

## Die Chance der Lücke

Warum in Zeiten von Stromknappheit die Windenergie neuen Auftrieb erfährt

Sönke Gätke | **Einst hat das elektrische Licht das Leben revolutioniert. Heute muss das System der Energieerzeugung radikal umgebaut werden. Um die Stromversorgung zukünftig zu sichern, fehlen neue, effizientere Kraftwerke. Gerade dies ist für die Windenergie eine einmalige Chance. Und sogar das Elektroauto könnte eine wichtige Rolle als Stromspeicher spielen.**

Am Anfang war das Licht. Nicht in der Bibel – dort war es das Wort – aber in der Geschichte des Stroms: 70 Jahre lang haben Tüftler, Ingenieure und Wissenschaftler immer wieder strombeheizte Lampen hergestellt. Ohne Erfolg. Erst als Thomas Alva Edison 1878 zur Lampe auch gleich noch die Generatoren und Stromkabel entwickelte, begann der Siegeszug des rauch- und geruchlosen Lichts – und des Stroms. So gewaltig war die Revolution, dass Lenin in der Glühbirne eins von zwei Mitteln sah, den Bolschewismus auf dem Lande durchzusetzen.

Licht als Statussymbol. Denn die strombetriebene Glühbirne traf auf eine große Lücke: Es gab keine einfache, ungefährliche Stromquelle. Licht war immer ein Statussymbol – je mehr Kerzen brannten, je heller das Haus, desto reicher der Hausherr. Doch Kerzen flackerten, Gas war giftig und Petroleum konnte gelegentlich explodieren.

Kein Wunder, dass die neue Technik die Gesellschaft, Politik und Industrie begeisterte, ließen sich doch im elektrischen Licht die Arbeits- und Produktionszeiten deutlich verlängern. Mehrwert, gesellschaftliche Akzeptanz, mehr Gewinn für die Industrie und der politische Wille, den Aufbau einer Infrastruktur voranzutreiben – das waren die wichtigsten Bedingungen, damit sich Strom als Energieversorgung durchsetzen konnte.

Heute deutet sich an, dass genau diese Bedingungen wieder zusammenkommen: diesmal, um den regenerativen Energien den Weg zu bereiten. Strom aus Wind oder Sonne zu erzeugen, ist gesellschaftlich akzeptiert und politisch gewollt. Die Verfahren bieten mehr als einem Industriezweig Gewinnchancen, die bis vor Kurzem noch nicht absehbar waren. Das Wichtigste aber: Wind- und Sonnenstrom treffen auf eine Lücke, ähnlich wie 1880 das elektrische Licht: die Stromlücke. Ohne Lücken haben neue Techniken kaum eine Chance sich durchzusetzen.

# Bild nur in Printausgabe verfügbar

© Paul Langrock / laif

Ein Beispiel für solche fehlende Lücken ist das digitale Radio. Seit Jahrzehnten fördert die Politik die Entwicklung der Technik als vielversprechenden Nachfolger der klassischen UKW-Sender finanziell und durch Gesetze. Doch die Unterhaltungsindustrie erkannte, was der Politik verborgen blieb: Die Technik bietet kaum Mehrwert gegenüber den etablierten Übertragungswegen. Es gibt keine Radiolücke – und so bleibt das digitale Radio höchstwahrscheinlich erfolglos.

Doch es gibt eine Stromlücke. Der Begriff, den der E.on-Vorstandsvorsitzende Wulf Bernotat prägte, sollte eigentlich keine Chance, sondern eine Gefahr beschreiben: In Deutschland, so die Argumentation, drohe eine Stromknappheit, weil nicht genug neue Kraftwerke gebaut und noch dazu die Meiler abgeschaltet würden. Die Fakten scheinen zu stimmen: Die Stromkonzerne rechnen damit, dass bis ins Jahr 2020 Kraftwerke mit einer Leistung von rund 40 000 Megawatt abgeschaltet werden, weil sie das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben. Gleichzeitig gehen gemäß dem Atomkonsens bis 2023 die Atomkraftwerke vom Netz, die rund ein Drittel des Stroms in Deutschland erzeugen. Derzeit werden aber kaum konventionelle Kraftwerke als Ersatz gebaut. Kohlekraftwerke sind gesellschaftlich kaum akzeptiert; Gaskraftwerke in manchen Regionen politisch nicht wohl gelitten. Stromerzeuger und Banken sind unsicher über den Kurs der Politik – und vermeiden daher Investitionen in die eine oder andere Technik.

