

Über die Ineffizienz der Windstromerzeugung

Ineffizienz:

- Man arbeitet effektiv, wenn man mit den gewählten Maßnahmen ein angestrebtes Ziel erreichen kann.
- Die Handlungen sind hingegen effizient, wenn ein Ziel mit einem möglichst geringen Aufwand erreicht wird.

Dipl. – Ing. Willy Fritz
Vaterstetten

Info Veranstaltung Bürgerinitiative „Lebensraum Albuch“ 31. 01. 2025

Inhalt

- Wie kommt der Strom zu uns (in die Steckdose)?
 - Die Netzbetreiber in BW
 - Die Netzebenen
- Stromerzeugung und Verbrauch in BW
 - Volatilität des Windstroms im ganzen Bundesland
 - An einzelnen Standorten
- Ertragsdaten von Lauterstein als Basis für Rechberger Buch
- Analyse Für Standort Rechberger Buch
 - Erträge, Ausfallzeiten
 - Validierung (Qualitätsnachweis) der Berechnungen
- Fazit

Die Netzzonen in Deutschland

■ Regelzonen der vier großen Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland



Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de
Bundeszentrale für politische Bildung, 2013, www.bpb.de

CC BY-NC-ND

Netzbetreiber veröffentlichen die Einspeisedaten (Wind, Solar) für die jeweilige Netzzone in Form von monatlichen Zeitreihen als Excel-Sheets zum Download auf ihren Internetportalen.

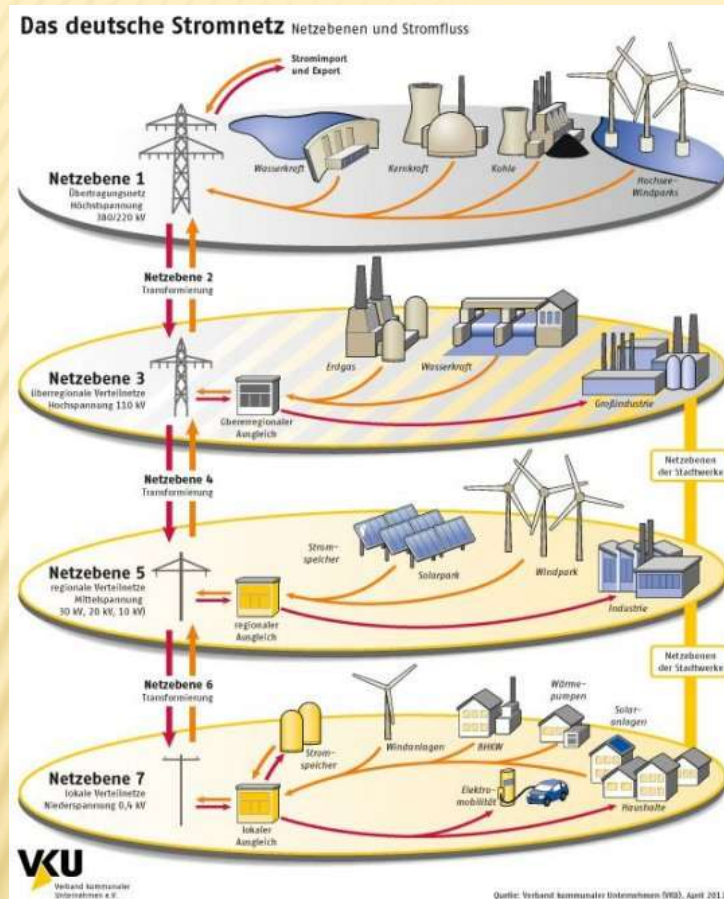
Zusätzlich mit 8-monatiger Verzögerung die Jahres- und Monatserträge für jede EEG Registrierte Anlage.

Vorteil BW: hat eine eigene Netzzone.
Damit sind die Daten für dieses Bundesland einfach abrufbar.

Die Netzzonen in Deutschland

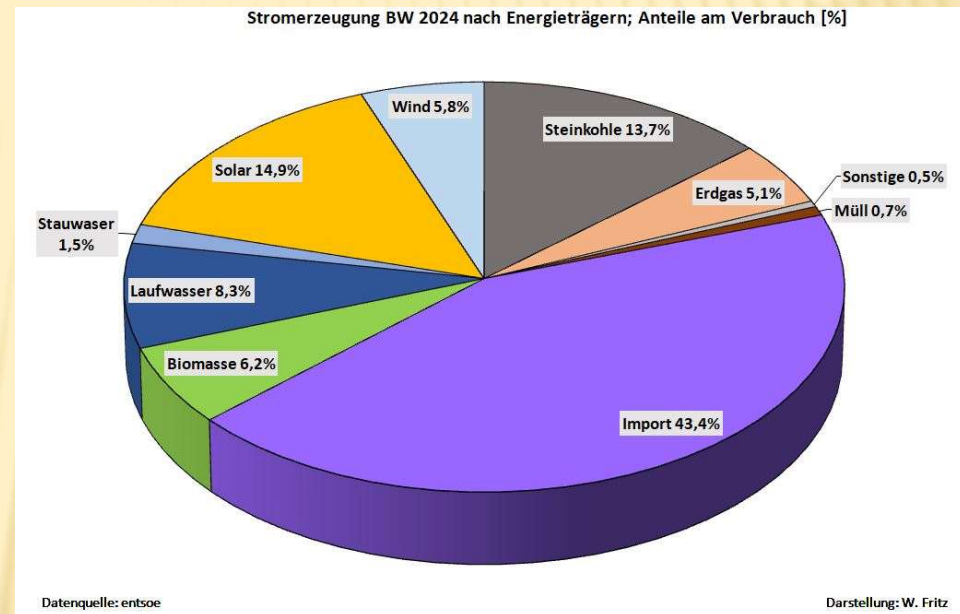
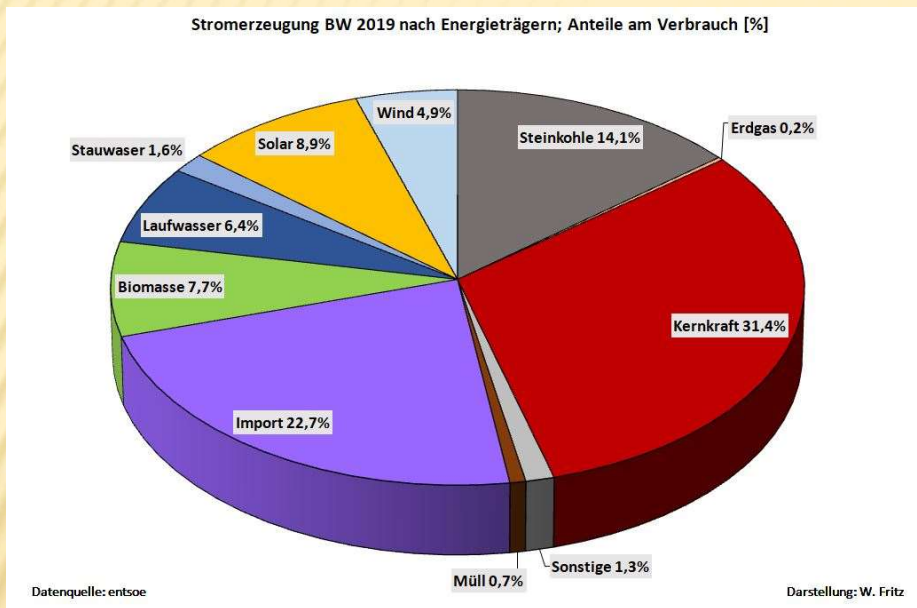
- Sind per Gesetz zur Transparenz gezwungen, was sie durch online Darstellungen ihrer Einspeisewerte tun.
- Deshalb mit ca. 8 monatiger Verspätung Bereitstellung der Jahres- und Monatserträge sämtlicher EEG Anlagen.
- Müssen ihre Daten an das European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) übermitteln, wo sie ebenfalls zum Download angeboten werden.
- Daten werden auch von Fraunhofer Energy Maps, AgoraMeter und Bundesnetzagentur übernommen.
- Zusätzlich: E-Cockpit von EnBW. Android App für online Anzeige, nur für EnBW Standorte

Die Netzebenen in Deutschland



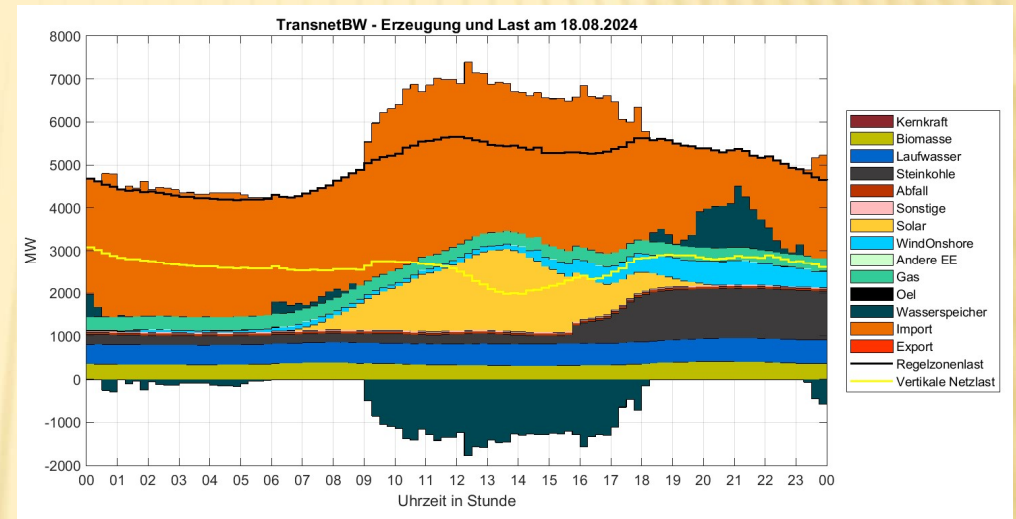
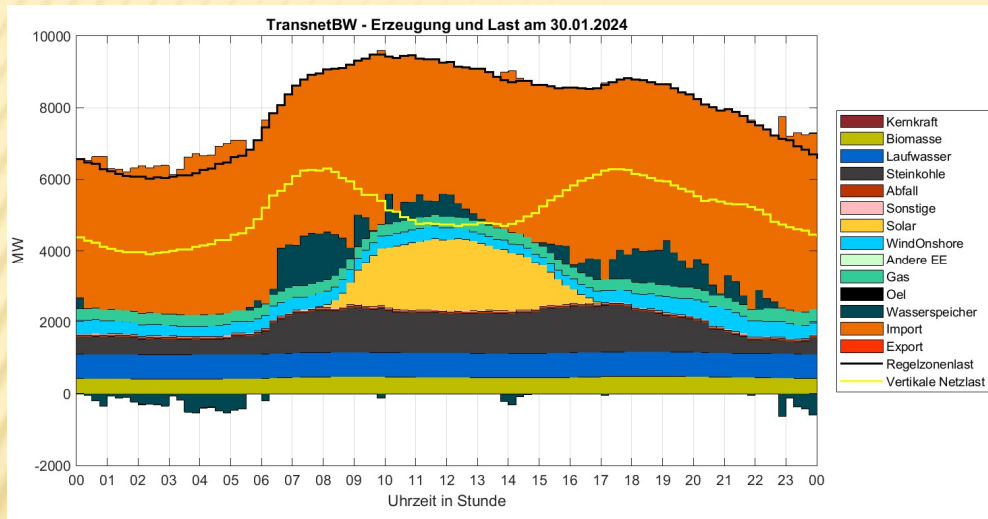
Übertragungsnetz (Höchstspannungsnetz),
3 Verteilernetze (Hochspannungs-, Mittelspannungs-
und Niederspannungsnetz). Erkennbar an der Größe
der Strommasten.

