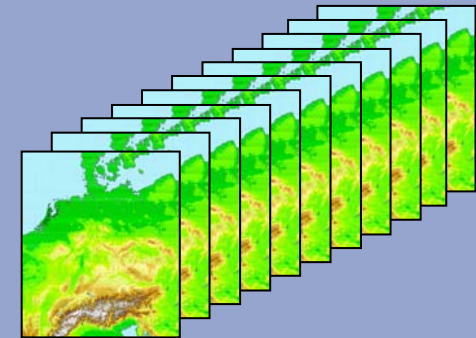


COSMO-DE Ensemblevorhersagen

Dr. Annegret Gratzki

S. Theis, C. Gebhardt, M. Buchhold, Z. Ben Bouallègue,
R. Ohl, M. Paulat, C. Peralta



Frankfurter Straße 135, 63067 Offenbach

Email: Annegret.Gratzki@dwd.de



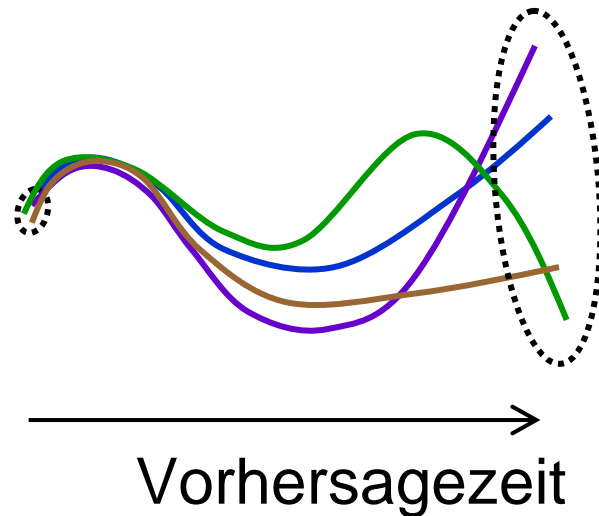


Übersicht

- Motivation für Ensembles in der Meteorologie
- Meteorologische Ensemblesysteme
- COSMO-DE Ensemblesystem
- Schnittstelle zur Hydrologie (allgemeine Überlegungen)



Warum ist Unsicherheit unvermeidbar?



Atmosphäre ist chaotisch (Lorenz, 1963)

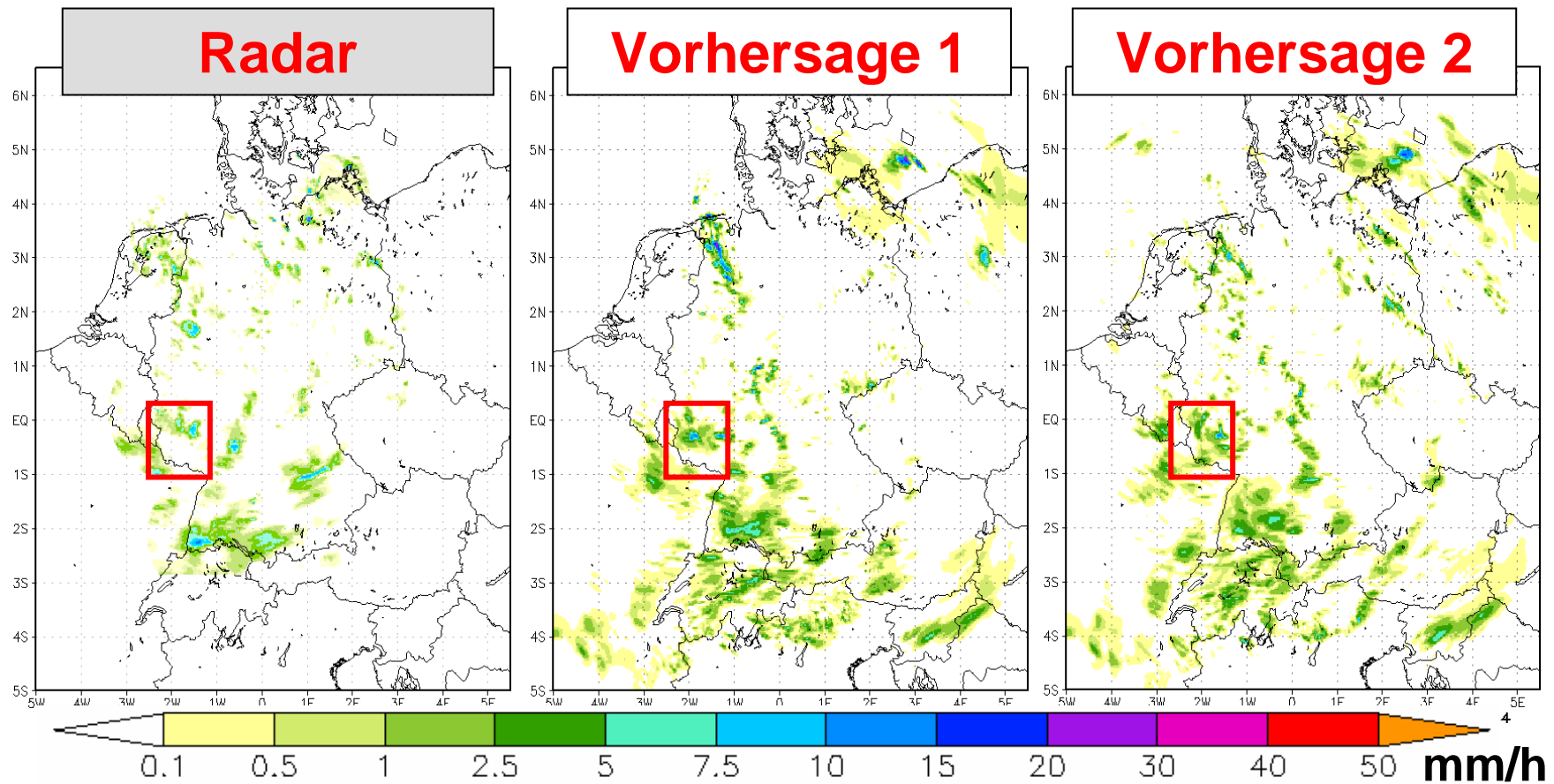
d.h. kleine Änderungen der Anfangsbedingungen oder Modellformulierung können ein rasches Anwachsen von Störungen bewirken

Grenzen der Vorhersagbarkeit: Chaotisches Verhalten der NWV-Modelle (und der Atmosphäre)

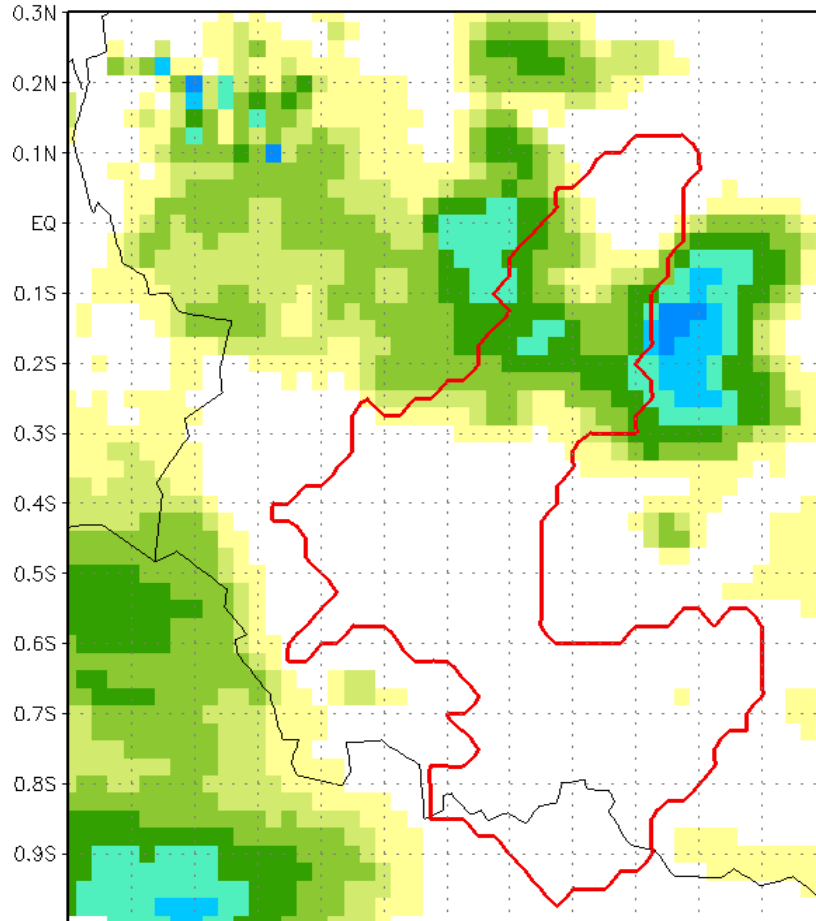
- Ungenaue Kenntnis des Anfangszustandes
- Ungenaue Kenntnis der Randwerte (Unterrand, seitlich)
- Parametrisierung subgrid-skaliger Prozesse
- Hohe Nichtlinearität der Modellgleichungen
- Ausgeprägter Schwellwertcharakter einiger Prozesse, z. B. Kondensation, Konvektion, Turbulenz



