

Energiewende-Index: Die Verkehrswende kommt – eine Herausforderung vor allem für die Verteilnetze

Thomas Vahlenkamp, Ingmar Ritzenhofen, Gerke Gersema, Hauke Engel und Niklas Beckmann

Lange Zeit war die Energiewende im Wesentlichen eine Stromwende – Verbesserungen im Wärme- und Verkehrssektor blieben dagegen hinter den Erwartungen zurück. Doch nun kommt auch in das Thema Verkehrswende Bewegung: Vieles spricht dafür, dass die Elektromobilität nach vielen Anläufen vor dem Durchbruch steht. Die Konsequenzen können als „im Großen klein und im Kleinen groß“ beschrieben werden. Während die E-Mobilität Makrofaktoren wie Stromnachfrage oder Gesamtemissionen nicht grundlegend und nur langsam verändert, kann sie in den Verteilnetzen schnell zu großen Herausforderungen führen.

Im Energiewende-Index wurde in der Vergangenheit immer wieder auf die ausbleibenden Erfolge bei der Reduktion der CO₂e-Emissionen verwiesen sowie auf die Tatsache, dass die Energiewende bislang hauptsächlich eine Stromwende geblieben ist. Im Bereich der Stromerzeugung herrscht bereits seit Jahren Konsens darüber, dass Windkraft und Photovoltaik die Technologien der Wahl sind, um Treibhausgasemissionen nachhaltig zu senken. Im Verkehrssektor hingegen ist bis heute nicht vollständig geklärt, welche Lösung die beste im Sinne der Energiewende ist. Neben batterie- und wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen wurde auch der konventionelle Verbrennungsmotor lange Zeit zumindest als mittelfristige Übergangslösung gehandelt. Diese Situation ändert sich jetzt. Mit dem starken Rückgang der Batteriekosten und dem „Dieselskandal“ zeichnet sich die batteriebetriebene E-Mobilität zunehmend als Gewinnerin im Technologierennen ab.

Dieser Artikel geht daher vor allem drei Fragen auf den Grund: Erstens, warum der E-Mobilität nun endlich der Durchbruch gelingen könnte und welche Faktoren dafür verantwortlich sind. Zweitens, wie sich der steigende Strombedarf im Zuge wachsender Nachfrage nach E-Fahrzeugen auf unser Energiesystem und die drei Dimensionen in unserem Energiewende-Index (Klimaschutz, Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit) auswirkt. Und drittens, welche Weichen jetzt zu stellen sind, um nach der Stromwende nun auch die Verkehrswende zum Erfolg zu führen.

Um die Startposition für die Verkehrswende auszumachen, lohnt sich der nachfolgende Blick auf den aktuellen Stand der Indikatoren im deutschen Energiewende-Index.

Energiewende-Index Deutschland: die Indikatoren im Überblick

Von den 14 Indikatoren im Energiewende-Index weisen acht seit der letzten Erhebung im Frühjahr 2018 Veränderungen auf. Fünf Indikatoren haben sich verbessert, drei verschlechtert. Insgesamt werden sechs Indikatoren in ihrer Zielerreichung als „realistisch“ eingestuft. Im letzten Index vor sechs Monaten waren es noch fünf, doch diesmal schaffte es der Indikator Industriestrompreise infolge gesunkener Preise erstmals in diese Kategorie. Die Zahl der Indikatoren mit „unrealistischer“ Zielerreichung ging dadurch von acht auf sieben zurück. Der Indikator „Interkonnektorkapazität“ verbleibt weiterhin in der Kategorie „leichter Anpassungsbedarf“.

Für sechs Kennzahlen lagen zum Zeitpunkt der Indizierung noch keine neuen Daten vor. Somit verbleiben die Indikatoren Stromerzeugung aus Erneuerbaren, Ausfall der Stromversorgung und gesicherte Reservermarge in der Kategorie „realistisch“, für EEG-Umlage, Stromverbrauch und CO₂e-Ausstoß gilt die Zielerreichung weiterhin als „unrealistisch“. Der Indikator Sektorkopplung bleibt mangels klar formulierter übergeordneter Ziele bislang ohne Kategoriezuordnung.

Veränderung bei Indikatoren mit „realistischer“ Zielerreichung

■ **Industriestrompreise in Deutschland weiter im Sinkflug:** Die Stromkosten für Industriekunden entwickelten sich vergangenes Jahr positiv. Mit 8,7 % fiel der In-

