

## Faktencheck: Was leistet Windkraft – „Säule der Energiewende“ – wirklich?

Situation im Februar 2024 :

Der Strombedarf war im Mittel 1,7 mal so hoch wie die Windenergie an Land und in der Nordsee im Mittel bereitstellen konnte.

Bei Zeiten mit Windleistungen bei < 3 % der installierten Leistung ist der Strombedarf mehrere Dutzend mal so groß, siehe **blaue** Ellipsen. Am 17.02. abends leisteten WKA 665 MW = 1,75 % der installierten Leistung!

Im Februar überstieg die WKA-Leistung oft den Strombedarf, (**rot**).

Für die Dauer von 190,75 h = 7,9 Tg. überstieg die WKA-Leistung den gesamten Strombedarf ! Es wurden 652.706,6 MWh = 652,7 GWh mehr erzeugt als gebraucht, mit einer Spitzenüberschussleistung von 8317 MW !

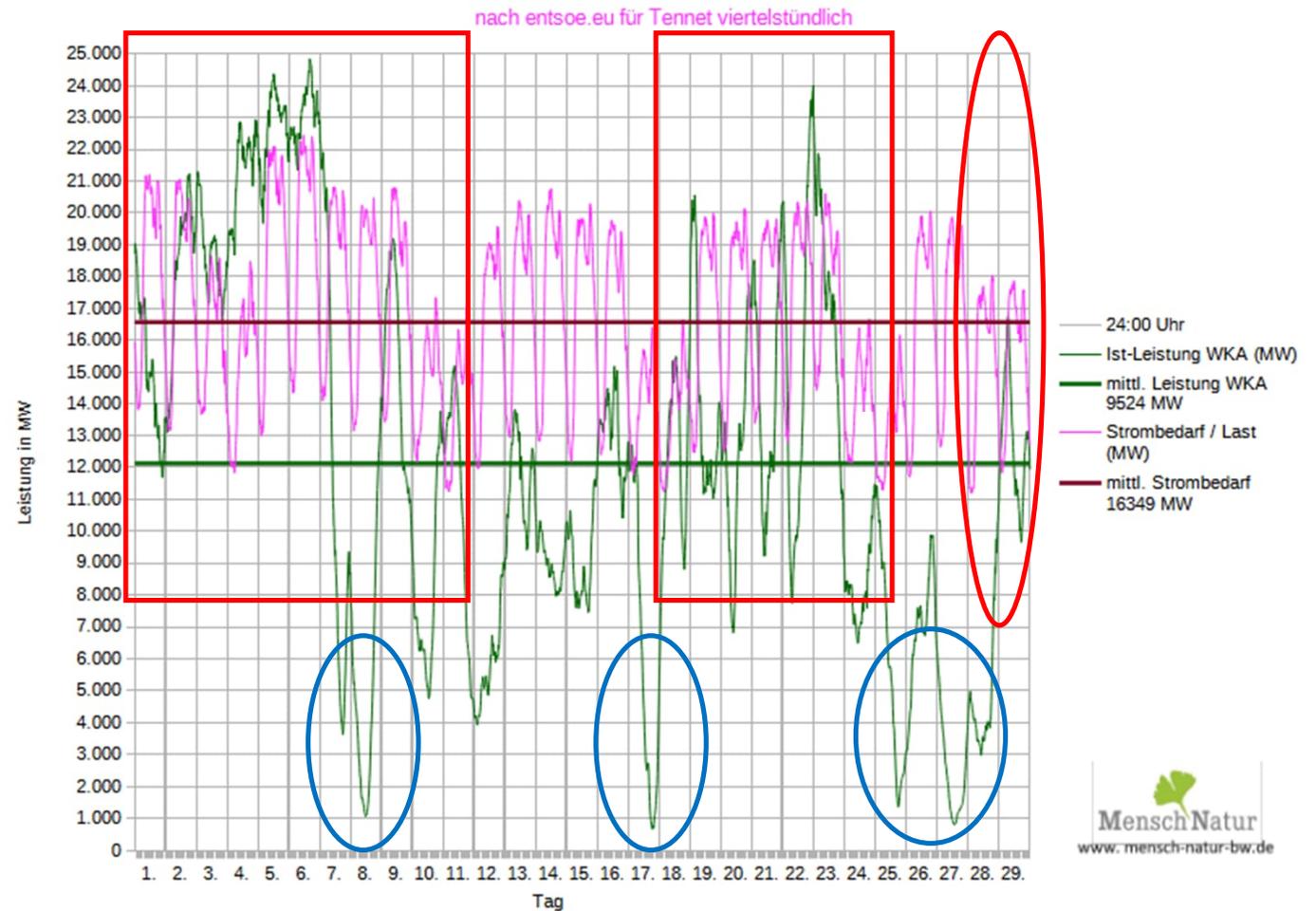
Wäre die inst. WKA-Leistung doppelt so hoch (wie geplant ist), hätten die WKA 6.660.285 MWh = 6.660,3 GWh = 6,660 TWh mehr Strom an 488 h = 20,4 Tage erzeugt als gebraucht wurde.

**Zusätzliche WKA verschärfen das Problem!**

Erklärung:

- Diagramm zum Strombedarf („Netzlast“) und dazu der Deckungsbeitrag der Windleistung.
- **Magenta Linie** : sie gibt an, wie groß der tatsächliche Strombedarf im Verlauf des Monats ist.
- **Dunkelrote horizontale Linie**: Mittelwert des Strombedarfs des Monats
- **Grüne Kurve** in der unteren Hälfte: die Windleistung anteilig
- **Grüne horizontale Linie**: Mittelwert der Windleistung

Leistungsverlauf aller WKA im Netz von Tennet gegenüber Strombedarf / Lastanforderung im Februar 2024



## Faktencheck: Was leistet Windkraft – „Säule der Energiewende“ – wirklich?

Situation im Februar 2024 :  
Hier wird nun zusätzlich dargestellt, wenn die Photovoltaik ins Spiel kommt. Durch den aktuellen Ausbauzustand von PVA wird mittags zusammen mit WKA oft mehr Strom erzeugt, als benötigt wird.

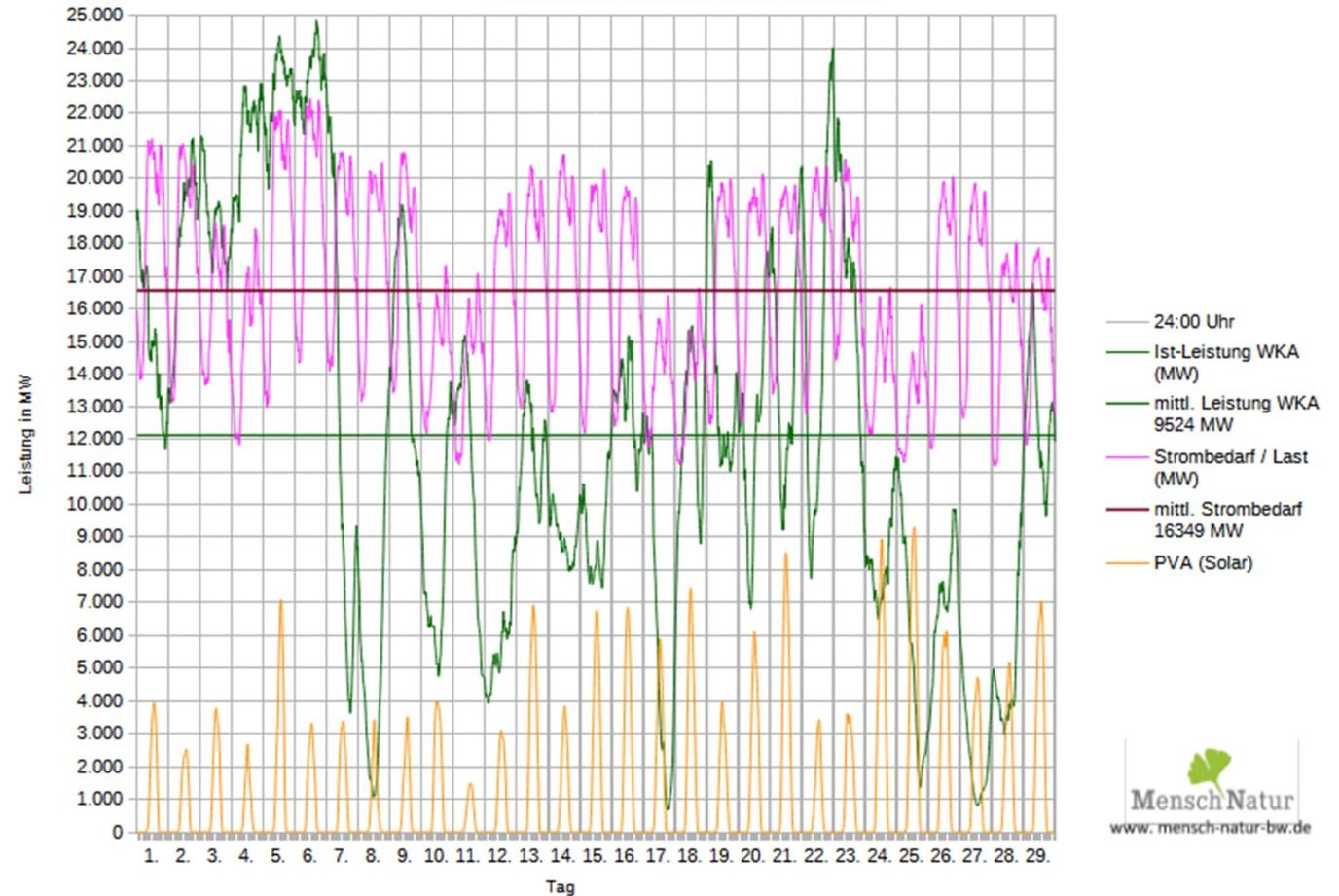
An insgesamt 219 Stunden wurden 798.010,1 MWh = 798,0 GWh = 0,798 TWh mehr Strom erzeugt als verbraucht wurde mit einer Spitzen-Überschuss-Leistung von 9.747 MW!

