

Sind regenerative Energien wirklich die Alternative?

Dipl.-Ing. Willy Fritz

Im überregionalen Teil unter der Rubrik Wirtschaft erschien Mitte April 2022 in diversen Lokalzeitungen ein Beitrag mit dem Titel „Windkraftausbau an Land stockt“. Der Artikel war mit dem Kürzel dpa gekennzeichnet, d. h. von der Deutschen Presseagentur und stammt daher nicht aus der Feder eines Lokalredakteurs. Inhaltlich geht es um das geplante Maßnahmenpaket des derzeitigen Wirtschaftsministers Robert Habeck für einen beschleunigten Ausbau der Windenergie, um die Klimaziele und natürlich auch die Unabhängigkeit von russischen Öl- und Gasimporten zu erreichen. Mit Windkraft- oder Photovoltaik-Anlagen wird elektrischer Strom erzeugt. Dieser Strom wird im Stromnetz augenblicklich nachgefragt und muss auch augenblicklich zur Verfügung stehen. Elektrischer Strom ist bildlich gesehen nichts anderes als ein „Elektronengeschubse“ in einem Metallkabel. Wenn man vorne Elektronen rein pumpt, müssen diese am anderen Ende des Kabels sofort entnommen werden, entweder durch einen Verbraucher oder einen Speicher. Ansonsten bricht das elektrische Stromnetz zusammen!

In dem erwähnten Beitrag ist es den Verfassern in einem einzigen, kurzen Satz gelungen, das in den Planungs- und Entscheidungsebenen sowie in den Medien verbreitete Unwissen bezüglich Windkraft darzustellen: **„115 GW Energie sollen bis 2030 mittels Windkraft erzeugt werden“**.

Erstens, das muss man erst mal hinbekommen! Schon die ersten 3 Worte haben es in sich: „115 GW Energie...“. Für Nicht Techniker sei erläutert: Der Begriff kW bzw. GW (Kilowatt, Gigawatt) ist die Einheit der Leistung und nicht der Energie! Energie ist viel mehr das Produkt aus Leistung mal Zeit, genau genommen das Integral bei schwankender Leistung über die Zeit, und hat die Einheit kWh bzw. GWh (Kilowattstunde, Gigawattstunde). Die in einem bestimmten Zeitraum verbrauchte Energie wird abgerechnet und muss bezahlt werden. Soviel mal zum Grundsätzlichen!

Zweitens, bei der Stromerzeugung kann nun z. B. der Jahresertrag durch eine durchgehende, nahezu konstante Leistung wie z. B. bei einem Atom- oder Kohlekraftwerk erzeugt werden, oder aber durch eine extrem schwankende Leistung wie bei Wind- und Photovoltaik mehr oder weniger zusammen gestochert werden: Zeiten, in welchen überhaupt keine oder nur sehr geringe Leistung zur Verfügung steht, wechseln sich ab mit Phasen, an denen zu viel (nicht benötigte) Leistung zur Verfügung steht.

