

Energiewende (Teil 3)



Derzeit ist in Deutschland die Energieversorgung immer noch auf ein Erzeugen von Strom in zentralen Kraftwerken ausgerichtet. Dementsprechend gibt es für die Stromverteilung und die Stromversorgung der verschiedenen Regionen entsprechende Umspannwerke, in denen verschiedenartige Netzspannungen für unterschiedliche Transportwege eingerichtet werden. Für weite Transportwege werden hohe Spannungen verwendet, um den Energieverlust so gering wie möglich zu halten. In den Umspannwerken werden auch die Stromlieferungen der dezentralen und eher kleinen Energieerzeuger, die meist Strom aus erneuerbaren Energiequellen liefern, angebunden und verteilt.

Die Energiewende als eine Antwort auf den Klimawandel steht seit Jahren auf der globalen Agenda. Die überwiegende Mehrheit der Klimaforscher und inzwischen auch der Regierungen sind davon überzeugt, dass der Klimawandel nur dann noch auf ein Wachstum von höchstens 2 Grad Celsius gegenüber dem Stand von 1890 begrenzt werden kann, wenn energische und umgehende Maßnahmen ergriffen werden.

Die aktuelle Situation, eine Reihe möglicher Gegenmaßnahmen, ihre Vor- und Nachteile sowie eine Beurteilung aus ökologischer Sicht werden im folgenden Beitrag behandelt. Zunächst werden die wichtigsten konventionellen (fossilen und atomaren) sowie regenerativen Energieträger vorgestellt. Anschließend werden die jeweiligen Entwicklungspotenziale und -möglichkeiten der beiden Großgruppen – fossile und atomare beziehungsweise regenerative Energieträger – angesprochen und unter verschiedenen Aspekten beurteilt. Im Abschlusskapitel „Zusammenfassender Ausblick“ werden die möglichen und erwartbaren Entwicklungen diskutiert.

Warum betreiben wir die Energiewende so nachlässig, obwohl wir doch wissen, dass dadurch nicht nur die Probleme des Klimawandels, sondern vor allem auch die Kosten dieser klimatischen Veränderungen in Zukunft global erheblich zunehmen werden?

Inhalt: Energiewende - Teil 3

Bewertung, Entwicklungsmöglichkeiten und Ausblick	Seite 45
Fossile Energieträger	Seite 46
Kernenergie	Seite 50
CO₂-Einlagerung	Seite 53
CO₂-Recycling	Seite 55
Erneuerbare Energieträger	Seite 56
Moderne und effektive Heizungstechniken	Seite 62
Erdgas-Brennwertheizung	Seite 62
Stromerzeugende Heizung	Seite 63
Das kosmische Doppel – Erdgas und Sonnenwärme	Seite 63
Gaswärmepumpe	Seite 63
Brennstoffzelle	Seite 63

Energiewende – Teil 1 *bitte auf folgender Seite unten öffnen:*

<https://www.fiwiso-allianz.de/162>

Energiewende – Teil 2 *bitte auf folgender Seite unten öffnen:*

<https://www.fiwiso-allianz.de/162>

Energiewende – Teil 4 (mit Literaturhinweisen) *bitte auf folgender Seite unten öffnen:*

<https://www.fiwiso-allianz.de/162>

Bewertung, Entwicklungsmöglichkeiten und Ausblick

Derzeit wird der größte Anteil der in Deutschland benötigten Energie immer noch über das Nutzen fossiler Energieträger gewonnen. Die Entwicklungsmöglichkeiten hin zu einer Nutzung auf rezent verfügbare Energien müssen teilweise noch erkannt und dann auch politisch gewollt werden.

Fossile Energieträger

Die Stromerzeugung aus Kohle, besonders aus Braunkohle, hat einen relativ geringen Wirkungsgrad, vor allem wenn nicht zugleich Fernwärme erzeugt wird. Außerdem erzeugen Kohlekraftwerke vergleichsweise viel Schmutz und es entstehen Schadstoffe, die auch in die Umwelt entsorgt werden. Aus ökologischer Sicht belastet vor allem der hohe Ausstoß an Kohlendioxid die Umwelt.

Die deutsche Bundesregierung reagiert wie so oft unentschlossen und damit in der Sache zögerlich! So soll bis 2050 (Braun-)Kohle nur noch einen Beitrag von 20 % zum Strommix beisteuern. Um dies zu erreichen soll eine Klimaschutzabgabe bewirken, dass diese Kraftwerke allmählich vom Netz genommen werden können. Allerdings fehlt im „Klimaplan 2050“ der Bundesregierung ein konkretes Ausstiegsdatum für die Kohle. Tatsächlich investiert Deutschland weiter in den Ausbau von Kohlekraftwerken statt in den Ausstieg. Dabei wird in Kauf genommen, dass das bereits wegen unzureichender Fortschritte von 2020 auf 2030 verschobene Klimaschutzziel – minus 40 % CO₂ bezogen auf 1990 – nicht mehr einzuhalten ist. Die Kohleindustrie wird von Politik und Gewerkschaften massiv unterstützt, obwohl deutschlandweit nur noch rund 20.000 Personen in der Förderung und Verstromung von Braunkohle sowie in Unternehmen arbeiten, die diesem Wirtschaftszweig direkt und vor Ort zuarbeiten – mit abnehmender Tendenz. Dennoch sollte dabei auch eine den Umständen angemessene und ausreichende soziale Komponente für die Bürger vor allem in den Braunkohleabbaugebieten in den östlichen Bundesländern berücksichtigt werden.

Während Deutschland den Ausstieg aus dem Kohlestrom bisher nur halbherzig betrieben hat, haben sich eine Reihe von Staaten schon ganz aus der Kohleverstromung verabschiedet. So wurde in Kanada der Ausstieg aus der Kohleverstromung schon 2003 eingeleitet. In Ontario/Kanada wurde 2014 das letzte Kohlekraftwerk auf das Verbrennen von Holzpellets und damit allein auf die Emission von rezentem Kohlenstoff umgestellt. In China betreibt man in einem Drittel der Provinzen den Ausstieg aus der Kohleverbrennung. Die Weltbank investiert nur noch in Ausnahmefällen in diese Energieerzeugung. Selbst private wie institutionelle Investoren und Anleger halten sich zunehmend zurück. Man ist sich im Grundsatz einig: Kohleverstromung hat keine Zukunft.

Es sind nicht nur Umweltschutzaspekte, sondern auch die im Vergleich zu anderen Energieträgern höheren Gesamtkosten die für eine Beendigung dieser Stromerzeugung sprechen. Claudia Kemfert vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) schreibt, dass die tatsächlichen Gesamtkosten für Kohlestrom nicht auf den Preis für die Kilowattstunde [KWh] umgelegt sind - dieser wäre sonst deutlich teurer. Insbesondere dann, wenn nicht nur die horrenden ökologischen Folgeschäden, sondern auch die beachtlichen, teilweise verdeckten Subventionen sowie die Finanzhilfen und Steuervorteile für diesen Energieträger berücksichtigt werden.

Das Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft hat dargelegt, dass zwischen 1970 und 2010 der Kohlestrom mit 421 Mrd. € und der Atomstrom mit 219 Mrd. € vom Staat subventioniert wurde. Dagegen wurden die erneuerbaren Energien bisher nur mit 102 Mrd. €

gefördert. So hat die Politik dem Druck von Industrie und Gewerkschaft nachgegeben, was sich in der Novellierung des EEG 2013 niedergeschlagen hat. Die Einspeisevergütungen für Strom aus erneuerbaren Energien wurden deutlich zurückgenommen, die Einspeisegarantien wesentlich reduziert und bei einem bestimmten Anteil am Strommix sogar gekappt.

Die Begründung könnte tendenziöser nicht sein: Windräder und Solaranlagen ließen sich leichter abschalten als Kohlekraftwerke oder AKWs. Würde man als Regierung die Energiewende tatsächlich gestalten wollen, hätte man verstärkt auf Gaskraftwerke setzen müssen. Da der Neubau von Gaskraftwerken jedoch teurer als der Dauerbetrieb abgeschriebener Kohlekraftwerke ist, können heute wieder große Mengen an konventioneller Energie - häufig zu Lasten erneuerbarer Energie - in die Netze eingespeist werden.

