

Umbau braucht Investitionen

Das deutsche Energiesystem steht vor einem grundlegenden Umbau. Doch diese grüne Energiewende kann nur mit hohen Investitionen und breiter gesellschaftlicher Unterstützung gelingen

Seiten 2 und 3

Speichermöglichkeiten für Strom

Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren wie Wind oder Sonne schwankt stark und der Strom muss oft über weite Wege transportiert werden. Wir benötigen deshalb Speichermöglichkeiten, neue Netze und Alternativen wie Biomasse

Seiten 2 und 3

Teure Photovoltaik

Es kostet uns Milliarden, den Sonnenstrom zu fördern, er deckt aber gerade mal zwei Prozent unseres Bedarfs. Die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaik gehört daher auf den Prüfstand

Seite 4

Energieeffizienz

Mehr Energieeffizienz bringt uns auf den Weg zur Energiewende deutlich voran. Das Motto hierbei heißt nicht nur „Stromsparen“, sondern vielmehr „weniger Energieverbrauch durch gezielten Einsatz von Strom“

Seite 4

Erneuerbare Energien brauchen neue Wege

Worauf es jetzt ankommt –

Fragen an Stephan Kohler, Chef der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena)

Die Bundesregierung hat eine klare Linie vorgegeben. Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttostromverbrauch auf mindestens 30 Prozent gesteigert werden. Danach soll er kontinuierlich erhöht werden. Die Grünen sind sogar der Überzeugung, dass wir bis 2020 den Anteil erneuerbarer Energien im Stromsektor auf deutlich über 40 Prozent steigern könnten und dass bereits 2030 der Strom nahezu vollständig aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden könnte. Für wie realistisch halten Sie diese Wünsche?

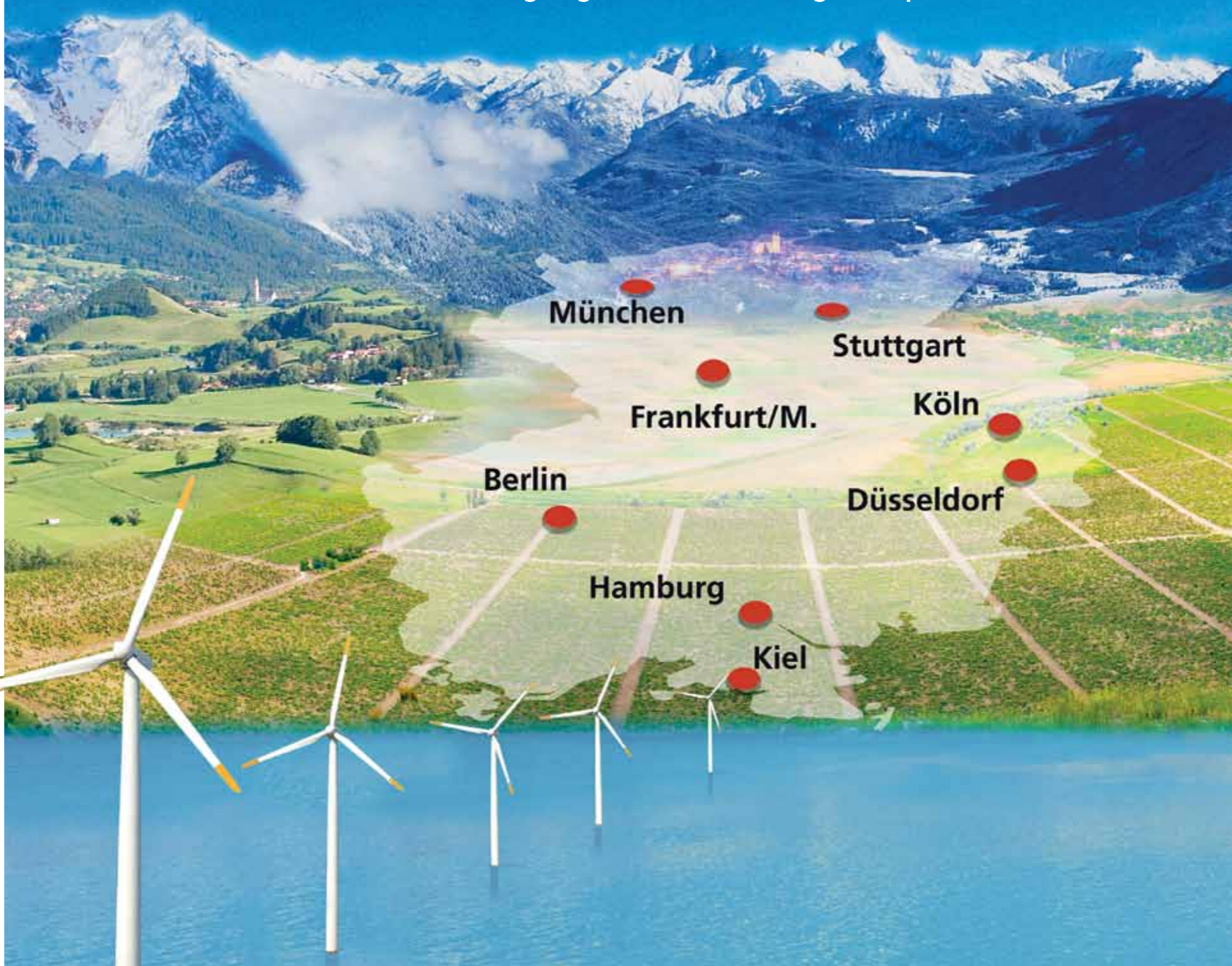
Ich halte eine Stromerzeugung aus regenerativen Energien zwischen 30 und 40 Prozent bis zum Jahr 2020 für realistisch. Aufgabe der Politik ist es, strategische Ziele auf einer gut abgesicherten Datenbasis zu definieren. Die hat die dena jetzt mit der Netzstudie II vorgelegt. Allerdings ist beim Ausbau der regenerativen Stromerzeugung nicht der Zubau der Anlagen das Problem, sondern der Ausbau der dafür notwendigen Infrastruktur. Wir sehen heute sowohl beim Zubau der Windkraftwerke, aber auch bei Photovoltaikanlagen eine hohe Dynamik. Dies ist aber nur die eine Seite.

Auf der anderen Seite müssen diese Anlagen in das elektrische Netz integriert werden, um auch in Zukunft eine bedarfsgerechte, kostengünstige und sichere Stromversorgung zu gewährleisten. Dazu muss das heutige Höchstspannungsverbundnetz optimiert und ausgebaut werden. Gleichzeitig müssen neue Speicherkapazitäten geschaffen werden, wie zum Beispiel Pumpspeicherkraftwerke. Leider geht der Ausbau dieser Infrastruktur bei weitem nicht mit derselben Dynamik voran, wie der Ausbau der regenerativen Erzeugungsanlagen. Ganz im Gegenteil. Es gibt nicht nur einen massiven Widerstand gegen den Bau neuer Hochspannungstrassen, sondern auch gegen den Bau neuer Pumpspeicherkraftwerke wie zum Beispiel im Südschwarzwald. Deshalb kann die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in dem von der Bundesregierung angestrebten Umfang nur erreicht werden, wenn auch die Infrastruktur in der gleichen Dynamik ausgebaut wird.

Sicher ist, dass wir einen Strukturwandel in der Energieversorgung brauchen, um diese Wünsche auch nur annähernd zu verwirklichen. Die Deutsche Energie-Agentur (dena) hat gerade ihre zweite Netzstudie veröffentlicht, die eine langfristige Perspektive zur Integration erneuerbarer Energien, insbesondere der Windenergie, in das deutsche Verbundsystem entwickelt. Was sind die wichtigsten Ergebnisse?

