

Werner Brinker

Von der Unmöglichkeit einer klimaneutralen Energieversorgung in Deutschland

Auf der Klimakonferenz in Paris im Dezember 2015 wurde beschlossen, die Temperaturerhöhung in der Erdatmosphäre auf weniger als 2 Grad Celsius bzw. möglichst auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen. Zur Erreichung dieses Ziels sollen die weltweiten Treibhausgas-Emissionen im Zeitraum von 2045-2060 auf Null reduziert werden. Diese Vorgabe ist gleichbedeutend mit einem Verbrennungsverbot fossiler Energieträger wie Kohle, Öl und Erdgas.

Im Jahr 2018 betrug der Primärenergieverbrauch in Deutschland 3600 TWh, bei einem Endenergieverbrauch von 2500 TWh. [1] Das Verhältnis von Endenergieverbrauch zu Primärenergieverbrauch ist gleichbedeutend mit einer Effizienz in der Energieumwandlung von etwa 70 %. Diese geringe Effizienz ist u.a. auf die schlechten Wirkungsgrade von Kohlekraftwerken (38-45%) zurückzuführen.

An dem Endenergieverbrauch sind die Sektoren Industrie und Verkehr mit jeweils etwa 30 %, der Sektor Haushalt mit ca. 25 % und der Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen mit 15 % beteiligt, wobei die Bereitstellung der Primärenergie zu fast 80 % aus fossilen Energieträgern erfolgt. [2] Das Ziel muss es also sein, die fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien wie Sonne, Wind, Wasser, Biomasse etc. zu ersetzen. Diese notwendige Transformation des gesamten Energieversorgungssystems in Deutschland innerhalb der nächsten 30 Jahre ist also eine sehr große Herausforderung, wenn nicht gar eine unlösbare Aufgabe.

In der Zeit von 1990 bis 2019 wurden in Deutschland mit starker finanzieller Förderung durch das Stromeinspeisegesetz und das Erneuerbare Energien Gesetz insgesamt eine Leistung aus EE-Anlagen in Höhe von 125 GW installiert. Die Volllaststunden aller EE-Anlagen betrug im Jahr 2019 ca. 1900 h. [3]

Soll der Endenergieverbrauch in Höhe von 2500 TWh allein durch Strom aus EE-Anlagen bereitgestellt werden, ergibt sich daraus bei 1900 Volllaststunden eine zu installierende Leistung von etwa 1300 GW.

Es stellt sich also die Frage, ob die für eine zu installierende Leistung von 1300 GW notwendigen Flächen in Deutsch-

land vorhanden sind und für die notwendige Transformation des Energieversorgungssystems zur Verfügung stehen. Dabei kommt der Stromproduktion aus Wind und Sonne die mit weitem Abstand größte Bedeutung zu. Von mehreren Institutionen sind in den vergangenen 10 Jahren entsprechende Studien zur Potentialabschätzung der wirtschaftlich realisierbaren Flächen erstellt worden. Einige dieser Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle zusammengefasst.

Institution	Onshore Wind	Offshore Wind	PV
Frauenhofer IWES (2010) [4]	200 GW	85 GW	
BWE (2012) [5]	189 GW		
Aurora (2020) [6]	220 GW	106 GW	1030 GW

Da bei einigen Studien z.T. die mögliche Erzeugung von grünem Strom in der Einheit TWh angegeben wurde, ist die jeweilige zu installierende Leistung in GW mit folgenden Volllaststunden ermittelt worden :

Wind

Onshore: 2000 h/a
Offshore: 3500 h/a
PV: 1000 h/a

Damit ergibt sich eine unter wirtschaftlich realistischen Gesichtspunkten mögliche zu installierende Leistung von:

Wind

Onshore: 210 GW
Offshore: 100 GW
PV: 1000 GW

In der Summe also 1310 GW.

