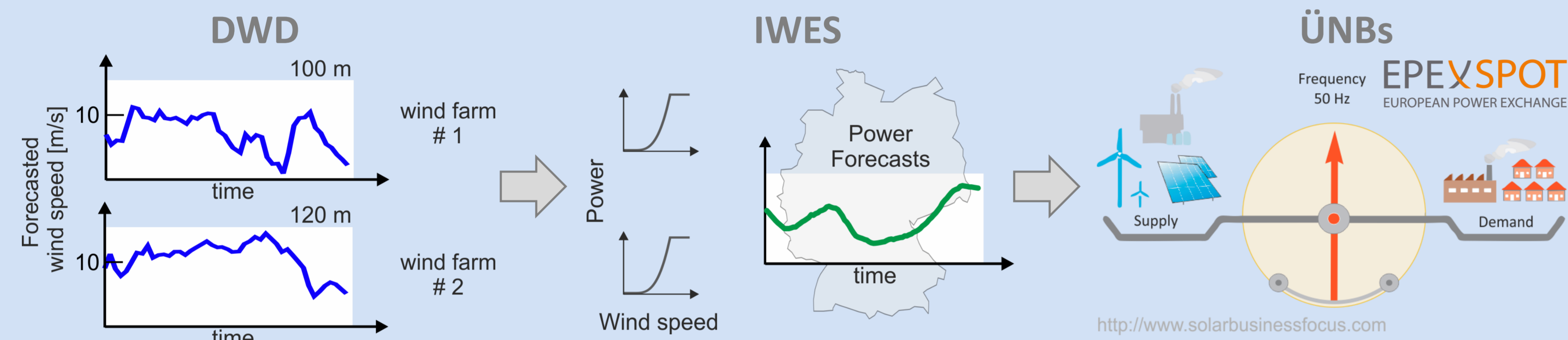


Optimierung der Modellphysik des NWV-Modells COSMO im Rahmen des Forschungsprojekts EWeLiNE

EWeLiNE In EWeLiNE arbeiten der Deutschen Wetterdienst (DWD), das Fraunhofer-Institut IWES in Kassel und die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNBs) Amprion, TenneT und 50Hertz daran, die Leistungsprognosen von Wind- und Photovoltaik-Einspeisung in Deutschland zu verbessern.



Das vorliegende Poster behandelt den Tagesgang der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhen und zeigt dessen Optimierung im NWV-Modell COSMO-DE. Bezüglich der Strahlungsvorhersage verbessert die Verwendung der Aerosol-Klimatologie von Tegen das Ergebnis an Strahlungstagen.

1) Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Windleistungsproduktion

Die atmosphärische Grenzschicht unterliegt, angetrieben von den Energieflüssen am Erdboden, einem deutlichen Tagesgang, mit turbulent-durchmischten Verhältnissen tagsüber und einer stabilen Schichtung nachts. Auch die Windgeschwindigkeit (siehe **Abb.1a**) und die Windleistungsproduktion (siehe **Abb.1b**) folgen diesem Tagesgang. Bei stark ausgeprägtem Tagesgang kann es zur Bildung von Low Level Jets (LLJs) in ca. 100 – 500 m Höhe kommen (Emeis, 2014). In solchen Nächten wird die Windleistungsproduktion stark unterschätzt (siehe **Abb.1c**). Der Tagesgang und die Repräsentation der stabilen atmosphärischen Grenzschicht stellen große Herausforderungen an Wettermodelle dar (Holtlag et.al. (2013), Sandu et.al. (2013)).

