

# Energiewende-Index Deutschland 2020 – Wie Deutschland seine Vorreiterrolle verteidigen kann

Thomas Vahlenkamp, Ingmar Ritzenhofen, Gerke Gersema und Marco Weber

*Die aktuelle Entwicklung der Indikatoren läutet eine neue Phase in der deutschen Energiewende ein: Die Kosten der Netzeingriffe explodieren und Engpässe bremsen den Ausbau der Erneuerbaren. Eine verstärkte Systemintegration ist jetzt erforderlich, wenn Deutschland seine Rolle als Vorreiter der Energiewende nicht an andere Weltregionen verlieren will. Denn dort boomen die Erneuerbaren mittlerweile.*

Nach eher geringen Veränderungen in den letzten Erhebungen kommt Bewegung in den deutschen Energiewende-Index. Zentrale Indikatoren driften auseinander und steuern auf gegenläufige Extreme zu: Die Schere zwischen unrealistischer Zielerreichung und Übererfüllung wird größer. Während sich bspw. die Kosten für Netzeingriffe und die Strompreise immer weiter von den ursprünglich gesteckten Zielen entfernen, erreichen andere Kennzahlen Spitzenwerte weit über den geforderten Grenzmarken, allen voran der Offshore-Wind-Ausbau.

Trotz der teils deutlichen Veränderung einzelner Werte ist die Einstufung der Indikatoren gegenüber der letzten Veröffentlichung konstant geblieben: Sieben der insgesamt 15 Kennzahlen bleiben in ihrer Zielerreichung „realistisch“, die meisten mit weiter steigenden Tendenzen. Lediglich der Ausbau der Photovoltaik (PV) entwickelt sich aufgrund geringerer staatlicher Förderung auf hohem Niveau leicht rückläufig. Beim Ausbau der Transportnetze besteht weiterhin Anpassungsbedarf.

Die Zahl der Indikatoren, die als „unrealistisch“ in ihrer Zielerreichung gelten, bleibt ebenfalls unverändert bei sieben – mit Tendenz zu weiterer Verschlechterung. Allerdings liegen für vier Kenngrößen (CO<sub>2</sub>e-Ausstoß, Stromausfall, EEG-Umlage, Arbeitsplätze in erneuerbaren Energien) bislang keine neuen Daten gegenüber den im März veröffentlichten Zahlen zum Energiewende-Index vor. Signifikante Verbesserungen sind aber auch nicht zu erwarten, insbesondere nicht bei zentralen Indikatoren wie dem CO<sub>2</sub>e-Ausstoß und der EEG-Umlage, über deren Höhe jährlich jeweils zum Stichtag 15. Oktober neu entschieden wird.

Auf regulatorischer Seite gilt es, gleiche Wettbewerbsbedingungen für alle Flexibilitätsoptionen zu schaffen  
Foto: psisa | Fotolia.com

## Teure Netzeingriffe und hohe Strompreise belasten die Bilanz

Zu den massivsten Veränderungen im Index zählt der starke Anstieg der Kosten durch Netzeingriffe infolge des höheren Einsatzes fluktuierender Energiequellen wie Wind und Solar. Er macht vermehrte „Redispatch“-Maßnahmen notwendig – das Zu- und Abschalten von Kraftwerkskapazitäten in einer bestimmten Regelzone. Dadurch haben sich die Kosten mehr als verdoppelt und zu einer drastischen Verschlechterung des Indikators von -2 % auf -141 % geführt (Abb. 1).

Auf die Versorgungssicherheit wirken sich die zunehmenden Netzeingriffe bisher nicht aus, denn sie werden u. a. überkompensiert

durch die weitere Verbesserung der gesicherten Reservemarge – ein Indikator, der mit einem Wert von fast 300 % seine Zielmarke inzwischen deutlich übertrifft. Die Energieversorgung ist damit zumindest auf nationaler Ebene nach wie vor gewährleistet, wenngleich es regional immer wieder zu Engpässen kommt, wie die gestiegenen Kosten für Netzeingriffe zeigen.