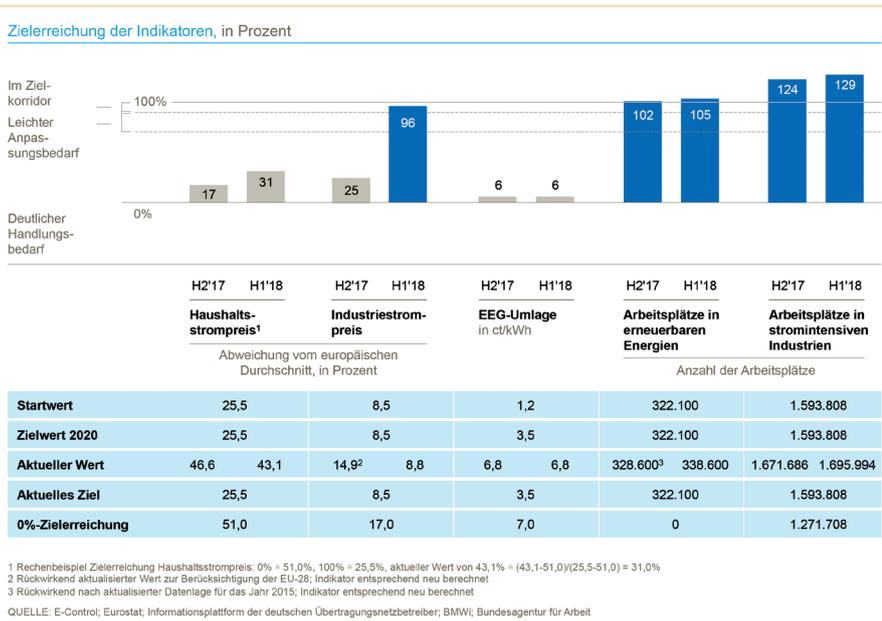


Abb. 1 Wirtschaftlichkeit, Wertung H2 2017 und H1 2018

dustriestrompreis deutlich stärker als im EU-Durchschnitt (-3,7 %), das hiesige Preisniveau von 8,9 ct/kWh liegt nur noch 8,8 % über dem europäischen Schnitt. Der Indikator bewegt sich damit erstmals im Zielkorridor für 2020 und wechselt in seiner Zielerreichung von vormals „unrealistisch“ zu „realistisch“. Die derzeit steigenden Netzentgelte und Börsenstrompreise könnten den Indikator allerdings schon bald wieder verschlechtern (Abb. 1).

■ *Vorübergehend mehr Arbeitsplätze in erneuerbaren Energien:* Gegenüber dem Vorjahr ist die Zahl der Beschäftigten im Bereich erneuerbare Energien um 10.000 auf 338.600 gestiegen. Dadurch verbessert sich der Indikator in seiner Zielerreichung von 102 % auf 105 %. Der im Jahr 2008 festgelegte Zielwert liegt bei 322.100 Arbeitsplätzen. Die aktuell gemeldeten Personaleinsparungen im Windsektor zeigen allerdings, dass

die Zukunftsprognose nicht uneingeschränkt positiv ist. Aufgrund der geänderten regulatorischen Rahmenbedingungen für den Ausbau der Windenergie wird ab 2019 ein deutlicher Rückgang der jährlich errichteten Windkraftanlagen erwartet. Erste Hersteller haben bereits mit Stellenabbau in der eigenen Produktion und bei Zulieferern reagiert. Diese Entwicklung könnte den Indikator zukünftig verschlechtern.

■ *Erneuter Anstieg der Arbeitsplätze in stromintensiven Industrien:* Seit 2016 steigt die Anzahl der Beschäftigten in diesem Sektor stetig. Im vierten Quartal 2017 lag sie um mehr als 32.000 höher als ein Jahr zuvor. Dadurch verbessert sich der Indikator weiter und bewegt sich mit 129 % inzwischen deutlich über seiner ursprünglichen Zielmarke von rund 1,6 Mio. Beschäftigten.

Veränderung bei Indikatoren mit „leichtem Anpassungsbedarf“

■ *Interkonnektorkapazität leicht verbessert:* Die grenzüberschreitende Stromübertragungskapazität im Vergleich zur in Deutschland installierten Erzeugungskapazität ist von 7 % auf 8,9 % gestiegen. Dadurch verbessert sich der Indikator auf 89 %, verbleibt aber in der Kategorie „leichter Anpassungsbedarf“. Der Indexwert könnte sich allerdings in den kommenden Jahren wieder verschlechtern, da die EU plant, den Zielwert bis 2030 von 10 % auf 15 % anzuheben (Abb. 2).

Veränderung bei Indikatoren mit „unrealistischer“ Zielerreichung“

■ *Haushaltsstrompreise weiter rückläufig:* Durch die leichte Entspannung der Strompreisentwicklung in Deutschland und den gleichzeitigen Anstieg der Preise auf EU-Ebene verringert sich der Abstand zwischen den deutschen Haushaltsstrompreisen gegenüber den europäischen Nachbarn um knapp 5 %. Dadurch verbessert sich der Indikator zwar, bleibt aber mit einer durchschnittlichen Preisdifferenz von 43,1 % in der Kategorie „unrealistisch“.

