

# Entwicklung eines saisonalen Vorhersagekonzeptes am Beispiel der Elbe

Arbeitsgruppe „Seamless Prediction“:

Dennis Meißner, Bastian Klein, Dmytro Lisniak, Robert Pinzinger, Imke Lingemann

Referat M2 – Wasserhaushalt, Vorhersagen und Prognosen

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

# Gliederung

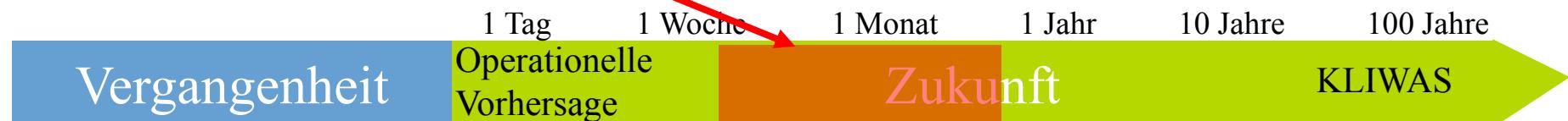
- 1. Motivation und Zielsetzung**
- 2. Grundlagen der Modellierung**
- 3. Vorhersagbarkeit quantifizieren**
- 4. Ergebnisse**
- 5. Beispiel**
- 6. Ausblick**

# Projekt “Seamless Prediction”

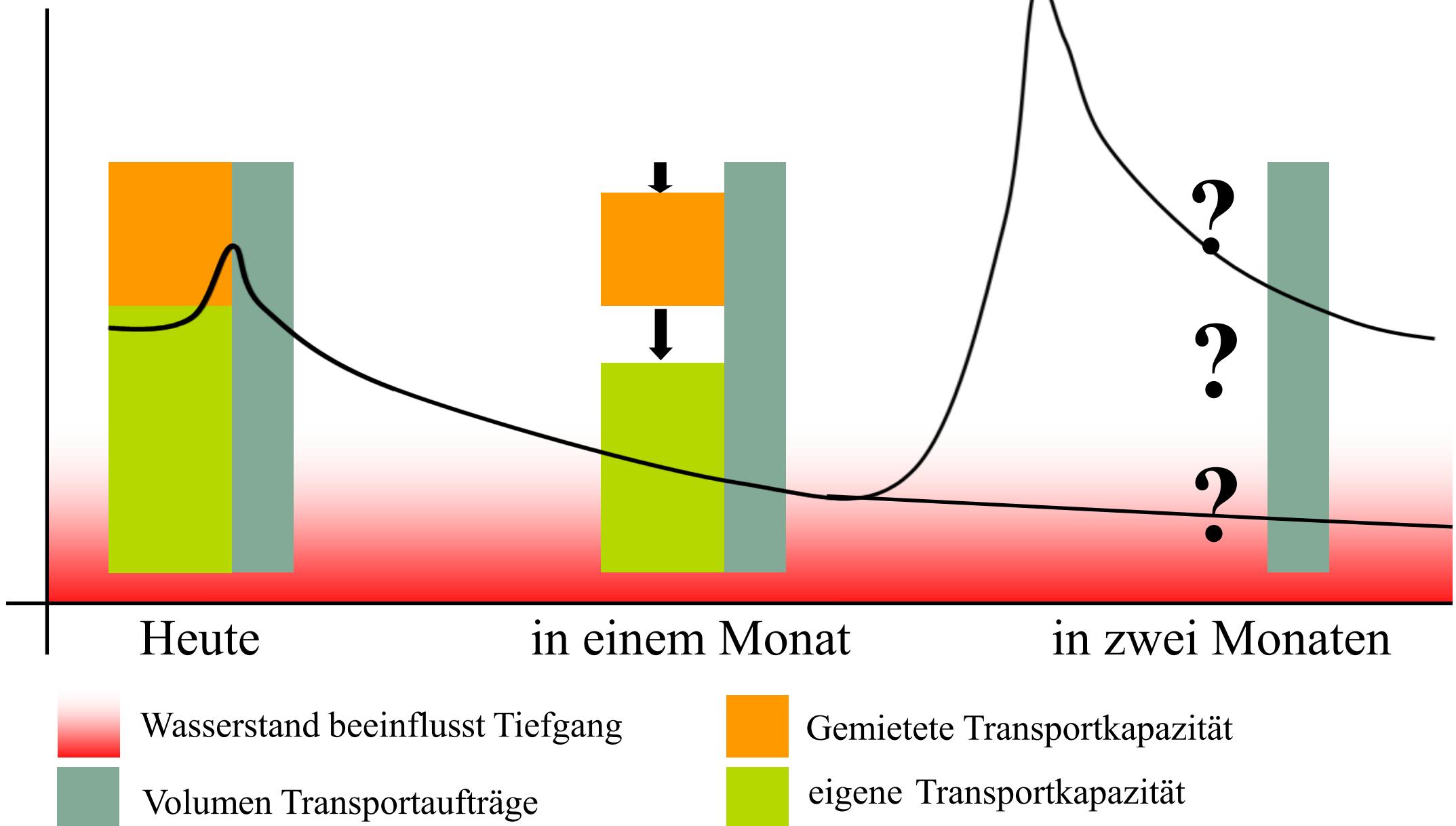
Verbesserung und Erweiterung der aktuellen operationellen Vorhersage an der BfG:

- Probabilistische Quantifizierung
- Daten-Assimilation
- Model-Output-Statistics (MOS)
- Saisonale Vorhersage

