jeder Stromkunde an jeder Ladestation in Europa zu seinem Strom kommen muss, egal von wem sie betrieben wird. Dazu müssen die Versorger neue Abrechnungsverfahren entwickeln. Als Vorbild gilt dabei das Roaming im Mobilfunk.

Dass öffentliche Ladestationen so pompös wie die manns-hohe Edelstahlsäule ausfallen werden, die RWE für ein Foto-Shooting mitten vor das Berliner Tor gestellt hat, ist unwahrscheinlich. Aufwendiger als eine einfache Steckdose werden sie auf jeden Fall – sie werden etwa ein Kartenlesegerät enthalten müssen, eine Vorrichtung, die das Abziehen des Steckers verhindert, sowie Tastatur und Display. Tomi Engel von der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie glaubt, dass sich solche öffentlichen Ladestationen durch den reinen Stromverkauf nie refinanzieren werden. Der Grund: Elektroautos sind einfach zu sparsam. Er hat berechnet, dass sich eine Ladestation an einem Park & Ride-Parkplatz über den Stromverkauf



Einmal volltanken, bitte: Eilige Vielfahrer sollen automatisch einen neuen, vollgeladenen Batteriesatz bekommen – so zumindest die Vision des Projekts „Better Place“

erst in neun Jahren refinanzieren würde – und das selbst bei einem Aufschlag von 25 Prozent pro Kilowattstunde gegenüber den Haushaltstarifen. Der Bundesverband Solare Mobilität hat bei seinen 56 Stromtankstellen in Deutschland deshalb gleich auf das Abrechnen einzelner Kilowattstunden verzichtet. Stattdessen zahlt der Nutzer eine Jahresgebühr, die abhängig ist von der Ladeleistung seines Fahrzeuges, und bekommt dafür einen einheitlichen Schlüssel zu den Ladestationen – eine Flatrate fürs Fahren gewissermaßen.

Vordergründig bleibt der Strom- und Autobranche noch genug Zeit, die verbliebenen Probleme zu lösen. Solange Elektroautos nur sporadisch auftauchen, lassen sie sich problemlos über die herkömmliche Netz-Infrastruktur laden. Doch bereits jetzt werden die Weichen für die Zukunft gestellt. „Im Moment haben alle Angst, dass sie von Quasi-Standards überrollt werden, während sie noch in den Normierungsgremien sitzen“, sagt Knut Hechtfisher. Ein heißer Kandidat dafür, einen solchen Quasi-Standard zu setzen, ist das Projekt Better Place des ehemaligen SAP-Managers Shai Agassi. „Better Place schafft die normative Kraft des Faktischen. Wir sind nicht die Innovatoren, wir rennen hinterher“, warnte Spiegelberg auf der Berliner Konferenz.

Better Place verkauft seinen Kunden weder Autos noch Batterien noch Strom, sondern Mobilität. Abgerechnet wird

Berlin, Berlin, wir fahren in Berlin

Elektroautos sind derzeit in drei Pilotprojekten unterwegs, und alle in Berlin. Daimler schickt mehr als hundert „Smart ed“ (für „Electric Drive“) ins Rennen, RWE steuert 500 Ladestationen bei, die bis Ende 2009 in Parkhäusern, bei Einkaufszentren, auf Firmengeländen oder zu Hause bei ausgewählten Kunden installiert werden sollen. Der Smart leistet 30 kW (41 PS), soll 12 Kilowattstunden (kWh) auf hundert Kilometer verbrauchen und eine Reichweite von hundert Kilometern haben. BMW hält mit 50 je 150 kW (204 PS) starken Minis dagegen, die mit einer Batterieladung rund 170 Kilometer weit kommen und 14 bis 17 kWh verbrauchen sollen. Durch das Batteriepack wird der Mini allerdings ebenso wie der Smart zum Zweisitzer. Vattenfall installiert dazu 50 Ladestationen, die mit klimaneutralem Strom versorgt werden sollen.

