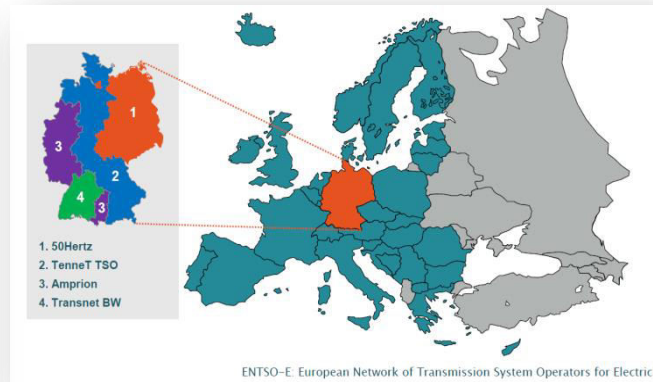


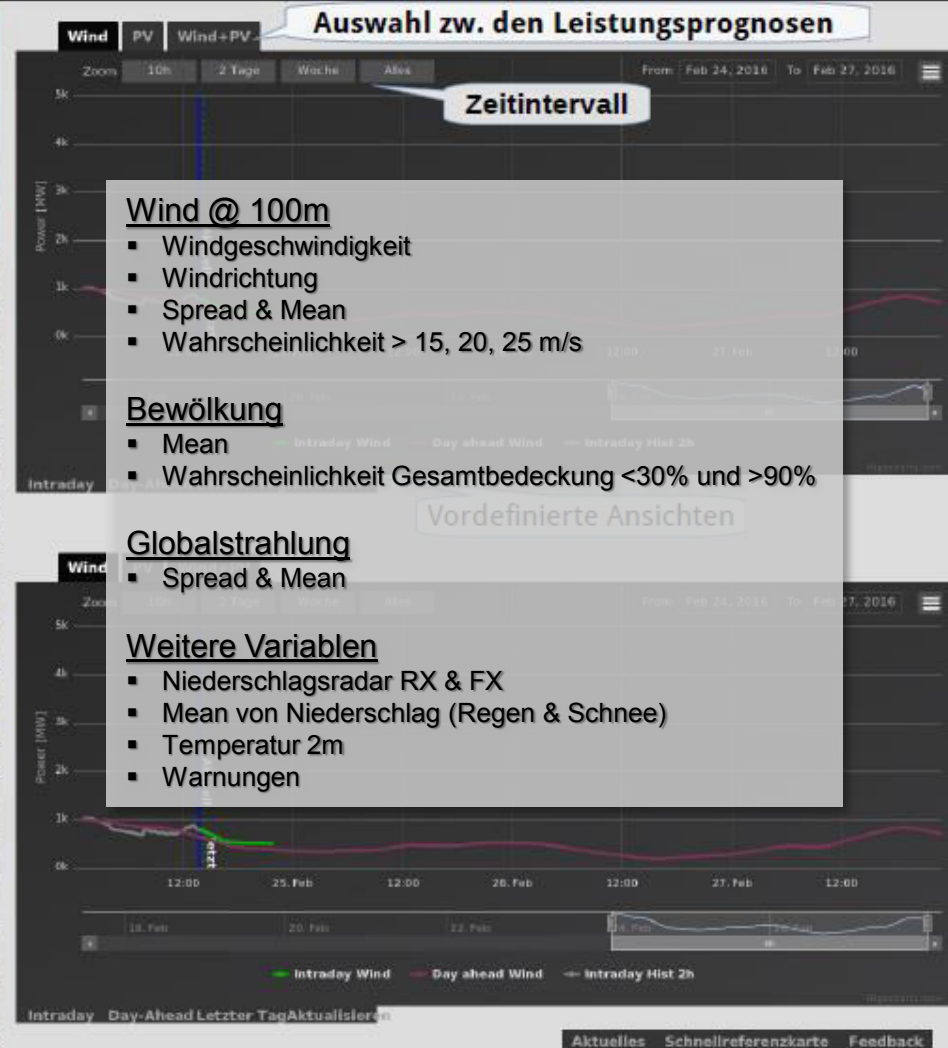
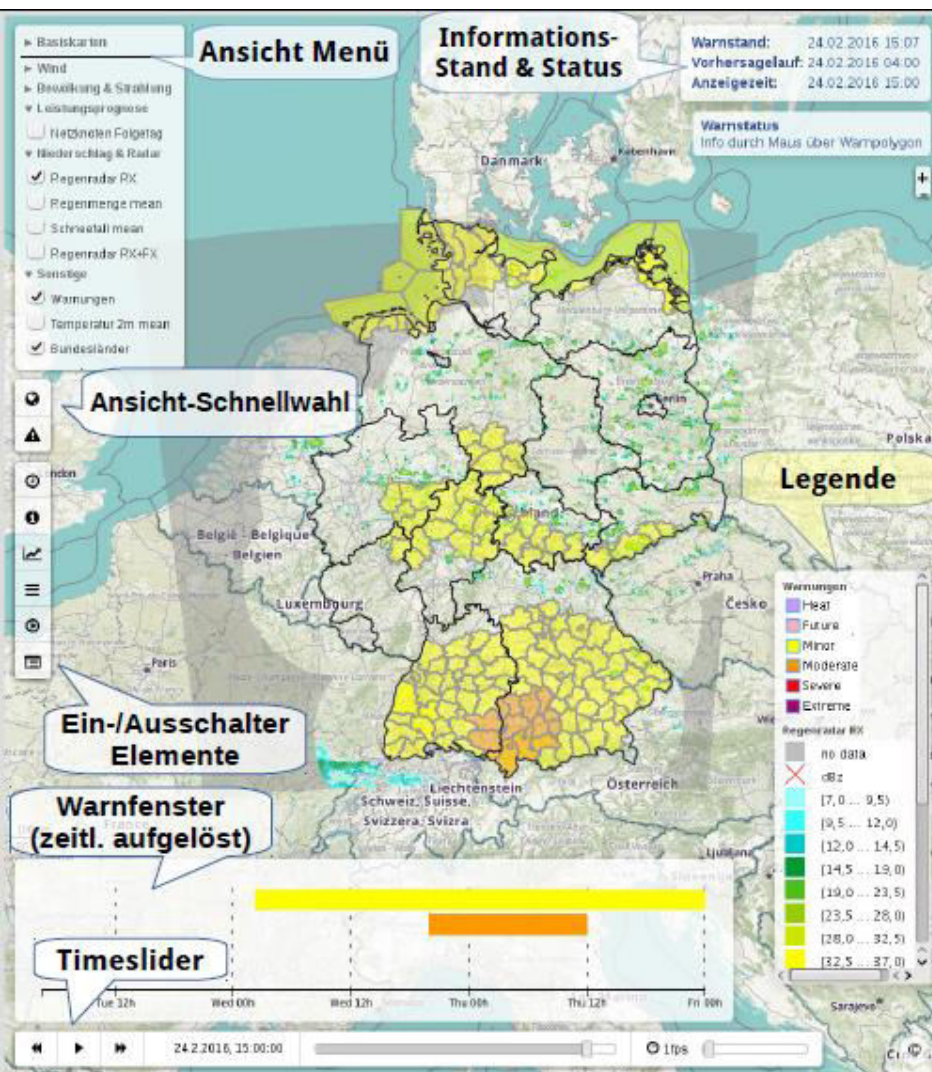
# EWeLiNE

