

Die gekappten Windleistungsdichten am Schienerberg (VRG50, VRG51 und VRG52)

Die Windvorranggebiete VRG50, VRG51 und VRG52 wurden unter anderem so zugeschnitten, dass die gekappte Windleistungsdichte dort auf einer Höhe von 160 m über Grund mindestens den Wert von 190 W/m^2 erreichen soll. Dieser Wert wird als Minimum für eine einigermaßen effiziente Nutzung der Windkraft angesehen. Als Planungsgrundlage wurde der Windatlas Baden-Württemberg 2019 herangezogen. Diesen Windatlas gibt es einmal im Netz als PDF, man kann aber auch die zugrundeliegenden Windkarten in der Datenbank LUBW finden. Hier sind die Links:

PDF: <https://www.energieatlas-bw.de/documents/d/guest/endbericht-windatlas-bw-2019>

Kartendienst: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/windatlas/karten>

Ich habe die gekappten Windleistungsdichten für Bereiche berechnet, in denen eine mittlere Windgeschwindigkeit von $5,0 - 5,5 \text{ m/s}$ in 160m Höhe über Grund am Schienerberg vorherrscht. Gebiete mit diesen Windgeschwindigkeiten sind in einem beträchtlichen Teil in den Windvorranggebieten VRG50, VRG51 und VRG52 vorhanden. Es ergibt sich für diese speziellen Gebiete ($5 - 5,5 \text{ m/s}$), dass die gekappten Windleistungsdichten nach meinen Berechnungen erheblich unter denen liegen, die für diese Bereiche im Windatlas angegeben sind. Ich erhalte für diese Bereiche innerhalb der obig angegebenen Windvorranggebiete Werte von $130,8 - 181,4 \text{ W/m}^2$, während im Windatlas dort vielfach $190 - 250 \text{ W/m}^2$ ausgewiesen sind. Da meine Werte deutlich unter den kritischen 190 W/m^2 liegen, fordere ich den Regionalverband auf, diese Berechnungen im Windatlas zu überprüfen und ggf. die Windvorranggebiete so einzugrenzen, dass diese kritische Marke innerhalb der Windvorranggebiete nicht unterschritten wird. Da der Windatlas die Planungsgrundlage für die Windvorranggebiete ist, muss selbstverständlich die Richtigkeit seiner Daten gewährleistet sein, was offensichtlich nicht der Fall ist.

Im Anhang weiter unten finden Sie Details zu meinen Berechnungen. Ich stehe für Fragen gerne zur Verfügung und kann Ihnen auf Anfrage auch eine Excel-Datei mit den Formeln und Berechnungen zur Verfügung stellen.