■ *Stetig steigender Primärenergieverbrauch:* Gegenüber 2016 hat sich der Primärenergieverbrauch abermals um 0,6 % erhöht. Eigentliches Ziel war es, den Verbrauch in diesem Zeitraum um 2 % zu senken. Insgesamt verschlechtert sich der Indikator seit 2014 kontinuierlich und wird daher als

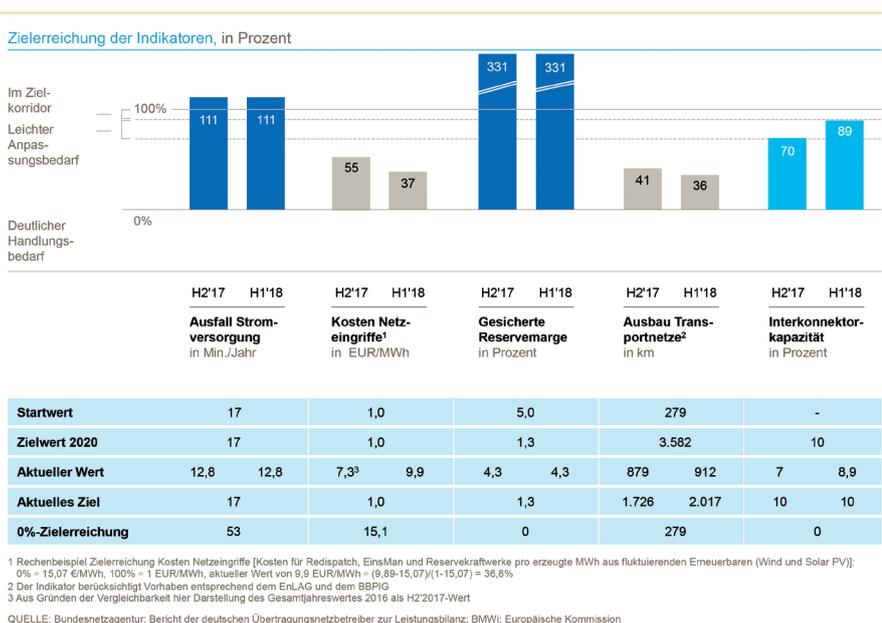


Abb. 2 Versorgungssicherheit, Wertung H2 2017 und H1 2018

stabil „unrealistisch“ in seiner Zielerreichung eingestuft (Abb. 3).

■ **Kosten für Netzeingriffe auf Rekordniveau:** 2017 erhöhten sich die Kosten für Netzeingriffe auf insgesamt 1,45 Mrd. € – ein neuer Rekord. Das entspricht einer Steigerung von mehr als 70 % gegenüber dem Vorjahr (850 Mio. €). Die größten Kostentreiber sind dabei Redispatch-Maßnahmen und das Einspeisemanagement. Die Netzeingriffskosten pro Stromvolumen aus fluktuierenden Erneuerbaren erhöhten sich hingegen „nur“ um 35 % auf 9,9 €/MWh – dank der deutlich erhöhten Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie (+27 %). Mit gerade einmal 37 % Zielerreichung verbleibt der Indikator in der Kategorie „unrealistisch“.

■ **Ausbau der Transportnetze im Hintergrund:** Seit der letzten Erhebung wurden lediglich 33 weitere der bis 2020 geplanten 3.582 km gebaut. Damit sind insgesamt erst 912 km der in den Ausbauplänen von EnLAG und BBPIG vorgesehenen Transportnetze fertiggestellt. Da zudem das Bautempo weit hinter der Planung zurückliegt, verschlechtert sich der Indikator erneut und ist mit 36 % als stabil „unrealistisch“ einzustufen.

E-Mobilität vor dem Durchbruch

Anläufe gab es viele in der Vergangenheit, um der E-Mobilität in Deutschland zum

Durchbruch zu verhelfen. Nun könnte es tatsächlich gelingen – dafür sprechen aktuell vier zentrale Faktoren und Entwicklungen: vorteilhafte Regulierung, sinkende Gesamtbetriebskosten, breiteres Fahrzeugangebot und steigende Kundennachfrage.

Vorteilhafte Regulierung

Maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung des Angebots von E-Autos hat die Begrenzung der durchschnittlichen CO₂-Emissionen der von den Herstellern verkauften Fahrzeugportfolios. Die EU-Regulierung geht hier mit einem Grenzwert für Pkw von 95 g/km ab 2020 am weitesten. Doch auch China hat seinen 2015er-Grenzwert von 161 g/km auf 117 g/km abgesenkt. Erwartungsgemäß werden die Grenzwerte in den 2020er Jahren weiter reduziert werden und sinken irgendwann auch unter die Schwelle von 70 bis 80 g/km. Diese Entwicklung setzt Hersteller unter Zugzwang: Solange der Grenzwert über dieser Schwelle liegt, können Hersteller ihn noch mit einem Portfolio aus Verbrennungs- und Hybridmotoren erreichen. Werte unter 70 bis 80 g/km hingegen lassen sich nur noch erzielen, wenn batteriebetriebene Fahrzeuge den gleichen Stellenwert wie Plug-in-Hybride erhalten. Zusätzlich verstärkt wird der Druck durch die sinkende Nachfrage nach CO₂-Emissionen ärmeren Dieselfahrzeugen infolge des „Diesel-

skandals“ und der Angst vor schärferer Regulierung von Dieselfahrzeugen etwa im innerstädtischen Bereich.

