

18 Jahre Energiewende – eine Bilanz

Von Volker Voegele.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz beziehungsweise die Energiewende wurde in der ersten Fassung am 1. April 2000 in Kraft gesetzt. Bedauerlicherweise entpuppte es sich nicht als Aprilscherz. 18 Jahre später gibt mittlerweile die 7. Revision, ohne dass eine ausreichend gute Gesamtqualität in Sicht ist. Aber bitte beurteilen Sie dies selbst anhand der folgenden Kenndaten zur Stromproduktion in Deutschland (einige Abkürzungen werden benutzt: KW = Kraftwerk, KKW = Kernkraftwerk, WS = Windstrom, SS = Solarstrom, EE = Erneuerbare Energie).

Die Stromversorgung funktioniert nur, wenn sie stets zu hundert Prozent verfügbar ist und gleichzeitig die Strombedarfsschwankungen stets hundertprozentig ausgegletzt werden können. Das sind die beiden Basiskonditionen im Stromnetz. Diese können mit fossil befeuerten Kraftwerken und Kernkraftwerken erreicht werden. Diese Kraftwerke können Grundlast fahren und sind in gewissen Grenzen regelbar. Dazu elf wichtige Aspekte:

- 1.** Bei größerem Mehrbedarf an Strom oder technischem Ausfall von Kraftwerken werden Reservekraftwerke zugeschaltet.
- 2.** Aus technisch-ökonomischen Gründen betreibt man KKW meist nur in Grundlast. Bedarfsschwankungen werden mit Steinkohle- und Gaskraftwerken ausgegletzt.
- 3.** Biomassekraftwerke basieren auf pflanzlichem Material und funktionieren ähnlich wie fossil befeuerte KW, nur mit kleinerer Anlagengröße. Biomasse mit ca. 9 Prozent Stromanteil wird zu den EE gezählt, ist bezogen auf die „Erneuerbarkeit“ aber eher eine Mogelpackung. Biomasse ist zum Beispiel schnell verbrannt, wächst aber nur langsam nach und muss aufwendig aufbereitet werden. Und nicht zu vergessen: Biomasse bedeutet oft auch, Lebensmittel zu verbrennen. Biomassekraftwerke sind gesetzlich als Grundlastkraftwerke vorgesehen, damit bringen die Subventionen konstant hohe Profite für die Betreiber.
- 4.** Laufwasserkraftwerke tragen nur zu knapp 4 Prozent zur Stromerzeugung bei. Dieser Anteil ist aus Gründen der flachen Topographie und des geringen Fließvolumens kaum steigerbar. Zu beachten ist hierzu auch, dass die potenzielle Energieverglichen mit Kohle/Gas/Öl/Biomasse/Kernbrennstoff ein kleines Energiereservoir hat.

100 Prozent Verfügbarkeit und autonome Bedarfsregelung funktionieren nicht mit fluktuierendem Wind- und Solarstrom. Sie brauchen begleitende Stromerzeuger, konkret Kohle- und Gaskraftwerke oder Kernkraftwerke.

Ein Problem mit Tag und Nacht

In Deutschland ist die jährliche mittlere Verfügbarkeit des Solarstroms nur bei etwa 11 Prozent der installierten, möglichen Nennleistung. Grund ist der Einfluss von Tag und Nacht, dem Wetter, das heißt Wolken, Regen, Schnee, Jahreszeit, Temperatur und nichtoptimierter Ausrichtung der Panele zum Sonnenstand. In Phasen des Mehrbedarfs ist eine leistungserhöhende Regelung allein aus der Solarzelle heraus nicht möglich.

In Deutschland ist die jährliche mittlere Verfügbarkeit des Windstroms gegenwärtig bei ca. 23 Prozent der installierten, möglichen Nennleistung. Ganz grob gesagt ist das der Mittelwert der Nordseeküste-Offshore-Windstrom-Verfügbarkeit von ca. 30 bis 40 Prozent und der Windstromverfügbarkeit im südlicheren Deutschland bei 10 bis 15 Prozent. In Phasen des Mehrbedarfs ist leistungserhöhende Regelung allein aus der Windturbine heraus nicht möglich.

5. Die geplanten drei Nord-Süd-Stromtrassen („Stromautobahnen“) würden wenig Verbesserung bringen. Sie würden entsprechend der Windverfügbarkeit zu zwei Dritteln leer bleiben.