### Erklärung:

- Diagramm zum Strombedarf („Netzlast“) und dazu der Deckungsbeitrag der Windleistung.
- **Magenta Linie** : sie gibt an, wie groß der tatsächliche Strombedarf im Verlauf des Monats ist.
- **Dunkelrote horizontale Linie**: Mittelwert des Strombedarfs des Monats
- **Grüne Kurve** in der unteren Hälfte: die Windleistung anteilig
- **Grüne horizontale Linie**: Mittelwert der Windleistung

Leistungsverlauf aller WKA + PVA im Netz von Tennet gegenüber Strombedarf / Lastanforderung im Februar 2024

nach entsoe.eu für Tennet viertelstündlich



Leistungsverlauf Windleistung gegen Strombedarf (Last) Tennet

Situation im Februar 2024 :  
 ½ Stunde lang trugen die WKA lediglich mit bis zu 0,0 – 2,2 % % der installierten Leistung an Land und See zur Stromerzeugung bei, weitere 7 Stunden zw. 2,2 % - 3,3 %, weitere 10 ¼ Stunden 3,3 % - 4,4 % bzw. 7 Stunden 4,4 % - 5,5 %.

50 % der installierten Leistung wurde für 206 Stunde erreicht / überschritten.

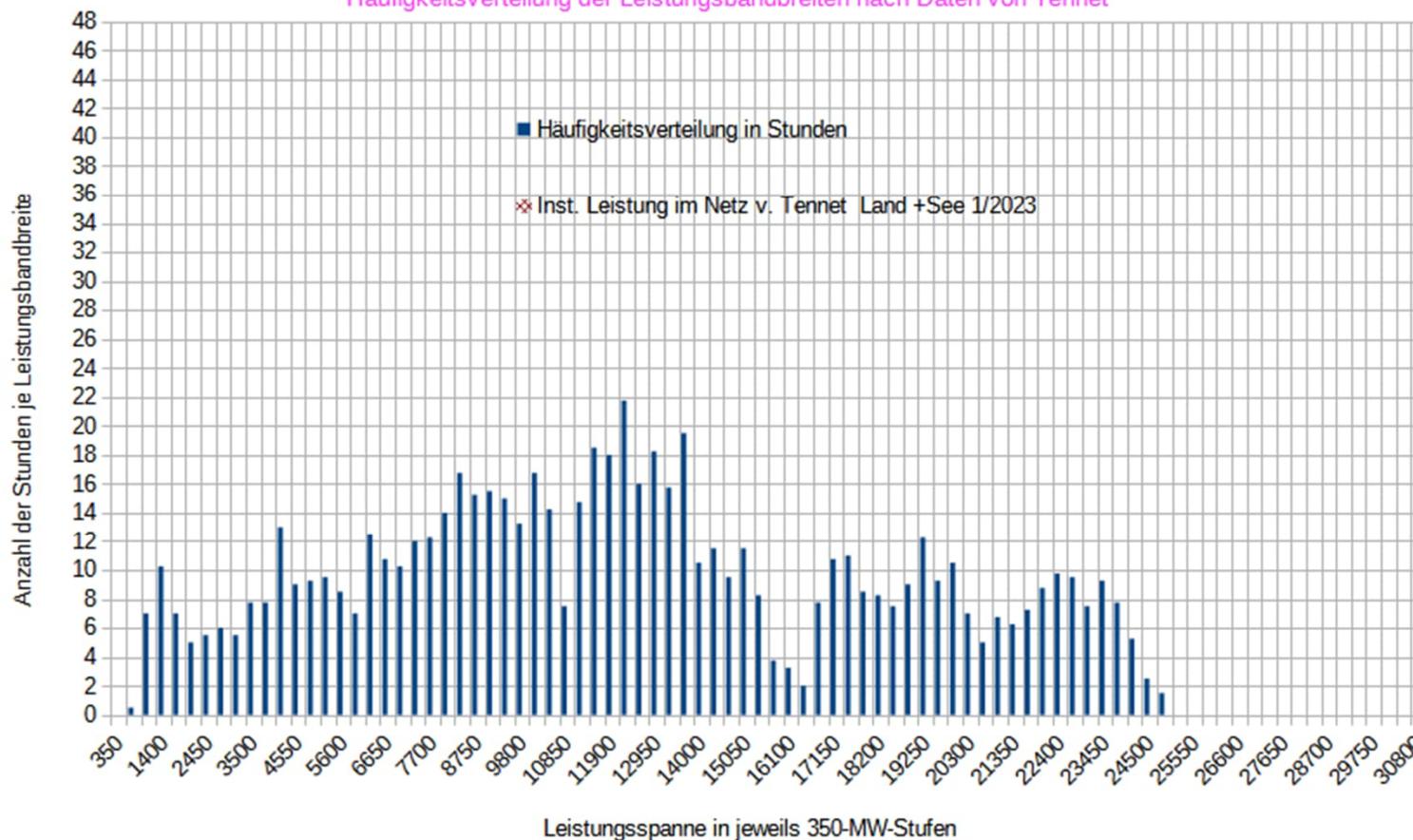
**Erklärung:**

Balken-Diagramm: Häufigkeitsverteilung der aufgetretenen Leistungen

- **Blaue Säulen** : Anzahl der Stunden, bei der eine Leistung von z.B. 0 – 350 MW vorgelegen hat ( ganz links ), das sind 1,1 % der installierten Leistung. Stufung jeweils 350 MW
- **Gemusterte rote Linie** rechts: zeigt die installierte Leistung an.

### Häufigkeit der Leistung aller WKA an Land + See im Netz Tennet im Februar 2024

Häufigkeitsverteilung der Leistungsbandbreiten nach Daten von Tennet



Häufigkeitsverteilung der Leistung Land und See  
Tennet

Situation im Februar 2024 mit 696 h:  
 In Folie 3 ist erkennbar, welche Leistung wie lange von der Windkraft erbracht wurde. Hier wird nun dargestellt, wie viel Zeit noch für eine höhere Leistung im Monat zur Verfügung stehen:

Für die Bereitstellung von 0 – 1400 MW = 0% – 4,4 % der installierten Leistung wurden  $696 - 678 \frac{1}{4} = 17 \frac{3}{4}$  h des Monats verbraucht.

Für die Bereitstellung von 0 – 1750 MW = 0% - 5,5 % der installierten Leistung wurden  $24 \frac{3}{4}$  h verbraucht.

