

**EnInnov 2026**

Entwicklung eines Dunkelflautefilters und  
Anwendung auf ERAA 24-Berechnungen

# Inhalt



|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| A dark green shield-shaped icon containing a white lightning bolt and a circular arrow, with the text '24/7' above it. | Versorgungssicherheit                 |
| A dark green shield-shaped icon containing a white outline of the European continent.                                  | European Resource Adequacy Assessment |
| A dark green shield-shaped icon containing a white box with a gear and a lightning bolt, representing a filter.        | Dunkelflautenfilter - Methodik        |
| A dark green shield-shaped icon containing a white document with horizontal lines.                                     | Dunkelflautenfilter - Ergebnisse      |
| A dark green shield-shaped icon containing a white globe held by two hands.  | Fazit                                 |

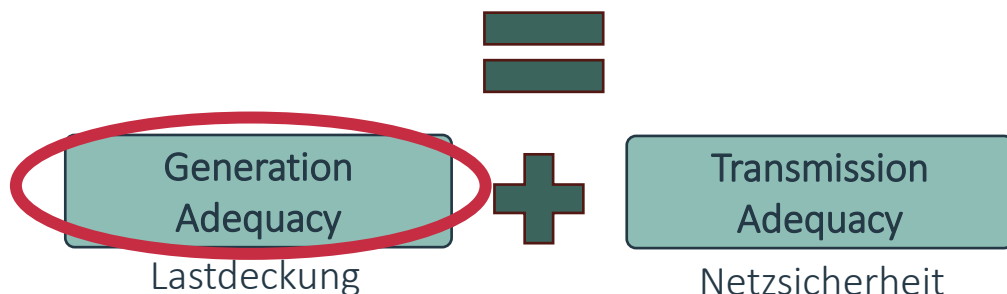
# Energiewende aus Perspektive der Versorgungssicherheit

## Europäische Aktivitäten zum Monitoring der Versorgungssicherheit durch ÜNB



### Was heißt „Versorgungssicherheit“ für uns?

**System Adequacy**  
(sichere, langfristige Stromversorgung)



### Wie wird Generation Adequacy überwacht?

EU Regulatorik schreibt europäischen Prozess vor ...

Regulation (EU) 2019/943, Art. 23: „Die Abschätzung der Angemessenheit der Ressourcen auf europäischer Ebene erfolgt durch ENTSO (Strom)“

... die Umsetzung erfolgt durch ENTSO-E und die ÜNBs,...

Jährlich durchgeführtes Monitoring der „Angemessenheit der Ressourcen“ (=ERAA)<sup>1</sup> über einen Zeitraum von 10 Jahren mit leitender Rolle von APG-Expertinnen und Experten

... ebenso gibt die EU die Möglichkeit einer nationalen Studie (=NRAA)<sup>2</sup>

Wird in Österreich heuer erstmals durchgeführt, zukünftig alle zwei Jahre

ERAA/NRAA stellt die Frage:

**Kann die Last in einer Gebotszone mittels Erzeugung und Importe über verschiedene Klimajahre und Ausfallszenarien gedeckt werden?**







# Was ist eigentlich eine Dunkelflaute?

BNetzA:

„Die Sonne scheint nicht und gleichzeitig ist es windstill“ [2]

BMWE:

„Eine Wetterlage, in der Windenergieanlagen nicht genügend Wind und Photovoltaikanlagen nicht genug Sonne bekommen, um ausreichend oder sogar überhaupt Strom zu produzieren“ [3]

Literatur:

“prolonged periods with extremely low wind and/or solar availability” [4]

ENTSO-E:

“2-week period of highest residual electricity demand” [5]

Dunkelflaute vs. kalte Dunkelflaute: Erweiterung um Last als relevante Komponente