Modellunsicherheit



# Motivation: Optimierung der Verladerentscheidung



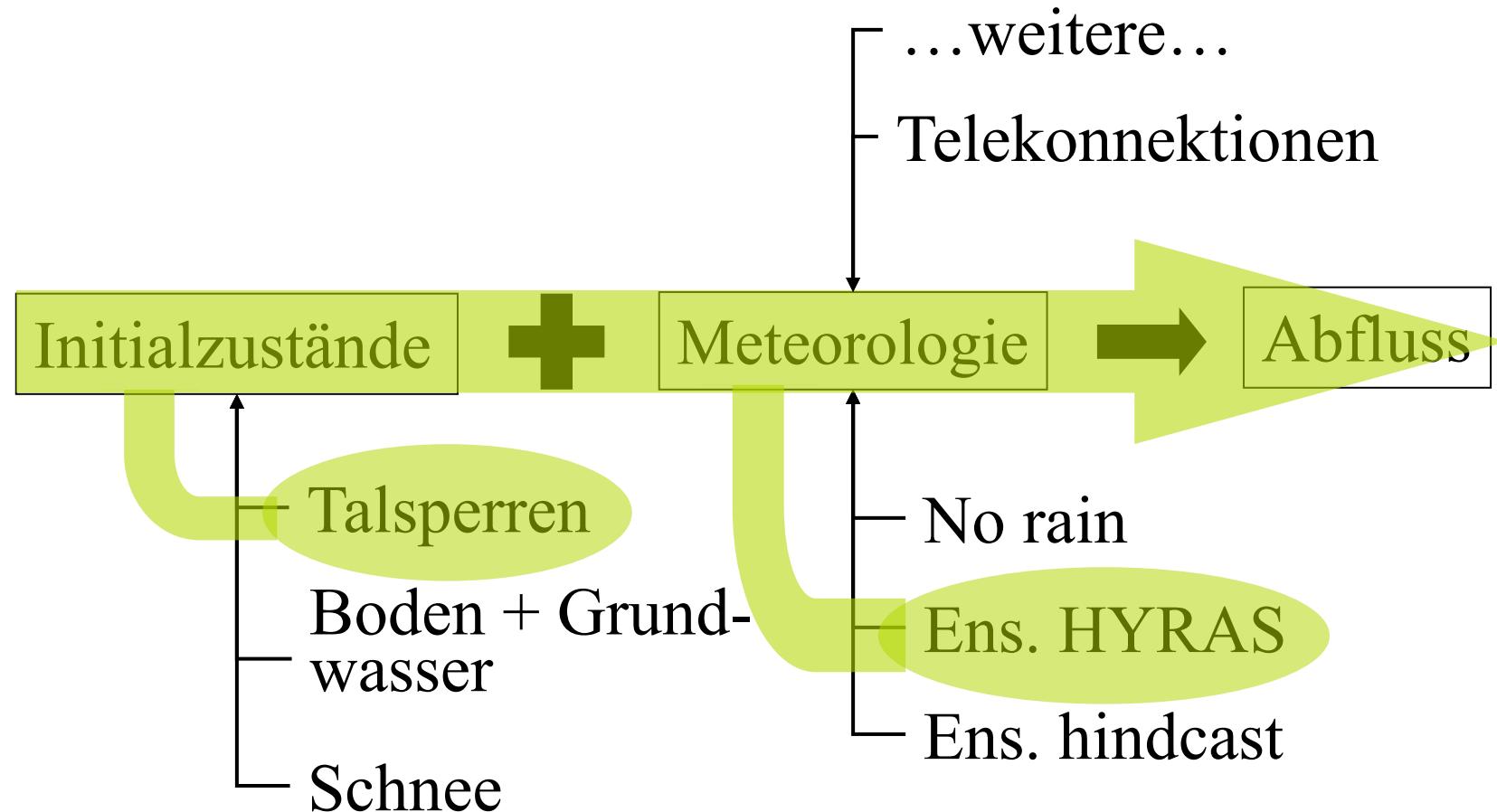
# Definition und Zielsetzung

**Die saisonale Abflussvorhersage ist eine probabilistische und niedrigwasserorientierte 1-6 Monatsvorhersage für große Flussgebiete.**

- ➔ Wie weit kann eine Vorhersage des Abflusses reichen?
- ➔ Wie kann die Vorhersagbarkeit quantifiziert werden?
- ➔ Wo begründet sich die Vorhersagbarkeit in unserem System?
- ➔ Wie sieht so eine Vorhersage aus?

# Vorhersagbarkeit

Quellen der Vorhersagbarkeit:



# Steckbrief der Modellierung

Pegel:	<b>Neu Darchau</b>	<b>Dresden</b>
EZG:	135 013 km <sup>2</sup>	53 096 km <sup>2</sup>
MQ:	~ 600 m <sup>3</sup> /s	~320 m <sup>3</sup> /s

Pluvio-nivales Abflussregimes eines Flachlandflusses mit hohem Grundwassereinfluss

Das **LARSIM\_ME** für die Elbe:

5x5 km Raster

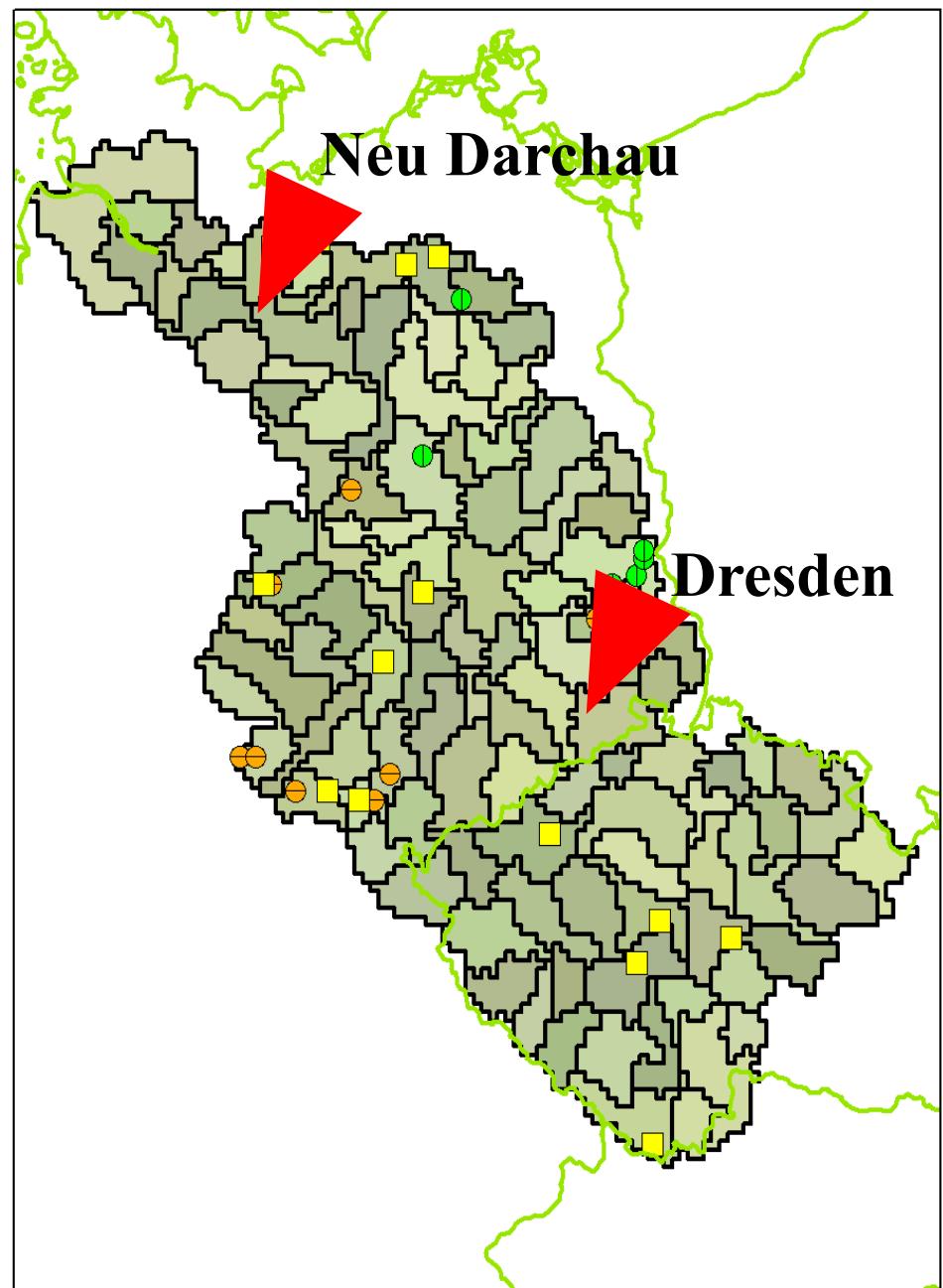
Gesamtvolumen der Talsperren:

2.5 Mrd m<sup>3</sup> von 4.01 Mrd m<sup>3</sup>  
das sind ~ 62%

Verdunstung: Penman-Wendling

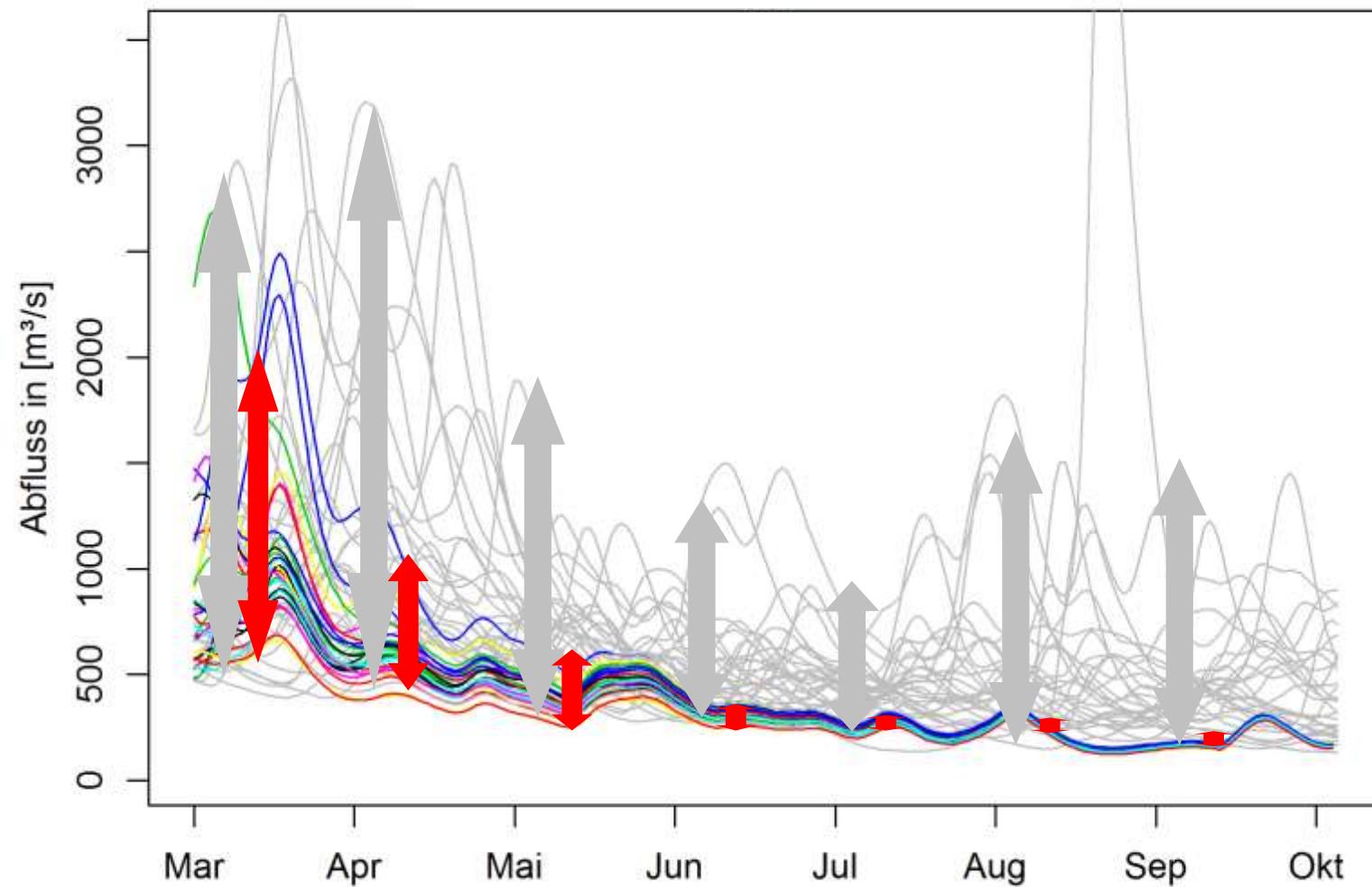
Antrieb: **HYRAS** 1976-2005

Niederschlag, Temperatur,  
Globalstrahlung



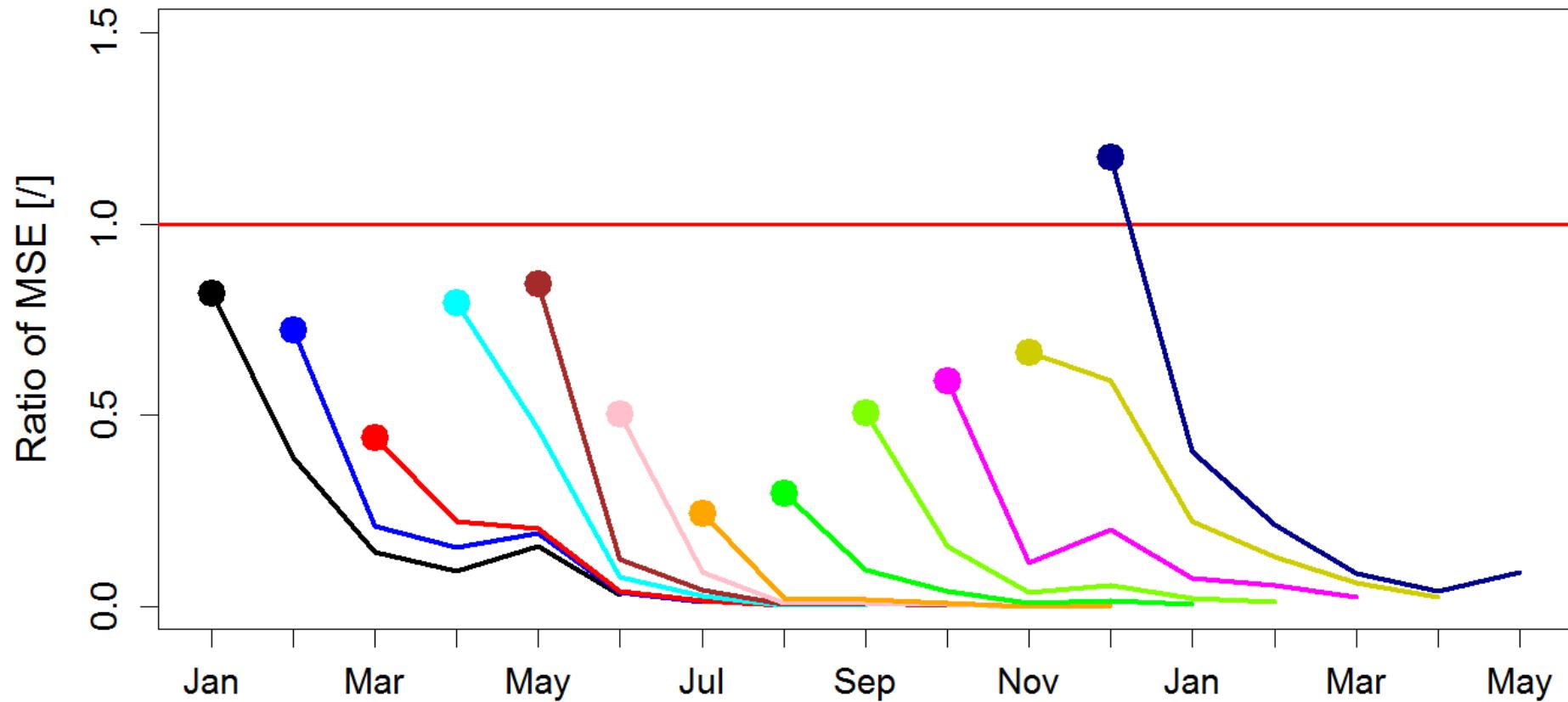