Für eine Leistung von mehr als 7700 MW =  $\frac{1}{4}$  der inst. Leistung waren noch 520 h vorhanden

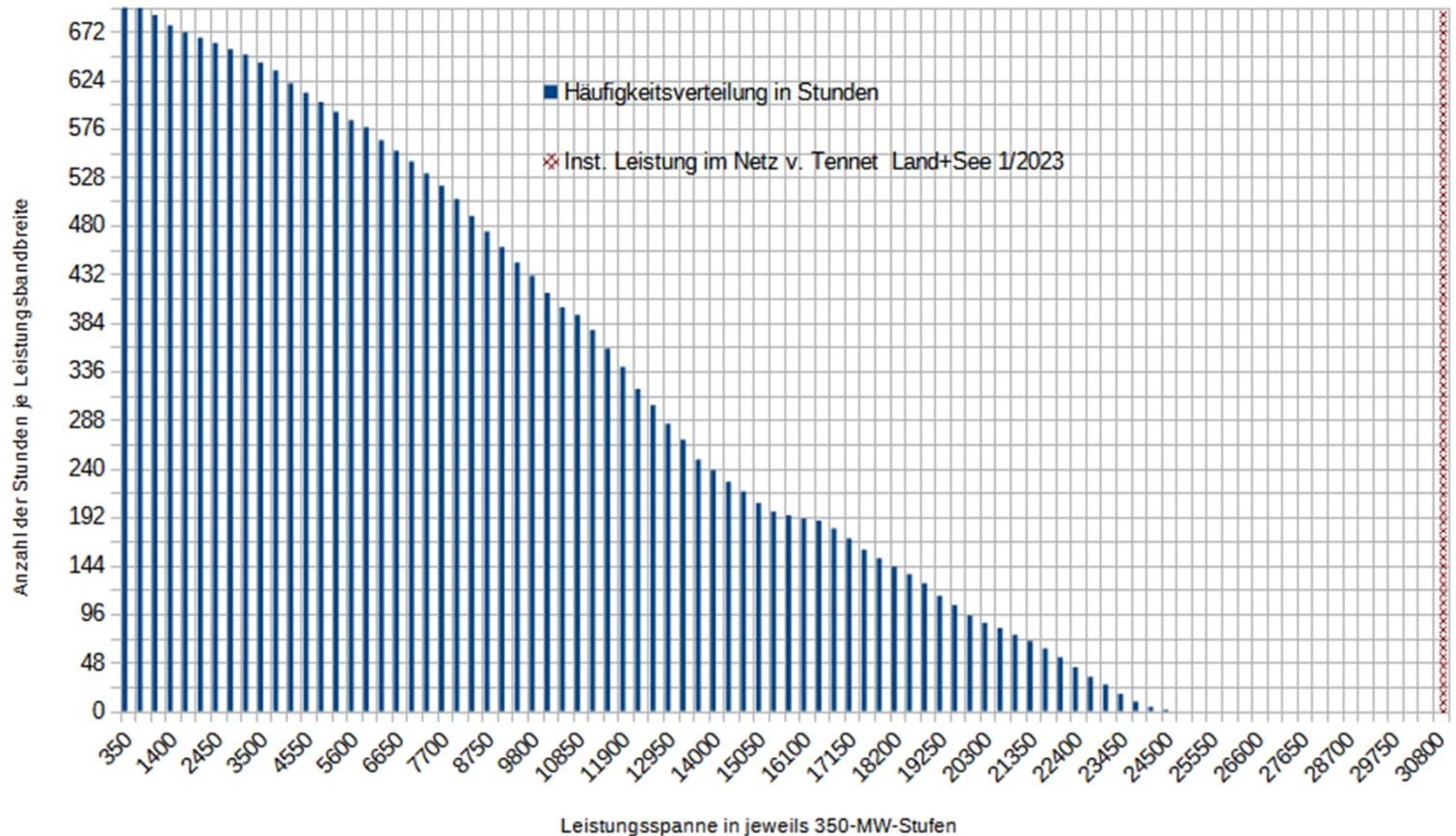
Erklärung:

Balken-Diagramm: Häufigkeitsverteilung der aufgetretenen Leistungen in Stunden

- **Blaue Säulen:** Sie zeigen an, wie viele Stunden des Monats bis zur Leistungsstufe mit schwächerem Wind bereits vergangen sind und noch für höhere Leistungen mit mehr Wind zur Verfügung stehen.
- **Gemusterte rote Linie** rechts: zeigt die installierte Leistung an.

## Häufigkeit der Leistung aller WKA an Land + See im Netz Tennet im Februar 2024

verfügbare Leistung in Stunden



Häufigkeitsverteilung Land und See über die monatliche Gesamtstunden mit verfügbaren Leistungsstufen in Stunden Tennet

Situation im Februar 2024 :  
 24 h lang betrug die Leistung maximal 1670 MW, weitere 24 h maximal 3249 MW;

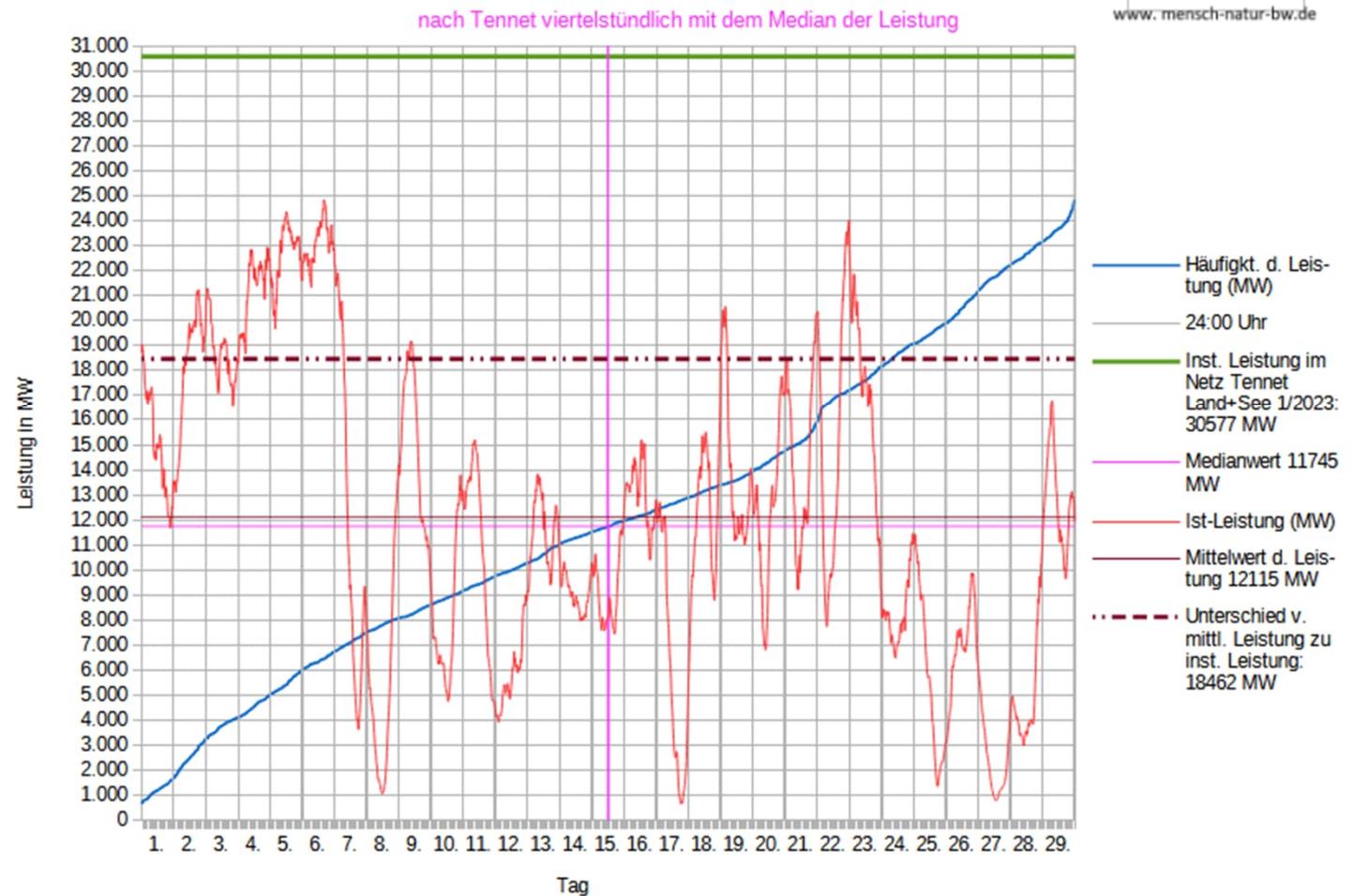
5 % der installierten Leistung wurden nach 21 h erreicht.