Eine Folge dieser Entwicklung ist, dass – so Claudia Kemfert - die Dezentralisierung und damit die Demokratisierung der Energieerzeugung weitgehend ausgebremst wird. Die Großerzeuger werden gestärkt und können die Netze mit Kohlestrom überlasten. Mit der Begründung, dass neue Kraftwerke umweltfreundlicher sind als alte Anlagen, dürfen noch immer neue Kohlekraftwerke gebaut werden, ohne die alten vom Netz nehmen zu müssen. Infolgedessen werden gewaltige Stromüberschüsse produziert, die die Notwendigkeit für „Stromautobahnen“ schaffen.

Ohne die bisherige Strompolitik, die massiv auf Kohleverstromung setzt, wären - dieser anerkannten Expertin entsprechend – keine vier Stromtrassen erforderlich. Dieser derzeitigen Planung widersprechend, dürften zwei derartige Stromleitungen ausreichen. Fatalerweise müssen die Verbraucher diese enormen Ausbaurkosten tragen, während energieintensive Unternehmen weitestgehend von diesen Kosten freigestellt sind. Aus ökologischer Sicht ist dies ein wesentlicher Grund, gegen dieses konzentrierte Kohlestrom-Angebot zu votieren, da wesentliche Flächen vor allem in den waldreichen Mittelgebirgen Deutschlands für diese Trassen benötigt werden. Diese müssen zudem dauerhaft freigehalten werden.

Dazu schreibt Claudia Kemfert: „Die Bauart der Energiewende ist ja tatsächlich in ihrem Subventionsmechanismus so vertrackt, dass, je billiger der Strom wird, desto höher die Kosten für die privaten Haushalte steigen, weil das Überangebot an Strom den Preis an der Börse stark sinken ließ. Außerdem: Der Zugang zur Produktion von Erneuerbaren sei inzwischen viel zu eng, Bürger und ihre Genossenschaften würden ausgebremst, nur große Unternehmen und Finanzkartelle hätten da Marktchancen. Überall verzerrte Preise, ganz im Interesse der alten Monopolisten mit ihrer kraftvollen Lobbyarbeit.“

Auch die gesundheitliche Beeinträchtigung der Bevölkerung durch die Kohleverstromung stellt ein wichtiges Argument für einen möglichst raschen Ausstieg aus der Kohle dar. Das Risiko für Erkrankungen der Lunge und des Herz-Kreislauf-Systems steigt nachgewiesenermaßen. Dadurch werden erhebliche Kosten verursacht. In der EU sollen sie sich laut der Health and Environment Alliance zwischen 15,5 und 42,8 Mrd. € bewegen. Nach Studien in den USA liegen die externen, sozial-ökologischen Kosten der Kohleverstromung bei konservativer Berechnung umgerechnet bei etwa 18 ct/KWh – also bei einem deut-

lich höheren Betrag als der Endkundenpreis. Neben dem erhöhten Krankheitsrisiko in den besonders betroffenen Regionen, liegt dort zudem die durchschnittliche Lebenserwartung unterhalb des Durchschnittswerts.



An vielen Standorten gibt es derzeit in Deutschland noch Kohlekraftwerke, die auch importierte Steinkohle verbrennen. Für den derzeitigen Betrieb dieses Kraftwerks in Heilbronn werden täglich etwa 8.000 t Steinkohle via Schiff und Bahn angeliefert. Würden auch diese Kraftwerke bei einem Kohleausstieg entweder stillgelegt oder auf ein anderes Brennmaterial umgestellt werden? Wäre es in Deutschland auch denkbar, diese Kraftwerke – wie in Kanada praktiziert – auf ein Verbrennen von Holzpellets für Kraftwerke umzustellen, damit auch von solchen Kraftwerken kein fossiler Kohlenstoffanteil mehr in die Atmosphäre emittiert wird?

Nahezu alle Studien legen zwingend nahe, dass man engagiert aus der Kohle aussteigen und die erneuerbaren Energien ausbauen muss, wenn das 2° Ziel für die Klimaerwärmung noch gehalten werden soll. Dass dies immer noch möglich wäre, wird von zahlreichen Untersuchungen belegt. Denn trotz erheblicher Behinderung des Ausbaus und der Nutzung der erneuerbaren Energien wird in Deutschland deutlich zu viel Strom produziert und in größerem Maße exportiert. Besonders alte Kohlekraftwerke könnten daher sofort und ohne die Gefahr von Versorgungsengpässen abgeschaltet werden. Eine Studie des Naturschutzbunds Deutschland - NABU belegt, dass alle 106 noch aktiven Kohleblöcke in Deutschland bis 2035, spätestens bis 2040 problemlos abgeschaltet werden können. Das Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC der Vereinten Nationen stellt dazu fest, dass nicht nur in Deutschland, sondern weltweit bis 2050 der Kohleabbau um rund 80 % reduziert werden könnte.

Konventionelle Kraftwerke werden bisher noch benötigt, um eine kontinuierliche Stromversorgung zu gewährleisten. Denn erneuerbare Energiequellen wie Wind, Sonne oder Gezeiten und vergleichbare können keine konstante Stromversorgung gewährleisten.

Gaskraftwerke bieten sich als Alternative zu Kohlekraftwerken an. Doch ist deren Betrieb vom Gaspreis abhängig und etwas teurer. Dies allerdings vor allem deshalb, weil die Kohleverstromung in abgeschriebenen Altanlagen und gleichzeitig hoch subventioniert erfolgt. Staatlich subventionierte Profitgenerierung macht aus der „Übergangstechnologie“ (Braun-)Kohle eine angesichts der Dramatik des Geschehens unverantwortliche „Standby“-Technologie.

In Deutschland hat die Bundesregierung dann im Jahr 2018 die Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung mit dem Ziel eingesetzt, den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung zu planen. Diese „Kohlekommission“ hat dann im Januar 2019 beschlossen, bis spätestens zum Jahr 2038 aus der Kohleverstromung auszusteigen.

Von einigen Organisationen wird der derzeit in Deutschland nur für bestimmte Wirtschaftszweige als erforderlich definierte Handel mit Emissionszertifikaten auch als Bremse für die ins Stocken geratene Energiewende betrachtet. Es werden folgende Forderungen benannt, um mit den Emissionszertifikaten tatsächlich eine reduzierende Wirkung auf die CO₂-Emissionen entfalten zu können:

- Die Menge an handelbaren Emissionszertifikaten muss verkleinert werden, um höhere Einsparungen erreichen zu können.
- Der Preis für die Zertifikate muss wesentlich höher angesetzt werden, um im Markt eine Wirkung zum Einsparen von Emissionen zu entfalten.
- Es sollten alle Wirtschaftszweige in das System des Emissionshandels einbezogen werden.

Hierbei stellt sich die Frage, ob es für die Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit ausreicht, allein ein System zum Reduzieren der Emissionskomponente CO₂ zu etablieren. Wäre es nicht sinnvoll, dieses System zu erweitern, um damit auch weitere Anforderungen erfüllen zu können? Solche Anforderungen könnten auch einen Anreiz zum Einsetzen von Technologien sein, die den fossilen Kohlenstoffgehalt in der Atmosphäre möglichst sofort nicht mehr erhöhen!

- Es wäre sinnvoll, Zertifikate nicht allein für eine Emission von CO₂, sondern äquivalent auch für andere klimaschädliche Emissionen zu handeln - beispielsweise für Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O).
- Es wäre sinnvoll, im Bezug auf die CO₂-Emissionszertifikate zu unterscheiden, ob es sich bei dem Kohlenstoffanteil um fossilen Kohlenstoff oder um rezenten Kohlestoff handelt. Zertifikate für fossilen Kohlenstoff sollten dabei wesentlich teurer sein, damit der Anreiz entsteht, sofort in Brennstoffe oder Techniken zu investieren, über die kein fossiler Kohlenstoff mehr zum bestehenden Atmosphärengesamt addiert wird.