# Vorhersagbarkeit quantifizieren

Vorhersage ab 1.März



# Analysewerkzeug: reverse ESP

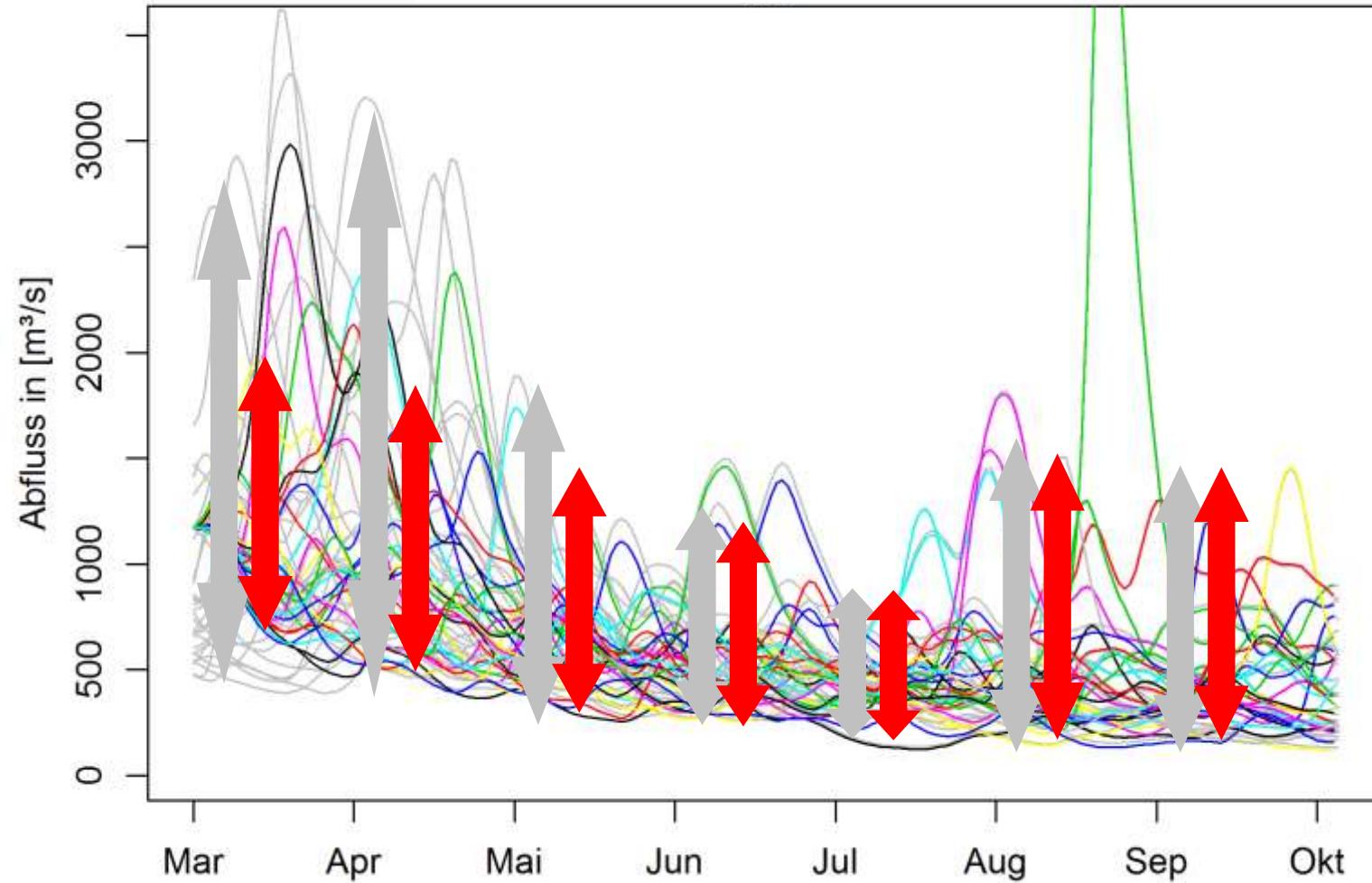
Neu Darchau / Elbe – Ratio of MSE im reverse ESP



- 1 : Anfangszustand erklärt die Vorhersage vollständig.
- 0 : Anfangszustand hat keine Bedeutung.