Stromerzeugung in Baden-Württemberg



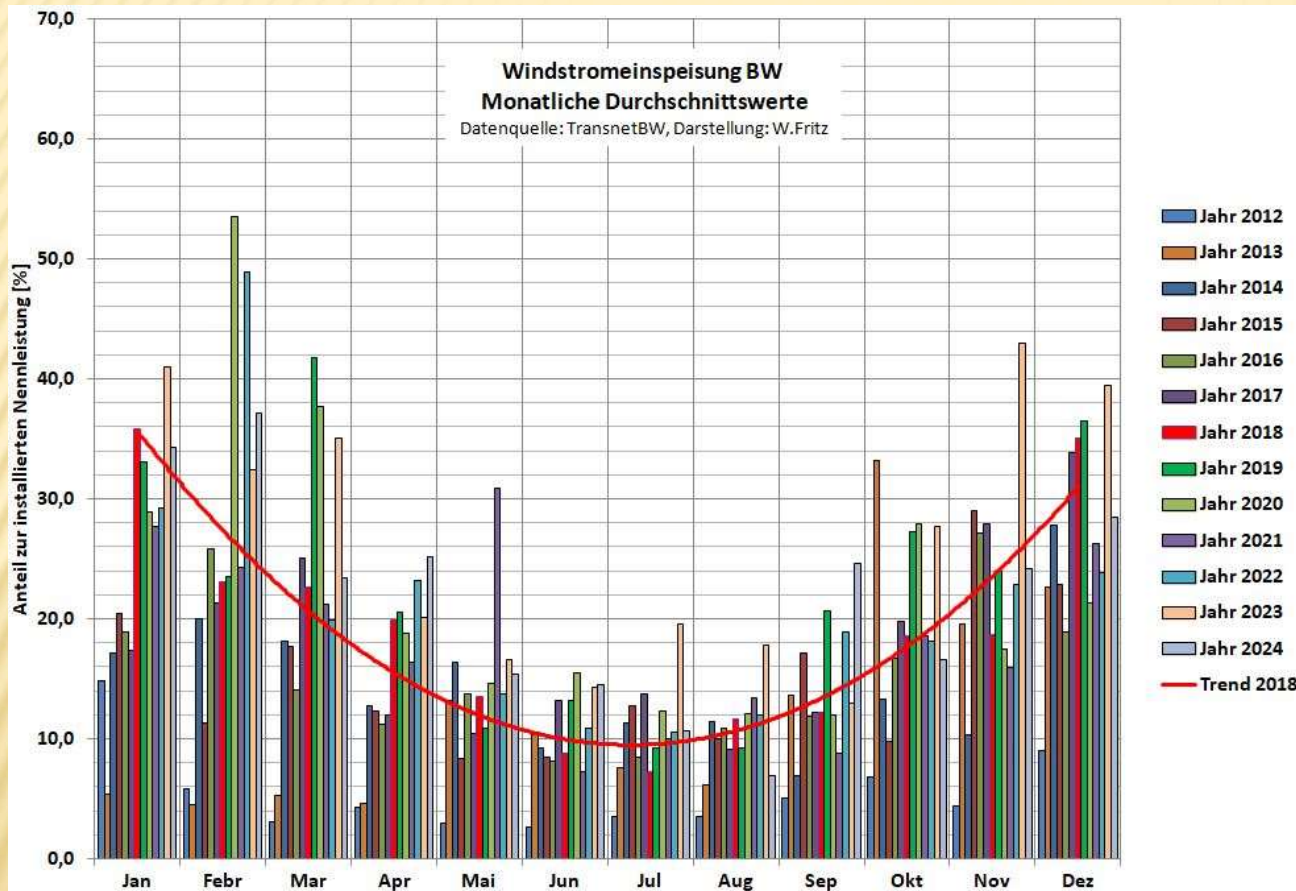
Anteile der Energieträger am Verbrauch. 2015 waren noch Neckarwestheim II und Philippsburg II aktiv. Deren Wegfall wurde vorwiegend durch zusätzlichen Import kompensiert. Die Darstellung als Jahreserträge verwischt die Volatilität von Sonne und Wind komplett.

Stromerzeugung in Baden-Württemberg



Erzeugung und Last an zwei einzelnen Tagen. Der enorme Importanteil ist nicht zu übersehen. Import heißt nicht nur Import vom Ausland (F, CH,A) sondern auch von benachbarten deutschen Regelzonen. Die Pumpspeicherwerke werden komplett mit Importstrom aufgeladen.

Monatliche Leistungsstatistik BW 2012 - 2024



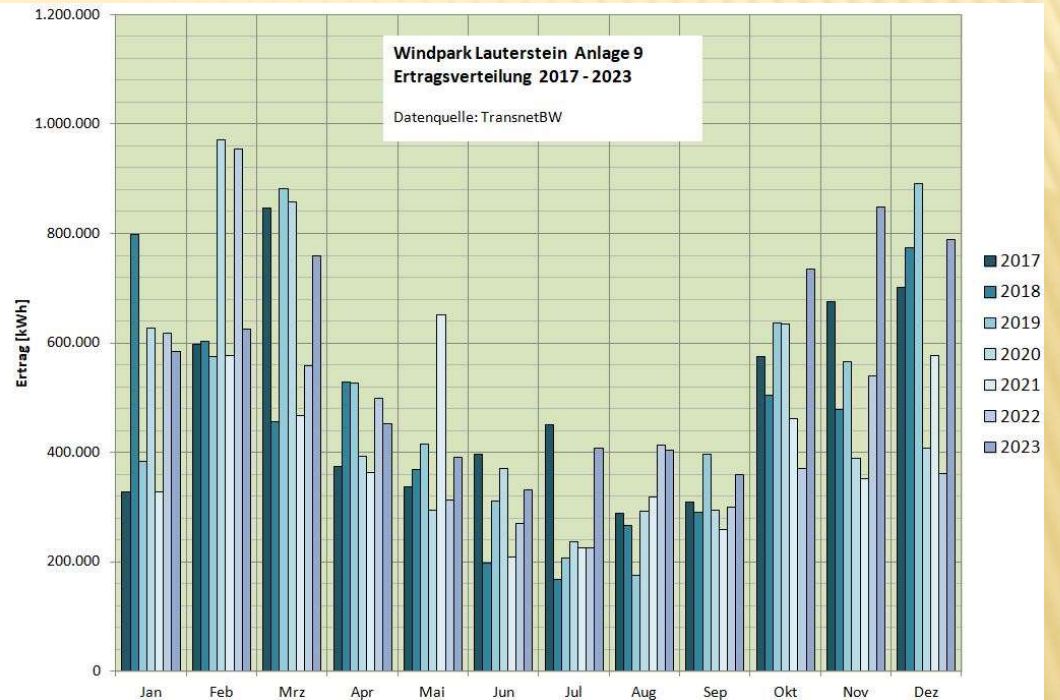
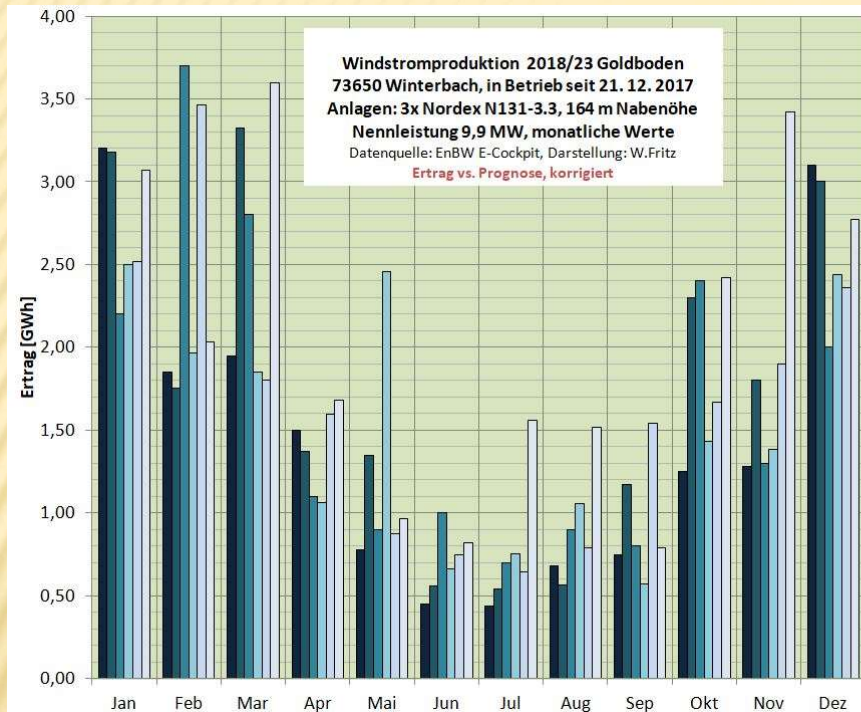
Das Diagramm zeigt die mittlere monatliche Leistung bezogen auf die jeweils installierte Nennleistung. Dadurch wird der unterschiedliche Zubau berücksichtigt.

Die enormen Schwankungen sind nicht zu übersehen, obwohl hier die Volatilität innerhalb eines Monats geglättet ist. Es kann nicht von einem Monat zum nächsten geschlossen werden, auch nicht von einem Jahr zum nächsten. Der Verlauf ist nicht planbar. Deutlich zu erkennen, der typische Trend der Windenergie: das Sommerloch.

Das Jahr 2018 kommt einem durchschnittlichen Windjahr am nächsten, Sowohl bezüglich des Jahresertrages als auch dessen Verteilung.

