

EWeLiNE

Erstellung innovativer Wetter- und Leistungsprognosemodelle für
die Netzintegration wetterabhängiger Energieträger

Andrea Steiner

Deutscher Wetterdienst
GB Forschung und Entwicklung



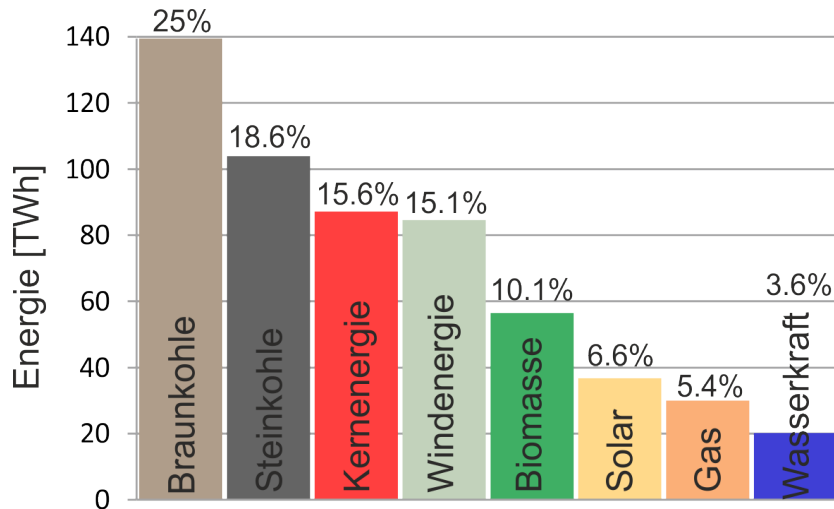
1. Windenergie Deutschland
2. Projekt EWeLiNE
3. DWD Modellkette
4. Optimierungsarbeiten am DWD
5. Tagesgang und Low Level Jets

1) Windenergie Deutschland

➔ Installierte Leistung Ende 2015:

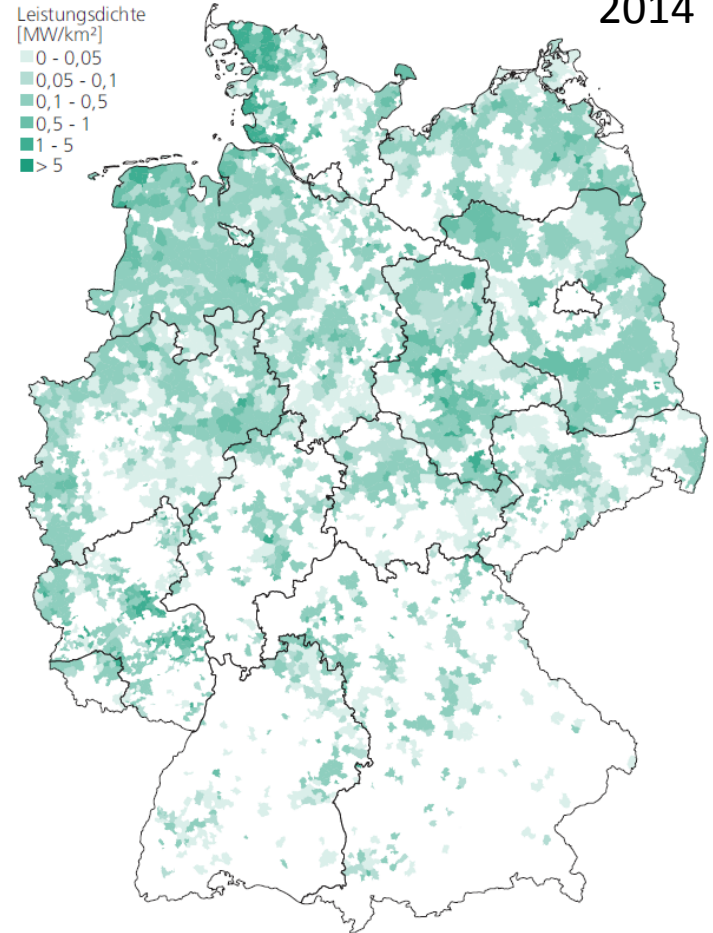
- Wind onshore: 40.99 GW
- Wind offshore: 2.79 GW

➔ Nettostromerzeugung in 2015:



Installierte onshore Wind-Leistung

2014



Quelle: https://www.energy-charts.de/index_de.htm

Quelle: Fraunhofer IWES, Windenergie Report Deutschland 2014

Gefördert durch:

→ Ziele:

- Verbesserung der Windleistungs- und PV-Prognosen für Deutschland
- Umgang mit kritischen Wettersituationen

→ Hypothese:

- Gleichzeitige Verbesserung der Leistungsprognosen *und* der Wetterprognosen notwendig.
- Eine enge Kooperation zwischen Meteorologie und Energiewirtschaft ist erforderlich.

EWeLiNE - Kooperation zwischen Meteorologie und Energiewirtschaft

2) Projekt EWeLiNE



➔ Dauer: 4 Jahre (12.2012 – 11.2016)

➔ 23 Mitarbeiter: IWES (10), DWD (13); ÜNBs assoziierte Projektpartner

2) Projekt EWeLiNE

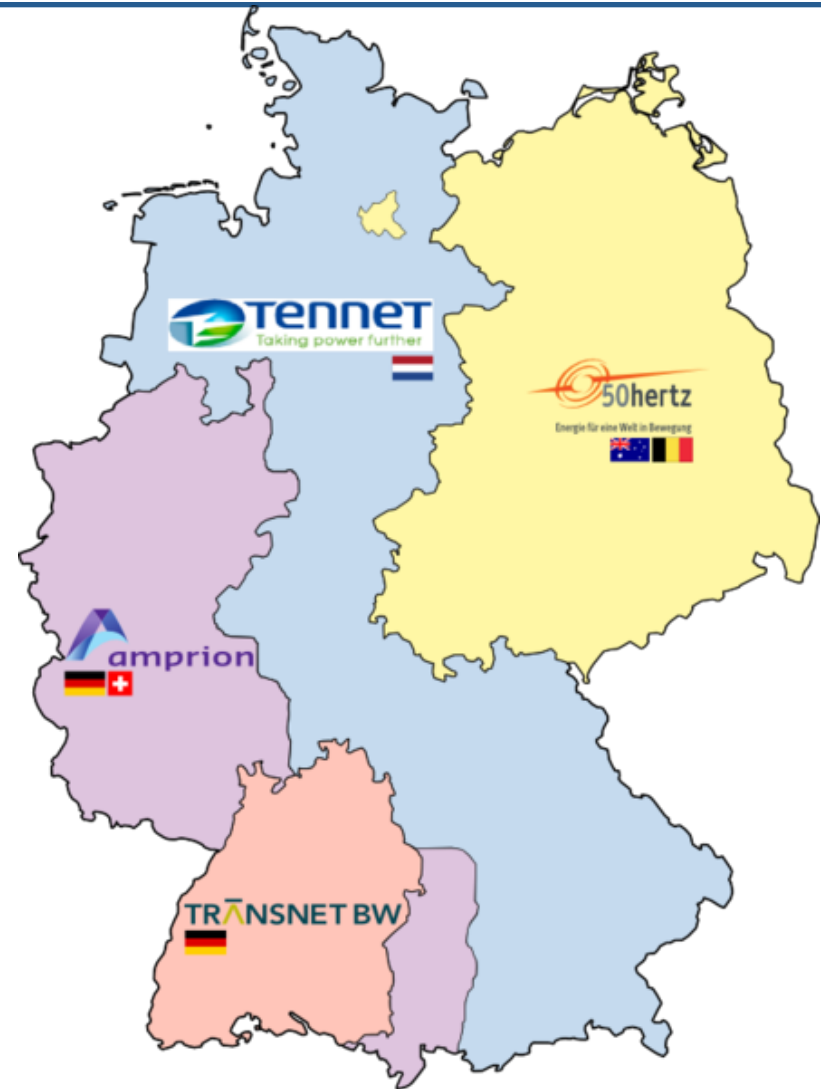
➔ Die deutschen Übertragungs-
netzbetreiber (ÜNBs):

➔ Im Projekt vertreten:

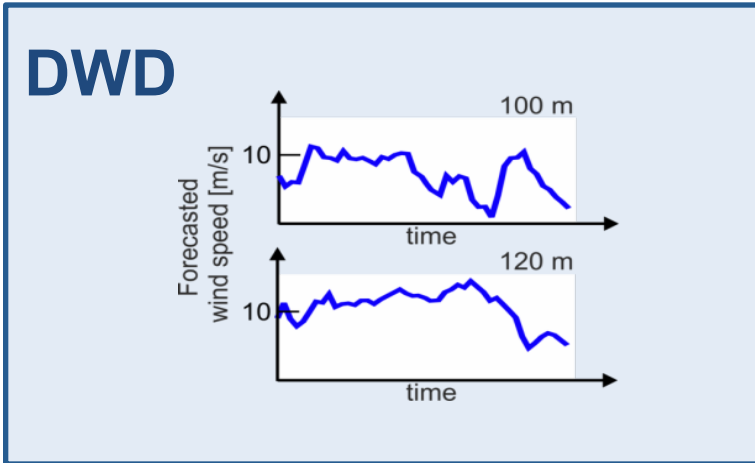
- Amprion
- TenneT
- 50Hertz

➔ Neue Herausforderungen:

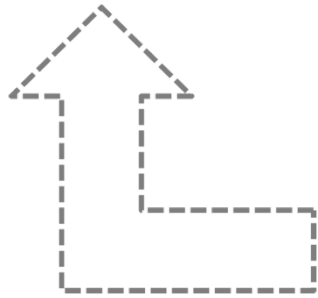
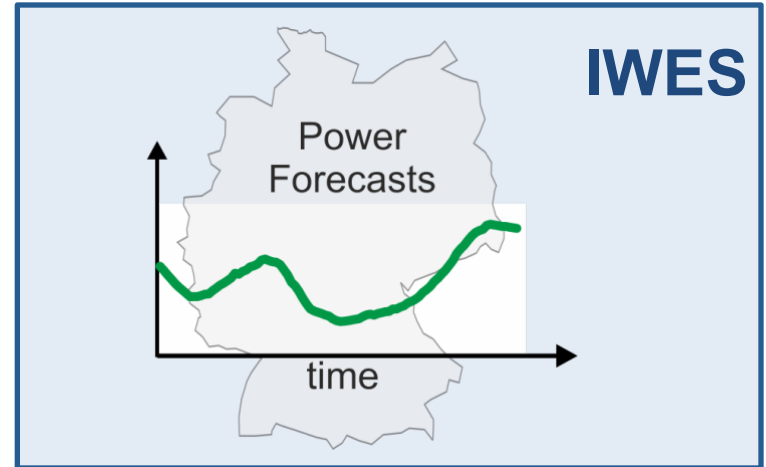
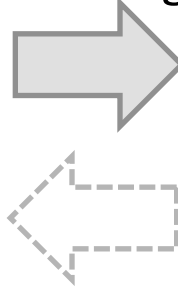
- Steigender Anteil wetterab-
hängiger Stromerzeugung
erfordert neue Strategien in
der Planung der Netzführung



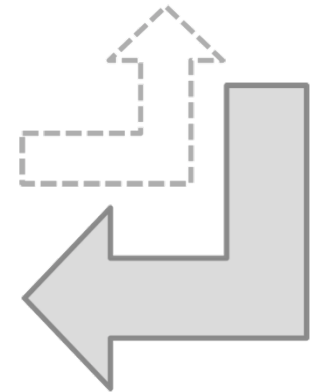
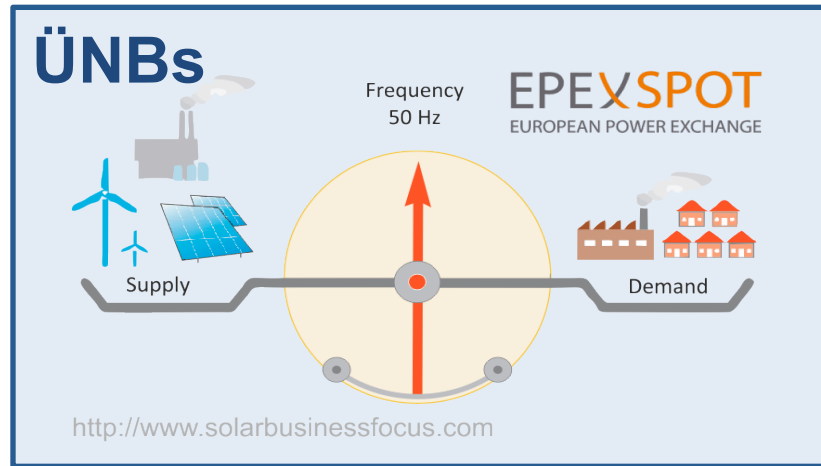
2) Projekt EWeLiNE



Wetter-
vorhersage



Feedback



Leistungsvorhersage

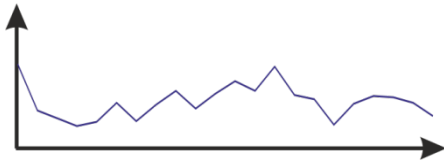


2) Projekt EWeLiNE

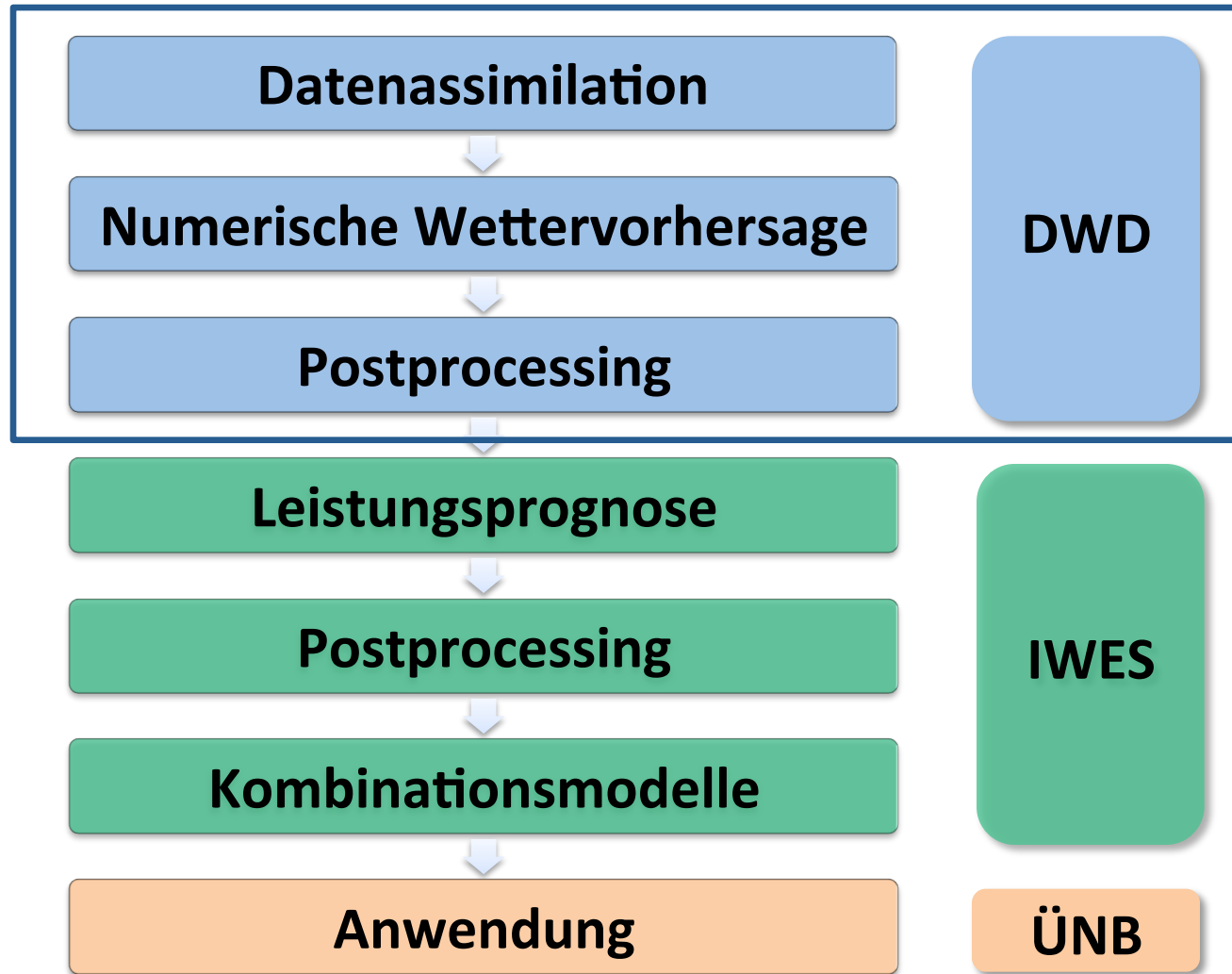
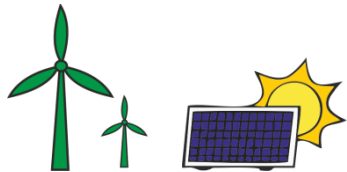
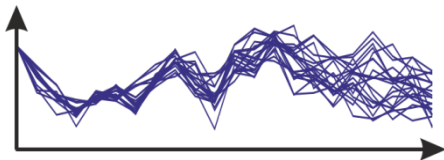