Sinkende Gesamtbetriebskosten

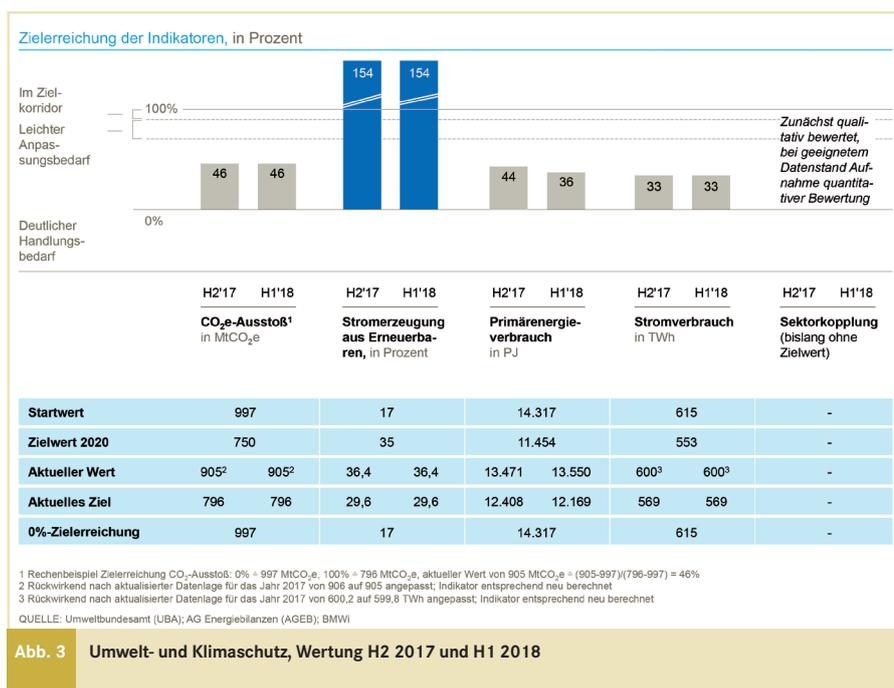
Die Gesamtbetriebskosten von E-Autos, die sowohl die Kosten für die Anschaffung als auch die eigentlichen Betriebsausgaben umfassen, werden immer wettbewerbsfähiger. Während die Anschaffungskosten eines E-Autos durch die teure Batterie deutlich höher sind als von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, liegen die Betriebskosten pro Kilometer niedriger. Anschaffungskosten von rund 85 €/kWh für den Batteriesatz gelten gemeinhin als die Schwelle, ab der die Gesamtbetriebskosten eines Batteriefahrzeugs unter denen eines Verbrenners liegen. Diese Schwelle schien lange Zeit unerreichbar, doch ist sie mittlerweile in greifbare Nähe gerückt. Noch 2011 lag die Kostenprognose für 2025 bei 340 €/kWh. Seitdem wird sie regelmäßig nach unten angepasst. 2014 wurden 210 €/kWh vorhergesagt, mittlerweile wird ein Unterschreiten der 85 €/kWh ab Mitte der 2020er-Jahre erwartet. Die Entwicklung erinnert an die der Photovoltaik, bei der starkes Marktwachstum und Industrialisierung in den vergangenen 15 Jahren ebenfalls zu einem deutlichen Preisverfall geführt haben.

Breiteres Fahrzeugangebot

Lange Zeit war das Angebot von E-Autos beschränkt auf wenige Modelle, die sich zudem wegen ihrer geringen Reichweite nur für den Stadtverkehr eigneten. 2010 kam beispielsweise der Nissan Leaf auf gerade einmal 175 km Reichweite; heute können Modelle wie der Renault Zoe bereits fast 400 km am Stück fahren. Derzeit haben die 11 größten Hersteller rund 30 E-Modelle im Angebot, für die kommenden zwei Jahre werden weitere 40 erwartet. Bis 2024 sollen insgesamt mehr als 100 neue Fahrzeugtypen an den Start gehen. Die Palette kommt von allen großen Herstellern und umfasst sämtliche Fahrzeugklassen. Damit werden Elektrofahrzeuge für immer mehr Nutzergruppen attraktiv, was wiederum die Nachfrage stimuliert.

Steigende Kundennachfrage

Auch wenn die geringen Verkaufszahlen bislang eine andere Sprache sprechen: Be-



wusstsein und Einstellung der Autofahrer gegenüber E-Fahrzeugen haben sich erheblich verändert: 96 % aller Deutschen wissen inzwischen um das Angebot an E-Modellen, 44 % ziehen einen Kauf in Erwägung. Bislang offen ist indessen, ob der Absicht auch Taten folgen: Noch liegt der Anteil der E-Autos und der Plug-in-Hybride an den jährlichen Neuzulassungen in Deutschland bei mageren 1,6 %.

Kommen allerdings zur bereits vorhandenen grundsätzlichen Kaufbereitschaft jetzt noch breitere und kostengünstigere Fahrzeugangebote, könnte dies der endgültige Durchbruch der Elektromobilität in Deutschland sein. Zumal die lange Zeit als Engpass geltende Ladeinfrastruktur sich als sehr viel geringeres Problem entpuppt als anfänglich angenommen. Die meisten Kunden bevorzugen das Laden zu Hause, wo sich eine entsprechende Versorgungsstation verhältnismäßig einfach und kostengünstig einrichten lässt. Um das Laden auf der Langstrecke zu ermöglichen, gibt es neben dem Schnellladnetz des Anbieters Tesla mittlerweile zahlreiche weitere Ausbauvorhaben, darunter die gemeinsame Initiative von VW, Daimler, BMW und Ford.

