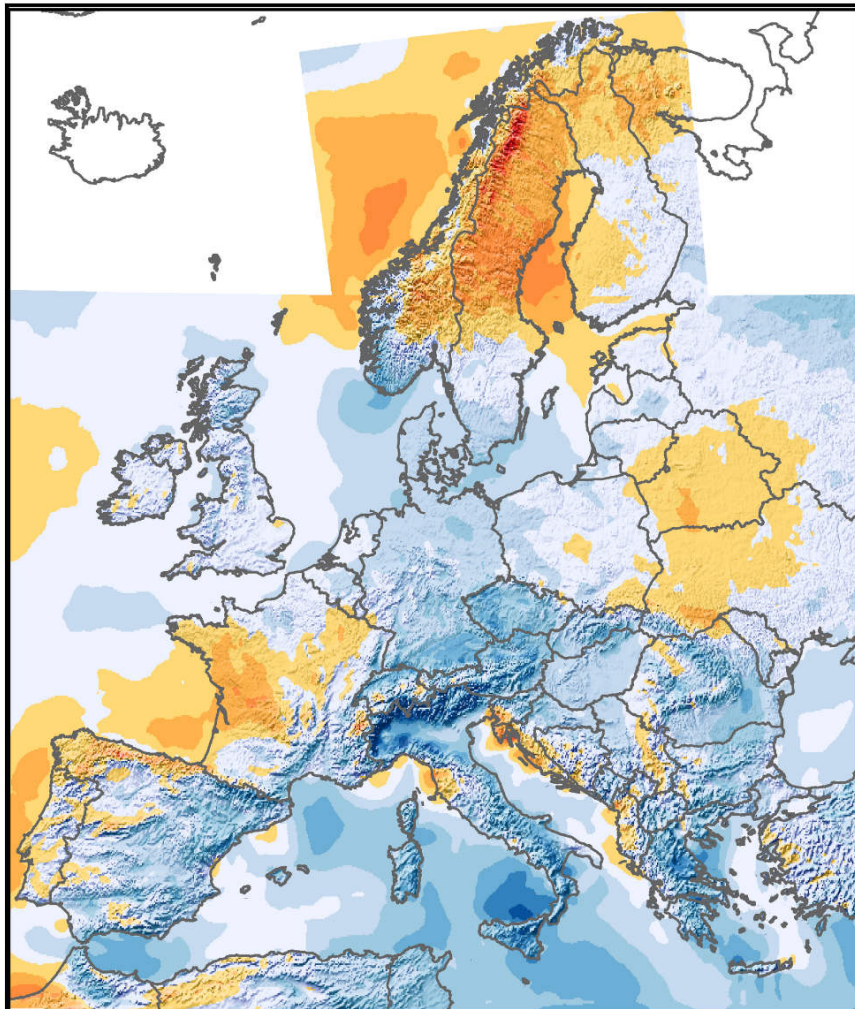


# ANEMOS

Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH

## Wind- und Ertragsindex Report

### 2025



## **Rechtliche Hinweise**

Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Berücksichtigung der Norm DIN EN ISO/IEC 17025:2018 erstellt. Die Möglichkeit einer Fehleinschätzung der mittleren Windverhältnisse bzw. Indizes bei einem natürlichen Parameter wie der Windgeschwindigkeit ist nicht auszuschließen, da die langjährigen mittleren Windverhältnisse nicht vorhersagbaren klimatologischen Einflüssen unterworfen sind.

Dieser Bericht bleibt alleiniges Eigentum der anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH. Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH verfügt über eine Berufshaftpflichtversicherung, die auf Verlangen nachgewiesen werden kann. Eine Haftung wird ausdrücklich ausgeschlossen. Ein Gewährleistungsanspruch von Seiten Dritter entfällt. Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH ist neutral und unabhängig.

Dieser Bericht umfasst 10 Seiten.

## 1. Einleitung

Die anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie befasst sich seit Jahrzehnten mit mesoskaligen Wettersimulationen und hat bereits zahlreiche Windatlanten erstellt. Auf Basis unserer Simulationen möchten wir Ihnen eine kurze Übersicht über das vergangene Wind- und Ertragsindexjahr in Europa geben.

Unsere **akkreditierten Monats- und Jahresindizes** für acht typische Windenergieanlagen sind mit einer horizontalen Auflösung bis  $3 \times 3 \text{ km}^2$  sowie auch **standort- und anlagenspezifisch** über das anemos Windinformationssystem awis ([awis.anemos.de](http://awis.anemos.de)) abrufbar. Die Indizes auf Basis der ERA5 Daten sind z. Z. bereits **10 – 12 Tagen** nach Monatsende verfügbar!

Kontaktieren Sie uns gern unter [kontakt@anemos.de](mailto:kontakt@anemos.de).

## 2. Windindex Europa

Die Abb. 1 zeigt den Windindex für Europa im Jahr 2025. Die räumliche Auflösung beträgt 10 km. Der Referenzzeitraum (100 %) umfasst die Jahre 2005 bis 2024. Das Windjahr 2025 lag in Nordskandinavien, Nordwestspanien und Westfrankreich über dem Durchschnitt, mit Werten zwischen 102.5 % und 110 %. Unterdurchschnittliche Werte traten hingegen in fast allen anderen Regionen Europas auf (92.5 % - 100 %) und waren in Südeuropa, insbesondere in Norditalien und einigen Balkanländern, am niedrigsten (85.0 % - 92.5 %).