Ungünstiger entwickelt sich die Wirtschaftlichkeit der Energiewende. Nicht nur die teuren Netzeingriffe verschlechtern die ökonomische Bilanz, sondern auch die aktuelle Strompreiseentwicklung insgesamt. Die ohnehin weit über dem EU-Durchschnitt liegenden Haushalts- und Industriepreise entfernen sich kontinuierlich weiter vom Zielkorridor. Einzig das erneut leichte

## Gegenläufige Trends – die Indikatoren im Detail

### Veränderung bei Indikatoren mit „realistischer“ Zielerreichung

■ **Offshore-Wind-Ausbau über Plan:** Mit einer abermals gestiegenen Leistung auf jetzt 3,3 GW liegt der Indikator mit einem Erfüllungsgrad von knapp 170 % weit über dem derzeitigen Zielwert. Der Offshore-Wind-Ausbau befindet sich damit auf einem guten Weg zur Erreichung der angestrebten Kapazität von 6,5 GW im Jahr 2020.

■ **Gebremster PV-Ausbau:** Die Verlangsamung des Ausbaus der Photovoltaik setzt sich weiter fort. Zu der installierten Kapazität von 39,1 GW im Oktober 2015 kamen bis April 2016 nur 0,4 GW an neu errichteten Anlagen hinzu. Dennoch liegt der Indikator mit 115 % immer noch über dem Zielwert.

■ **Nochmaliger Anstieg der gesicherten Reservemarge:** Die Indikatorerreichung für Kapazitätsreserven in deutschen Kraftwerken steigt nochmals von 238 % auf jetzt 292 %. Allerdings sind in der Berechnungsmethodik der Netzbetreiber Nichtverfügbarkeiten durch Ausfälle stärker berücksichtigt worden, was eine Anpassung des Index-Zielwerts von 5 % auf 1,3 % erforderlich machte. Auf Basis der neuen Kalkulation liegt die gesicherte Reservemarge nun bei 3,8 %.

■ **Mehr Arbeitsplätze in stromintensiven Industrien:** Mit rund 45.000 neu geschaffenen Arbeitsplätzen setzt sich das Beschäftigungswachstum in stromintensiven Industrien fort. Mittlerweile liegt die Zahl der Arbeiter und Angestellten in diesem Wirtschaftszweig bei rund 1.661.000. Das schon zuvor realistische Ziel wird damit um 21 % übertroffen.

### Veränderung bei Indikatoren mit der Zielerreichung „leichter Anpassungsbedarf“

■ **Verzögerter Ausbau der Transportnetze:** Bedingt durch weitere Ausba verzögerungen entfernt sich der Indikator zunehmend von seinem Zielkorridor. Der bisherige Zubau beläuft sich auf rund 614 km, bis 2020 soll die Gesamtlänge 1.887 km betragen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssten pro Jahr etwa 300 km zugebaut werden. Nach dem derzeitigen Stand der

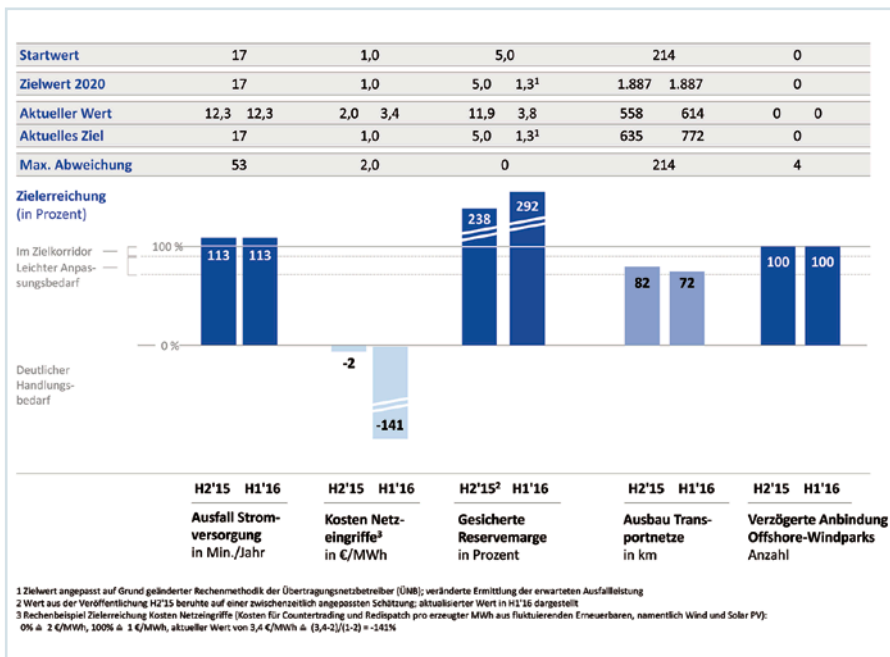


Abb. 1 Versorgungssicherheit, Wertung H2 2015 und H1 2016

Wachstum der Beschäftigung in stromintensiven Industrien wirkt sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit der Energiewende aus (Abb. 2).