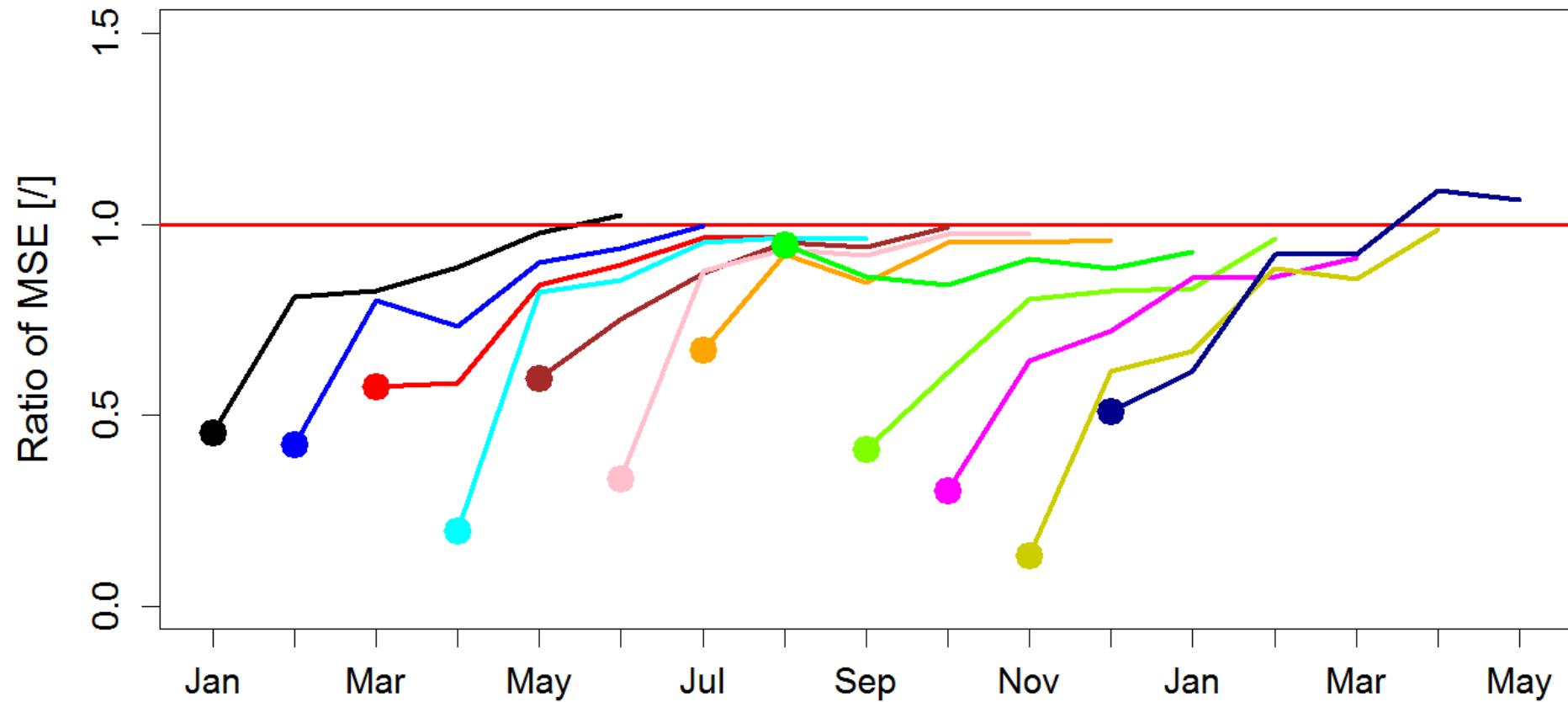
# Vorhersagbarkeit quantifizieren

Vorhersage ab 1.März



# Die ESP (Ensemble Streamflow Prediction)

Neu Darchau / Elbe – Ratio of MSE im ESP

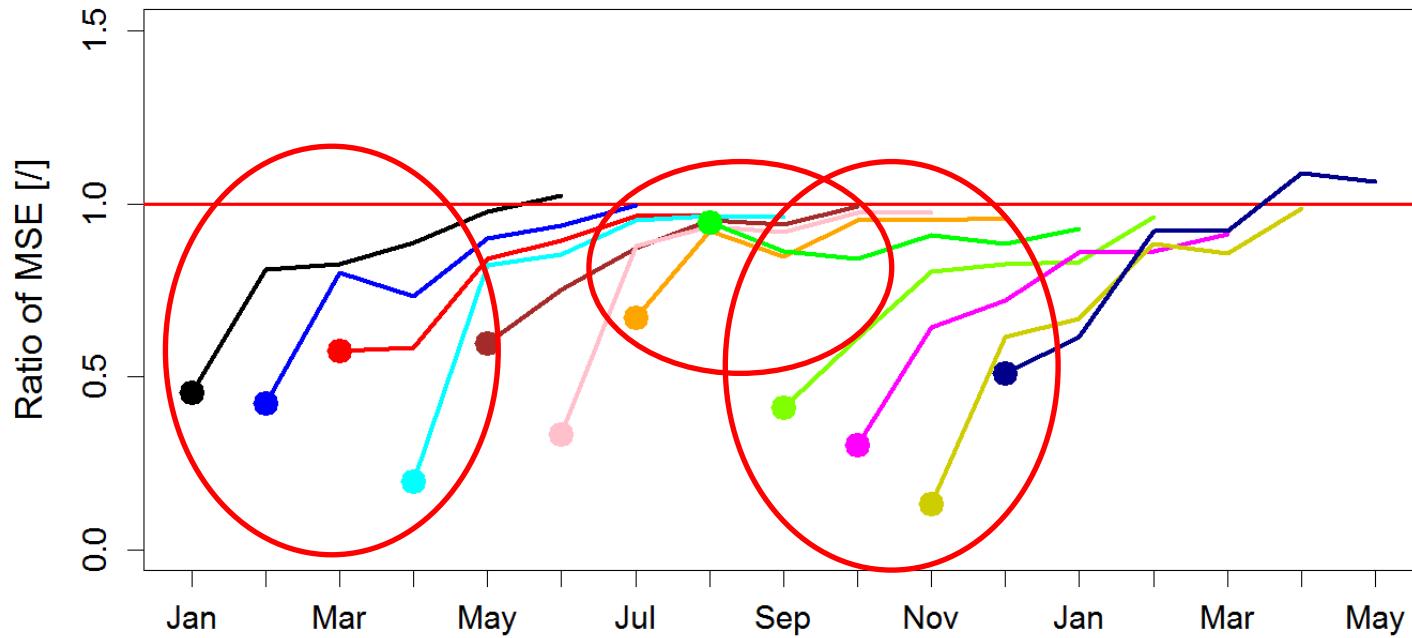


1 : Vorhersage hat keine Aussage.

0 : Perfekte Vorhersage.