Vieles deutet auf einen baldigen Durchbruch der Elektromobilität hin, doch wann genau er kommt, bleibt letztlich ungewiss. Zwar gehen die meisten Prognosen davon aus, dass der Anteil der E- und Plug-in-Hybrid-Autos an den jährlichen Neuzulassungen bis 2025 von heute 1,6 % auf über 20 % steigt, und manche Vorhersagen gehen noch deutlich darüber hinaus. Wie weit die reale Entwicklung ursprüngliche Prognosen übertreffen kann, zeigt das Beispiel Solar PV: Der Ausbau der Solar- und Photovoltaikanlagen ist heute tatsächlich 14 Mal höher, als noch im Jahr 2000 von der Internationalen Energieagentur vorhergesagt.

Was der Durchbruch für unser Energiesystem bedeutet

Die absehbare Zunahme an E-Autos auf unseren Straßen wirft zwangsläufig die Frage auf, wie gut unser bestehendes Energiesystem auf diese Entwicklung vorbereitet ist und welche Weichenstellungen jetzt erforderlich sind, damit das wachsende Segment

E-Mobilität auch in Zukunft ausreichend unterstützt wird. Beide Aspekte werden nachfolgend entlang der drei Index-Dimensionen Umwelt- und Klimaschutz, Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit im Einzelnen analysiert. Zusammenfassen lassen sich die Effekte als „im Großen klein und im Kleinen groß“: Während Makrofaktoren wie Stromnachfrage oder Gesamtemissionen durch die E-Mobilität nicht fundamental und nur langsam beeinflusst werden, kann die wachsende Zahl an E-Fahrzeugen schnell zu großen Herausforderungen in einzelnen Verteilnetzzellen führen.

Auswirkungen auf Umwelt- und Klimaschutz

Heute emittiert der Verkehrs- und Transportsektor in Deutschland jährlich etwa 171 MtCO₂e. Dies entspricht etwa 19 % der gesamten CO₂e-Emissionen. Der Klimaeffekt des Verkehrs ist damit kleiner als der aus der Energiewirtschaft oder der Industrie, die jeweils 35 % bzw. 21 % zum CO₂e-Ausstoß beitragen. Die übrigen Anteile am Emissionsaufkommen entfallen größtenteils auf Haushalte und Landwirtschaft.

Eine flächendeckende Umstellung deutscher Fahrzeuge von Verbrennungs- auf Elektromotor kann zwar wegen der vergleichsweise kürzeren Lebenszyklen schneller vonstattengehen als eine Dekarbonisierung der Energieerzeugung. Trotzdem erfordert sie immer noch viel Zeit. Selbst wenn der Anteil der E- und Plug-in-Hybrid-Autos an den Neufahrzeugen bis 2025 auf über 20 % ansteigt, bleibt der Gesamtfuhrpark noch über Jahre größtenteils angetrieben vom Verbrennungsmotor.

Hinzu kommt, dass E-Autos nur dann eine nachhaltig positive Klimawirkung haben, wenn der genutzte Strom auch emissionsfrei bzw. -arm erzeugt wurde. Wie der Energiewende-Index in den vergangenen Jahren immer wieder belegt hat, halten sich die Fortschritte in diesem Bereich in Grenzen: Die CO₂e-Bilanz eines E-Autos, das über den gesamten Lebenszyklus mit dem derzeitigen deutschen Strommix betrieben wird, ist nicht signifikant besser als die eines Autos mit effizientem Verbrennungsmotor. Länder wie Norwegen hingegen, in denen der Anteil an E-Fahrzeugen bereits 8,4 % beträgt und die mit 96 % Wasserkraft einen hohen Anteil

CO₂e-freier Stromerzeugung vorweisen, können bereits über 60 % ihrer CO₂e-Emissionen einsparen.

Nichtsdestotrotz werden E-Autos auch in Deutschland einen positiven Effekt auf die Umwelt haben. Denn neben dem CO₂e-Ausstoß hat unser Land noch mit weiteren Emissionen wie beispielsweise mit Feinstaub zu kämpfen, der in den vergangenen Jahren zunehmend in den Fokus der öffentlichen Debatte gerückt ist. Und fortschreitende E-Mobilität kann auch in diesem Bereich einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung der Situation leisten.

Der Stromverbrauch verändert sich durch die Zunahme an E-Fahrzeugen – anders als vielleicht erwartet – nur geringfügig. In nahezu allen Verbreitungsszenarien bleibt die zusätzliche Stromnachfrage im kommenden Jahrzehnt vernachlässigbar, wie folgende Musterrechnung zeigt: 1 % des deutschen Fuhrparks benötigt ca. 1 TWh Strom pro Jahr. Die eine Million Elektroautos, die als Ziel ausgegeben worden sind, hätten einen Bedarf von 2 bis 3 TWh. Dies entspricht weniger als 0,5 % des gesamten deutschen Strombedarfs. Selbst ein Anteil von 40 % E-Autos am deutschen Gesamtfuhrpark, der von den meisten Analysten erst in Jahrzehnten erwartet wird, würde die Stromnachfrage nur um ca. 40 TWh oder weniger als 10 % erhöhen.