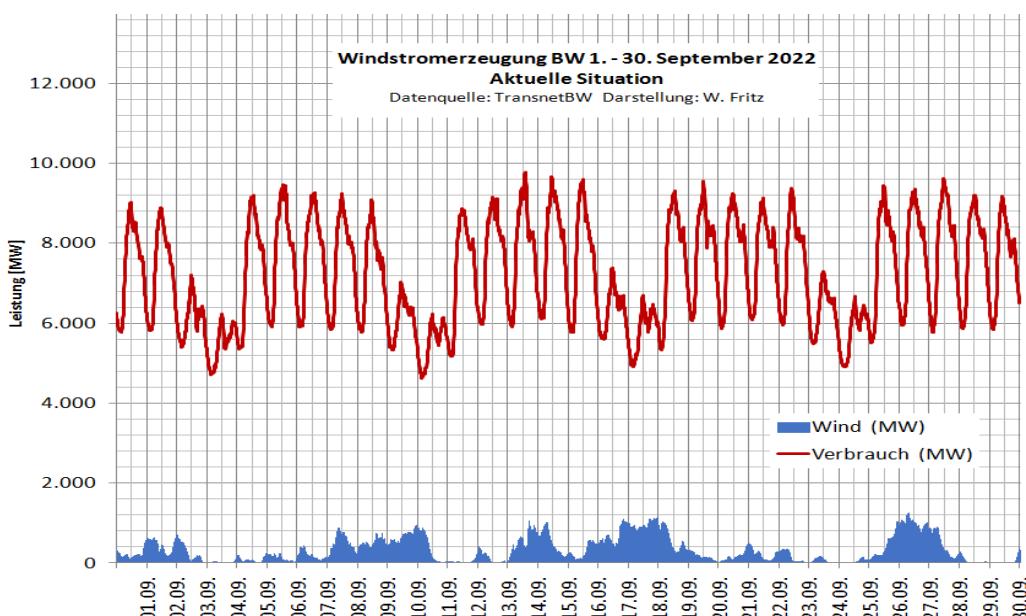


Abbildung 1: Verbrauch von Strom und dessen Erzeugung durch WKAs im September 2022

Drittens, durch die Installation von genügend Kapazität kann man jeden gewünschten Jahresertrag erzeugen, eine durchgängige, sichere Versorgung ist damit aber noch lange nicht garantiert. Genau diese Milchmädchenrechnung wird bei Wind- und Solarstrom grundsätzlich durchgeführt. Die vorhandene Kapazität wird linear erhöht, um den gewünschten Jahresertrag zu erzeugen, so einfach ist das. Die ständig erforderliche Gleichheit von Erzeugung und Verbrauch wird schlichtweg ignoriert, bzw. soll durch eine Speichertechnik erreicht werden, die aber erst noch entwickelt werden muss.

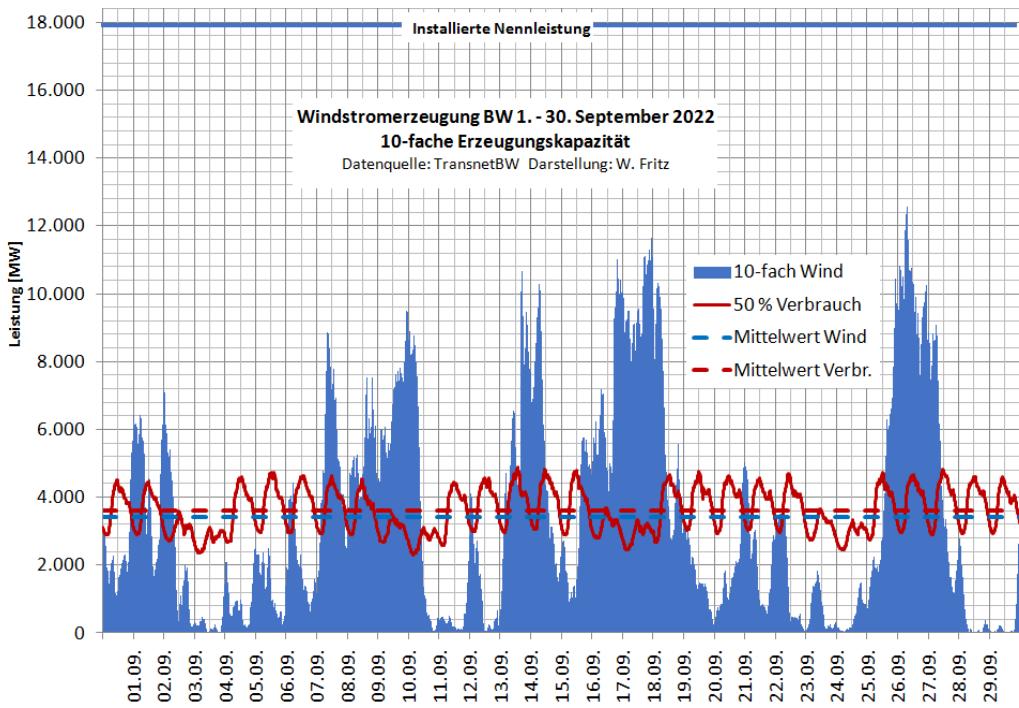


Abbildung 2: Um zukünftig die Hälfte des Stromverbrauchs alleine mit WKAs zu decken, müsste die installierte Leistung verzehnfacht werden (Daten aus Abb. 2 entsprechend skaliert).