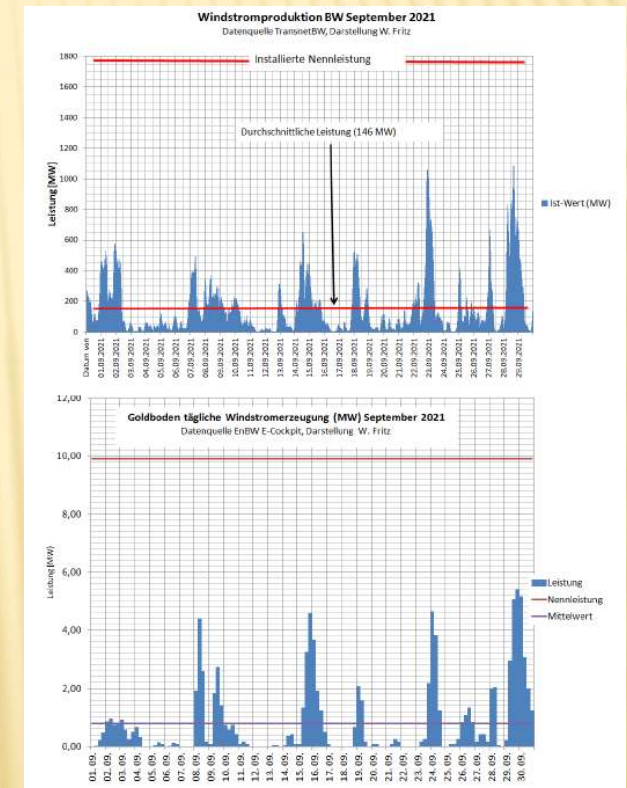
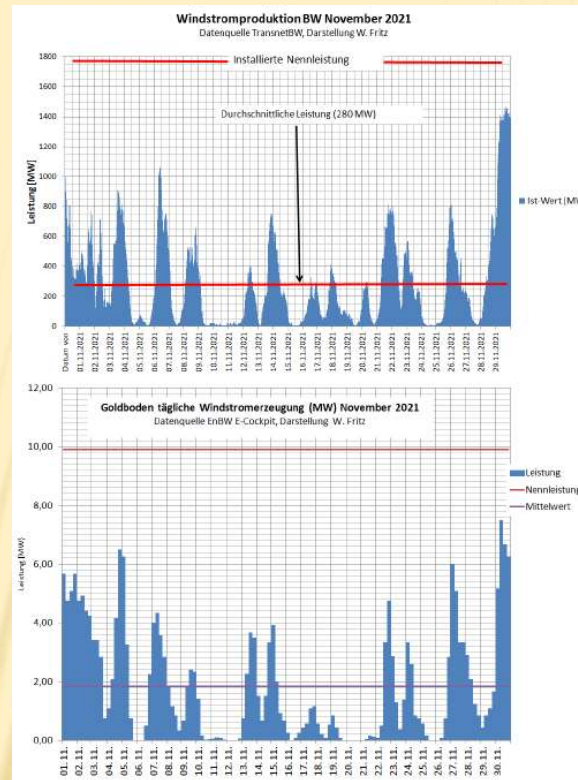
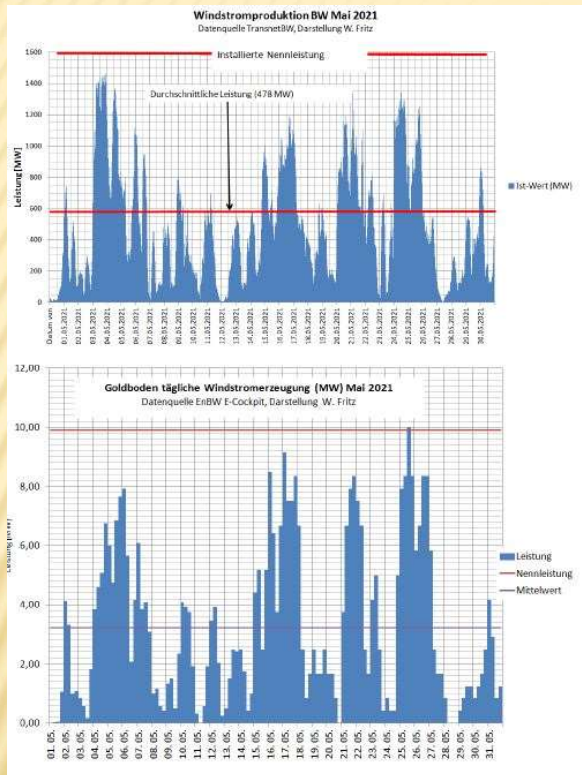
Speichertechnik müsste diese saisonalen Schwankungen ausgleichen!

Monatliche Leistungsstatistik einzelner Standorte



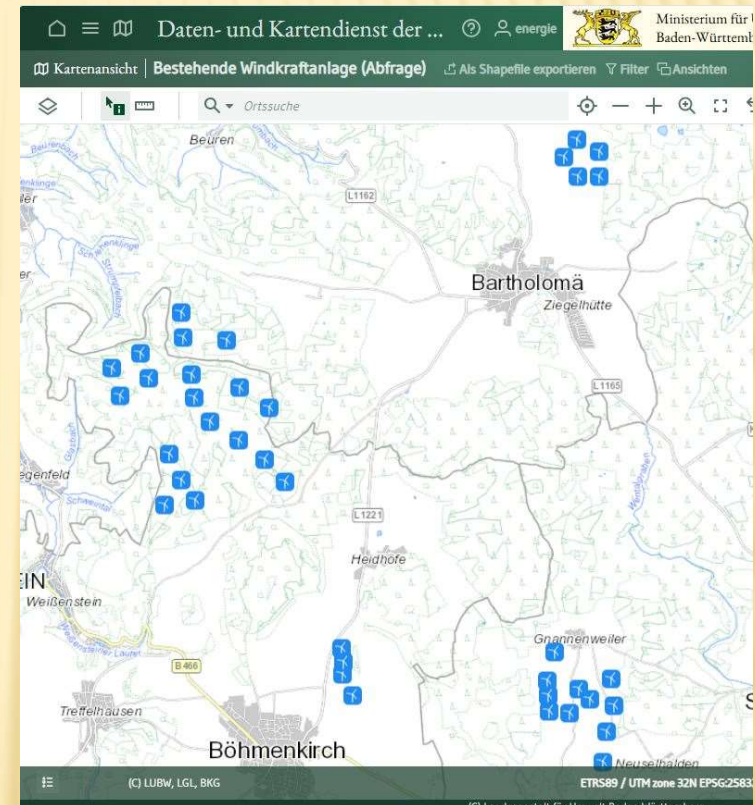
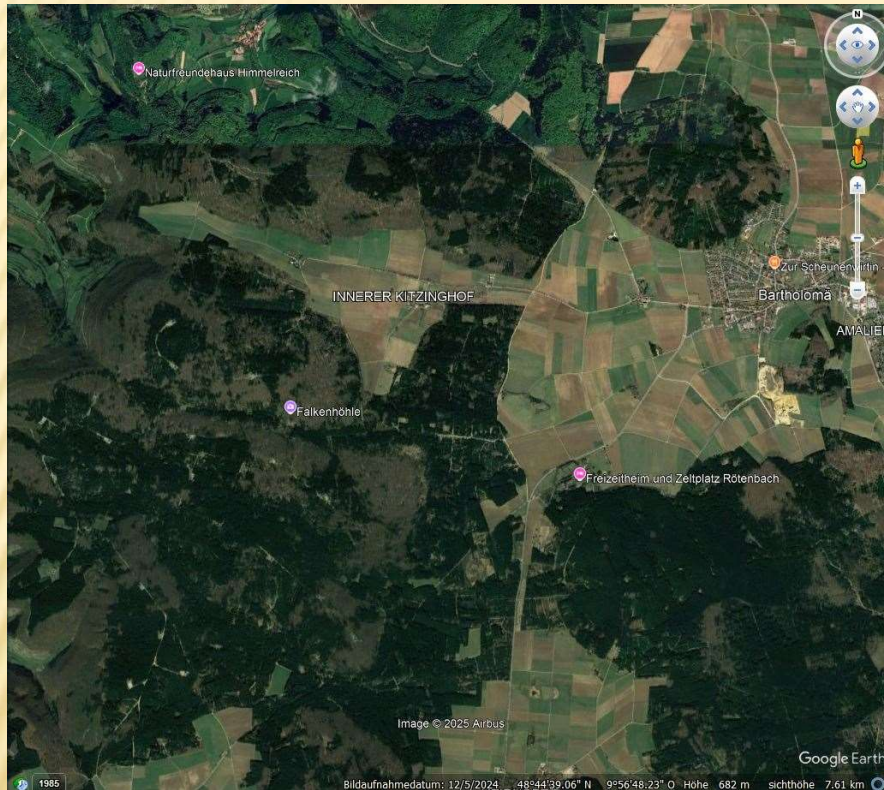
Auch zwei Einzelstandorte (Hier Goldboden bei Winterbach und Lauterstein) zeigen dieselbe Charakteristik. Da die installierte Nennleistung konstant bleibt, sind direkt die jeweiligen Monatserträge dargestellt. Lauterstein ging Ende 2016 in Betrieb und befand sich 2017 im Probetrieb mit zeitweiligen Stillständen.

Leistungseinspeisung BW gesamt und Einzelstandort



Zeitliche Leistungseinspeisung für gesamt BW und den Einzelstandort Winterbach/Goldboden an 3 typischen Monaten des Jahres 2021. Die Daten für BW stammen von TransnetBW in 15 Minuten Intervallen, die Daten des Einzelstandortes wurden aus den Online Anzeigen des E-Cockpits von EnBW in 6h Intervallen ermittelt.

Analyse des Standorts Lauterstein



Standort mit 16 Windrädern der Gemeinde Lauterstein und 3 Windrädern der Gemeinde Bartholomä. Auf der Google-Earth Darstellung links sind selbst aus ca. 8km Höhe die Standflächen klar zu erkennen. Im Sommer sind das Wärmeinseln mit erheblicher Störung des Mikroklimas des Waldes.

Ermittlung einiger Kenngrößen (1)

- **Mittlere Geschwindigkeit in Nabenhöhe:** Diese kann aus den veröffentlichten Erträgen über eine iterative, IEC-Norm konforme Ertragsermittlung rückgerechnet werden. Dabei wird durch Variation der mittleren Geschwindigkeit der vorgegebene Ertrag iteriert. Daraus lassen sich andere Kenngrößen ermitteln.
- **Mittlere Windleistungsdichte:** Gibt an, welche spezifische Leistung im Windangebot am Standort enthalten ist. Die Leistungsdichte ist physikalisch wie folgt definiert:

$$P(t) = \frac{1}{2} \rho u(t)^3$$

Die Leistung ist immer eine momentane Größe, deshalb die Abhängigkeit von der Zeit (t). Für die mittlere Leistungsdichte einer zeitabhängigen Größe muss man das Integral über den Zeitraum bilden:

$$P_m = \frac{1}{2} \rho \frac{1}{T} \int_0^T u(t)^3 dt$$

Da die Windgeschwindigkeit nicht direkt als Funktion der Zeit dargestellt werden kann, muss sie über die Häufigkeitsverteilung berücksichtigt werden. Dies ergibt eine komplexe Beziehung, die durch numerische Integration gelöst werden muss. (Ist im Windatlas ausführlich beschrieben).

