

# HErZ Teilprojekt 6: Ensemble Methoden - Repräsentierung der Unsicherheit in COSMO-DE-EPS

Christian Kühnlein, Christian Keil, George Craig, Christoph Gebhardt,  
Christoph Schraff, Hendrik Reich

Hans Ertel Zentrum für Wetterforschung, LMU-MIM

January 26, 2012

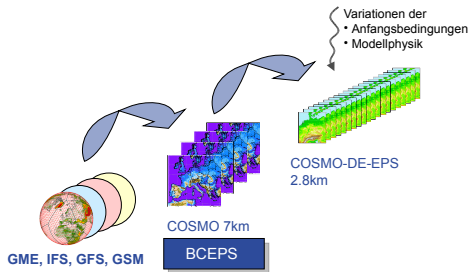


*Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung*  
**Deutscher Wetterdienst**



- ⇒ Ziel des Projektes: Verbesserte Repräsentierung der Unsicherheit im COSMO-DE-EPS Vorhersagesystem
- Erste Arbeiten: Analyse des derzeitigen pre-operationellen COSMO-DE-EPS
  - Verstehen des Verhaltens des EPS auf konvektiver Skala
  - Einfluss und Einflusszeit verschiedener Störungen im EPS
  - Abhängigkeit von der Wetterlage

- ⇒ 20-member COSMO-DE-EPS pre-operationell seit Dezember 2010.
- ⇒ Perturbation der Anfangsbedingungen (ICs) und lateralen Randbedingungen (BCs), plus physikalische Parameterisierungen (PHs).



## IC Perturbationen:

$$f = f_0 + W(k)(f_{BC} - f_{C7})$$

$f$ : Perturbierte COSMO-DE-EPS Felder

$f_0$ : COSMO-DE Analyse

$f_{BC}$ : BCEPS

$f_{C7}$ : COSMO-EU Referenz

$W(k)$ : Exponential filter at  $k$ th level

	entr_sc	q_crit	rlam_heat	rlam_heat	tur_len + lhn_coef
GFS (NCEP)	m1	m2	m3	m4	m5
GME (DWD)	m6	m7	m8	m9	m10
IFS (ECMWF)	m11	m12	m13	m14	m15
GSM (JMA)	m16	m17	m18	m19	m20

Gebhardt et al., Atmos. Res. 2011 untersuchten 12-members Ensemble mit BC, PH, under kombinierten BC+PH Perturbationen für 15 Tage in August 2007.

→ Einfluss der Perturbationen (auf Ensemble spread) ist dominiert von PH in den ersten Vorhersagestunden, und von BC zu späteren Vorhersagezeiten

→ Die Kombination von BC+PH Perturbationen ergeben die beste Vorhersagequalität

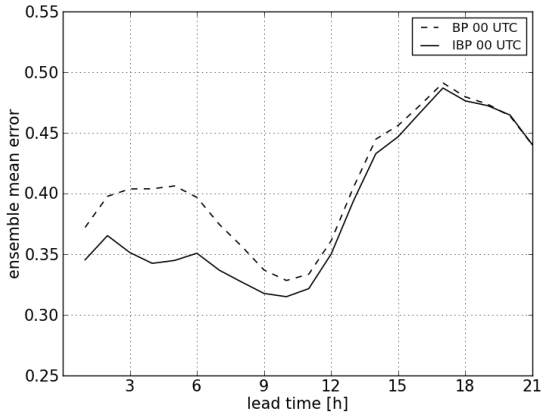
⇒ Was ist der Einfluss der IC Perturbationen im derzeitigen pre-operationellen COSMO-DE-EPS ?

Vergleich zweier EPS Setups:

- (i) IBP: pre-operationelles COSMO-DE-EPS mit (IC+BC+PH) Perturbationen
  - (ii) BP: Spezielles "Experiment 8247" im COSMO-DE-EPS mit nur (BC+PH) Perturbationen (betreut von C. Gebhardt am DWD)
- 
- ◇ IBP und BP verwenden 20 Ensemble Members
  - ◇ 3-monatige Periode von Mai bis Juli 2011
  - ◇ 21 h-Vorhersagen 4-mal täglich initialisiert (00,06,12,18 UTC)
  - ◇ Verifikation des totalen Niederschlags basierend auf hochaufgelösten DWD-Radardaten im Gebiet  $\sim$ Deutschlands