Viertens, auch der Begriff 115 GW Leistung wäre nicht richtig, es müsste Nennleistung heißen. Bei einer Windkraftanlage wird ein Generator mit einer maximalen Nennleistung verbaut, die im Realbetrieb aber nur äußerst selten tatsächlich erreicht wird. Dies ist allgemein bekannt, wird aber mittlerweile großzügig übergangen. Die Angabe von Windenergieanlagen mit einer Leistung von so und so viel MW oder GW täuscht daher eine nicht vorhandene Leistungskapazität vor, die dann mit der Leistung von konventionellen Kraftwerken, die ihre Nennleistung auch tatsächlich kontinuierlich bringen können, verglichen wird. Also ist bundesweit bis 2030 mit einem Ausbau der Windenergie auf 115 GW Nennleistung zu rechnen. Wie in dem Artikel richtig beschrieben ist, betrug die Ende 2021 installierte Nennleistung 56 GW. D. h., die Nennleistung wird bis 2030 rund verdoppelt. Auch die Photovoltaik-Leistung soll verdoppelt werden. Derzeit sind ebenfalls 56 GW an Peak-Leistung installiert. Die Peak-Leistung (kWp) entspricht der maximal möglichen Leistung einer Solarpaneele (senkrechte Einstrahlung, optimale Umgebungstemperatur von 25 °C), die im Realbetrieb nie erreicht wird. Bestenfalls werden etwa 80% dieser Leistung erreicht. Im Hochsommer sind die Temperaturen zu hoch, im Frühjahr, Herbst und Winter ist der Sonnenstand zu tief. Somit sind bis 2030 ebenfalls 115 GW Peak-Leistung an Photovoltaik zu erwarten, insgesamt also eine Nennleistung von insgesamt 230 GW an regenerativer Energie.

Der Leistungsbedarf in Deutschland schwankt zwischen 45 GW (Minimum in der Nacht) und 80 GW (Maximum). Das Maximum tritt an Werktagen um die Mittagszeit und abends zwischen 19:00 und 21:00 Uhr auf. Im Jahresmittel liegt der Leistungsbedarf bei 60 GW. Man hätte also allein durch Windenergie und Photovoltaik mehr als die dreifache Nennleistung des Durchschnittsbedarfes installiert. Nun steht aber die Nennleistung bei weitem nicht zur Verfügung. Bei der Windenergie erreicht man im Jahresmittel selbst in einem guten Windjahr bestenfalls eine Leistungsabgabe von

25% der Nennleistung. Bei der Photovoltaik sind es nur 10% durch Totalausfall zwischen Sonnenunter- und -aufgang und reduzierter Leistung am frühen Morgen und am Spätnachmittag. Somit beträgt also die zur Verfügung stehende jährliche Durchschnittsleistung von Windenergie $115 \text{ GW} \times 0,25$ (25% Nutzungsgrad) = 28,75 GW (Wind) und von Photovoltaik $115 \text{ GW} \times 0,1$ (10% Nutzungsgrad) = 11,5 GW (Solar), summa summarum 40,25 GW. Hinzu kommen dann noch 8,5 GW aus Biomasse und 4 GW aus Laufwasserkraftwerken. Beide sind mit dieser Kapazität bereits heute vorhanden und eigentlich nicht mehr weiter ausbaubar. Also beträgt die insgesamt verfügbare Jahresdurchschnittsleistung $40,25 + 8,5 + 4 = 52,75 \text{ GW}$. Das reicht für einen mittleren Jahresleistungsbedarf von 60 GW nicht aus! Derzeit sind zusätzlich Gaskraftwerke mit einer Kapazität von 30 GW installiert. Somit könnte zumindest der jährliche durchschnittliche Leistungsbedarf sicher gedeckt werden.