Damit in Deutschland nicht bald die Lichter ausgehen, muss der Impuls jetzt von der Politik kommen. Ihr bieten sich drei Wege, die drohende Lücke zu schließen: Der erste besteht in einer Renaissance der Atomkraft. Immerhin erzeugen die Atomkraftwerke vor Ort kaum CO<sub>2</sub>. Doch die Liste der Probleme, die mit dieser Technik verbunden sind, ist lang: Uran ist wie Öl, Gas und Kohle ein endlicher Rohstoff. Bei den im Jahr 2006 gezahlten Preisen – und dem Ver-

Offshore in Dänemark: Eine Vernetzung europäischer Windparks könnte für stetig fließenden Strom sorgen

brauch – ist ein Abbau nur noch rund 60 Jahre lang lohnend. Zudem entstehen bei Abbau, Transport und Aufarbeitung des Uran erhebliche Mengen CO<sub>2</sub>. Nach einer Untersuchung holländischer Wissenschaftler kann die dabei freigesetzte Menge Kohlendioxyd die von Kohlekraftwerken übersteigen.

Ein Neubau von Atomkraftwerken dauert außerdem lange und ist teuer. An einigen derzeit entstehenden Kraftwerken wird seit über zehn Jahren gebaut – ohne lange Laufzeiten ist das kaum rentabel. Auch erzeugen sie konstant hohe Strommengen und können ihre Leistung nicht flexibel verändern. Würden Atomkraftwerke in Deutschland neu gebaut, müsste auch das Stromnetz erweitert werden, um die zentral erzeugten Strommengen weiterzuleiten.

Das weitaus größte Problem der Atomenergie ist jedoch seit 50 Jahren noch ungeklärt: die Endlagerung. Es erscheint daher weder wahrscheinlich noch wünschenswert, dass Atomkraft für die aktuelle Stromlücke in Frage kommt.

### Zurück zur Kohle?

Ein zweiter Weg wäre, allein auf konventionelle Stromerzeugung zu setzen. Die alten Kraftwerke würden dann durch neue Kohlekraftwerke ersetzt. Vorteil wäre, dass Kohle ein heimischer Brennstoff ist und die Vorräte länger reichen als Uran. Kohlekraftwerke sind nicht nur billiger als Atomkraftwerke und schneller zu bauen. Neue Kraftwerke wären auch effizienter als die alten; sie sind erprobt, der Verbrauch sänke und damit auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Ein Nachteil ist allerdings, dass Kohle allein die Stromversorgung nicht sicherstellen kann. Sie ist ideal für Grundlastkraftwerke, die rund um die Uhr laufen. Um

Kohle allein könnte die Stromversorgung nicht sichern, auch nicht mit effizienteren Kraftwerken

plötzliche Stromschwankungen auszugleichen, benötigen die Netzbetreiber jedoch auch Kraftwerke, die ihre Leistung schnell ändern können. Dafür kommen Gas- und Wasserkraftwerke in Frage; im Fall von Gas bliebe die Notwendigkeit von Importen bestehen.