Erstellung innovativer **Wetter-** und **Leistungsprognosemodelle** für die **Netzintegration**  
wetterabhängiger **Energieträger**

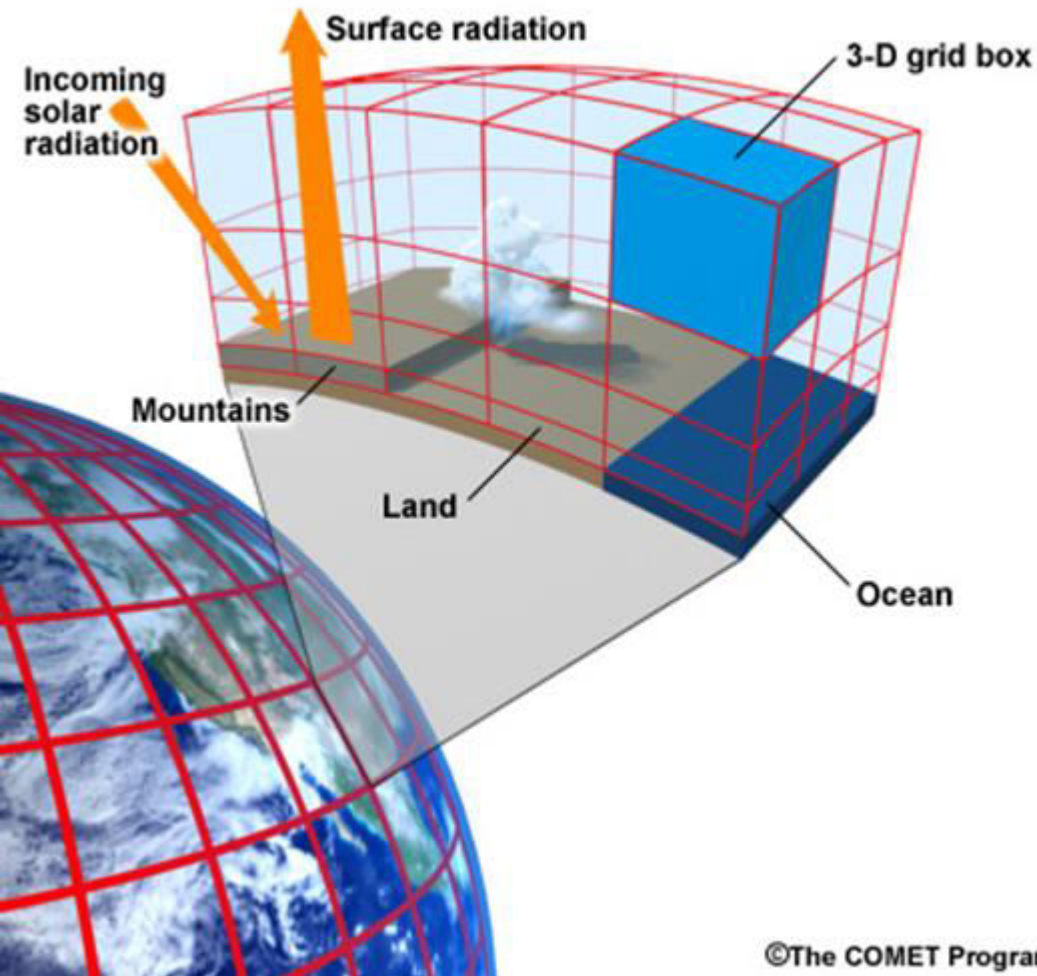


## 4. Fachtagung Energiemeteorologie 20.04.2016 Bremerhaven

Andreas Röpnack, Renate Hagedorn



## Model Grid with Resolved Processes



- Anfangszustand
- Modellphysik
- Ensemblesystem
- Kalibrierung
- MOS
- Verifikation
- Datenbereitstellung

©The COMET Program



## Verwendung von Messdaten aus Windkraft- und PV-Anlagen zur Optimierung des Anfangszustandes

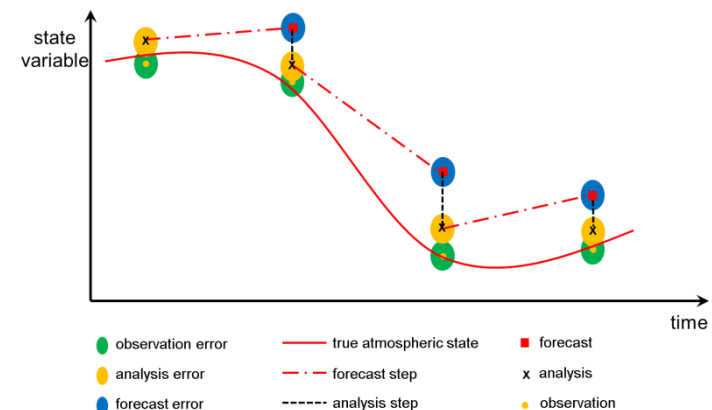
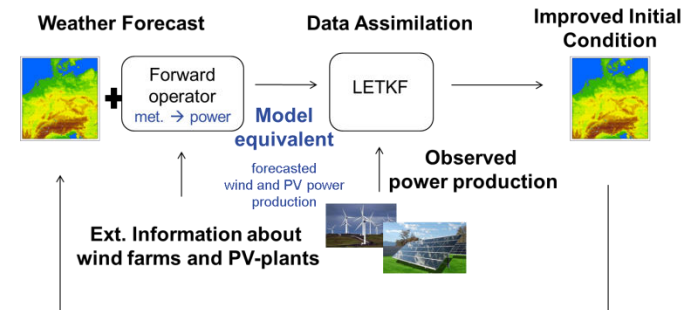
Ensemble Kalman Filter :: Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF), based on Hunt et al. (2007)  
Kilometer scale Ensemble based Data Assimilation (KENDA)

### → Herausforderungen:

- Datenverfügbarkeit, Datenqualität, .....