Jetzt gibt es aber Tage an denen Flaute herrscht, und an denen die Windleistung 10% der Nennleistung und weniger beträgt. 2022 waren dies z. B. der 2. März oder der 23. und 24. März. Bei einem zukünftigen Ausbau der Windenergie hätte man an solchen Tagen dann eine Leistung von 11,5 GW aus Wind, 8,5 GW aus Biomasse und 4 GW aus Laufwasser zur Verfügung. Von der Photovoltaik käme nach Sonnenuntergang naturgemäß nichts. Damit stünden insgesamt 24 GW zur Verfügung, bei einem Bedarf von bis zu 80 GW am frühen Abend. Hier würden auch die Gaskraftwerke bei voller Leistung von 30 GW nicht weiter helfen: Man käme lediglich auf 54 GW. Also müsste man für solche Fälle eine komplette, regelbare konventionelle Stromversorgung in Reserve halten. Solche Tage mit Flauten und zusätzlich trübem Himmel können sich auch im Sommer über mehrere Tage hinziehen.

Das andere Extrem sind Tage mit ordentlichem Wind und viel Sonnenschein. Dies kann im April, Mai oder September durchaus vorkommen, wenn die Windenergie mal 80 % und die Photovoltaik um die Mittagszeit 70% der Nennleistung liefern. Dies ergäbe dann allein aus Wind und Photovoltaik eine Leistung von 172,5 GW, gegenüber einem Bedarf von 80 GW. Das entspricht einer 2,2-fachen Überproduktion! Bei einer solchen Überproduktion kann man einerseits die Windräder komplett abstellen, bzw. die Solarflächen komplett stilllegen (sie reflektieren dann das Sonnenlicht vollständig) oder beides jeweils zur Hälfte. Das wäre natürlich eine energetische Katastrophe, nämlich Energievernichtung! Das möchte man natürlich vermeiden, indem die überschüssige elektrische Energie irgendwie gespeichert werden soll. Außerdem benötigt man ja die überschüssige Energie, um Tage und Wochen mit Unterproduktion zu überbrücken. Da man Elektrizität nur in ganz geringen Mengen direkt speichern kann (Ladung in Kondensatoren) muss man sie in andere, speicherfähige Energieformen umwandeln.

Ein Speichersystem sollte laut offiziellen Anforderungen in der Lage sein, Deutschland notfalls 10 Tage lang komplett mit Speicherstrom zu versorgen. Wie oben dargestellt, beträgt der mittlere Leistungsbedarf 60 GW. Dies ergibt in 10 Tagen eine Energiemenge von $10 \times 24h \times 60 \text{ GW} = 14.400 \text{ GWh}$, die gespeichert werden müsste. Dies zu bewerkstelligen, kommen die nachfolgend aufgeführten Möglichkeiten in Frage.

Erstens, die Pumpspeichertechnik, bei der mit dem überschüssigen Strom Wasser von einem Talbecken in ein höher gelegenes Staubecken gepumpt wird. Dabei werden pro m^3 Wasser bei 100 m Höhendifferenz 0,2725 kWh gespeichert. Diese Pumpspeicherwerke (PSW) stellen derzeit die einzige großtechnisch vorhandene Speichertechnik dar. Die gespeicherte Energie ist dabei um so größer, je höher die Höhendifferenz zwischen den beiden meist künstlich angelegten Becken ist und je größer die Becken sind. Deshalb findet man die PSW vorwiegend in den Mittelgebirgen. Das größte deutsche PSW und eines der größten in Europa befindet sich in Goldisthal in Thüringen mit einer Fallhöhe von über 400 m. Der Bau wurde noch zu DDR-Zeiten begonnen, zwischenzeitlich aus Geldmangel gestoppt, nach der Wende 1991 wieder aufgenommen und 2003 eröffnet. Es hat eine Speicherfähigkeit von 8,5 GWh und eine maximale Leistung von 1 GW, wäre also bei kompletter Füllung nach 8,5 Stunden leergelaufen .

