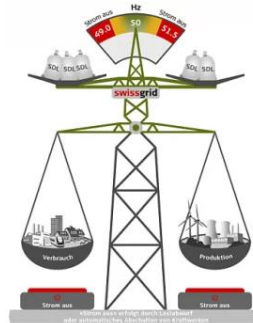


Energiewende & Blackout

Unser europäisches Strom-Verbundsystem arbeitet mit einer Frequenz von $f=50$ Hz. Stromenergie der von den Erzeugern produziert wird muss im selben Augenblick von den Nutzern auch verbraucht werden, nicht eine Millisekunde später. Ist Strom-Erzeugung und Strom-Verbrauch exakt im Gleichgewicht, dann ist auch die Netzfrequenz exakt 50 Hz.



Vergrößert sich der Energie-Verbrauch zu Lasten der Strom-Erzeugung, dann sinkt die Netzfrequenz ab. Ist die Strom-Erzeugung zu groß, dann steigt die Netzfrequenz. Beides ist schlecht. Es müssen sehr enge Grenzwerte für die Netzfrequenz eingehalten werden, ansonsten wird das Netz instabil und es kann zu einem Blackout führen.

Selbst bei einer Netzfrequenz von 49,8 Hz greift schon die Stufe 1 der Netzstabilisierung. Der Übertragungsnetzbetreiber ÜNB kann die Aktivierung von zusätzlicher Erzeugungsleistung anweisen. Kurzzeitige Erzeugerleistung kann von Strom-Speichern (Pumpspeicherkraftwerke) ur Verfügung gestellt werden. Bei einer Frequenz von z.B. 50,2 Hz müssen ältere Solaranlagen vom Netz getrennt werden und neuere Solaranlagen müssen die Leistung reduzieren oder Windräder stehen still.

Was nicht stimmt: „An Tagen wie diesen, wo es grau ist, da haben wir natürlich viel weniger erneuerbare Energien. Deswegen haben wir Speicher. Deswegen fungiert das Netz als Speicher. Und das ist alles ausgerechnet.“
Annalena Baerbock.

Warum gerade eine Frequenz von 50 Hz? Norbert Fleck hat das einmal sehr anschaulich beschrieben:

Trafos und Motoren gehen bei abnehmender Frequenz magnetisch in die Sättigung, die Ströme steigen an, die Geräte überhitzen und die Netzlast explodiert – das Ganze wird extrem schnell völlig unbeherrschbar. Zu gut deutsch, sie gehen kaputt.

Frequenz-Spielregeln im deutschen Stromnetz	
Frequenz	... und damit verbundenes Verhalten
52,00 Hz	Oberhalb dieser Schwelle beginnt im europäischen Netzverbund ein unzulässiger Betriebszustand. Netzersatzanlagen steuern diesen Wert gezielt an, um andere Erzeuger (PV etc.) zu deaktivieren.
51,50 Hz	Alle regelbaren Kraftwerke sollten an diesem Punkt die Stromerzeugung komplett eingestellt haben.
51,00 Hz	Von hier bis 51,5 Hz müssen neue Kraftwerke mindestens 90 Minuten lauffähig bleiben. Ältere Kraftwerke gehen ab hier bereits vom Netz.
50,50 Hz	Obere Grenze der im Normalbetrieb geduldeten Frequenzabweichungen. Netzersatzanlagen halten die Frequenz bei 50,5 bis 51 Hz.
50,20 Hz	Von hier bis 51,5 Hz sollen regelbare Erzeugungsanlagen (PV, BHKW, etc.) eine frequenzbasierte Leistungsreduktion vornehmen.
50,00 Hz	Die Grundfrequenz des Stromnetzes. Das Band von 49,5 bis 50,5 Hz sollte an 8716 Stunden (99,5%) eines Jahres eingehalten werden.
49,80 Hz	Stufe 1 der Netzstabilisierung. Der ÜNB kann die Aktivierung von zusätzlicher Erzeugungsleistung anweisen.
49,50 Hz	Untere Grenze der im Normalbetrieb geduldeten Frequenzabweichungen.
49,00 Hz	Stufe 2 der Netzstabilisierung aktiviert frequenzabhängigen Lastabwurf von 10 bis 15% der Verbraucher (gezielter "Teil-Blackout").
48,70 Hz	Stufe 3 der Netzstabilisierung. Abermals frequenzabhängiger Lastabwurf von 10 bis 15% der Verbraucher.
48,40 Hz	Stufe 4 der Netzstabilisierung. Frequenzabhängiger Lastabwurf. Weitere 10 bis 15% der Verbraucher gehen vom Netz.
47,50 Hz	Stufe 5 der Netzstabilisierung führt zur gezielten Abtrennung von Netzsegmenten und Kraftwerken. "Regionaler Blackout"
47,00 Hz	Unterhalb dieser Schwelle beginnt im europäischen Netzverbund ein unzulässiger Betriebszustand.
Tabelle: Dies ist eine, wenn auch unvollständige Übersicht wichtiger Stromnetz-Frequenzen und den damit in Deutschland vorgeschriebenen Handlungsanweisungen. Jedoch gelten nicht auf allen Spannungsebenen und auch nicht immer in allen Ländern des europäischen Netzverbundes (UCTE) die gleichen Regeln.	