Ermittlung einiger Kenngrößen (2)

- **Gekappte mittlere Windleistungsdichte:** Die Windleistungsdichte wäre ein eindeutiges Maß für die Windhöffigkeit eines Standortes, sie ist unabhängig von den technischen Daten eines Windrades und berücksichtigt die Luftdichte (Höhenlage) sowie die Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeit. In Abhängigkeit von der 3. Potenz der Geschwindigkeit nimmt sie mit zunehmender Geschwindigkeit enorm zu, der Ertrag bleibt aber ab Erreichen der Nennleistung konstant. Um dies zu berücksichtigen wird bei der Berechnung der Windleistungsdichte die Windgeschwindigkeit ab einem bestimmten Wert, der sog. Kappgeschwindigkeit, konstant gehalten. Dies ist die sog. „Gekappte mittlere Windleistungsdichte“ und wird im Windatlas als E_{kapp} bezeichnet. (Näheres siehe dort).
- **E_{kapp} als zentrales Eignungskriterium:** Das Umweltministerium BW hat diese Größe E_{kapp} als alleiniges Maß zur Beurteilung der Windhöffigkeit definiert. Als Mindestschwelle für die Eignung einer Fläche für die Windkraft gilt die Empfehlung $E_{\text{kapp}} = 215 \text{ W/m}^2$ in 160 m Höhe über Grund. (Empfehlung, keine gesetzliche Vorgabe). Dies entspricht in 450 m Standhöhe einer mittleren Windgeschwindigkeit von 5,75 m/s, in 750 m Standhöhe 5,92 m/s. (Die Luftdichte wird mit der Höhe geringer, deshalb muss die erforderliche Geschwindigkeit größer werden).
- Diese Empfehlung wird von den Planungsbehörden (Regionalverbänden) strikt angewendet: $E_{\text{kapp}} = 215 \text{ W/m}^2$ ist (noch) das zentrale Kriterium für die Eignung als VRG. Planungsgrundlage sind die Angaben im Windatlas.

Ermittlung einiger Kenngrößen (3)

Größenordnungen der Windleistungsdichte:

Mit 6 m/s gleichmäßig strömendes Medium

- Luftstrom in Meereshöhe: 132 W/m² davon nutzbar: 53 W/m²
- Luftstrom in 500 m Höhe: 128 W/m² davon nutzbar: 51 W/m²
- Wind in 500 m Höhe: 234 W/m² davon nutzbar: 94 W/m²
(Jahresmittelwert 6 m/s)
- Strömendes Wasser: 108.000 W/m² davon nutzbar: 43.200 W/m²
- Man hat sich mit Wind den Energieträger mit der absolut geringsten Leistungsdichte ausgesucht.
- Große „Ernteflächen“ für nennenswerte Erträge erforderlich!

Analyse des Standorts Lauterstein

16 Anlagen GE 2.75-120
 Standhöhe: 750 m
 Nabenhöhe: 139 m
 Luftdichte: 1,137 kg/m³
 Rotordurchmesser: 120 m
 Nennleistung Anlage: 2780 kW
 Nennleistung Park: 44480 kW (44,48 MW)
 Weibull Formparameter: $k = 2,06$
 Hellmann Exponent : $\alpha_{hpa} = 0,35$

Aus dem Ertrag (grün hinterlegt) wurden die übrigen Größen ermittelt. Bruttoertrag ist der um 5 % erhöhte Nettoertrag. (Pauschale Berücksichtigung der genehmigungsrechtlichen Stillstände wie Fledermausflug, Eiswurf etc.)

Die Windleistungsdichte liegt klar unter der empfohlenen Mindestschwelle von 215 W/m². D. h. nach den eigenen Kriterien des Regionalverbandes wäre der Standort nicht für die Windenergie geeignet.

Gesamt:		90.636 MWh
Prognose:		120.000 MWh
Ertrag/Prognose:		75,5 %
Volllaststunden:		2.038
Referenzertrag pro Anlage:		10.637 MWh/a
Referenzertrag Park:		170.192 MWh/a
Durchschnittlicher Ertrag pro Anlage:	(Netto)	5.665 MWh
Durchschnittlicher Ertrag pro Anlage:	(Brutto)	5.963 MWh
Mittlere Geschwindigkeit in Nabenhöhe:		5,31 m/s
Mittlere gekappte Windleistungsdichte:		157 W/m ²
Mittlere Geschwindigkeit in 160 m:		5,54 m/s
Mittlere gekappte Windleistungsdichte:		178 W/m ²
Anteil Referenzertrag: (Standortgüte)		53,3 %

Analyse des Standorts Lauterstein



Auch benachbarte Standorte erfüllen die Voraussetzung für die Eignung als Standort für die Windenergieerzeugung nicht.

Lauterstein ist (noch) der größte Standort in BW. „Hauptstadt des Windes“ laut MP Kretschmann bei der Einweihung. Langenburg (Lkrs. SHA) ist mit 12 Anlagen der größte von der EnBW in BW betriebene Standort.

Das Jahr 2022 gilt offiziell in BW als durchschnittliches Windjahr. Nach der Statistik aus den TransnetBW Ergebnissen ist eher das Jahr 2021 in BW ein durchschnittliches Windjahr.

In durchschnittlichen Windjahren wird die empfohlene Standortgüte nicht erreicht!

