

Goldboden 2021

Analyse der Ergebnisse aus dem EnBW E-Cockpit

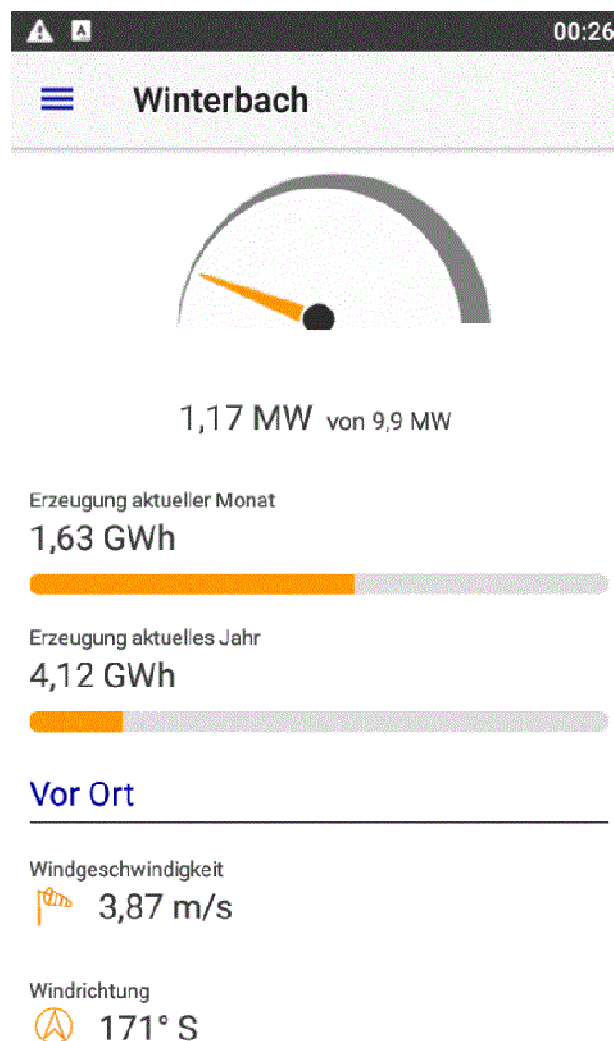
Detailergebnisse: Monatliche Leistungsganglinien

Willy Fritz

Zusammenfassung

Aus der manuellen Aufzeichnung der Online Ertragsdaten der EnBW-App E-Cockpit wurden die kumulierten Ertragsdaten in 6 h Intervallen (0:00 Uhr, 6:00 Uhr, 12:00 Uhr und 18:00 Uhr) aufgezeichnet und daraus die entsprechenden Leistungsdaten ermittelt.

In jenem E-Cockpit werden die momentanen Leistungsdaten und die kumulierten Ertragsdaten online angezeigt, aber nicht gespeichert, wie nachfolgend für den 19. 02. 2021 beispielhaft dargestellt ist:

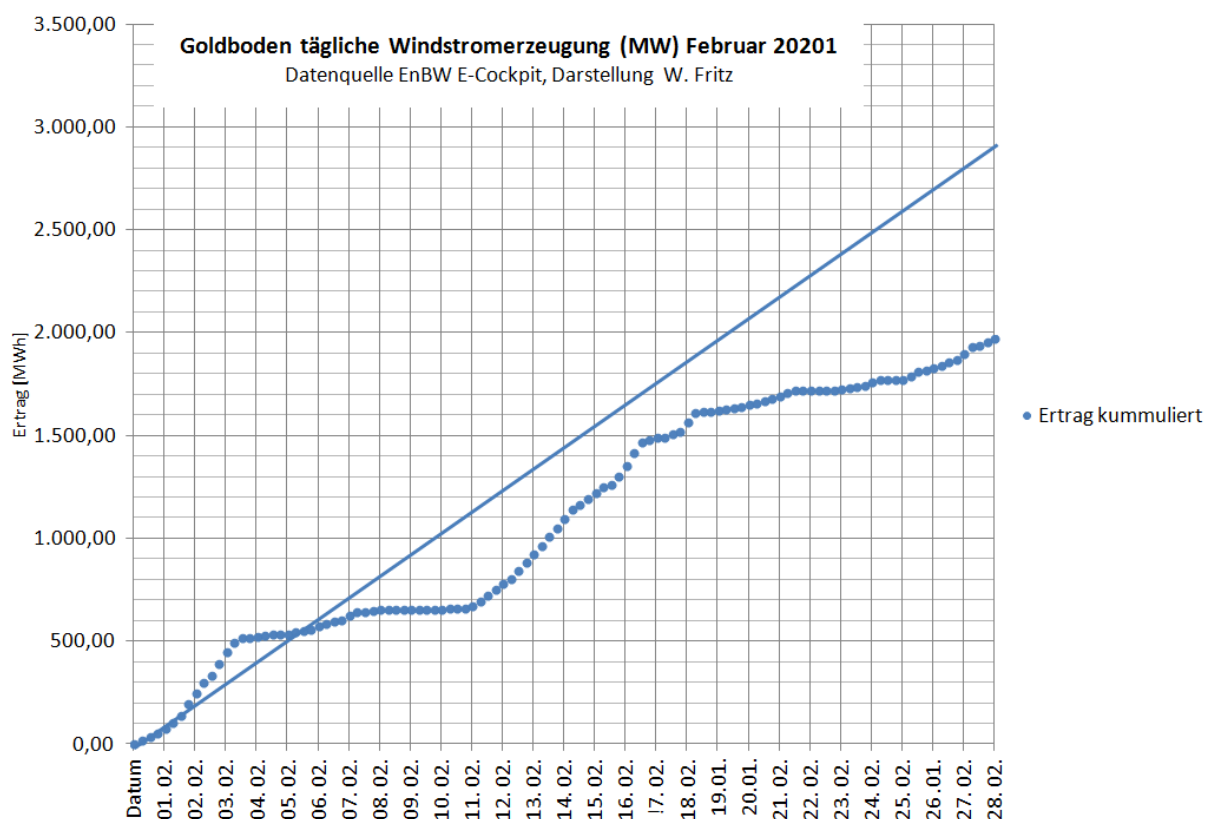


Die momentane Leistung aller drei Anlagen wird in Form eines Tachos dargestellt Die Erzeugungen für den aktuellen Monat und das aktuelle Jahr werden jeweils als kumulierte (integrierte) Werte dargestellt. Ebenso wird die aktuelle Windgeschwindigkeit angezeigt. All diese Werte werden nicht aufgezeichnet.

Nun kann man die angezeigte momentane Leistung zu einer bestimmten Uhrzeit nicht direkt übernehmen, da sie alle 20 Sekunden aufgewertet wird und durchaus erheblichen Schwankungen unterliegt, sie muss also über das entsprechende Zeitintervall gemittelt werden. Dies

erfolgt automatisch bei der Ertragsermittlung. Bei deren Ablesung (2 Stellen hinter dem Komma) machen sich Kurzzeitschwankungen in der Leistung nicht bemerkbar. Beispiel: Bei der oben angezeigten Leistung von 1,17 MW wäre der Ertragszuwachs nach 20 Sekunden $1,17 \text{ MW} \cdot 20/3600 \text{ h} = 0,0065 \text{ MWh}$ oder $0,0000065 \text{ GWh}$, eine Größe die im Darstellungsmaßstab untergeht. Erst bei einem Zeitraum von 6 h würde die Zunahme eine nennenswerte Größe erreichen: $1,17 \text{ MW} \cdot 6 \text{ h} = 7,02 \text{ MWh}$ oder $0,007 \text{ GWh}$. Das würde die o. g. Anzeige zumindest auf 1,64 GWh aufrunden. Markanter sind die Unterschiede natürlich bei einer deutlich höheren Leistungsabgabe, z. bei der Nennleistung von 9,9 MWh: $9,9 \text{ MW} \cdot 6 \text{ h} = 59,4 \text{ MWh}$ oder $0,06 \text{ GWh}$, was schon zu einer erkennbaren Zunahme der Anzeige führen würde. Die kurzzeitigen Leistungsschwankungen werden also durch die Integration automatisch geglättet und gemittelt.

