

# Netzbetreiber warnen: Stromnetz kollapsgefährdet wie nie

geschrieben von Admin | 27. Februar 2024

**Wie steht es um die Versorgungssicherheit, wenn die Stromerzeugung bis zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien erfolgt? Ein Netzbetreiber hat sie jetzt beantwortet. Ein Blitzeinschlag könnte genügen, um das Netz zusammenbrechen zu lassen.**

## von Manfred Haferburg

Der baden-württembergische Netzbetreiber TransnetBW gibt einen Newsletter namens *Transparent* heraus. Der neueste, Ausgabe 01/24, hat es in sich. Er lässt erstmalig einen technisch fundierten Blick auf die Energiewende fallen, von dem man in den Diensträumen von Robert Habeck im Wirtschaftsministerium und Klaus Müller in der Bundesnetzagentur offenbar noch nichts gehört hat – jedenfalls ist davon nichts an die Öffentlichkeit gedrungen. Offenbar droht ein Streik der Koblode im Netz.

Schon das Vorwort des Vorsitzenden der Geschäftsführung, Dr. Werner Götz, stellt eine Forderung in den Raum, von der der Philosoph im Ministersessel und Volkswirtschaftler auf dem Chefsessel der Bundesnetzagentur noch nie gesprochen haben.

*„Das Netz muss, um klimaneutral zu werden, nicht nur ausgebaut werden, sondern auch noch betreibbar bleiben. In anderen Worten: unser System muss stabil und belastbar sein.“*

Die Überschrift lautet: *„Klimaneutral soll es werden, stabil soll es bleiben“*. Die Erkenntnis kommt spät, aber sie kommt. Das, was wir hier auf der *Achse des Guten* seit Jahren fordern, findet nun – wenn auch verdruckst und verschwurbelt und von den großen Medien übersehen – seinen Weg in die Köpfe der für die Misere Verantwortlichen. Falls sie es verstehen.

## Ernüchternde und beunruhigende Antworten

Im zwanzigsten Jahr der Energiewende, also dem fortgesetzten und sinnfreien Verpulvern einer halben Billion Euro, nach der Zerstörung des halben deutschen Kraftwerksparks, haben sich die vier großen Übertragungsnetzbetreiber zusammengesetzt und die Frage diskutiert: *„Wie steht es um die Versorgungssicherheit, wenn die Stromerzeugung bis zu 100 Prozent aus volatilen erneuerbaren Energien erfolgt?“* Die Antworten sind – mit dem Mäntelchen der Nächstenliebe gesagt – ernüchternd.

Bevor wir uns diesen Antworten zuwenden, braucht es aber eine kleine Einschulung der geneigten Leser in die Technik des Stromnetzbetriebes. Keine Angst, wir bleiben am Boden des Verständlichen.

*Das n-1-Kriterium: Das (n-1)-Kriterium (sprich: N-minus-eins-Kriterium) oder die (n-1)-Sicherheit bezeichnet den Grundsatz, dass bei dem Ausfall einer Komponente durch Redundanzen der Ausfall eines Systems verhindert wird. Das (n-1)-Kriterium ist ein Grundsatz der deutschen Netzplanung und sorgt für die hohe Netzsicherheit... Beim Ausfall einer Komponente, wie bspw. einem Stromkreis, kommt es durch Ausweichmöglichkeiten nicht zu einer Versorgungsunterbrechung oder einer Ausweitung der Störung. Die (n-1)-Regel muss bei maximaler Auslastung gegeben sein.*

*Blindleistung: „Damit Strom überhaupt durch eine Leitung fließen kann, muss diese stetig unter Spannung stehen. Dazu wird 50-mal pro Sekunde ein elektrisches und ein magnetisches Feld auf- und abgebaut. Weil die Leistung, mit der die Felder auf- und abgebaut werden, im Netz verbleibt, bezeichnen Experten sie als Blindleistung. Sie verrichtet keine nutzbare Arbeit, wird aber dringend benötigt, um die Spannung im Stromnetz zu regulieren“.*

*Momentanreserve: „Die Schwungmassen der großen Synchrongeneratoren (in den Kraftwerken) sind für die Frequenzerzeugung und -haltung von zentraler Bedeutung, da hier permanent ohne Steuerungseingriffe mechanische in elektrische Energie und umgekehrt umgewandelt wird. Das ist ein rein physikalischer Vorgang, der ohne jeglichen Zeitverzug, also instantan abläuft. Das kann man sich auch als große Stoßdämpfer für Belastungsstöße vorstellen, die bisher dafür gesorgt haben, dass das europäische Verbundsystem so stabil funktioniert. Diese werden aber nun nach und nach reduziert und bisher nicht gleichzeitig ersetzt, weil PV- und Windkraftanlagen diese Systemfunktion nicht mitbringen.“*

## **Interview mit einer Fachfrau**

Mirjam König, Teamleiterin Systemverhalten, Bereich strategische Netzplanung bei TransnetBW wird in dem Newsletter interviewt. Sie leitete 2022 die Winteranalysen der vier ÜNB – besser bekannt als „Stresstest“. Da schien noch alles gut. Doch was sie jetzt sagt, lässt den Fachmann erschauern:

*„Mit der Transition des Energiesystems hin zu den erneuerbaren Energien haben wir den Auftrag bekommen, das System mit Blick*

*auf 2030 zu überprüfen. Insbesondere weil zu diesem Zeitpunkt die Kohlekraftwerke nicht mehr am Netz sein werden. Daraus ist die Langfristanalyse 2030 entstanden, und das Thema Systemstabilität wurde erstmals in dieser Tiefe untersucht. Im Kreis der vier ÜNB beschäftigt uns das Thema schon lange, aber bisher erfuhr es in der Politik wenig Resonanz, weil es ein sehr komplexes Thema ist.*

*Es wurden Zustände gefunden, in denen bereits ein n-1-Fehler für eine Systemunterbrechung ausreichen würde. Das heißt, wenn zum Beispiel ein Blitz einschlagen würde, dass so eine Leitung ausfällt, dann könnte das Stromnetz außer Gleichgewicht geraten. Das ist schon beachtlich! Das Netz wäre somit nicht mehr n-1-sicher, dabei ist die n-1-Sicherheit ein Grundprinzip der deutschen Netzplanung. Und das hat auch die Politik wahrgenommen. Besonders aufgefallen ist uns, dass vor allem im Norden, wo die großen Wind-Offshore-Anlagen angeschlossen sind, aber das Netz weniger engmaschig als im Süden ist, die Stabilität des Netzes deutlich gefährdet wird.“*

## **Das Netz ist vom Grundprinzip her nicht mehr sicher**

Wollen wir das technische Kauderwelsch mal übersetzen. Die Fachleute der Übertragungsnetzbetreiber „beschäftigt“ also das Thema schon lange, aber die Politik hat es nicht kapiert, weil „es ein sehr komplexes Thema“ ist. Und dann kommt der Hammer: Das deutsche Übertragungsnetz beherrscht nicht in jedem Fall mehr den „n-1-Fehler“. Das heißt, wenn in einer angespannten Situation eine der großen Übertragungsleitungen durch Blitzeinschlag, langwellige Leiterseilschwingungen bei viel Wind und Schnee, Sabotage oder durch einen Transformator-/Hochspannungsschalterfehler plötzlich ausfällt, könnte „das Stromnetz außer Gleichgewicht geraten“ – also in einem Dominoeffekt zusammenbrechen. Die Folge heißt übersetzt, es könnte zu einem Teilnetzausfall oder im schlimmsten Fall zu einem Blackout kommen. Das sage diesmal nicht ich, sondern die Teamleiterin Systemverhalten, Bereich strategische Netzplanung bei TransnetBW. Ich habe das auf der Achse schon vor Jahren geschrieben und bin dafür beschimpft worden.