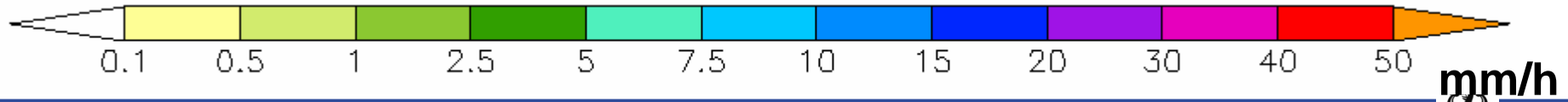
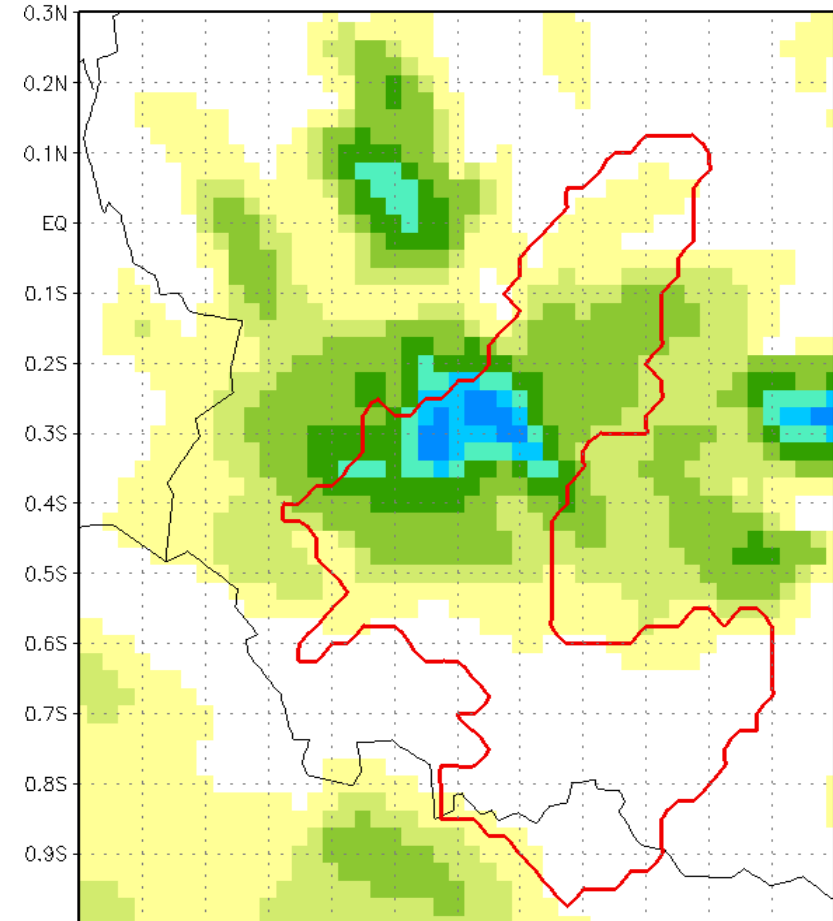
Beispiel: winzige Änderung im Modell
→ spürbar andere Vorhersage



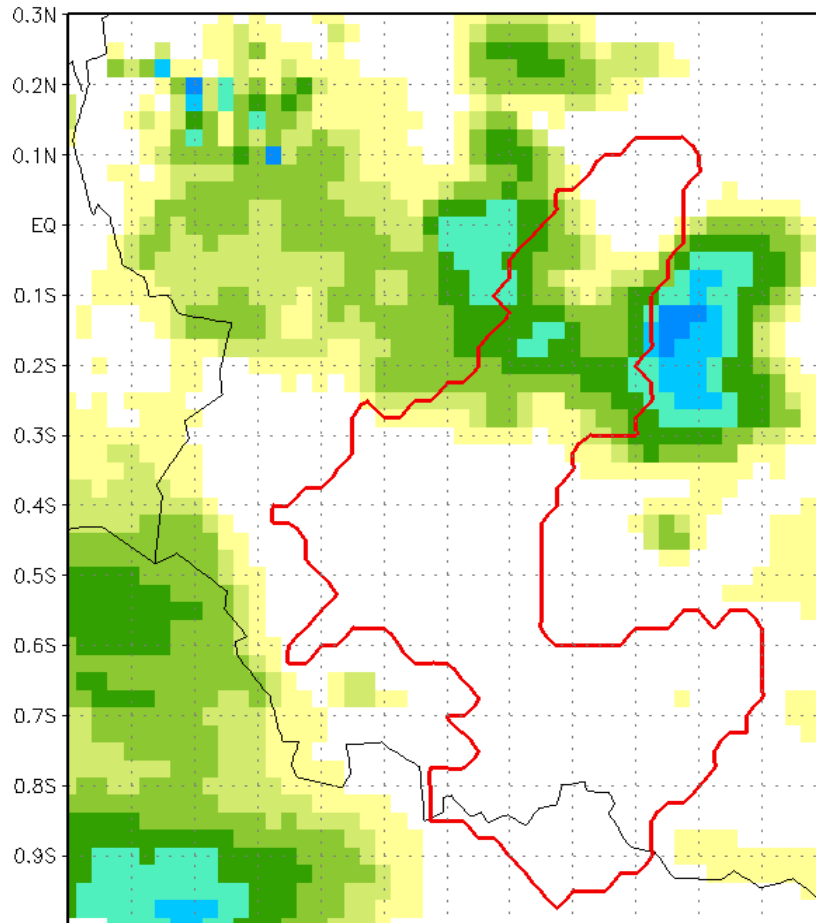
Radar



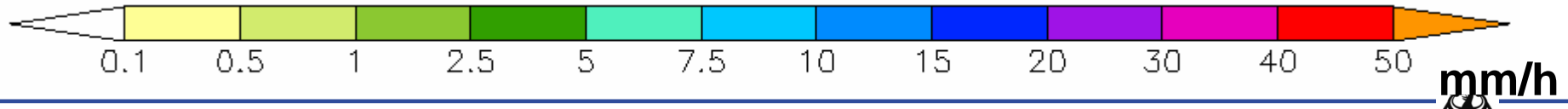
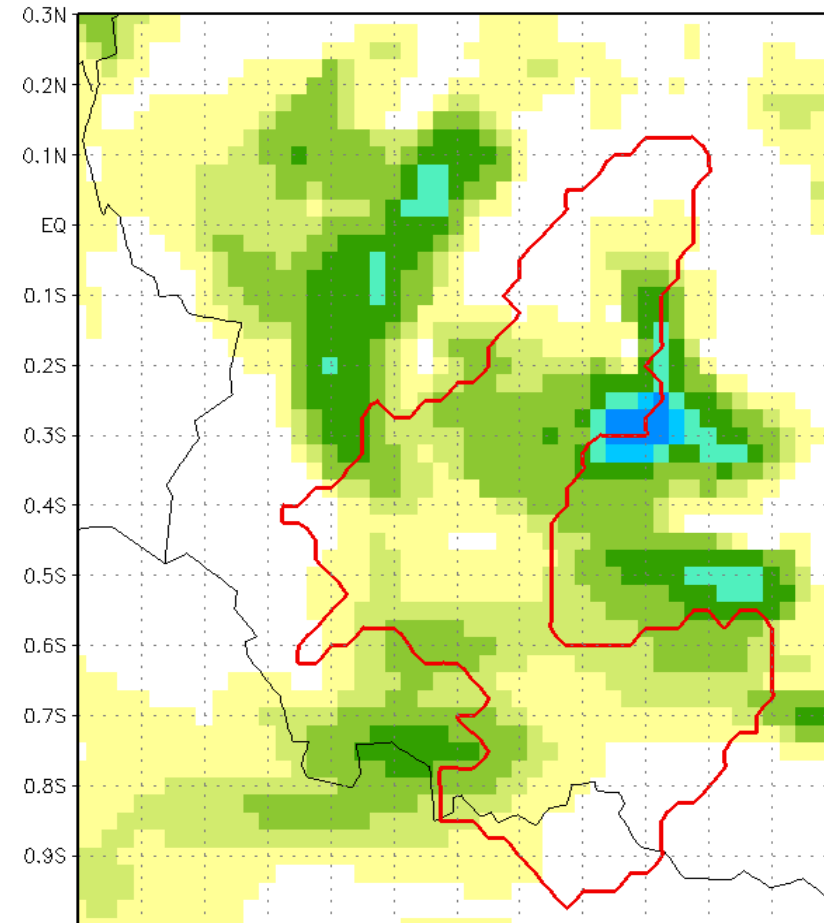
Vorhersage 1