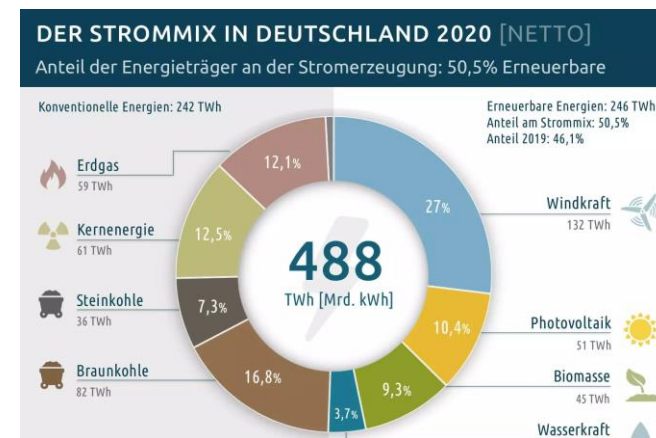
Fangen wir einmal an mit den Fakten, die uns präsentiert werden von den Energiewendebefürwortern oder von den Politikern:

Fakt 1: Kohle- und Atomkraftwerke könnte man sofort oder zeitnah abschalten.

Kernenergie, Steinkohle und Braunkohle haben 2020 immerhin 36,6 % der gesamten Stromproduktion erzeugt.