Die Schwachstellen des Netzes sind eher im Norden, wo die vielen Windräder Strom erzeugen sollen, den das Netz dann einsammeln muss. Dafür ist es aber nie gebaut worden. Mirjam König weiter:

*„Im Austausch mit einem erfahrenen Kollegen haben wir kürzlich festgestellt: Wir befinden uns in der zweiten Stufe der Energiewende. Wir sind mittendrin in einem Wandel von einem Synchronmaschinen-basierten hin zu einem Umrichterbasierten*

*System. Synchrongeneratoren befinden sich in den bisherigen konventionellen Kraftwerken – Umrichter befinden sich in den ErneuerbareEnergien- und STATCOM-Anlagen bei Elektrolyseuren und Batteriespeichern. Sie müssen schon morgen zur Systemstabilisierung beitragen. Die Herausforderung ist jetzt, das Ganze umzusetzen: nämlich parallel an den richtigen Stellen zum Netzausbau und zum Bau neuer klimaneutraler (Gas-)kraftwerke.“*

Auch hier ein Übersetzungsversuch: Die großen rotierenden Generatoren der Kraftwerke sind „Grid-Forming“-Maschinen, sie halten aufgrund ihrer großen Masse die Frequenz von 50 Herz im Sekundenbereich konstant. Für die Kollegen vom BMWI und BNA – Masseträgheit ist eine physikalische Eigenschaft, die dafür sorgt, dass Leistungsschwankungen in einem Bereich, in welchem die Zeit für menschliche Eingriffe zu kurz ist, abgefedert werden. Windräder haben nur kleine Massen und Solarpaneele gar keine rotierenden Teile, sie sind mit ihren Wechselrichtern „Grid-Following“; das heißt, sie hängen sich ans Netz der „Grid-Forming-Maschinen“ und wirken nicht stabilisierend. Nebenbei, Gaskraftwerke sind eher „Grid Following-Maschinen“. Auch die Spannungshaltung im Netz durch Blindleistungsregelung wurde bisher von den großen Kraftwerksgeneratoren vorgenommen.

## **Alles umbauen in wenigen Jahren**

*„Der Strom von morgen, der fast ausschließlich aus erneuerbaren Energien (EE) erzeugt wird, soll in das Stromnetz nicht nur integriert werden, sondern auch in der Lage sein, das Netz jederzeit stabil zu halten. Doch dafür fehlt den EE-Anlagen noch die Grid-forming-Eigenschaft, die sie dazu befähigt, insbesondere im Störfall, einen stabilen Netzbetrieb zu gewährleisten.“*

Nun soll es aber nach dem Willen der Regierung nach 2030 keine Großkraftwerke mehr geben, außer den noch nicht vorhandenen H2-Ready-Gaskraftwerken. Jetzt muss eine elektronische Lösung für die Millionen Wechselrichter der „Erneuerbaren“ erfunden werden, dann muss man sie erproben und dann letztlich überall einbauen. In sechs Jahren für 60.000 Windräder, für Millionen von Solarpaneelen und vielleicht sogar für die Rückladestationen der Millionen Elektroautos. Als Techniker sage ich da nur: Kein Kommentar.

Die heutigen „Grid-Forming-Anlagen“ haben durchweg Pilotcharakter. Sie sind kompliziert und – Überraschung – kostenintensiv. Dr Michael Heinsel von TransnetBW sagt:

*„Die STATCOM-GFM Anlage ist eine stromrichterbasierte Kompensationsanlage mit der Grid-forming-Eigenschaft, die gerade u.a. am Umspannwerk von TransnetBW in Wendlingen geplant wird. TransnetBW möchte mit dieser Anlage die STATCOM-Technologie im Betrieb validieren und praktische Erfahrungen sammeln.“*

## **Die Kirsche auf der Torte – „Schwarzstartfähige Kraftwerke“**

Wenn man nach einem großflächigem Stromausfall das Netz wieder hochfahren will, braucht man Kraftwerke, die ohne Fremdstromversorgung angefahren werden können, da sie ein eigenes Wasserkraftwerk haben, oder große Notstromaggregate. Windmühlen und Solarpaneele sind nicht schwarzstartfähig. Das Kernkraftwerk Emsland, das im letzten April verschrottet wurde, war so ein Kraftwerk. Es hatte eine kleinere Gasturbinenanlage auf dem Kraftwerksgelände. Damit ist heute aber Ende Gelände.

Also müssen die vielen noch nicht mal geplanten, geschweige denn gebauten H2-ready-Gaskraftwerke möglichst so ausgerüstet werden, dass sie schwarzstartfähig sind. Das ist auch – Überraschung – sehr kostspielig.

Mirjam König wurde in dem Interview abschließend gefragt: *„Wen siehst du außer den ÜNB noch in der Pflicht?“* Sie antwortete:

*„Für mich ist essentiell, dass ÜNB, Verteilnetzbetreiber, Anlagenhersteller, Zertifizierer und natürlich die Politik an einem Strang ziehen müssen. Es muss allen klar sein, dass mit dem Bewusstsein für die Kritikalität der Systemstabilitätsthemen und den entsprechenden Maßnahmen, die ergriffen werden oder nicht, die Energiewende steht oder fällt.“*

Ich übersetze letztmalig frei: Die Kohlekraftwerke werden noch eine lange Zeit weiterlaufen.

*Ich danke Stefan von Outdoor Chiemgau für die Anregung zu diesem Artikel.*

Der Artikel erschien zuerst bei ACHGUT hier

---

# All-Electric-Society and Renewables Only – kann das gelingen?

geschrieben von Admin | 27. Februar 2024

Die Energiewende schreitet voran, als ob es keine Sackgasse gäbe, aber weiterhin zu langsam für die politische Führung und vor allem für die NGOs. Trotzdem soll der Green Deal der EU der erfolgreiche Weg in die neue, bessere und vor allem CO<sub>2</sub>-freie Zukunft werden. Auch die Wirtschaft soll davon profitieren, wenn sie „voranschreitet“. Wohlstand soll es nicht kosten.

Theoretisch machbar ist vieles, aber ist es unter ökonomischen und ökologischen Aspekten auch realisierbar? Der Artikel stellt die notwendigen quantitativen Fragen.

Von Klaus Maier und Dr. Andreas Geisenheiner

## Wir kommen aus einer preisgünstigen Energieversorgung

Blicken wir zurück, in die Zeit, in der die Energie problemlos und günstig zur Verfügung stand: Noch zur Jahrtausendwende erzeugten wir in Deutschland aus den speicherbaren Primärenergieträgern Rohöl, Erdgas, Kohle, Wasserkraft und Uran unsere gesicherten Endenergien für Industrie, Mobilität und Wohnen.

Abb. 1 zeigt die bekannte Abfolge der Verarbeitungsschritte und deren unvermeidlichen Verluste.

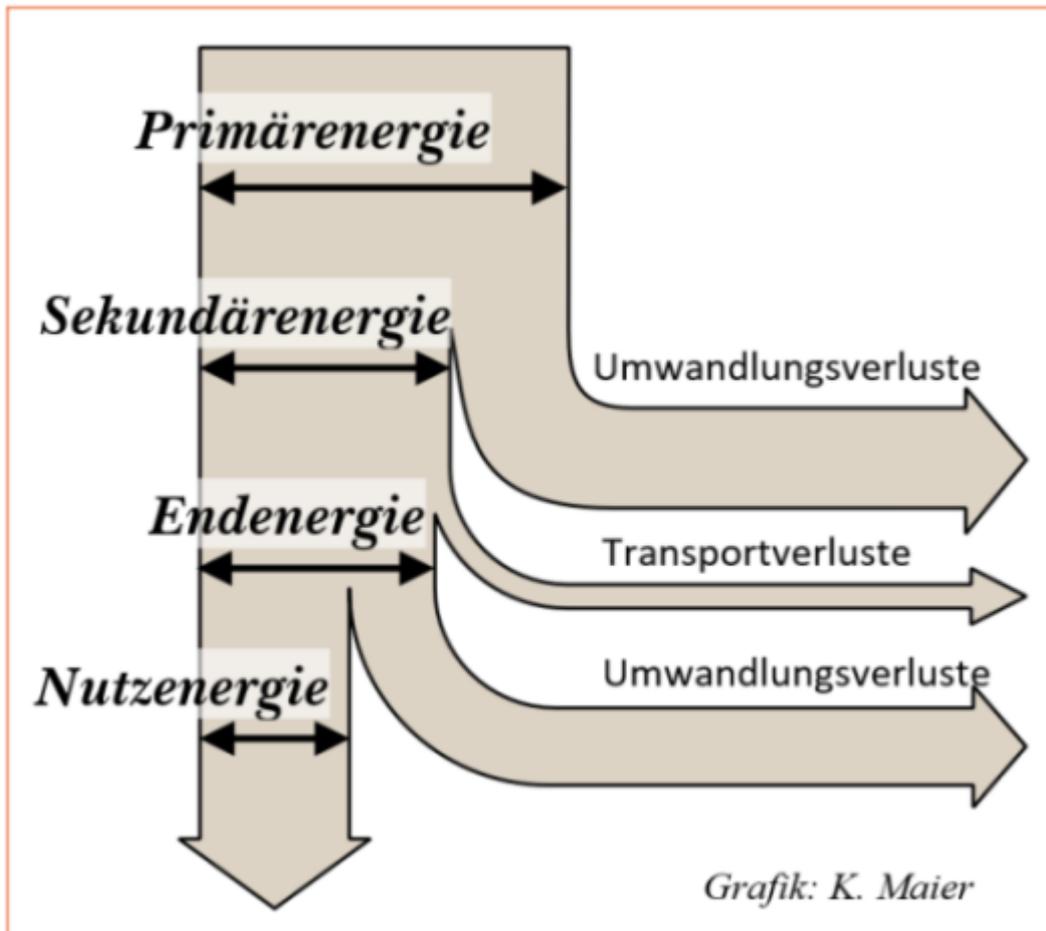


Abb. 1.