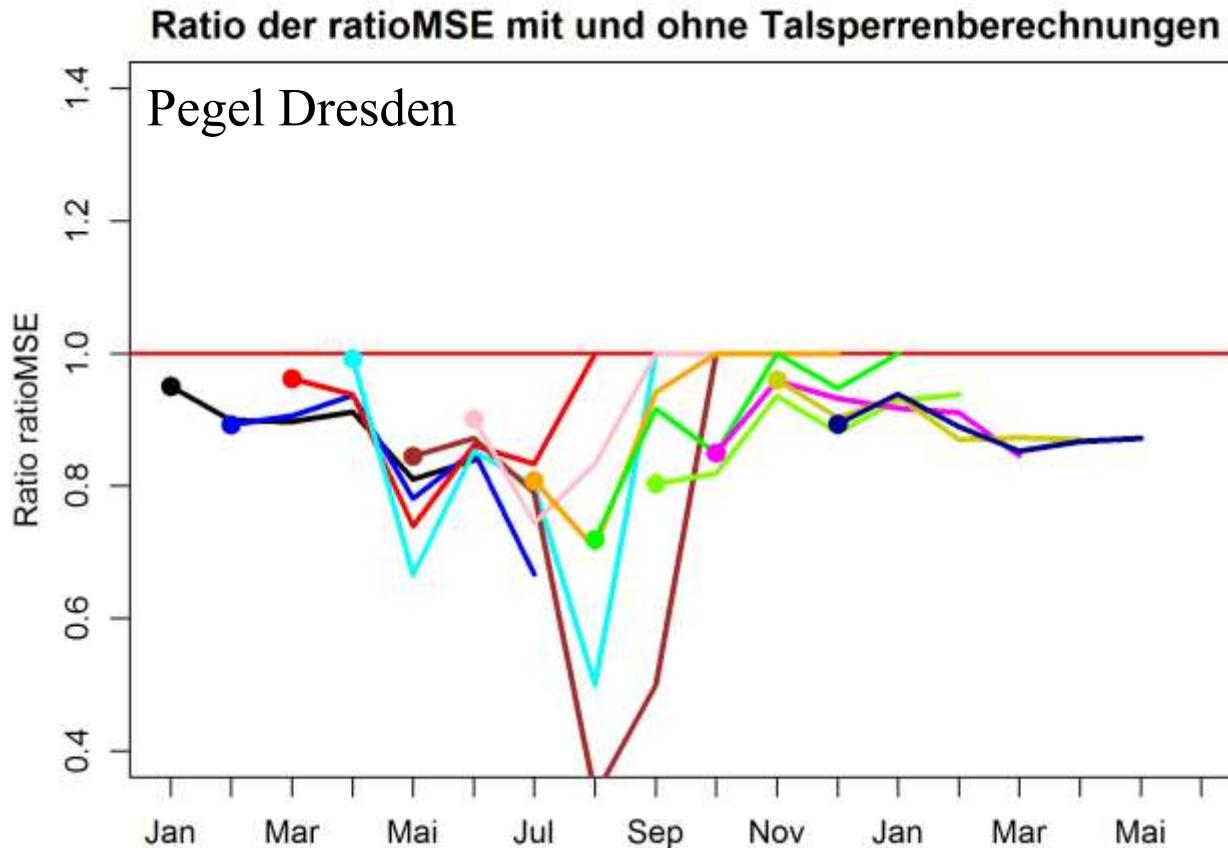
# Ergebnisse

Neu Darchau / Elbe – Ratio of MSE im ESP



- Vorhersagbarkeit durch Schnee von Januar bis Mai
- Kaum Einfluss des Initialzustandes im Juli und August.  
⇒ Temperatur und Niederschläge regeln das Abflussgeschehen.
- Leere Bodenspeicher geben Vorhersagbarkeit von September bis November.