# Dunkelflautenfilter – Methodik im Detail

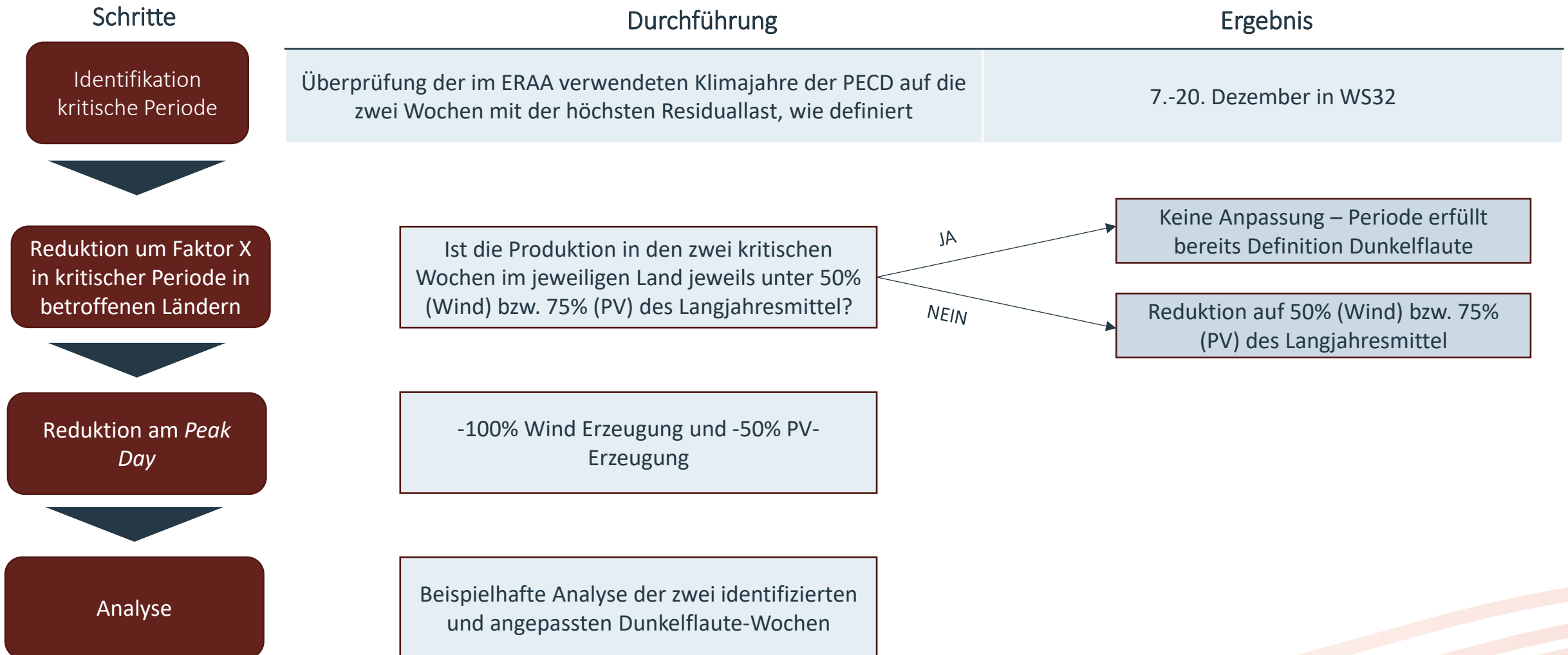
## Vorbereitung



| Schritte                           | Entscheidungsgrundlage  | Entscheidung  | Begründung   |
|------------------------------------|---|---|--|
| Definition Dauer kritische Periode | Literatur: min. 1 Tag bis zu 2 Wochen [5-7]   | 2 Wochen  | Konsistenz mit anderen europ. Definitionen/Prozessen (v.a. TYNDP)          |
| Definition kritische Periode       | Literatur: Unterschiedlichste Methoden [4]. Residuallastansatz ist „Best Practice“ [8]                              | 2 Wochen mit höchster Residuallast  | Auf Basis Literatur  |
| Auswahl betroffener Länder         | Analyse der Gleichzeitigkeit kritischer Situationen in AT und relevanten Nachbarländern                             | Deutschland, Tschechien, Ungarn, Slowakei, Österreich als relevante Region identifiziert  | Hohe Gleichzeitigkeit der Unterdeckung und geografische Nähe zu Österreich |
| Definition Reduktion               | Überprüfung, ob weitere Anpassung auf Basis stat. Werte für Analyse besonders kritischer Dunkelflauten sinnvoll ist | Skalierung der EE-Erzeugung auf 50% (Wind) bzw. 75% (PV) des Langjahresmittels in den zwei kritischen Wochen [6], Einführung eines „Peak Days“ mit Reduktion Wind (100%) und PV (50%) | Auf Basis einer Analyse des DWD [6]  |

# Dunkelflautenfilter – Methodik im Detail

## Anwendung



# Dunkelflautenfilter – Deep Dive Methodik

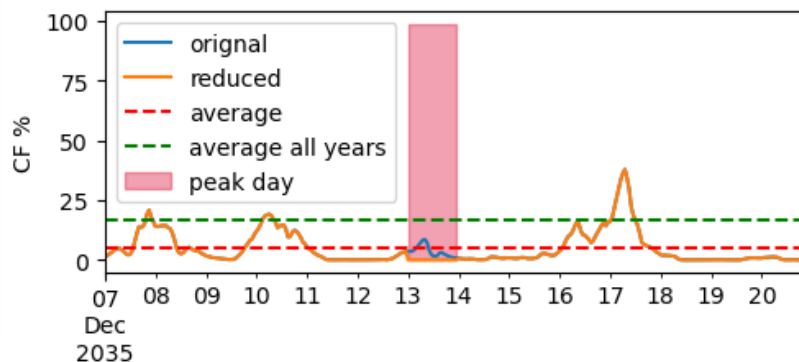
## Zeitreihen zeigen kaum Reduktion Wind, größere Reduktion PV in Dunkelflautenfilter