Weitere PSW gibt es im südlichen Schwarzwald, wo auch natürlich vorhandene Staubecken wie z. B. der Schluchsee und der Titisee als bergseitige Speicher verwendet werden. Hier betragen die Höhenunterschiede bis zu 900 m. Diese PSW dienen zur Abdeckung von kurzzeitigen

Lastschwankungen (Spitzenlasten morgens und abends), da sie nur wenige Stunden liefern können. Ein weiterer Ausbau der PSW scheitert an dem massiven Widerstand der Umweltschützer, da sie einen erheblichen Eingriff in die Natur erfordern. So müssen für die bergseitigen Staubecken große Flächen eingeebnet werden. Die Becken sind in der Regel maximal 20 m tief, werden komplett mit Beton beschichtet und weisen steile Uferböschungen auf. Da der Wasserspiegel erheblich schwankt (bis zum kompletten Leerlaufen) sind sie für Freizeitaktivitäten völlig ungeeignet. Sowohl im Schwarzwald als auch in den Alpen waren weitere geplante PSW eben aus Umweltgründen nicht durchsetzbar. Welch enorme Kapazitäten an PSW erforderlich wären, um Deutschland gegebenenfalls längere Zeit mit Speicherstrom zu versorgen, kann man leicht abschätzen: Der Bodensee hat einen Wasserinhalt von 50 km^3 oder 50 Milliarden Kubikmeter. Würde man diese Wassermenge 100 m hoch pumpen, so entspräche dies nach den obigen Ausführungen einer Energiemenge von $50 \times 10^9 \times 0,2725 = 13,625 \times 10^9 \text{ kWh}$ oder 13.625 GWh. Um als die o. g. 14.440 GWh zu speichern, müsste man den Bodensee etwas mehr als 100 m hoch pumpen! Es ist klar, dass sich dies nicht realisieren lässt. Selbst die kleinere Alternative, Kraftwerke vom Typ Goldisthal zu verwenden, scheidet aus: man bräuchte 1800 solcher Kraftwerke.

Auch die häufig diskutierte Alternative, überschüssigen Strom nach Norwegen zu schicken ist illusorisch. In Norwegen gibt es derzeit ein einziges PSW mit einer Speicherkapazität von 320 MWh, ansonsten 1250 Staudamm-Wasserkraftwerke ohne Pumpspeicherfunktion. (Datenquelle: Wikipedia). Selbst wenn diese Kraftwerke auf Pumpspeicherung erweitert würden, würde deren Gesamtkapazität bei Weitem nicht ausreichen, um on Demand für längere Zeit zusätzlich Deutschland zu versorgen. Norwegens Stromversorgung ist nun mal primär für die sichere Versorgung der eigenen Bevölkerung von 5,4 Mio. ausgelegt. Die derzeit regelmäßig nach Deutschland exportierte Überschussleistung bewegt sich unterhalb von 2 GW. Außerdem hat Norwegen schon klar betont, dass man nicht die Batterie Europas werden wolle.