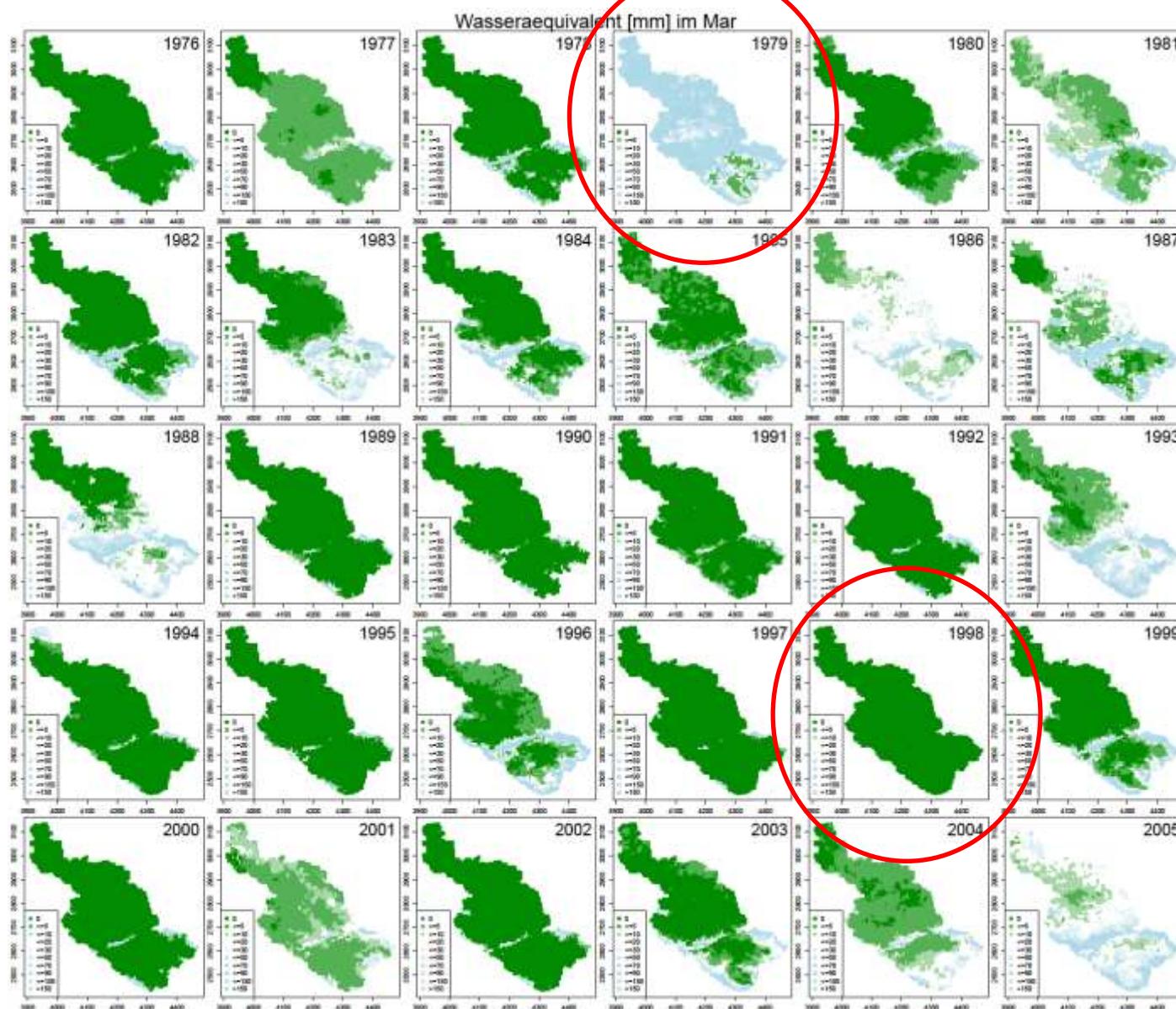
# Einfluss von Talsperren



$$\text{Ratio} = \frac{\text{ohne Talsperre}}{\text{mit Talsperre}}$$

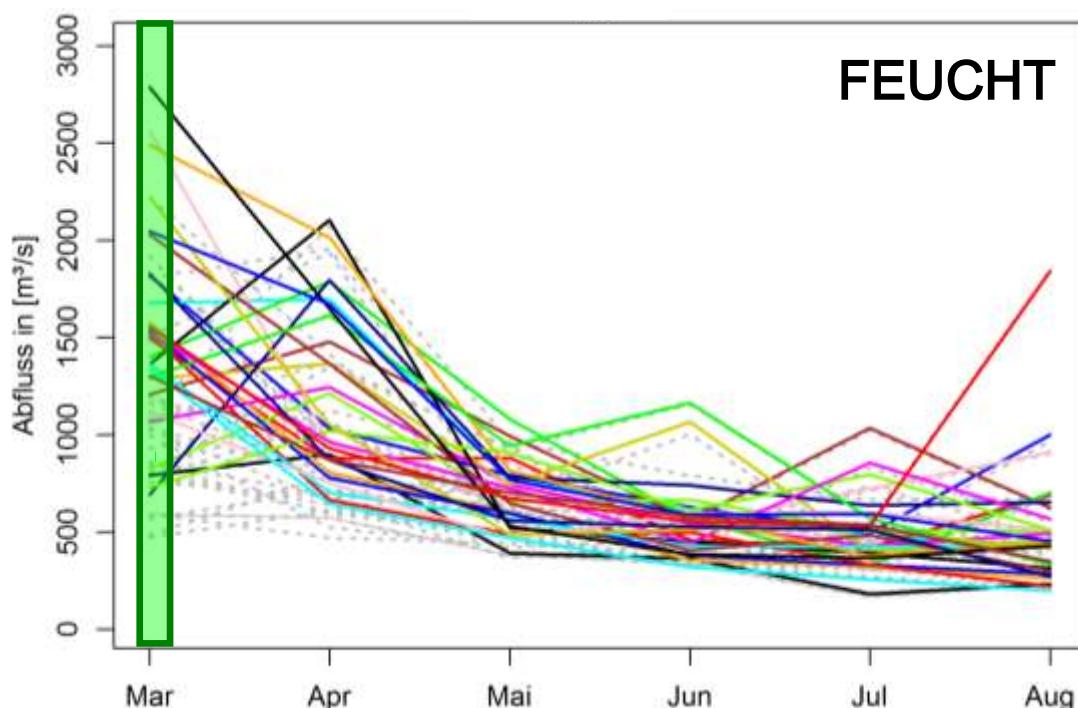
- Einfluss der Talsperren scheint in dieser Grafik nicht sehr hoch.
- Das Verhältnis der beiden Vorhersagetypen zeigt jedoch einen Einfluss der Talsperren auf die Vorhersagbarkeit in den abflussarmen Monaten Juli-September.