Mit der Höhe der Verluste, die aus den Wirkungsgraden der Energiewandlungen resultieren, sind Kostenkomponenten verbunden, die in die Endpreise eingehen. Je geringer die Verluste, d.h. desto besser die Wirkungsgradkette ist, umso effektiver wird die Primärenergie genutzt und umso kostengünstiger ist die Endenergie vor deren Nutzung. Eine zentrale Voraussetzung für eine effizient funktionierende Marktwirtschaft ist die orts-, mengen- und zeitgenaue, also bedarfsgerechte Bereitstellung von Endenergie. Dazu sind geeignete Speicher- und Transportkonzepte nötig. So wird z.B. der Strom genau in der gewünschten Menge zur gewünschten Zeit über das Stromnetz dorthin geliefert, wo er gebraucht wird. Oder der Motor im PKW bekommt aus dem Energiespeicher Kraftstofftank (für bis zu 800 km) jederzeit so viel (End-)Energie, wie er benötigt, um sie in die aktuell gewünschte Nutzenergie (Traktion) zu wandeln.

Die Ukraine-Krise hat offengelegt, wie verletzbar die Energieversorgung eines Landes ist, wenn große Abhängigkeiten bei zu geringen Speicherkapazitäten bestehen. Man muss sich darüber im Klaren sein, dass in kalten Winterperioden, wenn z.B. in Frankreich viel direkt mit Strom aus seinen Kernkraftwerken geheizt wird und der Strom in der EU knapp wird, Deutschland chancenlos dasteht, wenn es sich nicht autark mit Strom versorgen kann. Schließlich wird Frankreich seine Bevölkerung nicht frieren lassen, damit in Deutschland die Lichter nicht ausgehen.

Wenn wir unseren vormals abgesicherten Wohlstand nicht aufgeben wollen, gehören zu der verkündeten CO<sub>2</sub>-freien Zukunft, der „sauberen“ All-Electric-Society, drei zentrale Forderungen:

1. Strom muss nachfrageorientiert zur Verfügung gestellt werden, d.h. es muss eine flächendeckend **gesicherte Stromversorgung** geben.
2. In der Stromversorgung soll Deutschland – abgesehen von temporären Ausgleichslieferungen zur Aufrechterhaltung der Stabilität des europäischen Stromnetzes – **bilanziell autark** sein. Eine Energiemangelwirtschaft darf es nicht geben, wie es die Degrowth-Ideologie provozieren würde.
3. Die **Energiekosten** für Strom und Energieträger dürfen die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Industrie und Wirtschaft nicht gefährden. Für allgemeinen Wohlstand muss nicht nur die Industrie, sondern auch der Bürger seinen Energiebedarf problemlos bezahlen können.

Zu weiteren Anforderungen an eine akzeptable Energiewirtschaft gehören deren Umweltverträglichkeit – und zunehmend diskutiert – auch deren Ressourcenverbrauch. Volatile Umweltenergien (VE) sind aufgrund ihrer niedrigen Energiedichten ganz erheblich flächen- und materialintensiver als konventionelle Kraftwerke. Die Komplexität einer technischen Gesamtlösung, zu der natürlich die Transport- und Speichereinrichtungen gehören, geht auch mit der Handhabbarkeit und der Zuverlässigkeit des Systems, sowie mit den Kosten Hand in Hand. Zum Aspekt der Komplexität und dessen Konsequenzen sei auf [1] verwiesen.

## Die Idee der All-Electric-Society

Die „All-Electric-Society“ verspricht uns, dass mit sogenannten *Erneuerbaren Energien* alle Anwendungssektoren (**Strom**, **Wärme** und **Mobilität**) preisgünstig („Sonne und Wind stellen keine Rechnung“) direkt oder indirekt abgedeckt werden können.

Der Sektor **Strom** entspricht den üblichen Anwendungen, wie z.B. Beleuchtung und Betrieb von Maschinen in Industrie und Haushalt.

**Wärme** hat zwei Anwendungsbereiche:

1. Die *Niedertemperaturwärme* bis 100 °C (z.B. für Raumheizung, Warmwasser), die künftig vorwiegend mit Wärmepumpen erzeugt werden soll.
2. Die *industrielle Prozesswärme* über 100° C (bis 2000 °C), die künftig etwa aus der Verbrennung elektrolytisch erzeugten Wasserstoffs kommen soll. Hier findet bisher vorwiegend Erdgas und Kohle/Koks Anwendung.

Zum Sektor **Mobilität** gehören neben dem privaten und öffentlichen Transportwesen auch die industriellen Großgeräte in Bergbau, Bau- und Landwirtschaft. Sind Nischenlösungen bei E-Mobilität durchaus sinnvoll, so sind E-Antriebe für den großen Rest nicht praktikabel. Die All-

Electric-Verfechter schwenken deshalb bereits auf synthetisch erzeugte Kraftstoffe um, zumal sich deren Import, wie es heißt, aus VE-affinen Klimazonen anbietet. In jedem Fall werden diese Kraftstoffe um ein Vielfaches teurer [2] als die heutigen Kraftstoffe, was für Deutschland ein weiterer Wettbewerbsnachteil wäre.

## Gesicherte Stromversorgung und Überschussenergie

Die Energieversorgung einer Gesellschaft und Wirtschaft, die den Wohlstand erhält, basiert auf:

1. einer **gesicherten Stromversorgung**
2. und **Energieträgern** in Form von Kraftstoffen.

Abb.2 zeigt, wie das in Zukunft prinzipiell funktionieren soll.

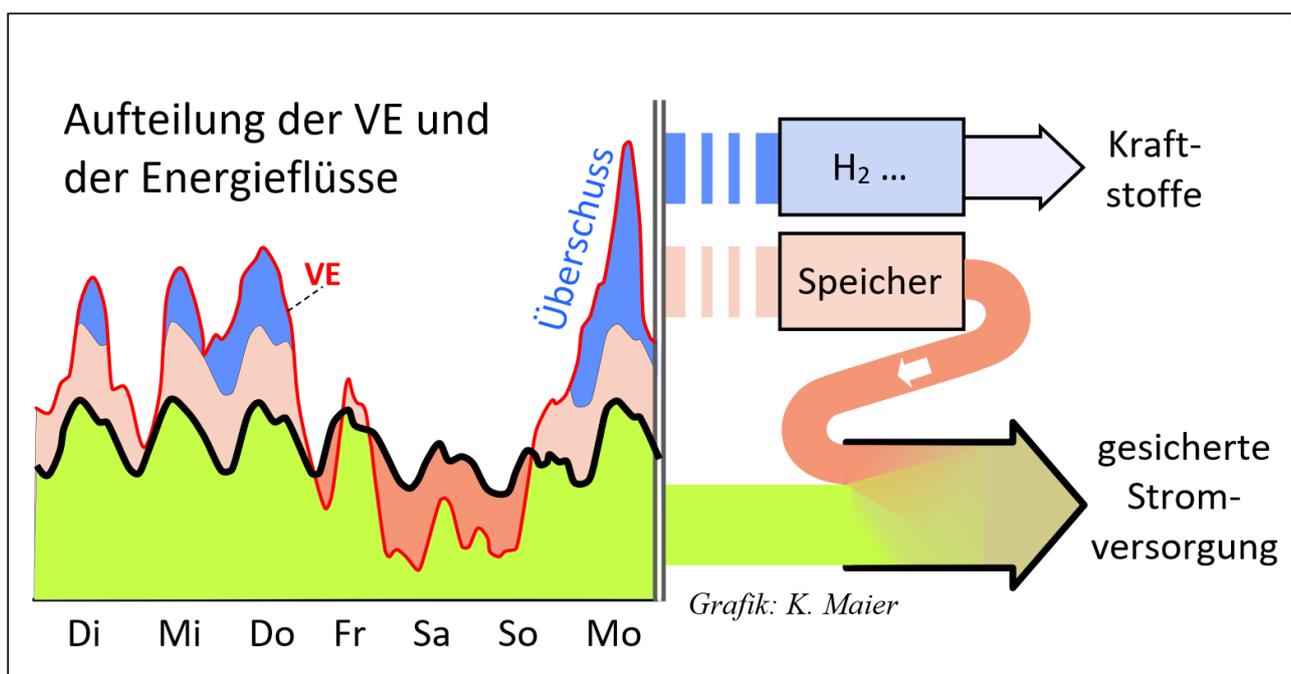


Abb. 2

Wenn die Stromversorgung vorwiegend aus wetterabhängigen, d.h. volatilen Erzeugern gespeist wird (abgesehen von Biomasse, Biogas und Wasserkraft von 60 bis maximal 90 TWh/a), sind nicht nur Kurzzeit-Speicher im Stromversorgungssystem nötig. Unabdingbar für eine **gesicherte Stromversorgung** ist die saisonale Langzeitspeicherung, die nur über Power-to-Gas-to-Power (P2G2P) machbar ist. Diese Speichertechnik hat aber hohe Verluste, weil der Gesamtwirkungsgrad nur rund 25% beträgt. Die VE gehen daher mit erster Priorität direkt in das Netz (grün in Abb. 2). Das, was diesen Bedarf übersteigt, wird in die Speicher geleitet (rosa). Der gespeicherte Strom kann dann die Versorgungslücken der VE füllen (rot).