Nur mit solchen Erweiterungen kann das System eines Emissionshandels zu einem am Markt für jeden Marktteilnehmer akzeptablen System werden, damit es auch nicht weiter möglich wird, durch Verschenken von Zertifikaten vor allem für alte, abgeschriebene

Braunkohle-Kraftwerke diese Anlagen entgegen jeder marktwirtschaftlichen Logik rentabel zu erhalten.

Der Bundesverband Erneuerbare Energien (BEE) schlägt anstelle des derzeit kontraproduktiven Emissionshandelssystems eine alle Energiebereiche erfassende CO₂-Steuer in Höhe von 20 € je Tonne vor. Gemessen an den durch die Kohleverstromung verursachten Schäden, die unter Einschluss aller Folgekosten auf 80 bis 120 € je t CO₂ geschätzt werden, erscheint diese Steuer ausgesprochen niedrig. Eine CO₂-Steuer, die alle Produzenten gemäß ihrem CO₂-Ausstoß belastet, wäre ein zielführenderer Weg. Dabei wird allerdings nicht berücksichtigt, dass die Produzenten, die durch ihre Aktivitäten auch Methan (CH₄) und/oder Lachgas (N₂O) erzeugen oder emittieren, damit ebenso unberücksichtigt bleiben. Außerdem wird mit einer generellen Steuer auf die Emission von CO₂ die Möglichkeit verschont, einen Investitionsanreiz für Techniken einzubauen, über den die Emission fossilen Kohlenstoffs sofort oder schnell abgebaut werden könnte. Eine CO₂-Steuer ohne Unterscheidung der Art des Kohlenstoffanteils wäre, da auch künftig noch CO₂ emittiert werden wird, mit dem Einführung der Sektsteuer 1902 vergleichbar, die es heute noch gibt und mit der damals die deutsche Kriegsflotte finanziert werden sollte.

Inzwischen hat die Bundesregierung für ein Klimapaket einen Kompromiss gefunden, bei dem für die Emission von CO₂ in den Bereichen Verkehr und Gebäude als Anfangspreis 25 €/t vereinbart wurde. Im Gegenzug soll die Pendlerpauschale angehoben und sollen Bahnfahrtscheine mit nur noch 7 % Mehrwertsteuer belastet werden.

Kernenergie

Immerhin hat der Ausbau der Kernkraft in den letzten Jahren an Dynamik verloren, nicht zuletzt deshalb, weil die hohen Kosten diese Stromerzeugung ohne massive staatliche Subventionen völlig unwirtschaftlich werden lassen. Dabei werden längst nicht die Gesamtkosten vom Uranabbau bis hin zur Endlagerung berücksichtigt, die beim Betrieb der Kraftwerke mit herkömmlicher Technologie entstehen. Es ist jedoch nicht nur eine Kostenfrage, dass niemand für eine sichere Endlagerung über Jahrhunderttausende hinweg garantieren kann. So wurden seit 2010 zwei Drittel der weltweit geplanten Werke aufgegeben, vor allem in den USA und in China. Die Schweizer haben mit deutlicher Mehrheit 2017 für einen Ausstieg bis spätestens 2050 und für das Verbot eines Neubaus von AKWs gestimmt.

In dieses Bild passt ebenso, dass die Regierung Macron in Frankreich in den nächsten Jahren 17 von 58 AKWs, die derzeit am Netz sind, abschalten möchte. So soll der nukleare Beitrag zum Strommix dieses Landes von heute 75 auf 50 Prozent gesenkt werden. Ob der neue Reaktor in Flamanville an der Kanalküste (Flamanville-3) fertig gestellt wird, ist unklar. Hauptgrund für diese Wende sind Alter und Anfälligkeit der Anlagen sowie die hohe Kostenbelastung durch die halbstaatliche Betreiberfirma Electricité de France - EDF, die als „Fass ohne Boden“ gilt.

Deutschland hat derzeit den Entschluss gefasst, bis 2022 völlig aus der Kernkraft auszuweichen. Damit sind jedoch die Gefahren nicht vom Tisch, denn die Endlagerung ist weitestgehend ungeklärt. Bis 2015 waren allein in deutschen Kernkraftwerken 15.302 t hochradioaktiven Mülls angefallen. Man hat sich zwar im Prinzip auf die Gesteinsarten Granit, Ton und Salz geeinigt, in denen ein Endlager eingerichtet werden könnte, doch wo und wie ein derartiges Endlager anzulegen wäre, darüber herrscht noch völlige Unklarheit. Zur Endlagerproblematik gibt es derzeit viele unbeantwortete Fragen:

- Kann bis 2031 ein geeigneter und vor allem akzeptierter Ort für ein derartiges Endlager gefunden und ein Endlager bis 2050 fertiggestellt werden?
- Müssen die derzeit bestehenden Genehmigungen für die bestehenden Zwischenlager über die heutigen 40 Jahre hinaus verlängert werden?
- Kann der Atommüll dann über einen Zeitraum von bis zu 500 Jahren tatsächlich noch zurückgeholt werden? Dies ist bei den derzeitigen Lagern – wie beispielsweise im Schacht Konrad oder in der Schachtanlage Asse - wo durch Wassereinträge und durch unsachgemäße Behandlung beim Einlagern schon nach wenigen Jahrzehnten das Einlagergut wegen der Durchrostung der Fässer nicht mehr rückholbar ist.
- Wird die lokale Bevölkerung einem geplanten Endlager in der Umgebung zustimmen, oder droht dann eine Entvölkerung der Region?
- Gibt es inzwischen Technologien, mit denen weniger hochradioaktives Endlagergut entsteht, das möglicherweise auch weniger lang endzulagern wäre – und dürfen solche Technologien künftig überhaupt in Deutschland angewendet werden?

Bisher wurde weltweit noch kein dauerhaftes Endlager für hochradioaktive Stoffe erstellt. Alle bisher für diese Stoffe eingerichteten Lager müssen daher eigentlich als Zwischenlager betrachtet werden.

Es gibt allerdings ein neues Reaktorkonzept, das als solches – als erstes neues Reaktorkonzept seit den 1960er Jahren - auch patentiert wurde. Die Erfinder versprechen, dass beim Betrieb dieses neuartigen Reaktortyps keine derart hochradioaktiven Abfallstoffe entstehen. Gleichzeitig soll dieser Reaktortyp aufgrund des neuen Betriebskonzepts als Entsorgungsmaschine für alle bisherigen hochradioaktiven Abfälle verwendet werden können. Zusätzlich ist aufgrund der Bau- und der Betriebsart dieses Reaktortyps die Reaktorsicherheit im Vergleich zu herkömmlichen Reaktoren wesentlich erhöht. Die Informationswerbung dazu beschreibt den Dual-Fluid-Reaktor (DFR) und dessen Betrieb als „Kernkraft ohne langlebige Abfälle und Unfallrisiken“. Diese Reaktortypen werden auch als die „Kernenergie der vierten Generation“ bezeichnet.

Läuft Deutschland beim Umgang mit einer neuartigen Technik abermals in die Gefahr, eine neue und möglicherweise sinnvolle Technik, die in Deutschland erfunden wurde, so zu ignorieren, dass sie - um Erfolg zu haben – ins Ausland abwandern muss? Und dies nur, weil es sich um eine weiterentwickelte und vollkommen neuartige Weise handelt, mit nuklearen Brennstoffen umzugehen? Oder ist man in Deutschland nicht mehr dazu

bereit, die Kosten für Bau und Betrieb eines solchen Versuchs- oder Forschungsreaktors zu tragen um diesen patentierten neuen Reaktortyp im Betrieb zu erforschen? Will man in Deutschland künftig lieber Jahrhunderttausende lang mit den Gefahren leben, die von Endlagern mit hochradioaktivem Müll ausgehen können, ohne den Versuch zu starten, mit einer möglicherweise nachhaltigeren Technologie eventuell auch erhebliche Endlagerkosten einsparen zu können?



Dieses Atomkraftwerk in Obrigheim befindet sich inzwischen im Rückbaumodus. Hier wurde von 1969 bis 2005 ein Druckwasserreaktor betrieben. Wieviel Endlagergut in diesem Reaktor erbrütet wurde, konnten wir nicht herausfinden. Dennoch bleibt die Frage, ob mit Hilfe einer neuen Generation von Reaktortechnik der Energiegehalt dieses Endlagerguts weiter genutzt werden könnte und um welchen Anteil die Endlagerkosten auf eine solche Weise reduziert werden könnten.