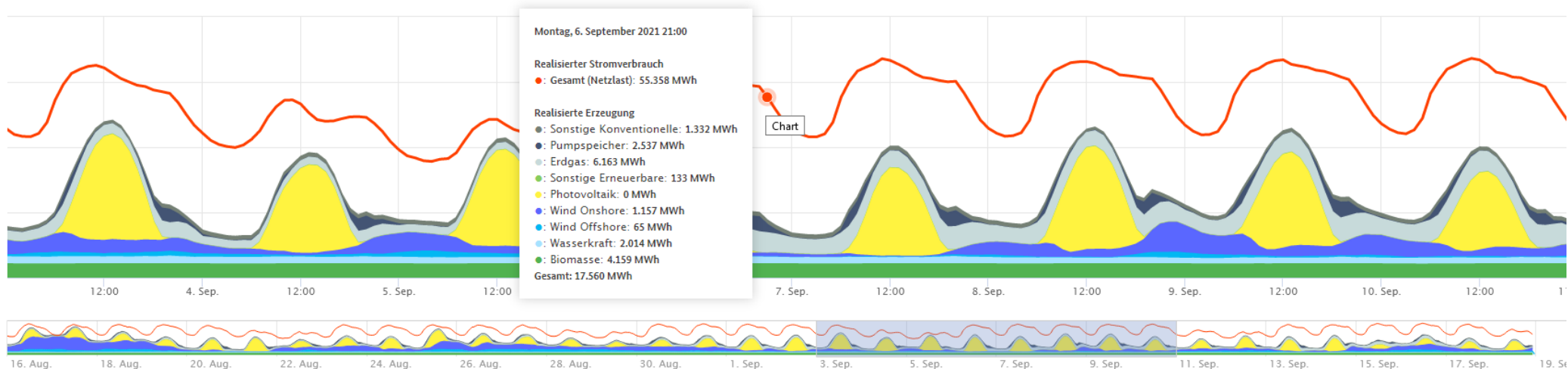
Am Montag 6. September 2021, 21:00 Uhr war die Netzlast= 55358 MWh. Photovoltaik kann um diese Uhrzeit keinen Beitrag liefern und Wind war auch keiner. Es wurde an Stromenergie nur 17560 MWh erzeugt. Das ist immerhin eine Differenz von -37798 MWh. Stromspeicher stehen auch nicht zur Verfügung. Das heißt schlicht und ergreifend:

Blackout



Land: Deutschland | 03.09.2021 - 11.09.2021 | Auflösung: Stunde | Hilfe | Tabelle anzeigen

Sie können weitere Datenkategorien im Menü hinzufügen und Konfigurationsmöglichkeiten (Filter und Skalierung etc.) verwenden. Mit dem Zeitschieberegler unterhalb der Grafik können Sie den anzuzeigenden Zeitbereich komfortabel verschieben.



Stromverbrauch - Realisierter Stromverbrauch: Gesamt (Netzlast), Residuallast, Pumpspeicher

Stromerzeugung - Realisierte Erzeugung: Biomasse, Wasserkraft, Wind Offshore, Wind Onshore, Photovoltaik, Sonstige Erneuerbare, Kernenergie, Braunkohle, Steinkohle, Erdgas, Pumpspeicher, Sonstige Konventionelle

Fakt 2: Kein Problem, wir bauen doch Stromspeicher. Tesla baut jetzt einen 150 MWh Speicher.

Doch reicht das? Wie groß müssten denn die Speicher sein? Antwort: Die Speicher müssten viel, viel, viel, viel, viel größer sein.

Deutschland verbraucht pro Tag etwa 1,2 bis 1,5 TWh Stromenergie.

$$1,5 \text{ TWh} = 1.500 \text{ GWh} = 1.500.000 \text{ MWh.}$$

Deutschland hat zurzeit etwa 32000 Windräder und eine große Anzahl von Photovoltaikanlagen. Diese Energie ist aber sehr volatil. Soll diese Art der Energieerzeugung grundlastfähig werden, dann müsste man über das ganze Jahr die Energie sammeln und man dürfte nur den Mittelwert entnehmen. Bei dem bisherigen Ausbau von Wind- und Sonnenenergie könnte man pro Tag nur 0,5 TWh entnehmen, so dass der Speicher über das Jahr nicht leer wird. Der Speicher hätte dann eine Größe von 16 TWh.

$$16 \text{ TWh} = 16.000 \text{ GWh} = 16.000.000 \text{ MWh.}$$

Alle 30 Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland haben eine Kapazität von 0,038 TWh = 38 GWh = 38.000 MWh. Viel, viel, viel zu klein.

Und Tesla müsste rund 107.000-mal so einen Speicher wie oben angegeben bauen. Wohlgemerkt, Deutschland wäre dann nur zu einem Drittel mit Strom versorgt. E-Mobilität ist noch nicht berücksichtigt. Würde man Deutschland komplett mit erneuerbarer Energie versorgen, dann müssten die Stromspeicher noch viel, viel größer sein.