→ Prognosekette:

- deterministisch



- probabilistisch



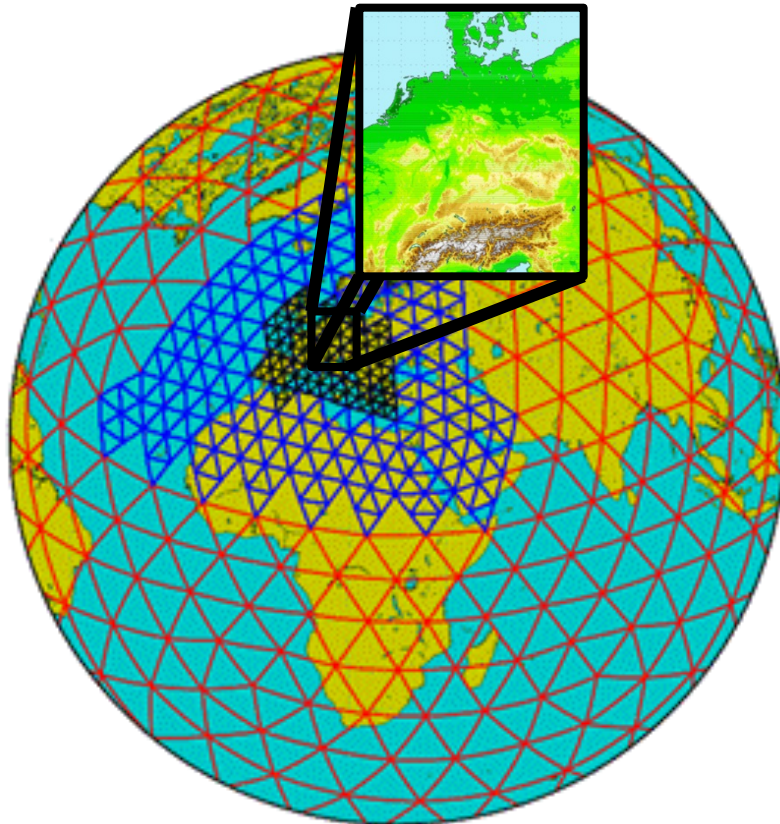
Gefördert durch:



3) DWD-Modellkette

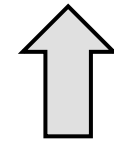


Deterministisch:



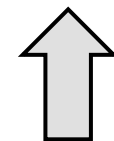
Lokales Modell
über Deutschland

COSMO-DE
 $\Delta x = 2.8 \text{ km}$



Lokales Modell
über Europa

COSMO-EU / ICON-EU
 $\Delta x = 7 \text{ km}$ / $\Delta x = 6.5 \text{ km}$



Globales Modell

ICON
 $\Delta x = 13 \text{ km}$

Quelle Abbildung: DWD

Gefördert durch:



AWES 2016, Wien

Optimierung in EWeLiNE am DWD:

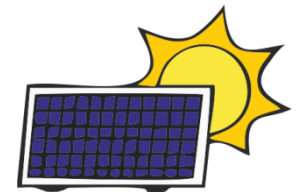
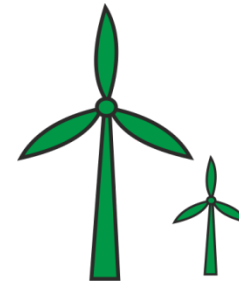
- Assimilation von Wind- und PV-Leistungsdaten

- Optimierung der Modellphysik



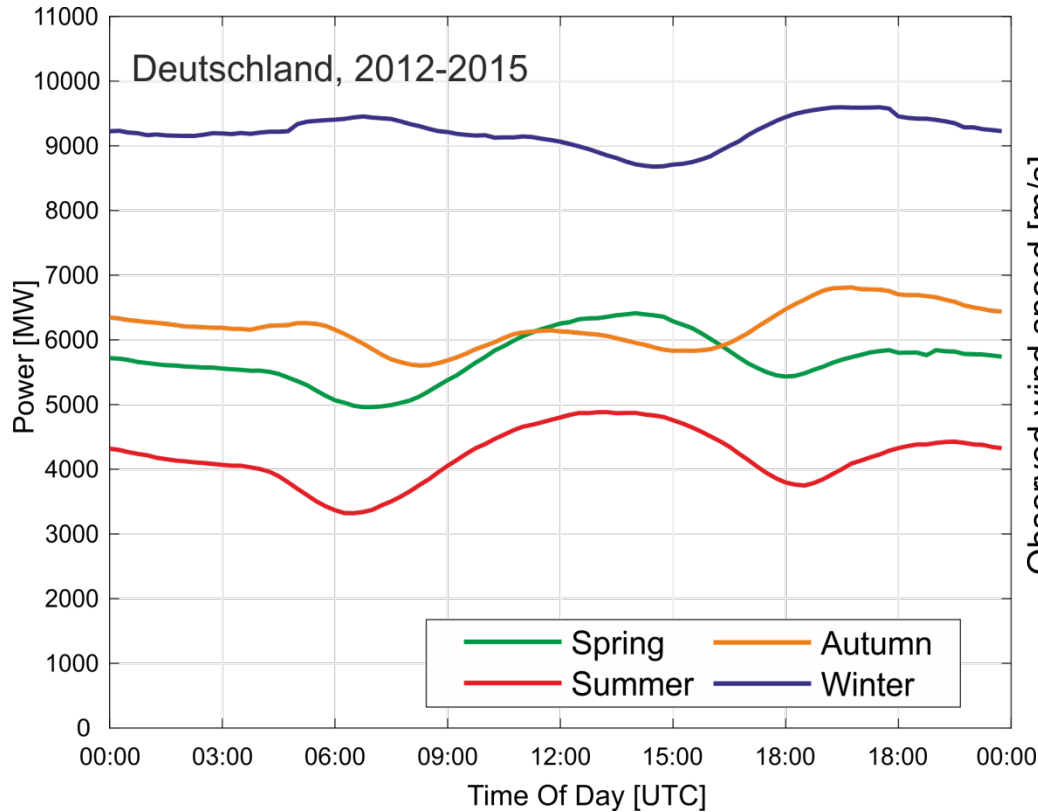
Tagesgang und Low Level Jets

- Verbesserte Ensemble-Vorhersagen
- Verbesserte Model Output Statistics
- Neue Kalibrierungsmethoden
- Entwicklung nutzerspezifischer Produkte
- Kombination der Ergebnisse in Demonstrator