Aber auch für neue Kohlekraftwerke muss das Stromnetz umgebaut werden. Da sie selten an derselben Stelle stehen können wie bisher, sind neue Leitungen notwendig. Zwar müssten Kunden und die Industrie nicht komplett umdenken, doch ließen sich mit dieser Strategie die – sinnvollen – Klimaziele der Regierung nicht erreichen. Es sei denn, die neuen Kraftwerke würden mit einer Kohlendioxydabscheidung ausgerüstet. Erste Verfahren dafür werden gerade getestet, sind aber noch nicht marktreif. Welches sich durchsetzen wird, ist offen. Sicher ist jedoch: Es wird Energie verbrauchen. Dadurch sinkt die Effizienz der Kraftwerke. Außerdem stellt sich auch beim aufgefangenen Kohlendioxyd das Problem der langen Endlagerung. Ähnlich wie beim Atommüll ist diese noch nicht erprobt. Bis die Technik einsatzbereit ist, gehen wahrscheinlich 20 Jahre ins Land. Für die aktuelle Stromlücke ist auch diese Technik damit nicht geeignet.

Anders ist der Fall bei der Windenergie, dem dritten Weg, die Stromlücke zu beheben. Windkraftwerke werden seit den zwanziger Jahren erforscht und entwickelt. Sie sind „fertig und einsatzbereit“ und können mithin schnell eingesetzt werden. Dänemark zeigt bereits, dass es möglich ist, bis zu einem Vier-

tel der Stromerzeugung mit Wind zu bestreiten.

Allerdings hat Wind unbestritten einen großen Nachteil: Er passt nicht in die Struktur der Energieerzeugung. Damit die Stromversorgung gesichert ist, muss Strom planbar erzeugt werden können. Läuft das Gleichgewicht von Verbrauch und Erzeugung nur etwas aus dem Ruder, kommt es zum Stromausfall. Netzbetreiber nutzen daher Verbrauchsprognosen und bestellen entsprechend Strom bei den Kraftwerksbetreibern. Wind lässt sich aber nicht planen. Im heutigen Stromnetz ist das ein Problem. Zwar lässt sich die zu erwartende Strommenge aus Wind recht gut vorhersagen – doch entspricht die nicht unbedingt der Strommenge, die die Industrie erzeugen muss, um den Verbrauch zu decken und das Stromnetz stabil zu halten. Und bleibt das Stromnetz wie es ist, wären deutlich mehr Regelkraftwerke als heute nötig – doch das wäre teuer und ineffizient.

Trotzdem hat Windenergie eine einmalige Chance, denn derzeit muss ein Drittel der Kraftwerke neu gebaut werden. Das ist ein so großer Einschnitt in die Stromerzeugung, dass das Stromnetz in jedem Fall verändert werden muss. Würde nicht jetzt auf einen neuen Energiemix mit deutlich mehr Windenergie umgestellt, wäre die Chance auf Jahrzehnte verspielt: Kraftwerke erreichen eine Lebensdauer von 40 bis 60 Jahren, Hochspannungsleitungen etwa von 80 Jahren. Was heute gebaut wird, tut seinen Dienst also wahrscheinlich bis 2070! Wie wird das Stromnetz aussehen, wenn mehr Strom aus Wind gewonnen werden soll? Forscher und Ingenieure – sowie erste Unternehmen – verfolgen zwei Ansätze: Der erste passt die Windenergie dem vorhandenen System an und macht sie planbar; der zweite passt das Stromnetz der Windenergie an.

### Planbarer Wind

Windenergie lässt sich durchaus verstetigen und geradezu berechnen – davon sind Forscher des Instituts für Solare Energieversorgung in Kassel (ISET) überzeugt. Unabhängig davon haben auch die Planer des irischen Windparkbetreibers Airtricity das Ziel, die Windenergie dem vorhandenen System anzupassen. Für sie spricht die Tatsache, dass so gut wie niemals in ganz Europa Flaute herrscht. Werden nun tatsächlich – wie geplant – in den Meeren Europas, in der Irischen See, vor den Gestaden Schottlands, im Mittelmeer und im Wattenmeer Windparks errichtet, werden sich irgendwo immer Windräder drehen und Strom erzeugen. Um diesen Umstand für einen steten Strom von Windenergie zu nutzen, planen Forscher und Unternehmen bereits, diese Windparks untereinander zu verbinden. Mit einer sehr effizienten Höchstspannungsgleichstromleitung. Die müsste dann noch mit Wasserspeicherwerken in Norwegen vernetzt werden, die eventuell auftretende Flauten abpuffern könnten. Dann würde dieses Kabel – und nicht die einzelnen Windparks – mit den nationalen Netzen verbunden; Windräder und Wasserspeicher könnten einander so ausgleichen, dass immer die gleiche Menge Strom in die nationalen Netze flösse.