Laut EnBW waren Ende 2020 175.000 Batteriespeicher mit einer kumulierten Kapazität von 1.950 MWh = 1.95 GWh = 0,00195 TWh erfasst. Man erkennt an Hand den Größenordnungen der Zahlen, dass Stromspeicher nicht ausreichend zur Verfügung stehen! Die 175.000 Batteriespeicher müssten um den Faktor 10.062 vergrößert werden um 16 TWh zu erreichen und Deutschland wäre nur zu einem Drittel versorgt.

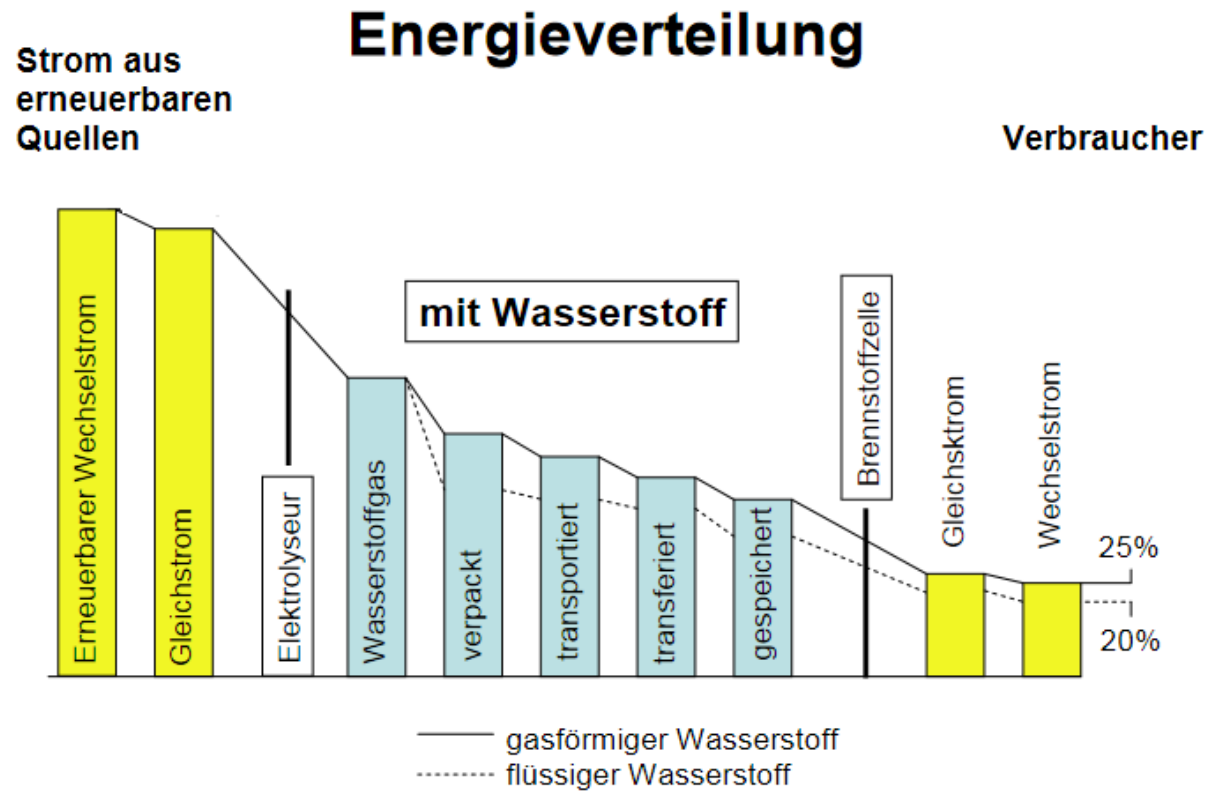
Ein weiteres Argument ist, dass man die Energieversorgung völlig dezentral aufbauen könnte und dazu Hausspeicher oder Speicher in Gemeinden oder Stadtteilen verwendet. Ein Hausspeicher mit 10 kWh Speicherkapazität, Kosten rund 10.000 Euro, müsste, wenn man nur 10 TWh speichern wollte, 1 Milliarde mal vorhanden sein.