### → Status:

- ✓ **Sensitivitätsstudie** mit künstlichen Beobachtungen („OSSE“) zeigt positiven Effekt auf die Vorhersagequalität für die ersten ca. 7 h.
- ✓ **Qualitätskontrolle** der Leistungsdaten (Wind/PV)
- ✓ **Integration der Vorwärtsoperatoren** in COSMO (Wind/PV)
- ✓ **Monitoring** zur Bestimmung **des Modellfehlers** (bias, rmse)
- **Durchführung der Impact-Experimenten**



## Analyse der Modelldefizite und Prognoseunsicherheiten

→ **Kritische Wetterereignisse** aus Sicht des Netzbetriebs bzw. kritische Modelldefizite:

### Wind:

- Frontdurchgänge – zeitliche & räumliche Position sowie Intensität von Tiefdruckgebieten
- stabile Verhältnisse (Bias im Winter)
- Tagesgang der Windgeschwindigkeit (Sommer)

### Photovoltaik:

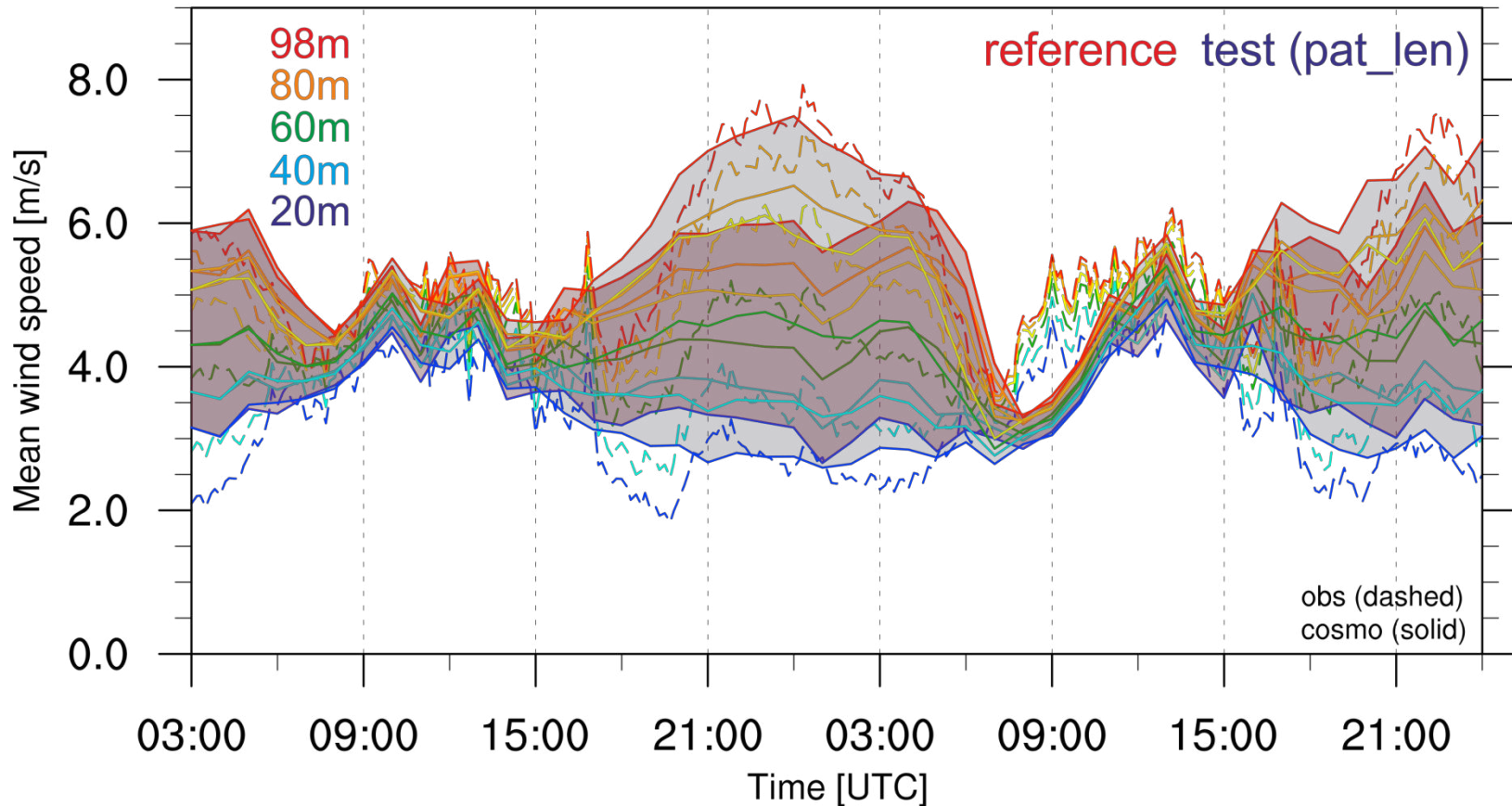
- Bewölkung nach Kaltfrontdurchgängen,
- Konvektive Ereignisse, Hochnebellagen,
- Bewölkungsfreie Tage (Atmosphäre optisch zu dick)
- Optische Dicke von Wolken (Optisch zu dünn)
- Schneebedeckungen auf den PV-Anlagen