Für den Monat Februar 2021 ergibt sich damit beispielsweise folgender kumulierter Ertragsverlauf:



Die durchgezogene Linie gibt den Verlauf des Ertrages der Prognose bei einer angenommenen gleichmäßigen Leistungsabgabe wieder, der punktierte Verlauf stellt den tatsächlichen Verlauf der Ertragsentwicklung dar. Am Monatsende wird der Monatertrag erreicht, 2.900 MWh bei der Prognose, 1.970 MWh beim tatsächlichen Ertrag. Hier kann man schon erkennen, dass es immer wieder längere Abschnitte gibt, in denen der Ertrag nicht oder kaum zunimmt. Das sind dann Zeiten mit geringer oder gar keiner Leistungsabgabe.

Die geleistete Arbeit oder der Ertrag ist also nichtlinear von der Zeit abhängig, $E = E(t)$, dann ist die Leistung $P(t)$ gegeben durch die zeitliche Ableitung des Ertrages: $P(t) = dE(t)/dt$. Da aber der Ertragsverlauf nicht durch eine analytische Funktion gegeben ist, muss die zeitliche Ableitung numerisch gebildet werden, indem der Differentialquotient durch einen Differenzenquotient approximiert wird:

$$P(t) = (E_{t+1} - E_{t-1}) / (2\Delta t)$$

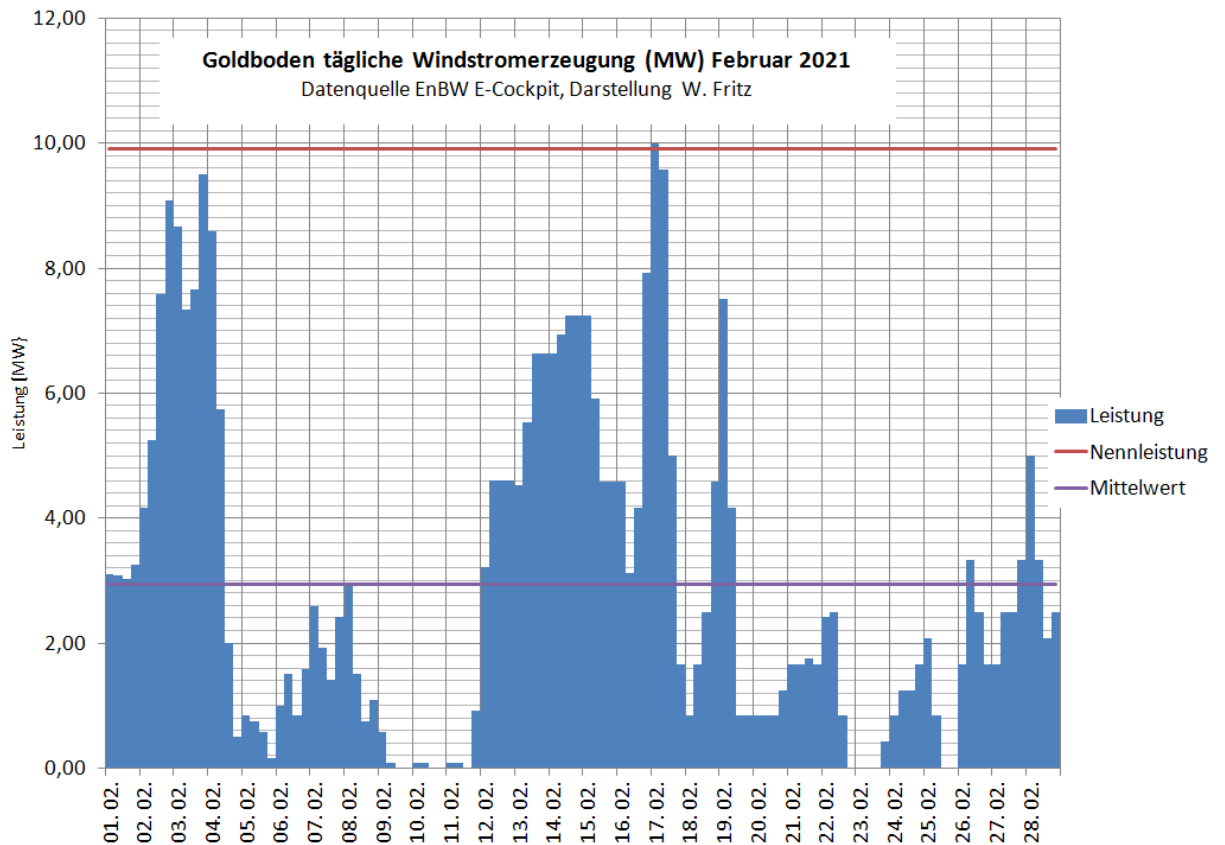
Darin bedeutet:

- t Zeitpunkt t
- $t+1$ Zeitpunkt $t+1$, ein Zeitintervall später
- $t-1$ Zeitpunkt $t-1$, ein Zeitintervall früher
- Δt Größe des Zeitintervalls, hier 6 h

Somit ergibt sich:

$$P(t) = (E_{t+1} - E_{t-1}) / 12$$

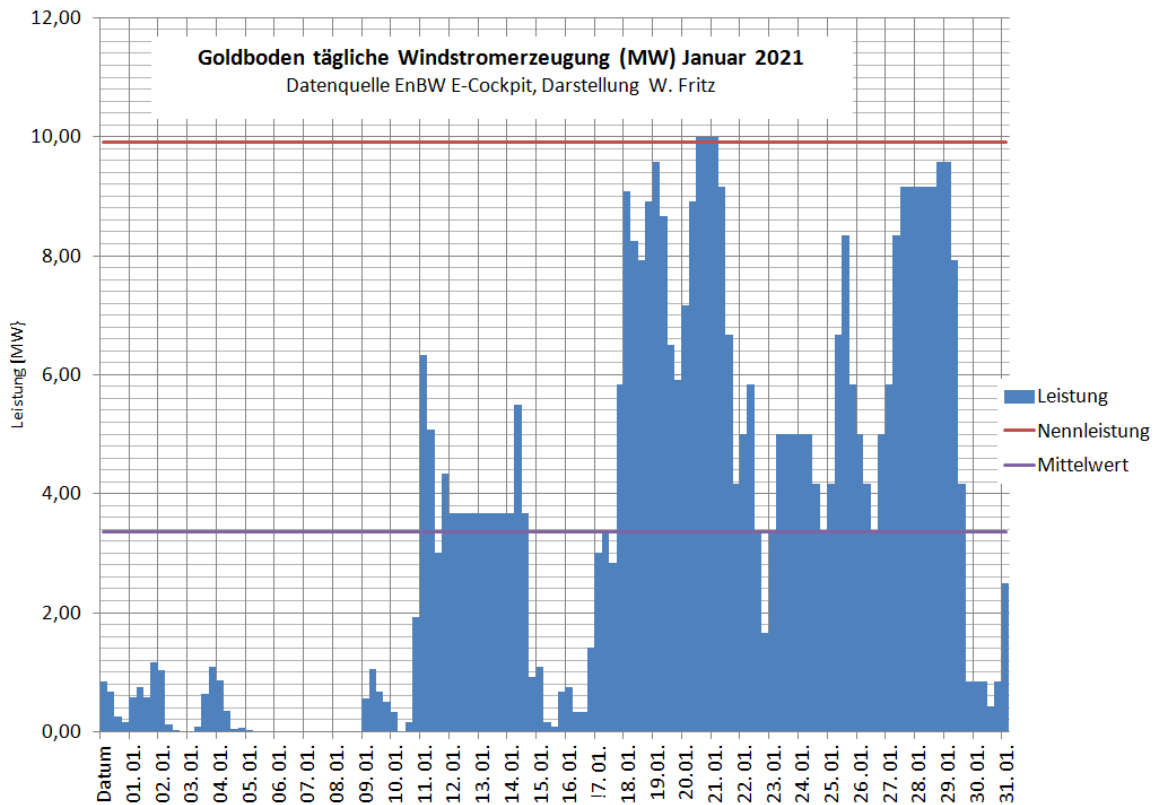
Dies stellt die in der numerischen Mathematik allgemein übliche zentrische Differenz für die erste Ableitung dar. Liegen die Daten als Excel-Tabelle vor, lässt sich dies sehr einfach durchführen. Damit erhält man schließlich aus dem Ertragsverlauf den Leistungsverlauf:



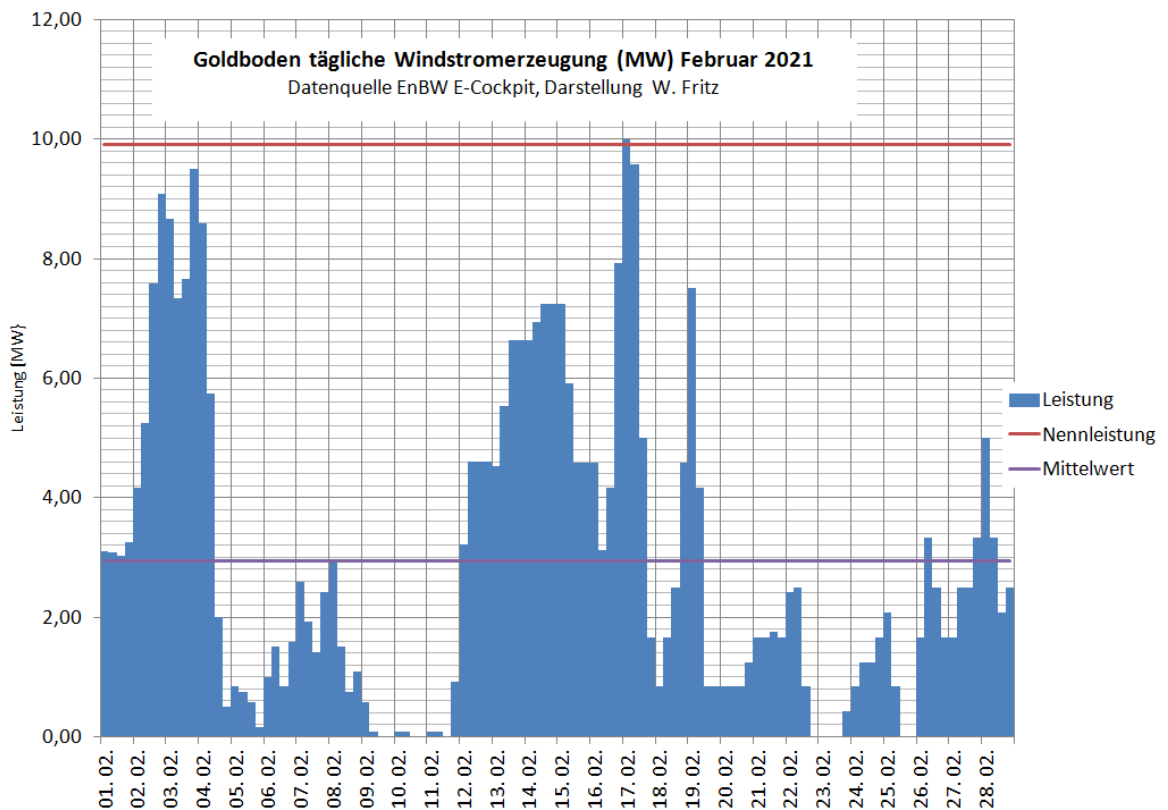
Hier sieht man jetzt deutlich die permanenten Leistungseinbrüche und die häufigen Stillstände