Aber wir haben doch irgendwann E-Autos, die zur Speicherung von Strom genutzt werden könnten. Dazu müssten die E-Autos auch bidirektional laden und entladen können. Gibt es diese Autos schon? Nein noch nicht. Selbst wenn alle 46 Millionen Fahrzeuge in Deutschland Audi ETron's wären mit einem Akku von 95 kWh, dann hätten wir sogar eine Speicherkapazität von 4,37 TWh. Sind die Autos alle im Netz? Natürlich nicht. Außerdem wäre die Konsequenz, wenn der Strom knapp wird, dass viele, sehr viele Autos sofort an einer Ladesäule abgestellt werden müssten. Ziemlich unrealistisch.

Fakt 3: Wir haben doch Power-to-GAS

Die Power-to-Gas-Technologie bietet eine ideale Möglichkeit, große Mengen erneuerbaren Stroms als Gas zu speichern und in Form von Wasserstoff oder Methan für den Verkehr, zur Wärmeerzeugung oder für Industrieprozesse zu verwenden oder wieder zurück in Strom umzuwandeln, so die Befürworter.

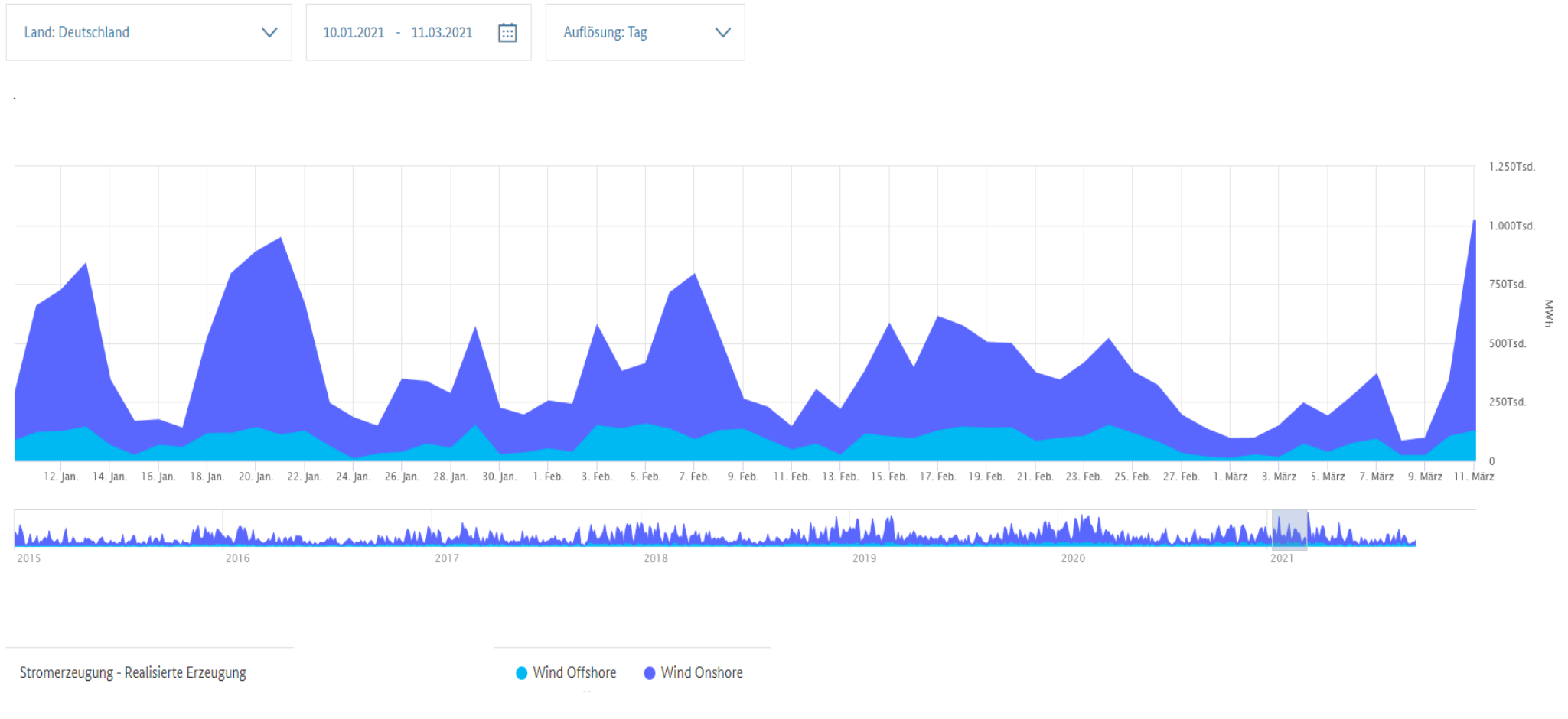
Bei dem Prozess elektrische Energie in chemische Energie zu verwandeln und dann wieder zurück in elektrische Energie oder in mechanische Energie zurück zu verwandeln beträgt der Wirkungsgrad bestenfalls 25%. Das Argument, dass dies bei erneuerbaren Energien keine Rolle spielt, ist nur vordergründig richtig. Das bedeutet, dass wir 4-mal so viele Windräder oder andere Anlagen benötigen. 3 Windräder von 4 wären nur für die Verluste in Betrieb. Will man das? Ferner muss der Wasserstoff komprimiert (700bar) und transportiert werden.