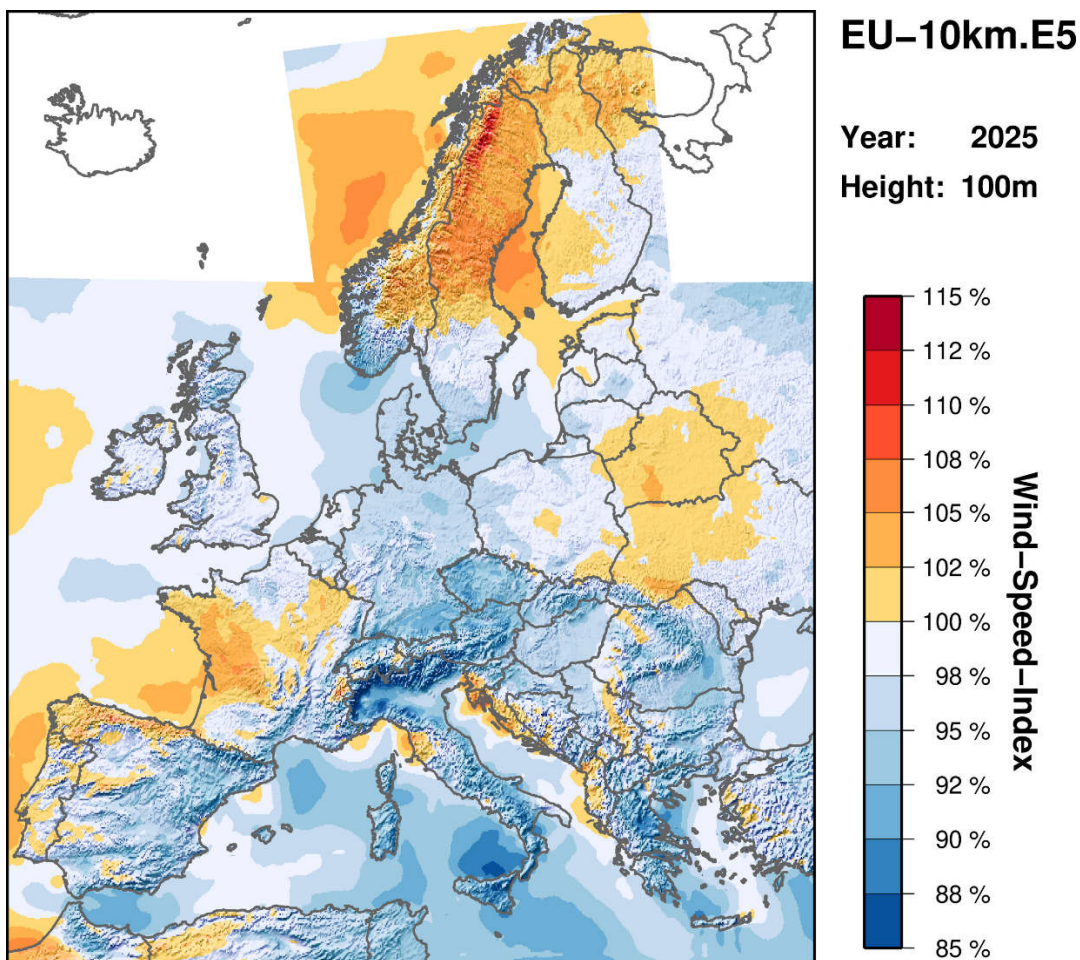


Abb. 1: Windindex 2025 für Europa. Windatlanten: Europa & Skandinavien 10 km auf 100 m über Grund. Referenzperiode für das 100 % Niveau: 2005-2024

### 3. Windindex Deutschland

Einen detaillierteren Einblick auf das Windjahr 2025 zeigt die Windindexkarte des Deutschland 3 km Windatlas auf ERA5 Basis in Abb. 2. Auch hier bildet der Durchschnitt der Jahre 2005 - 2024 den Referenzzeitraum für das 100 %-Niveau. Nach einem deutlich überdurchschnittlichen Jahr 2023 (106.6 %) und einem nahezu durchschnittlichen Jahr 2024 (100.3 %) liegt der Windindex für 2025 im Deutschland-Mittel bei 96.2 % und damit unter dem Durchschnitt (siehe Tab. 1). Trotz der außergewöhnlich windreichen Monate Juni, September und Oktober mit Werten deutlich über 100 % kann der durchschnittliche Windindex für Deutschland im Jahr 2025 die negativen Anomalien der anderen neun Monate nicht ausgleichen und liegt somit auf dem unteren Niveau des Referenzzeitraumes.

Im Gegensatz zu 2024 weisen alle Bundesländer im Windjahr 2025 einen unterdurchschnittlichen Index auf, insbesondere Bayern und Baden-Württemberg mit Werten unter 95 %. Die höchsten positiven Abweichungen zur aktuellen 96.2 %-Marke finden sich im Saarland mit 99.1 % und in Rheinland-Pfalz mit 98.1 %.