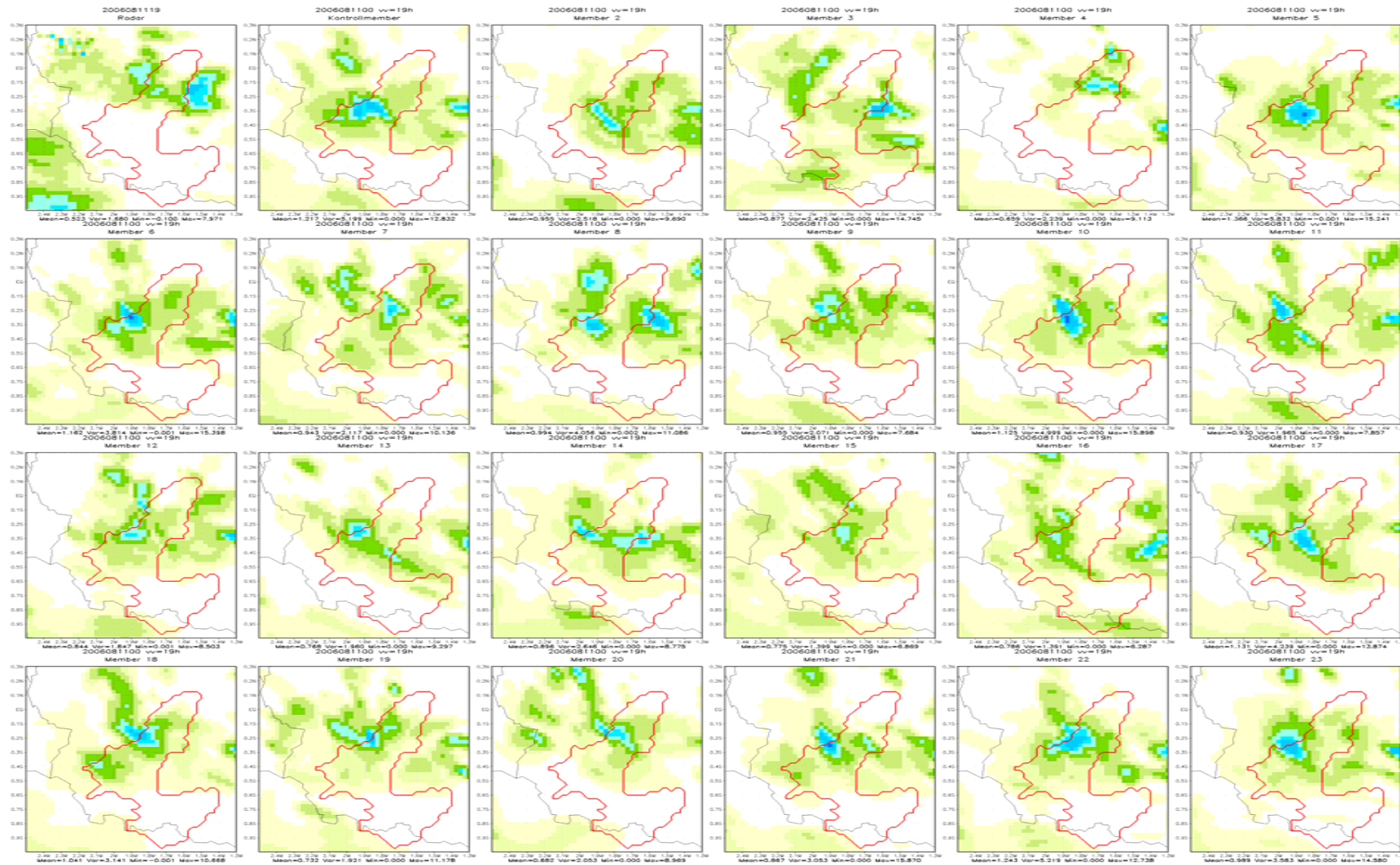


Radar

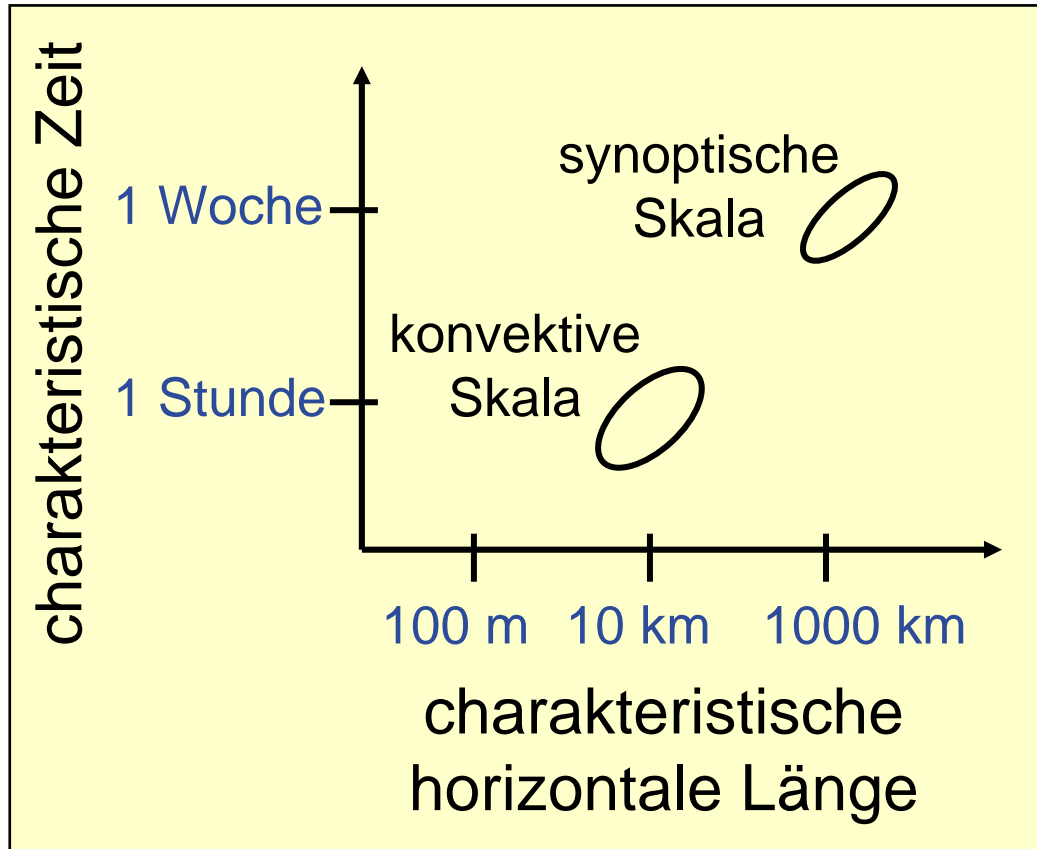


Vorhersage 2

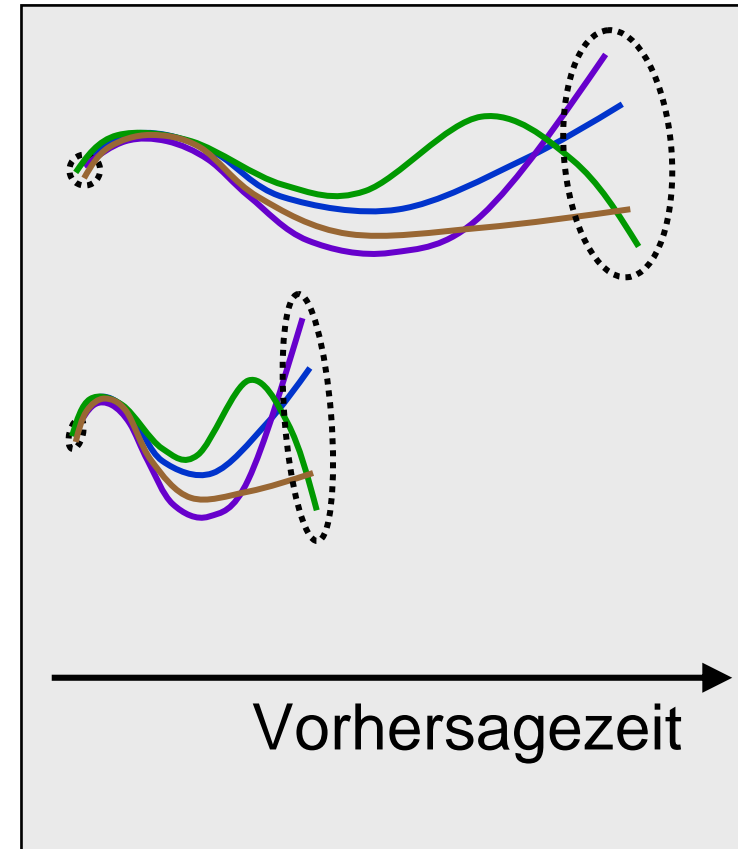




Skalendiagramm



Vorhersagbarkeit



→ kleine Skalen haben schnelleres Fehlerwachstum



Ensemble-Modellierung und Vorhersage von Wahrscheinlichkeiten

Chaotisches Verhalten der Atmosphäre

Deshalb wird neben der deterministischen Vorhersage ein Ensemble von Vorhersagen mit verschiedenen Anfangs- und Randbedingungen und Modellversionen gerechnet.

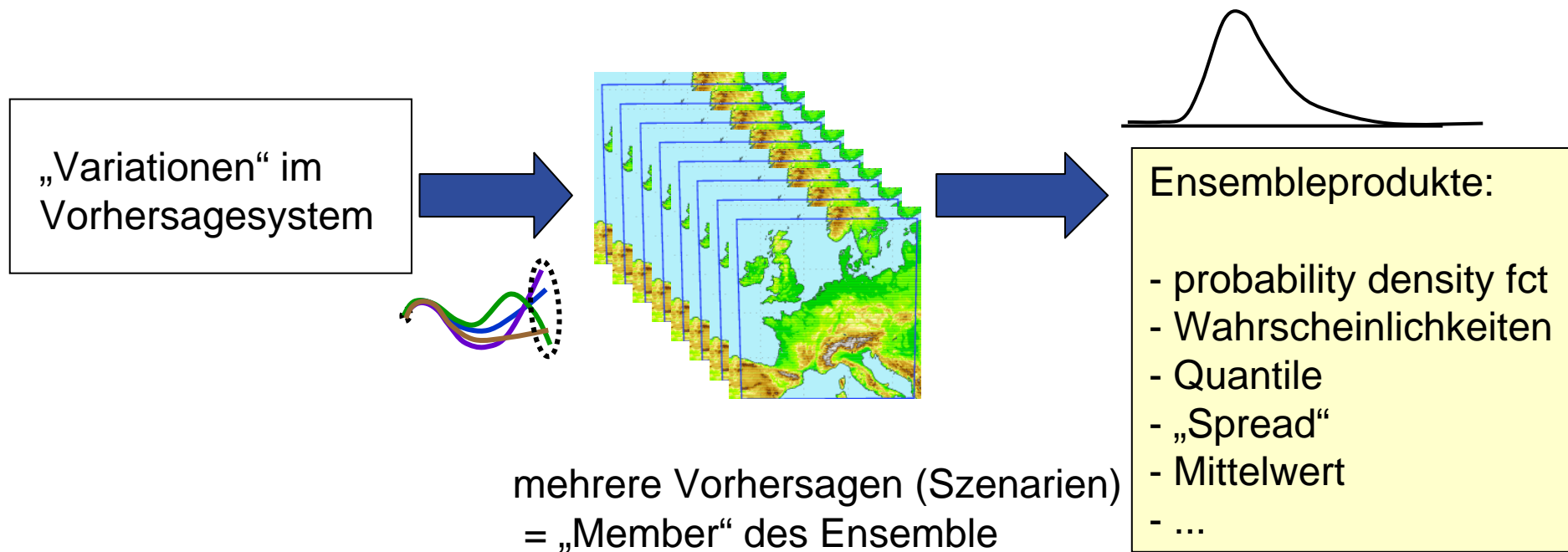


Übersicht