In der Dimension Umwelt- und Klimaschutz liegen nur zwei von fünf Indikatoren klar über der Zielmarke: der Ausbau von Photovoltaik- und Offshore-Windkraftanlagen.

Für die übrigen Kennzahlen ist die Zielerreichung weiterhin dauerhaft unrealistisch; der Primärenergieverbrauch ist im Erhebungszeitraum sogar noch einmal konjunkturbedingt um 2,3 % angestiegen, der Stromverbrauch ist leicht gesunken und für den Indikator CO<sub>2</sub>e-Ausstoß lagen zum Zeitpunkt der Erhebung keine aktuellen Daten vor (Abb. 3).

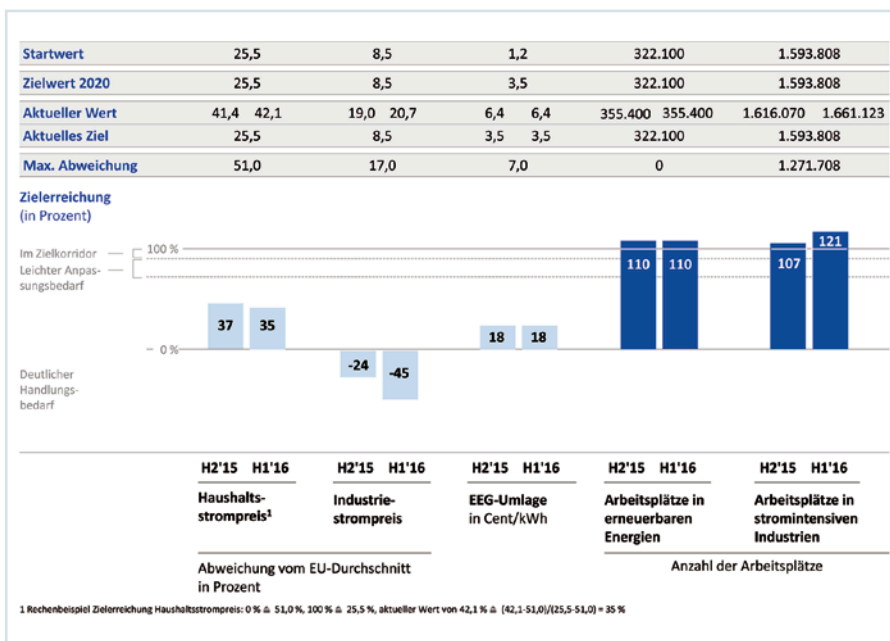


Abb. 2 Wirtschaftlichkeit, Wertung H2 2015 und H1 2016

politischen Diskussion ist dies mehr als unwahrscheinlich.

### Veränderung bei Indikatoren mit „unrealistischer“ Zielerreichung

■ **Kostenexplosion bei Netzeingriffen:** Die Kosten für die Einspeisung zusätzlicher Kapazitäten haben sich gegenüber dem letzten Index von rund 2,00 €/MWh auf 3,40 €/MWh spürbar erhöht. Der Indikator sinkt damit in seiner Zielerreichung auf ein neues Allzeittief von -141 %. Die Kosten für Redispatchmaßnahmen belaufen sich im Jahr 2015 auf 403 Mio. €. Dies übertrifft die Kosten des gesamten Jahres 2014 erheblich (185 Mio. €). Die wachsende Zahl der Netzeingriffe resultiert fast vollständig aus Engpässen auf den Nord-Süd-Trassen in den Regelzonen der Übertragungsnetzbetreiber TenneT und 50Hertz. Treiber der Kostenexplosion ist eine Zunahme des bei jedem Eingriff unterschiedlich hohen Redispatch-Volumens: Gemessen an der Stromerzeugung aus Wind und PV hat es sich von 6 % auf 14 % mehr als verdoppelt und übersteigt das Gesamtvolumen des Jahres 2014 um mehr als 200 %. Im Gegensatz dazu sind die Kosten der einzelnen Redispatch-Maßnahmen von 36 €/MWh auf 25 €/MWh gesunken. Nach einer Entscheidung des Oberlandesgerichts Düsseldorf vom 28.4.2015 zum Umfang der Kostenerstattung für die betroffenen Kraftwerksbetreiber ist allerdings zu erwarten, dass die Kosten für Redispatch künftig steigen werden.