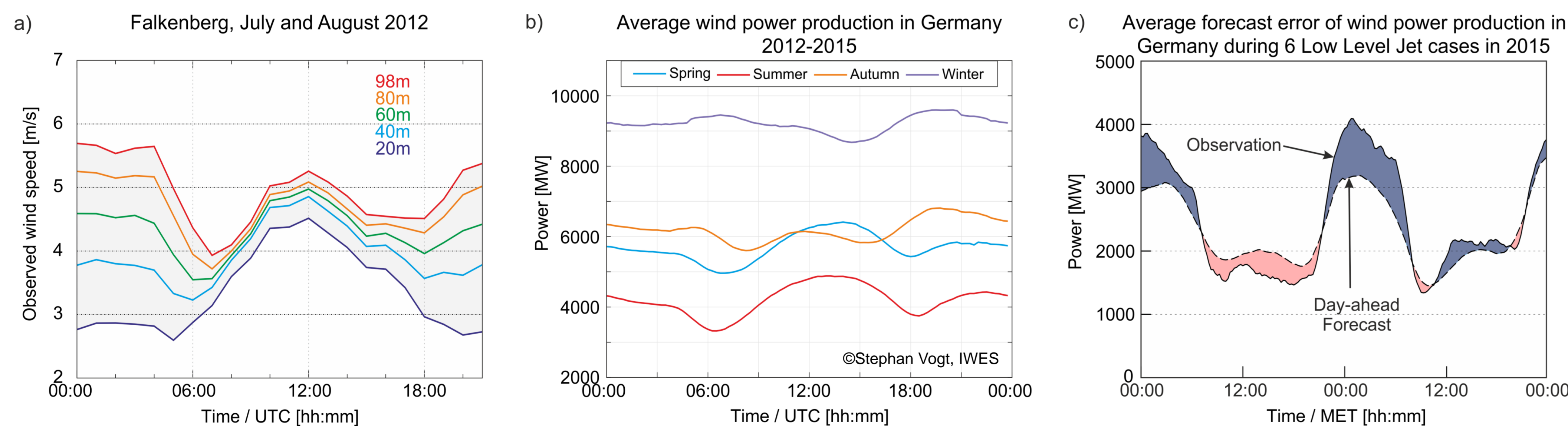


Abb.1 a) Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit in unterschiedlichen Höhen am Messmast Falkenberg. **b)** Mittlerer Tagesgang der produzierten Windleistung in Deutschland für die vier Jahreszeiten Frühling (MAM), Sommer (JJA), Herbst (SON) und Dezember (DJF). (Abbildung Stephan Vogt, IWES; Datenquelle: ÜNBs) **c)** Mittlerer Tagesgang der produzierten und vorhergesagten (Folgetagsprognose) Windleistung in Deutschland für 6 Tage mit LLJ-Bildung in Norddeutschland. (Datenquelle: <http://www.eex-transparency.com/>)

2) Tagesgang und LLJs in NWV-Modellen

Die NWV-Modelle ICON, COSMO-DE und IFS sind in **Abb.2** für stabile Nächte mit LLJ Bildung gegenübergestellt. In dem Modell COSMO-DE geht die Stabilisierung der Atmosphäre in der ersten Nachthälfte generell zu langsam voran und die Durchmischung nach Sonnenaufgang setzt zu spät ein.