- Motivation für Ensembles in der Meteorologie
- Meteorologische Ensemblesysteme
- COSMO-DE Ensemblesystem
- Schnittstelle zur Hydrologie (allgemeine Überlegungen)



Die Ensemble-Technik



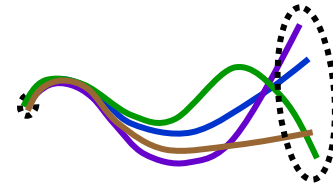
Wie erzeugt man ein Ensemble?

keine allgemeingültige Methode

- **single model ensembles**

Nutzung eines einzelnen Modells

Störung von Anfangsbedingung und Modell

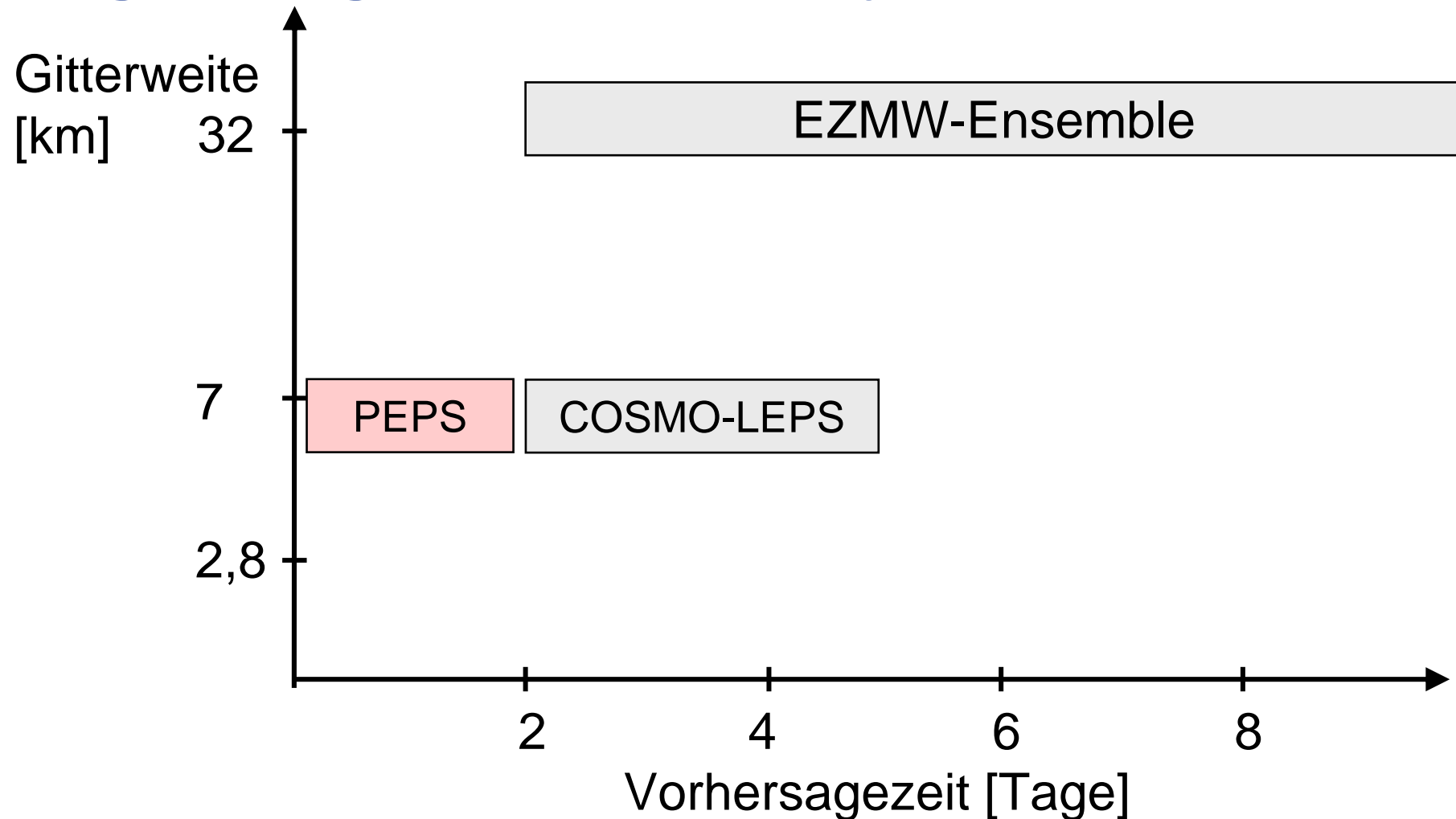


- **multi model ensembles**

Zusammenstellung verschiedener Modelle



Einige verfügbare Ensemble-Systeme:



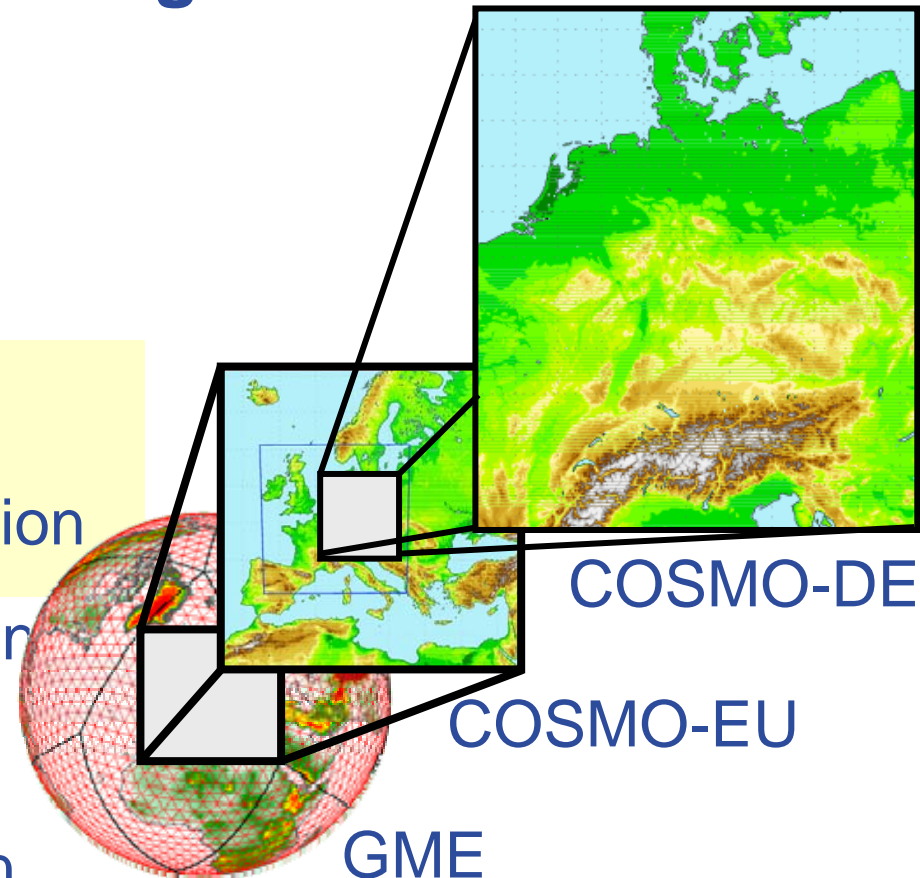
Übersicht

- Motivation für Ensembles in der Meteorologie
- Meteorologische Ensemblesysteme
- COSMO-DE Ensemblesystem
- Schnittstelle zur Hydrologie



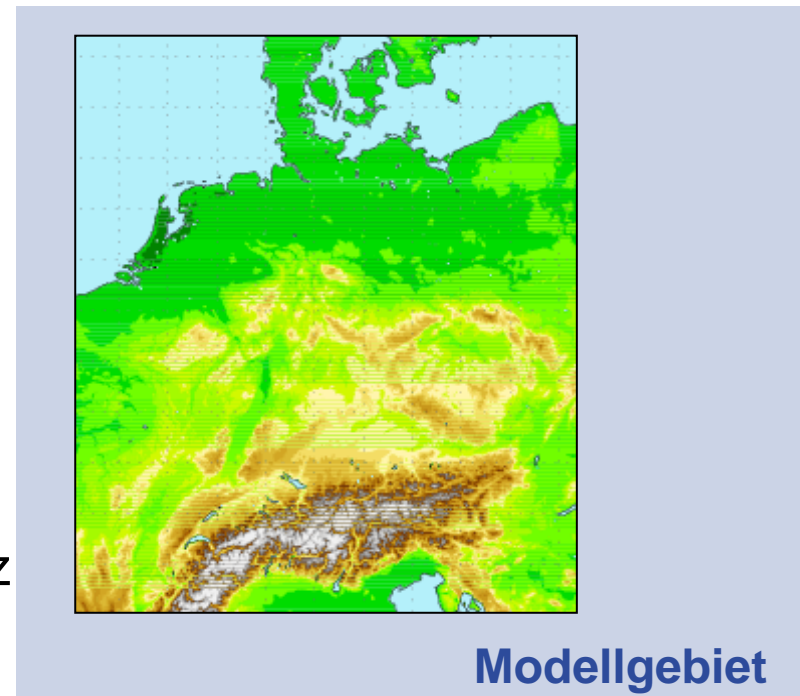
Numerisches Wettervorhersage- modell COSMO-DE

- Gitterweite: 2,8 km
- ohne Parametrisierung
der hochreichenden Konvektion
- Assimilierung von Radardaten
- Start alle 3 Stunden
- Vorhersagezeit: 0-21 Stunden
- operationell seit April 2007



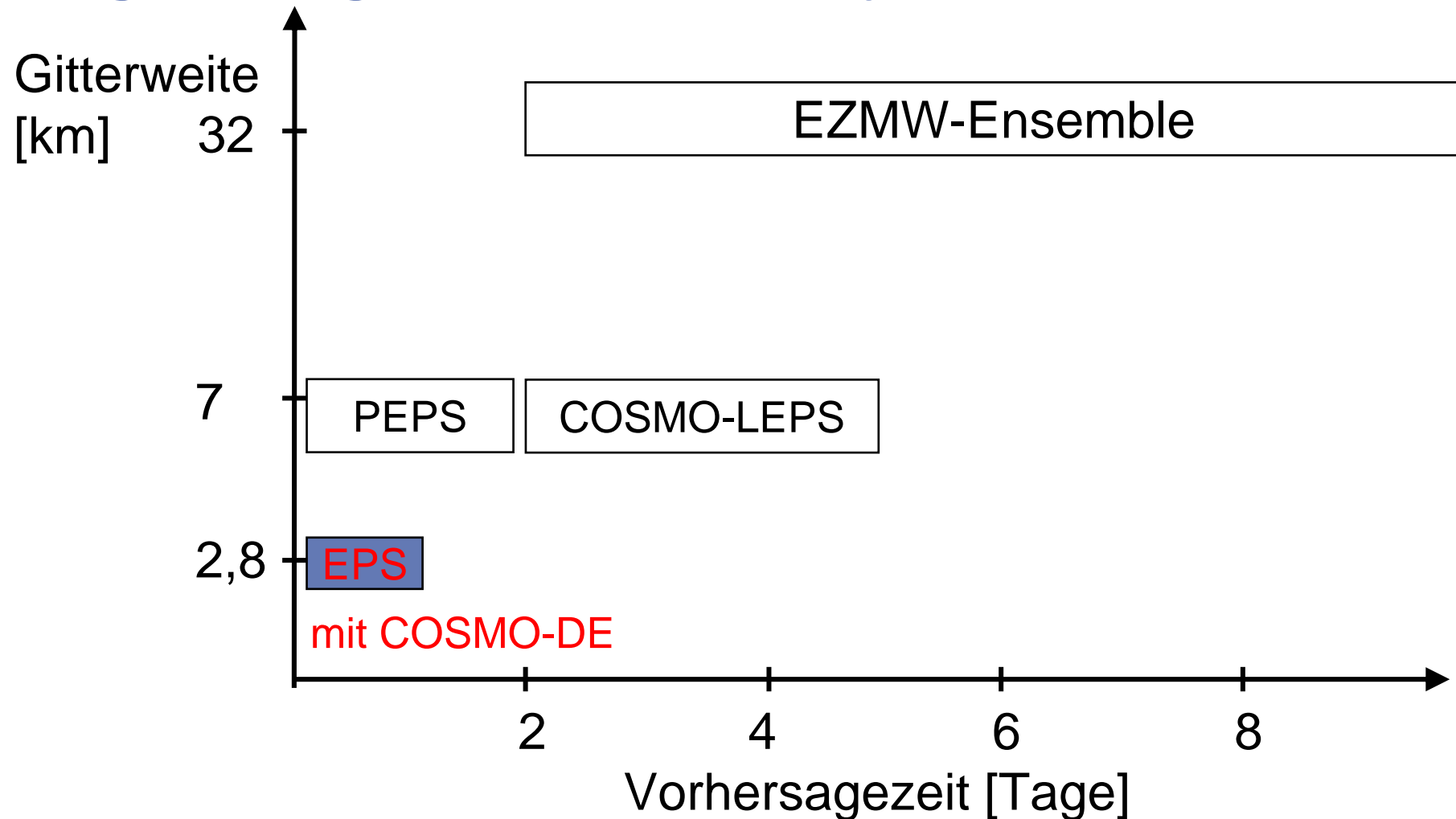
COSMO-DE-Ensemble Prediction System (EPS)