Einen halben Monat lang betrug die WKA-Leistung 0% bis 38,4 % der installierten Leistung; nach 15 Tagen wurde der Mittelwert erreicht, 39,6 % der installierten Leistung.

#### Erklärung:

- **Grüne Linie** oben: installierte Leistung der WKA im Netz von „Tennet“
- **Darunter magenta gestrichelt:** Höhe der nicht genutzten installierten Windkraftleistung
- **Rote Linie:** Verlauf der Windleistung
- **Vertikale magenta Linie:** Monatsmitte = Median aller Meßwerte
- **Horizontale magenta Linie:** Wert des Median: die Hälfte aller Werte links sind kleiner, rechts größer als der Medianwert
- **Blaue Linie:** sortierter Leistungsverlauf vom Kleinstwert zum Größtwert der Leistung, Kurve schneidet das Median-Kreuz mittig
- **Dunkelrot:** Mittelwert der Leistung

### Leistungsverlauf aller WKA an Land + See im Netz Tennet im Februar 2024



Analyse der Leistungsverteilung von Windenergie zur installierten Leistung Tennet

Situation im Februar 2024 :  
 2 ¼ Stunden lang trugen die WKA lediglich mit bis zu 2,2 % der installierten Leistung an Land zur Stromerzeugung bei, weitere 3 ¼ Stunden zw. 2,2 % - 3,3 %, weitere 10 ¼ Stunden 3,3 % - 4,4 % bzw. 6 ¼ Stunden 4,4 % – 5,5 %.

50 % der installierten Leistung wurde für 219 Stunden erreicht / überschritten.

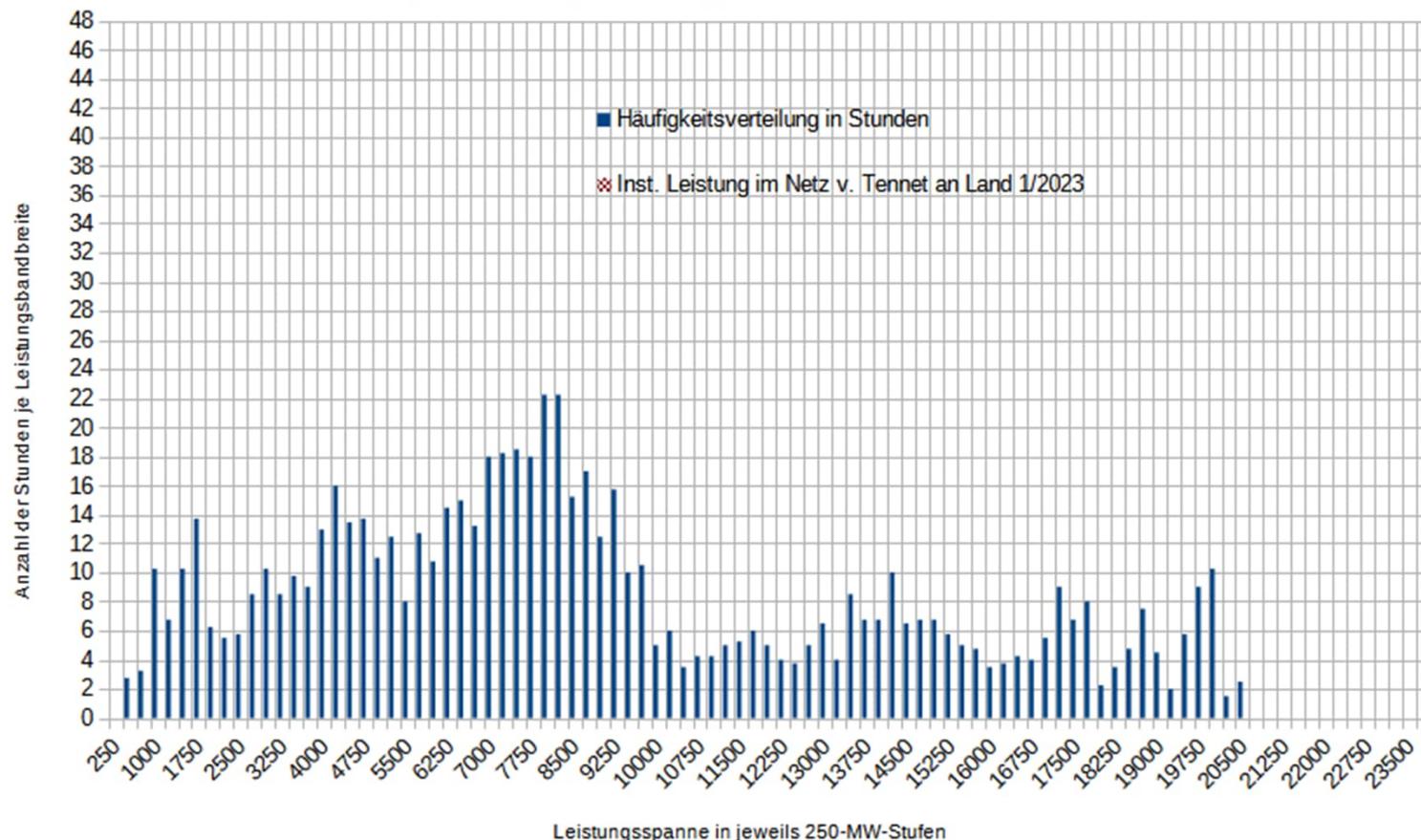
Erklärung:

Balken-Diagramm: Häufigkeitsverteilung der aufgetretenen Leistungen

- **Blaue Säulen** : Anzahl der Stunden, bei der eine Leistung von z.B. 0 – 75 MW vorgelegen hat ( ganz links ), das sind 1,1 % der installierten Leistung. Stufung jeweils 75 MW
- **Gemusterte rote Linie** rechts: zeigt die installierte Leistung an.

## Häufigkeit der Leistung aller WKA an Land im Netz Tennet im Februar 2024

Häufigkeitsverteilung der Leistungsbandbreiten nach Daten von Tennet



Häufigkeitsverteilung der Leistung an Land  
 Tennet

Situation im Februar 2024 mit 696 h:  
 In Folie 6 ist erkennbar, welche Leistung wie lange von der Windkraft erbracht wurde. Hier wird nun dargestellt, wie viel Zeit noch für eine höhere Leistung im Monat zur Verfügung stehen:

Für die Bereitstellung von 0 – 1000 MW = 0% – 4,4 % der installierten Leistung wurden  $696 - 679 \frac{3}{4} = 16 \frac{1}{4}$  h des Monats verbraucht.

Für die Bereitstellung von 0 – 1500 MW = 0% - 6,6 % der installierten Leistung wurden 33 h verbraucht.

Für eine Leistung von mehr als 5750 MW =  $\frac{1}{4}$  der inst. Leistung waren noch 485 h vorhanden.