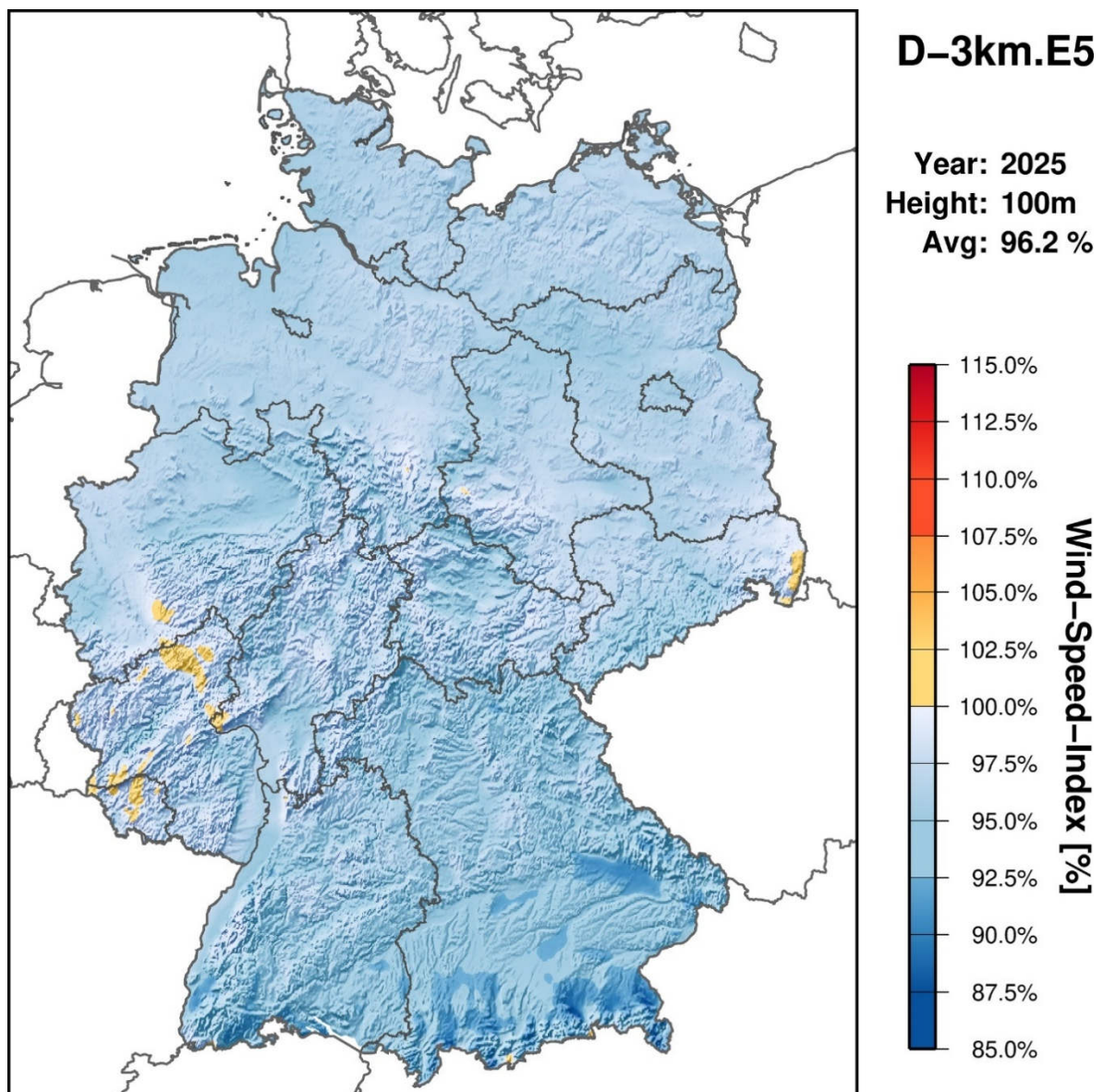


Abb. 2: Windindex des Jahres 2025 für Deutschland. Windatlas: Deutschland 3 km ERA5 auf 100 m über Grund. Referenzperiode für das 100 % Niveau: 2005 – 2024.

#### 4. Ertragsindex Deutschland

Der Ertragsindex zeigt ein ähnliches Bild wie der Windindex. Die Schwankungsbreite um den Wert 100 % ist aufgrund der Nichtlinearität zwischen Wind und Ertrag größer. Für eine typische 3-MW-Windkraftanlage in 100 Metern Höhe über dem Boden beträgt der durchschnittliche Ertragsindex für Deutschland 88.1 % im Jahr 2025 (siehe Abb. 3). Die Durchschnittswerte für die jeweiligen Bundesländer sind in Tab. 1 aufgeführt.

Die Abb. 4 zeigt den durchschnittlichen monatlichen Ertragsindex für Deutschland als Differenz zum Niveau von 100 %. Hier wird das Niveau von 100 % beispielsweise für Januar 2025 aus allen Januarmonaten von 2005 bis 2024 berechnet. Damit erhält man eine Einschätzung, ob der jeweilige Monat im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt für den entsprechenden Monat über- oder unterdurchschnittlich war.

Es fällt auf, dass im Jahr 2025 nur die Monate Juni, September und Oktober Indexwerte über 100 % aufweisen konnten (siehe Abb. 4). Leicht unterdurchschnittliche Monate waren der Januar, Mai und Juli, deren Ertragsindexwerte zwischen 90 % und 100 % lagen. Die übrigen Monate wiesen einen schwachen Ertrag mit Indexwerten zwischen 70 % und 90 % auf, wobei der Jahresbeginn (Februar und März) mit Werten zwischen 50 % und 70 % einen besonders schwachen Ertragsindex zeigte.