- Basiert auf dem Modell COSMO-DE
- Gittergröße: 2.8 km
- Konvektions-erlaubend
- Vorhersagezeit: 0-21 Stunden,
- 8 Starts pro Tag (00, 03, 06,... UTC)
- Variationen des Anfangszustandes, der seitlichen Ränder, der Modellphysik
- Präoperationelle Phase gestartet: 9. Dez 2010
- Zur Zeit 20 Member





Einige verfügbare Ensemble-Systeme:



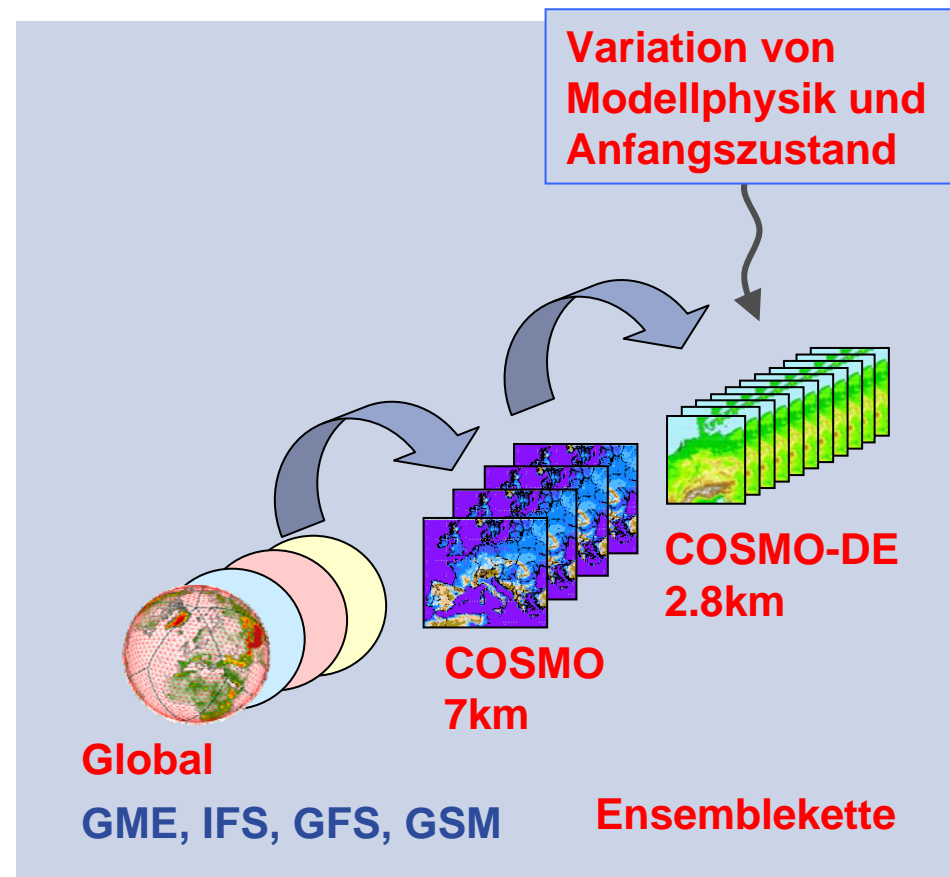
COSMO-DE-EPS

→ Variation des Anfangszustands
und der seitlichen Ränder:

durch verschiedene Globalmodelle
(Multi-Modell-Ansatz)

→ Variation der Modellphysik:

durch verschiedene
Konfigurationen des COSMO-DE
(zeitlich fest, nicht stochastisch)



COSMO-DE-EPS Pläne (2011-2014)

→ **Erweiterung auf 40 Member**

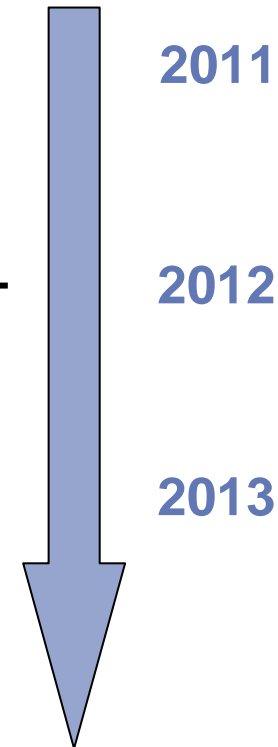
Zusammen mit Erweiterung des DWD Großrechners

———— **Operationeller Status erreicht** ————

→ **Statistische Nachbereitung**

→ **COSMOS-DE Anfangszustand mit EnKF**

→ **Seitliche Ränder durch ICON EPS**



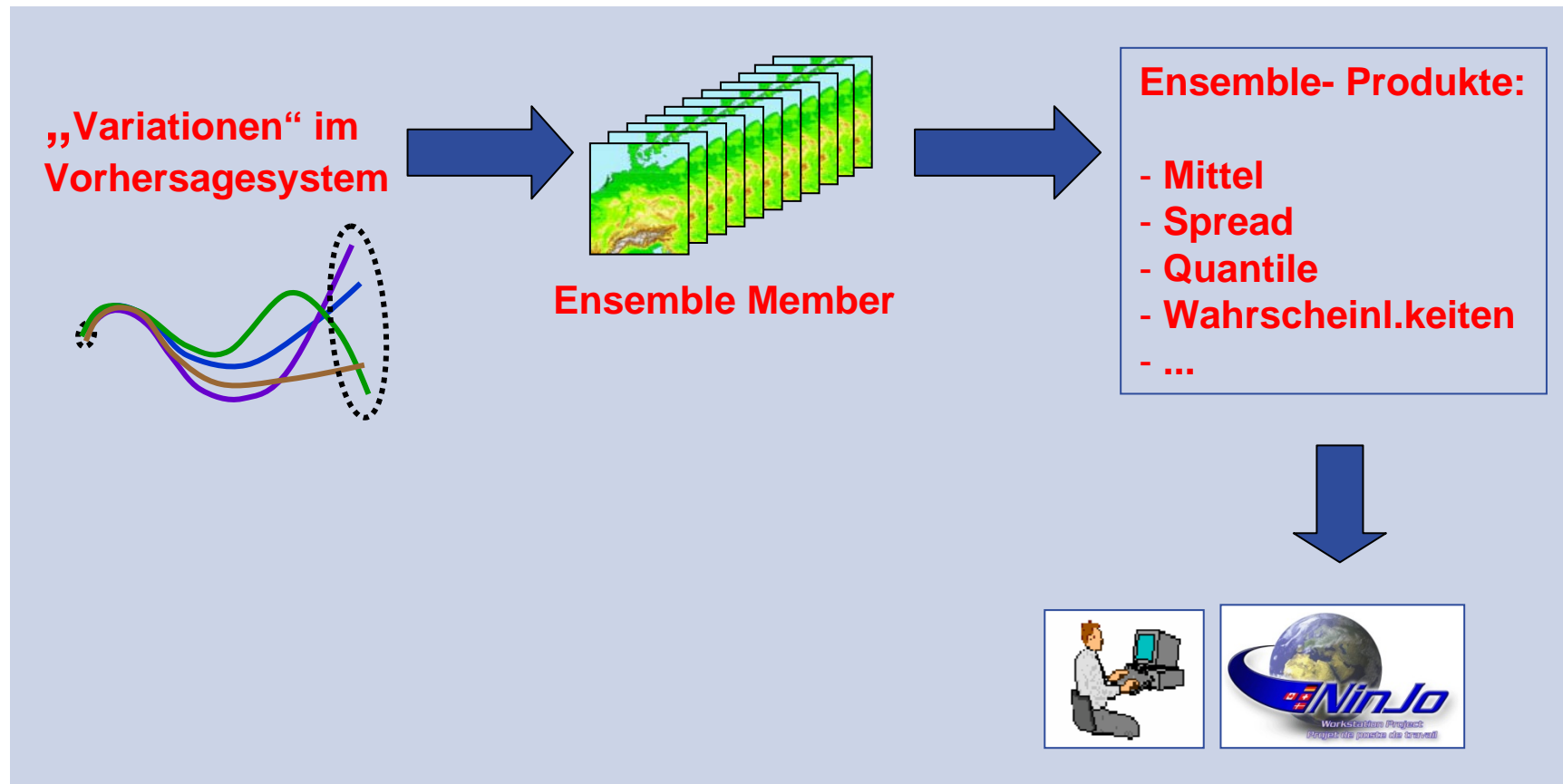


Übersicht

- Motivation für Ensembles in der Meteorologie
- Meteorologische Ensemblesysteme
- COSMO-DE Ensemblesystem
- Schnittstelle zur Hydrologie (allgemeine Überlegungen)