■ **Primärenergieverbrauch erneut gestiegen:** Der bereits 2015 deutlich außerhalb des Zielkorridors liegende Primärenergieverbrauch steigt konjunkturbedingt noch einmal um 300 Petajoule (umgerechnet rund 83 TWh) an. Der vorgesehene Zielwert ist damit zu gerade einmal 46 % erreicht. Gleichzeitig steigerten erneuerbare Energien ihren Anteil an der Deckung des Primärenergieverbrauchs um einen Prozentpunkt und liegen mit 12,5 % mittlerweile vor der Braunkohle und nahezu gleichauf mit Steinkohle.

■ **Stromverbrauch leicht gesunken:** Der Stromverbrauch in Deutschland im Jahr 2015 betrug gemäß einer aktualisierten Schätzung der AG Energiebilanzen 594 TWh. Der Wert liegt damit weiterhin über dem Ziel von 579 TWh. Der Indikator ver-

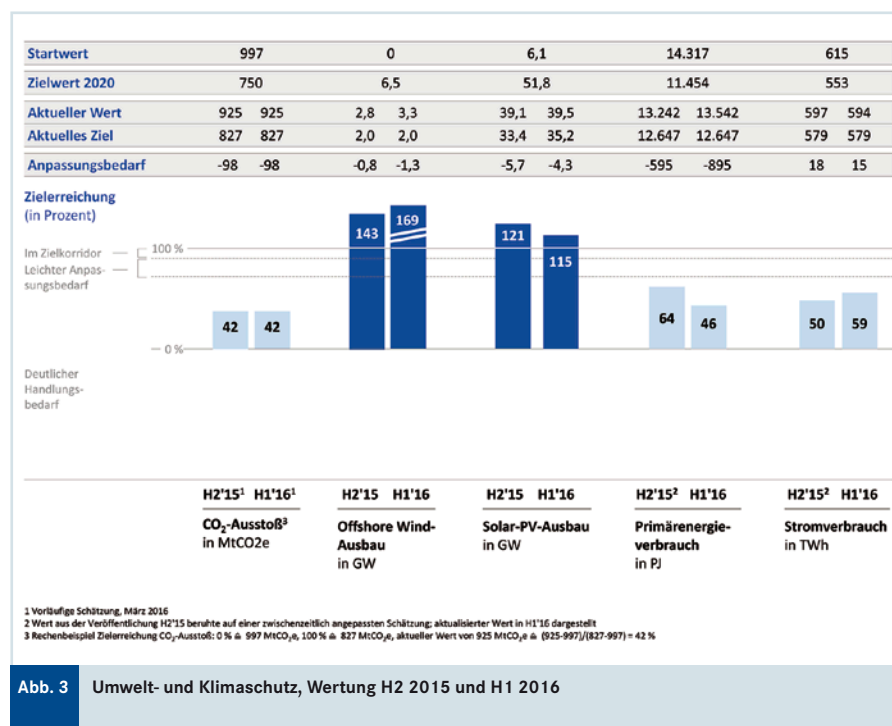


Abb. 3 Umwelt- und Klimaschutz, Wertung H2 2015 und H1 2016

bessert sich jedoch leicht auf eine Zielerreichung von nun 59 %.

■ **Haushaltsstrompreise weit über EU-Niveau:** Obwohl die hiesigen Haushaltsstrompreise von 29,49 ct/kWh auf 29,35 ct/kWh fielen, wächst der Abstand zu anderen Ländern. Inzwischen liegt das Preisniveau für deutschen Haushaltsstrom 42,1 % über dem europäischen Durchschnitt. Die Zielerreichung des Indikators verschlechtert sich von 37 % auf 35 %.

■ **Spürbarer Anstieg der Industriestrompreise:** Eine bemerkenswerte Verschlechterung gegenüber dem EU-Durchschnitt verzeichnet auch die Stromkostenentwicklung in der Industrie. Während es europaweit zu einem Rückgang von 0,3 % kam, stieg der Preis in Deutschland um 1,2 % auf aktuell 11,24 ct/kWh. Haupttreiber hierfür sind gestiegene Netzkosten, die den gesunkenen Großhandelspreisen in der zweiten Jahreshälfte 2015 gegenüberstehen. Der Indikator mindert dadurch seine Zielerreichung von -24 % auf -45 %.