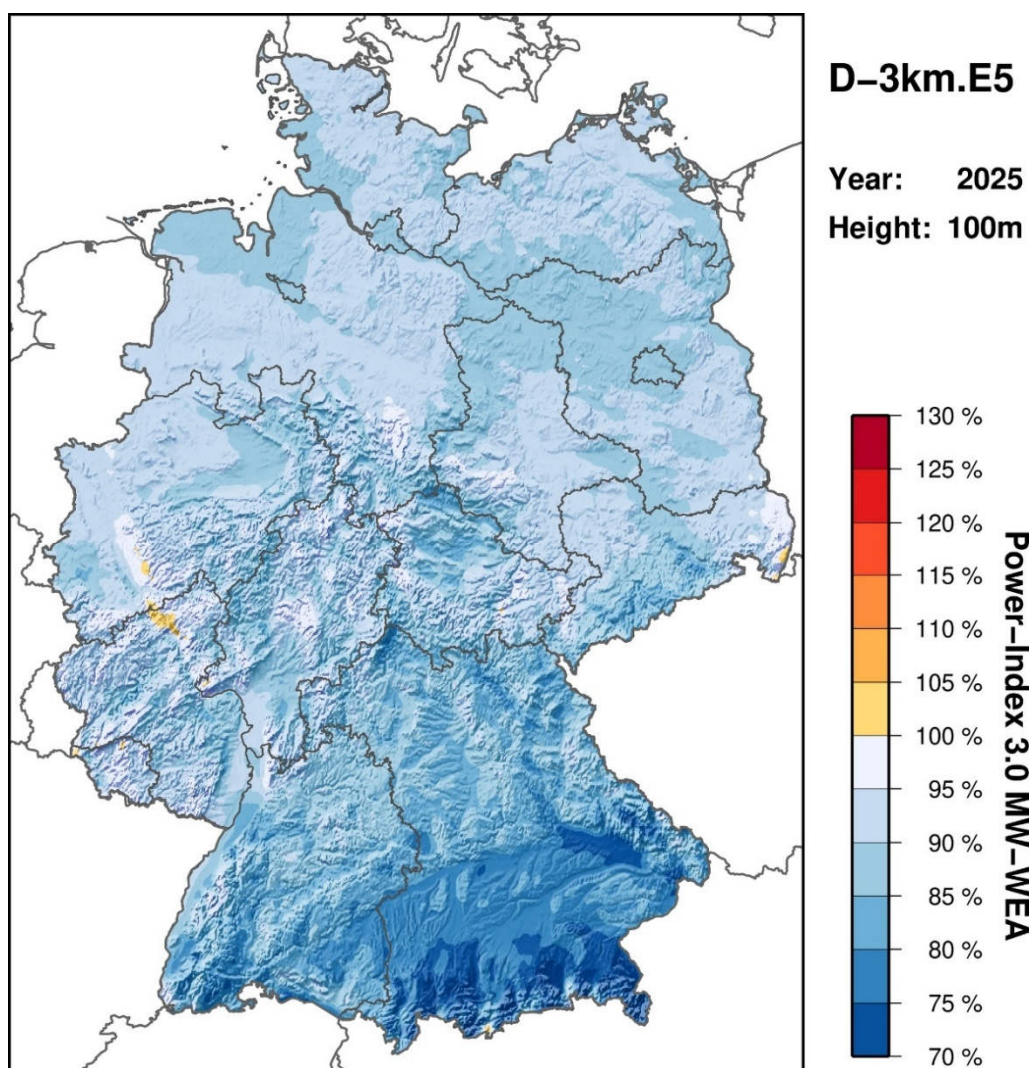


Abb. 3: Ertragsindex 2025 für eine 3.0-MW-WEA auf 100m Nabenhöhe. Die Referenzperiode für das 100 % Niveau ist 2005 - 2024.

Tab. 1: Mittlerer Wind- und Ertragsindex, sowie der Windtrend 2025 für Deutschland und die Bundesländer. Der Windtrend 2025 ist prozentual pro Jahr und bezieht sich auf den Referenzzeitraum 2006 – 2025. Der Wind- und Ertragsindex 2025 ist prozentual pro Jahr und bezieht sich auf den Referenzzeitraum 2005 – 2024.

| Bundesländer           | Windindex 2025 [%] | Windtrend 2025 [% p.a.] | Ertragsindex 2025 [%] |
|------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| Baden-Württemberg      | 95.1               | -0.06                   | 84.8                  |
| Bayern                 | 94.1               | -0.19                   | 80.7                  |
| Berlin                 | 96.2               | -0.10                   | 88.6                  |
| Brandenburg            | 96.7               | -0.07                   | 90.0                  |
| Bremen                 | 95.9               | -0.14                   | 89.2                  |
| Hamburg                | 96.6               | -0.12                   | 89.7                  |
| Hessen                 | 97.3               | -0.17                   | 91.0                  |
| Mecklenburg-Vorpommern | 96.8               | -0.10                   | 90.2                  |
| Niedersachsen          | 96.6               | -0.13                   | 90.7                  |
| Nordrhein-Westfalen    | 96.8               | -0.16                   | 91.7                  |
| Rheinland-Pfalz        | 98.1               | -0.14                   | 92.1                  |
| Saarland               | 99.1               | -0.05                   | 94.8                  |
| Sachsen                | 96.9               | -0.10                   | 90.0                  |
| Sachsen-Anhalt         | 96.9               | -0.07                   | 90.4                  |
| Schleswig-Holstein     | 96.4               | -0.11                   | 90.5                  |
| Thüringen              | 96.7               | -0.13                   | 89.5                  |
| <b>Deutschland</b>     | <b>96.2</b>        | <b>-0.13 (↘)</b>        | <b>88.1</b>           |