## Weiterentwicklung der Wettervorhersagemodelle

## → Verbesserung in stabilen Nächten mit Low Level Jets (LLJs)

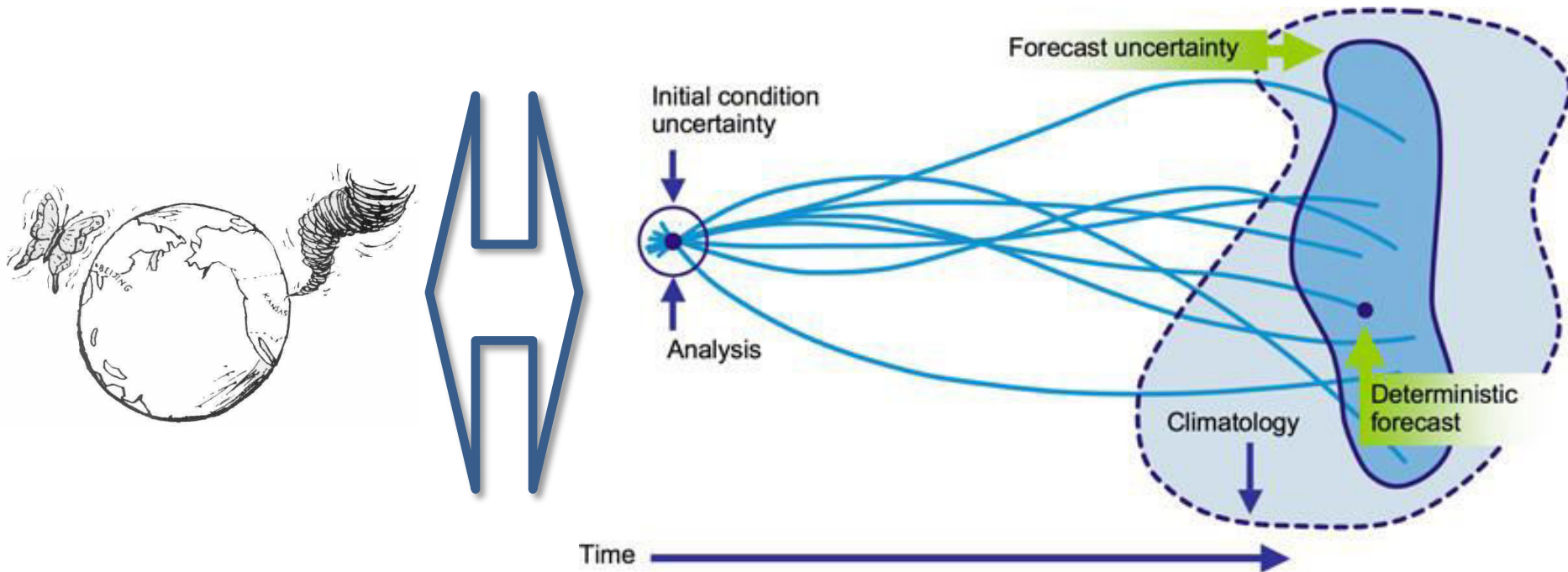
### Lindenberg 6 LLJ cases



## Unsicherheit der Vorhersage dynamisch wiedergeben

### → Optimierte Ensemblegenerierung (COSMO-DE-EPS):

- ❑ Anfangsstörungen via KENDA
- ❑ Stochastische Physik
- ❑ Erweiterung der „bisherigen“ Physikstörungen

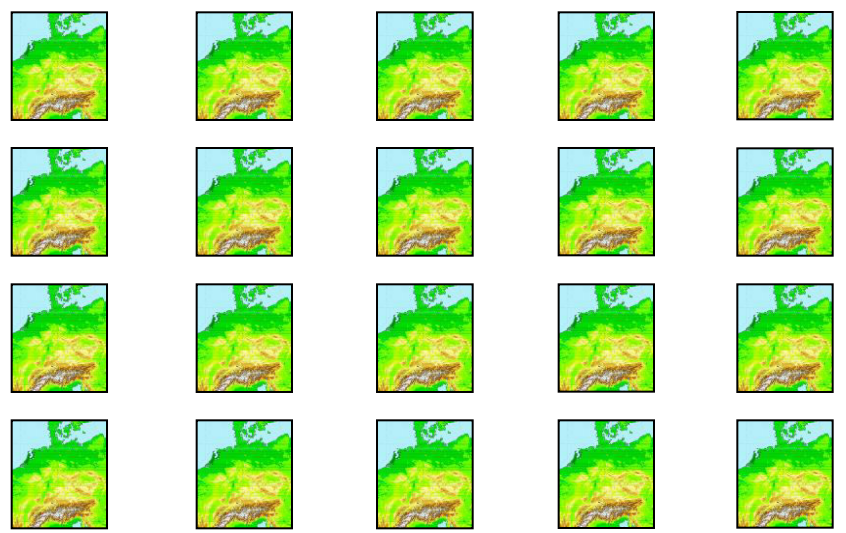
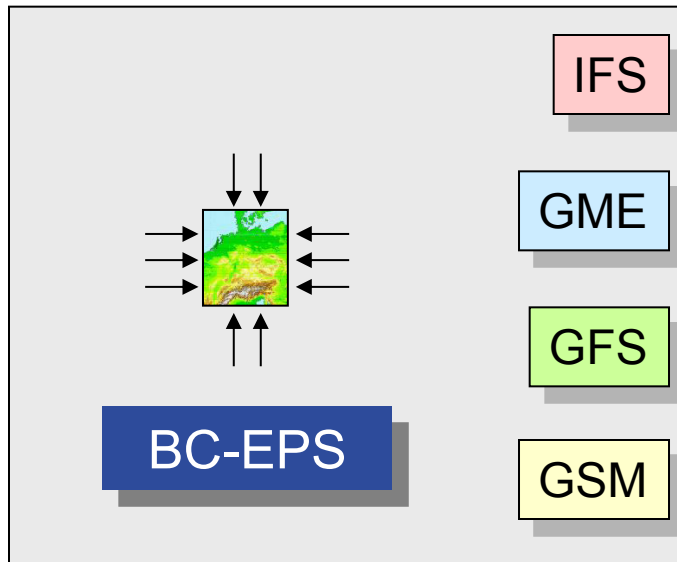
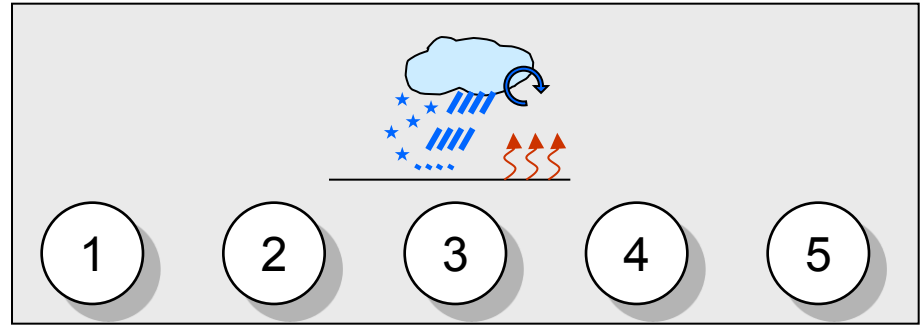