Ziel der dena-Netzstudie II war es, geeignete Systemlösungen für das deutsche Stromversorgungssystem bis 2020/25 zu untersuchen, die die Aufnahme von 39 Prozent Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in das Übertragungsnetz ermöglichen und gleichzeitig die Versorgungssicherheit über einen wirtschaftlichen Einsatz konventioneller Kraftwerke sicherstellen. Auch der zunehmende europäische Stromhandel muss berücksichtigt werden. Unser Ergebnis ist, dass wir zusätzliche Verbundnetzstrassen mit einer Länge zwischen 1700 und 3600 km benötigen, je nachdem welche Übertragungstechnik eingesetzt wird. In der Studie wurden alle verfügbaren Über-

Windenergie von der Nordsee bis zu den Alpen transportieren? Das ist eine große Herausforderung. Bis zu 3.600 Kilometer neue Stromleitungen werden in Deutschland gebraucht, wenn der Strom aus den Windparks im Norden abtransportiert werden soll. Doch die Stromerzeugung per Wind oder Sonne schwankt. Derzeit wird nach Lösungen gesucht, diese Energie zu speichern



Stephan Kohler, Vorsitzender der Geschäftsführung der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena)

tragungstechniken untersucht, also von der heute üblichen Technik bis hin zu neuen Lösungen wie Hochtemperaturleiterseile oder Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ). Dabei wurde festgestellt, dass die in der dena-Netzstudie I ermittelten 850 km an neuen Trassen bereits gebaut sind. Davon sind tatsächlich aber erst rund 90 km realisiert. Diese Zahlen machen die Dimension der Aufgabe deutlich. Wir haben aber in der Studie nicht nur den Ausbau von neuen Stromtrassen untersucht, sondern auch welche Möglichkeiten es gibt, das bestehende Verbundnetz zu optimieren und die Nachfrage bei den Kunden durch eine gezielte Steuerung von Anlagen und Geräten zu verlagern. Das Ergebnis ist sehr bescheiden. Der notwendige Netzausbau kann dadurch nur minimal reduziert werden.

Schon die erste Netzstudie hat 2005 deutlich gemacht, dass wir massiv

in den Ausbau der Netze investieren müssen. Woran liegt es, dass wir so schleppend vorankommen?

In der Vergangenheit haben verschiedene Faktoren einen zeitnahen und schnellen Ausbau verhindert. Es gab in den letzten Jahren eine intensive Diskussion über die gerechtfertigten Verzinsungsansprüche der Netzbetreiber für ihre Investitionen. Nur wenn eine vernünftige Verzinsung garantiert ist, wird auch investiert. Hier müssen die Bundesnetzagentur und die Netzbetreiber zu vernünftigen Lösungen kommen. Außerdem gibt es natürlich einen massiven Protest der Bevölkerung vor Ort gegen den Bau neuer Hochspannungstrassen. Dieser Protest hat eine intensive Diskussion über den Einsatz von Erdkabelsystemen ausgelöst und bestehende Planungen mussten neu durchgeführt werden. Auch das hat zu Zeitverzögerungen geführt.

Viele Bürger drängen aber auf Erdkabel. Ist das teure Wunschdenken?

Erdkabelsysteme sind nicht nur teurer, sondern haben auch Auswirkungen auf die Umwelt. Die Trassen sind dauerhaft sichtbar. Der Stromtransport ist mit einer großen Wärmeentwicklung verbunden, die in das Erdreich übertragen wird, was es falls Auswirkungen hat. Deshalb würden wir empfehlen, Erdkabelsysteme nur an besonders sensiblen Stellen einzusetzen und nicht flächendeckend.

Die Rede ist bei Erdkabeln von einer Verneinung der Kosten. Gibt es schon Modellrechnungen, um wie viel der Strompreis bei diesem Erdkabel-Szenario steigen müsste?

Die jährlichen Kosten liegen je nach Variante zwischen 0,95 und 1,6 Milliarden Euro pro Jahr. Die Netznutzungsentgelte, die im Strompreis für die Haushaltskunden enthalten sind, würden zwischen 0,2 und 0,5 Eurocent pro Kilowattstunde steigen, also von derzeit 5,8 Eurocent pro Kilowattstunde auf 6 bzw. 6,3 Eurocent. Derzeit betragen diese Durchleitungskosten auf der Verbundstufe rund ein Eurocent pro Kilowattstunde. Dazu kommen noch die Ausbauposten für die Nieder- und Mittelspannungsebene, die wir nicht berechnet haben.

Umweltschützer wie z.B. der Bund für Umwelt- und Naturschutz (BUND) behaupten, dass in der Realität der Einsatz von Erdkabeln nicht so teuer sein muss, wie in der Netzstudie II behauptet. Was sagen Sie dazu?

Wir haben die Kosten für Erdkabel berechnet, dokumentiert und veröffentlicht. Uns liegen von anderer Sei-

te keine Berechnungen vor, die diese Aussagen widerlegen. Wir haben aber die Umweltverbände im Januar zu einem Gespräch eingeladen, bei dem wir über ihre Kritik an unserer Studie diskutieren werden.

Wenn die Menschen keine Hochspannungsleitungen wünschen, wie sähe eine Alternative aus?

Eine Möglichkeit besteht natürlich darin, den Netzausbau durch neue technische Lösungen zu reduzieren, zum Beispiel durch den Einsatz von Hochtemperaturleiterseilen. Mit dieser Technik kann die notwendige Tras-

senlänge auf 1.700 km reduziert werden. Dabei genügt es aber nicht, nur die neuen Trassen mit dieser Technik auszurüsten. Zusätzlich müssen bestehende Trassen auf einer Länge von 5.700 km auf diese Technik umgerüstet werden. Außerdem sind die Übertragungsverluste bei dieser Technik höher und der Betrieb damit teurer. Vermeintlich einfache Lösungen sind oftmals weniger geeignet, wenn man das Energiesystem in seiner Gesamtheit betrachtet und optimieren will.

Die Netze sind nicht unser einziges Problem; wir benötigen auch mehr Speicherkapazitäten. Welche Lösungsansätze gibt es hierfür?

Speichertechnologien gibt es viele, sie reichen von Pumpspeicherkraftwerken bis hin zu Nachtspeicherheizungen und zukünftig vielleicht auch Batterien von Elektroautos. Speichertechnologien verursachen derzeit noch hohe Kosten. Einzig die Pumpspeicherkraftwerke lassen sich wirtschaftlich betreiben, weshalb wir für ihren vorrangigen Ausbau plädieren.

Auch gegen den Neubau von Pumpspeicherkraftwerken regt sich Widerstand, beispielsweise in Atdorf im Schwarzwald. Haben Sie dafür Verständnis?

Wer zunehmend regenerative Stromerzeugung nutzen will, muss auch Pumpspeicherkraftwerke akzeptieren. Deshalb habe ich für den Widerstand kein Verständnis.

Wie schnell müssen wir uns zumindest von einigen unserer Energie-Wünsche verabschieden?

Ich halte eine Energieversorgung, die zu 100 Prozent auf erneuerbaren Energien und einem insgesamt niedrigeren und effizienterem Verbrauch basiert, für sinnvoll und notwendig. Ich bin vor 30 Jahren zum Öko-Institut in Freiburg gegangen, um an der Energiewende mitzuarbeiten. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen wir aber ehrlich werden und den Menschen nicht das Blaue vom Himmel versprechen. Dies führt dann zum Widerstand gegen neue Stromtrassen, der alles verzögert. Deutschland ist ja keine Insel, sondern als Industrieland eingebettet in den Welthandel, der wettbewerbsfähige Industriebetriebe voraussetzt. Wahrscheinlich benötigen wir für die Energiewende mehr Zeit, um einen Transformationsprozess zu organisieren, der nicht nur unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll ist, sondern auch gesellschaftlich akzeptiert wird. Nur so wird uns der Weg in das regenerative Zeitalter gelingen.

Die deutschen Stromnetze...

...haben eine Gesamtlänge von rund 1,78 Millionen Kilometern. Das entspricht in etwa der viereinhalbfachen Entfernung von der Erde bis zum Mond. Sie versorgen 45 Millionen Kunden in Industrie, Gewerbe, Handel und Haushalten mit Strom. Die Transport- und Verteilsysteme sind in vier Spannungsebenen gegliedert, vergleichbar mit Autobahnen, Bundes-, Land- und Ortsstraßen. In den überregionalen Übertragungsnetzen wird mit einer Höchstspannung von 220 und 380 Kilovolt gearbeitet. Kunden, die auf dieser Ebene ans Netz angeschlossen sind, sind regionale Stromversorger und große Industriebetriebe. Über Höchstspannungsnetze wird auch der grenzüberschreitende Stromhandel abgewickelt.