Die Nachregelung der Fluktuationen von Wind- und Solarstrom hat gravierende Nachteile zur normalen Fahrweise der Kohle- und Gas-Kraftwerke.

Die Nachregelungen sind technisch sehr aufwendig, mit höherem Brennstoffbedarf, mit höheren Emissionen, mit höherem Verschleiß und mit kürzerer Lebensdauer der Kohle- und Gas-KW. Wenn man die restlichen sieben KKW bis 2022 abschalten will und dafür Windturbinen und Solarpanele installiert, muss man zusätzlich grundlastfähige & regelbare Kraftwerke, also Kohle- und Gas-KW zur Verfügung haben. Circa 70 GW ist die durchschnittliche elektrische Leistung der Stromerzeugung.

Die folgenden Gesamtbetrachtungen sind aus Gründen der Anschaulichkeit vereinfacht. Im Jahresschnitt liegt die erzeugte Stromkraftwerksleistung bei 70 Gigawatt (1 GW = 1.000 Megawatt), sie schwankt im Schnitt zwischen 80 GW am Tag und 60 GW in der Nacht. Das Jahres-Total ist bei 630.000 GWh = 630 Terawattstunden (TWh). Der Anteil von Wind- und Solarstrom liegt gegenwärtig bei ca. 19 plus 7 gleich 26 Prozent. Die Anzahl der Windenergieanlagen bei 30.000 und die installierte On- und Offshore-Windleistung liegt bei 50 plus 5 also 55 GW –

wie beschrieben, die Verfügbarkeit von 23 Prozent muss noch berücksichtigt werden.

6. Den Gesamtstrombedarf Deutschlands könnte man mit ca. 55 bis 65 Kernkraftwerken zu je 1.500 MW Leistung abdecken. Zusätzliche Stromspeicher wären nicht nötig.

Die Kernkraftwerke haben eine jährliche, rein technische Verfügbarkeit von 85-90 Prozent. Man schaltet sie zeitlich verschoben, jeweils ca. 6 Wochen pro Jahr zur Wartung ab.

1.000 MW ist die oft genannte Standardklasse von KKW. Sie wurde aber längst um ca. 50 Prozent höher ausgelegt, da entsprechend leistungsfähigere Dampfturbinen zur Verfügung stehen.

7. Alternativ wären 200.000 Windturbinen der 2-MW-Klasse zur DEckung des Strombedarfs notwendig. Plus riesige Pumpwasserspeicher – äquivalent dem Anheben des Bodensees um 300 Meter.

Würde man den Gesamtstrombedarf mit 2-MW-Klasse-Windturbinen erzeugen, bräuchte man rein leistungsmäßig $70 / 0,002 = 35.000$ Windturbinen. Die 70 kommt von den bereitzustellenden durchschnittlichen 70 GW. Im installierten Schnitt hatten die Windräder im Jahr 2017 eine Leistungsverfügbarkeit von ca. 23 Prozent (kann etwas im Jahresvergleich schwanken), also bräuchte man eigentlich $ca. 35.000 / 0,23 = 150.000$ Windturbinen, um den tatsächlichen Strombedarf zu decken. Gewaltig, aber es kommt noch heftiger.

Für eine Woche den Bodensee um 100 Meter anheben

Würden all diese 150.000 Windturbinen Strom generieren, wären auch Stromverbraucher von 300 GW notwendig. Die 300 GW Stromverbraucher gibt es aber eigentlich nicht, im wesentlichen nur die 60-80 GW.

Im Stromnetz bestimmen nämlich die Stromverbraucher die Höhe der Stromerzeugung!. Also müsste man für den „überschüssigen“ Strom noch extra neue Verbraucher installieren, praktischerweise „Stromspeicher“ aufladen. Den besten Nutzungsgrad haben Pumpwasserspeicher, bei diesen gehen nur ca. 25 Prozent der aufgewendeten Elektroenergie verloren, inklusive den Stromzuleitungsverlusten. Notwendig wären also rund $150.000 / 0.75$ ist gleich 200.000 Windturbinen der 2-MW-Klasse.

Da man in Deutschland im Jahresverlauf aber gut 20 Wochen hat, wo der Wind kaum weht (dies manchmal sogar mehr als 2 Wochen in Folge), bräuchte man

mindestens ein Speichervolumen, welches den Strombedarf von 2 bis 3 Wochen vorhalten kann. Eine Woche Stromspeicherkapazität vorzuhalten, entspricht anschaulich dem Anheben des kompletten Bodensees um ca. 100 m.