<https://medium.com/for-those-who-wonder>

<http://www.easterbrook.ca/steve>



$$f = f_{DE} + W(k) * (f_{BCEPS} - f_{EU})$$

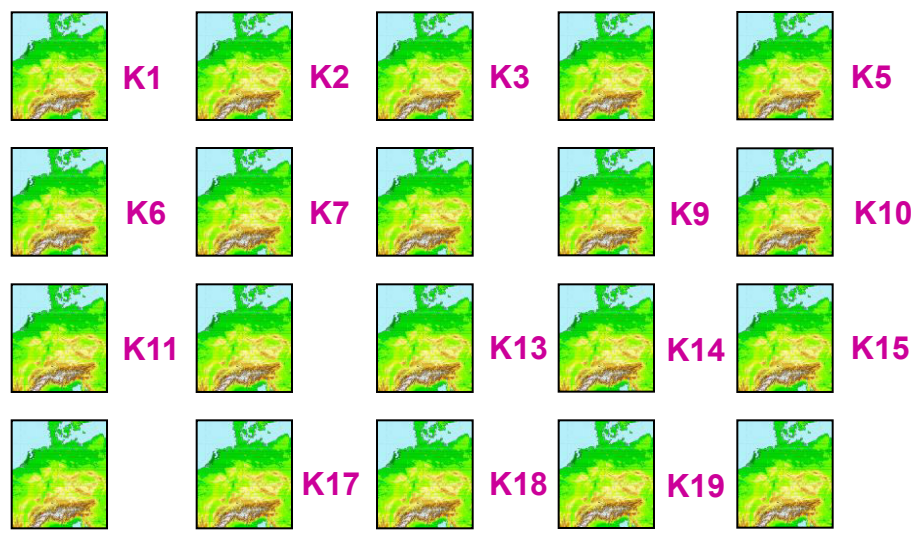
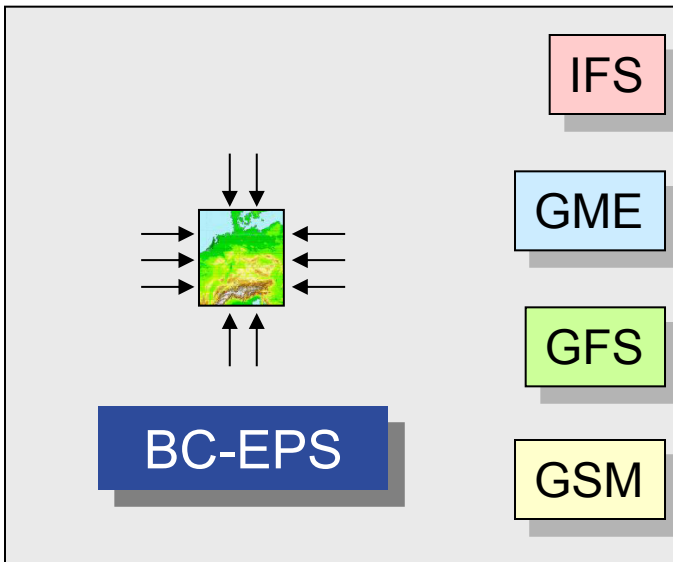
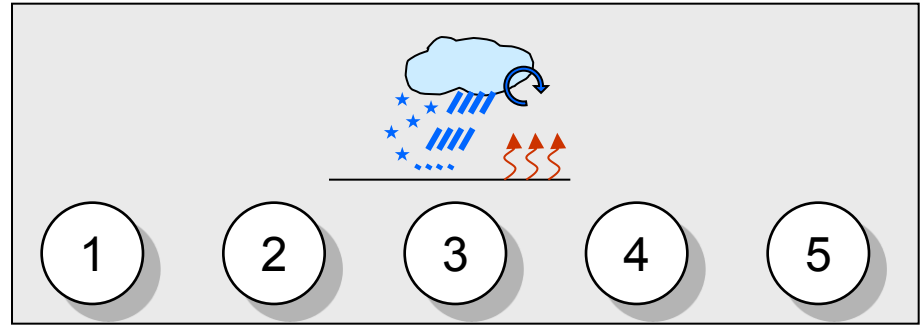




