

## Europas Energiewende: ein möglicher, faktenbasierter Weg

Georg Brasseur

Nr. 7/2023

### Darum geht's

Die Diskussionen um die Energiewende in Europa werden oft emotional und ideologisch geführt, Fakten vielfach missverstanden. Daraus ergeben sich einige wesentliche Fragen, die gerade heute dringend gestellt werden müssen: Wie können wir in Europa energiepolitisch nachhaltig und zukunfts-trächtig auf den Klimawandel reagieren, ohne unsere wirtschaftliche Position in der Welt zu verlieren? Welche technischen Lösungen werden gerade für Europa in der Energiepolitik anzustreben sein? Wieviel Zeit bleibt uns noch? Und wie kann die Bevölkerung bei all den notwendigen Maßnahmen überzeugt und „mitgenommen“ werden?

### Die Faktenlage

Die Reduktion der Treibhausgase ist ein globales und kein lokales Problem und muss kontinental betrachtet werden, da es weder interkontinentale Hochspannungs-leitungen noch Wasserstoffpipelines oder Schiffe mit den für die Energiewende notwendigen Kapazitäten gibt. Ergo wird es Kontinente geben, die eFuels importieren müssen, wie z.B. Europa und Kontinente, die eFuels exportieren, wie z.B. Afrika und Australien.

Gegenwärtig sind nur ca. 17 Prozent der global benötigten Primärenergie Strom, der Rest setzt sich aus Kohle, Erdöl und Erdgas zusammen. Diese fossilen Energieträger müssen zukünftig durch grüne Energieträger wie beispielsweise Sonne, Wind, Wasser, Geothermie und Biomasse substituiert werden. Da insbesondere Sonnen- und Windenergie volatil sind und nur elektrische Energie liefern, müssen große Energiemengen

möglichst vor Ort in gut speicherbare und transportfähige grüne Energieträger umgeformt werden.

Gasförmige oder flüssige eFuels, also Wasserstoff, der atomar an Stickstoff oder Kohlenstoff gebunden ist, bieten gegenüber reinem Wasserstoff den Vorteil einer höheren Energiedichte und der Kompatibilität und damit Mischbarkeit (Drop-in Fuels) zu vielen der bestehenden fossilen Kraftstoffe. Damit können die bestehenden Transport-, Speicher- und Endnutzersysteme weiterverwendet werden, ohne weitere Rohstoffe zu benötigen und damit Treibhausgase freizusetzen.

Bei eFuels, die durch atomare Bindung des Wasserstoffs an Kohlenstoff entstehen, ist darauf zu achten, dass – so wie in der Natur – der Kohlenstoff in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird, damit keine zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen. Dazu müssen CO<sub>2</sub>-Transportsysteme errichtet werden, um mit Pipelines und Schiffen den kostbaren Rohstoff CO<sub>2</sub> aus Punktquellen der Industrie und aus kalorischen Kraftwerken zu den Syntheseanlagen zu bringen, die eFuels aus Wasserstoff herstellen. Ebenfalls ist bei der Gewinnung, Transport und Speicherung von Methan darauf zu achten, dass es keinesfalls in die Atmosphäre gelangt („Methanschlupf“), da Methan gegenüber CO<sub>2</sub> eine wesentlich klimaschädlichere Wirkung hat.

Verglichen mit kalorischen Kraftwerken ist der Flächen- und Rohstoffverbrauch von volatilen Wind- und Solarkraftwerken bezogen auf die generierte Energie geradezu riesig. Als Beispiel dazu folgende Gegenüberstellung: Ein 2,6-Mal so großer Windpark wie Arkona in der

Ostsee würde aus 156 Windrädern à 6 MW, in Summe 1 GW Leistung, mit einer Fläche von 100 km<sup>2</sup> bestehen. Bei einer Jahresauslastung von 44 Prozent könnte dieser Windpark 3,9 TWh elektrische Energie pro Jahr angebotsbestimmt liefern. Die gleiche elektrische Jahresenergiemenge könnte verbraucherorientiert von einem einzigen Gasturbinenkraftwerk mit 440 MW Leistung generiert werden, das rund ums Jahr betrieben wird.

### ***Energiewende kostet Ressourcen***

Zur Errichtung dieses Windparks benötigt man ca. 390.000 Tonnen Beton, 140.000 Tonnen Stahl, 2.600 Tonnen Aluminium und 4.700 Tonnen Kupfer. Bei vergleichbarer generierter Energiemenge ist der Rohstoffbedarf der bisherigen kalorischen Gasturbinenkraftwerke nur ein Bruchteil des Windparks. Bei Stahl z.B. nur ca. drei Prozent plus Betonfundamente mit Armierung und Gebäude.