Die vorgesehenen 24 Mrd. €, die die Betreiber der derzeitigen Reaktoren und Kraftwerke zur Endlagerung der hochradioaktiven Abfälle beisteuern, reichen für die dauerhafte Wartung der erforderlichen Endlager bei weitem nicht aus. So findet sich abermals der Staat und damit letztendlich der Steuerzahler in Haftung genommen. Derweil wird der Atommüll mehr schlecht als recht in Zwischenlagern deponiert. Die Frankfurter Rundschau vom 16. Jun. 2017 stellt dazu fest: Die Lagerungserlaubnis vom Bundesamt für Entsorgungssicherheit - BfE wurde „aus gutem Grunde befristet erteilt. Beton, Stacheldraht und Wachmannschaften der Zwischenlager bieten zwar mittelfristig die notwendige Sicherheit. Sie können aber nicht auf Jahrtausende ein Endlager in einem natürlichen und stabilen Gestein ersetzen“. In Anbetracht der Tatsache, dass Fässer - beispielsweise im Schacht Konrad und in der Schachtanlage Asse - schon nach relativ kurzer Zeit durchgerostet waren, ist an eine Jahrhunderttausende sichere Lagerung nicht zu denken. Die erkennbare Haltung „Nach uns die Sintflut!“ zeugt einmal mehr von der menschlichen Hy-

bris oder von Verantwortungslosigkeit gegenüber den künftigen Bewohnern unseres Planeten.

In diesem Zusammenhang wäre es sinnvoll, jede neue Technologie, mit deren Hilfe die Menge an Endlagergut möglichst klein gehalten und die Zusammensetzung des Endlagerguts auf Isotope mit kleineren Halbwertszeiten begrenzt werden könnte, zunächst zu erforschen und zu erproben.

Mit dem deutschen Atomausstieg aus der Reaktortechnik der bisherigen technologischen Reaktorgenerationen ist – wenn er einmal kommt – die Gefahr längst nicht gebannt. In großer Nähe zu den westlichen und den südlichen Bundesländern liegen alte, störanfällige Anlagen, die großen Anlass zur Sorge geben. Bisher wurde mehrfach aus Deutschland von staatlichen Stellen eine Abschaltung alter Meiler im nahen Ausland gefordert, stets ohne Erfolg. Es handelt sich dabei um die folgenden Anlagen:

- **Borssele (NL)** mit 1 Block seit 1973 in Betrieb, soll bis 2034 weiterbetrieben werden
- **Doel (B)** mit 4 Blöcken, Blöcke 1, 2 seit 1975, Block 3 seit 1982 und Block 4 seit 1985 in Betrieb, derzeit keine Abschaltung geplant
- **Tihange (B)** mit 3 Blöcken, Block 1 seit 1975, Block 2 seit 1983 und Block 4 seit 1985 in Betrieb, derzeit keine Abschaltung geplant
- **Chooz (F)** mit 2 aktiven Blöcken, Block A betrieben von 1967 bis 1991, Block B1 seit 1996 und Block B2 seit 1997 in Betrieb, derzeit keine Abschaltpläne bekannt
- **Cattenom (F)** mit 4 Blöcken, Block 1 seit 1986, Block 2 seit 1987, Block 3 seit 1990 und Block 4 seit 1991 in Betrieb, derzeit keine Abschaltpläne bekannt
- **Fessenheim (F)** mit 2 Blöcken, Block 1 seit 1977 und Block 2 seit 1977 in Betrieb, Abschaltung für beide Blöcke 2020 geplant
- **Beznau (CH)** mit 2 Blöcken, Block 1 seit 1969 und Block 2 seit 1972 in Betrieb, derzeit keine Abschaltung geplant
- **Gösgen (CH)** mit 1 Block seit 1979 in Betrieb, derzeit keine Abschaltung geplant
- **Leibstadt (CH)** mit 1 Block seit 1984 in Betrieb, derzeit keine Abschaltung geplant
- **Mühleberg (CH)** mit 1 Block seit 1972 in Betrieb, Abschaltung Ende 2019 geplant
- **Temelin (CZ)** mit 2 Blöcken, Block 1 seit 2000 und Block 2 seit 2002 in Betrieb, Block 1 soll bis 2042 und Block 2 bis 2043 weiterbetrieben werden

CO₂-Einlagerung

Um die Kohlekraftwerke entgegen aller ökologischer Bedenken noch zu retten, werden Technologien zum Einlagern des emittierten Kohlendioxids angedacht und teilweise bereits in Pilotanlagen erprobt. In den meisten Fällen wird dabei das Gas in unterirdischen Kavernen komprimiert und gelagert. Der Beweis für die technische und vor allem wirtschaftliche Umsetzbarkeit steht allerdings noch völlig aus. In Deutschland gilt das CCS-Verfahren wegen ungeklärter Gefahren - beispielsweise durch im Laufe der Zeit entweichendes Gas - als „Risikotechnologie“. Umweltverbände und Einwohner haben so viel

Druck auf die Politik ausgeübt, dass die Versuchsanlage in Ketzin (Brandenburg) aufgegeben wurde. Allerdings werden derzeit in Norwegen weitere Versuche und Untersuchungen zur CO₂-Einlagerung im Untergrund durchgeführt. Auch in Großbritannien wurde Interesse an weiteren Untersuchungen zur CO₂-Einlagerung benannt. Ob dies allerdings zu einem Comeback der CCS-Technologie zum Einlagern von CO₂ im Untergrund führen wird, muss derzeit offen bleiben.

Zudem erfordern alle bisher angedachten Verfahren einen erheblichen Bedarf an Strom, der als Eigenbedarf geliefert werden soll. Er liegt zwischen 15 % und 25 % und mindert daher die Leistung und Effizienz der entsprechenden Kraftwerke, die für den Mitbetrieb eines CCS-Verfahrens bereits konzipiert sind, erheblich. Sie werden dadurch noch unwirtschaftlicher als sie ohnehin schon sind. Und zudem stoßen diese für CCS vorbereiteten Kraftwerke immer noch zwischen 250 g und 440 g CO₂ je KWh aus – sehr viel mehr als jede erneuerbare Energiequelle!

Die Frankfurter Rundschau meldet am 19. 08. 2017 im Artikel: „Zündstoff für die Zukunft“, dass ausgerechnet der Weltklimarat das Entfernen von CO₂ aus der Atmosphäre deutlich unterstützt. Danach kommen die meisten 2°-Modelle dieses Rates ohne negative Emissionen nicht mehr aus. Unter „negativen Emissionen“ wird in diesem Zusammenhang das Rückgewinnen von CO₂ aus der Atmosphäre verstanden. Wenn diese Negativemissionen nach dem gegenwärtigen CO₂-Ausstoß berechnet werden, muss Deutschland mit einem Fünftel zu dieser Treibhausgas-Eliminierung beitragen. Bis zum Jahr 2100 müssten rund 10 Gigatonnen an CO₂ eliminiert und irgendwie endgelagert werden.

Nach Ansicht des Weltklimarates wäre das beste Verfahren für das Zurückholen des CO₂ aus der Atmosphäre die BECCS-Technik (Bioenergy with Carbon Capture and Storage). Hierbei handelt es sich um die Verbrennung von Biomasse mit anschließender unterirdischer Speicherung des eingefangenen CO₂. Die Idee, Biomasse anzubauen um sie zu verbrennen, um dadurch die CO₂-Konzentration zu senken, erscheint mehr als realitätsfremd. Man denke an den Mangel an Ackerfläche für die Nahrungsproduktion, an den Bedarf an Dünger, Pestiziden und Treibstoff für Anbau, Ernte und weitere Arbeiten, den ein industrieller Anbau von Biomasse erfordert. Die benötigte Ackerfläche für eine globale Lösung müsste mindestens der Größe Indiens entsprechen. Die Folgen wären unvorstellbare Landkonflikte. Die BECCS-Technik ist daher offenbar noch nicht vollständig durchdacht und würde eher weitere Probleme hervorrufen.