Dieser Ansatz fügt sich in das vorhandene System. Die ISET-Forscher in Kassel rechnen damit, dass mindestens 30 Prozent des Energieverbrauchs in Europa durch dieses System gedeckt werden könnte. Das ist genug, um ohne

## Die H<sub>2</sub>-Revolution?

Chancen und Grenzen einer auf Wasserstoff basierenden Weltwirtschaft

Roman Buss, Danyel Reiche | Vor unseren Augen manifestiert sich das „Öl-Endspiel“,<sup>1</sup> eine in ihren Folgen schwer abzuschätzende Energie- und Rohstoffkrise. Die bereits seit einigen Jahrzehnten in Ökologenkreisen geführte Diskussion, ob eine auf Wasserstoff und Brennstoffzellen basierende Weltökonomie möglich ist, gewinnt daher wieder an Brisanz. 2002 hat Jeremy Rifkin seine Vision einer globalen Wasserstoffökonomie beschrieben:<sup>2</sup> Wasserstoff, so seine These, sei der am besten geeignete Energieträger nach dem Ölzeitalter. Wasserstoff schaffe nicht nur die Voraussetzung für eine saubere, sichere, dezentralisierte und nachhaltige Energieversorgung. Er eröffne auch neue Wege zur Reduzierung von Importabhängigkeiten, für Innovation, Wachstum, einer Umverteilung globalen Wohlstands, einen gerechteren Zugang zu Energie und somit gar zur Redemokratisierung eines oligopolistischen Energiesystems. Tatsächlich stieß diese Vision in zahlreichen politischen und wirtschaftlichen Aktivitäten auf Resonanz. Auch die Internationale Energieagentur (IEA) und das Umweltprogramm der Vereinten Nationen haben die Thematik in Studien und Reporten aufgenommen.<sup>3</sup>

Eine auf Wasserstoff beruhende Energiewirtschaft bietet – zumindest in der Theorie – aus vielerlei Gründen Antworten auf die sich gegenseitig bedingenden globalen Krisen:

- Mit der Substitution von Öl durch Wasserstoff verringert sich die Importabhängigkeit einer Volkswirtschaft von fragwürdigen Lieferländern, was Versorgungssicherheit schafft und finanzielle Ressourcen spart.
- Als kapital- und wissensintensives sozio-technisches System schafft er gute Ansätze für Innovation, neue Märkte und Arbeitsplätze.
- Als CO<sub>2</sub>-freier Energieträger verspricht er eine effiziente, emissionsfreie Energiebereitstellung – sofern er aus CO<sub>2</sub>-freien Quellen gewonnen wird.
- Wasserstoff ist durch die Elektrolyse von Wasser praktisch überall, wo Strom zur Verfügung steht, produzierbar und nutzbar. Er kann aus fossilen, regenerativen und nuklearen Energiequellen gewonnen werden und ist somit an bestehende Strukturen anschlussfähig. Gleichzeitig bietet er aber auch die Möglichkeit zur radikalen Transformation der Energiewirtschaft, in der der Verbraucher sogar zum Energieproduzenten werden kann.
- Wasserstoff kann als Speichermedium die schwankende Bereitstellung durch erneuerbare Energiequellen (Windkraft, Solarenergie) ausgleichen.
- Im Gegensatz zu anderen alternativen Klimaschutztechnologien findet er breite Anwendung, etwa als Brennstoffzellen in PKW und Bussen und als Akkus in Camcordern und für Klein- und Bordelektronik.