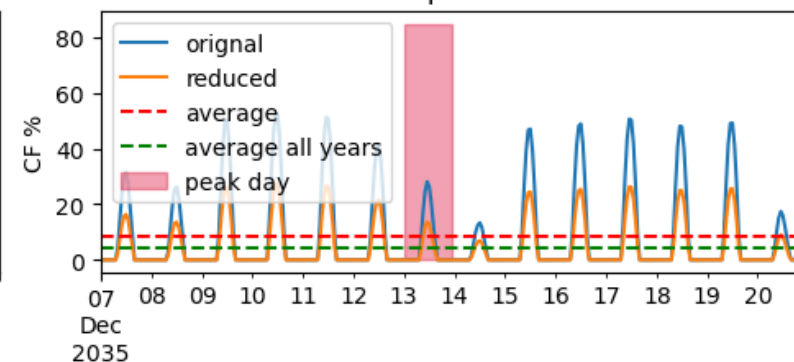
**Wind:** Daten für AT und DE zeigen: Die Wind-Produktion befindet sich in den ausgewählten zwei Wochen bereits unter dem Schwellenwert von 50% des Langjahresmittels der Erzeugung für diese Wochen. Mit Ausnahme des Peak Days (100% Reduktion) wird Stromerzeugung aus Wind daher nicht weiter reduziert.

**PV:** Die PV-Erzeugung ist in DE und AT über dem Schwellenwert von 75% des Langjahresmittels. Daher wird in beiden Ländern die Zeitreihe so reduziert, dass die Erzeugung in den zwei Wochen insgesamt exakt 75% des Langjahresmittels erreicht (und am Peak Day nochmals um 50% reduziert).