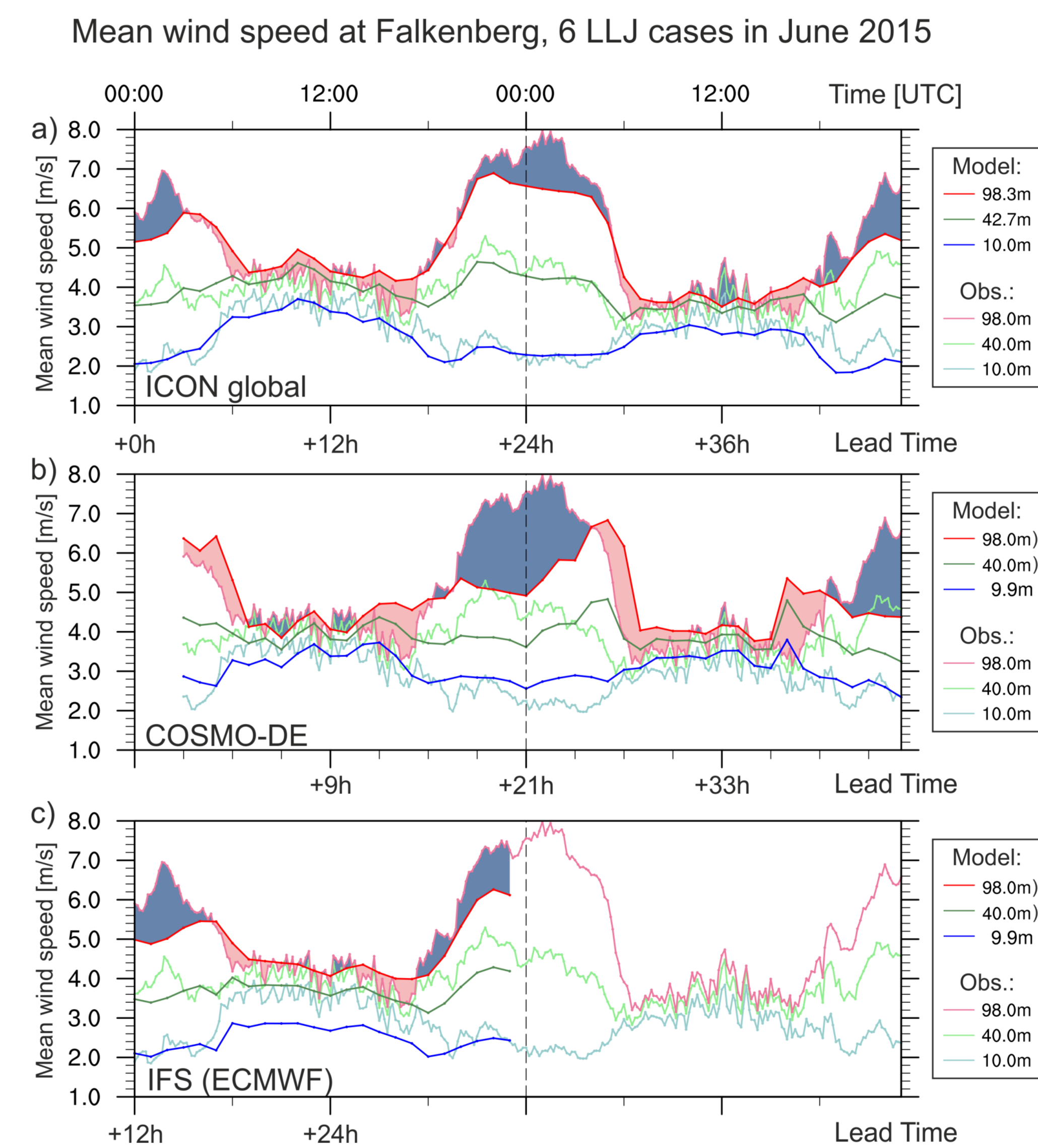


Abb.2 Mittlere vorhergesagte und beobachtete Windgeschwindigkeit am Messmast Falkenberg für 6 Nächte mit LLJ Bildung im Juni 2015 für **a)** das globale NWV-Modell ICON, **b)** das Lokalmodell COSMO-DE und **c)** das Globalmodell IFS. *) kennzeichnet Vertikalinterpolationen.

3) Optimierung des Turbulenz-Schemas

Das Turbulenz-Schema im COSMO-Modell (Raschendorfer, 2014) ist ein Schließungsschema 1.5ter Ordnung und nutzt somit eine prognostische Gleichung für die turbulente kinetischen Energie (TKE).

$$\frac{du}{dt} = \dots - \frac{1}{\rho} \frac{\partial u'w'}{\partial z} \rightarrow u'w' = -K \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \rightarrow K = q\lambda S$$

K : Diffusionskoeffizient, $q = \sqrt{2TKE}$, λ : Turbulente Längenskala, S : Stabilitätsfunktion

Werden subgrid-skalige (SGS) Dichteströmungen in Abhängigkeit der SGS-Orographie formuliert, resultieren im Flachland geringere TKE-Beiträge. Nachts kann so eine stärkere bodennahe Stabilisierung simuliert werden (siehe **Abb.3**).

$$\frac{dTKE}{dt} = \text{Scherproduktion} + \text{Auftriebsproduktion} + \text{Scherproduktion durch SGS nicht turbulente Zirkulation} - \text{Dissipation}$$

