

Wind-Wahnsinn
Retten wir die „Energiewende“
durch Gas-Kraftwerke?
- Nein!

Einleitung

In einer zuvor erschienenen Abhandlung mit dem Titel: „Wind-Wahnsinn – Retten wir die „Energiewende“ durch Speicher? Nein!“ wurde ausführlich nachgerechnet und gezeigt, dass ein zivilisiertes Hochindustrieland wie Deutschland nicht allein durch Wind und Sonne mit elektrischer Energie versorgt werden kann. Der Grund dafür ist die beispiellose Volatilität (Schwankungsbreite) dieser beiden Stromlieferanten. Niemals auch nicht ansatzweise kann der vorhandene Strombedarf eines Industrielandes in Einklang gebracht werden mit der angebotenen Energie durch Windkraft- oder Photovoltaik-Anlagen.

Vorbemerkungen:

1: Der Begriff „Energieerzeugung“, wie er in Teilen der selbst ernannten Wissenschaft benutzt wird, ist physikalisch völlig inkorrekt.

Energie kann nie erzeugt, sondern nur umgewandelt werden.¹

Deswegen wird in dieser Abhandlung der Begriff „**Stromerzeugung**“ benutzt, wenn die Umwandlung anderer Energieformen (z.B. Strahlungsenergie der Sonne oder kinetische Energie des Windes) in elektrische Energie gemeint ist.

2: Die Begriffe „Erneuerbare Energien – EE“ oder „Regenerative Energien“ sind ebenso irreführend. Energie kann nur umgewandelt, nicht „erneuert“ werden.

Diese Begriffe werden hier als Sammelbegriffe für Stromenergie aus Wind- und PV-Anlagen beibehalten, da sie gebräuchlich geworden sind. Korrekt wäre es, von volatiler Energie zu sprechen, um keine falschen Vorstellungen zu erwecken.

3: Bei allen Diskussionen über erneuerbare/regenerative Energien ist immer genau zu unterscheiden zwischen elektrischer Energie, gemessen z.B. in MWh, und elektrischer Leistung, gemessen z.B. in MW. Beispiel: Eine gewöhnliche Herdplatte benötigt eine Leistung von 2kW; wird eine halbe Stunde gekocht, wurde eine Energie (Arbeit) von 1kWh gebraucht.

Die Evidenz des Scheiterns

Dass die von interessierten Kreisen als gelungen herbeigeredete Energiewende in Wirklichkeit nicht einmal das Papier wert ist, auf das sie bisher beschrieben wurde, zeigt die rüde Realität. Den erhellenden Einblick in diese Realität der „Energiewende“ konnte man in der aktuellen Dunkelflaute vom 28.11. bis 17.12.2022 gewinnen.

In dieser Zeit lag der Anteil von Wind und PV zusammen an der Gesamt-Stromerzeugung in Deutschland teilweise nur bei 8%.

Die konventionellen (und angepasst an den Bedarf regelbaren!) Energielieferanten Braunkohle, Steinkohle, Gas und Kernkraft liefen auf Hochtouren.

Infolge dessen war der CO₂-Ausstoß pro kWh von Deutschland so, wie in guten alten Zeiten: um die 800 g/kWh.

Damit war Deutschland wenigstens in dieser Disziplin Vize-Europameister direkt nach Polen.

¹ <https://www.enbw.com/energie-entdecken/physik/energieerhaltung/#:~:text=Energie%20kann%20weder%20erzeugt%20noch,je%20nach%20Umwandlung%20unterschiedlich%20hoch.>

Die Aussagen eines dazu passenden Artikels in Welt-Online am 20.11.2022 in einem Interview mit dem Chef des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe mit dem Titel „Müssen davon ausgehen, dass es im Winter Blackouts geben wird“ wurden in den folgenden Tagen von Mitarbeitern dieses Amtes relativiert und teilweise zurückgenommen. Es kann eben nicht sein, was aus Sicht der Energiewender nicht sein darf

Eine Wende, die nicht durch Speicher gewendet werden kann

In der Abhandlung „Wind-Wahnsinn - Retten wir die „Energiewende“ durch Speicher? Nein!“ wurde untersucht, ob die Volatilität von WKA und PV durch eine riesige Infrastruktur von Glättungsspeichern ausgeglichen und an den Bedarf angepasst werden kann.

Mit „Glättungsspeicher“ wird eine Speicherstruktur bezeichnet, in die überschüssiger Wind- und Sonnenstrom in Zeiten des Überangebotes, wenn das Angebot größer ist als der Bedarf, weggespeichert und in Zeiten des Unterangebotes, wenn der Bedarf größer ist als das Angebot, zur Deckung des Bedarfs aus dem Speicher wieder entnommen wird.

Denn es gibt ein unauflösliches Dilemma zwischen den folgenden Faktoren:

- eine maßlose Vervielfachung der Wind- und PV-Anlagen, um den „fossilen“ Strom durch den sogenannten „regenerativen“ zu ersetzen; vorgeschlagen wird z.B. mindestens eine Verdreifachung der Onshore WKA-Anlagen, was zur Folge hat, dass pro 4 Quadratkilometer flächendeckend über Deutschland eine WKA steht,
- eine benötigte Mindestgröße des Glättungsspeichers,
- gigantische Importkosten zur Bedarfsdeckung in den Zeiten mit leerem Glättungsspeicher,
- exorbitante Kosten der Abregelung von nicht-speicherbarem Überangebot bei bereits vollem Glättungsspeicher, also Kosten für die sogenannte „Ausfallarbeit“ in der EEG-Terminologie, d.h. Arbeit, die zwar nicht erbracht, aber vom Gebühren- oder Steuerzahler voll bezahlt wird.

Versucht man eine oder mehrere dieser 4 Größen zu verkleinern, steigen die übrigen Größen unweigerlich an.

Notwendige Maßnahmen zum Netzausbau und für das immer komplexer und teurer werdende Netz-Management und die daraus entstehenden Unkosten sind dabei noch gar nicht betrachtet.

In der oben zitierten Abhandlung wurde gezeigt, dass die immer wieder beschworenen verschiedenen Speicher-Technologien Pumpspeicher, Wasserstoff-Elektrolyseure, Lithium-Batterien nur mit technisch-wirtschaftlichen Größenordnungen von monströsen Ausmaßen zu realisieren wären und völlig realitätsfern sind, wenn man von folgenden Annahmen ausgeht:

- der zukünftige Bedarf ist gleich dem aktuellen Bedarf, wobei dies bei zunehmender Zahl von E-Autos und Wärmepumpen optimistisch ist, es sei denn anderswo erfolgt sogenannter Lastabwurf,
- der zukünftige jährliche Zeitverlauf des Dargebotes an Wind- und Sonnenenergie in Deutschland folgt dem chronologischen Zeitverlauf der letzten Jahre, was aus den Daten in einschlägigen Portalen realistisch zu sein scheint,
- die Wind- und PV-Anlagen werden so vervielfacht, dass unter Einsatz eines Glättungsspeichers die Kosten für Import und Ausfallarbeit möglichst minimiert werden,

- die typischerweise notwendige Kapazität des Glättungsspeichers beträgt mindestens 10 TWh.