Wenn zeitweise darüber hinaus noch Strom erzeugt wird, kann diese **Überschussenergie** (blau) für Wasserstoffherzeugung genutzt werden. Auf diese Weise müsste (theoretisch gesehen) keine Abregelung der VE-Anlagen

erfolgen.

**Der Energieträger Wasserstoff** (H<sub>2</sub>) ist die stoffliche Basis für synthetische Gase (z.B. CH<sub>4</sub>, d.h. Methan), Kraftstoffe (Benzin, Diesel, Kerosin) und für die Grundstoffe der Industrie, wie z.B. Ammoniak.

Der Wasserstoffbedarf ist mit 36 Mill. Tonnen pro Jahr [2] realistisch ermittelt worden. Das ist deutlich mehr, als dies durch die Bundesregierung kommuniziert wird. Trotzdem gibt es kaum noch einen Wissenschaftler, der bezweifelt, dass grüner Wasserstoff zu großen Teilen importiert werden muss. Die außenpolitischen Aktivitäten unserer Regierung bestätigen das. Auf die Kosten und technischen Probleme mit Wasserstoff kann hier nicht näher eingegangen werden (siehe [2]).

In einem Zukunftsszenario, Abb. 3 (vereinfachte Darstellung), werden notwendige Quantitäten einer deutschen All-Electric-Energiezukunft abgeschätzt.

Energieversorgung 2019		Szenario 2050				
Anwendungen	Nutz-energie [TWh/a]	Nutz-energie [TWh/a]	gesicherter Strombedarf [TWh/a]	Speicher-verluste [TWh/a]	VE-Strom-bedarf [TWh/a]	
1						
2	<b>Stromerzeugung (z.T. für Wärme, Mobilität)</b>	551	0		0	
3	davon in Wärme und Mobilität nicht enthalten	<b>186</b>	<b>180</b>	<b>129</b>	<b>42</b>	<b>171</b>
4	<b>Wärme</b>	<b>1.194</b>	1.180	<b>381</b>	<b>126</b>	<b>1.017</b>
5	<b>Niedertemperatur</b>	<b>670</b>	<b>670</b>	<b>233</b>	<b>77</b>	<b>593</b>
6	Fernwärme	93	150	86	28	114
7	Gas-, Ölheizungen	493	120	14	5	302
8	über Solarthermie	10	50	4	1	5
9	feste Biomasse (Holz, etc.)	56	50	7	2	10
10	über Wärmepumpe	18	300	122	40	163
11	<b>Prozesswärme (Industrie, Gewerbe)</b>	<b>524</b>	<b>510</b>	<b>148</b>	<b>49</b>	<b>424</b>
12	Strom direkt	35	60	86	28	114
13	Industrie (Zement, Chemie, Stahl)	85	100	14	4	132
14	sonstige Industrierwärme (z.B. Öl)	77	100	11	4	15
15	Gasfeuerungen	328	250	37	12	163
16	<b>Mobilität, mechanische Energie</b>	<b>404</b>	<b>425</b>	<b>592</b>	<b>195</b>	<b>1.037</b>
17	Strom mit Oberleitung für Bahn, Busse	11	30	43	14	57
18	Verbrennungsmotor (Diesel, Benzin)	186	60	15	5	269
19	Luftfahrt (Kerosin)	42	45	3	1	4
20	Elektromobilität	11	190	348	115	463
21	sonstige mechanische Energie (Kraftstoff, Strom)	154	100	183	60	244
22	Zusammen	<b>1.784</b>	<b>1.785</b>	<b>1.101</b>	<b>363</b>	<b>2.225</b>

Abb. 3

Wie Abb. 3 zeigt, werden die in 2019 bestehenden Nutzenergiemengen der vier Anwendungsfelder durch etwa die gleichen Nutzenergiemengen in der Zukunft ersetzt, diese aber meist auf andere Weise bereitgestellt (Details siehe [3]). Beispielsweise wird in diesem Szenario die Solarthermie von heute 10 TWh/a ausgebaut auf 50 TWh/a und die Technik

der Wärmepumpe geht von 17,5 auf angenommene 300 TWh/a. Beides macht viel Wärme aus wenig Strom. Ziel ist, dass die Summe aller Wärmeerzeugungsarten wieder die gleiche Nutzenergie ergibt. Das Prinzip des Erhalts der Nutzenergie sichert den gesellschaftlichen Wohlstand und damit auch einen funktionierenden Sozialstaat.

## **Unüberwindliche Probleme**

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass lediglich ein Drittel des Wasserstoffbedarfs in Deutschland erzeugt wird bzw. erzeugt werden kann. Der Rest muss importiert werden, sodass dafür keine heimische Überschussenergie benötigt wird.

Die entscheidende Frage lautet nun: Wie viel VE ist für dieses Szenario in durchschnittlichen Ertragsjahren bereitzustellen? Die Tabelle weist hierzu einen Wert von rund 2.200 TWh/a aus. Das verlangt den Ausbau der Windenergie- als auch der PV-Anlagen auf mindestens das 10-Fache von heute. Das ist weit mehr als das 2- bis 3-Fache, das angeblich reichen soll.

Aufgrund der geringen Energiedichte der VE sind sehr hohe spezifische Aufwendungen für die Anlagen zur Gewinnung, Speicherung und Verteilung nötig und das bei VE-Spitzenleistungen von bis zu 800 GW, dem 9-fachen der bisherigen Netzkapazität. Dabei benötigen die Verbraucher 2050 im Netz nur etwa die doppelte Leistung (als Spitzenwert) im Vergleich zu heute (85 GW). Auch der spezifische Flächenverbrauch des neuen Gesamtsystems ist um ein Vielfaches höher als der von konventionellen Kraftwerken. Der Ressourcenverbrauch an neuen, wie auch an alten Werkstoffen wird ebenfalls um ein Vielfaches steigen, und deren Recycling ist noch zu großen Teilen ungeklärt.

Welchen Flächenverbrauch das bedeuten würde, kann man [4] entnehmen. So kommen die Problembereiche des Recyclings, des Vogelschutzes – 10-fach mehr Windräder bedeuten 10-fach mehr getötete Vögel –, der Speicherkosten, der Netzausbaukosten etc. hinzu (zu den Kosten siehe [5]). Hier bauen sich praktisch unüberwindliche Problemfelder auf. Dabei stehen wir erst am Anfang! Die All-Electric-Society ist für Deutschland kein realisierbares Modell und kein Vorbild für den energiehungrigen Rest der Welt! Die aufstrebenden Länder brauchen vor allem preisgünstige Energie, und die ist nur aus fossilen Energieträgern zu bekommen. Nur so werden sie Wohlstand erreichen, den man ihnen schwerlich verwehren kann. Wir aber werden durch Verlust an Konkurrenz unsern Wohlstand verlieren.

## **Wer gebietet Halt?**

Auf der einen Seite wird uns noch versprochen, dass mit der Energiewende unser Lebensstandard erhalten bleibt (Wahlplakat 2021: Erlebe dein grünes Wirtschaftswunder), auf der anderen Seite spricht man schon offen von „Degrowth“, also einem gewollten Rückgang der Wirtschaftsleistungen

und Einschränkungen der Bürger (Stichwort: Suffizienz). So sehr man verschiedene Effekte der Wachstumsverfechter des „mehr, höher, weiter, schneller“ kritisch hinterfragen kann, so muss man doch anerkennen, dass das Prinzip, das Robert Bosch schon kannte: „das Bessere ist des Guten Feind“, die Grundlage für die erfolgreiche und damit unverzichtbare Weiterentwicklung in allen Gesellschaftsbereichen bleibt. Daher kann man zwar über neue Lösungen zur Energiebereitstellung und effizienteren Energiewandlungen nachdenken, aber eine willkürliche oder gar mutwillige Reduktion der Nutzenergie widerspräche dem fundamental.