5) Tagesgang und Low Level Jets

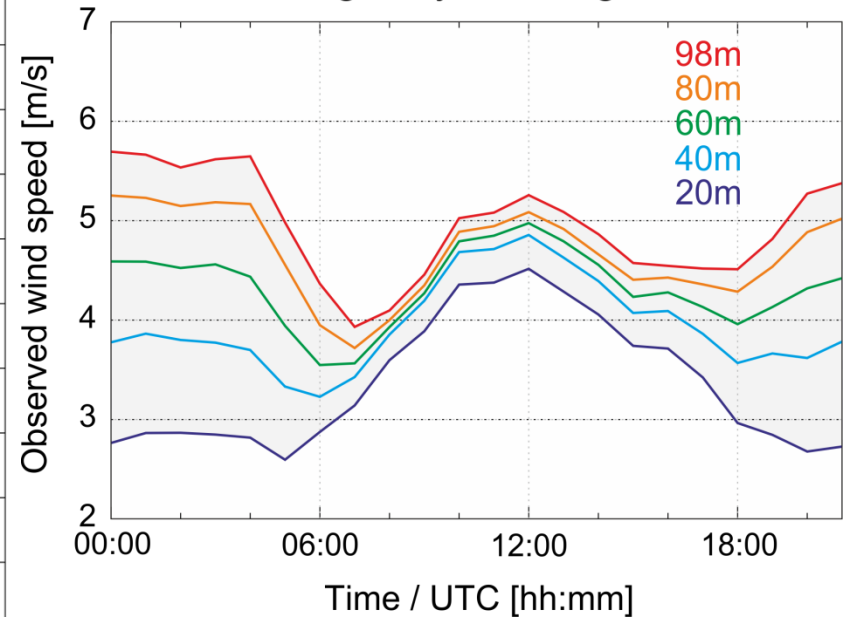
Windleistung



Windgeschwindigkeit



Falkenberg, July and August 2012



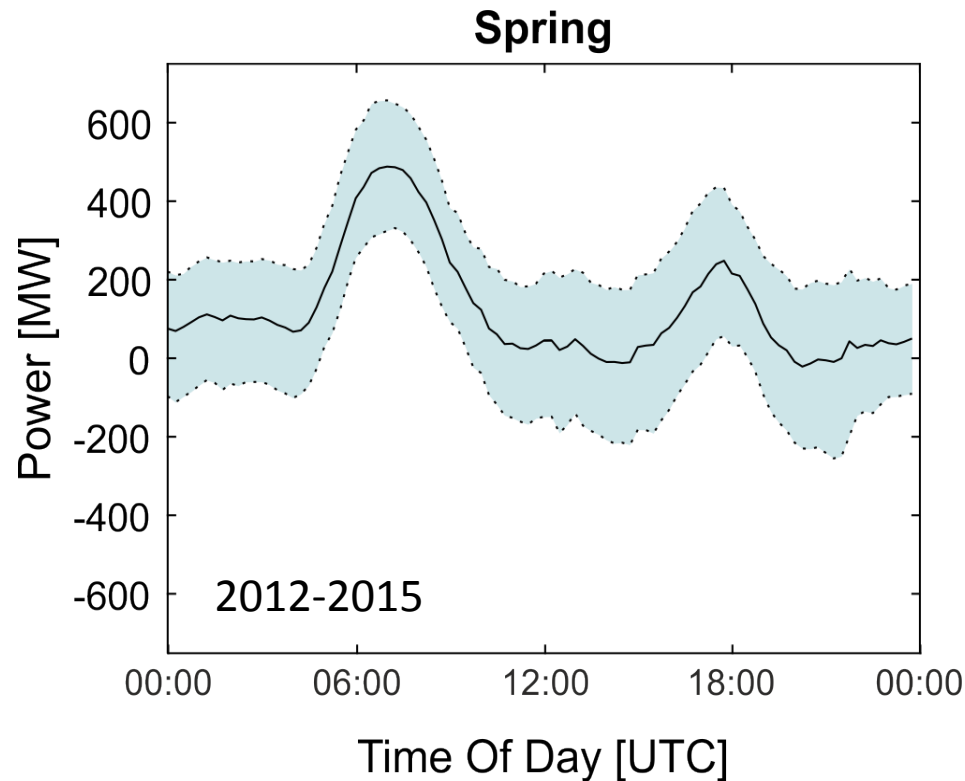
Plot und Datenquelle: Stephan Vogt, IWES

Datenquelle:
Meteorologisches Observatorium Lindenberg (DWD)

Gefördert durch:



Fehler in day-ahead Windleistungsvorhersage für Deutschland



➔ Wettervorhersagemodelle haben Probleme mit Tag/Nacht Übergängen

Plot und Datenquelle: Stephan Vogt, IWES

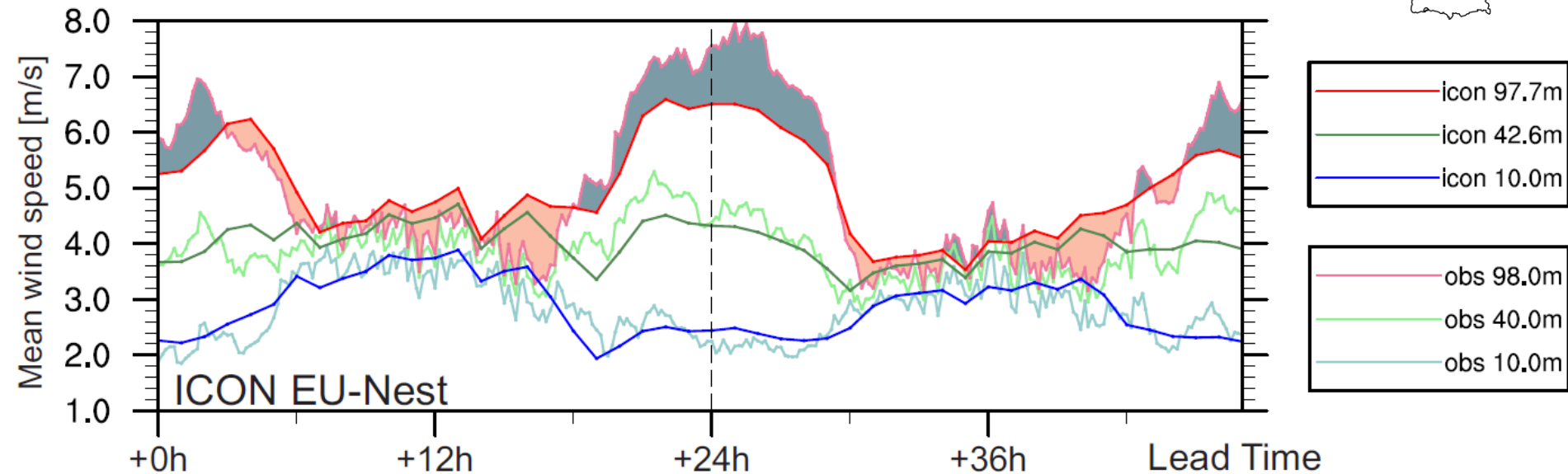
5) Tagesgang und Low Level Jets

➔ Ausgeprägter Tagesgang mit nächtlichen Low Level Jets (LLJs)