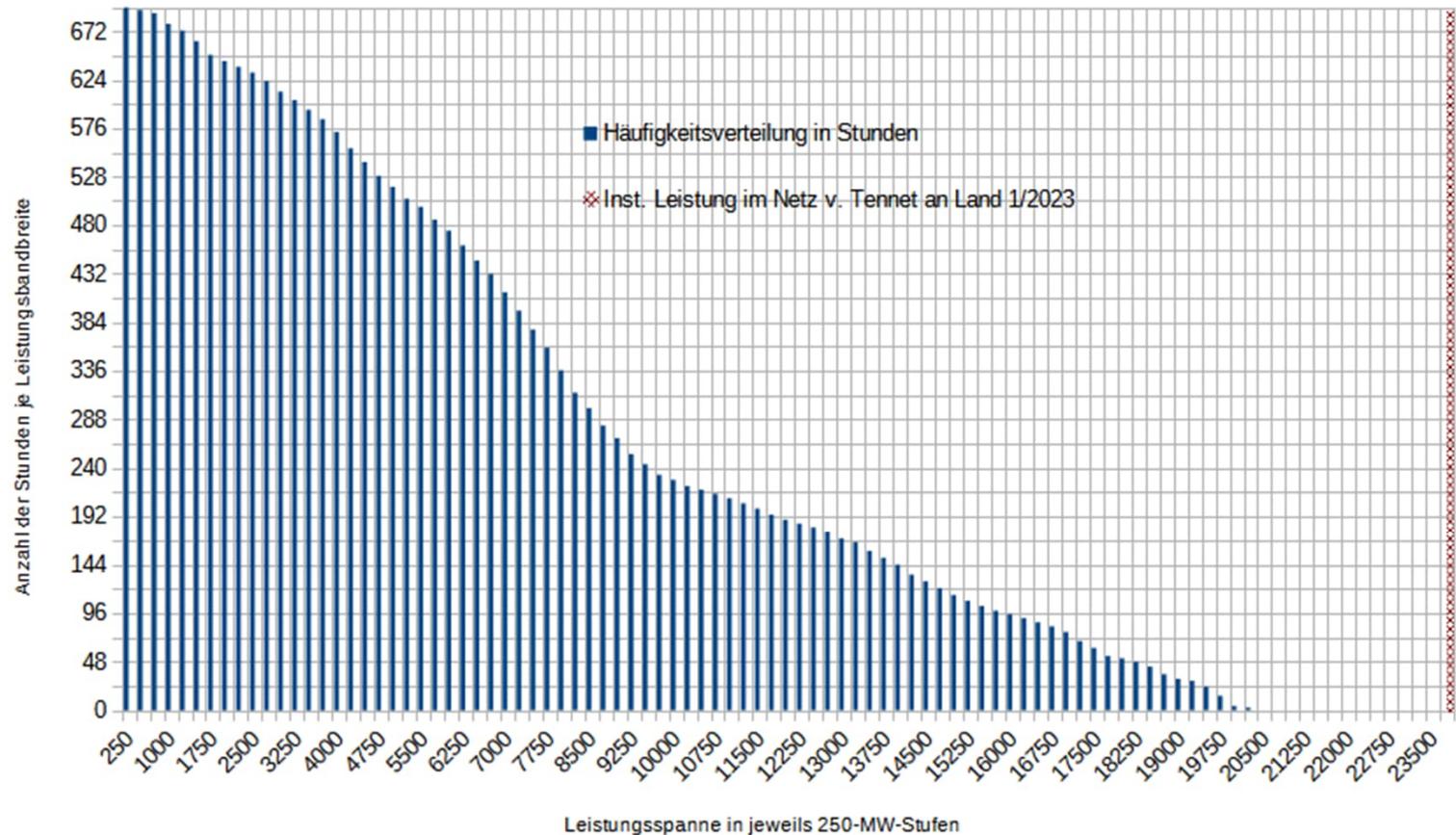
Erklärung:

Balken-Diagramm: Häufigkeitsverteilung der aufgetretenen Leistungen in Stunden

- **Blaue Säulen:** Sie zeigen an, wie viele Stunden des Monats bis zur Leistungsstufe mit schwächerem Wind bereits vergangen sind und noch für höhere Leistungen mit mehr Wind zur Verfügung stehen.
- **Gemusterte rote Linie** rechts: zeigt die installierte Leistung an.

## Häufigkeit der Leistung aller WKA an Land im Netz Tennet im Februar 2024

verfügbare Leistung in Stunden



Häufigkeitsverteilung an Land über die monatliche Gesamtstunden mit verfügbaren Leistungsstufen in Stunden Tennet

Situation im Februar 2024 :  
 24 h lang betrug die Leistung maximal 1272 MW, weitere 24 h maximal 1793 MW;

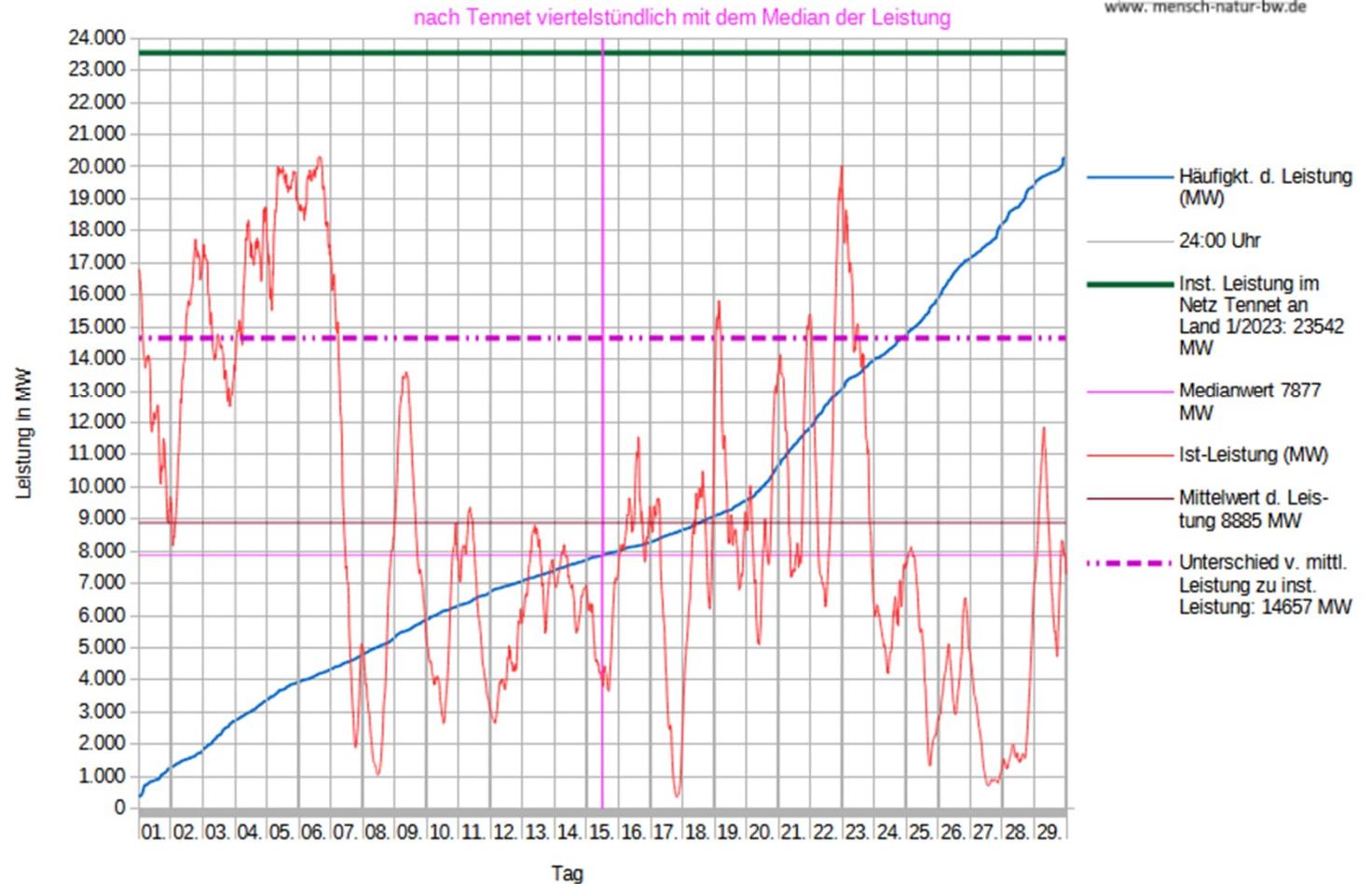
5 % der installierten Leistung wurden nach 22 h erreicht.

Einen halben Monat lang betrug die WKA-Leistung 0% bis 33,5 % der installierten Leistung; nach 17 Tagen wurde der Mittelwert erreicht, 37,7 % der installierten Leistung.

**Erklärung:**

- Grüne Linie oben: installierte Leistung der WKA im Netz von „Tennet“
- Darunter magenta gestrichelt: Höhe der nicht genutzten installierten Windkraftleistung
- Rote Linie: Verlauf der Windleistung
- Vertikale magenta Linie: Monatsmitte = Median aller Meßwerte
- Horizontale magenta Linie: Wert des Median: die Hälfte aller Werte links sind kleiner, rechts größer als der Medianwert
- Blaue Linie: sortierter Leistungsverlauf vom Kleinstwert zum Größtwert der Leistung, Kurve schneidet das Median-Kreuz mittig
- Dunkelrot: Mittelwert der Leistung

Leistungsverlauf aller WKA an Land im Netz Tennet im Februar 2024



Analyse der Leistungsverteilung von Windenergie an Land zur installierten Leistung Tennet

Situation im Februar 2024 :  
 19 ¾ Stunden lang trugen die WKA lediglich mit bis zu 1,1 % der installierten Leistung zur Stromerzeugung bei, weitere 8 ½ Stunden zw. 1,1 % - 2,2 %, weitere 5 Stunden 2,2 % - 3,3 % und 4 ¾ Stunden 3,3 % – 4,4 %.