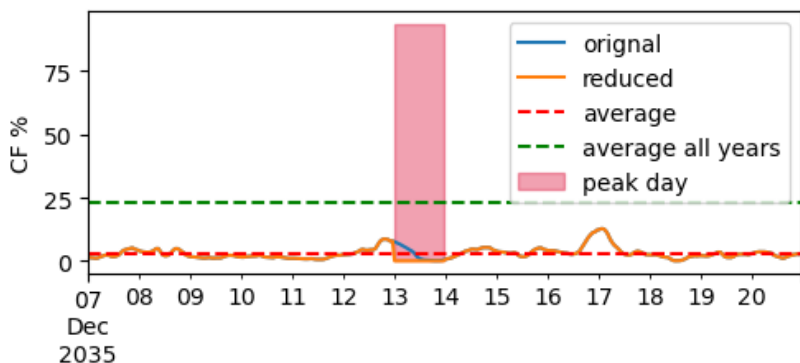
AT00 onwind WS32



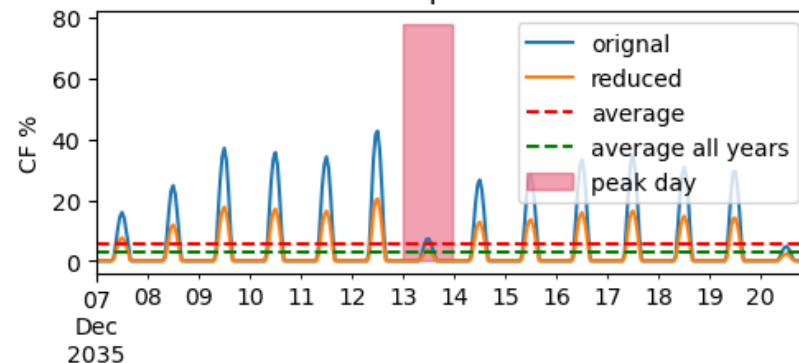
AT00 pvf WS32



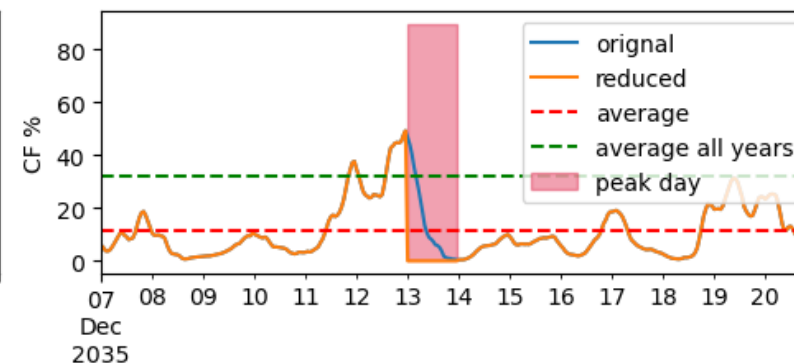
DE00 onwind WS32



DE00 pvf WS32

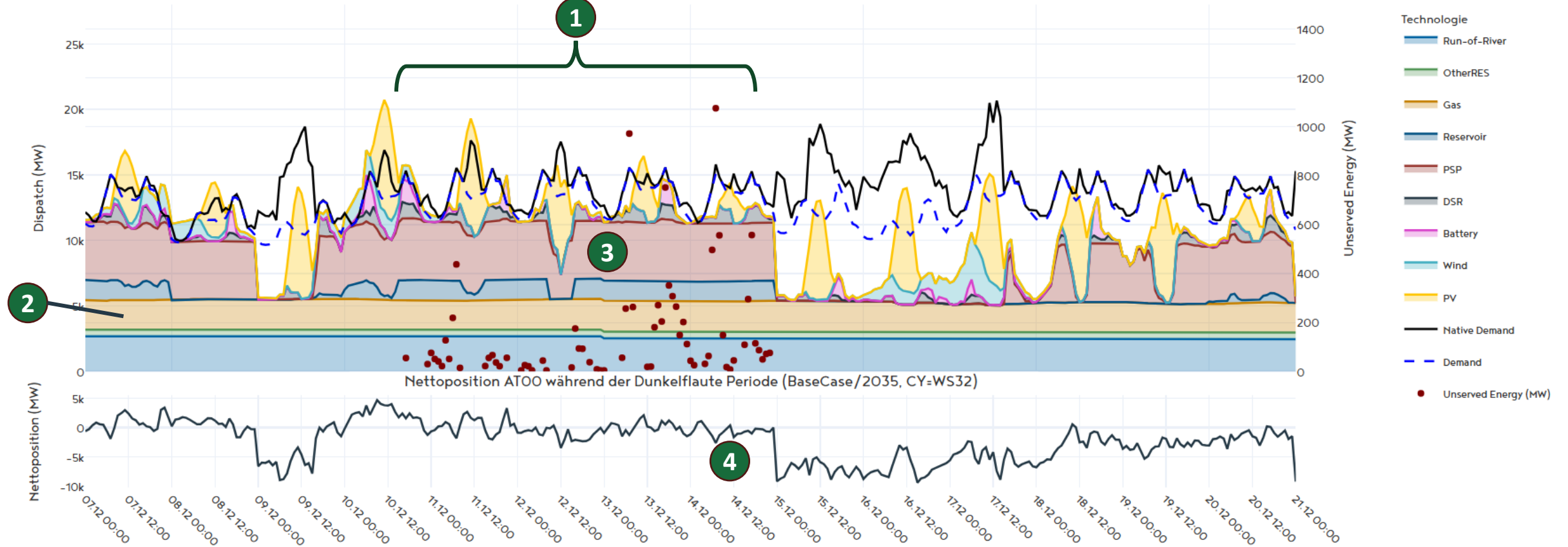


DE00 offwind WS32



# Ergebnisse: Dunkelflaute: Dispatch und Nettoposition

Economic Dispatch pro Technologie inkl. Lastzeitreihe für ATOO während der Dunkelflaute Periode (BaseCase/2035, CY=WS32)



1

Periode, in der Unterdeckung auftritt: 5 Tage.

2

Gaskraftwerke fahren praktisch durchgehend.

3

Pumpspeicher fahren unter der Woche praktisch durchgehend, um dann am WE zu pumpen.

4

In der kritischsten Periode finden vergl. wenig Importe statt.

Simulationen auf Basis ERAA zeigen, dass kritische Situationen v.a. in Dunkelflauteperioden auftreten.

## Fazit und Ausblick



Dunkelflautenfilter kann auch auf größere Klimadatenbasis angewendet werden – nicht nur die 36 Klimajahre des ERAA



Dunkelflautenfilter basiert auf historischen Daten in der Auswahl des Jahres



Dunkelflauten haben markante Auswirkungen auf die Ergebnisse der Adequacy-Studien – weitere Bestätigung der Signifikanz von Wetter und Klima auf Versorgungssicherheit



Anwendung im NRAA möglich

## Verwendete Literatur

- [1] ENTSO-E, “European Resource Adequacy Assessment 2025,” Brussels, Dec. 2025. Accessed: Feb. 06, 2026. [Online]. Available: [https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/sdc-documents/ERAA/ERAA\\_2025\\_ExecutiveReport\\_ENTSOEProposal\\_Dec2025.pdf](https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/sdc-documents/ERAA/ERAA_2025_ExecutiveReport_ENTSOEProposal_Dec2025.pdf)
- [2] Bundesnetzagentur, “Dunkelflaute? Kein Grund zur Panik,” 2024. <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Allgemeines/DieBundesnetzagentur/Insight/Texte/Energiewende/Dunkelflaute.html>