Diese Leistung entspricht rein zufällig der zuvor genannten Leistung von 1300 GW. Allerdings können wegen des deutlichen Übergewichts der möglichen PV-Leistung mit den unterstellten Volllaststunden lediglich 1770 TWh produziert werden. Damit ergibt sich bei gleichbleibendem Endenergieverbrauch bis 2050 eine Unterdeckung von 730 TWh. Da politisch weiterhin ein wirtschaftliches Wachstum gewünscht und dieses zur Aufrechterhaltung des bestehenden Sozialsystems notwendig ist, muss der Energieverbrauch um mindestens 30 % über alle Sektoren hinweg reduziert werden. Unabhängig davon stellt sich die Frage, ob in den verbleibenden 30 Jahren die notwendige Leistung installiert werden kann.

Prof. Dr. Ing. Werner Brinker
An der Bleiche 4
26180 Rastede
werner.brinker2@ewetel.de
DOI: 10.26125/p550-vq77

In den 30 Jahren von 1990 bis 2019 sind in Deutschland trotz massiver Förderung lediglich 125 GW EE-Anlagen errichtet worden. Demnach wird es also unmöglich sein, in den nächsten 30 Jahren die verbleibende Leistung in Höhe von 1185 GW zu installieren. Hierbei ist ein Verlust von 10 % für den Transport und die Verteilung von Strom noch nicht berücksichtigt. Selbst eine Reduzierung des Endenergieverbrauchs um 50 % lässt die dann notwendige Installation von knapp 600 GW unrealistisch erscheinen, zumal vor Ort der Widerstand gegen die Errichtung von Windenergie-Anlagen an Land und gegen den notwendigen Bau von Höchstspannungsleitungen zunimmt und daher mit sehr langen Planungs-, Genehmigungs- und Bauphasen zu rechnen ist. Auch eine verstärkt diskutierte und eingeforderte Wasserstoffwirtschaft wird das Problem nicht lösen, solange die Forderung nach der alleinigen Produktion von grünem Wasserstoff, also die Herstellung von Wasserstoff aus Trinkwasser mittels Strom aus erneuerbaren Energien über entsprechende Elektrolyse-Prozesse besteht. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für die Herstellung von einer kWh Wasserstoff etwa 1,6 – 1,8 kWh Strom benötigt wird. Die Bereitstellung z.B. von Wärme durch Verbrennung von grünem Wasserstoff in einem Brennkessel erfordert also deutlich mehr Strom als die direkte Anwendung von Strom im Wärmemarkt z.B. durch den Betrieb von Wärmepumpen mit Luft oder Grundwasser als Wärmequelle oder aber der Betrieb von Elektrodenkesseln. Bei der Elektrolyse ist ebenso auf den enormen Wasserverbrauch hinzuweisen. Dieser beträgt etwa 0,3 ltr. pro kWh Wasserstoff.

Deutlich weniger Strom wird für die Erzeugung von Wasserstoff mittels Methanpyrolyse verbraucht. In einem Blasensäulenreaktor mit flüssigem Zinn wird Methan (Hauptbestandteil von Erdgas) bei 1250 Grad Celsius in Wasserstoff und festen Kohlenstoff umgewandelt. Der Stromverbrauch wird mit 20 % des Stromverbrauchs bei der Wasserelektrolyse angegeben und der feste Kohlenstoff kann einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. [7, 8]

Dennoch bleibt die Frage, wie Deutschland die große Menge grünen Stroms produzieren will.

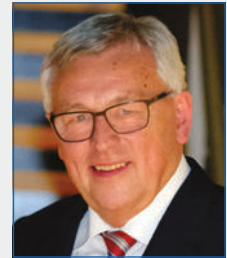
Der viel diskutierte Import von Wasserstoff aus sonnenreichen aber wasserarmen Regionen ist genauso eine Fata Morgana wie die frühere Idee, Norwegen als Batterie für Europa zu betrachten, denn Norwegen verfügt nur über eine installierte Kraftwerks-Leistung von gerade einmal 33 GW.

Wir werden das geschilderte Problem nur dann lösen, wenn wir den Energieverbrauch drastisch reduzieren, die Installation von EE-Anlagen massiv fördern, den Bau und die Inbetriebnahme dieser Anlagen deutlich schneller ermöglichen und den CO₂ Preis sukzessive stark anheben.