Der vom Weltklimarat geforderten Negativemissionen für CO₂ kann nur durch neue technische Entwicklungen nachgekommen werden. In der Frankfurter Rundschau wurde am 11.06.2017 ein derartiges Modell vorgestellt und im Artikel „Aus der Luft geholt – In der Schweiz ist die erste kommerzielle CO₂-Filteranlage in Betrieb gegangen“ beschrieben. Diese Anlage steht im Kanton Zürich und besteht aus einer Stahlkonstruktion, in die drei handelsübliche Frachtcontainer – ausgestattet mit 18 Kohlendioxid-Kollektoren – eingebaut sind. Ein weiterer Container enthält die Steuerungs- und Prozesstechnik. Dieses Verfahren sammelt das CO₂ chemisch an der Oberfläche eines Filters, wo anschließend das Gas bei etwa 100 °C. gelöst wird. Die benötigte Wärme stammt aus einer Müllverwer-

tungsanlage, auf deren Gelände die Container stehen. Mit ihr kann eine kleine Getränkefabrik oder ein Gewächshaus betrieben werden. Die Module ließen sich beliebig vergrößern bzw. vervielfachen. Allerdings ist das Verfahren teuer. So benötigt der Betreiber, die Firma Climeworks AG mehr als 2 MWh an Wärmeenergie, um 1 t CO₂ aus der Atmosphäre zu filtern. Man muss also Energie erzeugen, um die Folgen der Energieerzeugung oder der Mobilität zu lindern.

Hierbei zeigt sich einmal mehr die Sucht der kapitalistischen Wirtschaft nach neuen Investitionen, damit über die erforderlichen Kredite weiteres Geld in Umlauf kommt. Probleme werden vorzugsweise so dargestellt, dass sie allein durch große und teilweise gigantische Investitionsvorhaben lösbar erscheinen. Diese ökologisch zwingend erscheinenden Lösungen, sollen dann von den Staaten zum Wohl der Bürger finanziert werden. Indem der Staat in den Umweltschutz investiert, über die Investitionskredite zunächst Geld schöpft und dieses dann ausgibt, sichert er gleichzeitig die Unternehmensprofite und soweit noch nicht automatisiert auch Arbeitsplätze. Umweltschutz ist längst nicht nur ein Geschäft, sondern aufgrund der hohen Investitionsanforderungen eine Notwendigkeit für das Funktionieren der kapitalistischen Wirtschaftsordnung.

Der kapitalistischen Logik gehorchend sind kosten- und ressourcensparende Verfahren kaum von Interesse. Sie werden auch durch die Furcht, dass „die Lichter ausgehen“, beispielsweise mit der Vokabel „Dunkelflaute“ diskreditiert. Diese Furcht ist jedoch völlig unbegründet, da Deutschland sehr viel Strom exportiert. Allerdings haben die Stromkonzerne die Macht, einen Netzzusammenbruch zu inszenieren und die Gesellschaft so zu erpressen. Dem kann langfristig nur durch Dezentralisierung der Stromerzeugung begegnet werden. Sollte dies erforderlich werden, muss auch über Gesetze nachgedacht werden, die bei vorsätzlich oder fahrlässig verursachtem Netzversagen die Stromversorgung eines Landes und deren Betrieb als hoheitliche Aufgabe definiert. Der Think Tank Agora hat bereits 2012 aufgezeigt, „dass die modernen Windmühlen und die Photovoltaik-Anlagen das neue Rückgrat des Energiesystems werden“ können. Interessant ist in diesem Zusammenhang der vom Think Tank betriebene Agorameter, über den man sich mit Hilfe des EEG-Rechners über die finanziellen Details der Energiewende informieren kann. Außerdem hat diese Denkfabrik Anfang 2016 elf Eckpunkte für einen „geordneten Rückzug“ aus der Verstromung fossiler Brennstoffe vorgelegt. Das Grundprinzip: Abschalten in der Reihenfolge der Luftverschmutzung und des Alters. Danach sollte 2040 das letzte Kohlekraftwerk stillgelegt werden können.

CO₂-Recycling

Weiterhin gibt es auch die Ideen, über die bestehenden Techniken CO₂ aus der Atmosphäre zurückzugewinnen und es durch weitere Verfahren in synthetische Treibstoffe umzuwandeln. Die Firma Carbon Engineering filtert seit 2015 in Squamish, British Columbia, Kanada mit einer Anlage derzeit etwa 1 t CO₂ täglich aus der Atmosphäre und wandelt das rückgewonnene CO₂ in klimaneutrale Treibstoffe um, die dann verkauft werden und so auch die Rückgewinnung und die erforderlichen Umwandlungsprozesse finanzieren. Da dieses Unternehmen gewinnbringend arbeitet zeigt es auch, dass es wirtschaftlich

möglich ist dafür zu sorgen, die Atmosphäre nicht weiterhin mit fossilem Kohlenstoff belasten zu müssen. Damit muss der CO₂-Gehalt der Atmosphäre nicht weiter ansteigen, sondern könnte zunächst rezent zirkuliert, und nach und nach sogar mit technischen Mitteln reduziert werden. Dazu muss aber auch noch das Thema des Kohlenstoff-Endlagers für den zurückgewonnenen rezenten Kohlenstoffanteil geklärt werden.

In Deutschland wäre es sinnvoll solche Absauganlagen mit Luftfiltern im An- und Abflugbereich und/oder nahe der Startpositionen großer Flughäfen, oder in der Nähe von Kohlekraftwerken und/oder anderen starken CO₂-Emittenten zu errichten. Dies wäre vor allem dort sinnvoll, wo sich verschiedene stark frequentierte Verkehrswege kreuzen. Dies ist beispielsweise in Frankfurt und in Leipzig der Fall, wo Start- oder Landebahnen direkt neben einem stark befahrenen Fernstraßenkreuz liegen.

Erneuerbare Energieträger

*„Es ist nicht wenig Zeit, die wir haben, sondern es ist viel Zeit, die wir nicht nutzen.“
Lucius Annaeus Seneca (4 vor Chr. bis 65 nach Chr.)*

Nach Angaben des Umweltbundesamtes wurden im Jahr 2016 in Deutschland 386 TWh aus erneuerbaren Energien produziert. Dabei entfielen auf die Stromproduktion 188 TWh (48,7 %), auf den Wärmesektor 168 TWh (43,5 %) und auf den biogenen Kraftstoff im Verkehrsbereich 30 TWh (7,8 %). Dadurch konnte 2016 der Treibgasausstoß in Deutschland um 159 Mio. t CO₂ vermindert werden. Im Jahr 2018 waren es bereits 187 Mio. t.

Von dieser Stromerzeugung des Jahres 2016 mit einem Gesamtanteil von 48,7 % entfielen mit 77,4 TWh etwa 20 % auf Windenergie, mit 21 TWh etwa 6 % auf Wasserkraft, mit 51,6 TWh etwa 13 % auf biogene Energie und 10 % auf Solar- und sonstige Energien.

Zwar beträgt der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix im Jahr 2018 etwa 38,2 %, doch bezogen auf den gesamten Energiesektor einschließlich Mobilität und Heizen liegt er immer noch bei nur etwa 16,6 %.

Anteile der erneuerbaren Energien nach Sektoren in Prozent vom jeweiligen sektoralen Gesamtenergiebedarf (AGEE-Stat):							
Jahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Strom	23,5	25,1	27,3	31,5	31,7	36	37,8
Wärme	12,4	12,3	12,9	13,5	13,4	13,4	13,9
Verkehr	6,0	5,2	5,6	5,2	5,1	5,2	5,6

Damit wird das von der EU ausgegebene und von der Bundesregierung übernommene Ziel, bis 2020 rund 40 % des gesamten CO₂-Ausstoßes in Bezug auf 1990 einzusparen, eindeutig verfehlt. Es wurden bisher nur 27 % erreicht. Das ist blamabel, da 23 EU-Mitgliedsstaaten voraussichtlich dieses Ziel erreichen. Es ist zudem verantwortungslos, da

es zur „Energiewende“ keine vernünftige Alternative gibt. Nachdenklich stimmt zudem, dass nach Darstellung des Umweltbundesamts UBA ausgerechnet Biomasse mit einem Beitrag von 59 % sektorübergreifend die in Deutschland wichtigste regenerative Energiequelle ist.