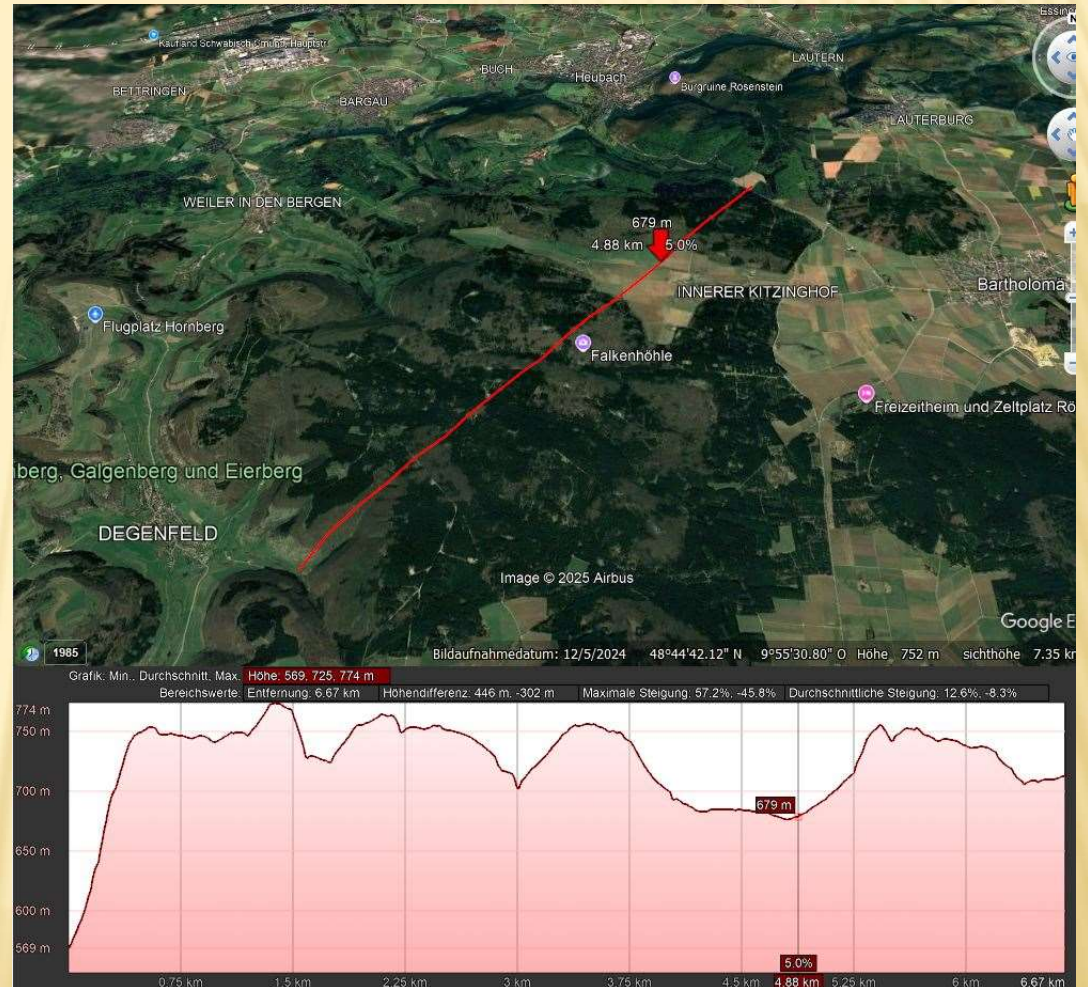
Von Lauterstein zum Rechberger Buch



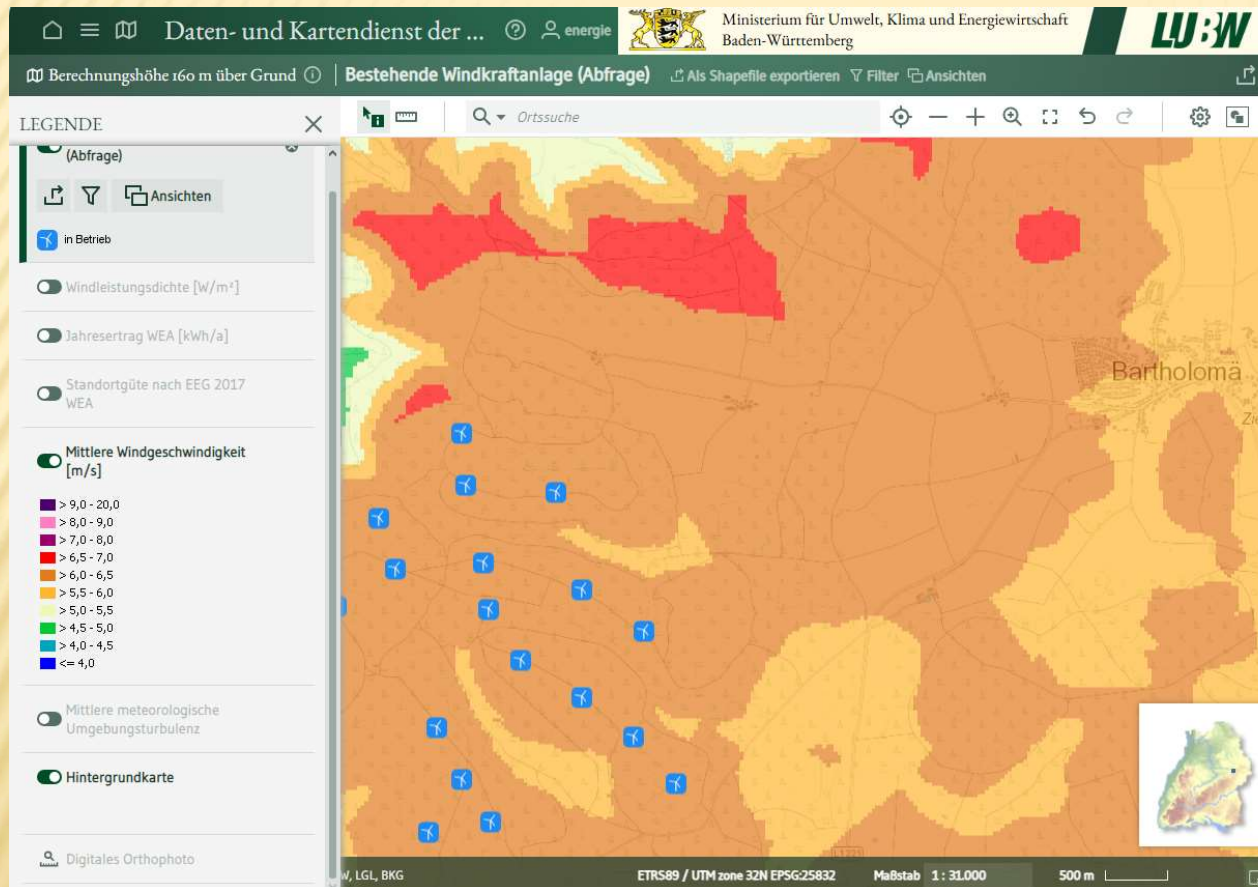
Abb.: Vorentwurf Mögliche Windenergieanlagen im Vorranggebiet Rechberger Buch
(Quelle wpd, 18.11.2024)

Der Windatlas BW gibt für den Rechberger Buch höhere Windgeschwindigkeiten für die „Normhöhe“ 160 m über Grund aus.

Dies ist aufgrund der Orographie durchaus möglich.
(Vorherrschende Windrichtung Südwest)



Windverhältnisse Lauterstein-Rechberger Buch



In Lauterstein ergibt sich in 160 m Höhe als Mittelwert aller 16 Sandpunkte eine mittlere Windgeschwindigkeit von $v_m = 6,29 \text{ m/s}$

Im Bereich des Rechberger Buch liegt Die mittlere Windgeschwindigkeit bei $v_m = 6,7 \text{ m/s}$

Der Windatlas ist aber zu optimistisch, wie ein Vergleich mit den realen Werten In Lauterstein zeigt.

Der reale Wert von Lauterstein kann nicht einfach 1:1 übernommen werden, Da anzunehmen ist, dass auch er im Rechberger Buch höher liegt.

Abschätzung der Windgeschwindigkeit für Rechberger Buch

- Die sich für Lauterstein ergebende reale Windgeschwindigkeit kann nicht 1:1 für den Rechberger Buch übertragen werden.
- Ebenso können die Werte aus dem Windatlas nicht direkt übernommen werden, da dieser vor allem in komplexem Gelände zu optimistisch ist.
- Einfache algebraische Extrapolationen sind ebenfalls nicht zielführend und gemäß der Technischen Richtlinie TR 6 in komplexem Gelände auch nicht zulässig.
- Es kann aber angenommen werden, dass der Windatlas zumindest die Variationen richtig wiedergibt. (Die zugrunde liegenden Differentialgleichungen sind schließlich physikalisch richtig).
- D. h. man kann annehmen dass die Verhältnisse zwischen Realität und Windatlas bezüglich der Windgeschwindigkeit in entsprechenden Höhen an beiden Standorten gleich sind.
- Damit und unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Höhenlagen und Nabenhöhen wurde für den Rechberger Buch eine **mittlere Windgeschwindigkeit von 6,0 m/s in 175 m Nabenhöhe** ermittelt.

Angenommener Windrad Typ

Vestas V 172 – 7.2

Ist der derzeit gängige Typ im Süddeutschen Binnenland

Nabenhöhe: 175 m (auch 199 m erhältlich)

Rotordurchmesser: 172 m

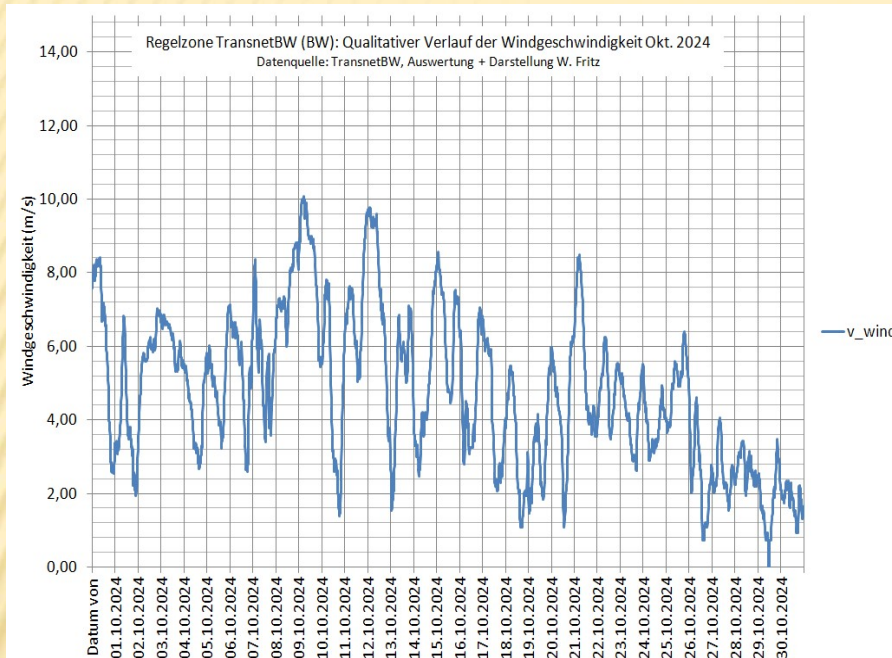
Rotorfläche: 23.235 m²

Gilt als Schwachwindanlage

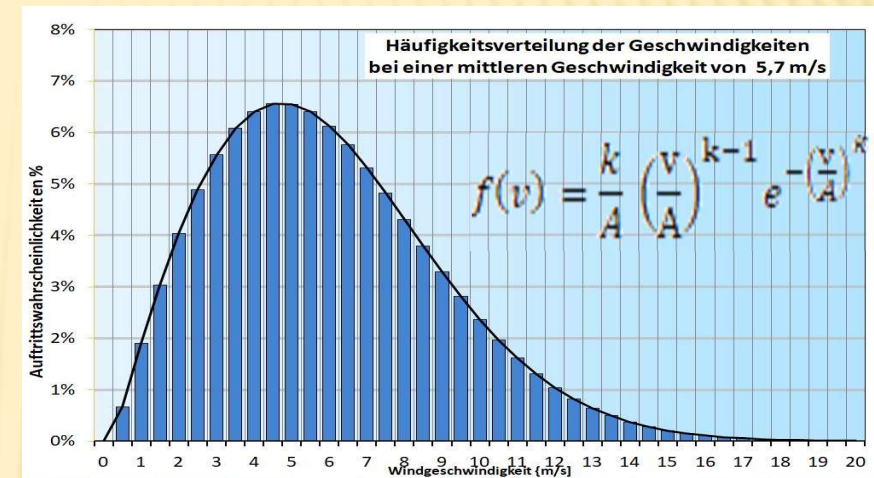
Bei anderem, ähnlichem Typ ändern sich die Ergebnisse geringfügig nach unten.



Mathematische Erfassung der Windgeschwindigkeit

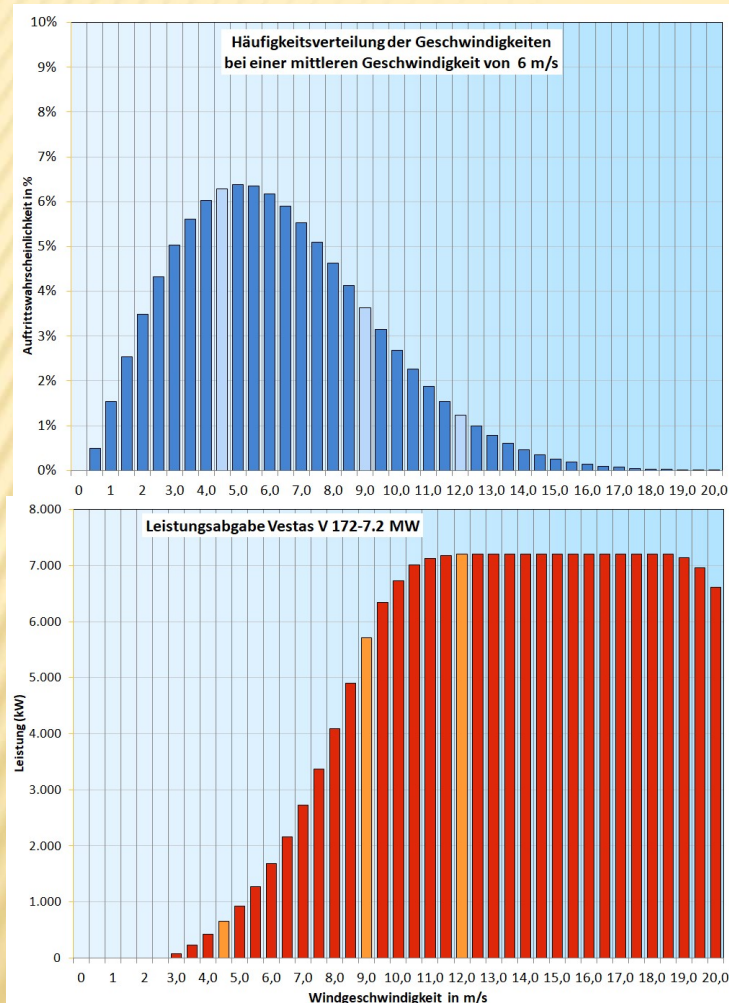


Räumlich gemittelter Geschwindigkeitsverlauf sämtlicher ca. 800 Windräder von BW im Oktober 2024. Dieser Verlauf ist nicht durch eine mathematische Funktion darstellbar. → Man ist auf statistische Methoden angewiesen.