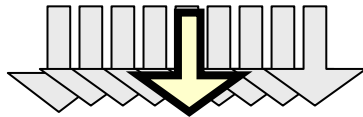
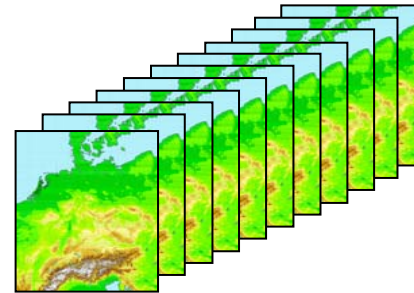


COSMO-DE-EPS

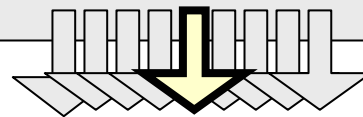


Schnittstellen zur weiteren Vorhersagekette

Meteorologische Vorhersage



Hydrologische Vorhersage



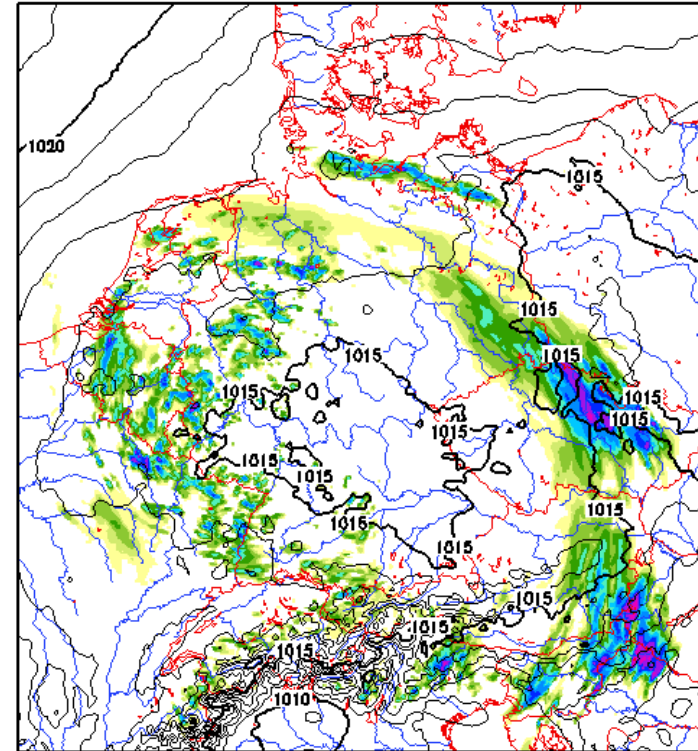
Nutzer





Rückführung auf eine Vorhersage?

- **Ensemble Mean?**
Nullen und Extreme verschwinden
- **„Vorzugsvariante“?**
wie zu bestimmen??
→ nicht deterministisch vorhersagbar



Außerdem: Verzicht auf Unsicherheitsinformation!

nicht sinnvoll

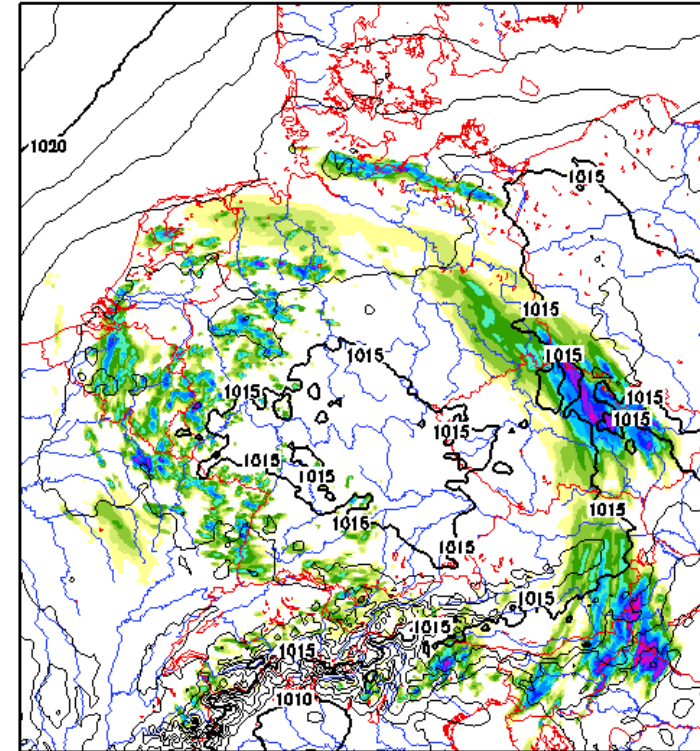


Auswahl einiger Member?

- max / min / mittlere Variante?

i) räuml.-zeitl. Feld → Maßzahl?

ii) 10% Wahrscheinlichkeit,
90% Wahrscheinlichkeit?
→ Verlust räuml./zeitl. Korrelationen
(ein Feld niederschlagsbedeckt,
ein Feld niederschlagsfrei)