Weshalb aber hat sich Wasserstoff als „eierlegende Wollmilchsau“ nicht längst zum dominierenden Energieträger entwickelt? Dies hat mehrere, ebenso komplexe wie plausible Gründe:

- Wasserstoff lässt sich noch nicht massenkompatibel kommerzialisieren. Vor allem der Automobilsektor musste seine Markteinführungsprogramme von zahlenmäßig beträchtlichen Autoflotten bis in die Mitte des nächsten Jahrzehnts verschieben.
- Neben technologischen Argumenten (geringe Reichweite und Alltagsstauglichkeit) kämpft Wasserstoff mit Akzeptanzproblemen und den noch immer enormen ökonomischen Kosten.
- Trotz Versprechungen wurde bisher keine Wasserstoffinfrastruktur geschaffen – ein klassisches „Henne-und-Ei“-Dilemma: Solange etwa keine Tankstelleninfrastruktur existiert, besteht für die Automobilindustrie kein Anreiz einer beschleunigten Entwicklung; und umgekehrt werden Mineralölkonzerne zögern, größere Investitionen in den Aufbau einer Infrastruktur zu tätigen, solange es keine nennenswerte Nachfrage gibt.
- Wasserstoff ist nicht per se nachhaltig. Bisher beruht 90 Prozent der weltweiten Produktion auf der Reformierung von Erdgas und ist so mitnichten emissionsfrei. Nur regenerativ erzeugter Wasserstoff ist die Voraussetzung für eine emissionsfreie Energieversorgung und Mobilität. Weiterhin unklar bleibt jedoch, welche ökologischen Kriterien für nachhaltigen Wasserstoff angelegt werden können.

Eine auf Wasserstoff basierende dritte industrielle Revolution ist nicht nur eine mögliche, sondern angesichts der Abwertung alternativer Konzepte<sup>4</sup> sogar wieder wahrscheinlichere Option geworden. Die Transformation in Richtung Wasserstoffökonomie kann jedoch nicht alleine auf Marktmechanismen beruhen, da diese nicht zwangsläufig zu mehr Nachhaltigkeit führen. Nur ein belastbarer politisch-rechtlicher Rahmen kann Investitionsrisiken abfedern und zugleich klare inhaltliche Prioritäten hinsichtlich der primären Energiequelle zur Wasserstoffgewinnung setzen. Eine steuerliche Begünstigung von CO<sub>2</sub>-freiem Wasserstoff gegenüber Kohle, Erdgas oder nuklearem Wasserstoff ist zumindest angedacht. Es bleibt abzuwarten, ob die seit Jahresbeginn eingerichtete Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellen (NOW GmbH) diesen Ansätzen einen neuen Schub verleihen kann.

PD Dr. Danyel Reiche ist Projektleiter am Wuppertal Institut und Professor für Vergleichende Politikwissenschaft an der American University of Beirut. | Roman Buss promoviert derzeit im Rahmen des UK Sustainable Hydrogen Energy Consortiums an der University of Salford.

<sup>1</sup> Amory E. Lovins u.a.: *Winning the oil endgame: innovations for profits, jobs, and security*, Rocky Mountains Institute, Snowmass, Colorado 2005.

<sup>2</sup> Jeremy Rifkin: *Die H<sub>2</sub>-Revolution*, Frankfurt 2002.

<sup>3</sup> UNEP: *The hydrogen economy – a non-technical review*, United Nations Environment Programme (UNEP) Energy Branch, Paris 2006.

<sup>4</sup> OECD: *Round table on sustainable development biofuels: is the cure worse than the disease?* Organisation for Economic Cooperation and Development, General Secretariat, Paris 2007.

Bedenken die Atomkraftwerke Deutschlands abschalten zu können – und auch noch die in Großbritannien, in Schweden und Finnland.

Allerdings gibt es auch einen entscheidenden Nachteil: Weil noch keine Offshore-Windparks existieren, hat man bisher keine Erfahrungswerte, wie lange die Windräder halten und wieviel Energie sie tatsächlich liefern können. Derzeit wird Deutschlands erster Windpark auf offener See gebaut. Alpha ventus liegt 45 Kilometer nördlich der Insel Borkum und wird erst im kommenden Jahr in Betrieb gehen. Der Aufbau dieses Netzes dürfte sich ebenfalls mindestens zehn Jahre hinziehen.