## Python Programme für die Verifikation:

- ⇒ Kombination der verschiedenen Initialisierungszeiten (00, 06, 12, 18 UTC)
- ⇒ Ausgabe in Abhängigkeit von Lead time oder UTC
- ⇒ Wetterregime-Abhängigkeit möglich
- Deterministic quality measures: frequency bias index, equitable threat score, probability of detection, ...
- Probabilistic quality measure: Brier score
- Measures for ensemble dispersion: averaged spread, correspondence ratio, normalised variance difference



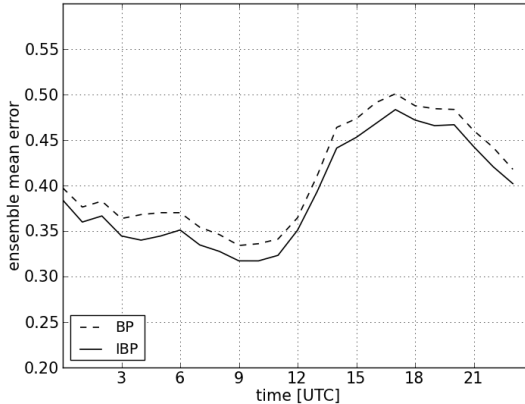
Fehler des Ensemble Mittels:

$$error = \sqrt{(\tilde{f}_{i,j} - \tilde{o}_{i,j})^2}^{i,j}$$

- $\tilde{f}$ : Ensemble Mittel
- $\tilde{o}$ : Messung

# Erste Ergebnisse: Fehler des Ensemble Mittels

Fehler als Funktion der Tageszeit (UTC) unter Verwendung von (Init: 00, 06, 12, 18 UTC):



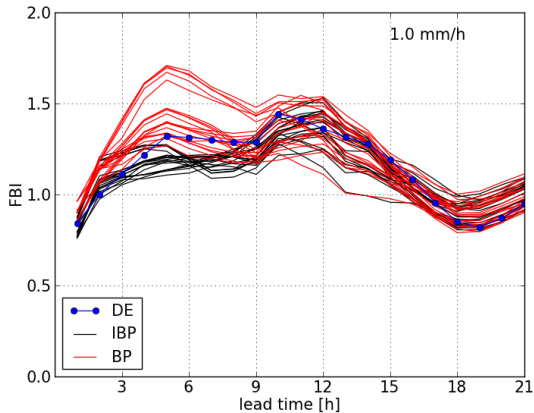
Fehler des Ensemble Mittels:

$$error = \sqrt{(\tilde{f}_{i,j} - \tilde{o}_{i,j})^2}$$

→  $\tilde{f}$ : Ensemble Mittel  
→  $\tilde{o}$ : Messung



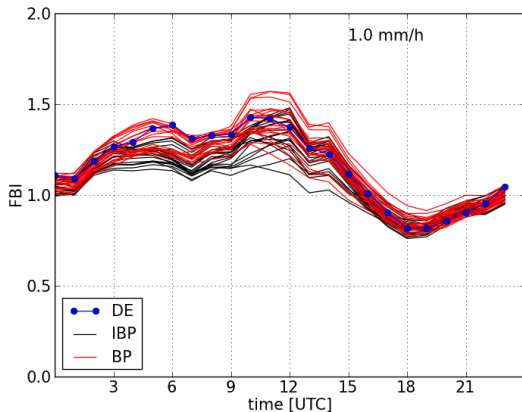
Initialisierung 00 UTC:



Frequency Bias Index:

$$\text{FBI} = \frac{\text{hits} + \text{false alarms}}{\text{hits} + \text{misses}}$$

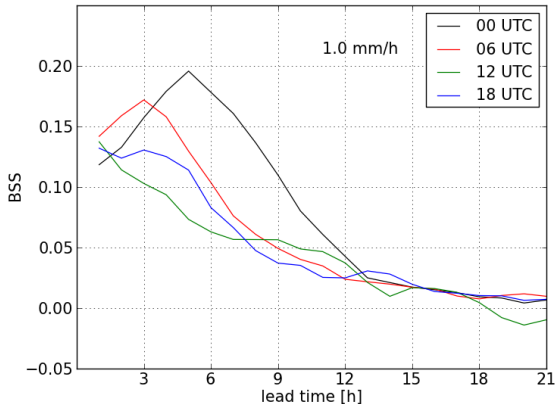
FBI als Funktion der Tageszeit (UTC) unter Verwendung von (Init: 00+06+12+18 UTC):