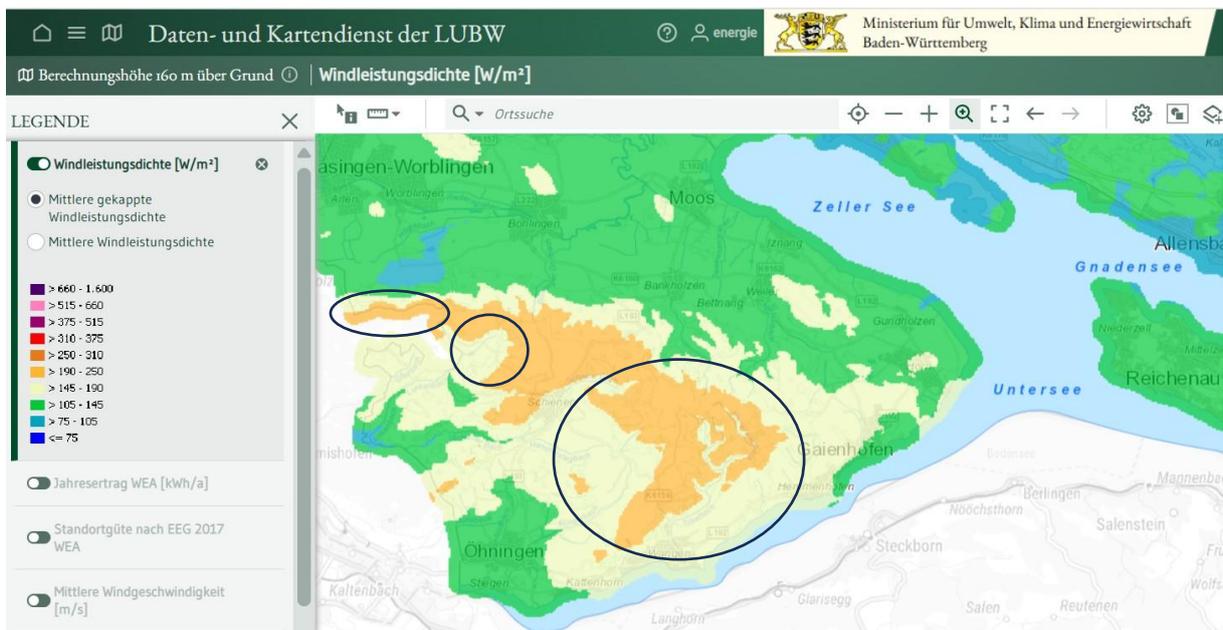
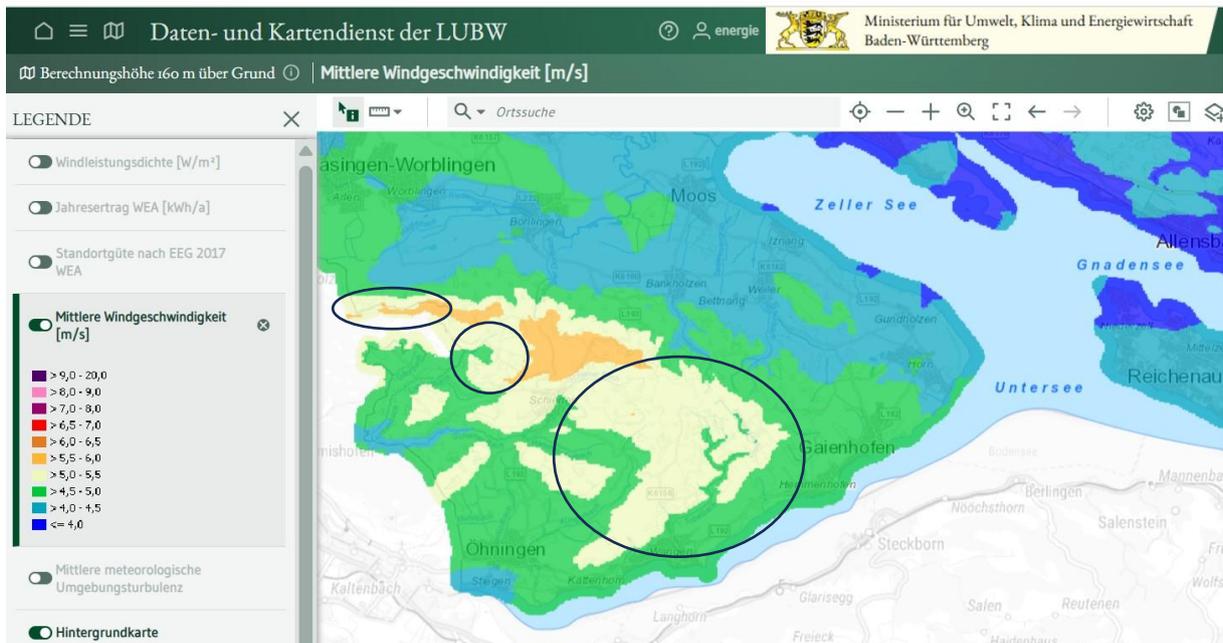
Moos, den 25.07.2025

(Dr. Friedrich-Karl Koschnick, Diplom Physiker)

ANHANG:

Berechnung der gekappten Windleistungsdichten auf Basis der mittleren Windgeschwindigkeit auf dem Schienerberg

Teilweise stimmen die Daten der gekappten Windleistungsdichte für den Schienerberg im Windatlas BW 2019 und im Daten- und Kartendienst der LUBW nicht. Vergleicht man die Daten für die mittlere Windgeschwindigkeit mit den Daten für die gekappte Windleistungsdichte, so gibt es Inkonsistenzen.