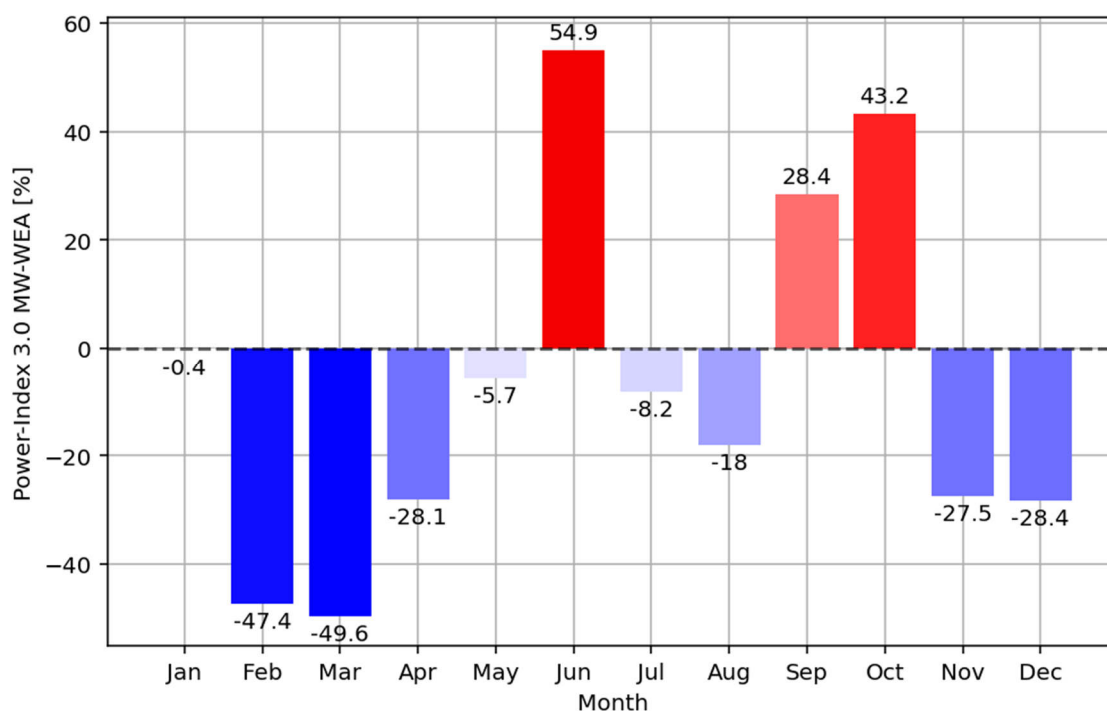


Abb. 4: Anomalie des monatlichen mittleren Ertragsindex 2025 einer 3-MW-WEA für Deutschland. Die Referenzperiode für einen Monat bilden die jeweiligen Monate von 2005 - 2024.

## 5. Windtrend in Deutschland und Europa

Neben den Indizes für Deutschland ist auch die Entwicklung des Windtrends sehr interessant, da dieser für Ertrags- und Erlösprognosen ein nicht zu vernachlässigender Faktor ist. Der Trendfaktor gibt an wie stark die mittlere Windgeschwindigkeit prozentual pro Jahr abnimmt (negativ) oder zunimmt (positiv). Der Trendfaktor wird analog zu der typischen Lebensdauer einer WEA von 20 Jahren über den aktuellen Referenzzeitraum (2006 - 2025) gebildet und bezieht sich auf eine Höhe von 100 m über Grund. In Abb. 5 ist der Windtrendfaktor für Deutschland und in Tab. 1 für die Bundesländer dargestellt.

Im Windtrend zeigt sich weiterhin ein ähnliches Muster wie im Jahr 2024, allerdings sind die Werte aufgrund des schwachen Windindex des aktuellen Jahres in den meisten Regionen Deutschlands leicht negativer geworden. Die Werte liegen hauptsächlich zwischen -0.2 % und -0.05 %, jedoch weisen kleinere Gebiete auch Werte zwischen 0.05 % und 2 % auf.

In Gebieten um den Hamburger Raum, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen sowie Sachsen-Anhalt zeigen sich für dieses Jahr leichte negative Trends (kleiner oder gleich -0.1 %). Außerdem weisen einige kleinere Gebiete im Südwesten von Baden-Württemberg und Bayern einen stark positiven Trend (0.1 % bis 0.3 %) auf. Der stärkste positive Trend befindet sich entlang der Achse Freiburg - Offenburg, insbesondere in der Region Breisgau, wobei die Werte bis zu 0.3 % erreichen. Flächengewichtet ergibt sich für Deutschland ein negativer Trend von -0.13 % pro Jahr, der sich im Vergleich zu den Jahren 2004 - 2023 (-0.09 %) und 2005 - 2024 (-0.05 %) vergrößert hat.