Mit dem Begriff Degrowth soll uns nahegelegt werden, den Verzicht als Tugend zu üben. Wie: „You will own nothing and you will be happy!“ (Sie werden nichts besitzen und Sie werden glücklich sein! – von Ida Auken, 2016 Essay für das World Economic Forum).

Angesichts der bestehenden Widerstände durch die bereits jetzt aktiven 1000 Bürgerinitiativen, ist es schwerlich vorstellbar, wie man die Abschaltung der sicheren Kernkraftwerke, den 10-fachen Ausbau der Wind- und PV-Anlagen, bei gleichzeitigem Verlust des Wohlstandes, auf den es hinausläuft, den Menschen vermitteln will. Wenn man dann noch hinzunimmt, dass die Selbstkasteiung Deutschlands – selbst wenn man den „Green Deal“ der EU hinzunimmt – keine nennenswerte Reduktion des weltweiten CO<sub>2</sub>-Anstiegs bewirken wird, treibt das die Energiewende-Agenda ins Absurde.

Letztlich kann nur die Macht des Faktischen Einhalt gebieten, aber fragt nicht, was bis dahin alles auf lange Zeit „nachhaltig“ zerstört wurde.

Quellen, Verweise:

[1] Klaus Maier, Dr. Andreas Geisenheiner, Wie komplex ist unsere Energieversorgung?, <https://magentacloud.de/s/5M6q8QkecQtskTE>

[2] Klaus Maier, Gutachterliche Stellungnahme zum Hessischen Wasserstoffzukunftsgesetz, <https://magentacloud.de/s/mz8ogDtxLPzX7Gb>

[3] Klaus Maier, Substitutionen der energetischen Nutzung für eine CO<sub>2</sub>-freie Zukunft, <https://magentacloud.de/s/CAC36SxEWE3LyeP>

[4] Klaus Maier, Flächenverbrauch von Wind- und PV-Anlagen in Deutschland, <https://magentacloud.de/s/5dYL9HESRpbQndx>

[5] Klaus Maier, Die Abrechnung mit der Energiewende, ISBN 978-3-347-06790-5  
(Werbeflyer: <https://magentacloud.de/s/CxWrqgoMCM2gQzK>)

---

# Der negative Gewinn der Energiewende

geschrieben von Admin | 27. Februar 2024

**Unter allen Bestandteilen des Strompreises werden die Netzentgelte die größte – und unvermeidbare – Dynamik entfalten. Es hat seinen Preis, Zufallsstrom in das Netz zu integrieren. Dafür muss das bisherige System aufrechterhalten werden. Zwei Systeme für eine Versorgungsaufgabe sind teuer und bringen uns in eine internationale Spitzenposition beim Preis und machen uns zum Loser bei der Wettbewerbsfähigkeit.**

## Von Frank Hennig

Im Wirtschaftsleben ist das Auftreten negativer Preise. Es ist ein Zeichen zerstörten Warenwertes und hängt von einem besonderen Angebots- und Nachfrageverhältnis ab.

Im ungünstigen Fall wird ein Anbieter sein Produkt, aus welchen Gründen auch immer, im Preis immer weiter senken müssen, bis es unverkäuflich wird und es auch niemand mehr geschenkt haben will. Dann stellt es einen Totalverlust dar, der in einigen Fällen sogar zu weiteren Kosten, nämlich denen der Entsorgung, führt.

Dies ist im europäischen Strommarkt der Fall, wenn der Bedarf gedeckt ist. Zusätzliche Einspeisung führt dann zum Anstieg der Netzfrequenz und zur Gefährdung der Netzsicherheit. Kommt die magische Waage aus Erzeugung und Verbrauch aus dem Gleichgewicht, kann auch zu viel Strom zum Kollaps führen. Im üblichen Regelbereich bestimmen nach der so genannten Merit-Order (Einsatzreihenfolge) die teuersten Kraftwerke den Strompreis. Das wird oft beklagt, ist aber in sich logisch. Auch auf jedem anderen Markt können Waren (gleicher Art und Qualität) bei einem bestimmten Bedarf einen bestimmten Preis erzielen, der sich am teuersten Anbieter orientiert.

Die Merit-Order greift, weil man die Herkunft des Stroms im Netz nicht kennzeichnen kann. Die Zuordnung von gelbem (yellow-), grünem oder anderweitig buntem Strom ist nicht möglich, auch wenn man beim Elektro-Tetzel Grünstromzertifikate kaufen und seinen grauen Strom zeitgeistmäßig darstellen kann.

Jede andere Lösung müsste über vorgegebene Kontingente abgewickelt werden, ein Ansatz, der dem Markt widerspricht. Eine Alternative zum Spotmarkt gibt es ohnehin in Form von längerfristigen Einzelverträgen. Zahlreiche neue Anbieter am liberalisierten Strommarkt gingen zu Beginn der 2000er Jahre sehr schnell pleite, weil sie, auf sinkende Börsenpreise setzend, Dumpingpreise anboten und keine längerfristigen sichernden Verträge abschlossen. Ähnlich erging es Gasanbietern im Vorjahr.

Warum kommt es überhaupt zu dieser Situation, warum schaltet man bei einem Überangebot nicht einfach ab? Die „Erneuerbaren“ betreffend wirkt hier der Einspeisevorrang eines inzwischen anarchischen Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG), dass immer noch die Abnahmepflicht von Ökostrom für die Netzbetreiber unabhängig vom Bedarf vorschreibt. Was in Anfangszeiten des Gesetzes zu Beginn der 2000er Jahre noch sinnvoll erschien, um Nischentechnologien überhaupt eine Chance zu geben, ist heute bei einem etwa 50-prozentigen Anteil an der Stromproduktion völlig kontraproduktiv und preistreibend.

Die meisten der Wind- und Solaranlagen erhalten die EEG-Umlage, also einen festen Preis, der heute eine Mindestvergütung darstellt (bei hohen Börsenpreisen dagegen können die „Übergewinne“ eingestrichen werden). Diese Umlage muss gezahlt werden, auch wenn ein Stromüberschuss zu negativen Preisen im Ausland verklappt werden muss. Der deutsche Stromkunde zahlt also zweimal: Über die EEG-Umlage (früher finanziert über den Strompreis, dann mit Steuergeld, künftig über die gestiegene CO<sub>2</sub>-Bepreisung an der Tankstelle oder am Öltank) und über die Netzentgelte, die dann teilweise ins Ausland abfließen.

Kommt es aus Gründen von Netzrestriktionen, d.h. örtlichen Überlastungen, zur Abschaltung von Wind- oder Solaranlagen, so werden die Betreiber für den nicht abgenommenen (Phantom-)Strom entschädigt. Wie ist unter diesen völlig schrägen Bedingungen ein System „100-Prozent-Erneuerbar“ vorstellbar? Überhaupt nicht. Nur für neue Windkraftanlagen gilt eine 6-Stunden-Regel, wonach ab der siebenten Stunde nicht mehr „entschädigt“ wird. Meist sind die Zeiten negativer Preise kürzer.

### **„Erneuerbare“ im Streichelzoo**

Die gegenwärtigen „Erneuerbaren“ bringen etwa die Hälfte des Stromaufkommens in Deutschland, aber keinerlei Systemverantwortung für die Branche. Natürlicher Zufallsstrom wird in großen Mengen eingespeist. Um ihn aber verwenden zu können, ist ein vorhandenes Netz erforderlich, in das dieser Strom eingebettet und mit den so genannten Systemdienstleistungen versehen wird. Frequenz- und Spannungshaltung bleiben also den konventionellen, regelbaren Kraftwerken und den wenigen vorhandenen Stromspeichern vorbehalten. Die Zahl der Kraftwerke nimmt allerdings permanent ab.

Vor allem in Sommerzeiten und an Wochenenden mit geringem Bedarf entsteht ein Überangebot, so dass aus Gründen der Netzstabilität dieser Strom irgendwie untergebracht werden muss. Längst überfällig wäre eine große Reform des EEG, besser dessen Abschaffung. In jedem Fall sollte kein Zufallsstrom mehr gefördert werden, sondern übergangsweise nur noch emissionsarm eingespeister grund- und regellastfähiger Strom.