8. Würde man allein mit Photovoltaik die Stromversorgung sicherstellen wollen, bräuchte man mindestens 4.000 Quadratkilometer Solarpanelfläche bzw. 25 Prozent mehr inklusive einer Speicheraufladereserve. Plus riesige Pumpwasserspeicher.

Diese 4.000 qkm würden den Stromjahresenergiebedarf von 630 TWh decken, bei einem angenommenen Solarzellen-Wirkungsgrad von 15 Prozent und dem gemessenen, mittleren Wert der Solarstrahlung von 1,05 MWh pro Jahr und pro qm für die Breitengrad-Region Deutschlands. Die wesentliche Betriebsbeschränkungen hat man im Winterquartal, wo die Solarleistung sehr tief ist. Ein von Solarmodulen aufgeladener Pumpwasserspeicher müsste sehr grob 1 bis 3 Monate vorhalten können. Das wäre ein noch unrealistischeres Konzept als bei der obigen Betrachtung zu den Windturbinen.

Die Solarpanelfläche ist optimistisch tief abgeschätzt, näheres wird hier nicht betrachtet.

9. Im Überschlag würde man anstelle jedes KKW über 3.000 WS-Anlagen zu je 2 MW und 180 m Höhe oder über 100 qkm Solarpanelfläche benötigen. Plus die riesigen Stromspeicher. Welches Herz würde da höher schlagen? Das des Ökologen, des Bankiers oder des Anlagenherstellers?

10. Der Zustand der Stromerzeugung in Deutschland ist unnötig schlecht. Die Blackout-Gefahr ist hoch. Der Grund liegt im ideologischen Konzept der „Energiewende“, die ein Konstrukt von fachfremden Parteien/Gruppen ist und unterstützt wurde von ihnen gewogenen Lobby-Organisationen und „Denk-Fabriken“.

Der Ausbau der Nutzung der Solarenergie (Photovoltaik, Solarthermie) und Windenergie ist im Prinzip zwar richtig, aber (auch ökologisch) komplex. Allein schon der hohe technische und ökonomische Aufwand zur Nachregelung der Schwankungen von Wind- und Solarstrom ist immens. Er steigt überproportional mit dem WS- & SS-Anteil im Strommix an. Falls die 100 Prozent Verfügbarkeitsanforderung an die Stromerzeugung im Betrieb nicht zu jeder Zeit erfüllt wird, tritt der zu Recht gefürchtete Blackout ein. Dieses Szenario ist nicht unwahrscheinlich, weil die Nachregelung aufwändig und unsicher ist, nicht zuletzt aufgrund extern verursachter Systeminstabilitäten wie etwa bei großflächigen Sturmweatherlagen.

Unnötig war auch der kopflose Ausstieg aus Betrieb, Forschung und Weiterentwicklung der Kernenergie. Sie ist zwar sehr komplex, aber aufgrund ihrer enormen Energiedichte kommt sie mit sehr wenigen Anlagen aus. Das Entwicklungspotenzial ist gleichermaßen technologisch herausfordernd wie enorm hoch. Eigentlich ideal für ein hochentwickeltes Industrieland mit guter Bildungs- und Forschungsinfrastruktur.

Die Energiewende ist ein beträchtlicher Rückschritt.

Nur mit effizienten und riesigen Stromspeichern könnte man die mit dem weiteren Ausbau von WS & SS einhergehenden, immer größer werdenden Stromerzeugungsfrequenzen ausbalancieren. Technisch-ökonomisch noch vernünftig realisierbar sind Pumpwasserspeicher der Leistungsklasse von 1 bis 2 GW und einem Vollastbetrieb von 8 Stunden bis 1 Tag. Für die real benötigte Leistungsklassen der Speicher reicht das nicht im entferntesten. Nimmt man noch die oben genannten Betriebseinschränkungen der WS- & SS-Anlagen hinzu, muss man das EE-Konzept als gescheitert betrachten. Auf sonstige Umweltprobleme bei der Herstellung zentraler Komponenten von WS- & SS-Anlagen wird hier nicht eingegangen.

11. Die Energiepolitik muss sich seriös an den physikalischen, ökologischen und ökonomischen Realitäten orientieren. Die Nutzung der Solarenergie, Kernenergie und fossilen Energie sollten die drei Säulen der Stromerzeugung bleiben und weiter entwickelt werden.