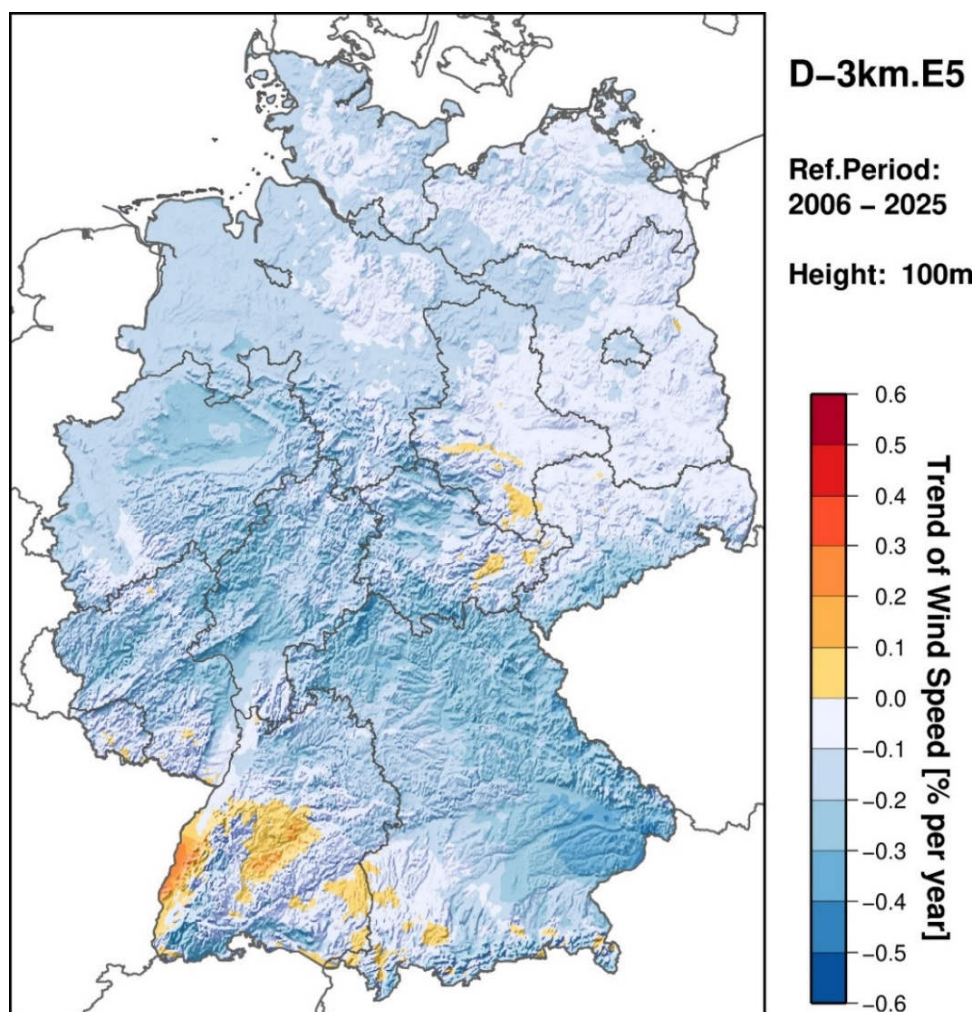


Abb. 5: Windtrend in % pro Jahr auf Basis des Deutschland 3km ERA5 Windatlas.

In Abb. 6 ist der Trendfaktor für Europa mit der Referenzperiode 2006 - 2025 dargestellt. Die Verteilung des Trendfaktors hat sich im Vergleich zur Verteilung aus 2024 kaum verändert. Ein Hauptgebiet mit negativem Trend zeigt sich von der Nordsee und Großbritannien bis nach Österreich und Tschechien (-0.3 % bis -0.1 %) sowie etwas stärker zwischen Ostspanien bis nach Norditalien (-0.5 % bis -0.2 %).

Ganz Skandinavien und Osteuropa zeigen wieder größtenteils einen positiven Trend (0.2 % bis 0.5 %). Ähnlich wie in Nordosteuropa gibt es einen starken positiven Trend im Bereich der Bucht von Biskaya sowie in weiten Teilen Nordspaniens und Frankreichs. Das ligurische Meeresgebiet zeigt eine kleine, aber stark ausgeprägte positive Region.