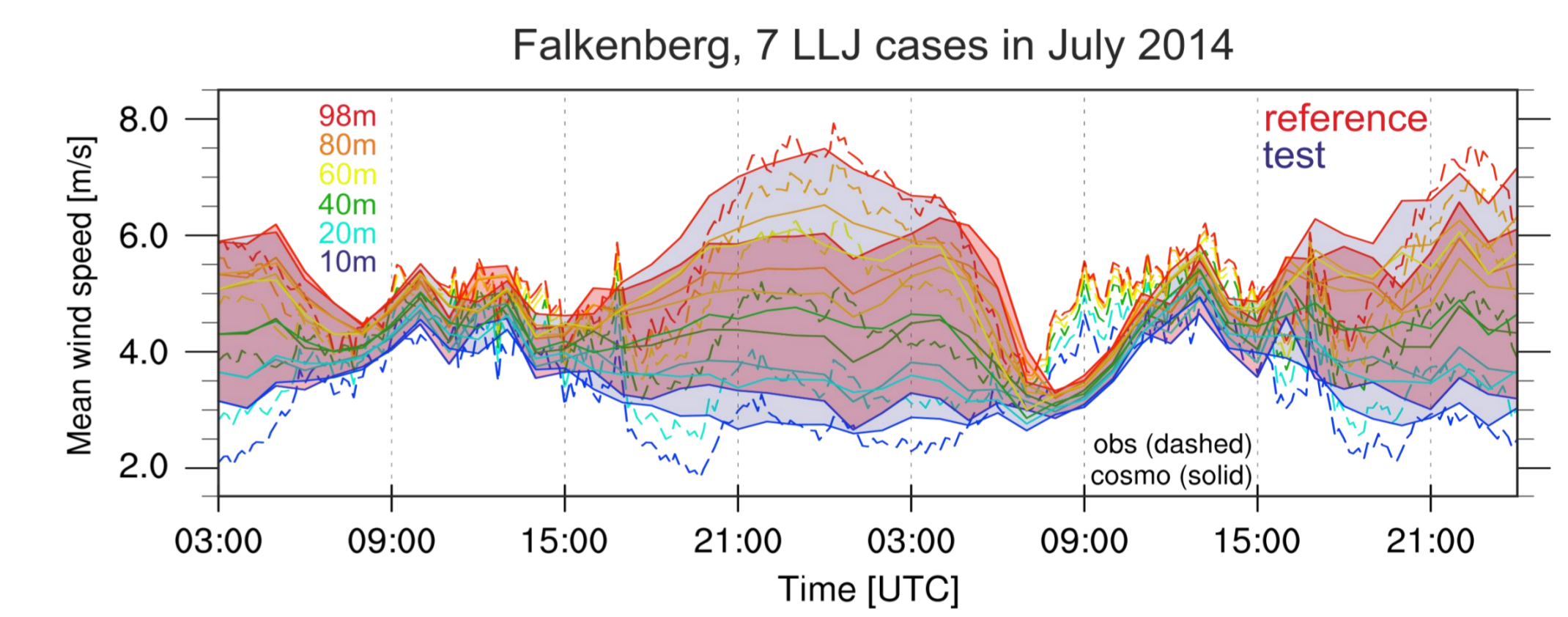


Abb.3 Mittlere vorhergesagte und beobachtete Windgeschwindigkeit am Messmast Falkenberg für 7 Nächte mit LLJ Bildung im Juli 2014. Die rote Fläche zeigt die operationelle COSMO-DE Vorhersage, die blaue das Resultat nach den Optimierungen im Turbulenz-Schema.

4) Optimierung der Strahlungsvorhersage

An Strahlungstagen wird die solare Einstrahlung am Boden vom COSMO-DE unterschätzt (**Abb.4a**). Grund dafür ist die zu hohe Aerosol-optische Dicke. Die Vorhersage wird durch die Aerosol-Klimatologie von Tegen verbessert (**Abb.4b**).