50 % der installierten Leistung wurde für 346 Stunden erreicht / überschritten.

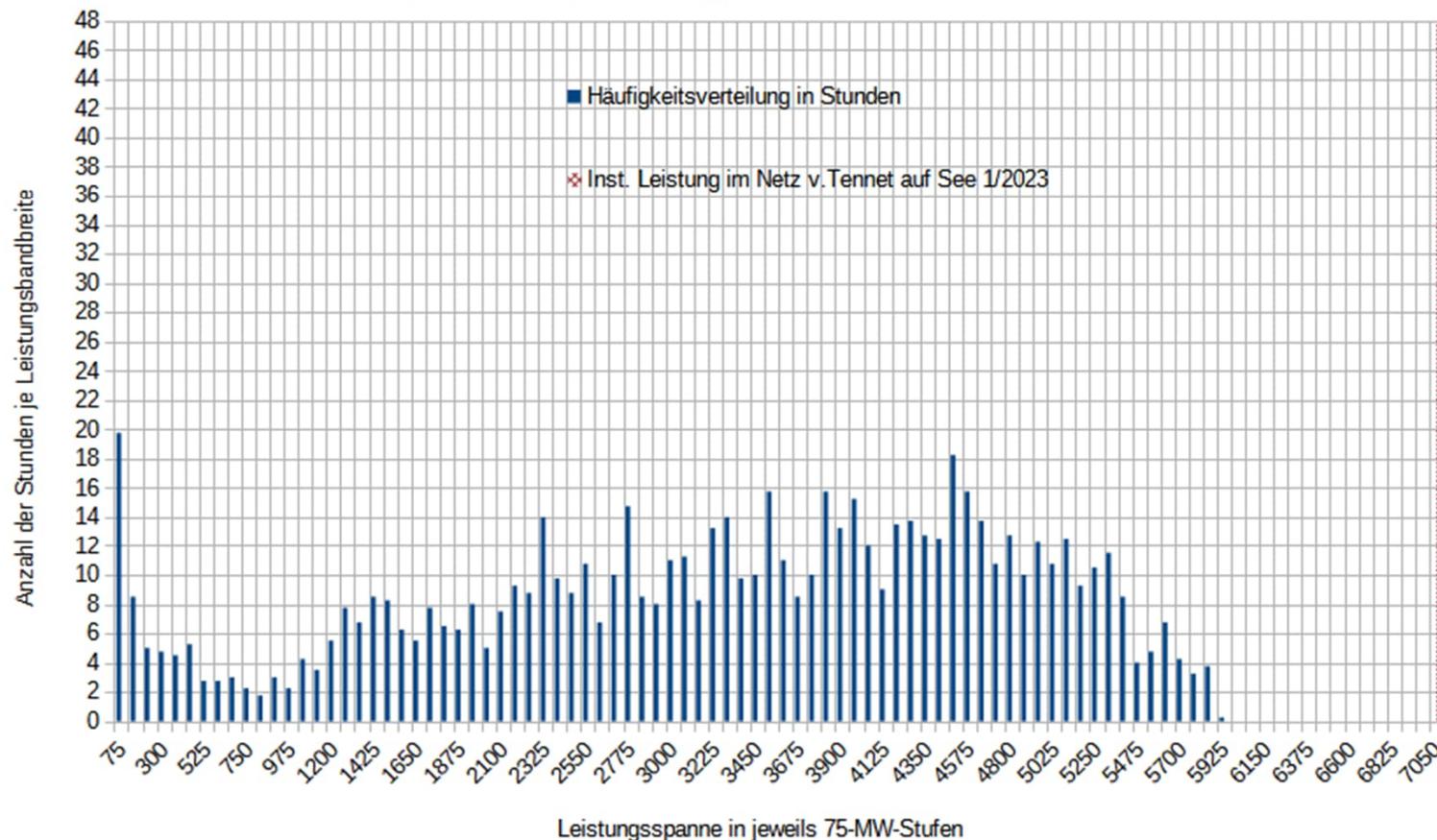
**Erklärung:**

Balken-Diagramm: Häufigkeitsverteilung der aufgetretenen Leistungen

- **Blaue Säulen** : Anzahl der Stunden, bei der eine Leistung von z.B. 0 – 75 MW vorgelegen hat ( ganz links ), das sind 1,1 % der installierten Leistung. Stufung jeweils 75 MW
- **Gemusterte rote Linie** rechts: zeigt die installierte Leistung an.

Häufigkeit der Leistung aller WKA auf See im Netz Tennet im Februar 2024

Häufigkeitsverteilung der Leistungsbandbreiten nach Daten von Tennet



Häufigkeitsverteilung der Leistung auf See Tennet

Situation im Februar 2024 mit 696 h:  
 In Folie 9 ist erkennbar, welche Leistung wie lange von der Windkraft erbracht wurde. Hier wird nun dargestellt, wie viel Zeit noch für eine höhere Leistung im Monat zur Verfügung stehen:

Für die Bereitstellung von 0 – 75 MW = 0% – 1,1 % der installierten Leistung wurden  $696 - 676 \frac{1}{4} = 19 \frac{3}{4}$  h des Monats verbraucht.

Für die Bereitstellung von 0 – 750 MW = 0% - 11 % der installierten Leistung wurden 58 h verbraucht.

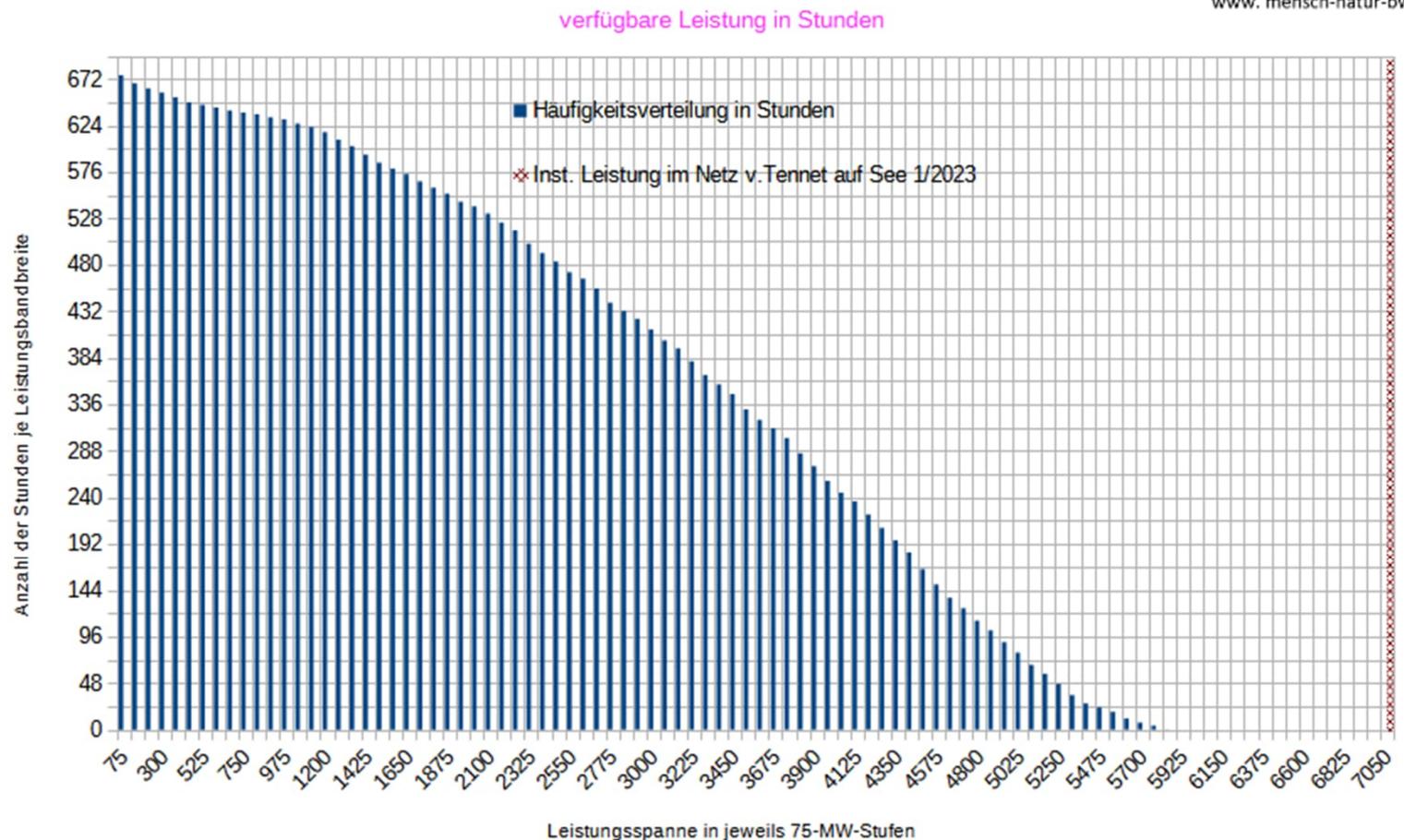
Für eine Leistung von mehr als 1760 MW =  $\frac{1}{4}$  der inst. Leistung waren noch 566 h vorhanden.