Frequency Bias Index:

$$FBI = \frac{\text{hits} + \text{false alarms}}{\text{hits} + \text{misses}}$$

# Erste Ergebnisse: Brier Skill Score



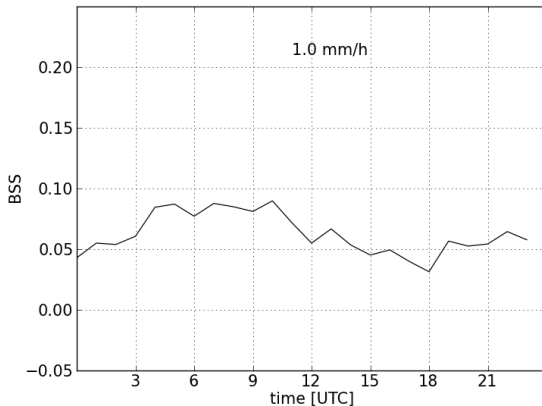
Brier Score:

$$BS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - o_i)^2 \in [0, 1]$$

Brier Skill Score:

$$BSS = 1 - \frac{BS_{IBP}}{BS_{BP}} \in [-\infty, 1]$$

Brier Skill Score als Funktion der Tageszeit (UTC) unter Verwendung von (Init: 00+06+12+18 UTC):



Brier Score:

$$BS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - o_i)^2 \in [0, 1]$$

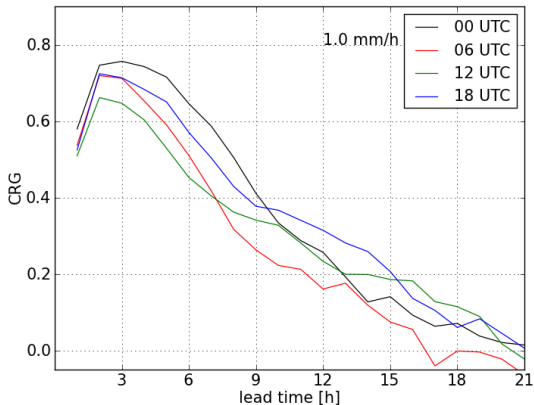
Brier Skill Score:

$$BSS = 1 - \frac{BS_{IBP}}{BS_{BP}} \in [-\infty, 1]$$

## Nachfolgende Arbeiten:

- Interpretation der gewonnenen Ergebnisse
- Untersuchung der Struktur der Anfangsstörungen in COSMO-DE-EPS
- Verhalten des EPS in verschiedenen Wetterlagen (starkes vs. schwaches Forcing der Konvektion anhand Zeitskala der konvektiven Anpassung)
  
- ⇒ Baldiges Treffen von Teilprojekt 6 auch mit Ensemble-Gruppe am DWD (S. Theis, C. Gebhardt, ...)
- ⇒ Fallstudie von ca. 1 Woche im Sommer 2011 für Vergleich von COSMO-DE-EPS mit KENDA System
  - Liefert LETKF den richtigen Spread ?
  - Vergleich der Struktur der Anfangsstörungen ?

# Erste Ergebnisse: Correspondence Ratio Gain



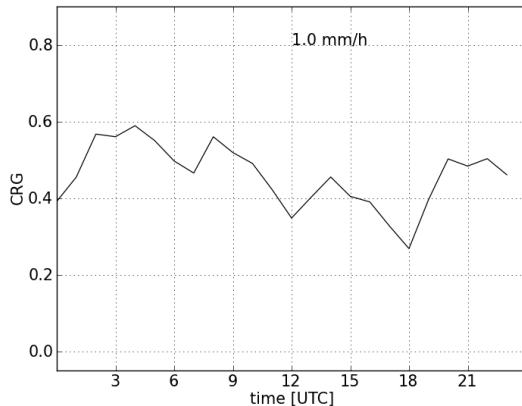
Correspondence Ratio  
(Stensrud et al., 2000;  
Gebhardt et al., 2011):

$$CR = \frac{N(GP_{all})}{N(GP_{\geq 1})}$$

Correspondence Ratio Gain:

$$CRG = 1 - \frac{CR_{IBP}}{CR_{BP}} \in [-\infty, 1]$$

Correspondence Ratio Gain als Funktion der Tageszeit (UTC) unter Verwendung von (Init: 00, 06, 12, 18 UTC):



Correspondence Ratio  
(Stensrud et al., 2000;  
Gebhardt et al., 2011):

$$CR = \frac{N(GP_{all})}{N(GP_{\geq 1})}$$

Correspondence Ratio  
Gain:

$$CRG = 1 - \frac{CR_{IBP}}{CR_{BP}} \in [-\infty, 1]$$