Referenzen

- [1] <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energieverbrauch-nach-energeträgern-sektoren>
- [2] <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energieverbrauch-nach-energeträgern-sektoren>

- [3] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2019“ Stand: Februar 2020
- [4] BWE/ Fraunhofer IWES 2011 <http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potential-der-windenergienutzung-land/bwe-potentialstudie> Kurzfassung 2012-03.pdf
- [5] Bundesverband Windenergie „Potenzial der Windenergienutzung an Land“ Kurzfassung, 2. Auflage März 2012
- [6] <https://www.solarity.eu/2020/05/31/408-deutschland-kann-dreifachen-des-heutigen-strombedarfs-mit-pv-und-wind-decken/>
- [7] Claus Beckmann : Wasserstoff für eine treibhausgasarme Gesellschaft
- [8] <https://www.energie-klimaschutz.de/wasserstoffherstellung-treibhausgasarme-gesellschaft>
- [9] <http://www.agrokarbo.info/türkiser-wasserstoff-durch-pyrolyse-von-methan/>



Prof. Dr. Ing. Werner Brinker

Nach einem Studium des Bauingenieurwesens trat ich meine erste Stelle 1978 in der EWE AG in Oldenburg im Bereich Gastechnik, Gaseinkauf, Gasspeicher, Wärmeversorgung und Abfallwirtschaft an. Parallel zu meiner Berufstätigkeit fertigte ich eine Promotionsarbeit zu einem historischen Thema aus dem Bereich Bauingenieurwesen an der TU Braunschweig an und schloss diese 1990 ab. 1993 wechselte ich zur Preussen Elektra AG nach Hannover in den Bereich Energiehandel und Energiedienstleistungen. 1996 kehrte ich zurück in den Technischen Vorstand der EWE AG, deren Vorstandsvorsitz ich 1998 bis zum Jahr 2015 übernahm. Seitdem habe ich zusätzlich zahlreiche Aufsichtsratsposten unter anderem in Energieunternehmen und -organisationen in Deutschland, Luxemburg und Schweden, zweier Banken und bei Werder Bremen GmbH & Co KG aA innegehabt. Aktuell bin ich als Berater der international tätigen Private Equity Beteiligungsgesellschaft ARDIAN tätig. Für die Wissenschaft habe ich mich engagiert im Aufsichtsrat, bzw. Hochschulrat der Jacobs University Bremen und der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, in deren Universitätsgesellschaft ich aktuell als Vorsitzender wirke, sowie in der Wissenschaftlichen Kommission Niedersachsens und im Vorstand Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.. Dafür wurde ich 2015 mit einer Honorarprofessur der Universität Oldenburg geehrt. Ehrenamtlich war ich ebenfalls in verschiedenen Organisationen tätig, wovon ich den Vorstandsvorsitz im Forum für Zukunftsenergien besonders hervorheben möchte. Von meinen vielen Ehrungen ist die Wahl zum Energiemanager des Jahres 2006 besonders erwähnenswert.

Im Jahr 1992 hat die EWE AG den damals größten Windpark Europas in Betrieb genommen (10 Anlagen a 300 kW). Fünf Jahre später habe ich meine Experten für Nieder- und Mittelspannungs-Stromnetze gefragt: „Können wir den Strom von 100 000 PV-Anlagen oder auch Brennstoffzellen in unser 1 kV-Netz aufnehmen?“ Wie zu erwarten, war die Antwort: „Nein, dafür sind unsere Netze nicht gebaut.“ Daraufhin wurde das sehr umfangreiche Projekt „Smart Grids“ aufgesetzt, das gemeinsam mit der daraus abgeleiteten EWE Strategie Eingang in die im Jahr 2006 veröffentlichten „Bullensee-Thesen“ gefunden hat. Diese Thesen lassen sich in einer einfachen Formel zusammenfassen, nämlich E 3, d.h.

- Energieeinsparungen realisieren
- Energieeffizienzen heben
- Erneuerbare ausbauen

Im Jahr 2010 nahm EWE den ersten deutschen Offshore Windpark und 2013 den ersten kommerziellen deutschen Offshore Windpark in Betrieb. Als Vorstandsvorsitzender war ich von diesem Weg hin zu einer klimaneutralen Energieversorgung überzeugt, aber es bedurfte auch der Überzeugung der Mitarbeiter, die teilweise 30-40 Jahre in einem monopolistischen System gearbeitet hatten, das durch Kohle- und Kernkraftwerke bestimmt war.