Europa hat sich 2019 zu 26,4 Prozent aus Low-CO<sub>2</sub> Energieträgern (Wasserkraft, Atomenergie, Biomasse, sonstige Erneuerbare) versorgt, der Rest (73,6%) war fossile Primärenergie (Öl, Gas, Kohle) in Höhe von 17.100 Terrawattstunden (TWh). 58 Prozent der von Europa benötigten Energie- bzw. Energieprodukte mussten im Jahr 2019 um 320 Milliarden Euro importiert werden!

In Europa lassen sich die bestehenden Low-CO<sub>2</sub> Energieträger nicht mehr so weit ausbauen, um die Energiewende zu schaffen. Folglich müssen zusätzliche volatile Kraftwerke in Europa elektrische Energie für die Erzeugung von Wasserstoff und zur Versorgung der Zunahme des Stromverbrauchs generieren. Der große Rest des in Europa benötigten fossilen Energiebedarfes sollte über eFuels importiert werden.

Bei diesen eFuels spielt synthetisches Methan eine entscheidende Rolle, da es als Brückentechnologie und als Drop-in fuel in der bestehenden Infrastruktur verwendet werden kann. Zu diesem Zweck schickt Europa CO<sub>2</sub> über Pipelines oder Schiffe in Partnerländer, in denen mit grünem Wasserstoff Methan synthetisiert wird.

Die Errichtung der Anlagen in anderen

Regionen der Welt hat den Vorteil, dass mit wesentlich höherer Auslastung (mehr „Ernteertrag“) weniger Rohstoffeinsatz für die gleiche generierte Energiemenge nötig ist und diese Auslagerung in Schwellenländer selbige insbesondere im Sinne der SDG 1 und 2 unterstützt (UN Sustainable Development Goals – Arbeit geben und damit Armut und Hunger bekämpfen).

Die in Europa errichteten volatilen Kraftwerke werden also nur jenen Strom generieren, den Verbraucher benötigen, die keine andere Option haben, wie z.B. IKT, Haushalte, Beleuchtung, Bahn, e-Motoren, Industrie etc. sowie Elektrolyseure für grünen Wasserstoff zur Defossilisierung der Industrie: Stahl, Zement, Grundstoff, Raffinerien, Hochtemperatur.

Wind- und Solarkraftwerke liefern in der Regel nie genau die Leistung, die von den Verbrauchern im Netz benötigt wird. Damit kann bei Überproduktion elektrische Energie abgeschöpft werden, um z.B. Wasserstoff zu erzeugen, und bei Strommangel müssen andere, gut regelbare Kraftwerke die fehlende Energie liefern. Bei kalten Dunkelflauten muss die gesamte von den Netzverbrauchern benötigte Leistung für Tage bis zu Wochen großteils von kalorischen Backup-Kraftwerken zur Verfügung gestellt werden. Dazu kann die bestehende Infrastruktur der Gaskraftwerke genutzt werden. Bei Bedarf können auch bestehende Kohlekraftwerke durch Brenner-tausch auf Gas umgerüstet werden. Diese Infrastruktur steht für die nächsten 10 bis 15 Jahre für Gas betriebsbereit zur Verfügung und würde danach vermehrt mit synthetischem Methan versorgt werden. Ein Neubau von wasserstoffbetriebenen Backup-Gaskraftwerken inklusive Pipelines, wie er derzeit vielerorts vorgesehen ist, ist daher sinnlos!

### ***Autonomie durch Deindustrialisierung?***

Um die Aussage, dass Europa nicht energieautonom werden kann, zu untermauern, sei angenommen, Europa generiere mit Wind- oder Solarkraftwerken die gesamte 2019 benötigte fossile Primärenergie (17.100 TWh) in Form von Öl, Gas und Kohle. Die für die Errichtung der Wind- oder

Solkraftwerke benötigten Rohstoffmengen von Kupfer, Stahl oder Beton würden dann Größenordnungen von Welt-Jahresproduktionsmengen betragen, obwohl Europa nur ca. 9 Prozent der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen hervorruft. Aus dieser Erkenntnis ist abzuleiten, dass Europa nur durch Deindustrialisierung energieautonom werden kann.