Regionale Verteilungsnetze werden mit Hochspannung (60 bis 110 kV) und Mittelspannung (6 bis 60 kV) betrieben. Lokale Stromversorger und mittelgroße Industriebetriebe sind hier die Direkt-Abnehmer. Die lokalen Verteilnetze versorgen vor allem Haushalte, kleinere Gewerbebetriebe und landwirtschaftliche Betriebe im Niederspannungsbereich von 0,4 kV. Das Niederspannungsnetz, mit dem die Endverbraucher versorgt werden, hat eine Länge von mehr als einer Million Kilometer. Die Fernübertragungsleitungen summieren sich auf etwa 40.000 Kilometer. Auf der Niederspannungsebene befinden sich die Netze hauptsächlich im Besitz von Stadtwerken und anderen lokalen Versorgern, die Fernübertragungsnetze gehören großen Netzbetreibern aus dem In- und Ausland.



Was wir für eine grüne E

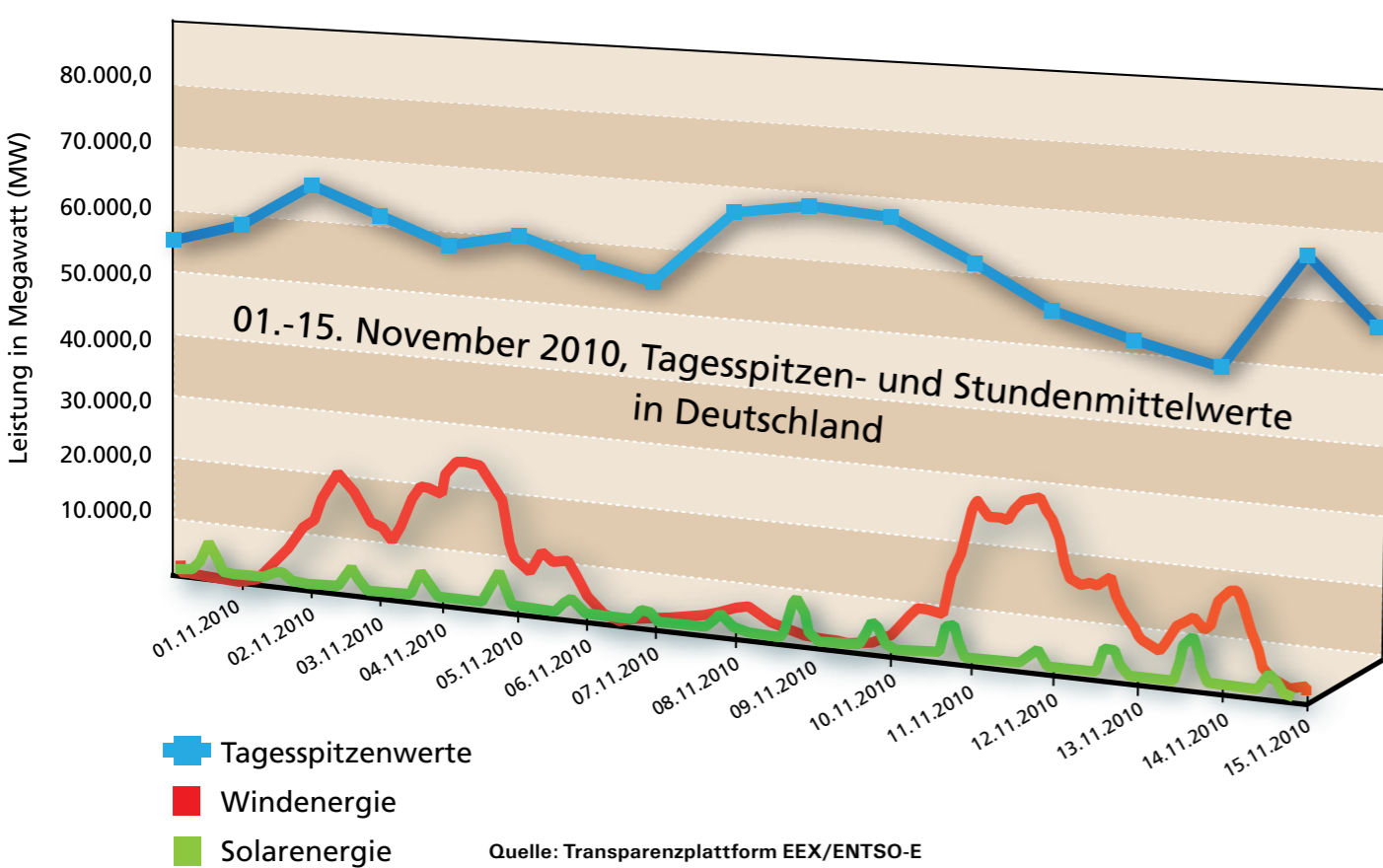
Deutschland steht vor einem grundlegenden Umbau des Energiesystems. 2050 sollen erneuerbare Energien 80 Prozent des Stroms liefern. Derzeit sind es etwa 16 Prozent. Doch die grüne Energiewende hat ihren Preis. Sie erfordert hohe Investitionen und breite gesellschaftliche Unterstützung. Die Brücke ins Zeitalter der Erneuerbaren darf nicht zu kurz sein, sonst bricht sie. Kernenergie und fossile Kraftwerke sind noch auf lange Sicht unverzichtbar, um Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Die regenerativen Energien schwanken stark. Mal stürmt der Wind, mal ist Flaute. Auch die Sonne als Energiequelle ist in Deutschland nicht verlässlich. Strom für Industrie und Privathaushalte muss aber jederzeit fließen, auch wenn die Sonne nicht scheint oder der Wind nicht weht. Dann müssen konventionelle Kraftwerke einspringen. Ob Kohle, Gas oder Kernkraft – heute sind alle Kraftwerke so konzipiert, dass sie hochflexibel gefahren werden können und auch starke Schwankungen in der Erzeugungsleistung der erneuerbaren Energien ausgleichen können.

Anders als landläufig unterstellt, können gerade Kernkraftwerke sehr schnell auf geänderte Anforderungen der Netzbetreiber reagieren. Mehr noch: Kernkraftwerke können ihre Leistung nicht nur schneller, sondern auch in einem breiteren Leistungsspektrum regulieren als viele andere Kraftwerkstypen. Das haben sie schon oft unter Beweis gestellt. Die Reaktoren in Deutschland können Einspeiseschwankungen flexibel mit 9.600 Megawatt (das ist mehr als ein Drittel der heute installierten deutschen Windkapazität) innerhalb von 30 Minuten auffangen. Auch Gas- und Kohlekraftwerke sind flexibel regelbar.