Die Energievernichtungskaskade der Wasserstoffwirtschaft

Fakt 4: Auf dem Meer weht der Wind immer. Wirklich?

Unten dargestelltes Diagramm zeigt die Windverhältnisse Onshore und Offshore im Bereich 10.01.2021 und 11.03.2021. Gerade im Frühjahr sollte der Wind Offshore immer kräftig wehen. Die Windenergieausbeute korreliert aber stark. Im Jahr 2021 ist der Korrelationskoeffizient zwischen Januar und Ende August 0,6.



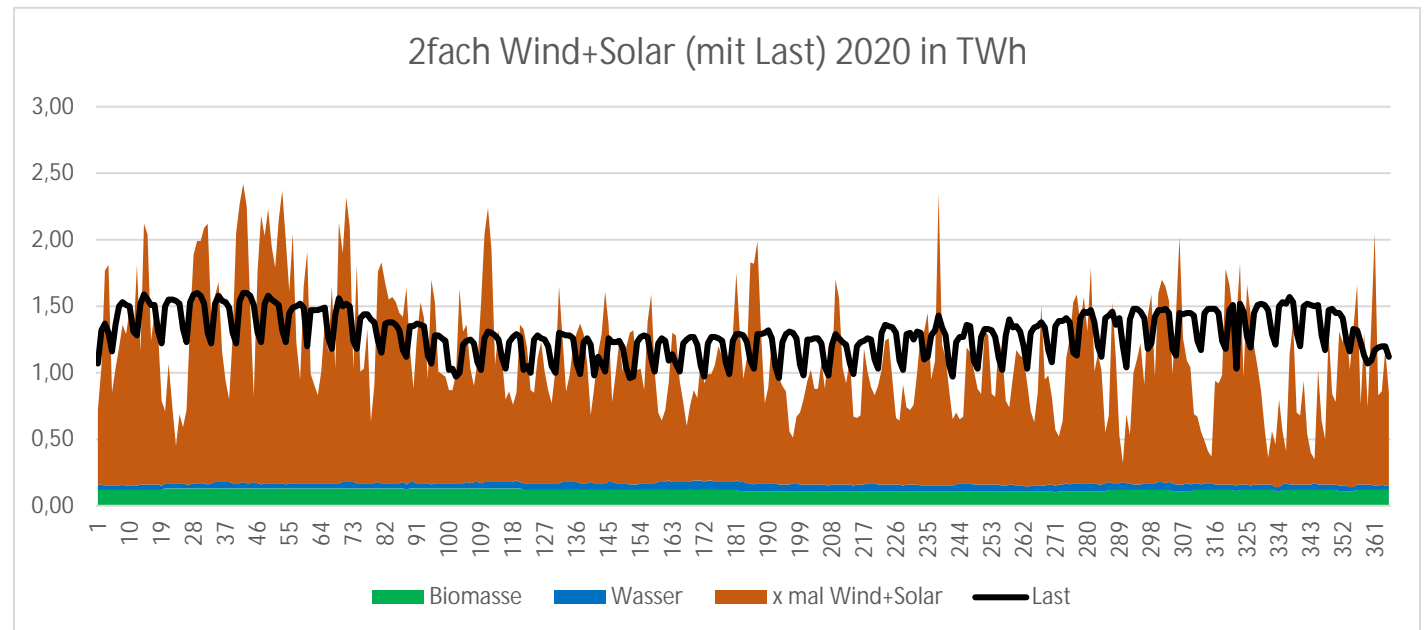
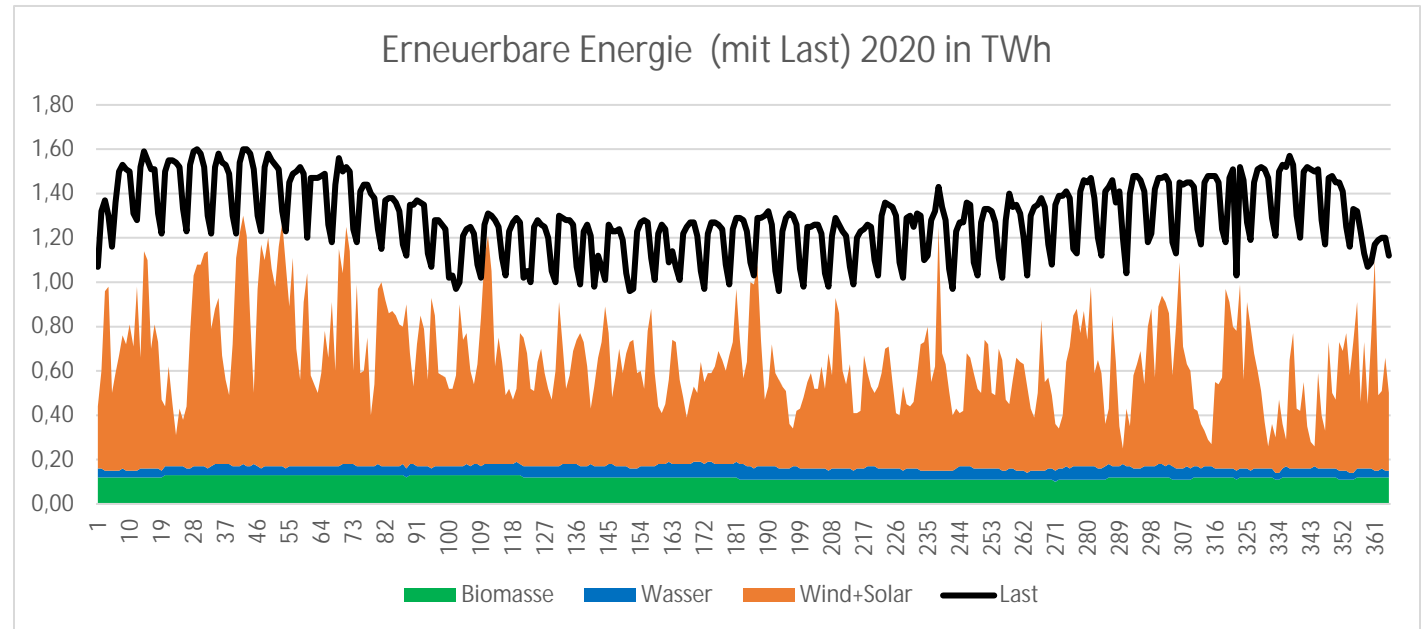
Fakt 5: Je mehr Windräder und je mehr Photovoltaikanlagen, dann ist die Energiewende geschafft. Nein ist es nicht!