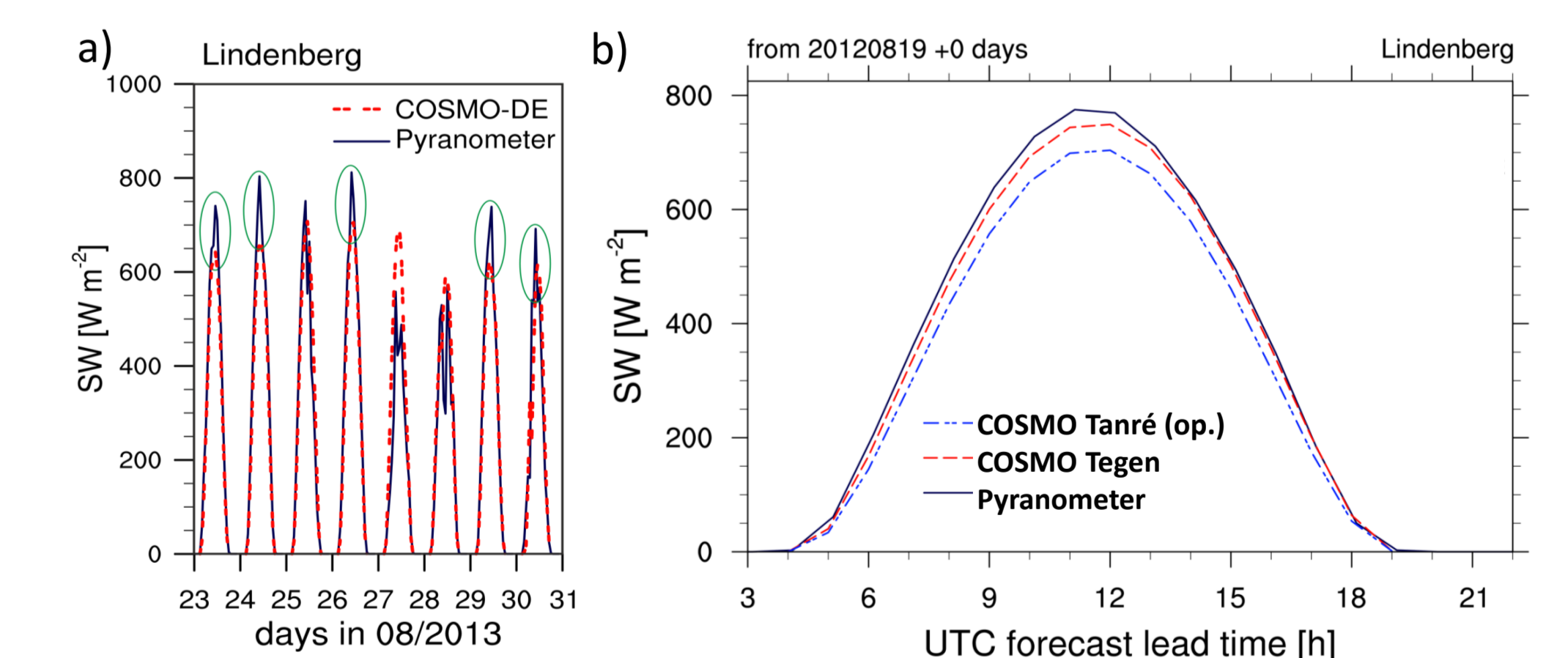


Abb.4 Vorhergesagte und beobachtete kurzweilige Strahlung für Lindenberg. **a)** Stündlich gemittelte Werte für August 2013. Grüne Kreise zeigen eine Unterschätzung der maximalen Einstrahlung. **b)** Vergleich von COSMO-DE Vorhersagen unter Verwendung der operationellen Aerosole von Tanré (blau) und der Aerosol-Klimatologie von Tegen (1997) (rot).

References
1) Emeis S., 2014: Wind speed and shear associated with low-level-jets over Northern Germany. *MetZet*, 23, 295–304.
2) Holtlag, A. A. M., et al., 2013: Stable atmospheric boundary layers and diurnal cycles. *Bull. Am. Met. Soc.*, 94, 1691–1706.
3) Sandu, I., et al., 2013: Why is it so difficult to represent stable stratified conditions in numerical weather prediction (NWP) models? *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 5, 117–133.
4) Raschendorfer, M., Barleben, A., 2014: Vorhersage fluggefährdender Turbulenz und ihrer Registrierung. *promet*, 39, 23–35.
5) Tegen, I., et al., 1997: Contribution of different aerosol species to the global aerosol extinction optical thickness: Estimates from model results. *J. Geophys. Res.*, 102, 23895–23915.