Oben ist die mittlere Windgeschwindigkeit am Schienerberg gezeigt, unten die berechnete gekappte Windleistungsdichte. Es fällt sofort auf, dass in großen Bereichen mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von 5-5,5 m/s die gekappte Windleistungsdichte im Intervall 190-250 W/m² liegen soll. Die nachfolgenden Berechnungen zeigen, dass das nicht sein kann.

Benutzt wurde die Formel für die Windleistungsdichte mit der Kappung von 15 m/s aus dem Windatlas Baden-Württemberg 2019, Seite 34:

$$E_{kapp} \approx \frac{1}{2} \rho \left(0,1 \text{ m/s} \sum_{j=1}^{150} u_j^3 \frac{k}{A} \left(\frac{u_j}{A} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{u_j}{A} \right)^k} + (15 \text{ m/s})^3 e^{-\left(\frac{15 \text{ m/s}}{A} \right)^k} \right)$$

mit den Stützstellen

$$u_j = 0,05 \text{ m/s} + (j - 1) * 0,1 \text{ m/s} \quad \text{für } j = 1, \dots, 150$$

Der Schienerberg hat im betreffenden Gebiet eine Höhe zwischen 600 und 720 m. Ich habe einen Durchschnittswert von 640 m Höhe angenommen, was eher die untere Grenze ist. Damit ergibt sich bei einer Nabenhöhe von 160 m eine Gesamthöhe von 800 m, was einem Luftdruck von 914 hPa im Vergleich zu 1013,25 hPa auf Meereshöhe entspricht. Bei 800 m liegt die Luftdichte ρ bei Normalbedingungen, 0% Luftfeuchtigkeit und 10°C bei 1,125 kg/m³ (bei höherer Luftfeuchtigkeit und höherer Temperatur nimmt die Luftdichte ab). Es wurde berücksichtigt, dass die Temperatur ca. 5°C niedriger liegt als auf Meereshöhe. Die Luftdichte wurde mit dem Luftdichterechner der Website für Windenergie-Daten der Schweiz berechnet:

<https://wind-data.ch/tools/luftdichte.php?method=2&pr=914&t=10&rh=0&abfrage2=Aktualisieren>

Die Berechnungen wurden für drei Formparameter k der Weibullverteilung durchgeführt:

$$k = 1,95, k = 2,0 \text{ und } k = 2,05.$$

Diese Werte sind realistisch für den Schienerberg. Der Skalen-Parameter A der Weibullverteilung ergibt sich aus der mittleren Windgeschwindigkeit \underline{v} . In guter Näherung gilt:

$$A = 1,1288 \cdot \underline{v}.$$

Es wurde mit jeder Weibullverteilung zur Kontrolle wieder die mittlere Windgeschwindigkeit berechnet und es gab immer konsistente Ergebnisse, es kam also immer wieder genau das \underline{v} heraus, dass für die Bestimmung von A verwendet wurde.

Folgende gekappte Windleistungsdichten wurden mit der Formel aus dem Windatlas berechnet:

\underline{v}	k = 1,95	k = 2,0	k = 2,05	Zum Vergleich der Normalstandort: NN, 1013,25hPa, 15°C, Rayleigh (k=2.0)
5,0 m/s	137,3 W/m ²	133,9 W/m ²	130,8 W/m ²	145,8 W/m ²
5,25 m/s	158,4 W/m ²	154,7 W/m ²	151,2 W/m ²	168,4 W/m ²
5,5 m/s	181,4 W/m ²	177,2 W/m ²	173,4 W/m ²	193,0 W/m ²
5,75 m/s	205,9 W/m ²	201,5 W/m ²	197,3 W/m ²	219,4 W/m ²
6,0 m/s	232,1 W/m ²	227,4 W/m ²	222,9 W/m ²	247,6 W/m ²

Damit liegt für die Bereiche am Schienerberg mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von 5,0 - 5,5 m/s die gekappte Windleistungsdichte auf 160 m über Grund im Intervall von 130,8 - 181,4 W/m². Das ist deutlich weniger als der Windatlas mit seinen 190 - 250 W/m² für die meisten dieser Bereiche angibt!