### Weltweit boomen die Erneuerbaren

Seit mehr als 15 Jahren ist Deutschland Vorreiter und Referenzfall der globalen Energiewende. Zu Beginn des neuen Jahrtausends besaß die Bundesrepublik mehr als 30 %

der Windkraftleistung und wenige Jahre später mehr als 40 % aller Solaranlagen in der Welt. Unter allen G20-Staaten verfügt Deutschland über den höchsten Anteil von PV und Windkraft an der Stromerzeugung (19,3 % in 2015). Der Sektor beheimatet mittlerweile Unternehmen mit insgesamt mehr als 350.000 Mitarbeitern – darunter etwa Enercon und Siemens als führende Windturbinenhersteller oder SMA als Weltmarktführer im Bereich Wechselrichter.

Deutsche Maschinenbauer, die die PV-Industrie mit Produktionsanlagen beliefern, halten laut des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) noch immer einen Marktanteil von 50 %, obgleich der Großteil der PV-Module inzwischen in Asien gefertigt wird. In den vergangenen Jahren hat die Bundesregierung die Erneuerbaren zudem immer weiter an den Markt herangeführt: durch kontinuierliche Anpassungen der Förderinstrumente, durch Reformen zur verbesserten Steuerung des Ausbaus, durch die Einführung von Direktvermarktung und Ausschreibungen.

Doch andere Länder holen mit Macht auf. Baute Deutschland zuletzt innerhalb eines halben Jahres 0,4 GW Photovoltaik zu, waren es in China im gleichen Zeitraum 22 GW. Die Stromerzeugung aus erneuer-

baren Energien floriert weltweit – nicht nur infolge von Subventionen, sondern aufgrund steigender Wettbewerbsfähigkeit. Der rapide Preisverfall hat schneller als erwartet dazu geführt, dass die Energiegewinnung aus Wind und Sonne in vielen Ländern bereits günstiger ist als die konventionelle Stromerzeugung über Kohle- oder Gaskraftwerke. Allein die Preise für PV sind in den vergangenen zwölf Jahren um etwa 90 % gefallen und erreichten zuletzt bei Ausschreibungen in Dubai mit nur noch 30 US\$/MWh neue Rekorde.

Ähnlich der Trend im Windkraftsektor: Auch in Marokko wurden mit Onshore-Preisen von nur noch 30 US\$/MWh neue Tiefstwerte erzielt, die zudem deutlich unter denen für die konventionelle Erzeugung liegen. Die Folge ist ein sprunghaftes Wachstum von Solar- und Windkraftanlagen in aller Welt. 2015 wurden insgesamt 113 GW an Kapazität zugebaut – 10 % mehr als im Bereich der konventionellen Energieerzeugung. Allein China installierte mehr als 48 GW an erneuerbaren Energien.

Die jüngsten globalen Zubauraten machen deutlich, dass nicht mehr nur der Energiewende-Pionier Deutschland, sondern vor allem andere Länder diese Entwicklung treiben. Bis 2040 wird weltweit ein Zubau von bis zu 5.500 GW aus Wind und PV erwartet – das bedeutet eine Verneunfachung der aktuellen Kapazität. Vor allem bei Solarstrom verfolgen die Wachstumsmärkte ehrgeizige Ziele (China: 143 GW bis 2020, Indien: 100 GW bis 2022). Schon bis 2025 könnten laut McKinsey-Analysen PV-Kapazitäten in Höhe von 2.000 GW wirtschaftlich erschlossen werden. Hinzu kommen zahlreiche Wind-Offshore-Projekte, darunter ein 2-GW-Park vor New York, ein Park vergleichbarer Größe vor Taiwan sowie die Ambition des Mineralölkonzerns Shell, Anlagen von insgesamt 50 GW in der niederländischen Nordsee zu installieren.