Nach den Angaben des World Economic Forum von 2017 wurde im Jahr 2016 der „Tipping Point“ erreicht, von dem an der erneuerbare Strom günstiger wird. In mehr als 30 Ländern sei er heute schon kostengünstiger als Kohle- oder Atomstrom. Aus ökologischer Sicht ist jedoch weniger die Kostensenkung entscheidend, sondern dass die Stromerzeugung in Zukunft klimafreundlich, sauber, abfallfrei und ohne schwerwiegende Umwelt- oder Gesundheitsschäden erfolgt.

Der Ausbau erneuerbarer Energien muss tatkräftig aber auch mit Bedacht vorangetrieben werden. Kriterien sollten sein: dezentrale Erzeugung in bürgernahen Gesellschaftsformen, intelligente Vernetzung („smart grids“), digitale Steuerung der Energieströme und eine Vielzahl diversifizierter, effizienter und zuverlässiger Speichermöglichkeiten. Dabei muss die Bevölkerung durch Interessenverbände einbezogen werden. Deshalb kommt den Städten, den Gegebenheiten der ländlichen Regionen, energetisch selbstständigen Regionen und klimabewussten Unternehmen eine wichtige Rolle zu.



Leider wird derzeit der Windkraft auf dem Festland in Deutschland sowohl von manchen Bürgern, als auch von der Politik erheblicher Widerstand entgegen gesetzt. Dabei steht auch das Überleben und das mögliche Auswandern einer ganzen Industriesparte mit vielen Arbeitsplätzen zur Debatte. Derzeit ist es denkbar, dass auch diese Technik, die zum Erreichen der Ziele der Energiewende unbedingt erforderlich ist, in Zukunft ebenfalls wieder importiert werden muss, wenn die Hersteller aus wirtschaftlichen Gründen schließen oder aus Deutschland abwandern.

Keine erneuerbare Energiequelle ist so kostengünstig wie die Windkraft auf dem Festland. Keiner Energiequelle wird zugleich so viel Widerstand entgegengesetzt. Man ist selbst in Schleswig-Holstein, das sich rein rechnerisch bereits heute aus Windstrom selbst versorgen könnte, nicht bereit, die geplanten 2 % der Landesfläche für die Stromerzeugung aus Windkraft zu nutzen.

Gleichzeitig wird in letzter Zeit über neue Gesetzesentwürfe mit Angaben zum Mindestabstand zwischen Windkraftanlagen und der nächstgelegenen Bebauung versucht, die für Windenergie nutzbare Fläche durch gesetzliche Vorgaben zu verkleinern. Wird hier abermals angestrebt, eine in Deutschland entwickelte Technik und die entsprechende bisher im Land erfolgreiche Industrie so zu bekämpfen, dass sie - wie schon bei vielen Vorgängerprodukten beobachtet - letztendlich ins Ausland abwandert?

Es wird allgemein deutlich schwieriger für die Windkraftnutzung an Land, wenn die Bundesregierung die Förderung dieser Stromerzeugung weiter zurückfährt und die garantierten Abnahmepreise immer mehr senkt. Dies setzt die Hersteller von Windkraftanlagen unter Druck, die Herstellungskosten für die Anlagen zu senken und die Leistungsfähigkeit der Anlagen zu erhöhen. Das schafft neue Konflikte. Denn leistungsfähigere Anlagen erfordern höhere Türme und größere Rotorblätter. Wächst damit aber auch die Ablehnung der Anwohner gegenüber Windkraftanlagen?

Zudem steigt die Konkurrenz, weil der Zubau an Windkraft auf dem Festland auf 2.800 MW rationiert wurde. Das entspricht etwa der Hälfte der in den letzten Jahren erstellten neuen Leistung. Die Rationierung kann sogar Minus-Vergütungen bewirken.

Andererseits ist die Bundesregierung nach einem Bericht mit dem Titel „Windkraft im Gegenwind“ in der Frankfurter Rundschau vom 15. 08. 2017 den Bürgergesellschaften entgegengekommen. Ihnen wurden bei der Ausschreibung im Mai 2017 Sonderkonditionen eingeräumt. So müssen sie nicht wie die großen Projektentwickler Genehmigungen für ihre Anlagen vorweisen und haben zusätzlich längere Umsetzungsfristen – die bis zu 52 Monate betragen können – zugestanden bekommen.

Inzwischen haben sich allerdings auch die Konzerne und großen Investoren diese Vorteile gesichert. Sie gründen „Schein“-Bürgerschaften, die dann mit ihnen zusammenarbeiten müssen. So kommen sie in den Genuss von Vorteilen, die eigentlich nur für kleine Investoren aus der Bürgergesellschaft gedacht waren.

Völlig anders und dagegen ausgesprochen positiv verläuft die Entwicklung bei der Offshore-Windenergie. Anlagen, die derzeit in Betrieb genommen werden, erhalten eine für 20 Jahre garantierte Einspeisevergütung in Höhe von 18 ct/kWh. Diese Grundlage ermöglichte es potentiellen Betreibern von mehreren Windparks bei der Ausschreibung im Frühjahr 2017 in ihren Angeboten auf Förderungen zu verzichten und Null Cent Förderung pro kWh anzugeben. Wie so oft nutzen die staatlichen Vergünstigungen vor allem Großkonzernen, weil diese über das erforderliche Kapital und häufig über reichliche Erfahrungen beim Erschließen von Offshore-Ölfeldern verfügen. Da bei diesen Ausschreibungen auf See mit wesentlich größeren Anlagen mit einer jeweils geplanten installierten Kapazität von 8 MW statt der bisherigen Höchstgrenze von 5 MW gearbeitet wird, ergeben sich andere Kalkulationsgrundlagen. Es ist sogar bereits die Rede von hohen Türmen mit riesigen Rotoren, die 13 bis 15 MW erreichen sollen! Allerdings stellen sich hier neue Probleme – vor allem bei der Verankerung dieser Anlagen.

Der Bau derart leistungsfähiger Offshore-Windkraftanlagen wird die bisherigen Überkapazitäten bei der Energieerzeugung weiter steigern. Ein Grund mehr den Strom aus

erneuerbaren Energien nicht zu Dumpingpreisen billigst an die Nachbarländer zu verkaufen und den Strom aus den (Braun-)Kohlekraftwerken als Netzbasisstrom zu verteuern. Am besten durch das Erheben einer angemessenen CO₂-Abgabe je ausgestoßener Tonne fossilen Kohlenstoffanteils. Um Windkraft zu fördern, müssten jedoch auch die Speichermöglichkeiten für Strom sowie Möglichkeiten, den Strom in anderen Energiesektoren einzusetzen, massiv ausgebaut werden. Nur dann kann man die in Zeiten mit hoher Windbelastung anfallende Überproduktion an Strom vernünftig nutzen.

Diese Entwicklung könnte wie in Dänemark oder den Niederlanden auch in Deutschland vom Staat unterstützt werden. Dort sind auch die Kosten für die Projektentwicklung und die bürokratischen Hürden deutlich niedriger. Auch muss eine deutlich niedrigere finanzielle Sicherheitsleistung erbracht werden. In Dänemark wird zum Beispiel der Einstieg von Investoren in den Windpark „Kriegers Flak“, der bald in Betrieb gehen soll, mit Billigung der EU-Behörden aus dem nationalen Steueraufkommen unterstützt und nicht wie in Deutschland durch Umlage auf die Stromkunden finanziert.

Nach bisherigen Informationen werden verstärkt Windenergieanlagen Offshore installiert, zum Teil auf künstlich aufgeschütteten Inseln. In dieses Geschäft steigen vermehrt Ölkonzerne wie beispielsweise Shell (UK/NL), Eni (I) oder Statoil (N) ein. Sie nutzen dabei ihre Erfahrungen aus der Öl- oder Gasförderung auf hoher See und haben so große Synergievorteile. „Big Oil“ ist daran interessiert, sich benachbarte Geschäftsfelder zu erschließen – dies unter anderem auch, weil durch die Verkehrswende mit stark anwachsendem Bedarf an regenerativem Strom gerechnet wird.