Die Ursache unseres Preisdesasters ist das nicht reformierte EEG, das eine rückwärtsgerandte grüne 80er-Jahre-Ideologie der 100-Prozent-

Erneuerbar-Utopie praktiziert und im Zusammenhang mit der Anti-Atompolitik verheerend wirkt. Mehr als 50 Prozent der Stromproduktion im Jahresdurchschnitt, aber fast Null Prozent Systemverantwortung für die „Erneuerbaren“, so wird das nichts mit Dekarbonisierung und Vollvergrünung.

Natürlich können Wind- und Solaranlagen auch abgeregelt (gedrosselt) werden, aber ob beim nötigen Hochregeln der Wind noch weht oder die Sonne noch scheint, weiß niemand.

Warum schaltet man dann nicht die noch laufenden konventionellen Kraftwerke ab? Das ist begründet zum einen durch den notwendigen Erhalt der Regelfähigkeit im Netz. Die Vielzahl der Windkraftanlagen, ihre weitgehend gleichzeitigen Schwankungen der Einspeisung und die starke Abhängigkeit der Stromproduktion von der Windgeschwindigkeit (in dritter Potenz) führen zu hohen Gradienten von drei Gigawatt (GW) pro Stunde und noch mehr, wenn das Abflauen mit dem Sonnenuntergang oder das Auffrischen mit dem Sonnenaufgang zusammenfällt. Zur Ausregelung dieser Schwankungen müssen konventionelle Kraftwerke in großer Zahl am Netz bleiben, um zeitgerecht hoch- oder herunter fahren zu können. Sind sie außer Betrieb, dauert das Anfahren ein oder mehrere Stunden, abgesehen von Pumpspeicher- oder Gasturbinen-Kraftwerken.

Weiterhin müssen einige der konventionellen Kraftwerke auch Wärmelieferverträge erfüllen, auch im Sommer. Die Kraft-Wärmegekoppelten Anlagen (KWK) können zwar die Anteile an Strom- und Wärmeproduktion verschieben, aber nicht ausschließlich Wärme produzieren. Hilfsweise errichtet man Power-to-Heat-Anlagen (Strom zu Wärme), die sich im Sommer bei niedrigen Preisen gut einsetzen lassen, deren Wirtschaftlichkeit allerdings im Winter bei hohen Strompreisen und hohem Wärmebedarf in Frage steht. Jedenfalls können Wärmekunden nicht mit Hinweis auf niedrige Strompreise abgeschaltet werden.

## **Gewinn und Verlust**

Negative Preise am Markt sind nicht nur eine Perversion des Marktes, sondern ziehen auch perverse praktische Folgen nach sich. In den Stunden einer solchen Marktlage versuchen natürlich alle zwangsläufig noch produzierenden konventionellen Kraftwerke, ihre Erzeugung so weit als möglich abzusenken. Ist die technologisch machbare Mindestleistung erreicht, werden zusätzliche Pumpen, Lüfter und andere Aggregate zugeschaltet, auch wenn sie technologisch nicht erforderlich sind. Kurzfristig kann auch Dampf über so genannte Umleit- oder Reduzierstationen an den Turbinen vorbei geführt werden, wodurch die Energie im Kühlwasser landet.

Pumpspeicherwerke (PSW) nutzen die bezahlte Stromlieferung sehr gern, um die Oberbecken vollzupumpen. Insbesondere die Werke in Österreich und der Schweiz erzielen gute Preisdifferenzgeschäfte, in dem sie sich zweimal bezahlen lassen. Zum einen tagsüber für den Transport der

Wassermassen auf den Berg. Nach Sonnenuntergang, wenn in Deutschland die PV-Module schlafen gehen und die Leute das Licht einschalten, wird, bildlich gesprochen, derselbe Strom für gutes Geld zurückverkauft. Ursache ist, dass wir nicht mehr rational in der Lage sind, unseren eigenen Tagesgang des Verbrauchs auszuregeln.

Am 16. Juli 2023 um 14 Uhr konnten beispielsweise PSW-Betreiber unter Zugabe von 60 Euro pro Megawattstunde ihr Wasser den Berg hochpumpen, um 22 Uhr lief das Wasser durch die Turbinen wieder hinab, dafür gab es aus Deutschland 106 Euro. Macht für die deutschen Stromkunden im Saldo 166 Euro auf dem Zettel der Netzentgelte. Dies ist auch ein Beitrag zum international gern gesehenen Abbau des deutschen Außenhandelsüberschusses.

Was aber, wenn die Oberbecken voll sind und es immer noch Geld für den Stromverbrauch gibt? Die Betreiber sind meist Aktiengesellschaften und der Gewinnerzielung für ihre Anteilseigner verpflichtet. Leicht zufallenden Profit kann man sich nicht entgehen lassen. Für Notfälle, Hochwasser oder Reparaturen besteht in der Regel die Möglichkeit, über Bypässe das Wasser ungenutzt ins Tal laufen zu lassen. Deutsche Stromkunden bezahlen dann künstliche Wasserfälle.

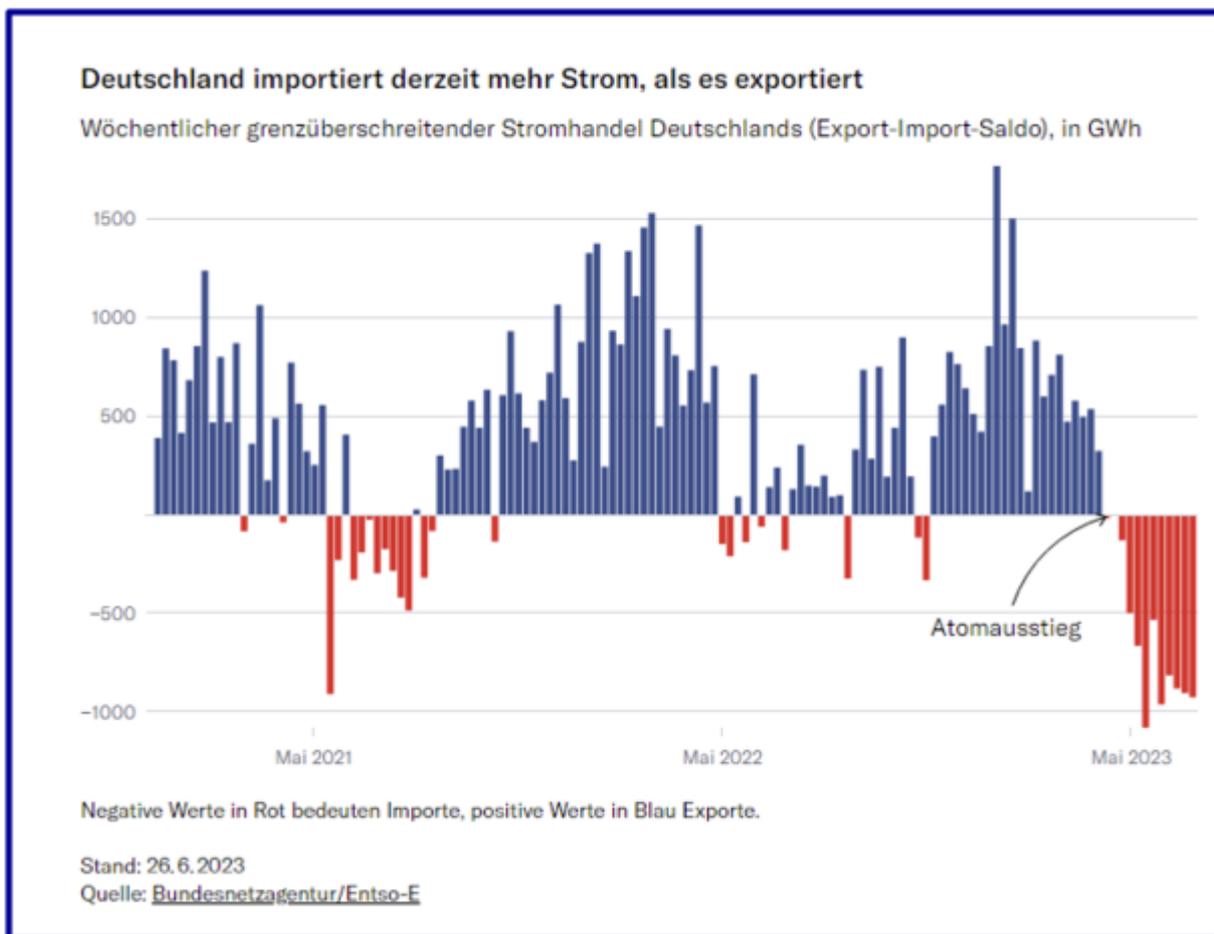
Nicht alle PSW, so auch das größte deutsche im thüringischen Goldisthal, haben einen Bypass. Im beschriebenen Fall besteht aber die Möglichkeit, gleichzeitigen Pumpen- und Turbinenbetrieb zu fahren, so lässt sich die Regelleistung vermarkten und Blindleistung herstellen. Ob in der Praxis so verfahren wird, ist unklar. Vattenfall äußerte sich auf Anfrage dahingehend, dass überschüssiger Strom in Power-to-Heat-Anlagen (P2H) in Wärme umgewandelt und gespeichert wird. Auch diese Speicher sind aber irgendwann voll und der Wärmebedarf im Sommer ist gering. Nach mageren Jahren verdient Vattenfall als größter Wasserkraftbetreiber in Deutschland jedenfalls prächtig an seinen Werken.