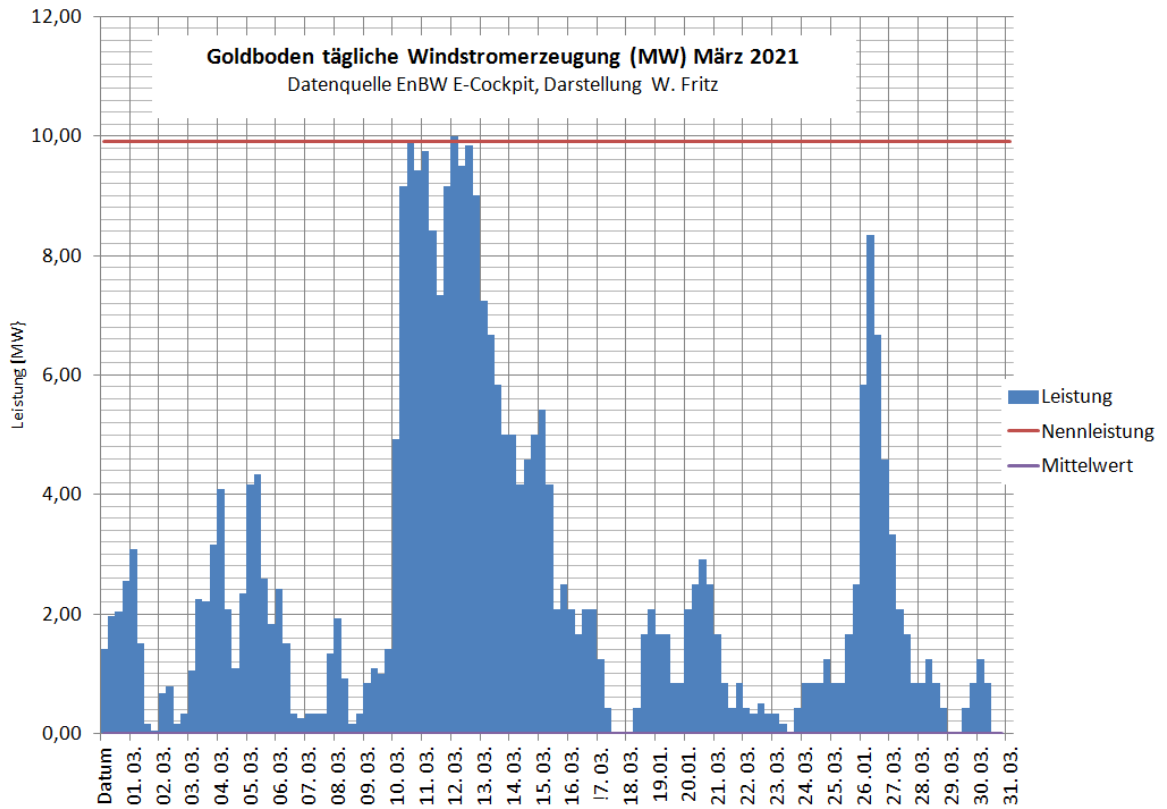
Nachfolgend sind nun die monatlichen Leistungsverläufe für das Jahr 2021 dargestellt. Die Darstellungen sind selbst erklärend, so dass sich weitere Kommentare erübrigen.

Erwähnenswert ist noch die Fledermausabschaltung von April bis Oktober, bei entsprechenden Verhältnissen von einer Stunde vor Sonnenuntergang bis eine Stunde nach Sonnenaufgang. September und Oktober 3 Stunden vor Sonnenuntergang- und 3 Stunden nach Sonnenaufgang. Entsprechende Verhältnisse heißt: Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe kleiner 6 m/s, Temperatur über 10°.



Im Januar war die Anzeige hin und wieder längere Zeit eingefroren, die Zwischenwerte konnten nur linear interpoliert werden, deshalb stellenweise die konstanten Plateaus





Dass hier die Nennleistung mal kurzzeitig überboten wird, liegt an der groben 6 h Rasterung.