- [3] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, “Dunkelflaute,” 2026. <https://www.energieforschung.de/de/glossar/Dunkelflaute> (accessed Feb. 06, 2026).
- [4] M. Kittel and W.-P. Schill, “Measuring the Dunkelflaute: how (not) to analyze variable renewable energy shortage,” *Environmental Research Energy*, vol. 1, no. 3, pp. 035007–035007, Aug. 2024, doi: <https://doi.org/10.1088/2753-3751/ad6dfc>.
- [5] ENTSOE and ENTSG, “TYNDP 2022. Scenario Building Guideline,” Apr. 2022. Available: [https://2022.entsos-tyndp-scenarios.eu/wp-content/uploads/2022/04/TYNDP\\_2022\\_Scenario\\_Building\\_Guidelines\\_Version\\_April\\_2022.pdf](https://2022.entsos-tyndp-scenarios.eu/wp-content/uploads/2022/04/TYNDP_2022_Scenario_Building_Guidelines_Version_April_2022.pdf)
- [6] B. Li, S. Basu, S. J. Watson, and H. W. J. Russchenberg, “A Brief Climatology of Dunkelflaute Events over and Surrounding the North and Baltic Sea Areas,” *Energies*, vol. 14, no. 20, p. 6508, Oct. 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/en14206508>.
- [7] F. Kaspar, F. Bär, J. Drücke, P. James, J. Ostermöller, and M. Zepperitz, “Klimatologische Einordnung der „Dunkelflaute“ im November 2024,” Dec. 2024. Available: [https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/verschiedenes/20241217\\_Dunkelflaute\\_im\\_November.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/verschiedenes/20241217_Dunkelflaute_im_November.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [8] B. Biewald, Bastien Cozian, L. Dubus, W. Zappa, and L. Stoop, “Evaluation of ‘Dunkelflaute’ event detection methods considering grid operators’ needs,” *Environmental Research Energy*, vol. 2, no. 2, Apr. 2025, doi: <https://doi.org/10.1088/2753-3751/adcf29>.