Zu den physikalischen Gegebenheiten. Die Sonne wird noch einige hundert Millionen Jahre „gutartig“ aktiv sein und die Kernenergie hat eine riesige Energiedichte, ist emissionsfrei, und der Zeithorizont bei optimierter Nutzung reicht mindestens tausende von Jahren. Die Ressourcen der fossilen Energieträger reichen grob hundert bis einige hundert Jahre. Die CO₂-Emissionen sind aber hoch und wahrscheinlich so massiv umweltbeeinflussend, dass man sie so stark wie möglich minimieren müsste.

Welche Technik kann was leisten?

Der Horizont der Solarenergie (Solarvoltaik, Solarthermie, Windenergie):

Die Solarenergie ist zukunftsweisend, auch wenn sie aus Gründen der Stromerzeugungsfrequenzen und der sehr geringen Flächendichte stark flächenverbrauchend und materialaufwendig ist. Grundsätzlich ist sie technisch nur bedingt ausgereift und ihre Einsatzgüte sehr standortabhängig.

Der Horizont der Kernenergie:

An dieser Stelle wird die Kernenergie, basierend auf Kernspaltung, betrachtet, nicht die Kernfusion. Die Kernenergie ist zukunftsweisend, auch wenn sie aus sicherheitstechnischen Gründen (Radioaktivität) komplex ist. Aufgrund ihrer riesigen Energiedichte ist der Flächenverbrauch & Materialaufwand sehr klein. Die Verbesserung der Sicherheits- und Anlagenkonzepte ist Kennzeichen jeder normalen industriellen Entwicklung; diese erfolgt kontinuierlich in Zyklen von einigen Dekaden.

Der Horizont der fossilen Energie:

Die Nutzung der fossilen Energieträger bleibt gegenwärtig und auf mittelfristig absehbare Zeit eine starke Säule der Stromproduktion. Erhöhungen des Wirkungsgrads und emissionsmindernde Maßnahmen können zum Teil die Ressourcen- und Umweltproblematik mildern.

Der Horizont der Biomasse:

Grundsätzlich hat sie auch Ressourcen- und Umweltprobleme. Die Weiterentwicklung zu einer mittelstarken Säule der Stromerzeugung ist sinnvoll.

Die Gesamtsituation der Energiepolitik:

Leider ist die Energiepolitik der letzten Jahrzehnte immer ideologischer geworden. Ein unausgereiftes, wenig koordiniertes WS-/SS-/Biomassestrom-Sammelsurium wurde subventionsgefördert installiert. Die Kernenergie wurde abgewürgt. Die Diskussionen um die Zukunft der fossilen Energieträger wurden immer irrealer. Die konventionelle KW-Industrie & der KW-Anlagenbau sind im Niedergang und die deutschen Hersteller der Solartechnik meist pleite gegangen. Innerhalb des Zeitraums von 2000 bis 2015 wurden 150 Milliarden Euro an EE-Subventionen aufgebracht und für 2015 bis 2025 werden weitere 370 Milliarden Euro geschätzt. Mit diesem Finanzrahmen sollte man besser wirtschaften können.

Das Trugbild, dem man nicht unterliegen darf:

Die Vorstellung es gebe den oder die ideal geeigneten Energieträger zur Stromerzeugung, ist ein großes Trugbild bzw. reine Propaganda. Die tatsächliche Herausforderung ist es, optimierte Kombinationen unterschiedlich brauchbarer, im Grunde genommen auch recht problematischer Energieträger zu finden.

Eine bildungs- und wissensorientierte Industriegesellschaft müsste eigentlich in der Lage sein, gute Alternativen zur verfehlten Energiewende zu finden. Dabei sollten die „Chefplaner“ bzw. „Denk-Fabriken“ der jetzigen „Energiewende“ außen

vor bleiben. Sie haben zusammen mit den „Chefvisionären“ der Mainstream-Politik eindrucksvoll bewiesen, dass sie eine Ideologie- und Umverteilungs-Agenda haben. Die Energiepolitik ist aber viel zu wichtig, als dass man sie Manipulateuren und fachfremden Ethikkommissionen überlassen könnte.

***Volker Voegele** ist promovierter Physiker und lebt in der Schweiz. Er hat über 20 Jahre Berufserfahrung in der Leittechnik für Großkraftwerke und ist seit 2017 pensioniert.*