Andere regenerative Energieträger wie Biomasse, Laufwasser, Geothermie werden nicht betrachtet, weil sie nicht ausbaubar sind und mengenmäßig eine geringe Rolle spielen.

Obwohl schon diese Anforderungen aus physikalisch-technischen Gründen, ganz zu schweigen von den horrenden Kosten, außerhalb des Bereichs des Möglichen liegen, wird die Energiewende durch die politisch Verantwortlichen weiter verschärft. Frei nach dem Motto: „wenn etwas nicht klappt, dann immer mehr vom Gleichen“.

Verschärfte Anforderungen an die Wende durch „Klima-Neutralität 2045“

In dem „Novellierten Klimaschutz-Gesetz 2021“ wurde insbesondere festgelegt, dass die Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahre 2045 „klimaneutral“ werden muss. Dies bedeutet im Klartext, dass der gesamte summierte CO₂-Ausstoß auf mindestens Null oder darunter z.B. mit Hilfe von „Negativemissionen“ durch CCS, Carbon Capture and Storage, zu reduzieren ist. Da insbesondere auch die Kernkraftwerke wegfallen sollen, kann sämtliche Energie-Bereitstellung in den Sektoren Industrie, Verkehr, Gebäude, Energiewirtschaft nur noch über Sonne und Wind oder über importierte „grüne“ Energieträger realisiert werden.

Dies führt zur sogenannten „Sektor-Koppelung“, d.h. nicht nur die Energiewirtschaft muss künftig fast ausschließlich mit Wind- und PV-Strom versorgt werden, auch die drei anderen Sektoren müssen entweder direkt über EE-Strom, z.B. Wärmepumpen im Gebäudesektor, E-Autos im Verkehrssektor, betrieben werden oder z.B. mit „E-Fuels“, den E-Kraftstoffen, die aus EE-Strom erzeugt werden.

Dies führt wiederum zu einer deutlichen Erhöhung des künftigen Strombedarfs gegenüber dem aktuellen Bedarf (ca. 530 TWh in 2022). In der Abhandlung „Wind-Wahnsinn – Retten wir die „Energiewende“ durch Speicher? Nein!“ wurde die künftige Bedarfsvergrößerung durch Sektor-Kopplung nicht berücksichtigt. Die Sektor-Kopplung steigert nur die Unmöglichkeit, ausschließlich auf EE-Strom zu setzen.

Nun aber gerade: Das Unmögliche muss auf Biegen oder Brechen möglich gemacht werden

Unter dem Sammel-Titel „Big 5“ werden entsprechende Analysen und Vorhersagemodelle von 5 führenden und regierungsnahen Instituten vorgenommen. Sie lassen nichts unversucht, Szenarien zur Erreichung der „Klima-Neutralität 2045“ zu entwickeln, auch wenn diese aus technisch-naturwissenschaftlichen, wirtschaftlichen und geographischen Gründen nur reine Phantasiegebilde sind. Von Umwelt- und Natur- und auch Menschenschutz ganz zu schweigen. Auf diese Analysen wird zusammenfassend in einer Darstellung des Prognos-Institutes eingegangen²

Zwar führen diese Studien aus, dass die Forderung der „Klimaneutralität 2045“ zu mindestens einer Verdoppelung des Strombedarfs und zu einer Vervielfachung der Wind- und PV-

² Prognos AG: Vergleich der „Big 5“ Klimaneutralitätsszenarien, 16.03.2022

Stromerzeugung in Deutschland um Faktoren zwischen 5 bis 10 (je nach Modell) führen muss, auf die sich dadurch verstärkende Volatilität der Stromgenerierung und die dadurch verschärfte Glättungsspeicher-Problematik gehen die Studien nur sehr pauschal ein.

Die dort angegebenen Größenordnungen von angeblich ausreichenden Speicherkapazitäten widersprechen allesamt den Ergebnissen der Berechnungen und Simulationen zur Glättungsspeicherung.

Aus fakten-basierter Sicht sind die genannten Studien in dieser Beziehung daher nur als haltloses Wunschdenken zu bezeichnen.

Wenn die Autoren allerdings in jedem zweiten Absatz betonen, dass es sich bei dem Vorhaben „Klimaneutralität 2045“ um die bisher größte technisch-wirtschaftliche Herausforderung in der Geschichte unseres Landes handelt, dann fordern sie nichts weiter, als die naturwissenschaftlichen Gesetze dieses Planeten aufzuheben. Es nimmt nicht wunder, dass viele Menschen sich an eine solche Diktion unlieb erinnern.

Die drei noch konkretesten Vorschläge dieser Studien zur Behandlung der Volatilitäts-Problematik laufen auf Folgendes hinaus:

1. den Bedarf an das volatile Angebot anzupassen durch Lastreduktion, Lastverschiebung. Der dafür von vielen Energiewendern benutzte Begriff „Spitzenglättung“ ist irreführend. Gemeint ist „Lastabwurf“ bei Unterangebot,
2. das regenerative Überangebot zur Wasserstoff-Elektrolyse zu verwenden,
3. für eine Übergangszeit das Unterangebot durch den Einsatz zusätzlicher Gas-Kraftwerke mit importiertem fossilem (!) Erdgas auszugleichen.

Ad 1: „Spitzenglättung“

Dies bezieht sich z.B. auf die Reduzierung der bei einem Verbraucher für das Laden eines E-Autos und den Betrieb einer Wärmepumpe verfügbaren Leistung.

An einem entsprechenden Konzept wird nach einem Bericht von Welt-Online vom 17.12.2022 aktuell von der Bundesnetzagentur gearbeitet.

Zur Lastreduktion gab es bis zum Juli 2022 noch eine „Verordnung über abschaltbare Lasten“, die es den Netzbetreibern ermöglichte, in gemeinsamer Abstimmung mit Großverbrauchern deren Lasten zeitweise zu reduzieren. Seit dem Auslaufen dieser Vereinbarungen drohen im Notfall unvereinbarte regionale Lastabwürfe (sog. „Brown-outs“) oder im Extremfall landesweite Black-outs.³

Ad 2: Die Idee der Wasserstoff-Elektrolyse

Dieser Ansatz ist vom Prinzip her die Erzeugung von „grünem“ Wasserstoff aus überschüssigem EE-Strom und seine Einleitung und Speicherung im vorhandenen Gasnetz. Es wird allerdings von den „Big 5“ nicht ausgeführt oder modelliert, ob dieser Wasserstoff anschließend als Glättungsspeicher zur Behebung des Strom-Unterangebotes eingesetzt werden soll. Es werden nur eine Reihe von Traumszenarien präsentiert, wie dieser Wasserstoff künftig in ganz neuen Technologie- und Produktionsprozessen in den 4 Sektoren eingesetzt werden „könnte“.