Sehr hilfreich auf diesem Weg war die Gründung einer Akademie für Führungskräfte, in der nicht nur über Strategien und Führungskonzepte diskutiert, sondern auch über ethische Wertegerüste und moralisches Handeln philosophiert wurde, getreu dem Motto: „Was das Gesetz nicht verbietet, verbietet der Anstand.“ (SENECA, 1.Jh.n.Chr.)

Stimmen aus der Industrie

Wichtige Fragen, für die in den nächsten Jahren Lösungen zu finden sind:

„Wichtige Fragen“ für die Gestaltung unserer Zukunft gibt es zuhauf. Dabei sehe ich besonders drei Themenkomplexe.

A) Mobilität: Wie werden wir in Zukunft fahren, fliegen, reisen? Regenerative Energiequellen, Energie-Speicherung und -Umwandlung sind heute noch völlig unzureichend, um unseren Bewegungsdrang zu befriedigen. Oder wird sich dank effektiverer digitalisierter Prozesse unsere physische Mobilität drastisch reduzieren? Wie wird dann unsere Arbeits-, Wohn- und Freizeitwelt aussehen?

B) Globalisierung: Wie schaffen wir faire Entwicklungschancen weltweit? Oder werden nationale Interessen im Verbund mit einer fortschreitenden Entdemokratisierung den freien Austausch von Waren und Informationen behindern? Wie kann die Wissenschaft diesen Tendenzen durch offenen Austausch entgegenwirken?

C) Ressourcen: Wie können wir Rohstoffe und Energien noch effizienter nutzen, ihre Verschwendung minimieren, gleichzeitig die Umwelt intakt erhalten und unsere „Human Resources“ weiter entwickeln – d.h. das Leben lebenswert gestalten?

„Die Chemie“ wird diese Fragen nicht lösen können – aber sie muss in Zusammenarbeit mit allen anderen Wissenschaften ihren Beitrag dazu liefern.



Marcellus Peuckert

1. Vorsitzender der DBG von 2013–2014

Stimmen aus der Industrie

„Zurück ins Jahr 2050“ – Gedanken für eine veränderte Zukunft

Im Film «Zurück in die Zukunft II» einem Kinoerfolg aus den 80er Jahren gelangte Marty McFly mit einer Zeitmaschine in das Jahr 2015 und erlebte Dinge, die in der Realität vor 5 Jahren noch viel evolutionärer war. Also, nun weitere 30 Jahre nach 2050. Wie wird diese Welt aussehen? Was immer passiert, es müssen dringender Fragen beantwortet werden und wie immer spielt die Wissenschaft die relevante Rolle. Aber mehr denn je, geht es um die Geschwindigkeit der Umsetzung. Dem Klimawandel muss begegnet werden und dies nicht durch pure Elektrizität oder simplen Verbesserungen der Brennstoffzellen. Ob Hybrid, Elektrizität oder Wasserstoff, es werden neue Technologien sein, die vor allem wettbewerbsfähig sind, nicht nur in ökologischer Hinsicht, sondern auch ökonomischer. Das Wachstum der Weltbevölkerung wird sich nicht reduzieren, also muss die Ernährung gewährleistet sein und dies am besten mit nachhaltigen Ansätzen, sonst funktioniert das mit dem Klimawandel auch nicht. Die derzeitige Pandemie wird dann Geschichte sein aber der Menschheit hoffentlich eine Lehre sein, was passieren kann, wenn Forschung und Entwicklung unterrepräsentiert sind. Alles Themen die eines gemeinsam haben: nur das deutlich verbesserte Zusammenwirken von Forschung, Industrie und Politik nach dem Prinzip des Notwendigen und Machbaren, wird 2050 positiv gestalten – das gilt es anzustreben, denn wir sind zu langsam in der Umsetzung.



Uwe Nickel

1. Vorsitzender der DBG von 2017–2018