Das Stromnetz lässt sich auch der Windenergie anpassen. Dafür allerdings müssen Verbrauch und Erzeugung möglichst lokal oder regional in kleinen Netzen ausgeglichen werden. Wissenschaftler sprechen dabei von Smart Grids. Einige dieser Netze werden bereits getestet, so etwa in der Region von Mannheim oder in Dardesheim. Die Idee ist: Eine regenerative Energiequelle wird gekoppelt mit einem Stromspeicher und einer intelligenten Steuerung. Sie deckt den Verbrauch mal aus dem Speicher, mal aus Wind- oder Solarenergie, je nachdem was vorhanden ist. So hat die Stadt Dardesheim beispielsweise einen außerordentlich großen Windpark und durch Zufall ein passendes Pumpspeicherwerk in der Nähe. Fällt der Wind aus, ist kein zusätzliches

Anzeige

Anzeige nur in  
Printausgabe verfügbar



Kraftwerk mehr nötig. Damit entfällt die Notwendigkeit für eine Reihe von Regel-Kraftwerken. Die Effizienz innerhalb des Stromnetzes verbesserte sich erheblich.

### Elektroautos als Stromspeicher

Eine besondere Rolle als dezentrales Netz kann dabei übrigens das Elektroauto spielen. Denn auf der Suche nach einem Ersatz für teures Benzin kehren Autobauer zu dem zurück, was bereits vor 110 Jahren das Auto antrieb: Strom beziehungsweise Batterien. Akkus sind – angefeuert durch die Entwicklung von Mobiltelefonen und Notebooks – immer leichter geworden und können immer mehr Energie speichern. Ist also mehr Windstrom vorhanden als gerade gebraucht wird, lassen sie sich hervorragend als Windstromspeicher nutzen. Eine Idee, die auch dem Verband der Elektrizitätswirtschaft gefällt – und die er in Berlin gemeinsam mit dem Volkswagenwerk testet. Im Schnitt verbringt ein Auto rund 90 Prozent seiner Existenz mit Parken. Zeit genug, um die Batterien nur dann zu laden, wenn der Wind für einen Überschuss im Netz sorgt. Gleichzeitig könnte ein Auto mit vollgeladenem Akku – sofern es gerade nicht genutzt wird – auch Strom ins Netz zurückspeisen, um kleinere Schwankungen bei Flaute schnell abzufuffern. Stünden genügend Elektroautos zur Verfügung, könnten Kommunen sogar auf den Kauf teurer Stromspeicher verzichten, die im Notfall schnell Strom liefern. Sie müssten nur den Autofahrer für seinen Dienst entlohnen.

Auf diese Weise nützt das Elektroauto sowohl Fahrer wie Energieunternehmen. Noch passt eine dezentrale Energieerzeugung nicht zur derzeitigen Struktur der Energieerzeugung und Verteilung. Wenn aber neben den Energieerzeugern auch die Automobilhersteller und die Autofahrer von einem Umbau der Netze profitieren, könnte der entstehende Mehrwert diesen Umbau in Gang bringen. Allerdings müssen dafür nicht nur neue Anschlüsse geschaffen werden, auch das ganze Abrechnungssystem der Branche muss umgekrempelt werden. All das zeichnet sich derzeit bereits ab.

Denn gesellschaftlich scheint der Ausbau regenerativer Energien akzeptiert zu sein – was fehlt ist nur noch der politische Wille. Es ist nun an der Politik, die Weichen eindeutig zu stellen und den Umbau der Stromversorgung einzuleiten. Auf keinen Fall sollte sie die einmalige Stromlückenchance durch eine Verlängerung der Laufzeiten für Atomkraftwerke verbauen.



SÖNKE GÄTHKE ist freier Autor für den WDR, Deutschlandfunk und *Economist*. 2007 erhielt er den Journalistenpreis „Unendlich viel Energie“.