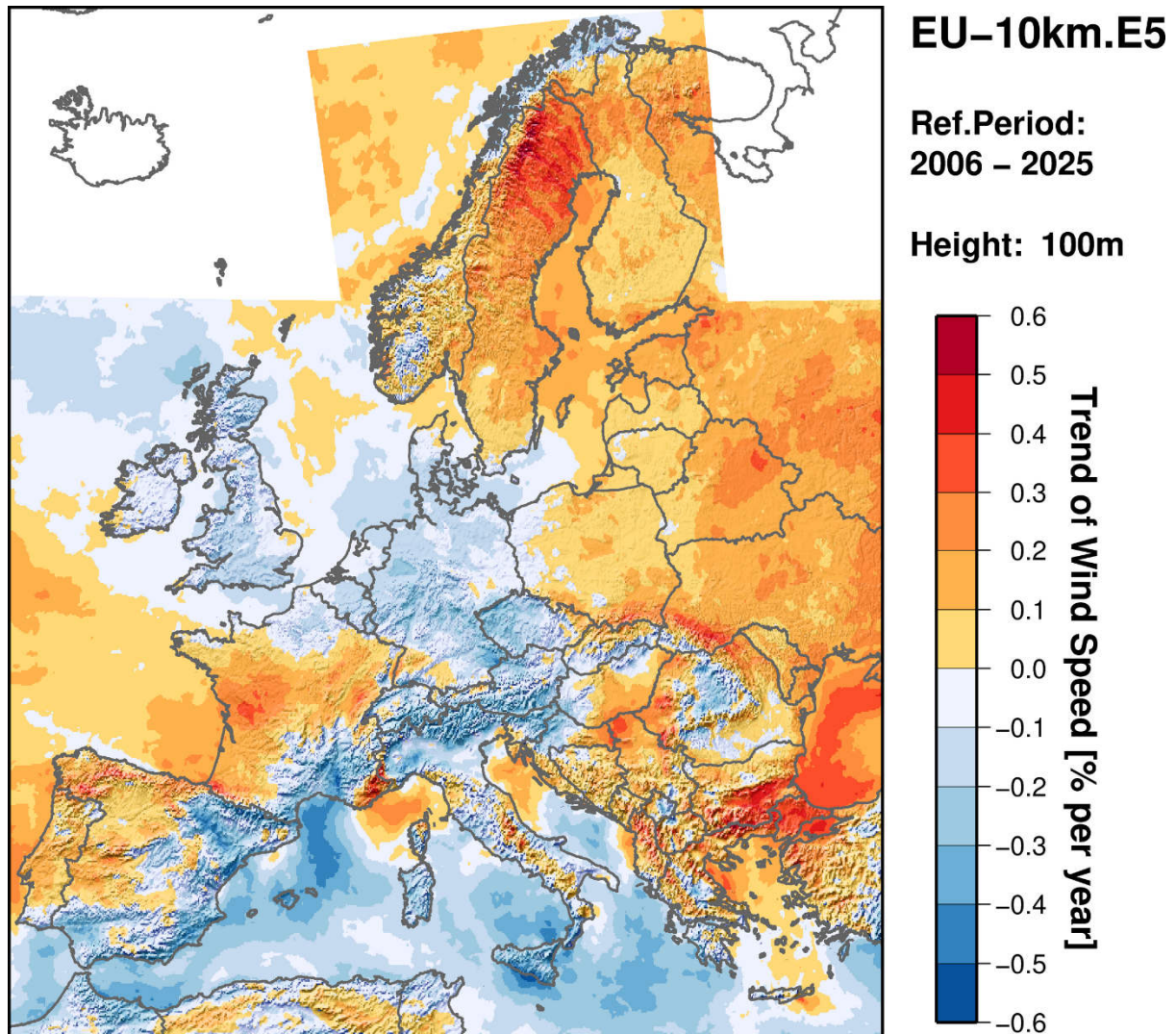


Abb. 6: Windtrend in % pro Jahr auf Basis der 10 km ERA5 Windatlanten Europa und Skandinavien.

## 6. Ertragsverluste aufgrund von negativen Strompreisen

In diesem Kapitel setzen wir einen verstärkten Fokus auf die historische Entwicklung der Ertragsverluste aufgrund von negativen Strompreisen. Wenn die Preise an der Strombörse für sechs aufeinanderfolgende Stunden (§ 51 EEG 2017) negativ sind, entfällt für diesen Zeitraum die EEG-Vergütung für Windenergieanlagen. Mit dem EEG 2023 verkürzt sich die Zeitspanne auf drei Stunden, sodass mit einer Zunahme von Abschaltereignissen zu rechnen ist. Aufgrund der entfallenen Vergütung werden die Windenergieanlagen ggf. abgeschaltet. Da die Ereignisse zumeist in windstarken Zeiträumen liegen, birgt dies für die Anlagenbetreiber demnach ein höheres Erlörisiko.

Tab. 2: Ertragsverlust aufgrund von negativen Strompreisen für Deutschland und die Bundesländer.

| Bundesländer                             | 2025         |              | Mittel der Jahre 2023 - 2025 |              |
|--|--------------|--------------|------------------------------|--------------|
|  | 6h Regel [%] | 3h Regel [%] | 6h Regel [%]                 | 3h Regel [%] |
| Baden-Württemberg                        | 7.3          | 8.6          | 5.3                          | 7            |
| Bayern                                   | 7.2          | 8.3          | 5.2                          | 6.8          |
| Berlin                                   | 7.6          | 8.7          | 5.8                          | 7.4          |
| Brandenburg                              | 6.9          | 7.9          | 5.3                          | 6.9          |
| Bremen                                   | 7.9          | 9.2          | 6.3                          | 8.2          |
| Hamburg                                  | 8.6          | 10.0         | 6.6                          | 8.6          |
| Hessen                                   | 7.7          | 9.2          | 5.9                          | 7.7          |
| Mecklenburg-Vorpommern                   | 7.6          | 8.7          | 5.8                          | 7.4          |
| Niedersachsen                            | 7.7          | 8.9          | 6                            | 7.8          |
| Nordrhein-Westfalen                      | 7.5          | 8.8          | 5.9                          | 7.6          |
| Rheinland-Pfalz                          | 6.9          | 8.4          | 5.4                          | 7.1          |
| Saarland                                 | 6.3          | 7.7          | 5                            | 6.6          |
| Sachsen                                  | 7.0          | 7.9          | 5.4                          | 7            |
| Sachsen-Anhalt                           | 7.7          | 8.8          | 5.9                          | 7.6          |
| Schleswig-Holstein                       | 7.6          | 9.0          | 6.1                          | 7.9          |
| Thüringen                                | 8.2          | 9.5          | 6.2                          | 8            |
| <b>Deutschland</b><br>(flächengewichtet) | <b>7.4</b>   | <b>8.6</b>   | <b>5.6</b>                   | <b>7.3</b>   |

Da die zugrunde liegenden Windatlanten eine zeitliche Auflösung von 10 Minuten haben, können die durch negative Strompreise resultierenden Abschaltungen auf die Zeitreihen angewendet und der potenzielle Ertrag in den Zeiten bestimmt werden. Durch das Verhältnis zum jeweiligen potenziellen Jahresertrag ergibt sich der angegebene prozentuale Ertragsverlust für die 3 bzw. 6 Stunden Regel. Wie schon bei der Betrachtung des Ertragsindex wird eine 3 MW Turbine auf 100 m Nabenhöhe untersucht. Die prozentualen Ertragsverluste für 2025 sind in der zweiten (6h Regel) und dritten (3h Regel) Spalte von Tab. 2 zu finden. Für Deutschland lagen die Ertragsverluste durch die 6h Regel bei 7.4 %, während diese mit der 3h Regel um 8.6 % höher ausfallen.