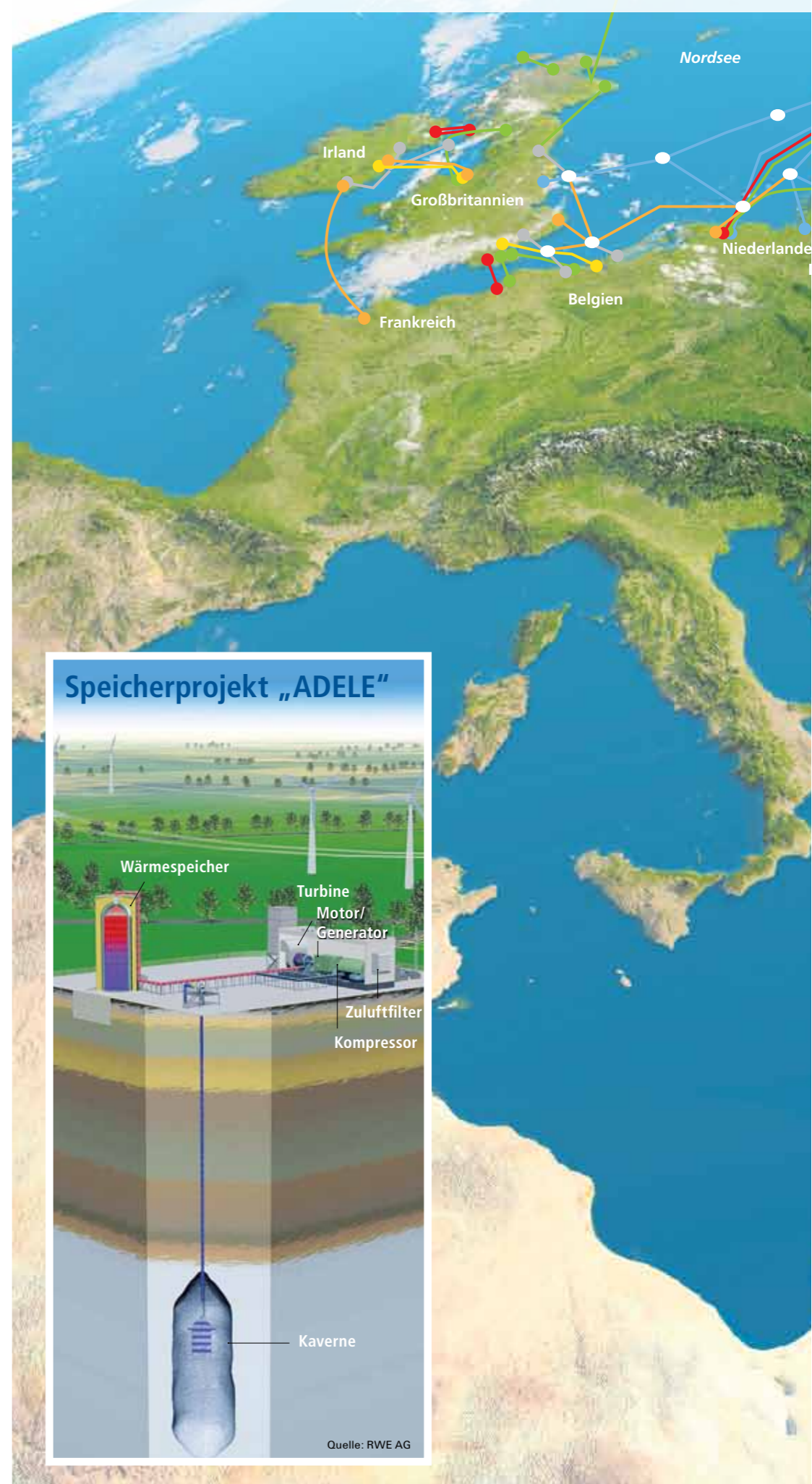
Wie schwankend die Stromerzeugung erneuerbarer Energien ist, zeigt ein Beispiel: Am 6. Januar 2010 gegen 13 Uhr liefen Windräder mit einer Kapazität von rund 300 MW und speisten Windstrom ins Netz ein – die installierte Windleistung betrug aber bundesweit 25.000 MW. Nur 1,2 Prozent der eigentlich verfügbaren Windleistung konnte abgerufen werden. 300 MW waren ein verschwindend

Was Wind und Sonne leisten können



Erneuerbare Energien leisten schon heute einen deutlichen Beitrag zur Energieversorgung – im vergangenen Jahr stammten insgesamt gut 16 Prozent des Stroms, den deutsche Kunden verbrauchen, aus regenerativen Quellen. Aber: Der Blick auf die Grafik zeigt, dass das keineswegs an jedem Tag so ist. In den beiden ersten Novemberwochen 2010 gab es windreiche Phasen, an denen die Windräder zu gewissen Tageszeiten bis zur Hälfte des Strombedarfs deckten. Es gab aber auch den 7. und 9. November, in dem der Beitrag von Sonne und Wind nahe Null lag

Norwegen – die europäische



Ökologischer Umbau gelingt nur mit Stromspeichern

Man stelle sich einen typischen trüben deutschen Wintertag vor: diesiges Wetter, keine Sonne, kaum Wind, Regen- oder Schneeschauer. Nur wenige Windräder drehen sich, kaum ein Solarpanel speist Strom ins Netz. Woher kommt dann der Strom, wenn dies ein Tag im Jahr 2030 ist und 50 Prozent des deutschen Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt werden sollen?

Aus Stromspeichern, ja. Aber dieser Stromspeicher müsste gewaltig sein, wenn sich die Winterwetterlage als stabil erweist und mehrere Tage dauert. Deutschland bräuchte dann ein Pumpspeicherkraftwerk von der Größe des Bodensees: Das Wasser des gesamten Sees müsste alle zwei Wochen 70 Meter hoch gepumpt und wieder abgelassen werden, um genug Strom zu erzeugen, wenn der Wind nicht weht und die Sonne nicht scheint. Schon diese Zahl zeigt die Tragweite der Aufgabe.

Pumpspeicher haben sich bestens bewährt

Stromspeicher sind von zentraler Bedeutung für den anstehenden Umbau des Energiesystems. Sie können in Zeiten, in denen mehr Strom produziert als verbraucht wird, Wind- und Sonnenstrom speichern und dann flexibel zur Verfügung stellen, wenn Stromerzeugung aus diesen erneuerbaren Quellen sinkt und die Nachfrage steigt. Die einzigen großen Stromspeicher, die sich weltweit bisher bewährt haben, sind eben Pumpspeicherkraftwerke. Es gibt derzeit keine andere auch nur annähernd vergleichbar verbreitete und erprobte Technologie zur Stromspeicherung im größeren Umfang.

Derzeit steht in Deutschland eine Leistung von rund 7.000 Megawatt zur Verfügung – eine sehr effiziente Leistung, denn Pumpspeicherkraft-

werke gehören mit einem Wirkungsgrad von bis zu 85 Prozent zu den wirtschaftlichsten Speichern überhaupt.

Gäbe es keine fossilen oder Biomasse-Kraftwerke, wären wir schon heute komplett von den volatilen erneuerbaren Energiequellen abhängig – dann würde dieser Pumpspeicherstrom nur ein paar Stunden ausreichen, bevor die Lichter landesweit ausgehen würden. Ein solcher bundesweiter Stromausfall würde die deutsche Wirtschaft pro Stunde rund eine Milliarde Euro kosten. Ein ganzer Tag 30 Milliarden. Wenn Strom aber ohne konventionelle Erzeugungstechniken nur aus Wind und Sonne erzeugt wird, braucht eine Industrienation wie Deutschland Speicherkapazitäten für zehn bis 20 Tage.

Die Kapazitäten müssen also rasch und umfassend ausgebaut werden. Das geschieht beispielsweise im Südschwarzwald, wo die Schluchseewerk AG Deutschlands größtes Pumpspeicherkraftwerk plant. Insgesamt eine Milliarde Euro will das Unternehmen in die 1400-Megawatt-Anlage investieren, die 2019 in Betrieb gehen soll. Sind die Wasserspeicher gefüllt, reicht die erzeugbare Leistung aus, um 1,5 Millionen Haushalte 13 Stunden mit Strom zu versorgen. Ob der Zeitplan eingehalten werden kann, ist jedoch ungewiss. Denn es hat sich auf breiter Linie Widerstand formiert. Neben dem Schwarzwaldverein zählen auch die Grünen im Kreis Waldshut zu den unterschiedlichen Gegnern des Projekts. Teilweise entfernt sich die Diskussion von einer sachlichen Argumentation – so befürchteten etwa Pferdebesitzer, dass erforderliche, leichte Lockerungssprengungen ihren Tieren schaden.

Gäbe es Alternativen zum Bau von Pumpspeicherkraftwerken? Auf der Suche danach ist Norwegen als „Batterie Europas“ ins Spiel gekommen. Das Land verfügt über enorme Wasserkraftkapazitäten. Der in norwegischen Wasserkraftwerken

gewonnene Strom könnte theoretisch Erzeugungsschwankungen in Deutschland ausgleichen. Das wird die deutschen Stromkunden aber teuer zu stehen kommen: Wenn es hier im Norden kräftig weht, werden die Speicher mit billigem Windstrom aus dem entstandenen Überangebot gefüllt – und wenn der Strom später bei Flaute knapp wird, wird norwegischer Wasserstrom am Markt teuer verkauft.