Das Geschwindigkeitsspektrum wird in einzelne Windklassen von jeweils 0,5 m/s aufgeteilt (0 – 0,5 m/s, 0,5 – 1,0 m/s, 1,0 – 1,5 m/s usw.) und diese entsprechend ihrer Häufigkeit dargestellt. Geschwindigkeiten über 20 m/s kommen praktisch nicht mehr vor. Damit kann die Häufigkeitsverteilung durch eine mathematische Funktion beschrieben werden.

Kombination von Kennlinie und Häufigkeitsverteilung



Die Kennlinie (rote Säulen im unteren Diagramm) gibt an, Welche Leistung in kW die Anlage bei welcher (momentanen) Geschwindigkeit abgibt.

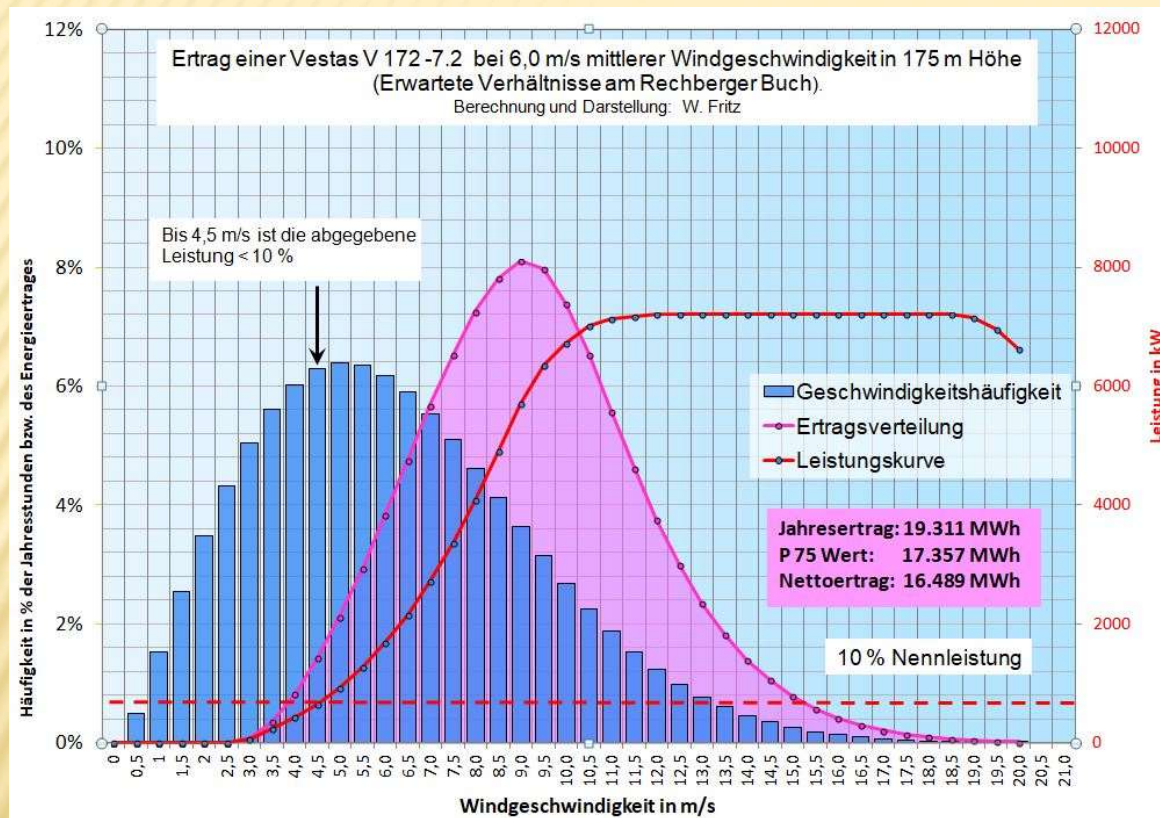
Nicht immer, wenn sich ein Windrad dreht, wird auch nennenswert Strom erzeugt.

Der Jahresertrag ergibt sich dann aus der Integration der Kombination aus Häufigkeitsverteilung und Kennlinie über alle Geschwindigkeitsklassen.

Man erkennt das grundsätzliche Problem der Windenergie: Geschwindigkeitsverteilung und Kennlinie passen nicht zusammen! Die häufig auftretenden geringen Geschwindigkeiten tragen kaum zum Ertrag bei. (farblich hervorgehobene Säulen). Daran ändert sich auch bei noch größeren Anlagen nichts!

Windräder sind grundsätzlich ineffizient.

Ertragsermittlung (Rechberger Buch)



Der Jahresertrag wird vorwiegend durch die selten auftretenden hohen Geschwindigkeitsklassenzusammengestochert.

Der Referenzertrag beträgt 27.214 (MWh/a)
Eine detaillierte Auswertung ergibt (pro Anlage):

Jahresertrag :	19.311
(MWh)	
Nettoertrag:	16.489
(MWh)	
Vollaststunden:	2.290 (h)
Auslastung:	26 (%)
Standortgüte:	61 (%)
(Jahresertrag/Referenzertrag)	
Mittlere gekappte Windl. Dichte:	207
(W/m ²)	
Anzahl der zu versorgenden Haushalte:	4.711
(Rein rechnerisch)	

Das sind alles für die Größe der Anlage keine überzeugenden Werte. Der Standort ist zu windschwach (61 % Standortgüte, 207 W/m² Windleistungsdichte).

Konsequenzen der volatilen Stromerzeugung (1)

Nun wird der Strom aber nicht am Ende des Jahres oder eines Monats am Stück abgeliefert, sondern er sollte kontinuierlich den Bedarf decken. Eine statistische Auswertung ergibt folgende ernüchternde Fakten:

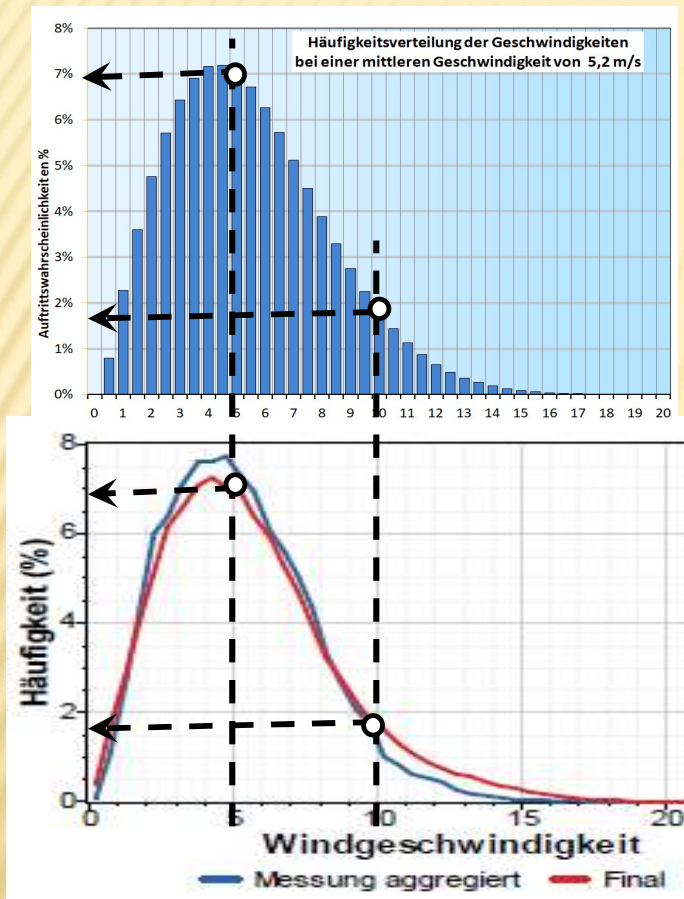
- An 176 Tagen wird weniger als 20% der Nennleistung abgegeben und lediglich 8 % des Jahresertrages erzeugt.
- Darunter 129 Tage mit weniger als 10 % der Nennleistung. In der Zeit werden nur 2,7 % des Jahresertrages erzeugt.
- Darunter 45 Tage mit komplettem Stillstand ohne Stromproduktion und Null versorgten Haushalten.
- Nur an 189 Tagen werden mehr als 20% der Nennleistung abgegeben.
- D. h. über die Hälfte des Jahres benötigt man zusätzlich Fremdbezug (Netz, Import Speicher???)
- Über die Hälfte des Jahres können eben nicht die 4.711 Haushalte versorgt werden, an 45 Tagen überhaupt kein Haushalt. Dafür dann an wenigen Monaten im Jahr wesentlich mehr Haushalte.

Konsequenzen der volatilen Stromerzeugung (2)

- Lediglich an zusammengefasst 19 Tagen laufen die Anlagen mit der Nennleistung.
- Auch für die Industrie ist so eine volatile Stromversorgung nicht brauchbar.
- Entscheidend ist eine kontinuierliche, bedarfsgerechte Stromversorgung.
Die benötigte Last muss augenblicklich gedeckt werden, sonst bricht das Netz zusammen!
- **Ohne großtechnisch verfügbare Speicherlösung (wer bezahlt diese?) macht ein weiterer planloser Ausbau der Windenergie keinen Sinn und rechtfertigt in keiner Weise die Eingriffe in die Natur!**

Qualitätsnachweis: Vergleich Rechnung-Messung

Nachrechnung der im Ebersberger Forst bei Windmessungen gemessenen Häufigkeitsverteilung



Oben: Anhand der mittleren Windgeschwindigkeit $v_m = 5,2 \text{ m/s}$ und des für die Region üblichen Formparameters **berechnete Häufigkeitsverteilung.**

Unten: Bei Windmessung im Ebersberger Forst **gemessene Häufigkeitsverteilung.** Mittlere Geschwindigkeit $v_m = 5,2 \text{ m/s}$ in 140 m Höhe.
(Rote Kurve)