## Vom Pionier der Wende zum Vorreiter der Integration

Während der Ausbau der erneuerbaren Energien international an Fahrt gewinnt, tritt Deutschland in eine neue Phase der Energiewende ein. Die Integration der Erneuerbaren in das Stromsystem bestimmt

von nun an das Tempo ihrer weiteren Entwicklung. War Deutschland bislang Vorbild in Bezug auf den Ausbau, muss es nun Vorreiter bei der Systemintegration werden. Wind und PV – die Gewinner im Technologiewettbewerb der Erneuerbaren – sind per Definition dezentral und fluktuieren abhängig von der aktuellen Wetterlage. Die lokale Verschiebung der Stromproduktion weg von den bisherigen Erzeugungszentren macht einen verstärkten Netzausbau notwendig und die wetterbedingte Fluktuation muss durch mehr Flexibilität in der Erzeugung und Nachfrage ausgeglichen werden. Netzausbau und Flexibilisierung bilden somit die zentralen Säulen der Systemintegration – auch um die zuletzt dramatisch gestiegenen Kosten für Netzeingriffe einzudämmen.

### 1. Beschleunigung des Netzausbaus

Wie der Index belegt, hat der zu langsame Netzausbau bereits 2015 die Kosten für Netzeingriffe mehr als verdoppelt. Die erwartete Verschiebung der Trasse SüdLink um drei Jahre und die sich abzeichnenden Verzögerungen bei anderen Nord-Süd-Trassen lassen erwarten, dass sich dieser Trend weiter fortsetzt. Für den weiteren Ausbau der Erneuerbaren hat das negative Folgen: Laut aktuellem EEG-Entwurf soll der Zubau von Windstromkapazität im Norden auf 60 % der Gesamtmenge begrenzt werden, eben weil der durch politische Planungsprozesse verlangsamte Netzausbau ein stärkeres Kapazitätswachstum nicht erlaubt.

Nur wenn die Energiewende inklusive des Netzausbaus ganzheitlich geplant und zielgerichtet umgesetzt wird, kann Deutschland seine Ziele beim Ausbau erneuerbarer Energien und der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen weiterhin erreichen. Verlässliche politische Entscheidungen und Planungssicherheit werden somit zur *Conditio sine qua non* für das Gelingen der Energiewende – eine Forderung, die schon seit langem besteht und die jetzt angesichts der massiv steigenden Netzeingriffskosten evident wird.

### 2. Flexible Steuerung von Angebot und Nachfrage

Der wachsende Anteil fluktuierender Erneuerbarer erfordert zunehmende Flexibilität in der Stromerzeugung und -nachfrage.

Mögliche Quellen für eine Flexibilisierung sind – neben konventionellen Kraftwerken – das Abregeln von Wind- und PV-Erzeugungsspitzen (Einspeisemanagement), das Nachfragemanagement und der Einsatz von Speichern (z. B. Batterien). Die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen ist bislang allerdings ebenso wenig geklärt wie zahlreiche regulatorische Fragen.

Das *Einspeisemanagement* erfolgt zusätzlich zum bereits erläuterten Redispatch und geht bisher fast vollständig zu Lasten der Stromkunden, ohne gravierende Effekte auf die Profitabilität des Windparks oder der Solaranlagen zu haben. Die dem Stromkunden entstandenen Kosten sind 2015 massiv angestiegen und übertrafen mit 478 Mio. € die Kosten für das Vorjahr um nahezu den Faktor 6 (83 Mio. €). Eine politische Diskussion über die zukünftige Kostenverrechnung des Einspeisemanagements ist somit dringend geboten.

Die zweite Flexibilisierungsquelle stellt das *Nachfragemanagement* dar. Hierzu wird die Nachfrage von Abnehmern in Industrie, Gewerbe und Privathaushalten in bestimmten Phasen gedrosselt oder erhöht. Eine erste Anschlagmaßnahme hierzu war die Abschaltverordnung aus dem Jahr 2012 mit einem Umfang von 3 GW. Bereits heute liegt laut einem Bericht im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums das Potenzial eines gesteuerten Nachfragemanagements in Deutschland bei 10 bis 15 GW. Unternehmen wie Next, EnerNOC, Energy Pool oder Voltalis fungieren bereits als Anbieter in diesem Bereich. Sie regeln z. B. die Leistung von Aluminiumwerken in der Industrie, Kühlhäusern im gewerblichen Bereich oder elektrischen Heizungen in Privathaushalten.