Warum Norwegen nicht die Batterie Europas wird

Ein weiterer Haken an der Sache: Norwegen besitzt hauptsächlich Laufwasserkraftwerke und nur wenige Pumpspeicherkraftwerke. Das heißt, dass der überschüssige Windstrom nicht gespeichert, sondern verbraucht und Wasserstrom gespart wird. So viele Speicher, wie Europa braucht, können selbst im wasserreichen Norwegen nicht gebaut werden, weiß auch Aamund Killingteid von der Universität Trondheim: „Norwegen kann seine Pumpspeicherkraftwerke auf maximal 25.000 MW ausbauen. Europa braucht aber 100.000 MW.“

Welche Kraftwerke überhaupt zu Pumpspeichern umgebaut werden können, geschweige denn dürfen, ist umstritten. Darum hat Norwegen absehbar nicht die Kapazität, den erwarteten Überschuss aus erneuerbaren Energien zu speichern. Hinzu kommt das Problem des Stromtransports – denn bis heute verbindet nur ein Unterseekabel mit einer Leitungskapazität von fünf MW die skandinavischen und zentral-europäischen Märkte. Das Projekt Seatec soll helfen, in Zukunft die Länder und ihre Erzeugungs- und Verbrauchszentren zu verbinden (s. Grafik). Aber es erfordert hohe Investitionen, die sich auf den Übertragungspreis niederschlagen werden.

Derart begrenzte geographische und geologische Möglichkeiten versuchen die Energieunternehmen mit innovativen Ideen auszugleichen. RWE, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, die Erdgasspeicher Kalle GmbH, GE Global Research und die Ooms-Itnner-Hof GmbH haben eine Machbarkeitsstudie für einen „adiabaten Druckluftspeicher“ erstellt, „ADELE“ genannt.

In Staßfurt in Sachsen-Anhalt soll bis 2013 in einem Salzstock eine Demonstrationsanlage entstehen. Der Salzstock wird als Gasspeicher

und zur Solegewinnung genutzt, seine Struktur ist gut erforscht. Eine vorhandene Kaverne könnte so umgebaut werden, dass sie Druckluft aufnehmen kann.

ADELE und E-Autos – die Speicher der Zukunft

Noch ein Pluspunkt: Staßfurt liegt in einer Region mit vielen Windparks – in Zeiten niedriger Stromnachfrage kann überschüssiger

Energiewende tun müssen

geringer Teil an diesem Tag, an dem es galt, eine Stromnachfrage von 70.000 MW zu decken. Ohne Gas-, Kohle- und Kernkraftwerke, die auch an diesem Tag zuverlässig liefern und liefern, hätten die Windräder nur genug Strom für vier von 1.000 Haushalten, Gewerbe- und Industriebetrieben produziert. 996 hätten abgeschaltet werden müssen.

Tage wie der 6. Januar 2010 sind kein Einzelfall. Im Gegenteil: Es ist die Regel, dass weit weniger als die installierte Windkraftleistung abgerufen wird. In den kommenden Jahren müssen also große Herausforderungen bewältigt werden, um die Versorgung zu sichern. Die Verteil- und Übertragungsnetze müssen ausgebaut und „intelligent“ gemacht werden, Speichertechnologien müssen erforscht und möglichst schnell zur Marktreife gebracht werden, konventionelle und verlässliche Biomasse-Kraftwerke müssen als Stützpfeiler im Energiemix erhalten werden. Nur dann können die erneuerbaren Energien integriert, die ehrgeizigen Klimaziele der

Bundesregierung erreicht und gleichzeitig Versorgungssicherheit garantiert werden. Davon hängt auch die Zukunft Deutschlands als Industriestandort und damit Millionen Arbeitsplätze ab.

Ein großes Hindernis besteht allerdings in der fehlenden gesellschaftlichen Akzeptanz nahezu aller großen Infrastrukturmaßnahmen. Überall ist der Nimby-Effekt („not in my backyard“) zu beobachten, viele handeln nach dem Motto: „Woanders gern, aber bitte nicht in meiner Nähe oder gar in meiner Sichtweite.“ Betroffen sind zunehmend auch Erneuerbare-Projekte: Windräder sind „zu hoch“ oder „zu laut“, Biogas- und Biomasseanlagen „stinken“, Pumpspeicherkraftwerke oder Hochspannungsleitungen „zerstören die Landschaft“, heißt es dann.

Dieser Widerstand macht es schwierig, notwendige Zukunftsprojekte zu realisieren. Aber die Diskussion muss geführt werden. Offen und ehrlich. Sonst bleibt die grüne Energiewende in den Anfängen stecken. Und das will keiner.



Die Batterie?



Das Projekt Seatec:

Stromkabel auf dem Grund der Nordsee sollen die Anrainerstaaten der Nordsee miteinander verbinden. Geschätzte Länge: über 1.000 Kilometer. Seatec wird zusätzlich zum Höchstspannungsnetzausbau in Deutschland (3.600 km nach dena) benötigt, damit die Schwankungen der erneuerbaren Energien europaweit ausgeglichen werden können. Ohne Seatec kann Norwegen Windstrom kaum aufnehmen. Doch die Kosten hierfür sind nicht unerheblich und werden die übertragene Energie verteuern

Netz muss dringend ausgebaut werden

Bisher geht es noch gut. Nur 15,7 Minuten dauern Stromausfälle in Deutschland durchschnittlich pro Jahr. Das ist im internationalen Vergleich Spitze. Selbst wenn Störungen durch „höhere Gewalt“ berücksichtigt werden, liegt der Wert nur wenig höher, nämlich bei 16,5 Minuten. Dies hat das Forum Netztechnik und Netzbetrieb im Verband der Elektrotechnik (VDE) für 2009 errechnet. Mit derart niedrigen Ausfallzeiten sind die deutschen Stromkunden deutlich besser dran als die in Österreich (37 Minuten), Italien (51) oder Frankreich (66).

Wie gesagt: Noch geht es gut, doch je stärker die erneuerbaren Energien ausgebaut werden, desto schwieriger wird die Aufgabe, die Stromnetze stabil zu halten. Werden die Netze nicht stark ausgebaut, droht sogar die Gefahr eines Blackouts. Deutschland braucht neue Leitungen vor allem, um Windstrom, der überwiegend im Norden des Landes erzeugt wird, in die Verbrauchszentren in West- und Süddeutschland zu transportieren. Das heutige Übertragungsnetz ist für Leistungsströme über so große Entfernungen aber nicht konzipiert.

In ihrer „Netzstudie II“ hat die Deutsche Energieagentur (dena) den Ausbaubedarf für das Übertragungsnetz ermittelt. Wenden die Netzbetreiber die etablierte 380-kV-Freileitungstechnik an, müssen bis 2020 Höchstspannungstrassen mit einer Länge von 3.600 Kilometern neu gebaut werden. Die Kosten für diese Basisvariante betragen nach Berechnungen der dena einschließlich des Anschlusses der geplanten Offshore-Windparks insgesamt 9,7 Milliarden Euro.

Werden moderne Hochtemperaturleiterseile eingesetzt, ergibt sich ein Ausbaubedarf von 1.700 Kilometern vor allem und die

Notwendigkeit, Trassen in einer Länge von 5.700 Kilometern umzurüsten. Die Investitionskosten liegen in diesem Szenario bei 17 Milliarden Euro. Sie sind deshalb so viel höher, weil die Hochtemperaturseile teurer sind und auch die Strommasten technisch angepasst werden müssen.

Zusätzlich müssen grenzüberschreitende Kuppelstellen gebaut werden. Denn wenn in windreichen Phasen mehr Windstrom als nötig eingespeist wird (und Windstrom hat wie alle erneuerbaren Energien „Einspeisevorrang“), sollen diese Mengen über Landesgrenzen hinweg auch in andere Netze eingespeist werden können. Die Infrastruktur muss an die geänderten Anforderungen schnell angepasst werden. Allein die installierten Kapazitäten von Offshore-Windanlagen werden sich laut Netzstudie II von 2015 bis 2020 verdoppeln. Die EU hält sogar einen Ausbau der Netze um mehr als 40.000 Kilometer für erforderlich.