³ https://www.gesetze-im-internet.de/ablav_2016/BJNR198400016.html

Die in den „Big 5“-Untersuchungen angenommenen Dimensionierungen einer solchen Elektrolyse-Infrastruktur sind allerdings viel zu klein, um die Volatilitätsproblematik auch nur im Ansatz zu lösen.

Die Studien gehen von einer Speicherung des Wasserstoffs im vorhandenen Erdgas-Verteil- und Speichernetz aus, während in der Abhandlung über den „Wind-Wahnsinn“ eine Speicherung mit gekühltem flüssigem Wasserstoff angenommen wurde.

Die benötigte Dimensionierung der Elektrolyseure, um die Überangebote ohne übermäßige Abregelung abzunehmen wäre in beiden Fällen die gleiche – und nicht mit zu vertretendem Aufwand durchführbar.

Ad 3: Zum dritten Vorschlag, mehr Gaskraftwerke zu bauen, entwerfen die Institute folgende Szenarien. Das regenerative Unterangebot soll in den Jahren bis 2030 durch importiertes fossiles(!) Gas (z.B. mit Tankern herantransportiertes LNG, Liquefied Natural Gas), ersetzt werden.

Die sich dadurch wieder auftuende Gefahr der Importabhängigkeit wird erst gar nicht diskutiert. Die dafür benötigten zusätzlichen Gas-Kraftwerke sollen „H2 ready“ gebaut werden. D.h. sie sollen, sobald genügend „grüner“ Wasserstoff bereitsteht, mit möglichst geringem Umstellungsaufwand diesen Wasserstoff oder davon abgeleitete Produkte (Methan) verbrennen.

Bis 2045 soll als Gas dann nur noch „grüner Wasserstoff“ eingesetzt werden. Grüner Wasserstoff soll komplett aus Wind- und Solar-Strom hergestellt werden. Ob dies komplett in Deutschland oder teilweise im Ausland erfolgen soll, bleibt offen. Hinweise liefern vielleicht die aktuellen politischen Aktionen wie die Namibia-Reise des Bundeswirtschaftsministers, über die in der Presse zum Teil euphorisch berichtet wurde ohne auch nur im Geringsten auf die Dimensionen, die Kosten oder politische Abhängigkeiten zu reflektieren.

Anscheinend geht es in diesen Planungen um die Umwandlung bisheriger Naturschutzgebiete in riesige Wind- und PV-Industriegebiete.

Es geht also um die Verschiffung des „grünen Wasserstoff“ in Form von flüssigem Ammoniak über 13.000 Kilometer Seeweg in dieselbetriebenen Großtankern nach Deutschland, dort Rückgewinnung des „grünen Wasserstoffs“ aus dem Ammoniak und danach Weiterverwendung des Wasserstoffs in den vier Sektoren mit einem Gesamtwirkungsgrad, der wohlweislich nicht angegeben wird, aber deutlich unter 25 % liegen dürfte. Der CO₂-Ausstoß der Schiffs-Diesel ist dabei noch gar nicht berücksichtigt!

Das alles wird von der etablierten Presse wie immer frenetisch beklatscht. Die sich dabei erneut ergebenden neuen Importabhängigkeiten gegenüber Staaten, die sich – vorsichtig ausgedrückt – politisch bisher noch nicht als zuverlässig beweisen konnten, werden wieder einmal komplett ausgeblendet, trotz aller bitteren aktuellen Erfahrungen. Hier zeigt sich die komplette Ignoranz und Arroganz mit der man sich politisch langfristig gegen die Interessen Deutschlands stellt.

Welche Leistung müssen die zu bauenden Gas-Kraftwerke erbringen?

Im Folgenden wird berechnet, welche Leistung gleich welcher Art von Gas-Kraftwerk – sei es fossil, sei es „grün“ betrieben – bereit zu stellen ist, um die künftige Unterproduktion der von den „Big 5“ erträumten Szenarien zu decken.

Auch hier das Ergebnis vorweg:

Da bis 2030 alle Kohle- und Kernkraftwerke vom Netz gehen sollen, müssten in den 8 Jahren bis dahin insgesamt mindestens 230 neue Gas-Kraftwerke der 300-MW-Klasse gebaut werden, bei der angenommenen Bedarfsverdoppelung durch Sektorkoppelung. Das sind 30 neue Gas-Kraftwerke dieser Klasse jedes Jahr. Jeder weitere Kommentar erübrigt sich.

Klarstellungen von Begrifflichkeiten

Worte präjudizieren, „framen“.

1. Unter der „Installierten Leistung (auch Nennleistung)“ wird die maximal mögliche Leistung einer einzelnen Anlage oder einer Menge von Anlagen verstanden.

Beispielsweise hat eine typische Wind Onshore Anlage eine installierte Leistung von 3 MW oder 5 MW, eine Wind Offshore Anlage von 7 MW, 1 qm Solarmodul von 0,2 kW („Peak“).

In 2022 waren insgesamt installiert in Deutschland:

- Wind Onshore 55,3 GW,
- Wind Offshore 7,8 GW,
- PV 57,8 GW⁴.

Der von einer Anlage erzielte Gesamt-Jahresertrag an elektrischer Energie ist typischerweise deutlich kleiner als der durch die Nennleistung theoretisch mögliche Maximal-Jahresertrag.

Beispiel: eine 3 MW Wind Onshore Anlage könnte theoretisch einen Maximal-Jahresertrag von $3\text{MW} \cdot 8.760\text{h} = 26.280\text{MWh}$ pro Jahr erzielen.

In der Realität erzeugt sie typischerweise nur 20% davon, 5.256 MWh.

Ihr Wirkungsgrad ist dann 20% der Nennleistung.

Der Wirkungsgrad einer konkreten Wind Onshore Anlage ist sehr abhängig von den Windverhältnissen am Standort und im Norden Deutschlands deutlich höher als im Süden („Schwachwind-Gebiete“).

In den „Big 5“-Szenarien wird unterstellt, dass durch technische Verbesserungen die Wirkungsgrade der Wind Onshore Anlagen auf durchschnittlich mindestens 30% gesteigert werden können („Schwachwind-Anlagen“). Außerdem sollen die Nennleistungen der einzelnen Anlagen deutlich erhöht werden, das „Wie“ bleibt allerdings offen.