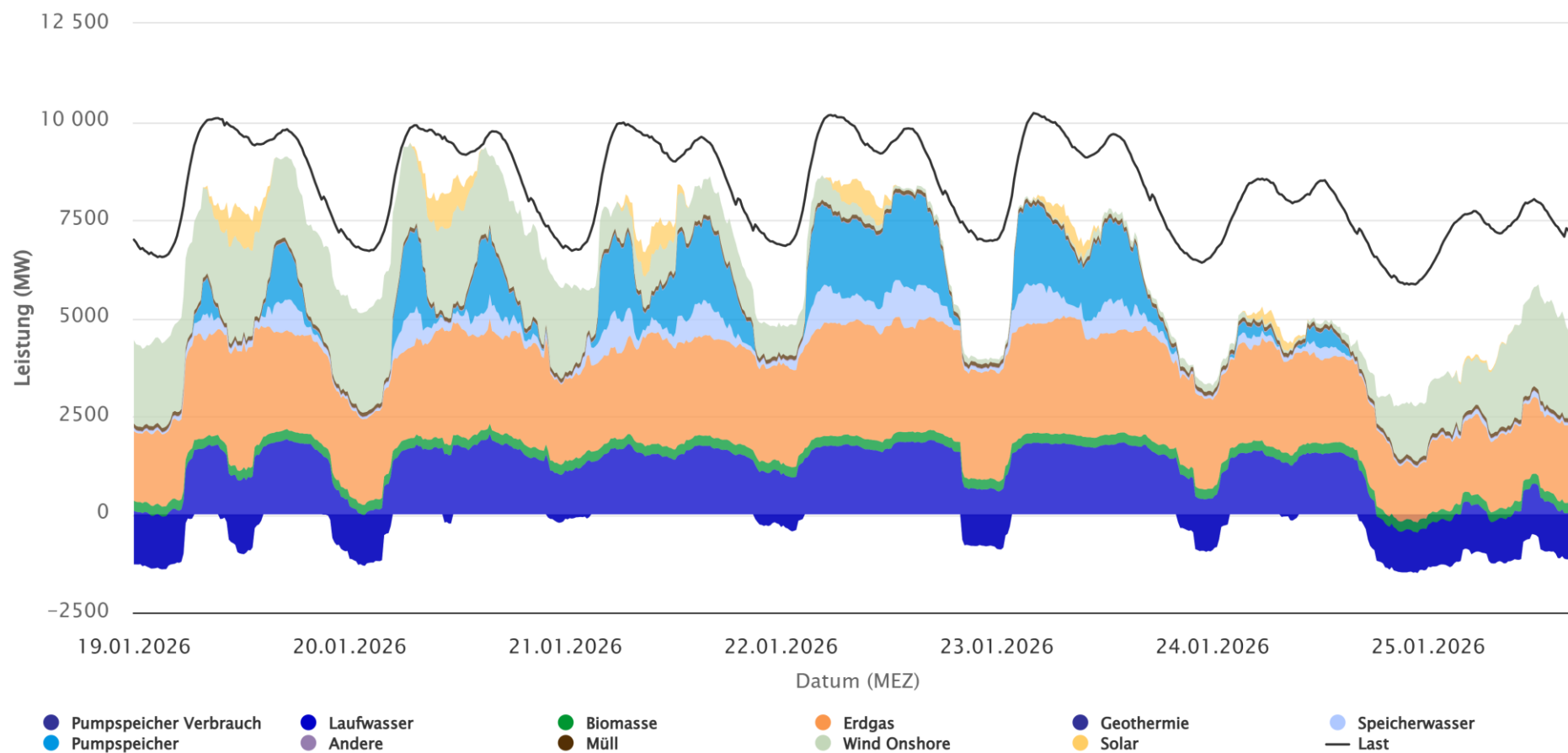




# Back-Up

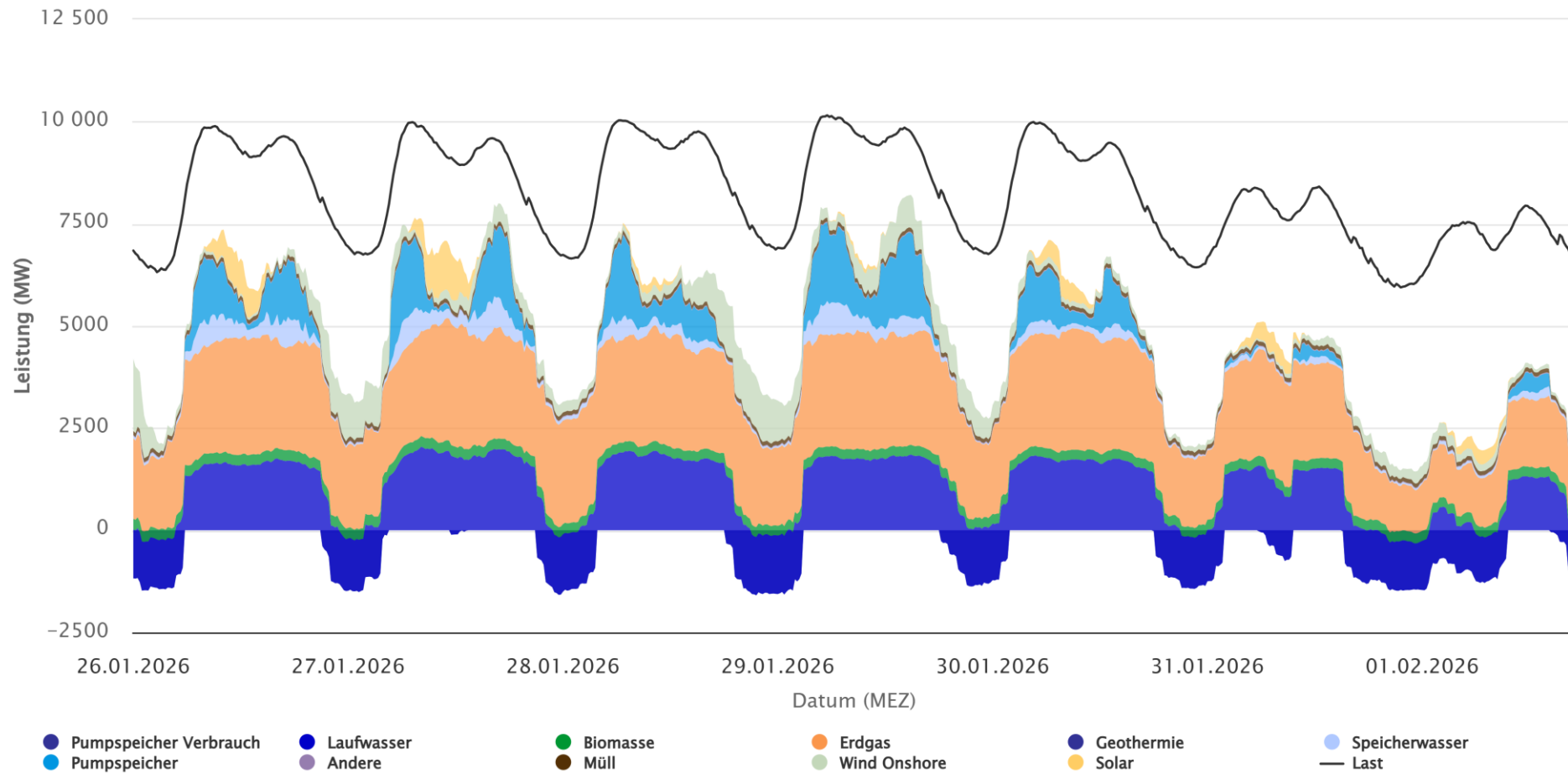
## Öffentliche Nettostromerzeugung in Österreich in Woche 4 2026