Etwas aus der Reihe fällt das gemeinsame Projekt von VW und E.on. Der Golf TwinDrive, von dem 20 Exemplare in Berlin getestet werden sollen, ist kein reines Elektrofahrzeug, sondern ein sogenannter Plug-in-Hybrid. Bei ihm kann die Batterie wie bei einem reinen Elektroauto an der Steckdose geladen werden. Zugleich steht aber auch ein Dieselmotor zum Antrieb bei hohen Geschwindigkeiten oder zum Aufladen der Batterien zur Verfügung. Der Verbrennungsmotor leistet 75 kW, dazu kommen noch drei E-Maschinen mit je 30 kW. Rein elektrisch soll der Golf TwinDrive eine Reichweite von 50 Kilometern haben und im Stadtverkehr 2,5 Liter Diesel und acht kWh Strom pro hundert Kilometer verbrauchen. Geladen wird der TwinDrive an der heimischen Steckdose, spezielle Ladestationen sind in dem Pilotprojekt nicht vorgesehen.


nach Verbrauch, sprich nach gefahrenen Kilometern. Better Place stellt dafür die Batterie zur Verfügung und baut die nötige Lade-Infrastruktur auf: Herkömmliche Lade-Terminals sowie ein Netz von Batterie-Wechselstationen, in denen innerhalb von Minuten das gesamte Batterie-Pack von einer Hebebühne von unten aus dem Auto gehoben und durch einen frisch geladenen Akkusatz ersetzt wird. Auf diese Weise will Better Place auch und gerade Langstreckenfahrer auf die elektrische Schiene setzen.

ANGST VOR DEM EINHEITSAKKU

Für Autobauer dürften Wagen mit austauschbaren Einheitsakkus eine gruselige Vorstellung sein. „Die Motorentechnik tritt weiter in den Hintergrund, ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal der Autohersteller verschwindet“, sagt David Dallinger vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Das senke die Eintrittsbarriere etwa für chinesische Hersteller oder Quereinsteiger wie Apple.

Ein Autohersteller hat sich dennoch bereits auf die Seite von Better Place geschlagen: Nissan/Renault setzt statt auf Hybridantriebe auf die Voll-Elektrifizierung der Modelle „Qashqai“ und „Laguna“ à la Agassi. Im März soll im japanischen Yokohama erstmals der vollautomatische Batteriewech-

sel an einem Nissan Qashqai vorgeführt werden. In Israel, dem Heimatland von Agassi, sind schon Hunderte von Ladestationen installiert worden. In den nächsten zwei bis drei Jahren sollen weitere 300 000 Lade- und 100 bis 200 Wechselstationen folgen. Im nächsten Jahr will Better Place in Dänemark ein entsprechendes Netz aufbauen, anschließend in Kalifornien, Australien, Hawaii und in der kanadischen Provinz Ontario.

Und Deutschland? „Wie führen derzeit sehr gute Gespräche“, sagt Rolf Schumann, Deutschland-Manager von Better Place. Energieversorger, Politik und Autobauer seien „sehr interessiert“. Noch in diesem Jahr will Better Place die Entscheidung treffen, ob es sich den deutschen Markt vornimmt. Doch warum sollten Energieversorger und Autohersteller ein Interesse daran haben, einen Dritten in ihre Mitte einzuladen? „Es gibt in diesem Geschäft keine Exklusivität“, sagt Schumann. Autobauer könnten sich nicht allein an einen Versorger binden – und umgekehrt. Gleichzeitig bemüht er sich, die Furcht vor dem Einheitsakku zu dämpfen: „Das Konzept ist sehr flexibel, und es kann verschiedene Batterietypen geben. Wir werden den Autoherstellern nicht vorschreiben, wie die Batterien aussehen werden.“ Und er betont: „Die Infrastruktur wird offen sein, sodass auch andere Elektroautos an unseren Ladestationen tanken können.“ 

Anzeige