2. In den „Big 5“-Szenarien, wie auch anderswo, wird häufig der irreführende Begriff „Volllaststunden“ verwendet. Dazu folgendes Beispiel: Wenn eine Anlage im Gesamt-Jahresertrag einen Wirkungsgrad von 30% erzielt, wird dies dadurch umschrieben, dass die Anlage 2628 Volllaststunden (30% von den 8760 Stunden des Jahres) erzielt habe. Das ist insofern irreführend, als es sehr gut möglich ist, dass diese Anlage an keinem einzigen Tag des Jahres wirklich „Volllast“, d.h. Nennleistung, gefahren ist. Siehe dazu den Abschnitt über

⁴ Quelle: Portal www.smard.de der Bundesnetzagentur.

Weibull-ähnliche Verteilungen weiter unten. Wir verwenden den Begriff „Volllaststunden“ daher gar nicht.

3. Die Mittelwert-Bildung ist ein Fall von „Lügen mit Statistik“.

In den üblichen Werbeprospekten zur Energiewende findet man häufig Formulierungen wie: „Im Jahre 2022 betrug der Anteil der Erneuerbaren am der Gesamt-Bedarf bereits 46,2%“.

Bei den meisten Beobachtern, die nicht in die Materie eingearbeitet sind, entsteht dadurch der Eindruck: wir müssen die regenerativen Anlagen nur etwas mehr als verdoppeln, dann wird der ganze Bedarf des Jahres regenerativ gedeckt.

Der Irrtum hier entsteht durch die Mittelwert- bzw. Gesamtsummen-Bildung. In Wirklichkeit hat zwar tatsächlich die regenerative Gesamt-Jahresproduktion 46,2% vom Gesamt-Jahresbedarf ausgemacht. Aber Moment mal: an einzelnen Tagen war die regenerative Produktion nur ein winziger Bruchteil des Bedarfs, siehe Dunkelflaute, an anderen Tagen fast so viel wie der gesamte Bedarf. Mittelwert- bzw. Gesamtsummen-Bildung ist daher immer sehr kritisch zu hinterfragen.

Angaben zur Modellierung und Simulationen

1. Aus den „Big 5“-Szenarien zur „Klimaneutralität 2045“ abgeleitete Annahmen

a) Bezüglich der Vervielfachungen der Stromerzeugungs- und Bedarfswerte werden hier beispielhaft folgende Faktoren übernommen:

- Wind Onshore ver-5-facht,
- Wind Offshore ver-7-facht,
- PV ver-10-facht,
- Strombedarf ver-2-facht.

Andere Faktorkombinationen können jederzeit mithilfe unseres Modellierungstools untersucht werden.

Bei Wind Offshore und PV kann dies im Wesentlichen mit einer entsprechenden Vervielfachung der installierten Leistung gleichgesetzt werden, da sich die Wirkungsgrade kaum verbessern lassen. Bei Wind Onshore wird von den „Big 5“ eine Verbesserung der Wirkungsgrade unterstellt, so dass weder die installierte Leistung, noch die Zahl der Anlagen ver-5-facht werden müssten. In unserer Modellierung betrachten wir bei Wind und PV nur die angegebene Vervielfachung der Erzeugungswerte.

b) Ein Glättungsspeicher mit sinnvoller Dimensionierung wird in den „Big 5“-Szenarien nicht in Erwägung gezogen. Daher gehen auch wir in der in diesem Paper beschriebenen Modellierung davon aus, dass kein Glättungsspeicher vorhanden ist.

c) Zur Behandlung des Überangebotes werden auch keine numerisch nachprüfaren Angaben gemacht. Elektrolyse wird zwar pauschal zur Abschöpfung des Überangebotes in Betracht gezogen, aber es wird nicht numerisch modelliert, wie der Wasserstoff als Glättungsspeicher zur Bedarfsdeckung bei Unterangebot verwendet werden könnte. Wir gehen in unserer Modellierung daher davon aus, dass von dem Überangebot nichts zur Bedarfsdeckung bei Unterangebot zur Verfügung steht. Das heißt, wir behandeln in unserer Modellierung das komplette Überangebot durch Abregelung.

- d) Bei Unterangebot sollen Gas-Kraftwerke eingesetzt werden, die fossil oder mit grünem Gas betrieben werden. Die Herkunft des Gases (importiert, wenn fossil - importiert oder hausgemacht, wenn grün) betrachten wir hier nicht. Wir modellieren nur die benötigte installierte Leistung dieser Gas-Kraftwerke, um die Bedarfsdeckung bei regenerativem Unterangebot zu erzielen.

2. Weitere Angaben zur Modellierungs-Methodik mit den von Big 5 angenommenen Parametern und Zahlen

- a) Die zugrunde liegenden Daten sind aus öffentlich zugänglichen Portalen entnommen und werden von offiziellen Stellen bereitgestellt, z.B. von der Organisation „Agora Energiewende“, zugänglich über das Portal „www.stromdaten.info“. Wir benutzen sogenannte chronologische, beobachtete Daten zu Stromerzeugung und -verbrauch auf Stundenbasis über frei wählbare Zeiträume. Wir betrachten im Folgenden beispielhaft die Daten des Jahres 2022.
- b) Die folgende Analyse von Szenarien der Zukunft zeigt die zukünftigen Zeitreihen, ausgehend von den tatsächlichen Stundenwerten der angegebenen Zeiträume angewendet auf die von den „Big 5“ oben genannten Faktoren. Angenommen wird, dass die zukünftigen zeitlichen Abfolgen von Windgeschwindigkeiten, Sonneneinstrahlung und Strombedarf ähnlich den chronologischen Abläufen sind.

Ergebnisse der Modellierung

Abb.1 zeigt die Zeitreihen des Jahres 2022 von:

- Regenerativer Produktion *aktuell*, die sich zusammensetzt aus Wind Onshore *aktuell* + Wind Offshore *aktuell* + PV *aktuell* sowie dem
- Bedarf *aktuell*.