Wenn es nicht gelingt, die Energieerzeugung an Land dezentral zu gestalten, ist ein Netzausbau notwendig. Da die Netzinhaber hohe Renditen von bis zu 9,05 % erwarten, wird verständlich, dass Großinvestoren wenig Interesse an dezentraler Energieerzeugung haben. Es heißt: „Wer die Netze hat, hat die Macht!“ Doch selbst wenn „nur“ Renditen von 6,91 % verwirklicht werden könnten, lohnen diese Investitionen wegen der niedrigen Zinsen.

Die jetzige Netzinfrastuktur reicht für einen Windstromanteil bis etwa 20 % aus. Sollte die Windkraftherzeugung in der Nordsee stärker ausgebaut werden, werden zwei „Stromautobahnen“ vom Norden aus den Gebieten der Stromerzeugung nach Süddeutschland in die Regionen des Strombedarfs erforderlich. Die dritte geplante Trasse wird erforderlich, sofern die vorrangige Einspeisung von (Braun-)Kohlestrom nicht wieder rückgängig gemacht wird.

Der Netzausbau ließe sich durch ein „Demand Side Management“, durch eine intelligente Laststeuerung in Verbindung mit intelligenten Stromnetzen größtenteils vermeiden. In Kombination mit grundlastfähigen regenerativen Energien - wie beispielsweise Wasserkraft und Energiespeicheranlagen – könnte diese intelligente Steuerung in unserer Stromversorgung unnötige Investitionen verhindern helfen. Claudia Kemfert schreibt, dass die vorhandenen Netze bei dezentraler Energieerzeugung und intelligenter Steuerung ausreichen.

Interessante Möglichkeiten bietet auch der kommunale Rückkauf von Netzen oder die Vernetzung von Kleinanlagen. Mit der Blockchain-Technologie wäre es möglich auch den Stromhandel dezentral so zu organisieren, dass Stromverbraucher ihren Strom von der Solaranlage ihres Nachbarn kaufen könnten.



In Deutschland wird die Photovoltaik zum Erzeugen von Solarstrom häufig durch einzelne - oft auch kleine - Betreiber eingesetzt. Sofern interessierten Betreibern keine eigenen Flächen zur Verfügung stehen, gibt es auch Vereine, die Betreibergemeinschaften betreuen in denen einzelne Betreiber auch Anlagenanteile für eine definierte Leistung in KW_{peak} betreiben können. Zum Betrieb solcher Anlagen werden von den Bürgergemeinschaften meist Dachflächen angemietet. Ob und inwieweit diese Anlagen nach den Ende der EEG-Förderung von den Kleinbetreibern weiter betrieben werden dürfen, oder ob die Anlagen dann von den Dachflächenbesitzern übernommen werden, muss noch geklärt werden.

Auf dem Gebiet der Photovoltaik bahnt sich zur Zeit eine deutliche Produktionsverlagerung nach Osten an. Indien, aber vor allem China investieren unter dem wachsenden Druck der Umweltschäden zunehmend in diese Energiequelle. So hat China das weltweit mit Abstand größte Investitionsvolumen für erneuerbare Energien vorgesehen. Vor allem Photovoltaik soll helfen, Energie für die angestrebte E-Mobilität bereit zu stellen. Wegen der dramatischen Luftverschmutzung ist China sehr bemüht, die batteriebetriebene E-Mobilität zu fördern. China ist heute schon Marktführer bei der Produktion von Solarzellen und stellt auch die meisten batteriebetriebenen E-Autos her. Allerdings hat China auch kürzlich bekannt gegeben, dass künftig die Förderungen in China technolo-

gieoffen gestaltet werden sollen. Dies ist eine klare Abkehr vom Propagieren der allein führenden Technologie des batteriebetriebenen E-Autos. Welche Ziele dahinterstehen und ob auch die Erkenntnis dazu geführt hat, dass möglicherweise nicht genügend Strom für alle bereitgestellt werden kann, ist derzeit nicht bekannt.

In Deutschland wird Solarstrom durch eine Vielzahl – meist kleiner – Akteure erzeugt. Wenn sie ihren Strom nicht vollständig verkaufen, verbrauchen sie oft auch einen Teil ihres Stroms selbst und werden damit zum „Prosumer“ (Produzenten-Konsument). Dezentrale erneuerbare Energieerzeugung ermöglicht ein neues Strommarktdesign. Kleine Akteure und Gemeinden, die auf erneuerbare Energien umgestellt haben, liefern hier wesentliche Impulse.

Um die vor Jahren andiskutierte Möglichkeit, Solarstrom aus der Sahara nach Europa zu transportieren und damit zugleich die benachbarten Regionen in Nordafrika zu versorgen, ist es still geworden. Dieses grundsätzlich sinnvolle Desertec-Projekt scheitert vor allem an der zunehmenden Unsicherheit in vielen Maghreb-Staaten - selbst in Marokko. Außerdem wird an einigen Stellen in Europa darüber nachgedacht, ob dieses zentrale Stromerzeugen für europäische Verbraucher nicht sinnvollerweise in den südlichen Ländern der EU angesiedelt werden sollte. Dies könnte für diese Staaten wie Portugal, Spanien oder Griechenland auch wirtschaftlich sinnvoll sein, sofern die Netze in ganz Europa durch jeweils lokale Energiespeicheranlagen gestützt werden könnten. Um nicht der hier vertretenen Philosophie der dezentralen, demokratischen Stromerzeugung („small is beautiful“) völlig zuwider zu laufen, sollte mit dem Einsatz der Blockchain-Technologie eine Koppelung zwischen großen zentralen Erzeugern erneuerbarer Energie, entsprechenden Zentren zum Energiespeichern und vielen dezentralen Kleinanlagen eingerichtet werden. Dies wäre dann in Europa allerdings auch politisch durchzusetzen.

Wie klein und wie leistungsstark Solaranlagen sein können, zeigt folgendes Beispiel: Die Frankfurter Rundschau berichtete am 02. 08.2017 unter der Überschrift „Solar-Guerilla auf Balkonien“ über eine Minisolaranlage mit einer Spitzenleistung von 300 Watt. Sie bestehen aus einem oder zwei Solarmodulen und einem integrierten Mikro-Wechselstromrichter. Die „Stecker-Solar“-Minianlage liefert je nach Ausrichtung zur Sonne 150 bis 250 kWh Strom im Jahr. Die Installation kann ohne Fachmann erfolgen, da die Anlagen steckerfertig geliefert werden. Bei einem durchschnittlichen Strombedarf eines 2-Personenhaushalts von etwa 2.500 – 3.000 kWh pro Jahr kann der selbst produzierte Strom bis zu 10 % des Haushaltsbedarfs decken. Inzwischen werden auch schon leistungsfähigere Stecker-Solaranlagen mit Spitzenleistungen bis 600 Watt angeboten.

Theoretisch könnten diese Minianlagen einen Solarboom verursachen. In den Niederlanden haben bereits 200.000 Familien derartige Anlagen installiert. Ähnliches wird auch aus Österreich und der Schweiz berichtet. Den Stromversorgern ist dies allerdings ein Dorn im Auge. Tatsächlich gibt es Beispiele, dass ein Mietshaus das komplett mit Balkonmodulen ausgerüstet wurde, bereits im ersten Betriebsjahr etwa 20 % seines Strombedarfs aus eigener Erzeugung decken konnte. Bei großer Verbreitung werden dadurch tatsächlich ganze Kraftwerke überflüssig. Dies umso mehr, als die Moduleffizienz der So-

laranlagen stetig verbessert wird. Sie liegt heute im Labor bereits bei 35 %. Neue Technologien lassen hoffen, dass Photovoltaik immer effizienter wird.