Auf den Primärenergieverbrauch kann der Durchbruch der E-Mobilität durch seine höhere Energieeffizienz einen senkenden Effekt haben. So verbraucht im deutschen Fuhrpark ein durchschnittlicher Pkw mit Verbrennungsmotor etwa 7 l/100 km, was etwa 60 kWh/100 km entspricht. Selbst ein größeres E-Auto benötigt hingegen nur etwa 20 kWh.

Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit

Bei den Konsequenzen für die Versorgungssicherheit ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen den Effekten auf das Gesamtsystem und denen auf lokaler Ebene. So wird das Gesamtsystem, etwa die gesicherte Reserve-energie, durch die derzeit absehbare Zahl an E-Autos kaum berührt: Die Jahresspitzenlast in Deutschland steigt durch den zusätzlichen Strom, den Elektromobile verbrauchen, bis 2030 um gerade einmal 1 %.

Anders sieht es in den lokalen Verteilnetzzellen aus. Dort kann eine steigende Anzahl an E-Autos sogar zu massiven Engpässen führen. Die unkoordinierte Lastwirkung von E-Autos wird sich erwartungsgemäß auf jene Abendstunden konzentrieren, in denen die lokale Verteilnetzzelle mit ihren beispielhaft angenommenen 150 angeschlossenen Haushalten heute ohnehin schon ihre Spitzenlast hat. McKinsey-Analysen zeigen, dass schon ein Anteil von 25 % E-Fahrzeugen mit typischem Strommix und Ladeleistungen zwischen 1,7 kW und 11 kW zu einem Anstieg der Spitzenlast in der lokalen Verteilnetzzelle um 30 % führt. Die typische Ladezeit beträgt hierbei etwa fünf Stunden, abhängig vom Nutzerverhalten. Die Verwendung von Schnellladestationen (die allerdings in Privathaushalten nicht zu erwarten sind) würde diese lokale Spitzenlast weiter erhöhen, wenngleich sich durch die kürzeren Ladezeiten neue Optimierungs- und Koordinationsmöglichkeiten ergeben, weil eine volle Batterieladung nicht mehr die gesamte Nacht dauert.

In jedem Fall bleibt unter dem Strich eine nicht unerhebliche Mehrlast, die auch PV-Anlagen in den sonnenärmeren Spitzenlaststunden am späten Nachmittag und frühen Abend nicht abfedern können. Viele Verteilnetzzellen sind auf diese Zusatzbelastung heute nicht vorbereitet und ein entspre-

chender Ausbau wäre aufwendig und teuer. Neuere Studien sprechen hier von einem höheren zweistelligen Milliardenbetrag in den kommenden fünf bis zehn Jahren.

Selbst bei bundesweit niedrigen Durchdringungsraten kann es auf lokaler Ebene zu einem sehr hohen E-Fahrzeugaufkommen kommen – mit den damit verbundenen beschriebenen Problemen. In Stadtrandgebieten großer Ballungszentren ist am ehesten eine hohe Dichte zu erwarten. Zur voraussichtlichen Verbreitung von E-Autos in Deutschland hat McKinsey ein regionales Vorhersagemodell entwickelt. Der beispielhafte Vergleich dreier Gebiete illustriert die Unterschiede:

A. Wohlhabende Kleinstadt mit hoher E-Fahrzeugdichte, z.B. Königstein im Taunus (ca. 16.000 Einwohner am Rande des Rhein-Main-Gebiets; Anteil an Haushalten mit hohem Einkommen unter den Top 5 in Deutschland; hoher Pendleranteil nach Frankfurt mit 20 Minuten Fahrzeit);

B. Typische deutsche Mittelstadt mit mittlerer E-Fahrzeugdichte, z.B. Speyer (ca. 50.000 Einwohner; Ludwigshafen, Mannheim und Karlsruhe in ca. 20 Minuten Fahrzeit zu erreichen);