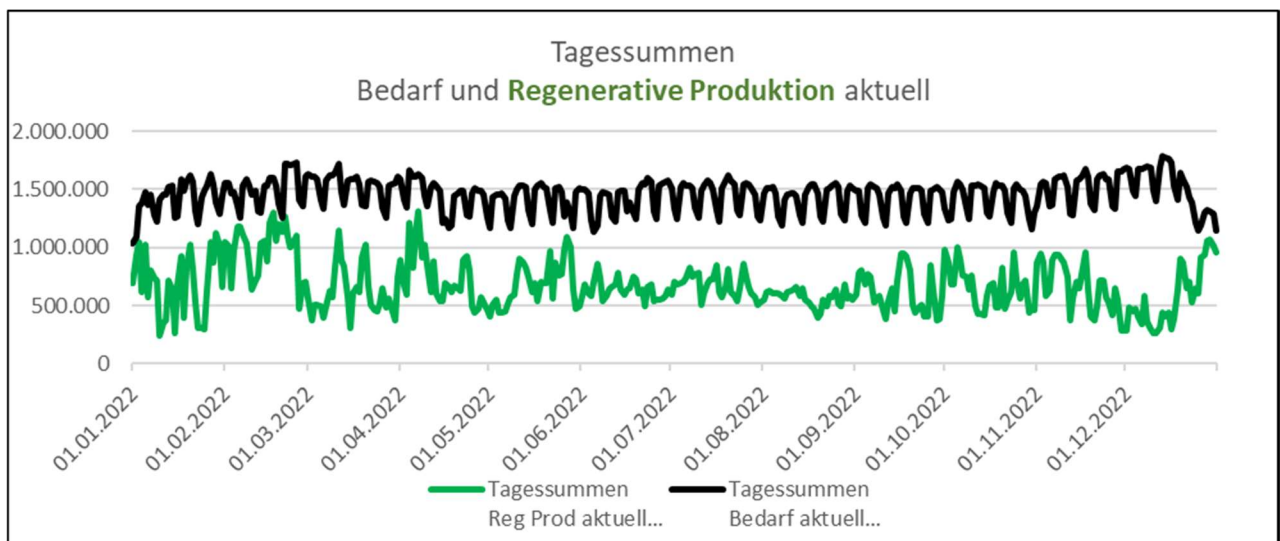


Abb.1

Schon bei der Analyse der kumulierten Tageswerte, die aus Gründen der besseren Lesbarkeit der Graphik anstelle der zugrunde liegenden Stunden-scharfen Zeitreihenwerte betrachtet werden, erkennt man die wöchentliche Schwankung des Strombedarfs: an den Werktagen mehr, an den Wochenenden weniger Bedarf. Man erkennt auch die starke Volatilität der regenerativen Produktion durch Wind und PV: mal sehr viel, mal sehr wenig, nie ausgeglichen.

Die Volatilität der Regenerativen tritt nicht nur von Tag zu Tag auf, sondern auch innerhalb jedes einzelnen Tages. Dies wird sichtbar in folgender Abb.2, welche für jeden Tag des Jahres das jeweilige Tagesmaximum (maximale Stundenproduktion) und das Tagesminimum (minimale Stundenproduktion) der Wind Onshore Gesamtproduktion in Deutschland zeigt. Die regenerative Produktion kann also sogar innerhalb eines einzelnen Tages um den Faktor 3 - 4 schwanken.

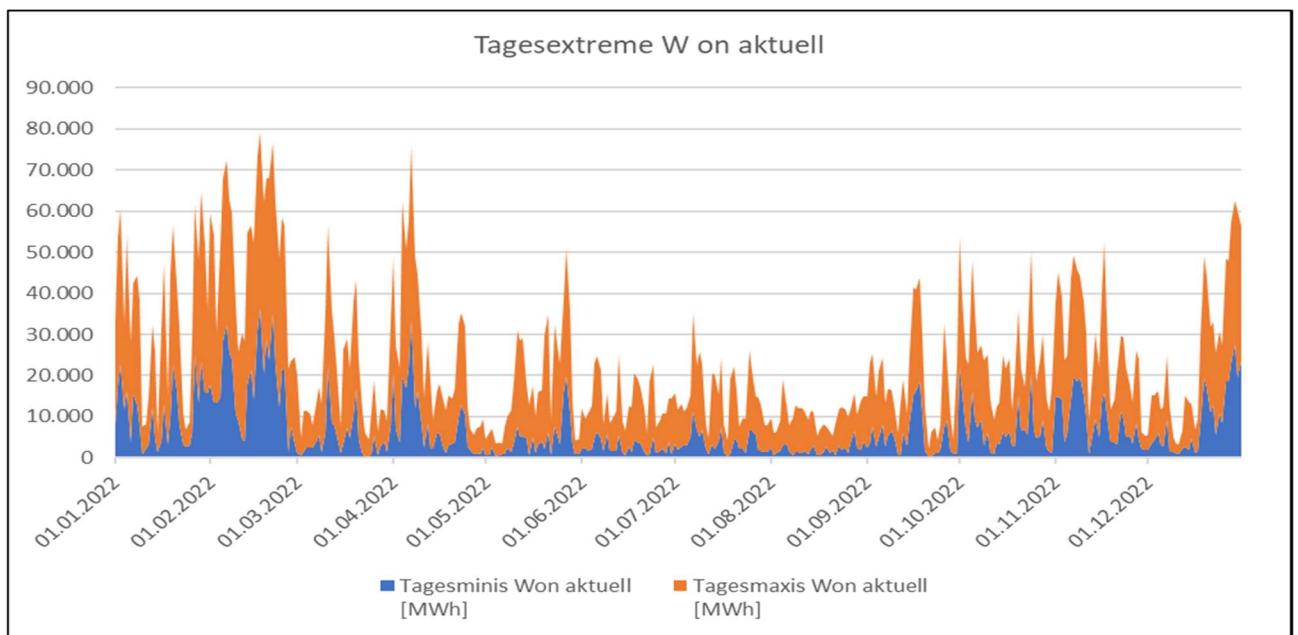


Abb. 2

Vervielfachung der Zeitreihenwerte gemäß „Big 5“-Szenarien

Abb. 3 zeigt die modellierten künftigen Zeitreihen mit den von „Big 5“ vorgeschlagenen Vervielfachungen von:

- Regeneratives Angebot zukünftig = (Wind Onshore aktuell) * 5 + (Wind Offshore aktuell) * 7 + (PV aktuell) * 10
und
- Bedarf zukünftig = (Bedarf aktuell) * 2.

Man beachte, dass der Maßstab auf der y-Achse in Abb.3 wegen der Vervielfachungen anders ist als in Abb.1.

Man erkennt, dass die Volatilität der regenerativen Erzeugung weiter zunimmt, die Ausschläge nehmen in der Angebotsmenge in MWh dramatisch zu. Fast immer herrscht Über- oder Unterangebot. Das Überangebot (das ist die Differenz Angebot – Bedarf) kann sogar größer sein als der Bedarf selbst.