Für die Generierung von 17.100 TWh müssten 3 Millionen Windräder à 2,5 MW errichtet werden, und mit PV wäre eine Fläche von der Größe Rumäniens notwendig. Beides ist unrealistisch, nicht allein wegen der Anzahl/Größe, sondern wegen der gewaltigen Netzleistung (mehr als Verzehnfachung). Eine signifikante Reduktion der Energie ist auch nicht möglich, da die Industrie nicht so sehr Strom, sondern andere speicherbare Energieformen braucht, die durch Konversion aus Strom gewonnen werden müssen und damit – so wie die Verbrennung fossiler Energie – mit hohen Verlusten behaftet ist.

Seit vielen Jahren wird in Europa der Ausbau der Wind- und Solarenergie mit hohem Finanzierungsaufwand vorangetrieben, obwohl die Auslastung dieser volatilen Kraftwerke geographiebedingt nur etwa halb so groß wie in optimalen Regionen der Welt ist. Der unvermeidliche Verlust an internationaler Wettbewerbsfähigkeit durch zu hohe Energiekosten ist die Folge.

### ***Chancen durch Carbon Capture and Storage***

Es gibt aber auch Chancen: Wenn die gesetzlichen CCS-Verbote (Carbon Capture and Storage) aufgehoben werden und es zulässig ist, CO<sub>2</sub>-Zertifikate für das Einsammeln von CO<sub>2</sub> von „Schornsteinen“ zu vergeben, könnten Kohle- oder Gaskraftwerke quasi CO<sub>2</sub>-neutral betrieben werden. Entweder wird das im Rauchgas eingefangene CO<sub>2</sub> in nicht mehr genutzte Ölfelder oder besser mit Wasser gemischt in jungen Basalt gepresst. Es verwandelt sich dort bereits nach zwei Jahren zu 95 Prozent in Karbonat-Gestein oder wird über Pipelines oder Schiffe in eine Region gebracht, in der Wasserstoff mit hoher Auslastung (2 bis 3 mal höher als in Europa) über volatile Kraftwerke generiert wird. Mit

dem CO<sub>2</sub> und Wasserstoff wird Methan synthetisch hergestellt und kann mit demselben Schiff oder derselben Pipeline nach Europa importiert und in das bestehende Gasnetz eingespeist werden. Marokko bietet sich als Pilotprojekt an, da es fünf Pipelines nach Nordafrika gibt und Marokko politisch stabil ist.

Umgekehrt bestimmen Wetter, Jahreszeit und Tagesverlauf in Europa viel stärker die Auslastung der installierten Leistung eines volatilen Kraftwerkes. Bei uns stehen nicht 8.760 Jahresstunden für die Energiegenerierung zur Verfügung, sondern meist viel weniger. Der Einsatz an Rohstoffen für die Errichtung bleibt aber.

Wenn Großverbraucher diese Energie gut brauchen könnten, ist zeitweise das Netz überfordert, oder das Angebot passt nicht zur Nachfrage. Dieses Manko, gepaart mit dem ideologiegetriebenen Ausstieg aus der Atomenergie, hat zu rasant steigenden Energiekosten und rasant steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen geführt, indem Braunkohlekraftwerke ans Netz gehen müssen. Diese Option steht aber im krassen Widerspruch zur Energiewende.

Es bedarf daher einer ausgewogenen Vorgangsweise, einen international wettbewerbsfähigen Energiepreis in Europa zu etablieren, auch auf Kosten etwas höherer europäischer CO<sub>2</sub>-Emissionen. Zur Orientierung: Zwischen 1990 und 2020 reduzierte die EU die Treibhausgase (GHG) um ein Drittel und emittiert heute 9,5 % der globalen GHG. Global stiegen die GHG um zwei Drittel.

### **Von besonderer Relevanz ist:**

Der oben dargestellte Weg muss die Weichen für eine erfolgreiche Defossilisierung Europas bis 2050/2060 stellen, um den Kontinent auf einen erfolgreichen Wachstumskurs zu bringen und zu halten. Als Prämisse gilt, die nächsten 10 bis 15 Jahre Zeit zu „schinden“: in Europa durch die Nutzung volatiler Energie, wo bereits vorhanden, sowie durch den Ausbau volatiler Energie mit Augenmaß und nur dort, wo der Impact besonders groß ist (low hanging fruits, so es diese noch gibt).

Weiters gilt es, vorwiegend volatile Kraftwerke, Elektrolyseure und Synthesenanlagen in Schwellenländern mit hohem Ernteertrag/Auslastung zu errichten, in denen durch die Schaffung von Arbeitsplätzen die SDG 1 und 2 Kriterien (Armut und Hunger) erfolgreich bekämpft werden können.