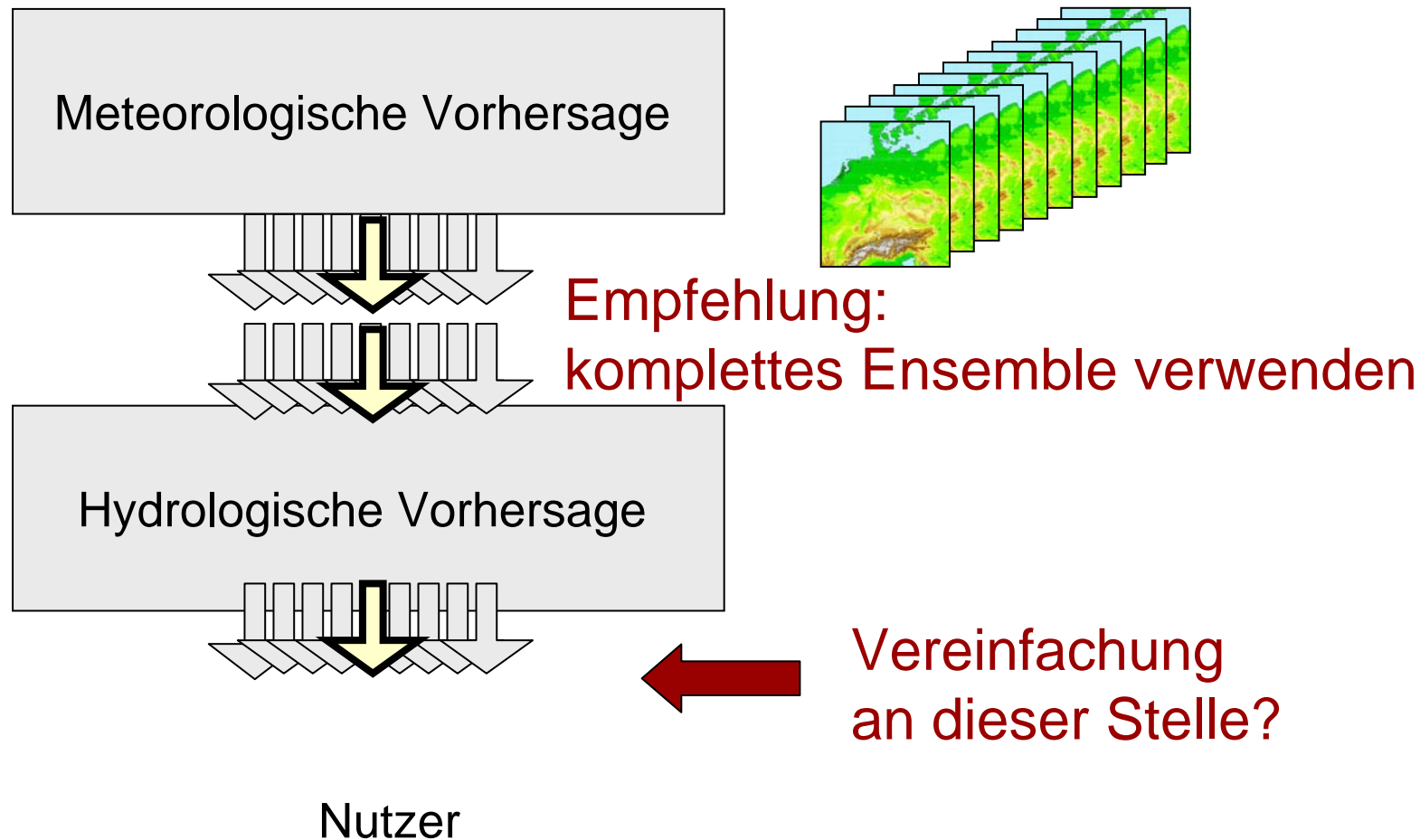


- repräsentative Varianten?

Clustering von Niederschlagssimulationen? sehr schwierig!



Schnittstellen zur weiteren Vorhersagekette





Zusammenfassung

- COSMO-DE-EPS Ensemble prä-operationell seit 09.12.2010, Planung: 2012 operationell
- Ensembles bieten Zusatzinformation z.B. für individuelle Entscheidungen
- Empfehlung für Hydrologie:
 - komplettes meteorologisches Ensemble verwenden
 - dann hydrologisches Ensemble vereinfachen je nach Bedürfnissen der Nutzer





**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit.**



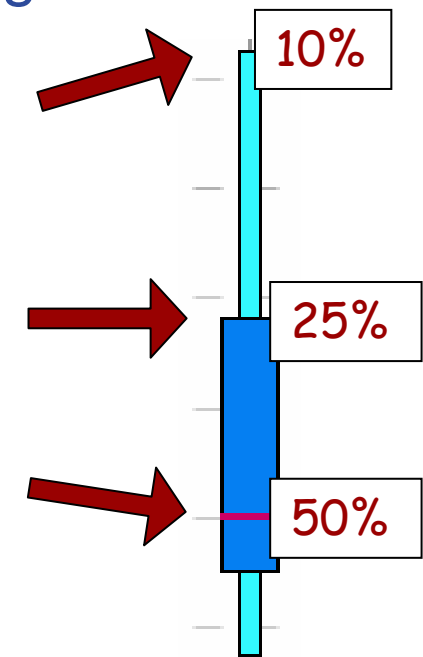
Warum Unsicherheit kommunizieren?

Die Unsicherheit ist von Tag zu Tag unterschiedlich hoch

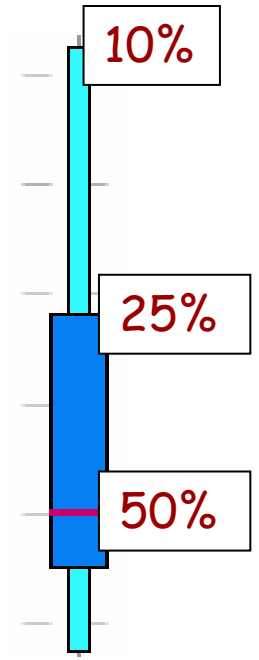
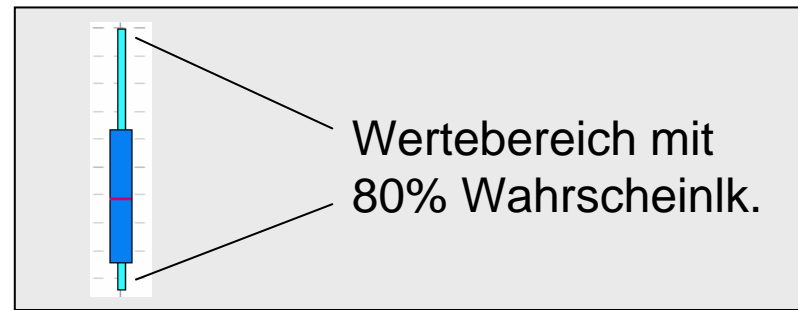
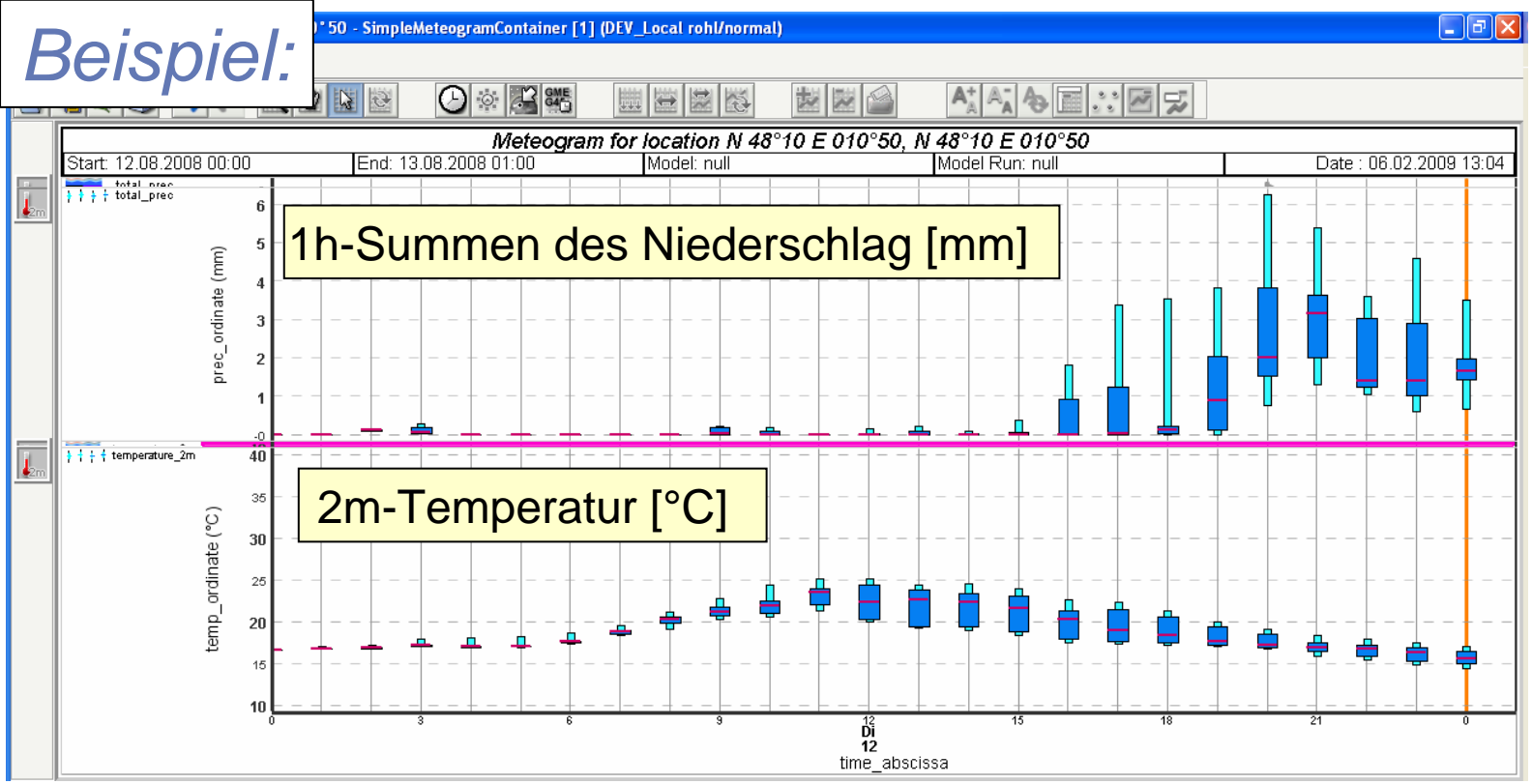
d.h. Unsicherheitsangabe ist eine echte „Vorhersage“

Unsicherheit ist Zusatzinformation

→ individuell angepasste Entscheidungen



Beispiel:



Relevanz von Raum-/ Zeitbezug

Wahrscheinlichkeiten für Starkregen