Erklärung:

Balken-Diagramm: Häufigkeitsverteilung der aufgetretenen Leistungen in Stunden

- **Blaue Säulen:** Sie zeigen an, wie viele Stunden des Monats bis zur Leistungsstufe mit schwächerem Wind bereits vergangen sind und noch für höhere Leistungen mit mehr Wind zur Verfügung stehen.
- **Gemusterte rote Linie** rechts: zeigt die installierte Leistung an.

## Häufigkeit der Leistung aller WKA auf See im Netz Tennet im Februar 2024



Häufigkeitsverteilung auf See über die monatliche Gesamtstunden mit verfügbaren Leistungsstufen in Stunden Tennet

Situation im Februar 2024 :  
 24 h lang betrug die Leistung maximal 98 MW, weitere 24 h maximal 453 MW;

1 % der installierten Leistung wurden nach 19 h erreicht.

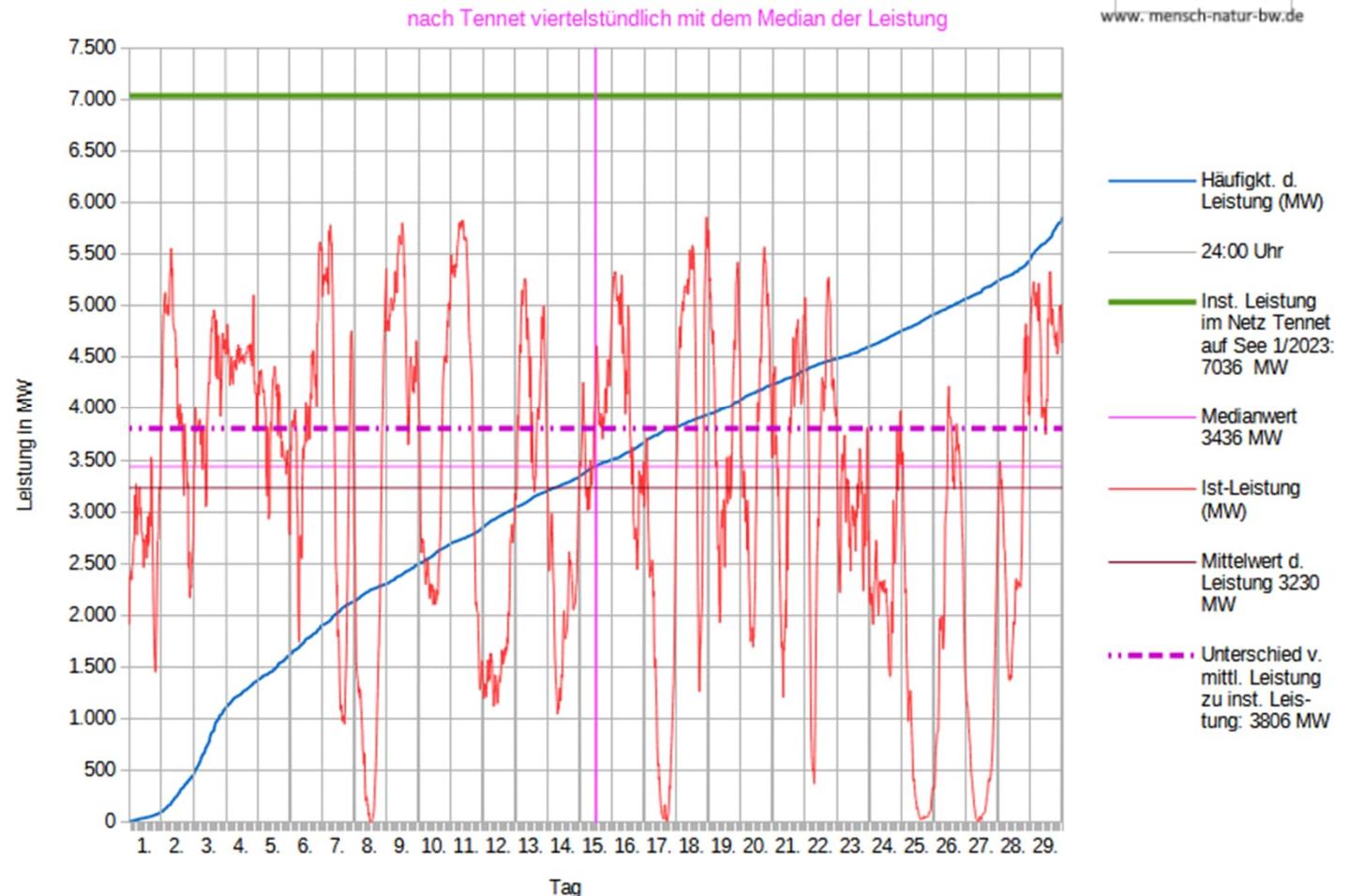
Einen halben Monat lang betrug die WKA-Leistung 0 % bis 48,8 % der installierten Leistung; nach 13 Tagen wurde der Mittelwert erreicht, 45,7 % der installierten Leistung.

**Man beachte die extremen, raschen Schwankungen der Windleistung!**

**Erklärung:**

- **Grüne Linie** oben: installierte Leistung der WKA im Netz von „Tennet“
- **Darunter magenta gestrichelt:** Höhe der nicht genutzten installierten Windkraftleistung
- **Rote Linie:** Verlauf der Windleistung
- **Vertikale magenta Linie:** Monatsmitte = Median aller Meßwerte
- **Horizontale magenta Linie:** Wert des Median: die Hälfte aller Werte links sind kleiner, rechts größer als der Medianwert
- **Blaue Linie:** sortierter Leistungsverlauf vom Kleinstwert zum Größtwert der Leistung, Kurve schneidet das Median-Kreuz mittig
- **Dunkelrot:** Mittelwert der Leistung