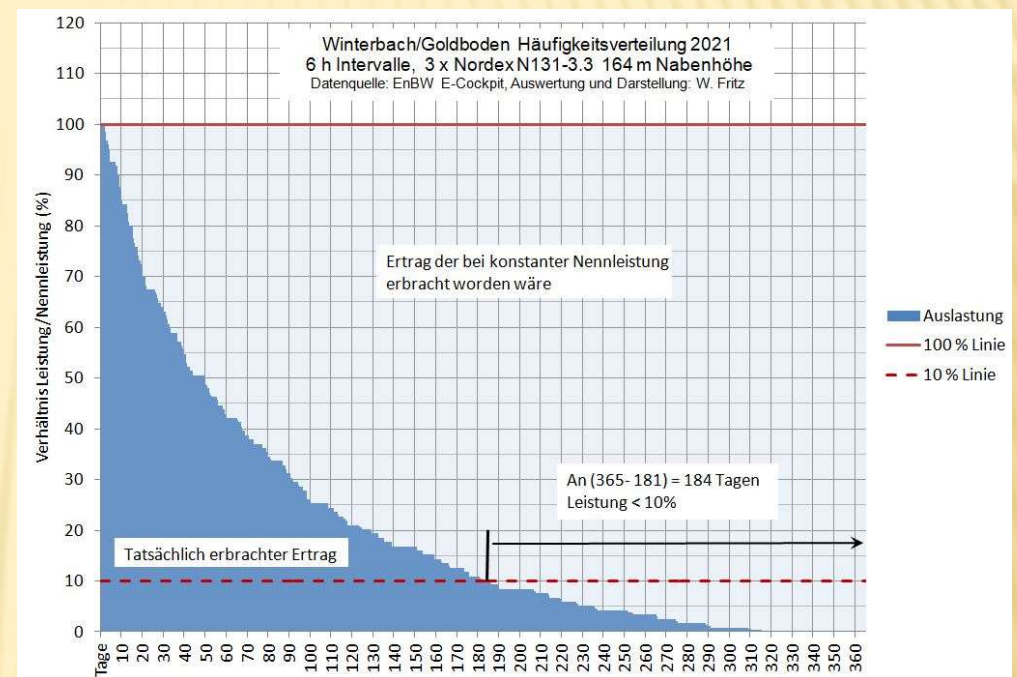
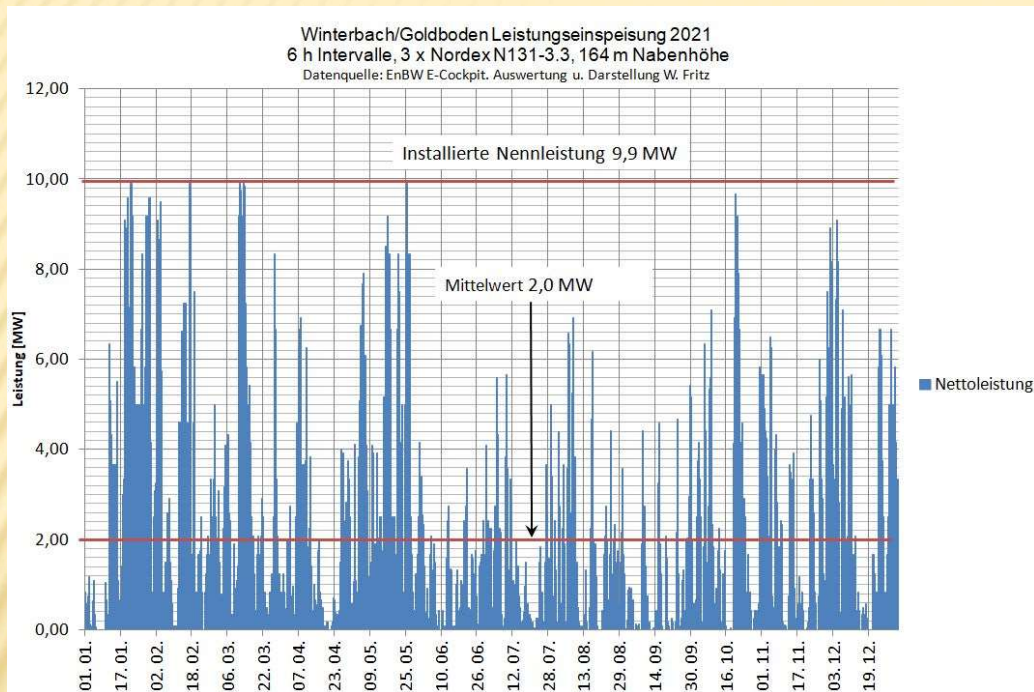
Die Übereinstimmung zwischen berechneter und gemessener Häufigkeitsverteilung ist sehr gut!

Aus der mittleren Windgeschwindigkeit und dem für die Region typischen Formparameter lässt sich also die Häufigkeitsverteilung sehr gut berechnen!

Bei den hier präsentierten Daten handelt es sich also um nicht widerlegbare, physikalische und mathematischen Fakten!

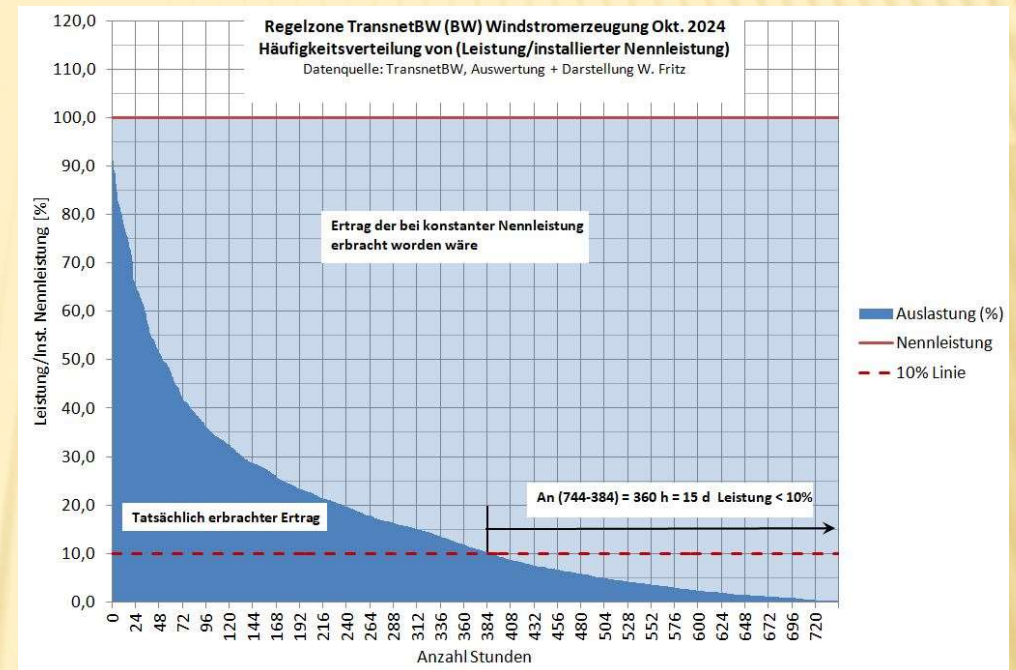
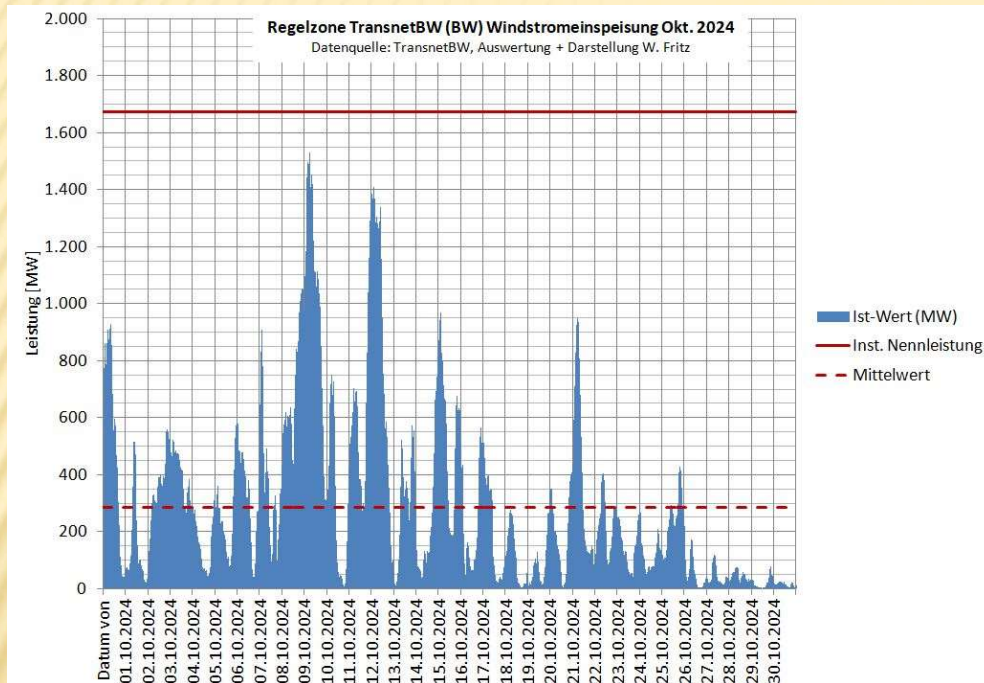
Messung: Windgutachten Anemos 2014