Genehmigungsverfahren dauern bis zu zehn Jahre

Doch zurzeit kann von einem raschen Ausbau nicht die Rede sein. Planungs- und Genehmigungsverfahren ziehen sich durchschnittlich acht bis zehn Jahre hin. Ergebnis ist der im Jahr 2005 vorgestellte Netzausbau von 850 Kilometern bis 2015 – davon sind bis heute gerade mal 90 Kilometer fertiggestellt.

Ein Grund für die Verzögerungen: Vielerorts gibt es Widerstand in der Bevölkerung gegen neue Masten und Leitungen. Besonders heftig bekämpfen Bürger derzeit die Höchstspannungstrasse am Rennsteig in

Thüringen, einer wichtigen Leitung für den Transport von ostdeutschem Windstrom. Aber auch neue Trassen zwischen Wahle und Mecklar, zwischen Diele und Meppen oder auch in der Region Diepholz treffen auf Widerstand.

Das Bewusstsein für den Stromstau fehlt

Der Ausbau der Höchstspannungsleitung in der Region Diepholz ist Teil der Trasse von der Nordsee nach Süden. Die Gegner fürchten sich vor der Strahlenbelastung der Höchstspannungsleitung und protestieren gegen die Umweltzerstörung durch die neuen Trassen. Viele fordern Erdverkabelung. Doch das würde die Kosten um das Sechsfache bis Achtfache in die Höhe treiben. Einige Bürgerinitiativen bestreiten den Nutzen und die Notwendigkeit neuer Leitungen sogar generell.

Vor diesem Hintergrund fordert der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) beschleunigte Genehmigungsverfahren für die „Stromautobahnen“.

Ein Netzausbau-Beschleunigungsgesetz soll jahrzehntelange Verfahrensstatus verhindern. Dazu soll das Gesetz die Möglichkeit bieten, wichtige Netzprojekte innerhalb von fünf Jahren zu realisieren – und es sollte nach dem Willen des BDI auch nur „eine solche Rechtsinstanz“ geben, die über die Klagen gegen Infrastrukturprojekte entscheidet. Nicht mit dem Ziel, die Rechte von Bürgern, Umwelt- und Naturschutzorganisationen einzuschränken. Wohl aber mit dem Ziel, die Verfahren schneller und transparenter zu machen. Damit es im deutschen Netz weiterhin so gut läuft wie bisher und der Strom frei fließen kann.

Biomasse kann mehr

Aus nachhaltig erzeugter Biomasse Strom zu machen, hat vier entscheidende Vorteile: Es schont fossile Ressourcen, trägt zum Klimaschutz bei, schafft Arbeitsplätze rund um die Standorte und bietet grundlastfähige, verlässliche Erzeugungskapazität.

In den Biomasse-Anlagen wird vor allem Holz als Brennstoff eingesetzt. Es können aber auch andere Festbrennstoffe wie etwa Stroh genutzt werden. Biomasse ist also ein Energieträger, der hierzulande zur Verfügung steht. Der Rohstoff Biomasse wächst nach, ist also „regenerativ“, und verbrennt CO₂-neutral: Bei seiner energetischen Nutzung entsteht nicht mehr CO₂, als die Pflanzen während ihres Wachstumsprozesses aufgenommen haben. Ein klimaschonender Brennstoff also.

Die Energieträger wachsen vor unserer Haustür

Anders als Wind- und Sonnenenergie steht Strom aus Biomasse-Kraftwerken rund um die Uhr zur Verfügung, ist also genau wie die fossilen Kraftwerke „grundlastfähig“. Grundlast bezeichnet den Strombedarf, der an jedem Tag rund um die Uhr besteht und gedeckt werden muss. Auf der anderen Seite gibt es die so genannte „Spitzenlast“ – wenn



beispielsweise in der Mittagszeit in Millionen deutschen Haushalten Herd, Spülmaschine und das Radio laufen.

Der Grundlastbedarf wird im Wesentlichen bestimmt von Industrieanlagen, die nachts produzieren, von der Straßenbeleuchtung und Dauerverbrauchern in Haushalten und Gewerbebetrieben. Den niedrigsten Stromverbrauch gibt es meist nachts oder am Wochenende. Solche Schwachlastzeiten nutzen Energieversorger aber auch, um Pumpspeicherkraftwerke zu füllen und Nachtspeicherheizungen zu betreiben. Künftig kommt dafür auch die Beladung der Batterien von Elektroautos in Frage.

Ein weiterer Vorteil der Biomasseanlagen im Vergleich zu anderen regenerativen Ener-

gien ist die Möglichkeit, auch bedarfsgesteuert Energie zu erzeugen – das heißt, etwa eine Biogasanlage dann hochzufahren, wenn wenig Windenergie eingespeist, aber viel Strom gebraucht wird. Schon heute gibt es dafür eine Vielzahl von technischen Lösungen. Ziel muss sein, diese Technologien weiterzuentwickeln. Parallel dazu gilt es aber auch Marktmodelle zu schaffen, die alle Vorteile der Biomasseanlagen zur Sicherung der Energieversorgung nutzen. Denn eigentlich ist Biomasse viel zu kostbar, um „nur“ Grundlast zu liefern. Biomasse ist exzellent geeignet, um auch den erhöhten Regelbedarf zu decken, den die wachsende regenerativen Energie aus Wind und Sonne erzeugt – und das wiederum aus einer erneuerbaren Quelle.

sige Windenergie den Speicher füllen. Dazu wird zunächst Luft komprimiert. Die entstehende Wärme wird zwischengespeichert, und die Luft in unterirdische Kavernen gepresst. Steigt der Strombedarf, erzeugt die Druckluft unter gleichzeitiger Rückgewinnung der Wärme in einer Turbine Strom. Die Demonstrationsanlage soll über eine Speicherkapazität von 1.000 Megawattstunden verfügen und eine Leistung von bis zu 200 Megawatt erbringen. Damit wäre ADELE in der Lage, in kürzester Zeit Ersatzkapazität bereit zu stellen und für eine Dauer von

fünf Stunden 40 hochmoderne Windräder zu ersetzen. Allerdings wird es noch längere Zeit dauern, bis diese Technologie ausreichend erprobt und in der Breite einsetzbar ist.

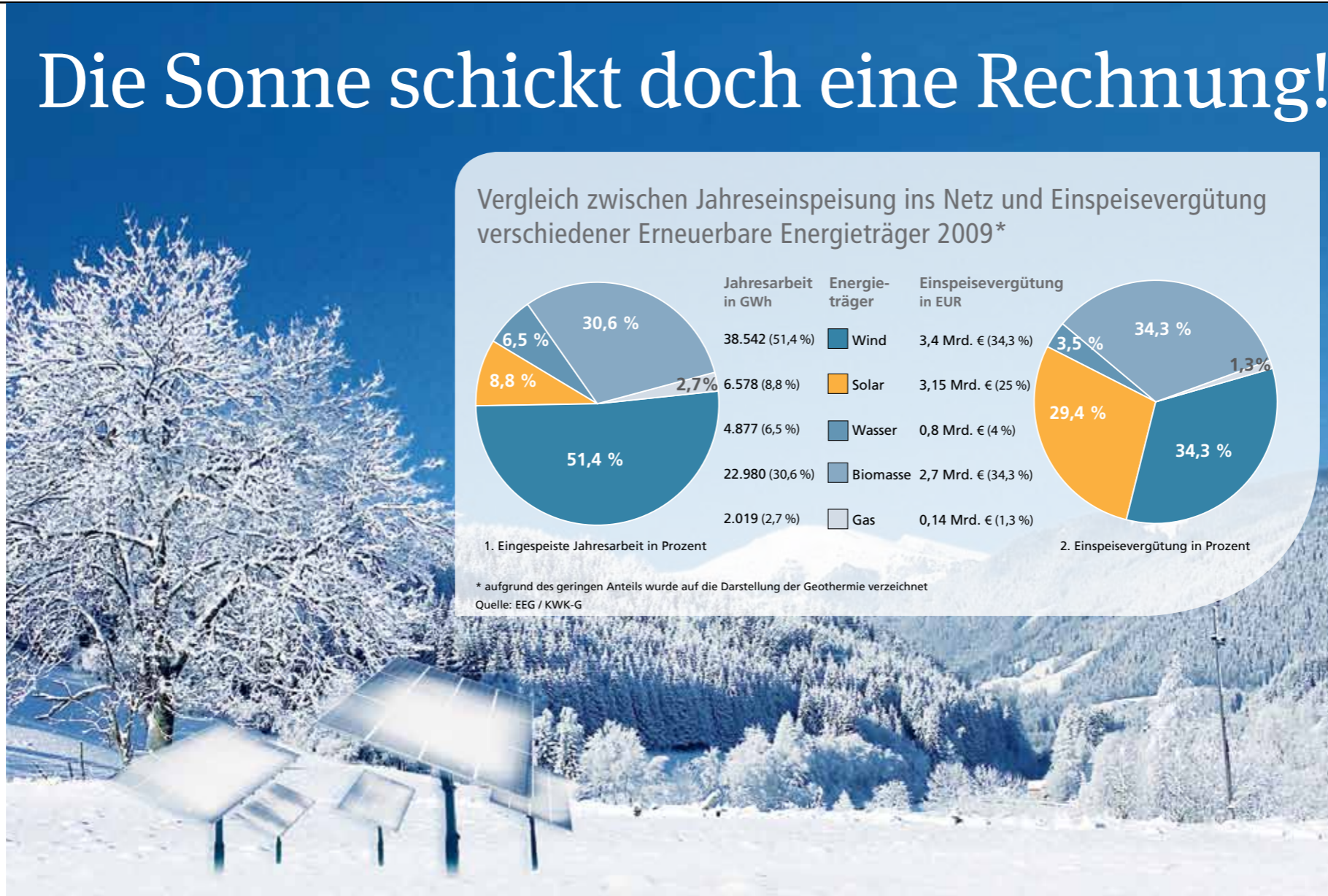
Dies gilt auch für das Elektroauto. Auch dort ist die Perspektive spannend: Wenn die Autos in der Garage oder an einer Ladesäule stehen, werden die Batterien geladen, um den Strom entweder später zum Fahren zu nutzen – oder bei Bedarfsspitzen gegebenenfalls auch wieder ins Netz einzuspeisen. So wird Strom gespeichert – intelligent und effektiv.