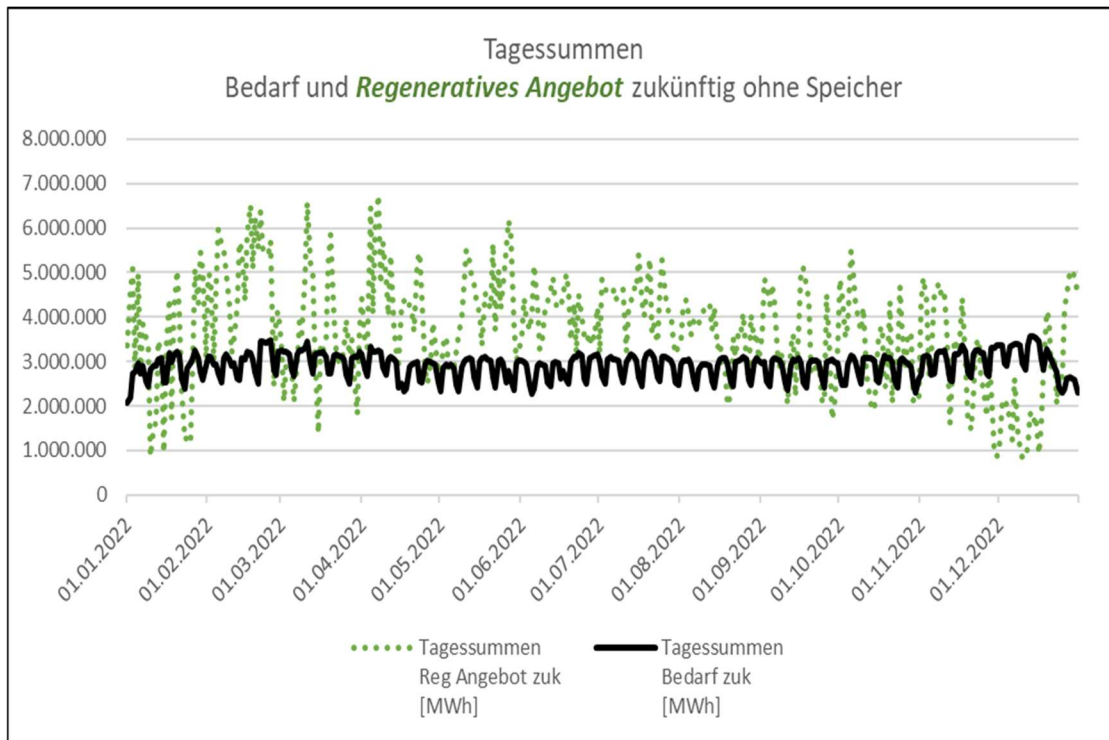


Abb.3

Wir unterstellen, dass ein solches Überangebot:

- weder von den (zukünftigen) Übertragungsnetzen aufgenommen werden kann,
- noch an irgendwelche Verbraucher außerhalb Deutschlands exportiert werden kann, denn welche Verbraucher sollten im Ausland existieren, die im Stundentakt solche „Energieausbrüche“ verbrauchen könnten, wenn es sie in Deutschland schon nicht gibt?

Da wir hier (wie auch „Big 5“) keine Glättungsspeicher einbeziehen, gehen wir daher in unserer Modellierung davon aus, dass das regenerative Überangebot komplett abgeregelt wird und bezeichnen das abgeregelte Angebot als zukünftige regenerative Produktion, siehe Abb. 4.

Man erkennt, dass die Unterproduktion trotz des enormen Zubaus der regenerativen Anlagen an vielen Tagen immer noch enorm ist. An manchen Tagen erreicht die regenerative Produktion nicht mal ein Viertel (!) des Bedarfes.

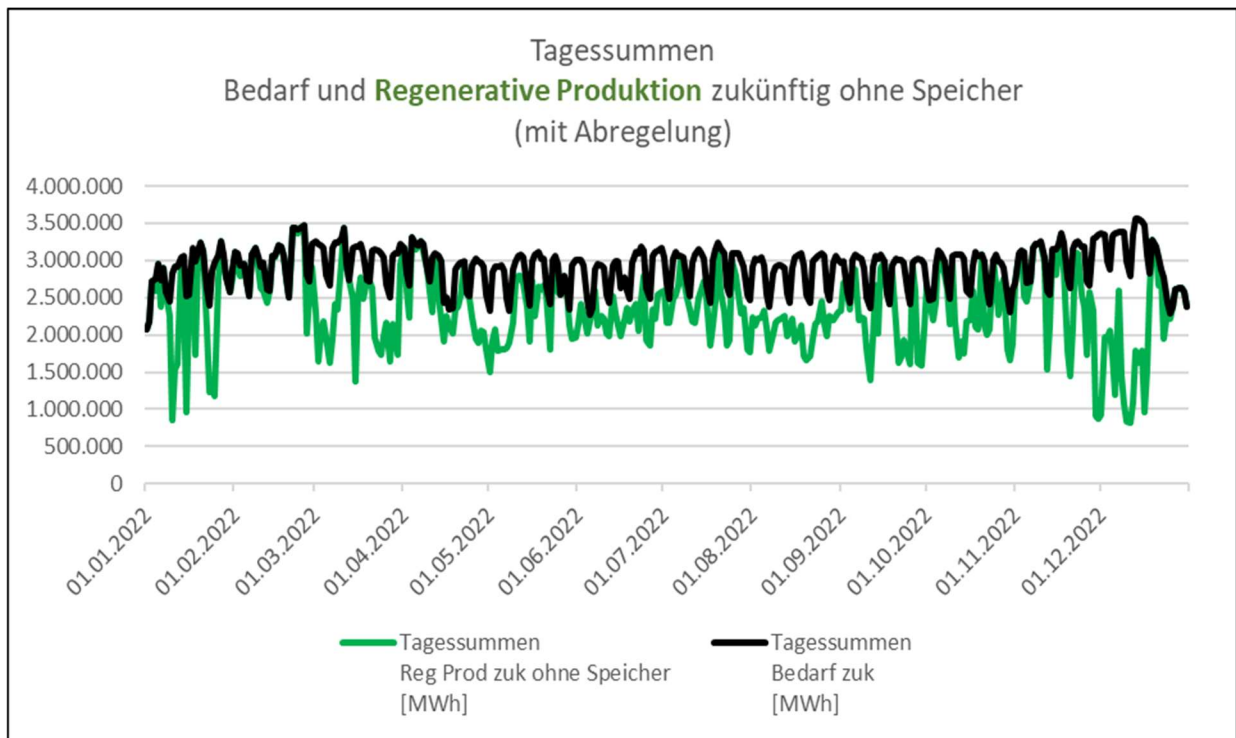


Abb. 4

Nun kommt die Idee der „Big 5“ ins Spiel, die Unterproduktion durch neue zusätzliche Gas-Kraftwerke auszugleichen. Diese sind immerhin schnell auf- und ab-regelbar und können daher mit der verrückten Volatilität der Regenerativen vielleicht einigermaßen Schritt halten. Die Frage, woher das dazu nötige Gas eigentlich kommen soll, wollten wir hier ja nicht weiter tangieren.