Einzelner Standort, Winterbach/Goldboden



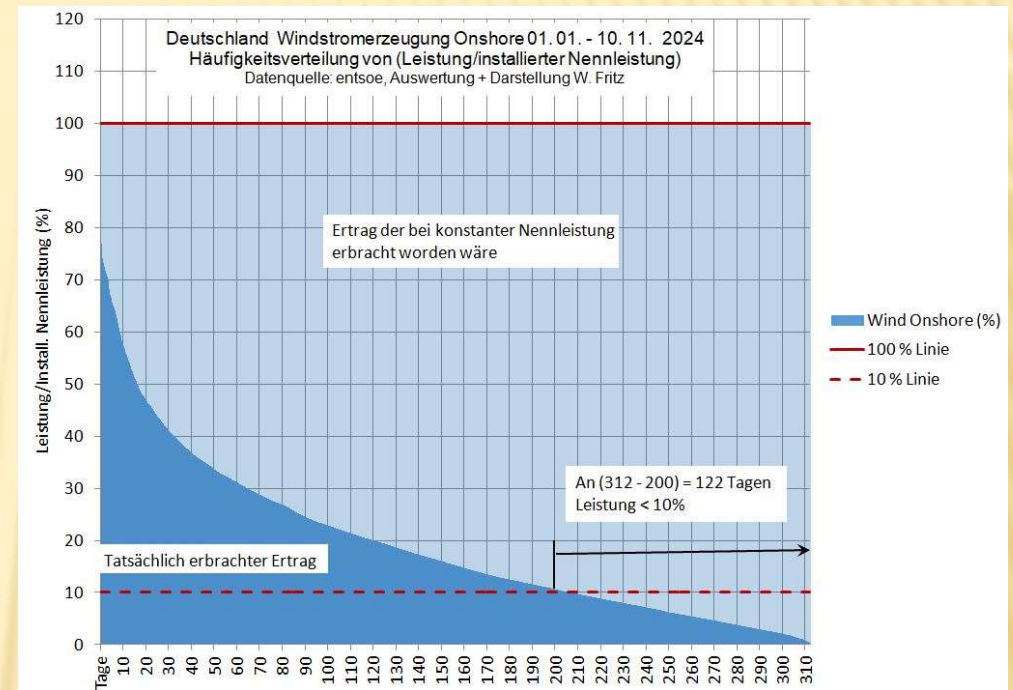
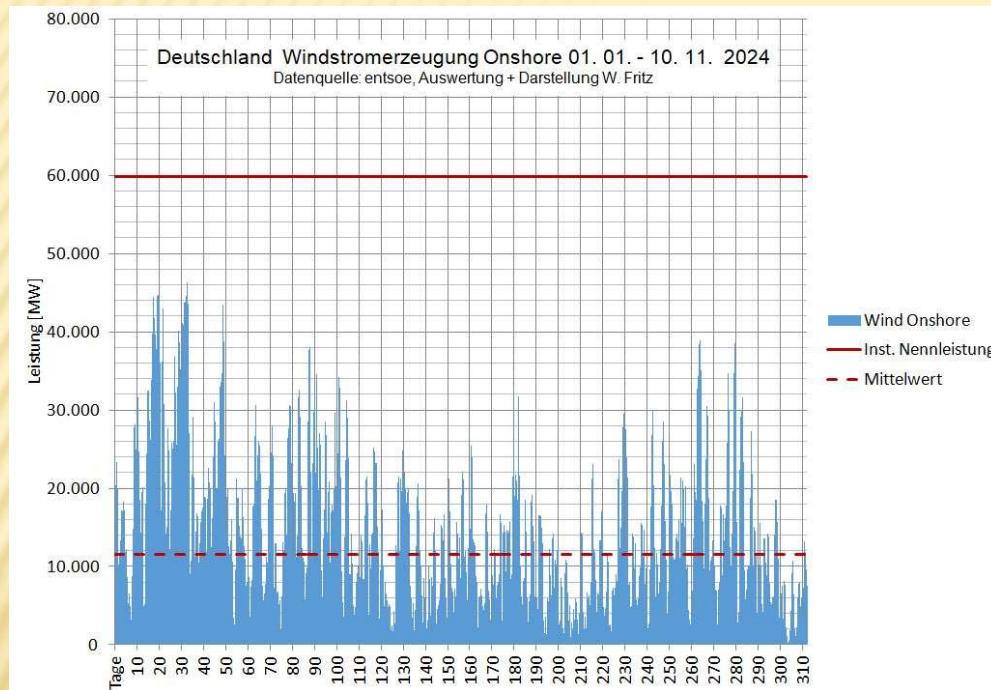
Im Diagramm links ist die Leistungseinspeisung über das ganze Jahr in chronologischer Reihenfolge in 6 h Intervallen dargestellt. Rechts sind die 6h „Einspeiseklassen“ nach fallender Größe geordnet, dargestellt. Der Zeitmaßstab ist nun nicht mehr chronologisch, sondern gibt an welche Häufigkeiten jeweils zwischen 2 Zeitmarken auftreten. (Siehe markiertes Beispiel).

Sämtliche Windräder in BW



Dieselbe Darstellung, nur für gesamt BW für en Oktober 2024 in 15 min Intervallen. (Datenquelle; TransnetBW).
Exakt dasselbe Verhalten, auch hier hoher Anteil mit Schleichgang inklusive Stillstand.

Deutschland 01. 01. – 30. 11. 2024



Auch für ganz Deutschland dasselbe Verhalten. Datenquelle: entso-e. Die installierte Nennleistung wird nie erreicht. Die hellblau unterlegte Fläche in den Diagrammen gibt den Energieertrag an, den die Anlagen bei Volllastbetrieb hätten erreicht, die dunkelblau markierte Fläche den tatsächlich erbrachten Ertrag. Deutlicher kann die Ineffizienz nicht dargestellt werden.

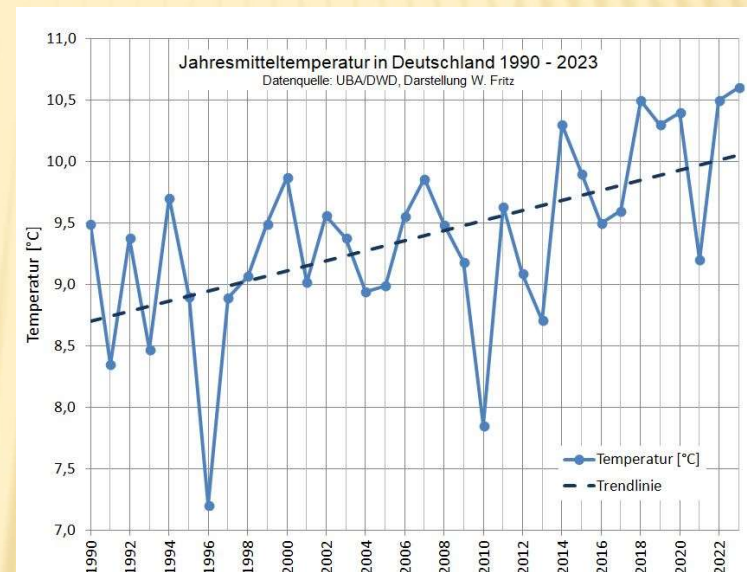
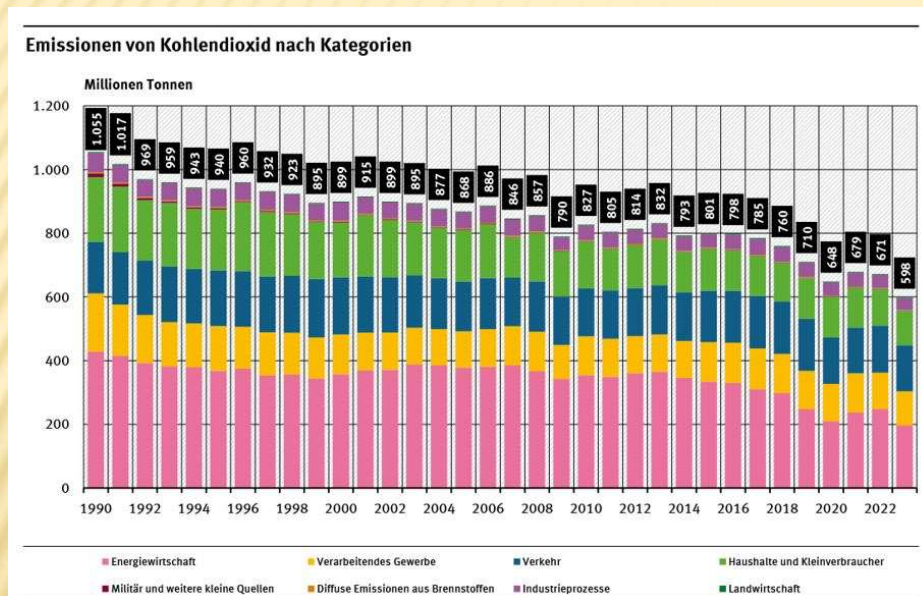
Derzeit installierte Erzeugungskapazitäten in DE

Installed Production Capacity, Germany 2024 (entso-e, Nov. 2024)			
Production Type	2024 [MW]	Renewable [MW]	Conventional [MW]
Fossil Peat	0	0	0
Nuclear	0	0	0
Energy storage	0	0	0
Fossil Hard coal	12.966	0	12.966
Wind Onshore	59.841	59.841	0
Fossil Brown coal/Lignite	18.363	0	18.363
Geothermal	54	54	0
Hydro Run-of-river and poundage	3.731	3.731	0
Hydro Water Reservoir	1.381	1.381	0
Wind Offshore	8.456	8.456	0
Hydro Pumped Storage	9.449	9.449	0
Other renewable	356	356	0
Solar	76.601	76.601	0
Fossil Oil shale	0	0	0
Waste	1.808	0	1.808
Fossil Gas	36.255	0	36.255
Fossil Coal-derived gas	1.257	0	1.257
Fossil Oil	4.118	0	4.118
Marine	0	0	0
Other	1.630	0	1.630
Biomass	8.577	8.577	0
Total Grand capacity	244.843	168.446	76.397
Ohne Sonne, Wind	99.945	23.548	MW
Ohne PSW	90.496	14.099	MW
Wind ges.		69.290	MW
Wind + Solar		145.891	MW
Verbrauch 2023:		514	TWh
Mittlere Last		58.676	MW
Spitzenlast		75.000	MW

- Gemessen an der durchschnittlichen Last (59 GW) haben wir in DE bereits heute die 4-fache Erzeugungskapazität installiert (245 GW).
- Darunter 168 GW „Erneuerbare“
- Davon 146 GW Wind + Solar, die jederzeit komplett ausfallen können.
- Lediglich eine Kapazität von 24 GW an „Erneuerbaren“ (Wasserkraft und Biomasse) sind ständig verfügbar.
- Wind und Solar sollen bis 2030 verdreifacht werden, also auf zusammen auf rund 500 GW ausgebaut werden, die nach wie vor komplett ausfallen können.
- An Sommertagen können um die Mittagszeit durchaus 80% dieser Leistung erbracht werden, was von keinem Netz abgeführt werden und von keinem Speicher aufgenommen werden kann.

Aber der Klimaschutz.....

Mit diesem Argument wird mittlerweile alles nieder gebügelt: Klimaschutz hat Vorrang, was nützt der Artenschutz bei einem kaputtem Klima usw.



Links der CO₂ Ausstoß in DE von 1990 bis 2023. Rechts der Temperaturverlauf in DE im gleichen Zeitraum. Die Tendenz ist eindeutig gegenläufig. Die Daten stammen vom UBA, bzw. vom DWD . Ist das CO₂ womöglich gar nicht der entscheidende Treiber für die beobachtete Erderwärmung? Zumindest können wir DE nicht allein unsere Temperaturentwicklung beeinflussen.

Fazit (1)

- Windenergie ist als Stütze einer zukünftigen Energieversorgung ungeeignet. (Geringste Leistungsdichte aller Energieträger, verbunden mit hoher Volatilität)
- Gegenwärtig wird sie durch hohe Subventionen konkurrenzfähig gehalten, vor allem im Süden.
- Um Versorgungssicherheit zu garantieren ist eine großtechnische Speichertechnik mit enormer Kapazität erforderlich. (Aber bisher nicht verfügbar).
- Dennoch müssen Leistungen abgeregelt werden.
- Konventionelle Kraftwerke werden weiterhin als Backup gebraucht.
- All dies führt zu einem mehrfachen „Overpowering“, das irgendwann nicht mehr finanzierbar ist.
- Von einem herausragenden öffentlichem Interesse kann angesichts dieser Mängel der Windenergieerzeugung keine Rede sein.

Fazit (2)

- Maschinen, die vor allem in der Energiegewinnung immer wieder unvorhergesehen komplett ausfallen können und für die 100 % Backup vorgehalten werden muss, gelten ökonomisch als nutzlos.
- Wegen nutzloser Maschinen sollte man keine Bäume fällen!

**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!**