- Vergleich Wettermodell ICON-EU mit Beobachtungen



Falkenberg, Mittlere Windgeschwindigkeit über 6 LLJ Fälle

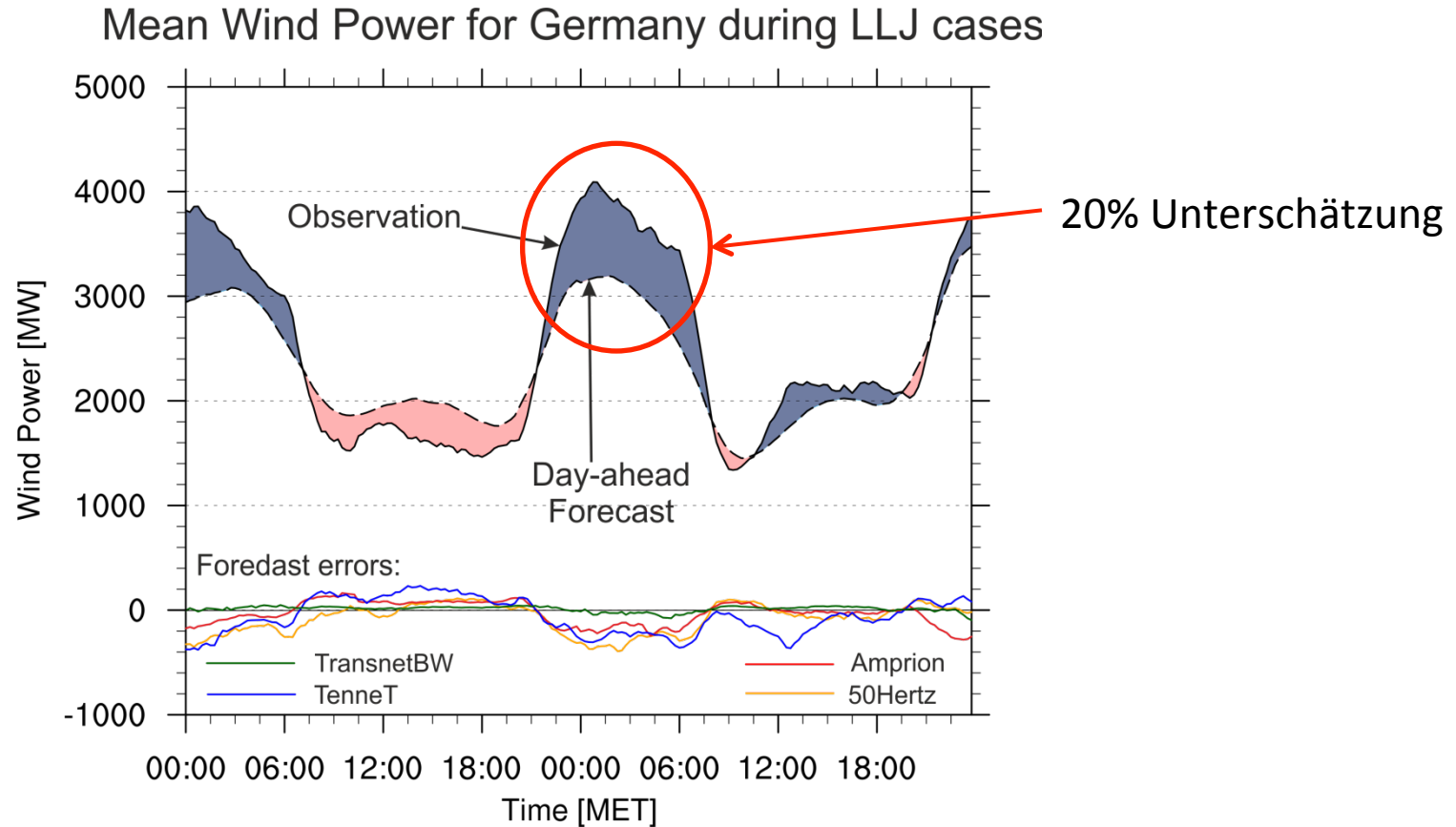


Datenquelle: Beobachtungen: Meteorologisches Observatorium Lindenberg (DWD), Modellvorhersage: DWD

Gefördert durch:

5) Tagesgang und Low Level Jets

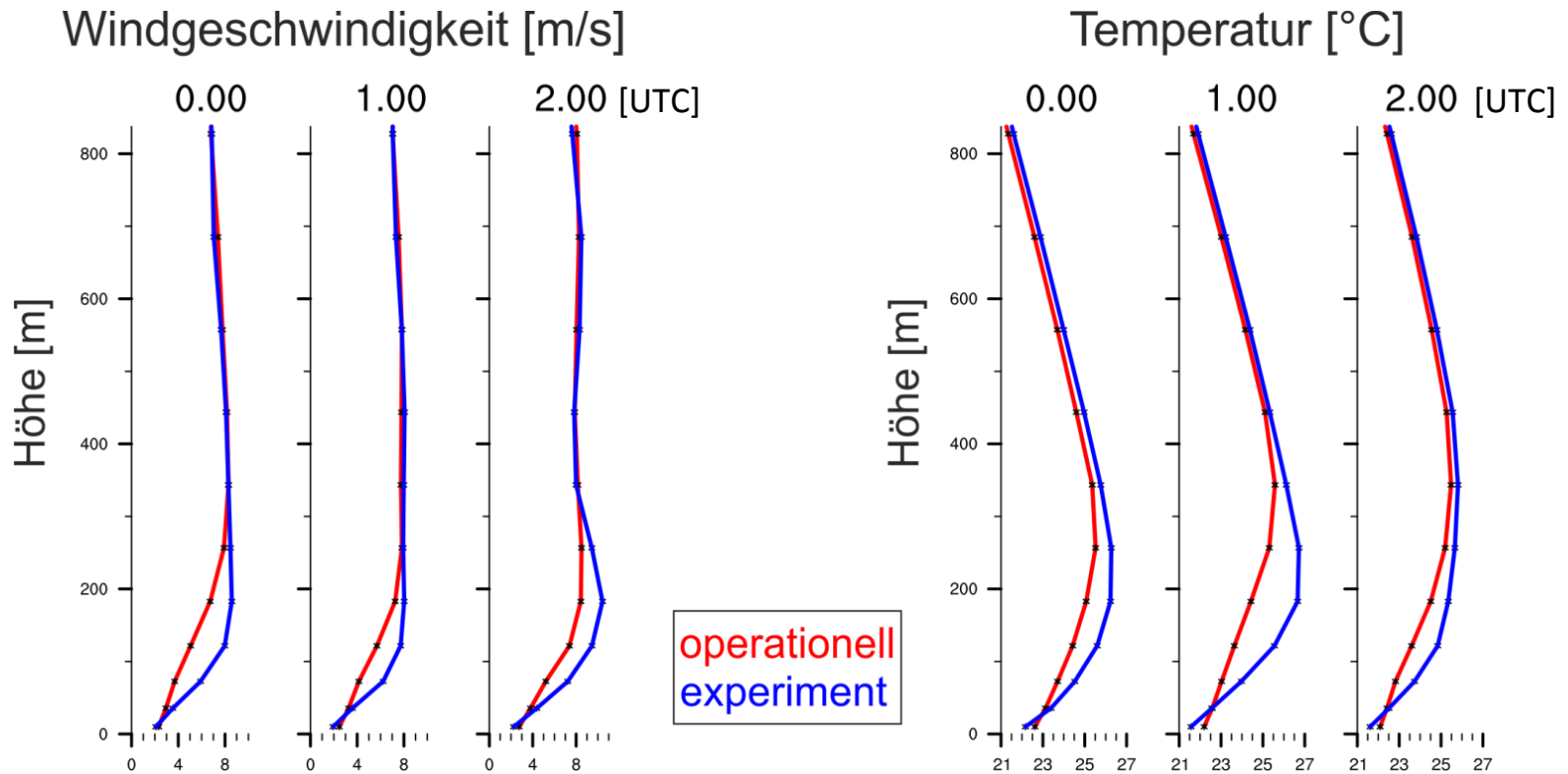
→ Ausgeprägter Tagesgang mit nächtlichen Low Level Jets (LLJs)



Datenquelle: <https://www.eex-transparency.com/>

Gefördert durch:

→ Optimierung des Turbulenzmodells im COSMO-DE



- Ausgeprägter Low Level Jet, tiefere Low Level Jet-Nase
- Ausgeprägte Bodeninversion

- Defizite in Leistungs- und Wetterprognosen lokalisiert
- Verbesserungsansätze entwickelt und umgesetzt
- EWeLiNE zeigt, dass interdisziplinäre Kooperation funktioniert und unabdingbar ist
- Folgeprojekt ist beantragt

Danke! Fragen?

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Andrea Steiner

Phone: +49 69 8062 2673

e-mail: andrea.steiner@dwd.de

Deutscher Wetterdienst
Research and Development
Department FE 14 (Physical Processes)
Frankfurter Strasse 135
63067 Offenbach, Germany

Projekt EWeLiNE: <http://www.projekt-eweline.de/en/>

Gefördert durch:



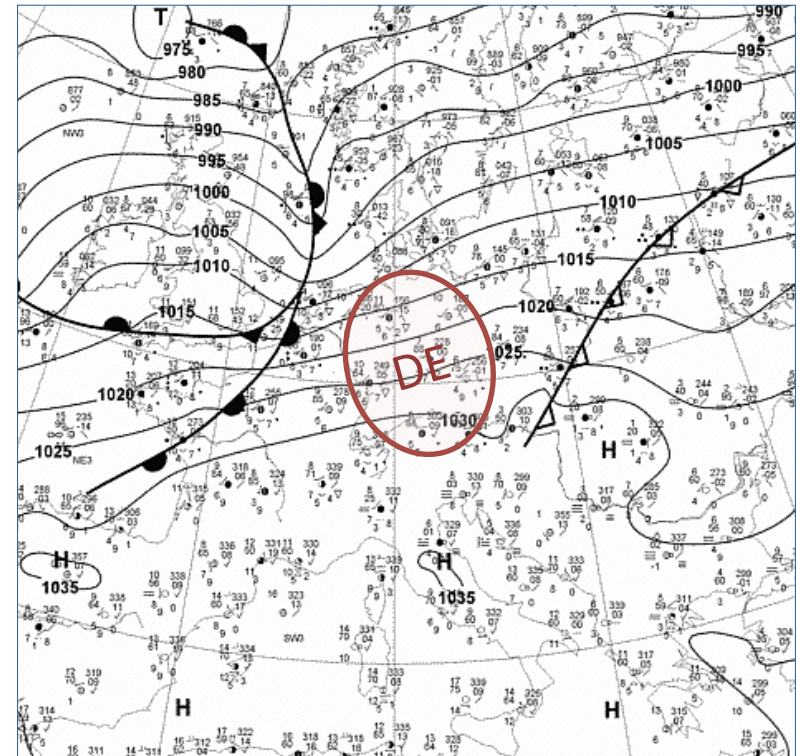
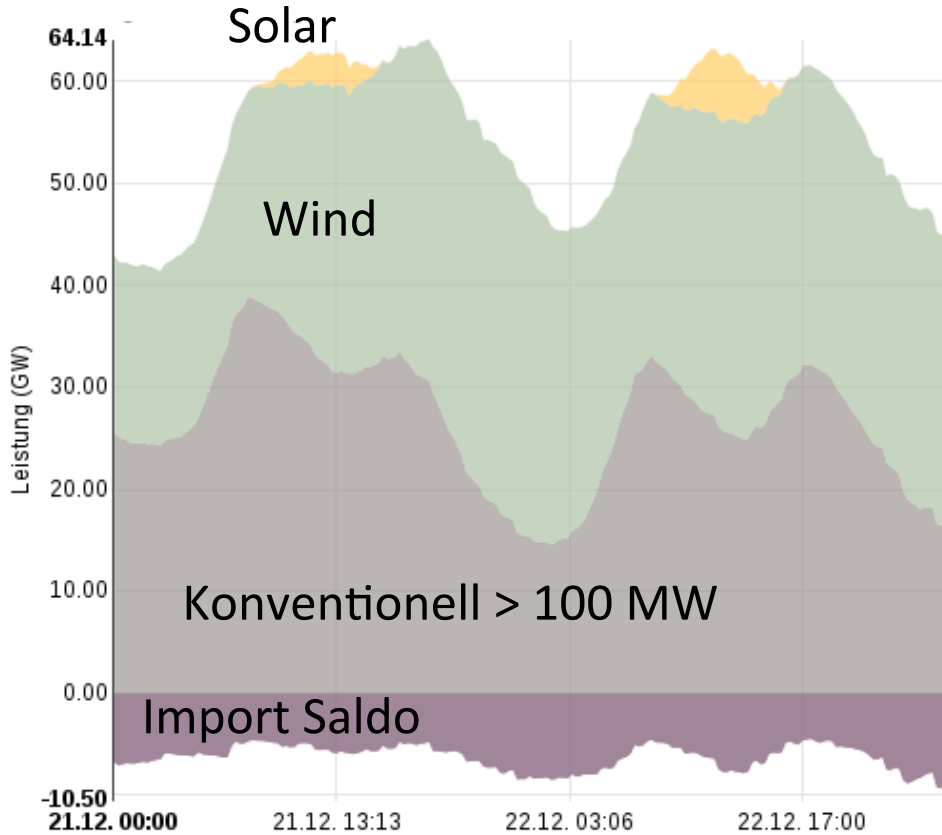
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



AWES 2016, Wien

1) Stand Windenergie Deutschland

➔ Maximal erzeugte Leistung: 21.12.2015



Quelle: https://www.energy-charts.de/index_de.htm; Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, EEX

Gefördert durch:

Installierte Netto-Leistung zur Stromerzeugung in Deutschland

Hinweise

Datumsauswahl

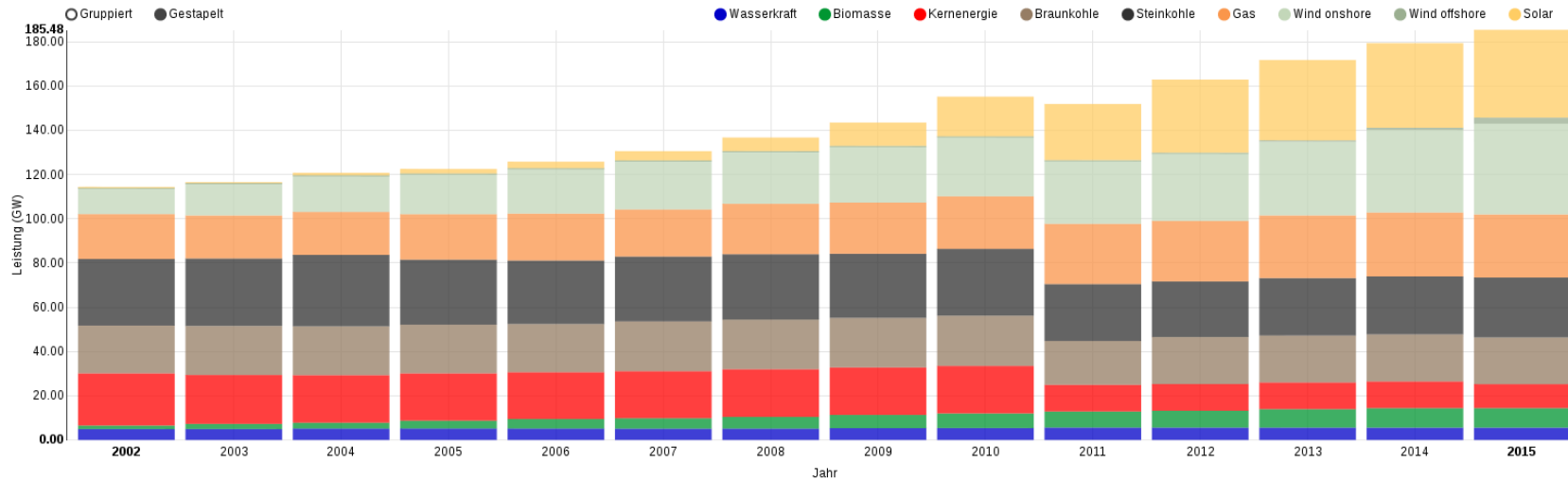
Jahr: alle

<< >>

jährlich
 monatlich

inst. Leistung
 Zubau, Rückbau

[drucken](#)



Datenquelle: AGEE, BMWi, Bundesnetzagentur
letztes Update: 01 Feb 2016 23:35

Gefördert durch:

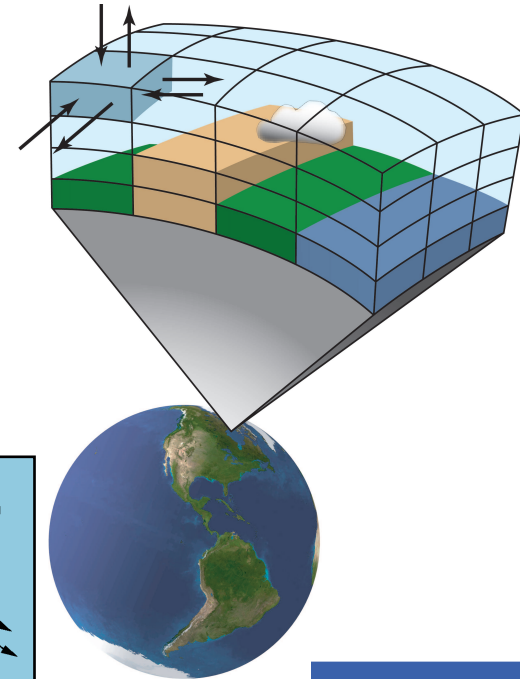
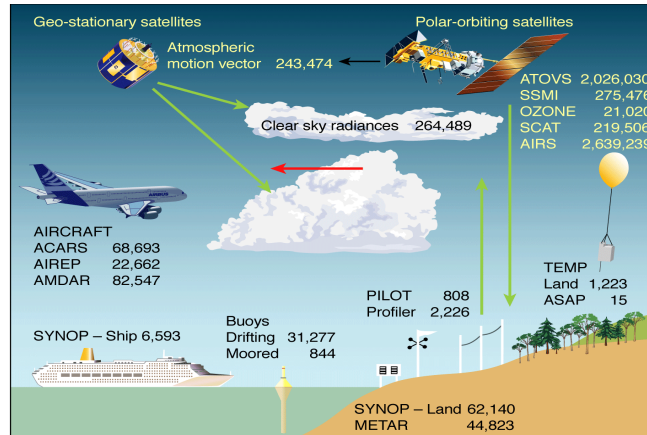