Zweitens, es werden dezentrale Batterie-Speicher aufgebaut. Die Betonung liegt auf dezentral, denn für einen weiten Transport müsste wiederum ein 2,2-fach überdimensioniertes Stromnetz zur Verfügung stehen! Der Vorteil wäre, dass solche dezentralen Batterie-Speicher bei Bedarf innerhalb von Sekunden-Bruchteilen Strom liefern könnten, und so das Netz auch stabilisieren würden, wenn erneuerbare Energieträger schwankende Leistung liefern. Entscheidend für die Netzstabilität ist nämlich der 50 Hertz-Takt. Wird er unter- oder überschritten, droht ein „Black-out“. Aus diesen Gründen gab es hierzu in jüngster Vergangenheit einige Ansätze. So wurden beispielsweise im Oktober 2017 in Schwäbisch Hall eine sogenannte Großbatterie zur Netzstabilisierung in Betrieb genommen. Sie hat eine Speicherkapazität von 1,44 MWh (Megawattstunden, 1 MWh = 1000 kWh) und eine Leistung von 1 MW. Sie könnte also im Extremfall bei voller Ladung und mit voller Leistung gerade mal 1,44 Stunden Strom liefern, das bei der Größe eines Schiffscontainers (Länge 12,4 m). Die Kosten betrugen 0,9 Mio €, was 625 € pro kWh Speicherkapazität entspricht. (Datenquelle: Stadtwerke SHA). Die Preise für Li-Ionen Batterien sind mittlerweile auf etwa 200 € pro kWh gesunken, aufgrund der hohen Nachfrage (E-Mobilität) werden aber allmählich die Rohstoffe (Kobalt, Lithium) knapp und teurer, was eine weitere Verbilligung vorerst eher verhindert.

Um nun z. B. den Windpark Goldboden für einen Tag zu puffern wären bei einer angenommenen durchschnittlichen 20 % Auslastung der Windräder (9,9 MW Nennleistung) $9,9 \text{ MW} \times 0,2 \times 24 \text{ h} = 47,52 \text{ MWh}$ oder rund 50 MWh zu speichern. Das wären dann 33 solche Container. Wollte man gar die oben erwähnten 10 Tage überbrücken, wären es dann 330 Container. Bei jeweils 3 m Abstand zwischen den 12 m langen Containern ergäbe dies 5 Reihen von jeweils 990 m Länge. Also eine ordentliche Containersiedlung auf dem Schurwald nur zur Absicherung der drei Windräder auf dem Goldboden.

Will man das auf ganz Deutschland übertragen, so muss man schon den geplanten Netzbooster in Kupferzell bemühen. Hier soll zur Netzstabilisierung der Südlink-Trasse in Kupferzell (Hohenlohe Kreis) ein Batteriespeicher mit einer Speicherfähigkeit von 250 MWh (0,25 GWh) aufgebaut werden. Die Projektkosten werden auf 188 Mio € geschätzt. Die hierfür erforderlichen Container nehmen eine Fläche von 55.000 m² ein. (Datenquelle: Netzbetreiber TransnetBW). Um somit die 14.400 GWh für eine 10-tägige Überbrückung der Stromversorgung Deutschlands zu speichern bräuchte man $14.400 / 0,25 = 57.600$ solcher Anlagen. Selbst wenn man die Kosten pro Anlage auf 100 Mio. €

senken könnte, wären das noch 5,7 Billionen €. Hinzu käme noch, dass die Batterien bei häufigen Be- und Entladezyklen verschleißt und alle 10-15 Jahre ausgetauscht werden müssten. Dies ist schlichtweg nicht finanziert.

Beide Speichertechniken erscheinen zwar infolge ihrer hohen Wirkungsgrade zunächst recht attraktiv, sind aber durch die geringe Speicherkapazität der Speichermedien limitiert. So beträgt die Speicherkapazität der Li-Ionen Batterien 0,2 kWh pro kg, die von 1 m³ Wasser in 100 m Höhe 0,275 kWh. Zum Vergleich: der Energiegehalt von 1 Liter Diesel beträgt rund 10 kWh. Aus diesen Gründen taugen beide Speichertechniken nur für den kurzzeitigen Ausgleich von Netzschwankungen, weniger aber zur Überbrückung von längerfristigen Unterversorgungen. Dies hat man mittlerweile auch auf Planungsseite so allmählich begriffen.

Drittens, Die Power-to-Gas (P2G) oder allgemein Power-to-X (P2X) genannte Technik Hier wird mittels des überschüssigen Stroms über Elektrolyse Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Der so erzeugte Wasserstoff könnte dann in vielfältiger Weise weiter verarbeitet werden.