Originaldaten ENTSO-E



Energy-Charts.info; Datenquelle: ENTSO-E; Letztes Update: 06.02.2026, 08:32 MEZ

## Öffentliche Nettostromerzeugung in Österreich in Woche 5 2026

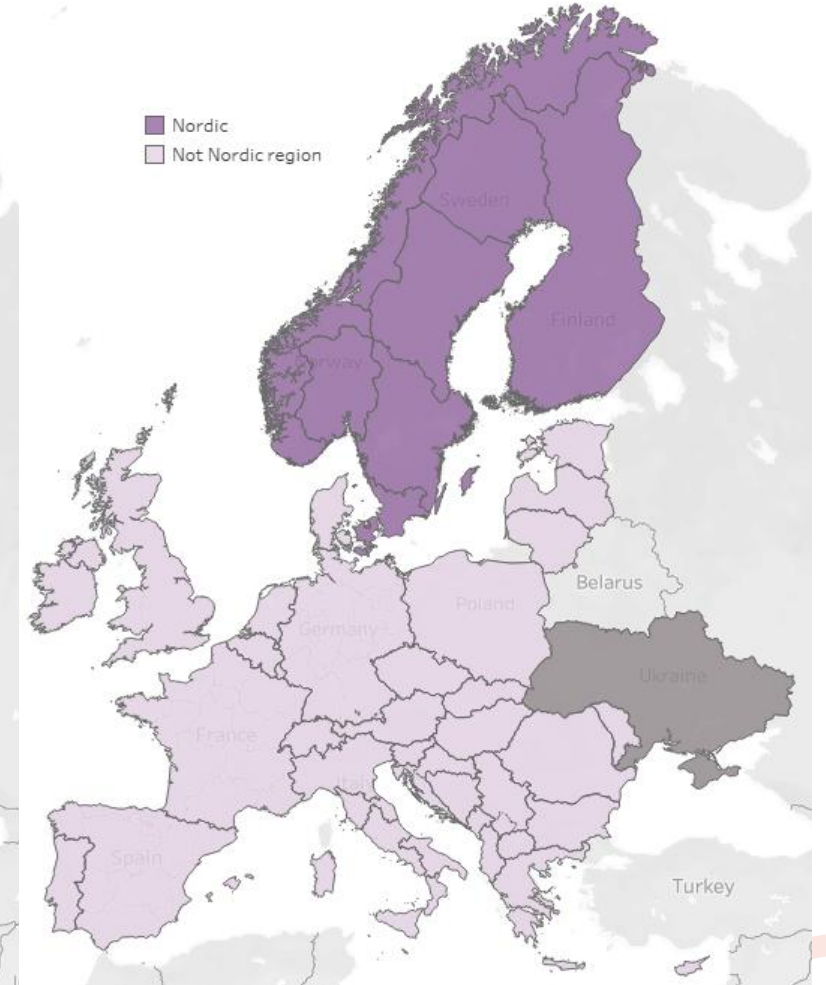


Energy-Charts.info; Datenquelle: ENTSO-E, EEX; Letztes Update: 06.02.2026, 08:32 MEZ