Leistungsverlauf aller WKA auf See im Netz Tennet im Februar 2024



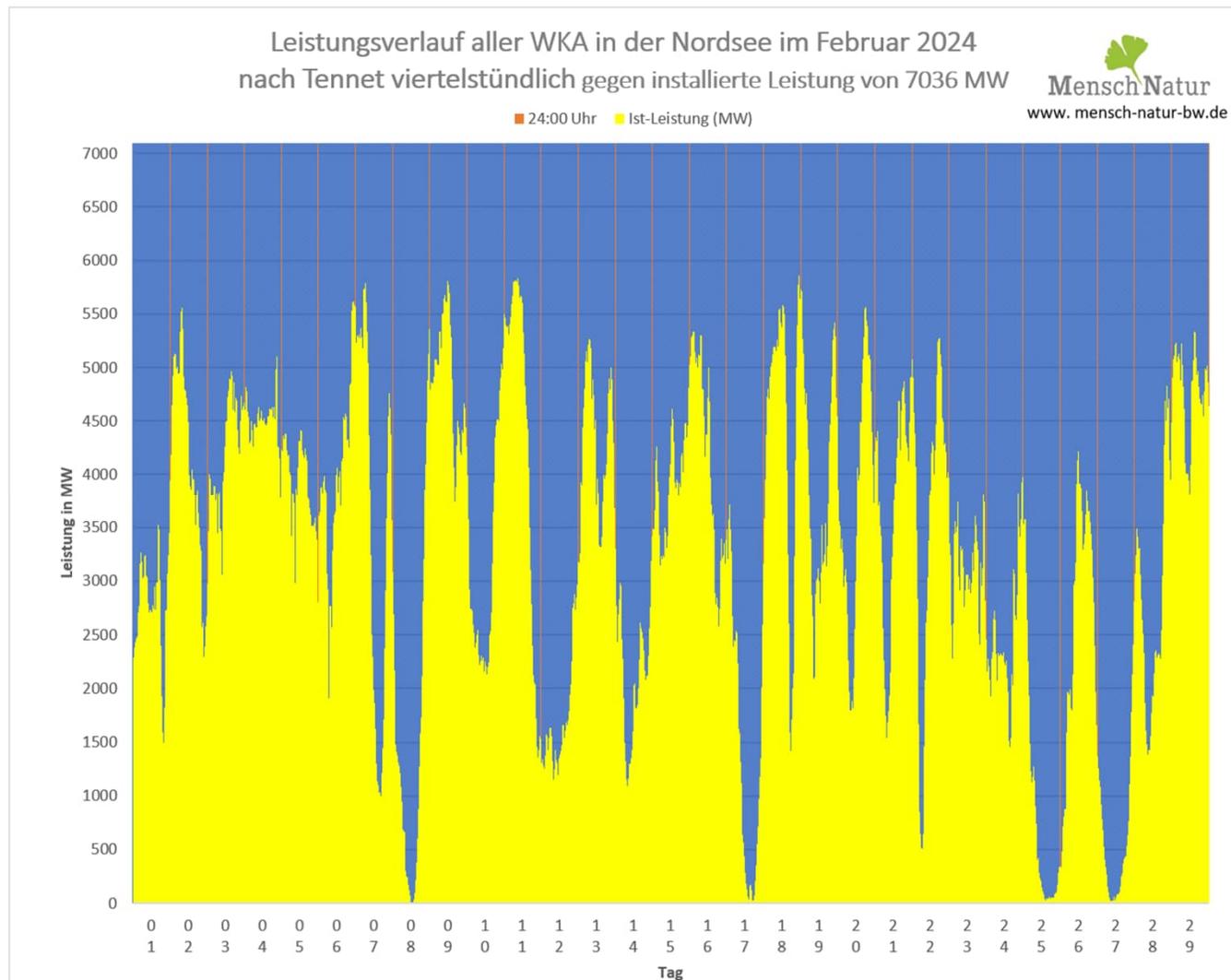
Analyse der Leistungsverteilung von Windenergie auf See zur installierten Leistung Tennet

Situation im Februar 2024 :  
 Vorherige Folie 11 in anderer  
 Darstellung, die die extrem  
 sprunghafte  
 Leistungsbereitstellung der  
 Windkraft in der Nordsee zeigt.  
 Mehrere 500 MW in einer  
 Stunde rauf oder runter sind  
 möglich und sind problematisch  
 für die Netzstabilität!  
 Windleistung auf See kann nicht  
 geplant werden!

Erklärung:

Diagramm zur installierten Leistung auf See  
 und dazu der Deckungsbeitrag der  
 Windleistung.

- Oberer Rand der blauen  
 Diagrammfläche: sie gibt an, wie groß die  
 installierte Leistung ist.
- Gelbe Fläche unten: Verlauf der  
 Windleistung aller WKA in der Nordsee  
 des Monats in Netz von „Tennet“.



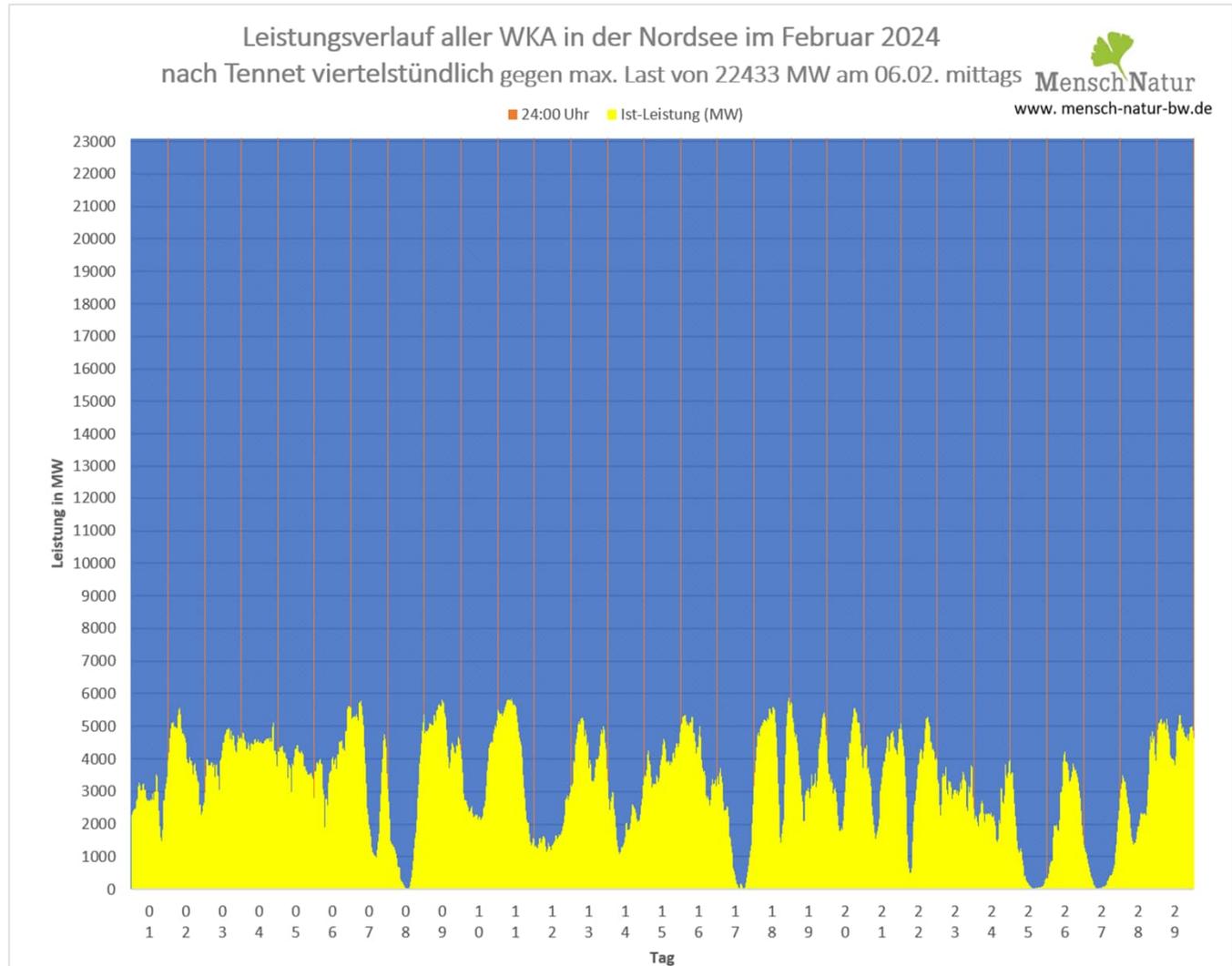
Vergleich Leistungsverlauf Windleistung gegen installierte  
 Leistung im entsprechenden Monat Tennet

Situation im Februar 2024 :  
 Anteil der Windleistung in der Nordsee im Verhältnis zur Spitzen-Leistungsanforderung am 06.02. ( siehe Folie 1 ).

**Erklärung:**

Diagramm zur installierten Leistung auf See und dazu der Deckungsbeitrag der Windleistung.

- Oberer Rand der blauen Diagrammfläche: sie gibt an, wie groß der maximale Strombedarf („Last“) ist.
- Gelbe Fläche unten: Verlauf der Windleistung aller WKA in der Nordsee des Monats in Netz von „Tennet“.



Vergleich Leistungsverlauf Windleistung gegen den maximalen Leistungsbedarf im entsprechenden Monat Tennet