Durch eine chemische Reaktion mit CO₂ kann aus dem Wasserstoff Methan, CH₄, erzeugt werden, was identisch mit Erdgas ist. Das hierfür erforderliche CO₂ entsteht derzeit als Abfallprodukt bei der fossilen Verbrennung und soll zukünftig aus der Gärung bei der Biogasherstellung erzeugt werden. Damit könnte man direkt das bestehende Erdgasnetz sowie dessen Speicher zur Verteilung und Speicherung verwenden, so die Vorstellung. Über Gaskraftwerke soll dann die Rückverstromung erfolgen. Weiterhin könnte Methan über weitere chemische Reaktionen zu künstlichen Treibstoffen und zu chemischen Grundstoffen „veredelt“ werden, sogenannte E-Fuels (zum Antrieb von Fahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen) und E-Chemicals. Der Haken in der Sache ist allerdings der geringe Gesamtwirkungsgrad der gesamten Prozesskette. Bei jedem Teilschritt geht Energie verloren, die Wirkungsgrade der Teilschritte multiplizieren sich, so dass nach der Rückverstromung von Methan ein Wirkungsgrad von 0,4 oder 40 % übrig bleibt. Oder: 60 % der ursprünglich vorhandenen, hochwertigen elektrischen Energie gehen beim Durchlaufen der Speicherkette in Form von Abwärme verloren und stehen nicht mehr als Strom zur Verfügung. D. h. um am Ende 100% zu erhalten, muss man am Anfang 250% reinstecken. Oder Wind- und Solarkapazität müssten sicherheitshalber zusätzlich um den Faktor 2,5 ausgebaut werden.

Deshalb hat man sich mittlerweile für die Wasserstofftechnologie als Allheilmittel entschieden. Man beschränkt sich auf die Elektrolyse, der dabei erhaltene Wasserstoff soll alles richten. Er wird gespeichert, soll in verflüssigter Form als Treibstoff für Fahrzeuge dienen, entweder durch Direktverbrennung oder über Brennstoffzellen. In Gaskraftwerken soll er wieder rückverstromt werden. Der Gebrauch von Erdgas soll komplett durch Wasserstoff ersetzt werden. Allerdings kann man die existierende Infrastruktur nicht so ohne Weiteres übernehmen, Das Wasserstoffatom ist das kleinste Atom im Universum und ist gasförmig in Behältnissen und Rohrleitungen nur mit entsprechendem Aufwand zu halten. Auch in flüssiger Form (Speicherung in Tanks) ist wegen des niedrigen Siedepunktes von -252°C ein hoher Isolierungsaufwand erforderlich. Die direkte Wasserstoffverbrennung (Motoren und Gasturbinen) erfordert hochwertige und entsprechend teure Werkstoffe. Hier sind also noch einige Hürden zu bewältigen.

Da die Elektrolyse der erste Schritt jeder P2X Kette ist, wäre es wünschenswert, diesen Schritt möglichst dezentral vor Ort auszuführen, um ein großflächig überdimensioniertes Stromnetz zum Transport der Stromüberschüsse zu vermeiden. Dies ist allerdings nur begrenzt möglich. Es gibt zwar Elektrolyseure in kleineren Einheiten, die ähnlich einer Batterie entsprechend kombiniert werden können, sie besitzen aber dann insgesamt einen schlechten Wirkungsgrad. Außerdem verlangen sie in der Regel eine konstante Stromzufuhr und kommen mit dem Zappelstrom der Windräder nicht zurecht.

Die vierte Möglichkeit wird in Deutschland überhaupt nicht diskutiert, nämlich das Energie-Sparen! Man denke nur an die vielen Stand-by-Geräte!

Selbst wenn diverse Speichertechniken zur Verfügung stünden, wäre nicht gesichert, dass ständig ein ausreichender Energievorrat vorhanden ist. Ein Mangel in den Sommermonaten kann schwerlich durch einen Überschuss in den nachfolgenden Wintermonaten ausgeglichen werden. D. h. auch in diesem Fall müsste eine konventionelle Notstromversorgung vorhanden sein.