Im Gegensatz zu den PSW, die als Speicher gleich zweimal verdienen können, an negativen wie auch positiven Preisen, haben andere Kunden an der Strombörse diese Möglichkeit nicht. Große Industrieunternehmen, die direkt an der Börse kaufen, wie auch Regionalversorger und Stadtwerke, können zu Zeiten negativer Preise nur so viel Strom wie möglich „verbraten“. Ob es nun leer laufende Maschinen, Elektroheizungen, Klimaanlage oder andere Verbraucher sind, die ökonomische Vernunft gebietet, soviel Strom wie möglich zu liquidieren. Damit wird Geld verdient. Das ist betriebswirtschaftlich richtig, volkswirtschaftlich für Deutschland und seine Tarifkunden ein Desaster. Der Bevölkerung werden unterdessen Spartipps gegeben. Die Medien erwecken den Eindruck, die negativen Strompreise seien normal und so hinzunehmen. Verschwiegen wird, wem es nutzt. Regierungspolitik erfüllt vollumfänglich die Forderungen der Erneuerbaren-Branche und deren Gewinnerwartung.

## **Der Kipppunkt**

Ziemlich termingenau zum 15. April 2023 verabschiedete sich Deutschland

mit der Außerbetriebnahme der verbliebenen drei Kernkraftwerke (KKW) von seiner Rolle als langjähriger und zuverlässiger Stromexporteur.



Grund ist (noch) nicht ein Mangel an gesicherten Kapazitäten in Deutschland, sondern dass der jetzt bei uns produzierte Strom am europäischen Markt zu teuer ist. Die deutschen KKW, die früher in der Merit-Order vorn standen, sind entfallen, so dass die nächstteueren Kraftwerke nachrücken. Diese tragen die Belastung durch CO<sub>2</sub>-Zertifikate, die bei französischer Kernkraft oder alpiner Wasserkraft nicht wirkt.

Jahr	Summe Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2010	12	2		3		2	3						2
2011	15	4	4				2						5
2012	56	19		1	1							2	33
2013	64	5		6		2	20			2	5		24
2014	64	1	3	13	3	10			6				28
2015	126	28	8	14	14	17		3		13		18	11
2016	97	5	14	6		21		2				14	35
2017	146	3	5		16	17		7	8	8	39	1	42
2018	133	44	5	21	3	31				3	6		20
2019	232	34	9	43	16	19	41	2	11	15	4		38
2020	309	3	77	41	49	41	12	24	4	6	18	9	25
2021	139		9	27	22	38	9	11	11		7		5
2022	69	4	4	6	5	16	3	2					29
2023	166	14		9	11	33	20	56	23				

Was bleibt, sind die extremen, durch Wind- und Solarkraft ins Netz eingetragenen Schwankungen. Sie werden uns auch weiterhin negative Börsenpreise beschern.

*Daten: Rolf Schuster, Vernunftkraft*

Den bisher negativen Rekordpreis gab es am 2. Juli 2023 mit -500€, das entspricht 50 Cent pro Kilowattstunde. Es war ein sonniger Sonntag um 14 Uhr mit naturgemäß geringem Bedarf. Nicht nur die in der Tabelle angeführten Stunden sind ein volkswirtschaftliches Desaster, es kommen viele Stunden hinzu, in denen für sehr wenig Geld bis hin zu Centbeträgen der Strom als Export verramscht wird.

Mit dem weiteren Ausbau der Wind- und Solarkapazitäten öffnet sich die Schere zwischen Überschuss im Sommer und Mangel im Winter immer mehr. Der heilige Grundsatz „Wir brauchen mehr Erneuerbare“ ist völlig falsch, wenn nicht in gleichem Maß Netze und Speicher gebaut werden. Solange Phantomstrom entschädigt wird, kann sich die Branche entspannt zurücklehnen.

Was könnte man tun gegen negative Preise? Speicher wären eine Option, wir bräuchten intersaisonale Speicher großer Kapazität. Das ist beim Strom schwer möglich, deshalb die chemische Option über Wasserstoff. Hier gibt es viele Absichtserklärungen, aber keine Verträge zu Terminen, Mengen und Preisen. Wäre ein wasserstoffbasiertes Energiesystem am Markt darstellbar, es würde es längst geben.

Nicht nur der Überschuss und die negativen Preise, auch die stärker werdenden Schwankungen erhöhen den Aufwand für die Netzbetreiber drastisch. Der Import erfolgt regelmäßig zu hohen Preisen, der Export zu niedrigen bis negativen. Bezüglich des Strompreises sind wir künftig völlig abhängig von unseren Nachbarn und tragen neben dem Preisrisiko auch das Mengenrisiko der Lieferungen.

Die Kosten des so genannten Engpassmanagements stiegen seit 2019 exponentiell auf heute 3,26 Milliarden Euro an (Frankreich wendet dafür

einen niedrigen zweistelligen Millionenbetrag auf).

Die Anzahl der erforderlichen Netzeingriffe stieg über die Jahre (jeweils 1.1. bis 31.7.) 2020 bis 2022 von 3492, 4421 und 8701 auf diesjährig bereits 9029 (Quelle).

Der einst planmäßige Netzbetrieb ist zum völlig operativen und teuren Geschäft geworden. Auch der Versorgungssicherheit ist das abträglich. Jedenfalls ist die Hoffnung, die Strompreise könnten mittelfristig wieder sinken, völlig unbegründet.

### **Wohin der Wind uns weht**

Inzwischen gehen weitere Energiewendemythen den Bach runter. Was hörten wir nicht alles gebetsmühlenartig Wiederholtes? Die Erneuerbaren würden die Aufgaben der Kern- und Kohlekraftwerke übernehmen. Wir sehen – sie tun es nicht, weil Zufallsstrom keine Versorgung herstellen kann. Atomstrom verstopfe die Netze. Französischer Atomstrom tut das hingegen nicht. Deutsche Atomkraftwerke seien unsicher, solche im ukrainischen Kriegsgebiet hingegen nicht. Wir seien Vorreiter, werden aber zum Importeur aller Energieformen. Niemand folgt uns. Negativer Gewinn ist Verlust und macht uns alle ärmer. Es kann keine positive Prognose zu dieser Form deutscher Energiepolitik geben.

Der negative Gewinn der Energiewende

---

# **Bald kein günstiger Strom mehr in Frankreich.**

geschrieben von Admin | 27. Februar 2024

## **Das Ende des staatlichen Tarif-Schutz-Schildes**

### **Edgar L. Gärtner**

Die Franzosen kommen aus der Aufregung nicht mehr heraus. Nach den Massendemonstrationen gegen die undemokratisch durchgepaakte Rentenreform und den gewaltsamen Ausschreitungen in den Vorstädten nach dem Abknallen eines gefährlichen Jugendlichen durch einen Polizisten stehen nach dem Ende der Ferienzeit weitere Massenbewegungen gegen bereits begonnene saftige Strompreiserhöhungen an. Wir haben hier schon öfters darauf hingewiesen, dass es das in der EU geltende Merrit order

System der Strompreisbildung den Franzosen im Prinzip verwehrt, in den Genuss der niedrigen Produktionskosten ihres Nuklearstroms zu kommen. Die hohen Produktionskosten deutscher Gaskraftwerke würden den Strompreis auch in Frankreich bestimmen. Um dem dadurch zu erwartenden Unmut zu begegnen, hat der französische Staat bzw. die dort herrschende Kaste einen „bouclier tarifaire“ (Tarif-Schutzschild) errichtet, der auf massiven Subventionen fußt. Dadurch konnten die Strompreise bislang zumindest für Privatverbraucher und Kleinunternehmen in der Nähe des früheren günstigen Niveaus gehalten werden.