Keine Rohstoffe, Finanzmittel und Personalkapazität sollten in neue interkontinentale Energievektoren für z.B. Wasserstoff investiert werden, wenn bereits fossile Energievektoren als Brücken- und Zukunftstechnologie existieren, die über die nächsten Jahrzehnte durch synthetische drop-in Fuels vermischt bis ersetzt werden können.

### **Energiesparen im Haushalt**

Ein wesentlicher Schritt zum Erreichen der angestrebten Klimaneutralität, ohne die Wettbewerbsfähigkeit einzuschränken, wäre etwa das Ersetzen von Gasthermen durch Solid Oxide Fuel Cells (SOFC) und Wärmepumpen oder durch Blockheizkraftwerke mit Wärmepumpe (Verbrennungsmotor mit Generator oder Verdichter für die Wärmepumpe), um damit gut 50 Prozent Erdgas zu sparen und dem Elektrizitätsnetzbetreiber 10 bis 15 Jahre Zeit für den Netzausbau der Verteilernetze zu verschaffen.

Eine 5 kW SOFC ersetzt eine 10 kW Gastherme und spart damit 50 % Erdgas (in Zukunft synthetisches Methan). Die SOFC liefert ca. 2 kW Strom + 2kW Wärme für Heizung oder Warmwasser. 1 kW ist Abwärme im Rauchfang. Die Wärmepumpe (Coefficient of Performance, COP = 4) macht aus 2 kW Strom 8 kW Wärme + zusätzlich 2 kW Wärme = in Summe 10 kW Wärme. Ebenso viel wie davor die Gastherme ohne Wärmepumpe. Selbiges gilt auch für die Variante mit einem Blockheizkraftwerk mit Wärmepumpe, dessen Verbrennungsmotor ebenfalls mit Gas versorgt wird.

Die SOFC hängt immer am Netz und fungiert als kleines Backup-Kraftwerk im Fall eines Stromausfalls. Die Wärmepumpe wäre ohne SOFC nicht möglich, da der Hausanschluss typisch im Mittel mit 1 bis 1,5 kW pro Haushalt spezifiziert ist und damit die zusätzliche Last der Wärmepumpe nicht verkraften kann. Die

Leistungsverdopplung eines Verteilernetzes einer Großstadt dauert 10 bis 15 Jahre.

### **Energiesparen im Verkehr**

Eine weitere Option zur Reduktion der Treibhausgase wären vernünftige Ansätze in der Verkehrspolitik. Konventionelle Pkw-Verbrennungsmotoren haben in Ballungsräumen einen durchschnittlichen Wirkungsgrad von 15 bis 20 Prozent. Ein Elektrischer Antriebstrang bietet gut 80 % Wirkungsgrad. Damit ist es naheliegend, das Beste aus zwei Welten zu verbinden: einen rein elektrischer Antriebstrang mit gut 80 % Wirkungsgrad mit der Energiedichte grünen Kohlenwasserstoffes, der weit mehr als die zehnfache Energiedichte von Batterien hat. Das Ergebnis ist eine Art Serienhybrid-Auto, erste Prototypen existieren bereits.

Mit einem solchen Konzept sollte ein Wirkungsgrad in Ballungsräumen von ca. 50 Prozent machbar sein. Das würde eine Halbierung der fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs bedeuten und wieder 10 bis 15 Jahre „Zeit schenken“, bis ausreichend synthetische Drop-in fuels vorhanden sind, um die Autoflotten langsam immer mehr von fossil auf grün umzustellen.

### **So sehe ich das**

Generell sollte die Politik nicht mit Verboten agieren, wie z.B. dem Aus für Verbrennungsmotoren im Individualverkehr oder Erdgasleitungen in neuen Häusern. Denn nur durch Technologieoffenheit entstehen neue Lösungen für die vielfältigen Probleme der Energiewende.

Wenn die EU hingegen fossile Energie verbannt, dann sinkt deren Weltmarktpreis, und in anderen Ländern steigt die Nachfrage. Es kommt zu Verlagerungseffekten in diese Länder, und wir Europäer ruinieren uns selbst, ohne dass es dem Weltklima in irgendeiner Weise hilft. Solange andere Industrienationen (Kontinente) vorwiegend billige fossile Energieträger verwenden, verliert Europa durch den Umstieg auf ein vorwiegend volatiles Energiesystem seine globale Wettbewerbsfähigkeit.