Deutschland erlebt einen Solarboom. Das hat seine guten Seiten, denn hierzulande ist eine junge, leistungsfähige Solarindustrie entstanden. Doch der Schatten dieses sonnigen Booms ist lang

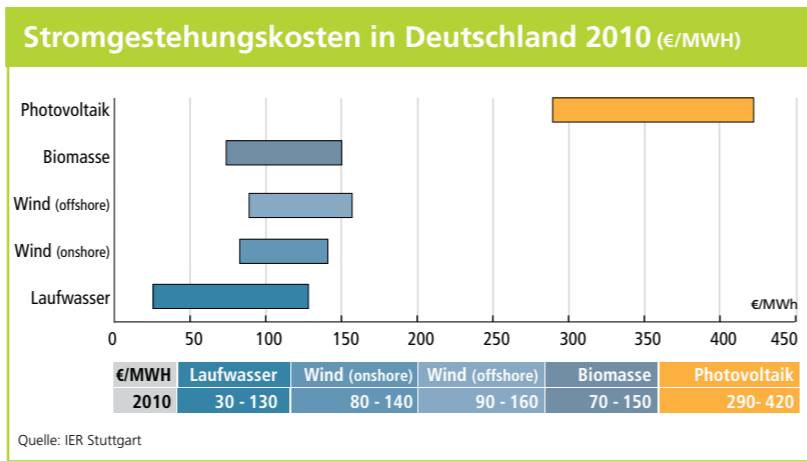
2011 werden die deutschen Stromverbraucher über die EEG-Umlage für die Einspeisung von erneuerbaren Energien Mehrkosten von 13,5 Milliarden Euro zahlen. Mehr als die Hälfte dieser EEG-Mehrkosten fließt an die Betreiber von Photovoltaik-Anlagen, obwohl Sonnenstrom nicht einmal zwei Prozent des Strombedarfs deckt. Pro Kilowattstunde sind das 3,5 Cent – eine Verdreifachung in nur zwei Jahren. Für den einzelnen Haushalt kommt noch die Mehrwertsteuer hinzu, er zahlt am Ende für die erneuerbaren Energien also 4,2 Cent mehr für jede Kilowattstunde. Im Jahr fast 150 Euro pro Jahr. In vielen Städten können Eltern davon zwei Monate lang den Kindergarten bezahlen.

Den erneuerbaren Energien gehört die Zukunft. Das ist unbestritten. Aber bei Förderung und Einsatz muss Vernunft walten. Denn Strom muss bezahlbar bleiben – auch, um den Wirtschaftsstandort Deutschland zu sichern.

Die Erzeugungskosten einer Megawattstunde Strom aus Photovoltaik ist um ein Vielfaches teurer als Wind- bzw. Biomassestrom oder Geothermie (s. Grafik). In Spanien dagegen sind die Voraussetzungen viel



günstiger. Die Sonne scheint dort drei- bis viermal so lange. Auch an die regenerativen Energien muss der Maßstab der Wirtschaftlichkeit angelegt werden. Sie sollten dort zum Einsatz kommen, wo sie am effizientesten sind, sonst werden die Verbraucher finanziell überfordert.



Windräder spielen ihre Stärke an der Küste aus, Solarmodule in sonnenreichen Gegenden, am besten sogar in der Wüste. Trotzdem wird in Deutschland mehr als die Hälfte aller Solarmodule weltweit neu installiert.

Die Kosten für die Vermeidung einer Tonne CO₂ liegen bei der Photovoltaik in Deutsch-

land bei 500 Euro. Windkraft liegt mit 60 bis 100 Euro weit besser. Zum Vergleich: Am Markt kostet das Zertifikat für die Emission einer Tonne CO₂ 15 Euro.

Hohe Erzeugungskosten – denn die Sonne scheint nicht überall

In anderen Ländern wie zum Beispiel Frankreich wurde schon erkannt,

dass Photovoltaik kein effizienter Weg ist, um die regenerative Stromerzeugung zu fördern.

Ein theoretisches Rechenbeispiel: Selbst wenn im Jahr 2050 alle verfügbaren Dächer und Fassaden in Deutschland mit Solarpaneelen genutzt würden, könnten damit nur 20 Prozent unseres Strombedarfs gedeckt werden. Die Paneele würden dann eine Fläche von 170.000 Fußballfeldern bedecken.

Stromkunden zahlen 100 Milliarden Euro an Förderleistungen

Und so wirft die Sonnenenergie einen langen Schatten auf die Zukunft. Das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung hat berechnet, dass die deutschen Stromkunden allein für Solarmodule, die seit dem Jahr 2000 angeschlossen wurden, über 100 Milliarden Euro an Förderleistungen bezahlen müssen, wenn die Förderung in heutigen Maßstab fortgesetzt wird. Noch plakativer: Für eine 50 Quadratmeter große Photovoltaikanlage mit einer Leistung von sechs bis sieben kW, die 2010 auf dem Dach eines Einfamilienhauses installiert wurde, werden über die 20 Jahre garantierte Einspeisevergütung etwa 35.000 Euro an Subventionen gezahlt. Damit kosten alle Anlagen, die 2010 installiert wurden (insgesamt etwa 6.000 MW) über die nächsten 20 Jahre etwa 30 Milliarden Euro. Und der Ausbau geht mit hohem Tempo weiter.

Alleine die Nettoförderung der Photovoltaik im Jahr 2011 beträgt rund vier Milliarden Euro. Würde dieses Geld in weltweite CO₂-Vermeidungsprojekte investiert, könnten damit die kompletten CO₂-Emissionen der deutschen Stromerzeugung kompensiert werden, über 300 Millionen Tonnen.