# The interconnected European power system modelled in ERAA 2025



ERAA 2025 geographical scope

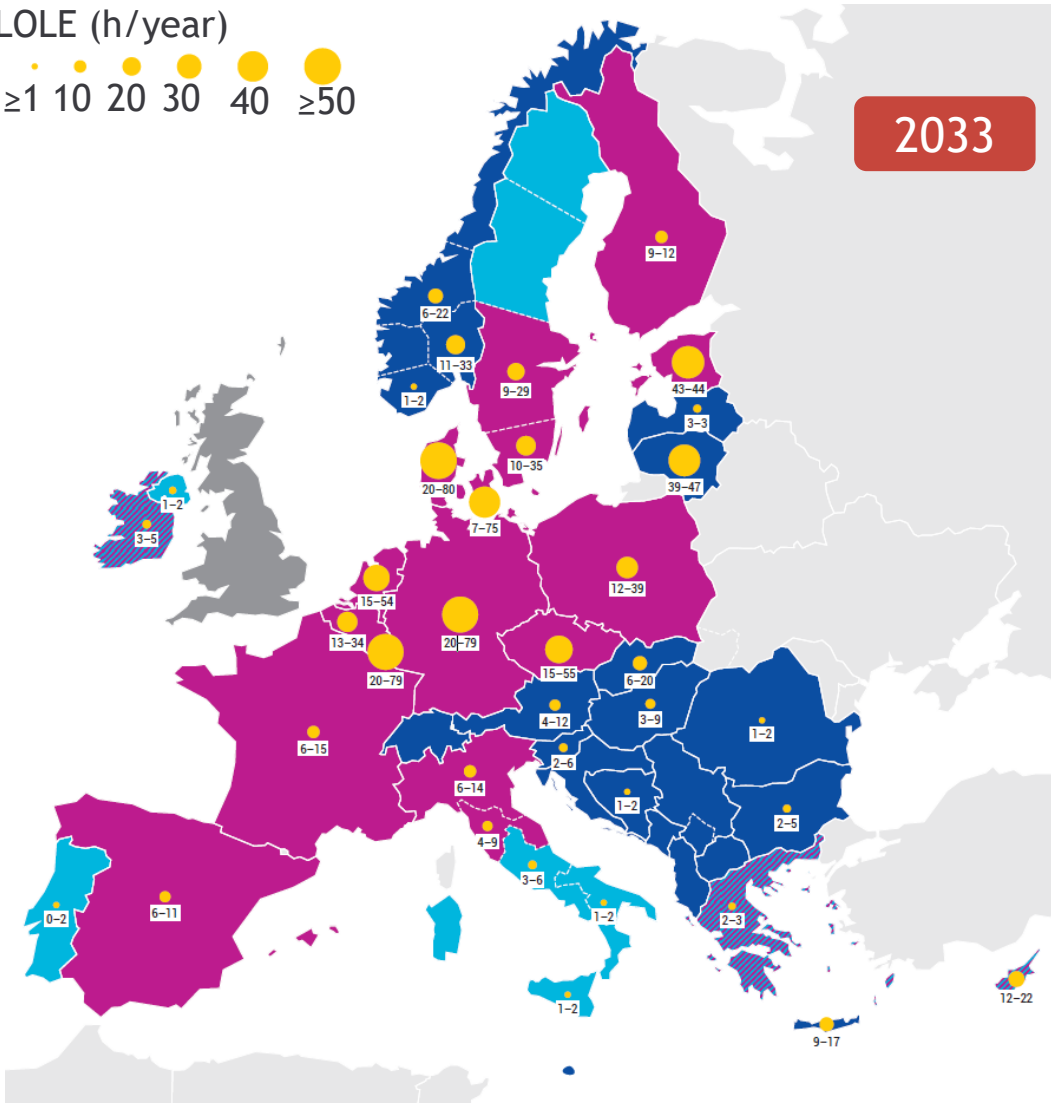


Core (left) and Nordic (right) flow-based market coupling region



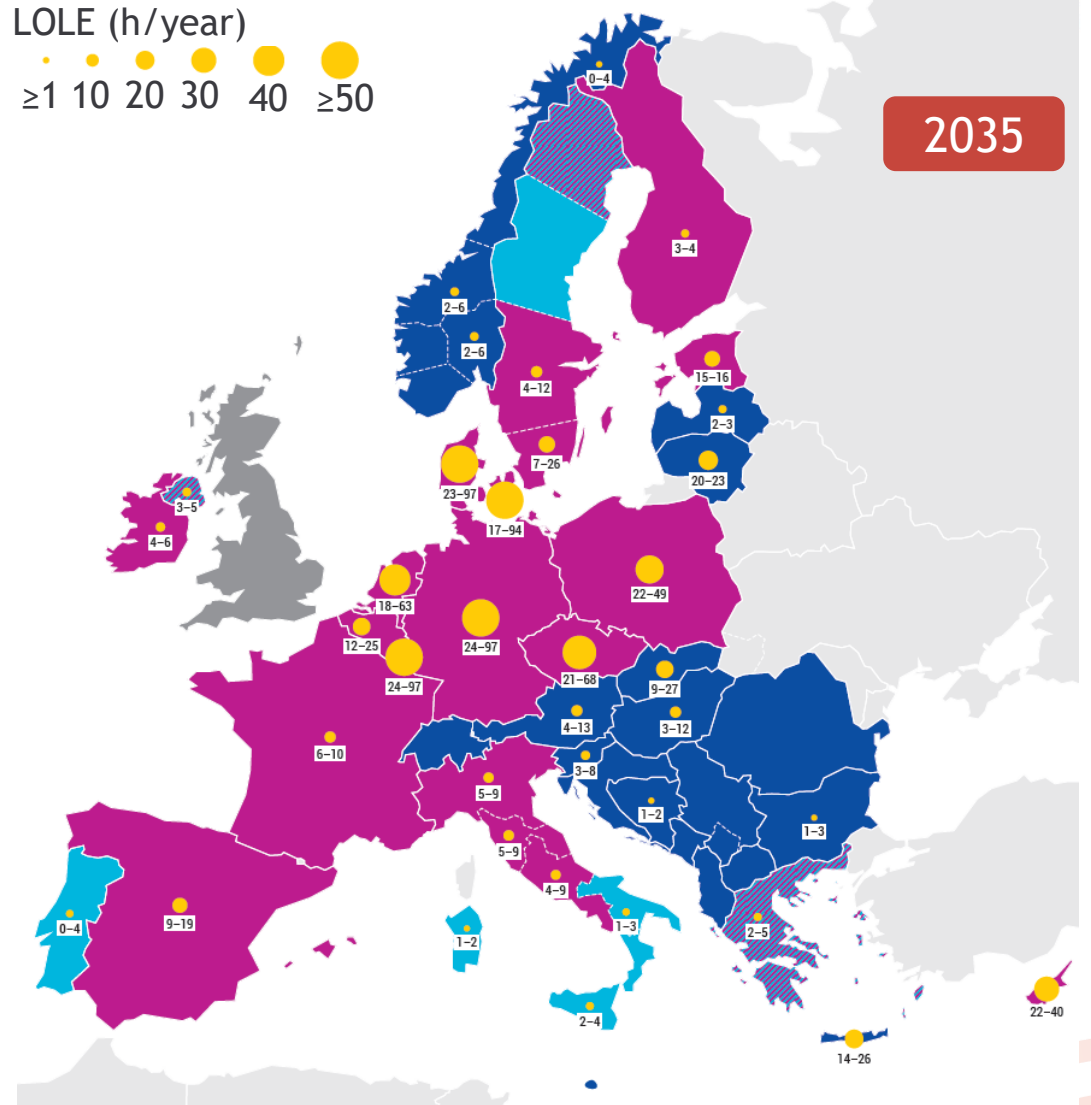
# Adequacy results

LOLE (h/year)



- Within available Reliability Standard
- Exceeds available Reliability Standard
- Reliability Standard within range of risk

LOLE (h/year)



- Reliability Standard does not exist
- Exceeds available Reliability Standard
- Results not published

# APG-Symbolsprache



# APG-Symbolsprache



# APG-Symbolsprache