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

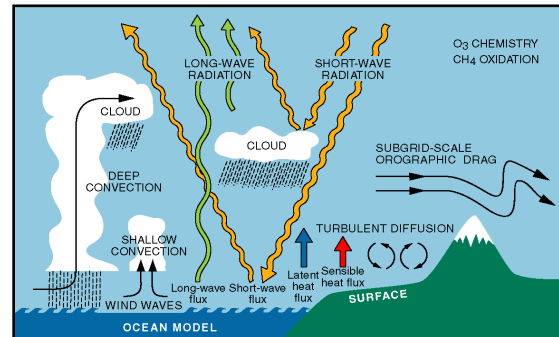


3) Wettervorhersage

Beobachtungen



Modell



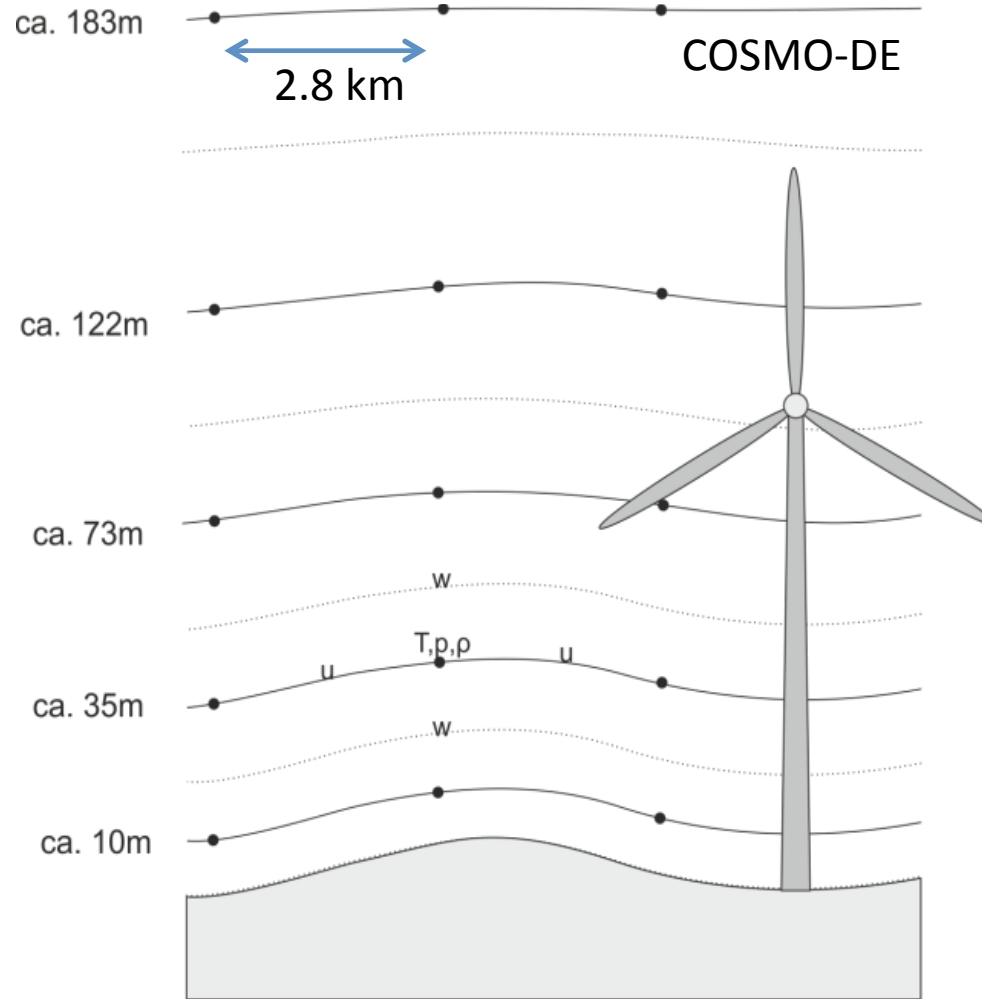
Computer

$$\rho \frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\nabla p + \rho \mathbf{g} - 2\boldsymbol{\Omega} \times (\rho \mathbf{v}) - \nabla \cdot (\mathbf{T})$$

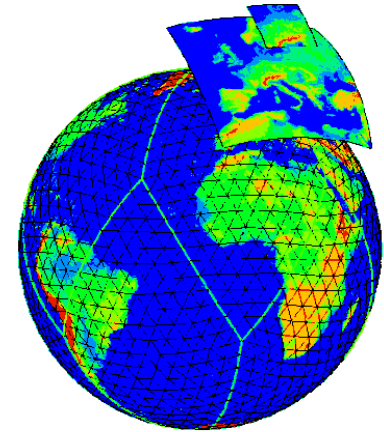
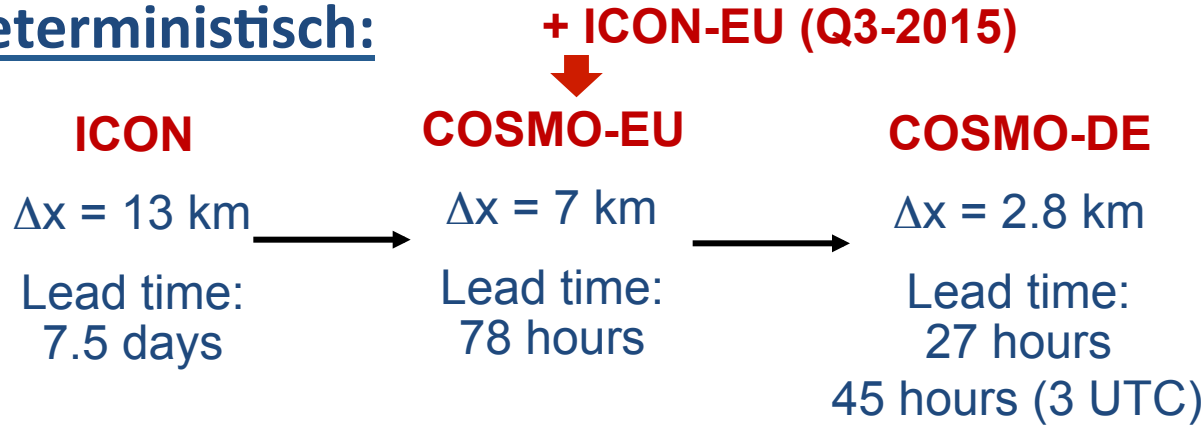
$$\frac{dp}{dt} = -(c_{pd}/c_{vd})p \nabla \cdot \mathbf{v} + (c_{pd}/c_{vd} - 1)Q_h$$

⋮

3) Wettervorhersage



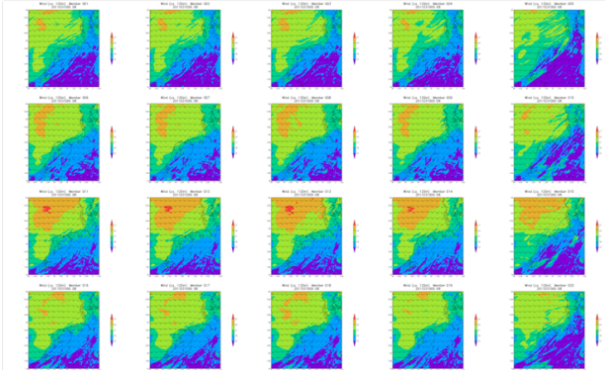
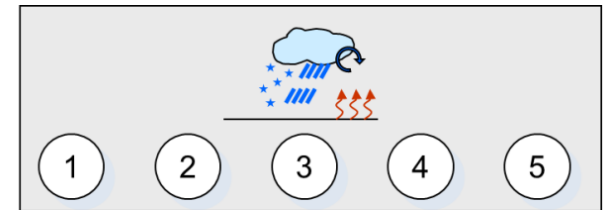
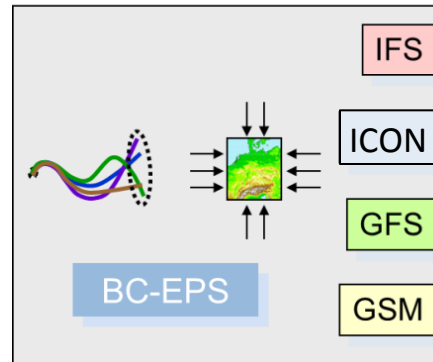
Deterministisch:



Probabilistisch:

COSMO-DE-EPS

Δx = 2.8 km
20 ensemble members
Forecast 27 hours
45 hours (3 UTC)



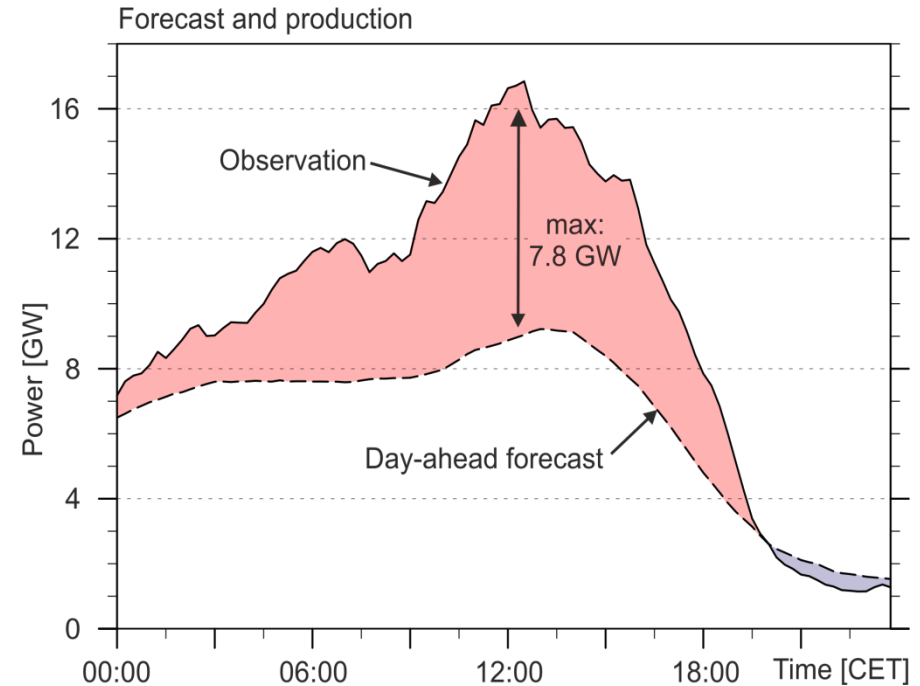
6) Beispiel Feedback ÜNB

→ ÜNBs melden große day-ahead Vorhersagefehler

→ 9. August 2014

Problematische Wetter-situationen für Windenergie:

- Frontdurchgänge (Position und Intensität von Tiefdruckgebieten)
- Winter: stabile Verhältnisse (Bias)
- Sommer: Tagesgang in Windgeschwindigkeit



Day-ahead Vorhersagefehler: Max: 7.8 GW
Mean: 3.2 GW

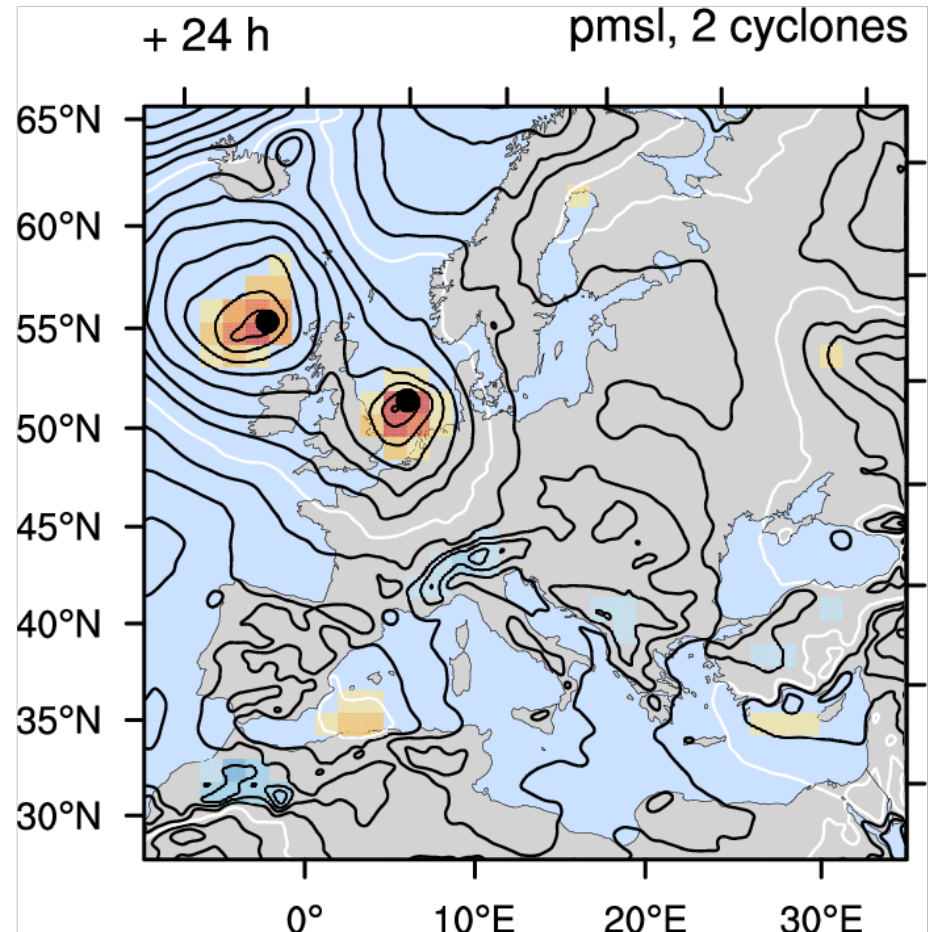
Datenquelle: <https://www.eex-transparency.com/>

➔ Auswertung großer Windleistungsfehler:

- In 60% der Fälle konnte ein Tiefdruckgebiet über
 - Deutschland,
 - Nordsee,
 - Ostsee oder
 - eine Frontidentifiziert werden

➔ Entwicklung Zyklonen- Detektion:

- Ermöglicht Hinweis auf kritische Wettersituation

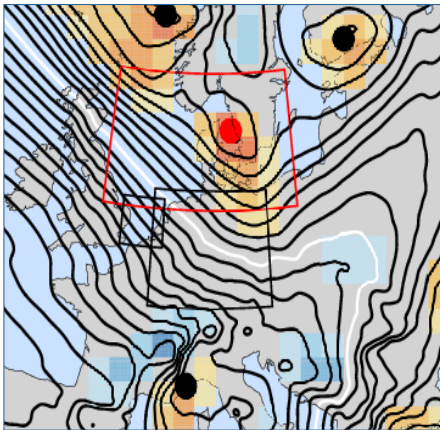


2014-08-09

8) Nutzerspezifische Produkte

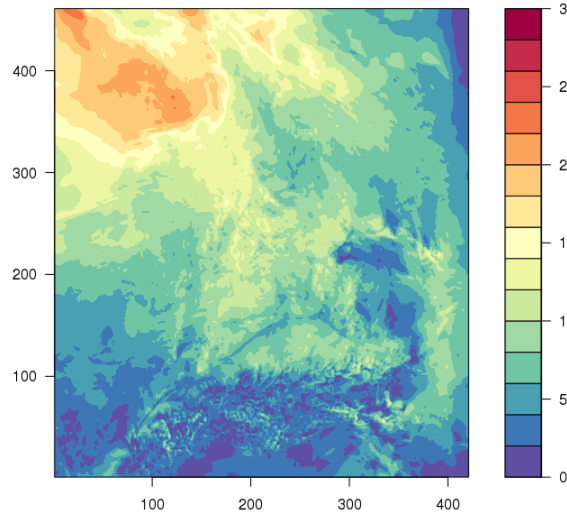
➔ Kombinierte Aufbereitung von Wetter- und Leistungsinformation in einer eigenen Homepage für ÜNBs

Hinweis auf Wettergeschehen



COSMO-DE-EPS mean

EPS MEAN Wind Speed 100m ,
20140809 06 + 5 Vorhersagestunden



COSMO-DE-EPS spread

EPS Spread Wind Speed 100m ,
20140808 03 , + 24 Vorhersagestunden