Doch damit soll nun Schluss sein. Der ohnehin schon finanziell überlastete französische Staat sei schlicht nicht mehr in der Lage, den „bouclier tarifaire“ aufrecht zu erhalten, heißt es. Was nicht so klar gesagt wird: Die französische Regierung stand unter massivem Druck seitens deutscher Think Tanks und grüner NGOs, die auch in Frankreich gut vernetzt sind. Die Berliner Ampel-Regierung tut ohnehin alles in ihrer Macht stehende, um die Entwicklung der Kernenergie in Frankreich zu bremsen. Der sukzessive Abbau des französischen Tarif-Schutzschildes begann bereits im Januar 2023 mit einer Tarifierhöhung von 15 Prozent für 20 Millionen Haushalte. Im August sollen nun weitere 10 Prozent hinzukommen. Dann sollen im Halbjahres-Rhythmus jeweils weitere 17 Prozent hinzukommen: Im Februar 2024, im August 2024 und im Januar 2025. Das kann in einem Land, das dank des Ausbaus der Kernenergie und der alpinen Wasserkraft an niedrige Strompreise gewöhnt ist, nur als Provokation aufgefasst werden!

---

## Kann Deutschland die Energiewende?

geschrieben von Admin | 27. Februar 2024

von **Ulrich Wolff**

Zur vermeintlichen Rettung des Klimas ist auch in Deutschland eine Stromversorgung ohne den Einsatz fossiler Brennstoffe das politische Ziel. Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen dazu ist der Stand des Jahres 2022 den die Tabelle zusammen mit der Vorgeschichte zeigt. Bei einer Tageshöchstlast von 47,7 GW wurden 2022 mit dem Stromnetz insgesamt 508 TWh geliefert. Windkraft und Photovoltaik haben dazu mit Vorrang und einer installierten Leistung von 123,2 GW bereits stolze 184 TWh eingespeist. Zusammen mit den Beiträgen aus Biomasse und Wasserkraft, die man leider zukünftig nicht wesentlich weiter ausbauen kann, erhöht sich der Anteil der nicht fossilen Energieträger auf 250 TWh. Zu ersetzen sind daher jährlich **nur noch 250 TWh**. Hinzu kommen jedoch der Strombedarf für die vorgesehenen Umstellungen auf

Elektromobilität und den Einsatz von Wärmepumpen zur Heizung im Winterhalbjahr.

Die Elektrifizierung des Verkehrs betrifft die PKW, LKW, Kraftomnibusse und Zugmaschinen:

1. PKW: Für 50 Millionen PKW mit einer jährlichen Fahrtstrecke von 20.000 km (etwa 50 km pro Tag) und einem Verbrauch von 15 kWh pro 100 km beträgt der jährliche Strombedarf **150 TWh**.
2. LKW: Für 3.149.000 LKW mit einer jährlichen Fahrstrecke von 110.000 km und einem Verbrauch von 88 kWh pro 100 km beträgt der jährliche Strombedarf **304 TWh**.
3. Kraftomnibusse: 80.000 Fahrzeuge verbrauchen mit 200 kWh pro 100 km bei einer gesamten Fahrtstrecke von 2,9 Milliarden km jährlich **5,8 TWh**.
4. Zugmaschinen: 2.237400 Fahrzeuge verbrauchen bei 135 kWh (?) pro 100 km und einer jährlichen Fahrtstrecke von 20.000 km (?) etwa **60,4TWh**

Die Umstellung der Heizung auf den Einsatz von Wärmepumpen umfasst die jährliche Versorgung mit Brauchwasser und die Heizung im Winter. (Eine Kühlung im Sommer ist dann mit dabei.)

1. Brauchwasser: Mit 8 kWh pro Tag für 4 Personen ergibt sich für 20 Millionen Haushalte ein jährlicher Strombedarf von **58 TWh**.
2. Heizung; Mit einer 12,5 kW Wärmepumpe und einem Verbrauch von 50 kWh pro Tag an 180 Tagen resultiert für 20. Millionen Einheiten (Wohnfläche 100 m<sup>2</sup>) ein Strombedarf von **180 TWh**.

Zur Energiewende muss die jährliche Stromerzeugung daher um 908 TWh auf 1.158 TWh erhöht werden. Das soll durch die Errichtung von Windkraft und Photovoltaik z. B. im gegenwärtigen Verhältnis geschehen. Dazu muss deren installierte Leistung (zunächst rechnerisch) um 608 GW auf 731 GW erhöht werden. Abhängend von Wind und Sonne schwankt die jeweilige Leistung dann zwischen 0 und 731 GW. Das erweiterte Netz kann maximal 120 GW aufnehmen. Um den Überschuss in Form von grünem Wasserstoff zu speichern, muss die Elektrolyse für schwankenden Stromzufluss und einen Anschlusswert von 611 GW ausgelegt werden. Die Technik dafür ist industriell nicht verfügbar. Leider ist der Wirkungsgrad dieses Energiespeichers kleiner als 50 %, so dass die durch Schwankungen der Leistung des Solar- und Windstroms entstehenden Versorgungslücken nicht damit gefüllt werden können. Dazu sind die Installation weiterer Windräder und Solarzellen sowie Erweiterungen der Elektrolyse und des bereits erweiterten Stromnetzes erforderlich.

Ein solches Netz kann jedoch dann immer noch nicht betrieben werden. Dem Stand der Technik folgend müssen nämlich zur Frequenzhaltung mindestens etwa 25% des Stroms aus rotierenden Generatoren zufließen. Kernenergie ist weg, Biomasse und Wasserkraft reichen nicht aus, so bleibt nur das Aktivieren der Kaltreserve der Kohlekraftwerke oder z.B. das Erdgas aus den USA. Damit reduziert sich zwar der erforderliche Zubau von Windkraft

und Photovoltaik entsprechend, aber ein CO<sub>2</sub> – Fußabdruck bleibt.

Es würde auch nicht helfen, wenn es gelänge eine äußerst komplexe elektronische Regelung zu entwickeln, mit der auf die konventionellen Kraftwerke verzichtet werden könnte. Deutschland ist leider für die Windkraft zu klein. Mit fünf Mal mehr Windkraft als heute stimmt die obige Rechnung nicht mehr. Die Windräder stehen sich dann nämlich gegenseitig den Wind, so dass ihr jeweiliger Leistungsbeitrag signifikant sinkt.

Der Import von Strom aus Kohle oder Kernenergie kann zur Sicherung der Versorgung beitragen, hängt jedoch ab von den jeweiligen Reserven der Nachbarländer und ist leitungsbedingt begrenzt auf maximal 30 GW

**Schlussfolgerung:** Eine CO<sub>2</sub> freie Stromerzeugung ist in Deutschland grundsätzlich nur mit Hilfe der Kernenergie möglich. Mit dem heutigen Stand der Technik könnten das zur Deckung des vorgenannten Strombedarfes 30 Kernkraftwerke mit je 4 Blöcken leisten.

Da muss das Klima wohl auf einen deutschen Beitrag zu seiner Rettung verzichten. – Hat nicht ohnehin China diese Aufgabe übernommen? Dort will man doch schon 2050 den Bau weiterer Kohlekraftwerke einstellen.

u

#### Nettostromerzeugungskapazität 2014, 2019<sup>[3]</sup> und 2022<sup>[4]</sup>

Energieträger	2014		2019		2022	
	GW	%	GW	%	GW	%
Steinkohle	26,9	14,7	23,7	11,1	13,8	6,3
Braunkohle	20,9	11,4	21,2	9,9	16,7	7,7
Mineralölprodukte (2014 Heizöl)	3,7	2,0	4,3	2,0	2,9	1,3
Erdgas (2014 Gase)	22,5	12,3	29,4	13,7	27,4	12,6
Kernenergie	12,1	6,6	9,5	4,4	4,1	1,9
Wasser	14,4	7,8	14,6	6,8	14,7	6,7
Wind (onshore)	34,0	18,5	50,3	23,5	56,1	25,7
Wind (offshore)	0,6	0,3	5,4	2,5	7,8	3,6
Solare Strahlungsenergie (2014 Photovoltaik)	37,4	20,4	42,3	19,8	59,3	27,2
Biomasse	7,2	3,9	7,7	3,6	9,5	4,4
Sonstige	erneuerbar		1,3	0,6	3,1	1,4
	nicht erneuerbar		3,9	2,1	2,8	1,3
<b>Insgesamt</b>	<b>183,6</b>	<b>100</b>	<b>214,1</b>	<b>100</b>	<b>218,2</b>	<b>100</b>

Dazu kommen noch Interkonnektoren zum Ausland, die bis zu 30 GW übertragen können.<sup>[5]</sup>

Quelle: Wikipedia