Nebenstehendes Bild zeigt die Energieausbeute 2020 von Wasserkraft, Biomasse, Wind und Solar. Im Bild erkennt man, dass zu keinem Zeitpunkt der tägliche Energieverbrauch durch erneuerbare Energien gedeckt wird.

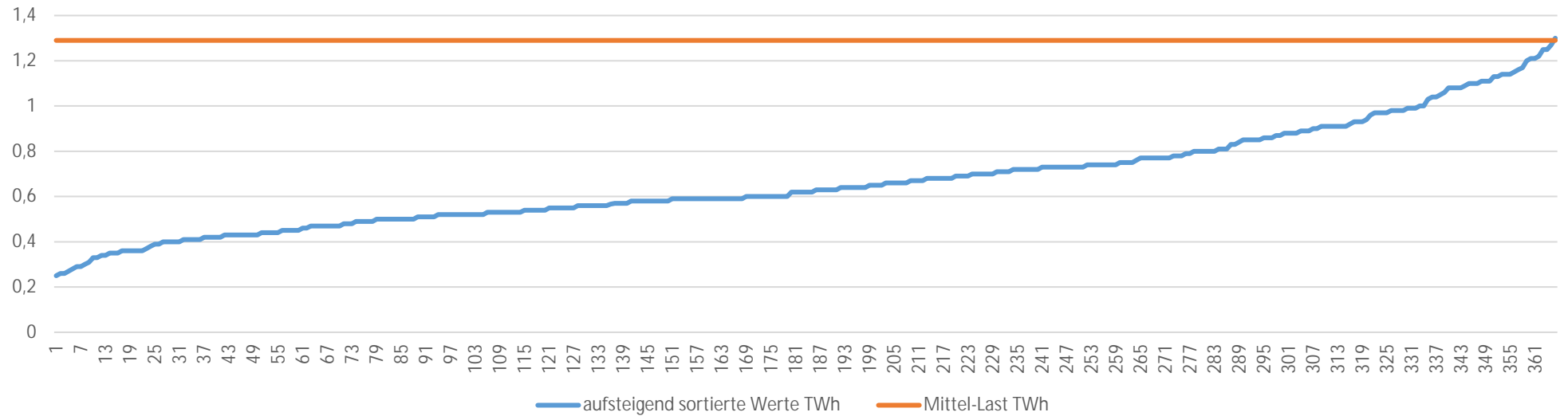
(Anmerkung: Ab Frühjahr 2020 erkennt man die Auswirkung von Corona im Energieverbrauch)

Im rechts untenstehendem Bild ist Windenergie und Solarenergie verdoppelt. Biomasse und Wasserkraft kann man nicht verdoppeln, da ein weiterer Ausbau nicht möglich ist. Jetzt gibt es viele Tage, wo der Verbrauch nicht gedeckt werden kann und Tage, wo ein großer Überschuss an Energie besteht. Speichern kann man die Energiemengen nicht, also muss man viele Anlagen abschalten.

Sortiert man die täglich erzeugten Energiemengen nach der Größe und vergleicht das mit einer mittleren täglichen Last, dann kann man die Problematik noch besser erkennen. Dies ist in den beiden unteren Bildern zu sehen.



Summe Energie von Wasserkraft, Biogas, Windkraft und Solar geordnet nach aufsteigenden Werten in TWh



Summe Energie von Wasserkraft, Biogas, 2mal Windkraft und 2mal Solar nach aufsteigenden Werten in TWh