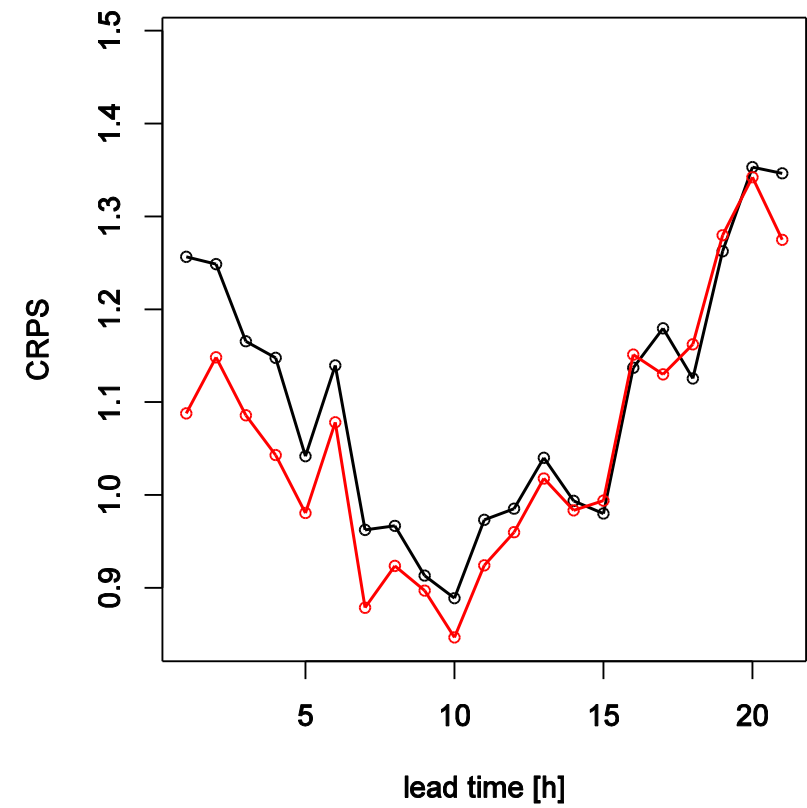
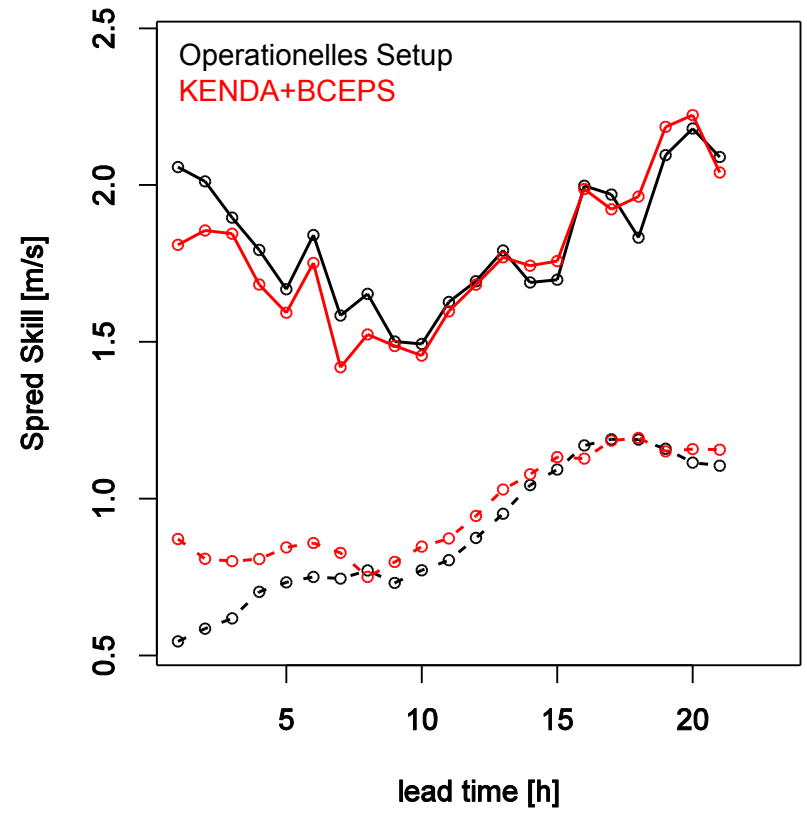


**KENDA**  
(K1—K20)

$$f = K_{det} + W(k) * (f_{BCEPS} - f_{EU})$$

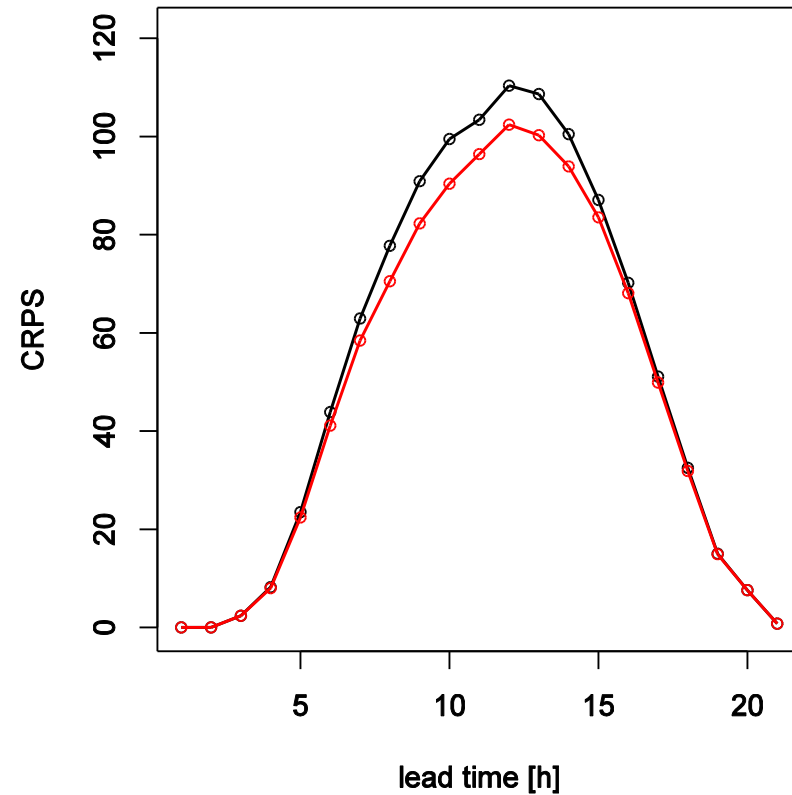
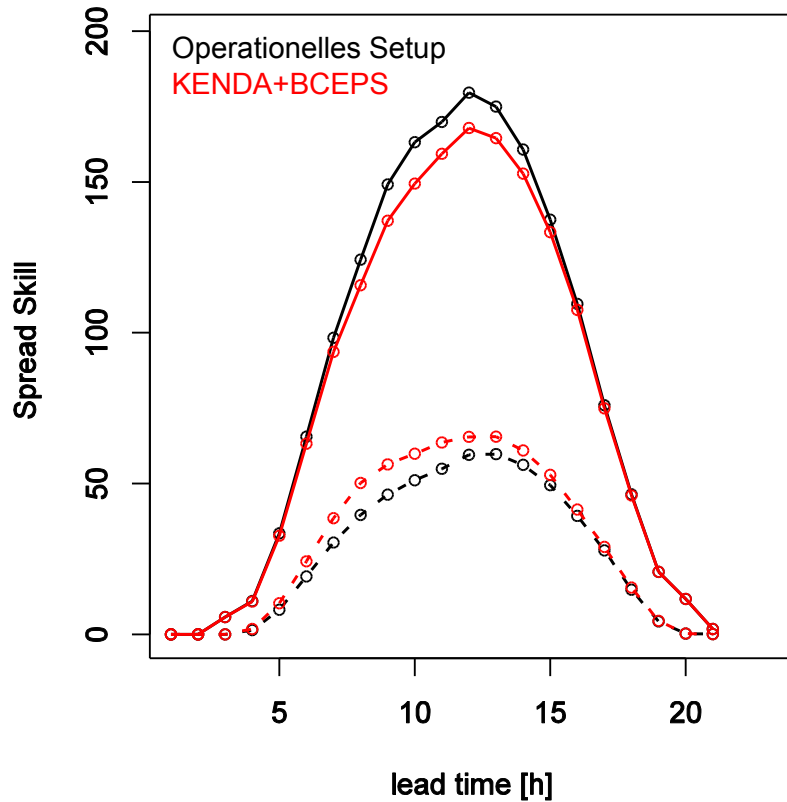