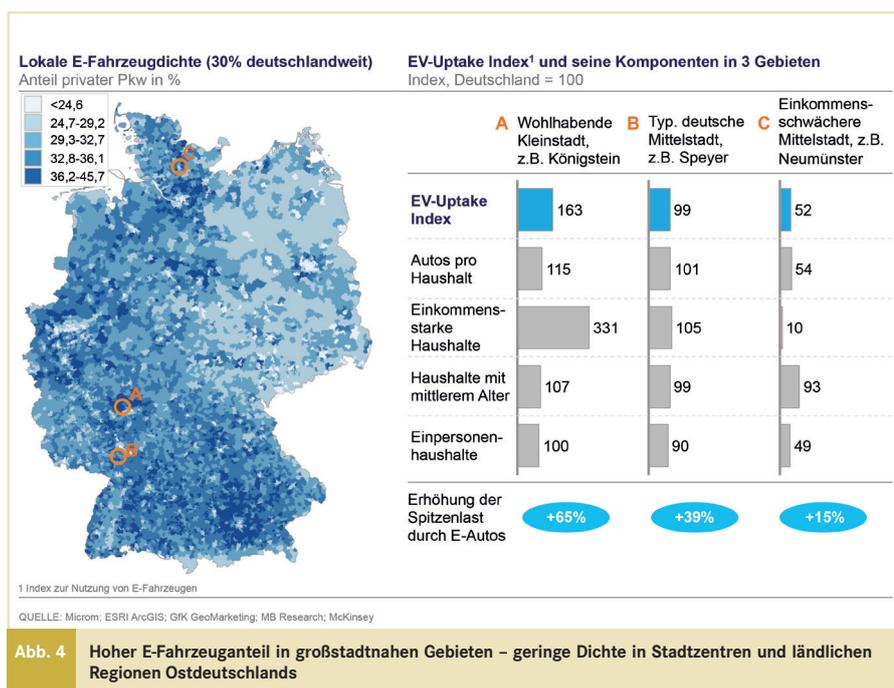
C. Einkommensschwächere Mittelstadt mit geringer E-Fahrzeugdichte, z.B. Neumünster (ca. 79.000 Einwohner; dünner besiedelter, ländlicher Raum zwischen Hamburg (70 km) und Kiel (30 km)).

Bei einer angenommenen deutschlandweiten E-Fahrzeugdichte von 30 % zeigt die Regionalanalyse, dass das E-Autoaufkommen von Ort zu Ort stark variiert; im vorliegenden Beispiel liegt sie um mehr als die Hälfte über bzw. unter dem bundesweiten Schnitt. Entsprechend stark unterscheidet sich der Effekt auf die jeweilige lokale Spitzenlast: In Königstein würde sie um etwa 65 % über den aktuellen Wert steigen, in Speyer um 39 % und in Neumünster nur um 15 %. Sollten Lastspitzen wie die hier berechneten realisiert werden, wären kostspielige Netzausbauten notwendig (Abb. 4).

Eine Überlastung der Verteilnetze kann jedoch durch Änderung des Ladeverhaltens (z.B. koordiniertes, sequenzielles Laden über die gesamte Nacht) reduziert oder sogar ganz vermieden werden. Hierzu kommt es vor allem darauf an herauszufinden, wie sich das Ladeverhalten koordinieren lässt. Verschiedene Studien erwarten dadurch eine Minderung der zusätzlichen Spitzenlast um den Faktor 5 bis 7. Noch fehlen für eine solche Koordination geeignete Markt- und Anreizmechanismen. Auch die Umstellung der Stromabrechnung in Haushalten von Arbeitspreisen (kWh) auf Leistungspreise (kW) ist bislang noch nicht weit fortgeschritten. Entsprechende Anpassungen könnten langfristig helfen, die Ladevorgänge von E-Autos nicht nur zu bewältigen, sondern sie sogar positiv für das erneuerbare Stromsystem nutzbar machen und so dazu beitragen, auf stationäre Speicher an anderer Stelle zu verzichten.

Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit

Veränderungen im Bereich der Wirtschaftlichkeit des deutschen Stromsystems würden zunächst einmal durch die steigende Nachfrage nach Strom für E-Autos hervorgerufen. Allerdings dürften sich die Auswirkungen der Nachfrage in Grenzen halten und somit auch die daraus resultierenden Effekte auf die laufenden Kosten des Stromsektors. Deutlichere Kostenanstiege sind dagegen beim Netzausbau zu erwarten. Die Verteilnetze, die durch den Ausbau der Erneuerbaren ohnehin schon unter Druck stehen, werden durch die E-Mobilität wie oben beschrieben vor zusätzliche Herausforderungen gestellt. Der dann erforderliche stärkere Netzausbau



würde die Netzentgelte weiter steigen lassen. In Summe steht somit zu erwarten, dass E-Autos vor allem höhere Investitionen bedeuten und kaum mit höheren laufenden Kosten einhergehen. Die erforderlichen Investitionen werden vor allem von den Lastspitzen und weniger von der steigenden Stromnachfrage insgesamt getrieben.

In die Dimension Wirtschaftlichkeit fällt auch die Entwicklung der Arbeitsplätze in erneuerbaren Energien und stromintensiven Industrien. Die Effekte in diesen Sektoren sind erwartungsgemäß begrenzt, aber die möglichen Folgen in anderen Sektoren sind umso dramatischer. Deutschlands Autozulieferindustrie ist weitgehend abhängig vom Verbrennungsmotor und dem zugehörigen Antriebsstrang. Ein globaler Durchbruch der Elektromobilität kann zu massiven Umbrüchen in der Branche führen.