Wichtig für den Erfolg erneuerbarer Energien ist die Verbindung der Energieerzeugung mit geeigneten Energiespeichern. Die bekanntesten sind elektrochemische Batteriespeicher, dezentrale Wärmespeicher, Pumpspeicher oder Power-to-Gas-Technologien. Die letztgenannte Technologie wurde in Deutschland bereits mehrfach mit Erfolg realisiert, beispielsweise auf der Insel Pellworm. Die 1.000 Einwohner sind durch den Bau eines hybriden Großspeichers und einer dezentralen Ortsnetzstation energieautark. Speichermöglichkeiten vor Ort haben den Vorteil, dass keine größeren Netze für einen längeren Stromtransport nötig sind. Auch in Frankfurt am Main läuft eine derartige Pilotanlage mit Erfolg.

Die Stadt Hamburg hat unter dem Namen „Simon“ einen riesigen unterirdischen Wärmespeicher für dezentral erzeugte Energie geschaffen, dessen Baukosten sich auf 1 Mio. € belaufen. „Simon“ speichert nicht nur die Sommerwärme für den Winter, sondern auch die Abwärme von Industrien, Kühlhäusern, Rechenzentren, ja sogar die Wärme der überhitzten Elbe. Auf diesem Wege könnte die häufig in die Luft geblasene Abwärme von Kohlekraftwerken sinnvoll genutzt werden.

Eine andere, noch im Planungsstadium steckende Idee zur dezentralen Energiespeicherung zielt darauf, über die Blockchain-Technologie die Kapazitäten der in den Haushalten oder in E-Autos vorhandenen Akkumulatoren zu nutzen. Ob und inwieweit dies auch zu Problemen für den Eigentümer beim Nutzen der entsprechenden Geräte führen kann, wenn dafür gerade der Akku nicht genügend Energie gespeichert hat, muss noch geklärt werden.

Regenerative Energien gewinnen auch für die Wärmeerzeugung eine immer größere Bedeutung. Energieeffizienz beim Heizen, ob mit oder ohne Einsatz von Strom, ist für das Gelingen der Energiewende von außerordentlicher Bedeutung.

Moderne und effektive Heizungstechniken

Inzwischen gibt es auch neue und moderne Techniken zum Heizen, die gleichzeitig verschiedene Prozesse nutzen und teilweise nicht nur Wärmeenergie erzeugen können. Derzeit wird auch im Bereich der Heizungstechnik die Brennstoffzelle als die sinnvollste Zukunftstechnik betrachtet.

Erdgas-Brennwertheizung

Diese nicht ganz neue Technologie zielt auf den Ersatz veralteter Wärmeerzeuger. Es soll sich dabei allein in Deutschland um über 13 Mio. Anlagen handeln. Die moderne Brennwertheizung verwertet die bei der Verbrennung entstehende Abgaswärme und speist diese in den Wärmekreislauf ein. Mit zusätzlichen Investitionen in Hocheffizienzpumpen, Strangregulier- und Thermostatventile, in einen hydraulischen Abgleicher und in die Dämmung der Rohrleitungen sind weitere Einsparungen möglich. Die Technik selbst lässt sich gut mit Solarthermie und Bioerdgas kombinieren. Nach dem Bund Deutscher

Energiewerke - BDEW ist diese Technik „eines der wirtschaftlichsten Wärmeerzeugungssysteme am Markt“.

Stromerzeugende Heizung

Diese Systeme gelten als Schlüsseltechnologie auf dem Weg zu einer dezentralen Energieversorgung. Das System besteht aus einem Erdgas-Verbrennungsmotor und einem Generator. Es arbeitet nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Aus ökologischer Sicht wird diese Verfahrenstechnik besonders positiv gesehen, da sie sowohl Wärme als auch Strom aus erneuerbaren Ressourcen erzeugt und mit ca. 90 % eine außerordentlich hohe Effizienz aufweist.

Das kosmische Doppel – Erdgas und Sonnenwärme

Flach- oder Vakuumröhrenkollektoren auf dem Dach fangen die Sonnenstrahlung ein. Mit der gewonnenen Energie wird Wasser in einem Tank erhitzt, der als Wärmespeicher dient. Das System kann bis zu 60 % des Jahresbedarfs an Energie für die Zubereitung von Warmwasser erzeugen. In Deutschland sind bereits 1,8 Mio. derartige Anlagen installiert. Diese relativ preisgünstigen Anlagen amortisieren sich nach etwa 12 bis 15 Jahren.

Gaswärmepumpe

Über einen Verdampfer wird der Umgebung (Erde, Luft oder Wasser) Wärme entzogen. Das im Systemkreislauf enthaltene Kältemittel wechselt dabei in den gasförmigen Zustand und wird zu Dampf komprimiert. Das inzwischen verdampfte Kältemittel gibt im Verflüssiger seine Wärme an das Heizungssystem ab. Schließlich wird der Überdruck durch ein Ventil abgebaut, und der Kreislauf kann von Neuem beginnen. In jüngster Zeit kamen weitere Innovationen wie beispielsweise die Absorptions-Wärmepumpe oder Hybridanlagen hinzu, die das System noch effizienter machen. Der Nutzungsgrad kann dabei bis zu 140 %, in den Fällen, in denen – meist für den gewerblichen Bereich – gleichzeitig Wärme und Kühlung produziert werden, sogar bis unglaubliche 170 Prozent erreichen. Bezugswert für diese Angaben ist stets die ursprüngliche Ausgangswärme der jeweiligen Umgebung.

Brennstoffzelle

Die Brennstoffzelle ist ein elektrochemischer Apparat zur direkten Umwandlung der chemischen Energie eines Brennstoffs in Elektrizität. Sie ist eine galvanische Zelle, bei der eine spontane chemische, Reaktion - eine Redoxreaktion - ohne direkten Elektronenübergang zwischen den reagierenden Stoffen stattfindet. Die Elektronen suchen sich zum Übergang einen anderen Weg und werden dabei als Stromfluß abgeleitet. Bei den Brennstoffzellen ist der chemische Energieträger nicht wie bei Batterien oder Akkumulatoren in der galvanischen Zelle selbst enthalten, sondern wird kontinuierlich von außerhalb zugeführt. Damit wird ein zeitlich unbegrenzter Betrieb oder Stromfluß möglich, solange die Zufuhr des chemischen Energieträgers anhält. Dies kann auf die verschie-

denste Weise technisch genutzt werden. Es können auch unterschiedliche chemische Energieträger als Reaktionspartner verwendet werden, sodass es verschiedene Arten von Brennstoffzellen gibt. Sie können beispielsweise mit Erdgas (= Methan CH_4), mit Methanol (CH_3OH), mit Wasserstoff und weiteren Brennstoffen betrieben werden. Die Brennstoffzelle gilt als energieautarkes System und daher als die dezentrale Energiequelle der Zukunft. Über ihre grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Verkehrswende wird auf dieser Webseite auch im Aufsatz [Energiewende Teil 2](#) (S. 43) hingewiesen.

Technisch wird die Brennstoffzelle bisher sowohl als mobile Kraftquelle in verschiedenen Fahrzeugen, als auch als stationäre Kraftquelle zum Heizen und als Teil der Speichertechnik verwendet. So werden Brennstoffzellen beispielsweise zum Antrieb von Bussen, in Lokomotiven oder in Triebwägen bei der Eisenbahn, im LKW als Kraftquelle zum Antrieb beim Gütertransport im Straßenverkehr, im PKW für den individuellen Personenverkehr eingesetzt. Sie werden auch zum Betrieb von U-Booten verwendet und in der Raumfahrt zur Energieversorgung von Raumstationen und Satteliten eingesetzt, wenn durch das Einfangen von Sonnenlicht nicht genügend Energie zur Verfügung steht. Stationär werden sie über die Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken zum Erzeugen von Strom und Wärme eingesetzt. Im Bereich der Energieversorgung oder der Stabilität der Stromnetze können Brennstoffzellen als Teil von Stromspeichern verwendet werden, in denen Strom auf chemischen Weg gespeichert und bei Bedarf wieder in Strom überführt und ins Netz zurückgeführt werden kann.

FiWiSo-Allianz

ste im Dezember 2019

Bilder: copyright rnl

Fortsetzung in: Verkehrswende – Teil 4 (mit Literaturhinweisen)

(bitte auf folgender Seite unten öffnen)

<https://www.fiwiso-allianz.de/162>