## → 100m-Wind



MJ 2014: 00 UTC

## → Strahlung



MJ 2014: 00 UTC

## Unsicherheit der Vorhersage dynamisch wiedergeben

### → Verifikation und Kalibrierung der probabilistische Produkte:

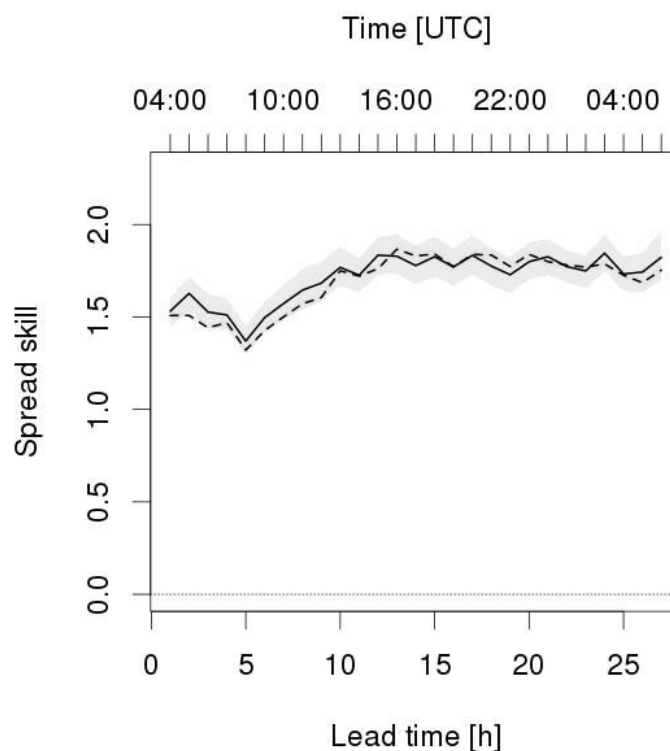
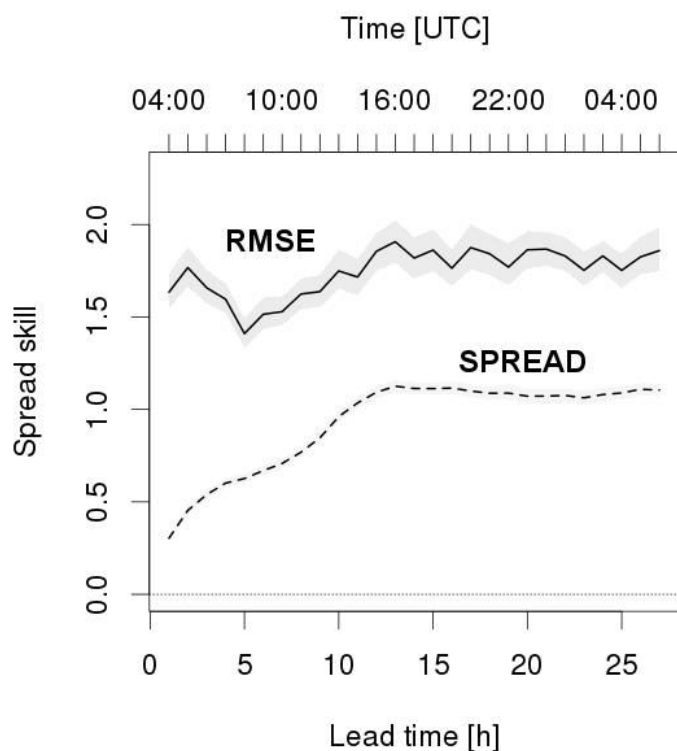
- ✓ Entwicklung Ensemble Verifikations- und Kalibrierungs-Tool für EE-Variablen
- ✓ Untersuchung und Vergleich geeigneter Kalibrierungsmethoden
  - EMOS ...Non-homogeneous Gaussian Regression: Schuhen et al. (MWR, 2012)
  - Quantil Regression ...Koenker and Bassett (1978)
- ✓ Untersuchung geeigneter Prädiktoren für Globalstrahlung und 100m-Wind
  - Entwicklung von kalibrierten Szenarien