Somit ergibt sich folgendes ernüchternde Fazit: Der vom Wirtschaftsminister geplante Ausbau der Windenergie und der Photovoltaik auf jeweils 115 GW Nennleistung (zusammen 230 GW) führt bei einem maximalen Leistungsbedarf (Mittagszeit) von 80 GW bezüglich der Nennleistung zu einer 3-fach überhöhten Erzeugungskapazität. Aufgrund der geringen realen Wirkungsgrade von Windrädern und Solar-Paneeelen reicht selbst diese weit überdimensionierte Erzeugungskapazität nicht aus, um den jährlichen Durchschnittsbedarf von 60 GW zu erzeugen. Auch bei einer zur Verfügung stehenden Speichertechnik nur bedingt. Selbst um den Jahresdurchschnitt zu erzeugen, muss eine kontinuierlich verfügbare, konventionelle Backup-Stromversorgung erheblichen Umfangs vorhanden sein. Da nicht anzunehmen ist, dass bis 2030 eine realisierbare Speichertechnik zur Verfügung stehen wird, muss für die Zeiten des Totalausfalls von Wind- und Solarstrom auf jeden Fall eine komplette konventionelle Stromversorgung in ständiger Bereitschaft vorhanden sein. D. h., wir leisten uns den Luxus einer insgesamt 4-fachen Stromversorgung! Rational ist dies nicht mehr nachvollziehbar!

Für solch eine völlig untaugliche Stromversorgung werden erhebliche Einschränkungen in den Bereichen Arten-, Natur- und Landschaftsschutz vorgenommen, d. h. radikale Auflockerungen der bestehenden Gesetze. Dies ist nicht hinnehmbar, und zwar aus folgendem Grund: Solche katastrophalen Fehlentscheidungen liegen in der Tatsache begründet, dass man den Unterschied zwischen Jahressertrag (kWh, GWh) und augenblicklicher Leistung (kW, GW) nicht kennt oder versteht und ebenso wenig zwischen Nennleistung und tatsächlich verfügbarer Leistung nicht unterscheiden kann. Das ist in etwa so, als ob der Finanzchef eines Konzerns nicht zwischen Brutto und Netto unterscheiden kann. Für die Nation der Dichter und Denker ist dies ein Armutzeugnis!

Dazu wird das Ganze noch verharmlost: Man benötige ja nur 2% der Landesfläche für Windmühlen. Natürlich benötigt so ein „Vogelschredder“ nur eine Grundfläche von ca. 0,5 ha, wie immer betont wird. Aber selbst ein einzelnes Windrad auf einem Höhenzug oder in einer weitläufigen Ebene führt zu einer großräumigen optischen Entwertung ganzer Landschaften. Gerade in unserer heutigen Zeit, in der unser Blickfeld sowohl in der Freizeit als auch während der Arbeit durch den ständigen Blick auf begrenzte Flächen wie Smartphone, Tablet, Notebook, Computerbildschirm und Fernseher begrenzt wird, braucht der Mensch zur Selbstfindung und Entspannung hin und wieder den Sternenhimmel über sich, oder den Blick in weite natürliche Landschaften, seien es Berge, sanfte Hügellandschaften oder weite Ebenen und keine sich drehenden dreiblättrigen Rotoren. Es ist schon grausam, wenn die Dinger still stehen, aber wenn sie sich auch noch drehen, ist es unerträglich. Und das alles, wie erwähnt, für eine untaugliche Stromversorgung.

15. Oktober 2022
85591 Vaterstetten

Dieser Artikel war als Beitrag in dem Buch „**Naturraum Schurwald**“ enthalten, das im Manfred Hennecke Verlag, 73690 Remshalden erschienen ist.
ISBN: 978-3-948138-12-7, www.verlag-hennecke.de