Abb. 5 zeigt, welche Leistung im Tagesmittel alle Gas-Kraftwerke zusammen erbringen müssten, um die besagten Lücken zum Bedarf zu schließen.

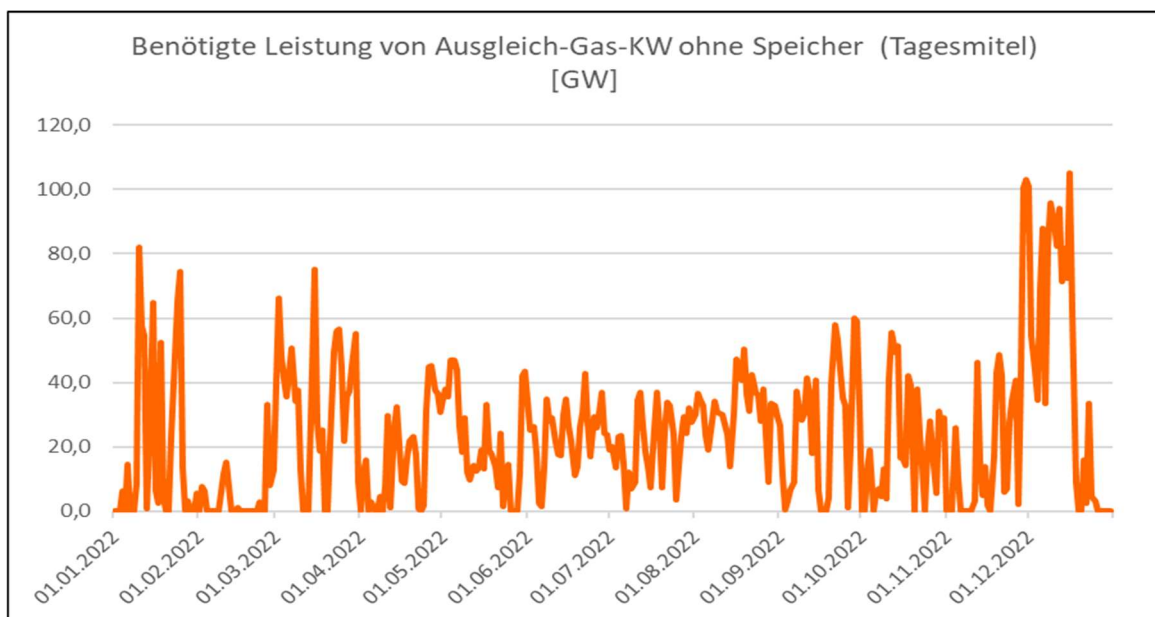


Abb.5

Man erkennt, dass eine installierte Gesamtleistung von 100 GW vorgehalten werden müsste. Da bis zum Jahr 2030 alle Kohlen- und Kernkraftwerke vom Netz genommen werden sollen, muss bis 2030 die heute bereits vorhandene installierte Leistung (30 GW) um 70 GW ergänzt werden. Bei einer angenommenen Leistung eines Standard-Gas-Kraftwerkes von 300 MW bedeutet das einen Zubau von über 230 Gas-Kraftwerken bis 2030, also fast 30 pro Jahr.

Damit genug vom Ausflug in das „böse“ Reich der Zahlen und Fakten. Allen grünen Energiewendern in Politik, Medien, Instituten, NGOs und Lobbygruppen weiterhin ein schönes Träumen bzw. gute Geschäfte, das böse Erwachen bleibt uns Steuerzahlern.

Dem Leser seien die weiteren Schlussfolgerungen bezüglich der technisch-wirtschaftlichen Folgen dieses Abenteuers überlassen, zusätzlich zu all den anderen Umbauplänen der „großen Transformation“ Deutschlands zur Rettung unseres Planeten, die wohl in den Billionen-Bereich hinein gehen werden. Um eine Vorstellung von den Dimensionen der geplanten Umbauten zu erhalten, empfehlen wir noch einmal die Lektüre der „Big 5“.

Es steht zu befürchten, dass – wenn sich nicht schnellstens sehr viel ändert in der Politik – Deutschland bis 2045 in Zustände geraten wird, die denen genau ein Jahrhundert davor nicht völlig unähnlich sind. Mit dem Unterschied allerdings, dass damals die finalen Zerstörungen von außen erfolgten und heute von innen.

Weibull-ähnliche Häufigkeitsverteilungen für Leistungswerte von Wind Onshore

Wir nehmen als Ausgangspunkt für jede einzelne Stunde des Jahres 2022 die Gesamt-Stromproduktion aller Wind Onshore Anlagen in Deutschland zusammen, gemessen in MWh.

In diesem Abschnitt werden die Leistungswerte jeder einzelnen Stunde des Jahres bzgl. der Wind Onshore Gesamtproduktion in sogenannte Leistungsboxen einsortiert, siehe Abb. 6.

In Box 1 sieht man, dass 1481 Stunden des Jahres einen Leistungswert zwischen 0 und 3 GW aufwiesen, das sind 16,9% der 8760 Stunden des Jahres. In Box 2 sieht man, dass 1882 Stunden des Jahres einen Leistungswert zwischen 3 und 6 GW aufwiesen, das sind 21,5% der 8760 Stunden des Jahres, usw.

Dabei errechnet sich die mittlere Leistung jeder einzelnen Stunde aus dem jeweiligen stündlichen Energiewert wie folgt: wäre z.B. die Produktion einer Stunde 10.000 MWh, so wäre die mittlere Leistung dieser Stunde $10.000 \text{ MWh} = 10 \text{ GW}$. In 2022 waren insgesamt ca. 55 GW Nennleistung (gleich maximal mögliche Leistung) Wind Onshore installiert.

Betrachtet man die unteren 3 Leistungsboxen zusammen, sieht man, dass diese zusammen 53,4% aller Stunden des Jahres enthalten und diese Stunden eine mittlere Leistung zwischen 0 und 9 GW aufwiesen. 9 GW sind knapp 16,4% der installierten Nennleistung von 55 GW.

Zusammengefasst: In mehr als der halben Zeit des Jahres ist die Leistung von Wind Onshore max. 16,4% der installierten Leistung, oder anders gesagt: die Windmühlen an Land stehen am liebsten still!