Umweltfreundlichster Strom ist der, den man erst gar nicht verbraucht

Spannend ist nicht nur die Frage, wie Strom erzeugt wird. Ebenso wichtig ist die Frage, wie der Einsatz von Energie intelligenter als bisher gestaltet werden kann – dies mit zusätzlichem Komfort für den Kunden und mit gesteigerter Wettbewerbsfähigkeit für den Anbieter. Die Devise heißt „Energieeffizienz“

Neue Dienstleistungen sind entwickelt worden, weitere sind in der Pipeline. Im Fokus stehen dabei sowohl Privathaushalte wie auch Unternehmen und öffentliche Verwaltungen. Das Potenzial ist riesig. Laut einer Studie des Bundesumweltministeriums lassen sich allein durch Energieeffizienz bis zum Jahr 2020 rund 260.000 neue Arbeitsplätze schaffen, 77 Millionen Tonnen CO₂ vermeiden und 19 Milliarden Euro Energiekosten sparen.

www.energiwelt.de, die sich an Privat- und gewerbliche Kunden richten. Energieeffizienz bedeutet aber nicht nur „Stromsparen“. Vielmehr gilt das Motto „weniger Energieverbrauch durch gezielten Einsatz von Strom“. Beispiele hierfür sind die Wärmepumpe, das Elektroauto, die Hausautomation oder das Vermeiden von Dienststreifen durch moderne Kommunikationstechnik.

Innovative Verfahren ermöglichen es, die eingesetzte Energie und damit auch die Kosten zu reduzieren. Die Verbrauchergruppen sollen die Möglichkeit haben, ihre individuellen Energiesparpotenziale zu erkennen und auszuschöpfen. Dies entlastet dann nicht nur die Umwelt, sondern trägt auch zur Senkung der Energiekosten bei.

Einsparungen von 50 Prozent bei Wärme in Haushalten möglich

Die Einsparpotenziale sind zahlreicher und größer als vielfach angenommen. Beispiel: Die Absenkung der Raumtemperatur um nur ein Grad Celsius spart fünf bis sechs Prozent Heizenergie. Das macht circa 50 Euro im Jahr in einem durchschnittlichen Drei-Personen-Haushalt. Wer die Fenster nicht den ganzen Tag schräg stellt, sondern sie mehrmals am Tag

nur für fünf bis zehn Minuten bei abgedrehtem Heizkörperventil ganz öffnet („Stoßlüften“), kann bis zu 50 Prozent Heizenergie einsparen. Weitere Möglichkeiten eröffnen sich bei der Beleuchtung (Energiesparlampen), den Elektrogeräten (Vermeidung Stand-by und Anschaffung von Geräten mit hoher Effizienzklasse), und dem Warmwasserverbrauch (duschen statt baden). Effizienter Klimaschutz bedeutet deshalb ein Zusammenwirken verschiedener Einzelmaßnahmen: Ausbau neuer Technologien wie der Windenergie und Biomasse, neue Technologien in fossilen Kraftwerken und die Nutzung von Optimierung- und Einsparpotenzialen beim Kunden. Allerdings müssen diese Bemühungen national und international vorangetrieben werden. Isolierte Einzellösungen führen nicht zum Erfolg.



Wir brauchen eine Klimapolitik des Machbaren

Klimaschutz ist eine globale Herausforderung. Nach Berechnungen der Internationalen Energieagentur (IEA) im World Energy Outlook wird der globale CO₂-Ausstoß bis 2035 um mehr als 20 Prozent steigen. Angesichts dieser Entwicklung sind die Klimaschutzbestrebungen der EU allein von nur begrenztem Wert.

Die Vorreiterrolle Europas macht nur Sinn, wenn andere Länder folgen. Dazu reicht es aber nicht, sich auf großen Klimakonferenzen wie zuletzt im mexikanischen Cancún zu treffen – denn den großen Wurf für den Klimaschutz hat es auch dort wieder nicht gegeben. Um dem Post Kyoto-Prozesses neue Impulse zu geben, brauchen wir auch kleinere Schritte, die sich am Machbaren orientiert.

Eines ist leicht machbar: erfolgreiche Instrumente der europäischen Klimapolitik zu exportieren. Das sind zum einen Instrumente wie Clean Development Mechanism (CDM) oder Joint Implementation (JI): Europäische Unternehmen finanzieren CO₂-Vermeidungsprojekte in anderen Industrieländern (JI) beziehungsweise in Entwicklungs- und Schwellenländern (CDM). Dafür werden ihnen Emissionszertifikate gutgeschrieben. Zum anderen ist es das europäische Emissionshandelssystem, in das Schritt für Schritt immer mehr Länder einbezogen werden müssen. Am Ende eines solchen Prozesses stünde ein weltweiter CO₂-Markt – und damit ein hocheffizientes System zur nachhaltigen Reduktion der Treibhausgase.

Energiespeicher auf vier Rädern

„Elektro-Mobilität“ ist zu einem Zauberwort geworden. Im Auto sauber, leise und CO₂-frei voranzukommen, ist eine spannende Perspektive. Das Elektroauto hilft nicht nur, den Ausstoß klimaschädlicher Emissionen wesentlich zu reduzieren; es eröffnet auch neue Möglichkeiten der Stromspeicherung. Nur dann, wenn auch der gesamte Verkehrsbereich in die Bemühungen zur Senkung der CO₂-Emissionen einbezogen wird, kann Deutschland seine ehrgeizigen Klimaschutzziele erreichen. Dabei kommt der Elektromobilität eine entscheidende Rolle zu, denn schon in zehn Jahren sollen die Emissionen um 40 Prozent niedriger sein als im Jahr 1990 – so das Ziel der Bundesregierung.

Individuelle Mobilität gehört heute zu den Voraussetzungen einer funktionierenden Gesellschaft. Doch es gilt, diese Mobilität möglichst effizient und umweltschonend zu gestalten. Durch den Ausbau der Elektromobilität in Kombination mit regenerativ erzeugtem Strom kann dies gelingen. Gleichzeitig wird dadurch auch die Abhängigkeit von Erdölimporten deutlich vermindert, die Umwelt stärker geschützt, die Betriebskosten der Mobilität gesenkt und für die deutsche Wirtschaft Zukunftsmärkte erschlossen. Im August 2009 wurde der Nationale

Entwicklungsplan Elektromobilität verabschiedet. Mit ihm werden Forschung und Entwicklung, Marktvorbereitung und Markteinführung der Elektromobilität in Deutschland der Weg geebnet. Im Rahmen der „Nationalen Plattform Elektromobilität“ arbeitet die deutsche Energiewirtschaft mit Hochdruck daran, deutschlandweit eine Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge aufzubauen. Gemeinsam mit der Automobilwirtschaft und anderen Marktteilnehmern wird an vernetzten Konzepten gearbeitet, die es in naher Zukunft ermöglichen, deutschlandweit bequem Strom zu tanken und auch abzurechnen.

Höherer Wirkungsgrad als der Verbrennungsmotor

Die E-Mobilität wird auf Dauer wesentlich dazu beitragen, Benzin und Diesel als Treibstoff zu substituieren und dadurch erheblich zur CO₂-Reduktion beitragen. Dies gelingt durch die Bereitstellung von regenerativ erzeugtem Strom, der hauptsächlich durch Off-Shore Windparks erzeugt wird. E-Mobilität ist deshalb nicht nur im Straßenverkehr vor Ort, sondern auch in der Stromversorgung der Batterien emissionsfrei und damit nicht

nur lokal, sondern auch überregional emissionsfrei.

Schon heute gilt: Selbst bei dem in Deutschland zurzeit geltenden konventionellen Erzeugungsmix liegt die E-Mobilität auf Grund des deutlich höheren Wirkungsgrades gegenüber dem Verbrennungsmotor vorn.

Das Ziel: Strom zurück vom Auto ins Netz

Auch aus einem anderen Grund ist der Ausbau der E-Mobilität von Nutzen. Die Batterien der E-Fahrzeuge können zu einem wesentlichen Speichermedium für Strom werden. Regenerativer Strom (z. B. aus Wind) wird zu einem großen Teil nachts produziert. Dann stehen die Autos in der Garage oder an öffentlichen Ladepunkten und können geladen werden. Dies wird durch intelligente Säulen ermöglicht, die dann zu lastvariablen Tarifen den nachts erzeugten Strom tanken. Später wird es sogar möglich sein, dass die Batterien der Elektro-Fahrzeuge im Sinne eines so genannten „vehicle-to-grid“ Überschussstrom aus den Batterien wieder zurück in das Versorgungsnetz einspeisen und so dazu beitragen, tägliche Lastspitzen abzufedern.