Nicht zuletzt können *Speicherbatterien* die fluktuierende erneuerbare Stromerzeugung ausgleichen. Noch liegen ihre Kosten zu hoch für eine breite wirtschaftliche Nutzung, wenn man von Nischeneinsätzen wie Regelenergie und Offgrid oder spezifischen Anwendungsfällen absieht. Doch insbesondere die Preise für Lithium-Batterien sinken derzeit rapide – allein in den letzten vier Jahren fielen die Kosten um mehr als ein Drittel. Ähnlich wie in der Photovoltaik-Technologie werden die Kostensenkungen durch steigende Produktionsvolumina und Lernkurvenef-

fekte getrieben: Bis 2020 soll sich die weltweite Produktionskapazität für den Bau von Speicherbatterien vervierfachen. Die Elektromobilität könnte dabei zum wichtigen Volumentreiber werden. Aber auch gut 40 % der neuen deutschen PV-Anlagen wurden 2015 bereits mit einem Speicher ausgestattet.

Auf regulatorischer Seite gilt es, gleiche Wettbewerbsbedingungen für alle Flexibilitätsoptionen zu schaffen. So sollten neben konventionellen Kraftwerken bspw. auch das Nachfragemanagement und Speicher friktionslosen Zugang zu Strom- und Regelenergiemärkten bekommen. Auf diese Weise lassen sich wirtschaftlich optimale Lösungen für Flexibilisierungen finden und gleichzeitig weitere erneuerbare Energieerzeugung in das Gesamtsystem integrieren.

Jenseits konkreter Maßnahmen zur Integration der erneuerbaren Energien stellt sich übergreifend die Frage, wie die hiermit verbundenen Kosten künftig zu verteilen sind. Derzeit werden sie verbrauchsabhängig vom Stromkunden getragen. Die aktuelle Debatte – etwa ob erneuerbarer Strom für den Eigenverbrauch mit der EEG-Umlage belastet werden soll – zeigt jedoch, dass auch hier Handlungsbedarf besteht. Die zweite Phase der Energiewende, die Integration der Erneuerbaren, hat somit gerade erst begonnen.

## Netzausbau und Flexibilisierung bestimmen die Zukunft der Energiewende

Netzausbau und Flexibilisierung – davon, wie diese zentralen Themen der Systemintegration angegangen werden, hängt nicht nur die Zukunft der Energiewende, sondern auch die künftige Rolle Deutschlands im globalen Energiemarkt ab. Deutschland

kann und sollte sich diesen Herausforderungen stellen, sowohl in technischer Hinsicht als auch regulatorisch. Nur dann kann das bereits bestehende Potenzial an Erneuerbaren kosteneffizient genutzt und ihr Ausbau ökonomisch sinnvoll und mit der gebotenen Geschwindigkeit vorangetrieben werden. Deutschland sollte seine Chance nutzen. Denn für die Anbieter attraktiver Lösungen entstehen neue Wachstumsmärkte, sobald auch andere Weltregionen einen signifikanten Anteil an Erneuerbaren in ihrer Energieerzeugung aufbauen und in die Phase der Systemintegration eintreten.

Neben Ländern wie Dänemark und einigen Teilen der USA zählt Deutschland zu den wenigen Regionen weltweit, die im Bereich Systemintegration bereits umfangreiche Erfahrungen sammeln konnten. Noch kann die Bundesrepublik ihre Pionierrolle zum eigenen Vorteil ausspielen: Denn zum einen werden erfolgreiche Integrationslösungen erwartungsgemäß dort entwickelt, wo sie zuerst gebraucht werden. Zum anderen bestimmen Zeitpunkt und Geschwindigkeit der Transformation auch ihre gesellschaftlichen Kosten. Zeitnahe und gezielte Investitionen in Netzausbau und Flexibilität sind folglich die entscheidenden Voraussetzungen für eine erfolgreiche Transformation – und den Erhalt der deutschen Vorreiterrolle im globalen Wettbewerb um eine nachhaltige Energieversorgung.

---

*Dr. T. Vahlenkamp, Senior Partner, McKinsey & Company, Düsseldorf; Dr. I. Ritzenhofen, Engagement Manager, McKinsey & Company, Köln; G. Gersema, Fellow Senior Associate, McKinsey & Company, Berlin; M. Weber, Research Analyst, McKinsey & Company, Düsseldorf*  
[thomas\\_vahlenkamp@mckinsey.com](mailto: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](http://www.mckinsey.de/energiewendeindex)