Leistungsverteilung Won 2022			
Box Nr.	Obergrenze [GW]	Anzahl Stunden pro Leistungs-Box	Häufigkeit der Stunden pro Leistungs-Box bzgl. Jahres-Stundenzahl
1	3	1481	16,9%
2	6	1882	21,5%
3	9	1316	15,0%
4	12	900	10,3%
5	15	612	7,0%
6	18	607	6,9%
7	21	501	5,7%
8	24	407	4,6%
9	27	290	3,3%
10	30	174	2,0%
11	33	175	2,0%
12	36	193	2,2%
13	39	110	1,3%
14	42	96	1,1%
15	45	16	0,2%
16	48	0	0,0%
17	51	0	0,0%
18	54	0	0,0%
19	57	0	0,0%
20	60	0	0,0%
		8760	100,0%

Abb.6

Die folgende Abb. 7 zeigt die Verteilung auf die Leistungsboxen als Graphik. Die Form der Verteilung ähnelt den aus der Statistik bekannten Weibull-Verteilungen.

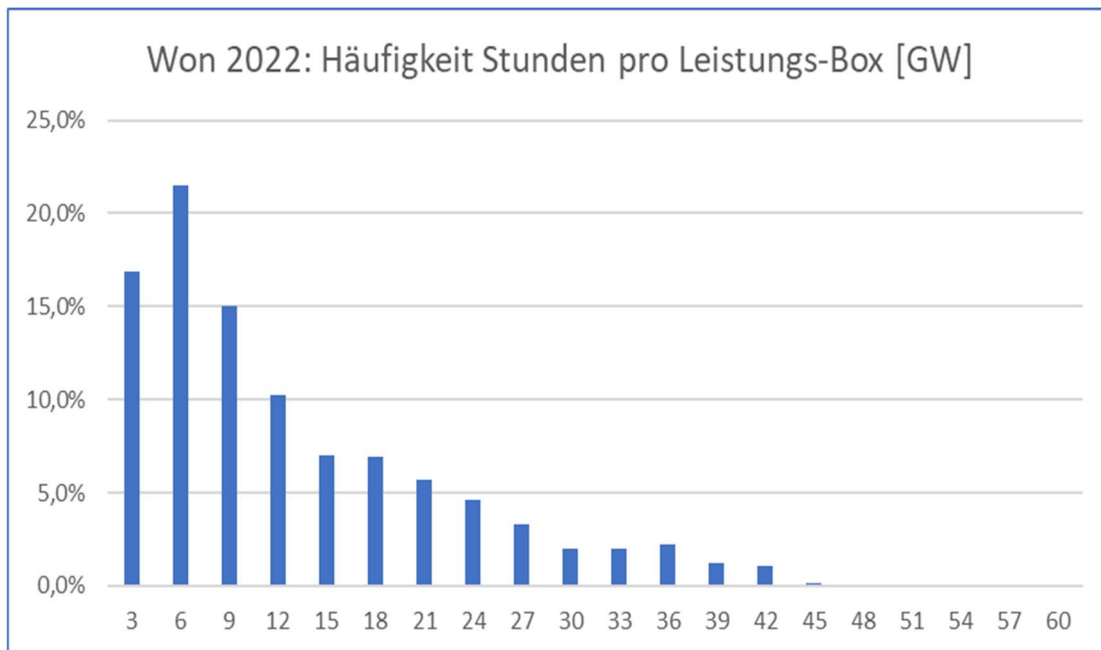


Abb.7

Häufigkeitsverteilungen für Leistungswerte von Wind Offshore

Etwas anders sieht die Verteilung für die Gesamtheit aller Wind Offshore Anlagen aus, Abb. 8:

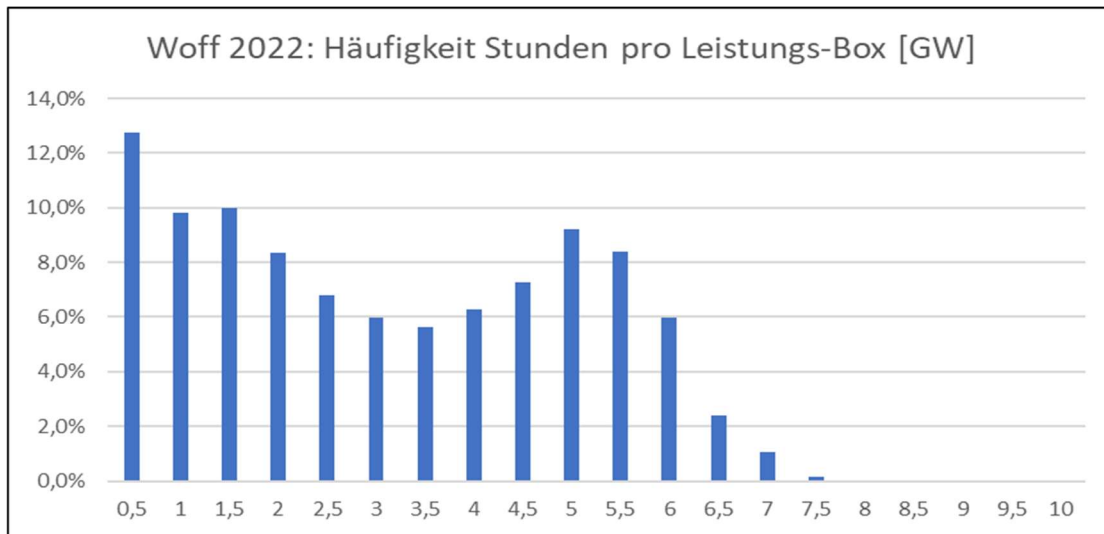


Abb.8

Zunächst ist festzuhalten, dass Wind Offshore eine deutlich geringere installierte Nennleistung hat, nämlich ca. 8 GW, das zeigen die unterschiedlichen Skalierungen der x-Achsen in Abb. 7 und 8.

In Abb. 8 sieht man, dass an deutlich mehr Stunden des Jahres prozentual höhere Leistungswerte erzielt werden. Hier wird an 53,7% aller Stunden des Jahres eine Leistung von max. 37,5% der installierten Nennleistung erzeugt, im Unterschied zu Wind Onshore, wo an 53,4% aller Stunden nur maximal 16,4% der Nennleistung erbracht wurden. Das entspricht der allgemeinen Erkenntnis, dass der Wind auf See „stärker und gleichmäßiger“ als an Land weht.

Fazit: Die Abbildungen 7 und 8 zeigen, dass an keiner Stunde des Jahres 2022 die installierte Nennleistung von W Onshore Gesamt oder Wind Offshore Gesamt erzielt wurde. Bei konkreten einzelnen Anlagen kann es aber durchaus einzelne Stunden des Jahres mit der maximal möglichen Leistung, d.h. der Nennleistung geben.

Für die Bedarfsdeckung von ganz Deutschland ist jedoch das Verhalten einzelner Anlagen völlig irrelevant, sondern nur das Verhalten der regenerativen Gesamtproduktion.