Welche Weichen nun zu stellen sind

Bisher gibt es nur wenig belastbare Aussagen, wie die Lastspitzen von E-Fahrzeugen gemangelt werden sollen und welche konkreten Schritte hierfür erforderlich sind. Oft wird in dieser Diskussion nach Norwegen geblickt:

Mittlerweile liegt dort der E-Anteil an den jährlichen Neuzulassungen bei 40 %. In der norwegischen Hauptstadt Oslo ist die Zahl der Fahrzeuge mit Strombedarf auf mittlerweile 50.000 E-Autos und 30.000 ladbare Hybrid-Autos gestiegen. Diesem Aufkommen stehen gerade einmal 1.300 kommunale Ladestationen gegenüber. Deshalb raten mittlerweile sogar Verbraucherorganisationen nur zum Kauf eines E-Fahrzeugs, wenn zu Hause Lademöglichkeiten bestehen. Das Beispiel macht deutlich, wie schnell ein ungeplanter Anstieg von E-Autos eine nationale Versorgungsinfrastruktur an ihre Grenzen bringen kann.

Da die Errichtung der notwendigen Ladeinfrastruktur ebenso Zeit braucht wie der Ausbau entsprechender Netze, ist angesichts der ab 2020 zu erwartenden rapiden Zunahme von E-Autos bereits heute dringender Handlungsbedarf geboten. Dabei ist ein weiter

Blick in die Zukunft erforderlich, denn die Erneuerungszyklen im Netz vollziehen sich deutlich langsamer als im Pkw-Fuhrpark. Es könnte eine Situation ähnlich dem Ausbau der Erneuerbaren drohen, dem die Netzerweiterung nicht hinterherkommt. Nur mit zügig abgestimmten Maßnahmen lässt sich gewährleisten, dass der erhoffte E-Auto-Boom nicht von einem unzureichenden Ausbau der Infrastruktur erstickt wird.

Dr. T. Vahlenkamp, Senior Partner, McKinsey & Company, Düsseldorf; Dr. I. Ritzenhofen, Associate Partner, McKinsey & Company, Köln; Dr. G. Gersema, Engagement Manager, McKinsey & Company, Berlin; Dr. H. Engel, Associate Partner, McKinsey & Company, München; N. Beckmann, Junior Research Analyst, McKinsey & Company, Düsseldorf
thomas_vahlenkamp@mckinsey.com

Feedback erwünscht

Der Energiewende-Index bietet alle sechs Monate einen Überblick über den Status der Energiewende in Deutschland. Reaktionen und Rückmeldungen seitens der Leser sind ausdrücklich erwünscht und werden bei der Aktualisierung des Index berücksichtigt, sofern es sich um öffentlich zugängliche Daten und Fakten handelt. Auf der Website von McKinsey besteht die Möglichkeit, den Autoren Feedback zum Thema Energiewende zu geben: www.mckinsey.de/energiewendeindex

WindEnergy Hamburg 2018

Die globale Windindustrie blickt auch 2018 aufgrund positiver Signale aus den asiatischen und einigen europäischen Märkten hoffnungsvoll in die Zukunft. Für 2020 wird die Marktsituation im Vergleich zu heute weltweit deutlich besser eingeschätzt. Dies sind die zentralen Ergebnisse der aktuellen WindEnergy trend:index-Umfrage (WETI), die im März und April diesen Jahres durchgeführt wurde.

Die Stimmung bezüglich der Rahmenbedingungen für Onshore Wind ist überwiegend neutral bis sehr gut, in Asien mit über 90 % und Europa über 80 % der Stimmen in diesem Bereich. Potenziale für Kosteneinsparungen, insbesondere durch neue Technologien, sehen vor allem im Offshore-Bereich drei Viertel der Teilnehmer. Bei Onshore ist immerhin noch die Hälfte dieser Meinung. Die Digitalisierung wird nach Meinung einer großen Mehrheit sowohl bei Onshore als auch bei Offshore zu Optimierungen führen. Bei Offshore sehen dabei 20 % „sehr hohe“ Potenziale, während bei Onshore mehr „hohe“ Potenziale gesehen werden.

Neue Technologien werden insbesondere im Bereich Offshore zu weiteren Kostensenkungen führen, davon sind fast drei Viertel aller Teil-

nehmer überzeugt. Bei Onshore ist es mehr als die Hälfte. Die nächste Onlinebefragung wird im September und Oktober 2018 durchgeführt, um eine eventuelle Veränderung der Stimmung in Folge des weltgrößten Treffens der Industrie auf dem Global Wind Summit in Hamburg darzustellen.

WindEnergy Hamburg, die einzige globale Fachmesse für die Onshore- und Offshore-Windindustrie, präsentiert als Teil des Global Wind Summit vom 25.-28.9.2018 auf dem Gelände der Hamburg Messe die gesamte Wertschöpfungskette in einem beeindruckenden Umfang: Rund 1.400 Aussteller aus aller Welt stellen ihre Neuheiten vor. Die globale Konferenz von WindEurope versammelt führende Experten aus Wirtschaft und Politik, um die Chancen und Herausforderungen der Windindustrie zu diskutieren. Zum Global Wind Summit 2018 werden Aussteller, Besucher und Konferenzteilnehmer aus rund 100 Ländern in Hamburg erwartet.

Weitere Information unter: www.globalwindsummit.com