## → 100m-Wind

original

kalibriert

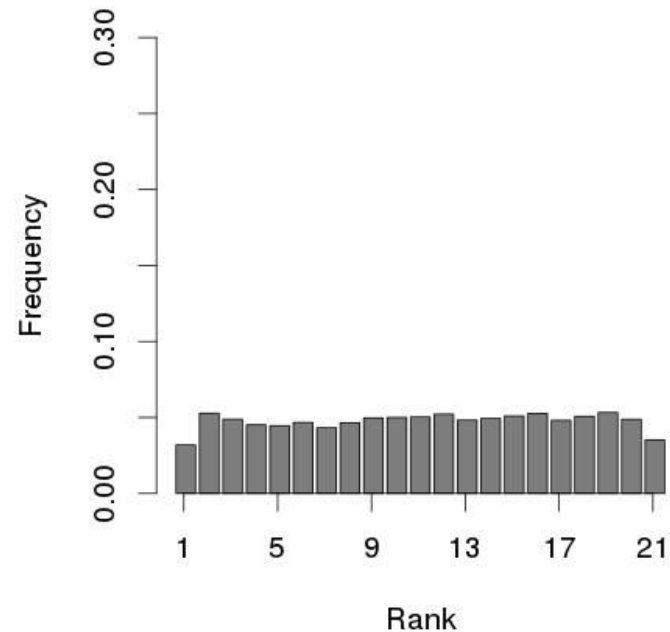
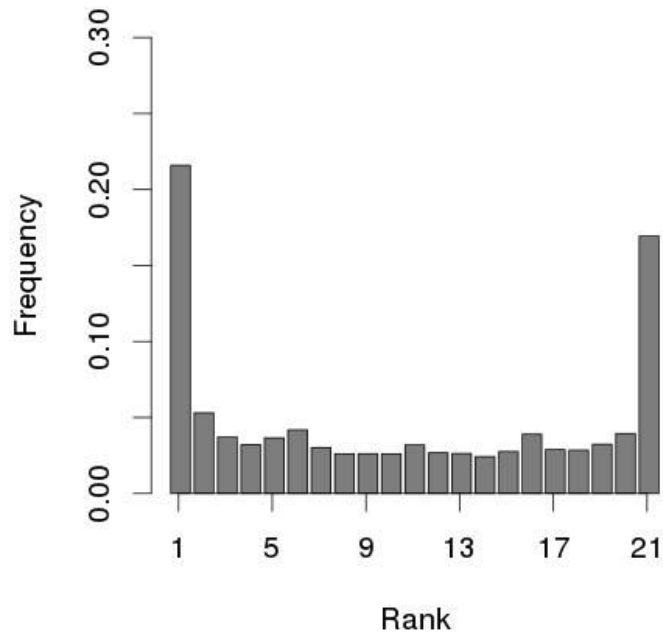


JJA 2014: 03 UTC

## → 100m-Wind

original

kalibriert



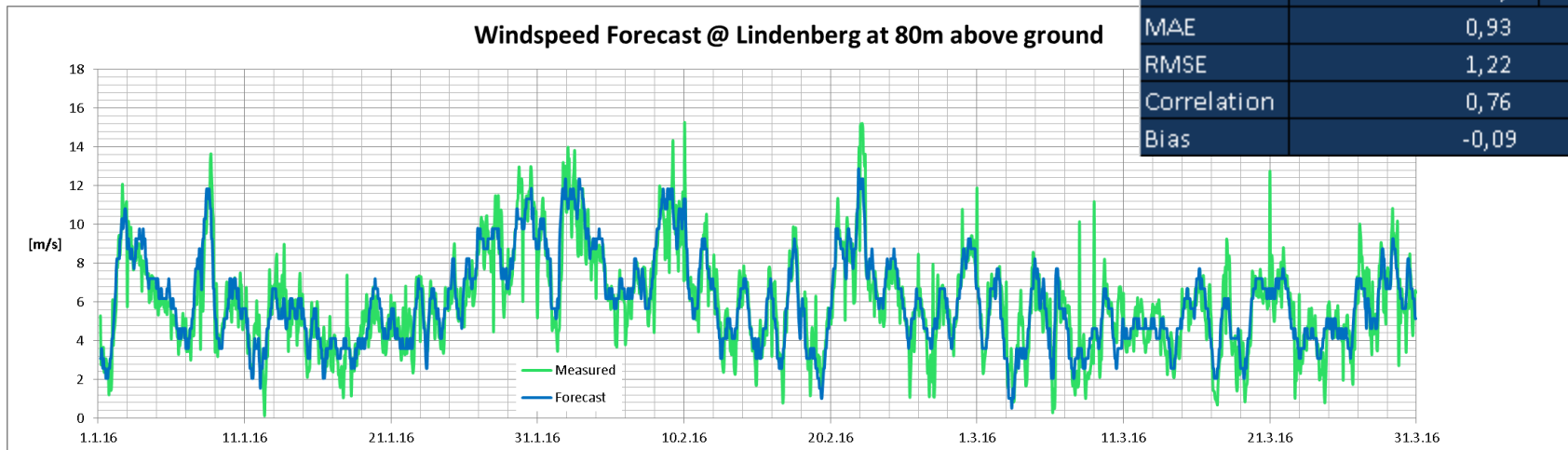
JJA 2014: 03 UTC

## Erweiterungen des MOS Systems

### → MOSMIX:

- ✓ Stündliches Output (Präoperationel – 03, 09, 15, 21 UTC)
- ✓ Implementierung von EE.variablen (Wind verschiedene Höhen, direkte & diffuse Strahlung)
- ✓ Sensitivitätsstudien bezüglich Trainingsperioden, Modell- & Prädiktorengew.
- MOS auf Gitter

	Observations	Forecast
Mean	5,94	6,02
Variance	6,19	5,23
MAE	0,93	
RMSE	1,22	
Correlation	0,76	
Bias	-0,09	



## Veröffentlichungen

- Ben Bouallègue, Z. 2015. Assessment and added value estimation of an ensemble approach with a focus on global radiation forecasts. *Mausam*, 66, 541-550.
- Ben Bouallègue, Z., Pinson P. and Friedrichs P. 2015. Quantile forecast discrimination ability and value. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, doi: 10.1002/qj.2624.
- Köhler, C. et al. (2015) "Assessing the Impact of a Solar Eclipse on Weather and Photovoltaik Production", *Met. Zeit.*, accepted.
- Ben Bouallègue Z.: "Statistical postprocessing of ensemble solar irradiance forecasts with penalized quantile regression." *Met. Zeit.*, submitted.
- Ben Bouallègue Z., Heppelman T., Theis S.E., Pinson P.: "Generation of scenarios from calibrated ensemble forecasts with a dynamic ensemble copula coupling approach". *Mon. Wea. Rev.*, submitted.

## → Anfangszustand

- ❑ Ensemble Kalman Filter

## → Modellphysik

- ❑ Optimierungen der Grenzschicht

## → Ensemblesystem

- ❑ Anfangszustand
- ❑ Stochastische Physik

## → MOS / Kalibrierung

- ❑ Systemerweiterung & testen neuer Ansätze



# EWeLiNE

Erstellung innovativer **Wetter-** und **Leistungsprognosemodelle** für die **Netzintegration** wetterabhängiger **Energieträger**