Im Vergleich zu dem mittleren Ertragsverlust der letzten drei Jahre (siehe Spalten 4 und 5 in Tab. 2) ist im Jahr 2025 mit etwa 1.8 % höheren Ertragsverlusten (bzgl. auf die 6-h-Regel) zu rechnen. Auf der Ebene der Bundesländer liegen die Ertragsverluste (6-h-Regel) zwischen 6.3 % (Saarland) und 8.6 % (Hamburg). Auch im Durchschnitt der vergangenen Jahre 2023 und 2024 lässt sich im Jahr 2025 eine ähnliche Verteilung feststellen, allerdings mit größerer Amplitude, insbesondere in Süddeutschland.

In Abb. 7 ist analog zu Tab. 2 die räumliche Verteilung der Ertragsverluste durch die 3h Regel für 2025 dargestellt. Deutlich erkennbar ist die Anomalie in Nordwest- und Mitteldeutschland, in diesem Jahr jedoch auch in Süddeutschland. Vor allem im Bereich der Mittelgebirge und des Alpenvorlands sind höhere Ertragsverluste von über 10 % zu finden. Dem Gegenüber weist der Großteil von Deutschland vergleichsweise geringe Ertragsverluste mit Werten unterhalb von 7 % auf. In Südostbayern liegen die Werte teilweise unterhalb von 6 %.

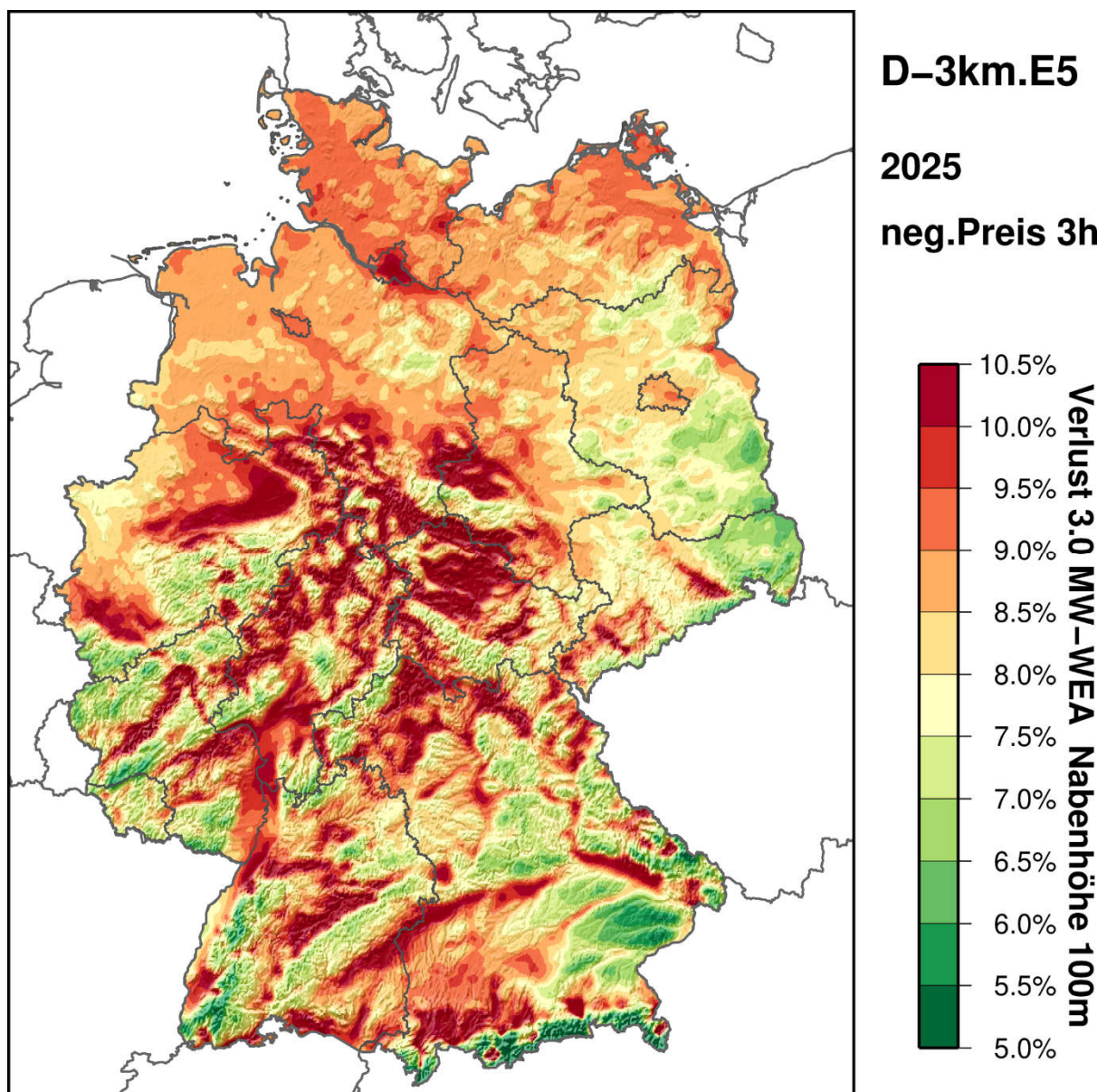


Abb. 7: Ertragsverluste durch §51 EEG23 (3h Regel) in % auf Basis des Deutschland 3km ERA5 Windatlas.