# Bsp: Saisonale Ensemble-Vorhersage

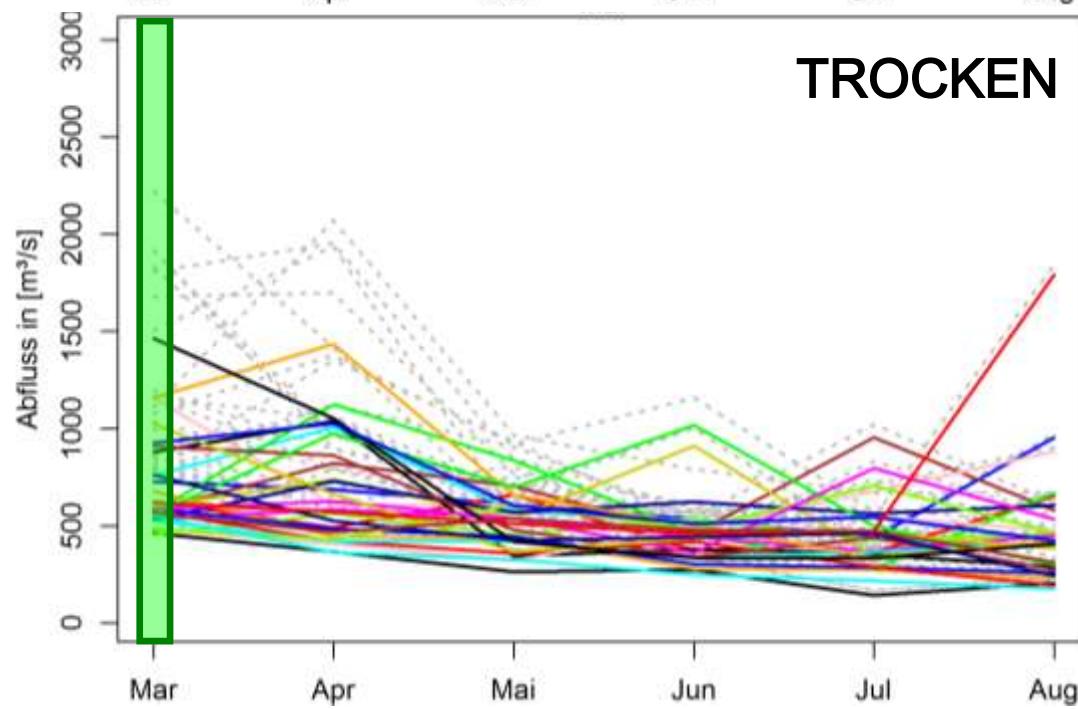


März

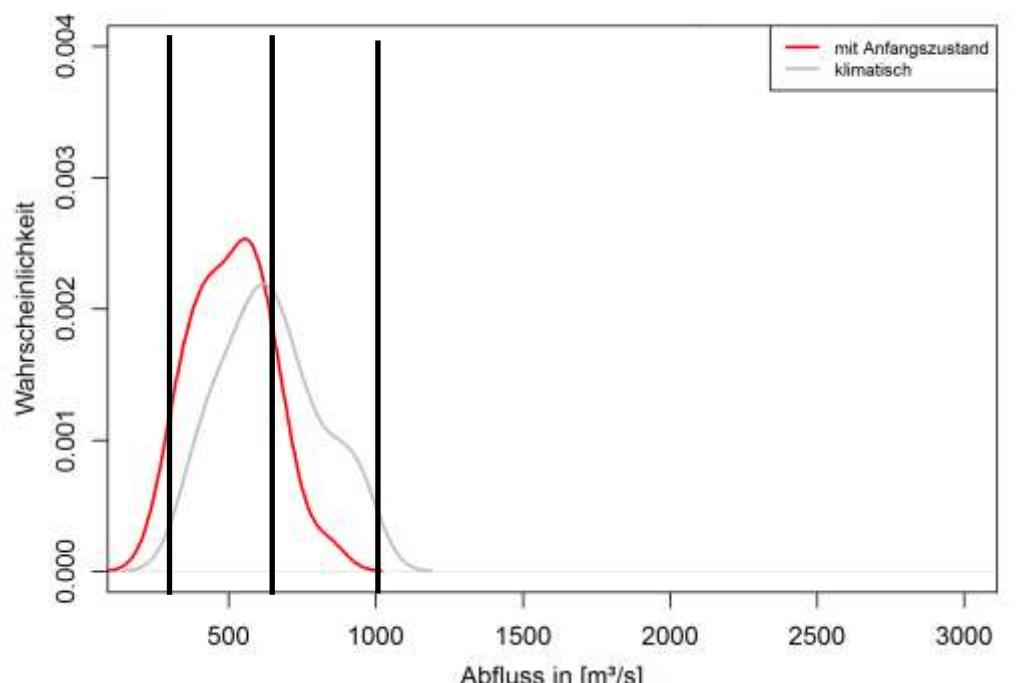
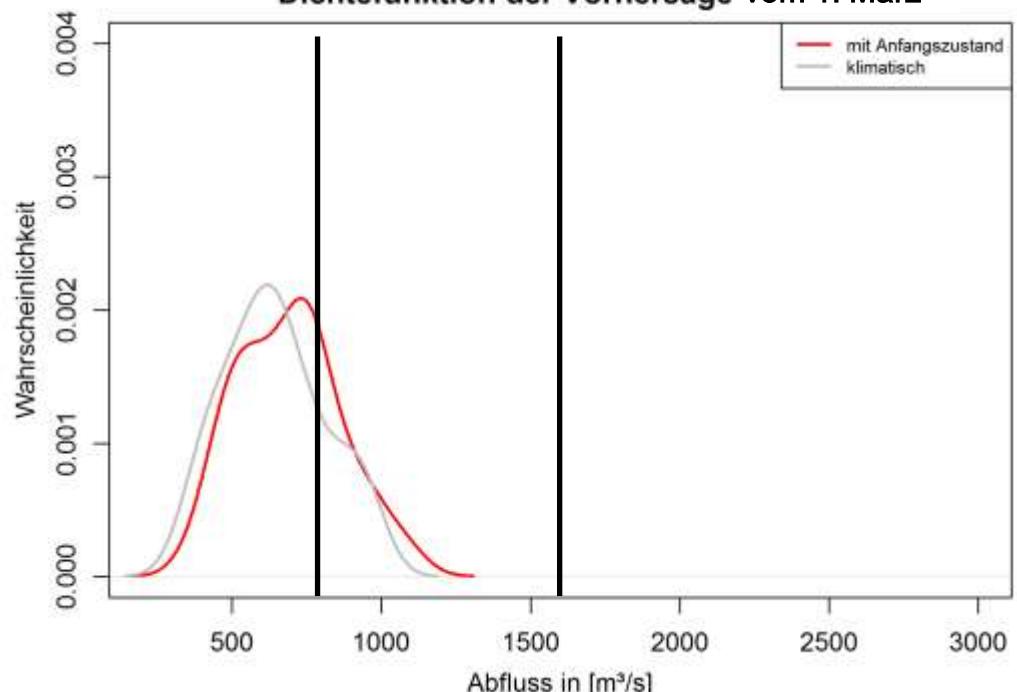
**FEUCHT**



**TROCKEN**



Dichtefunktion der Vorhersage vom 1. März



# Zusammenfassung

## Talsperren

- Implementierung bringt zusätzlich Vorhersagbarkeit.
- Je größer der Talsperreneinfluss, desto besser die Vorhersagbarkeit.

## Vorhersagedauer

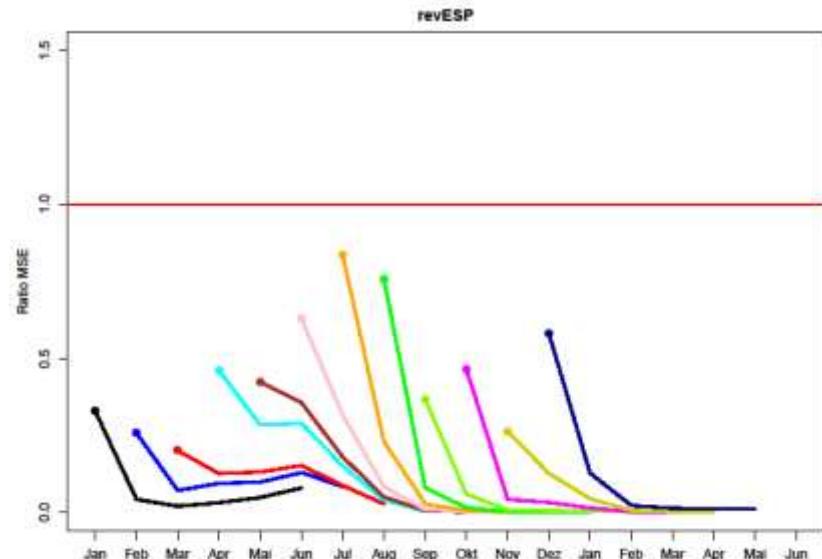
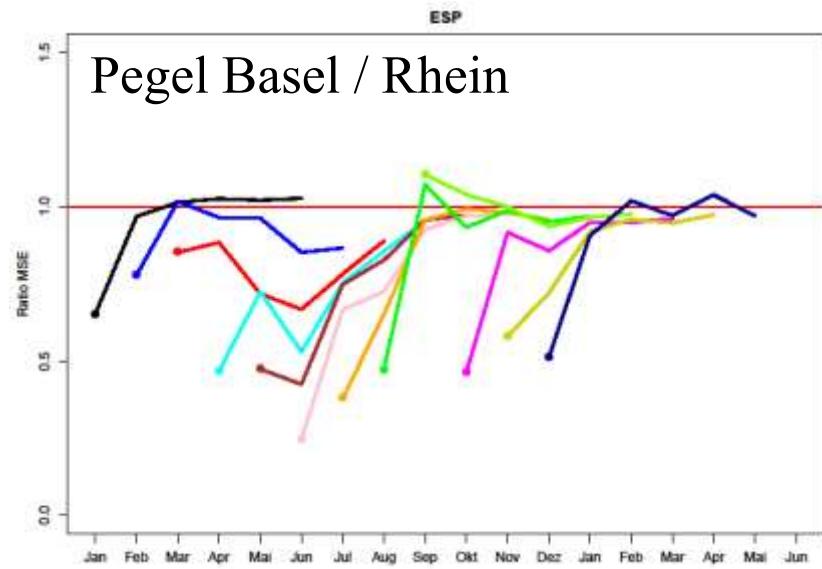
- Schnee und Bodenwassermengen bringen an der Elbe eine Vorhersagbarkeit von bis zu 2 Monaten.
- Eine 6-Monatsvorhersage für die Schifffahrt scheint derzeit nicht realistisch.

## Quellen der Vorhersagbarkeit

- LARSIM-Bodenwassergehalte sind sowohl im trockenen als auch im feuchten Zustand gute Prediktoren für eine saisonale Vorhersage.
- Meteorologische Unsicherheit bleibt.

# Ausblick: Initialzustände

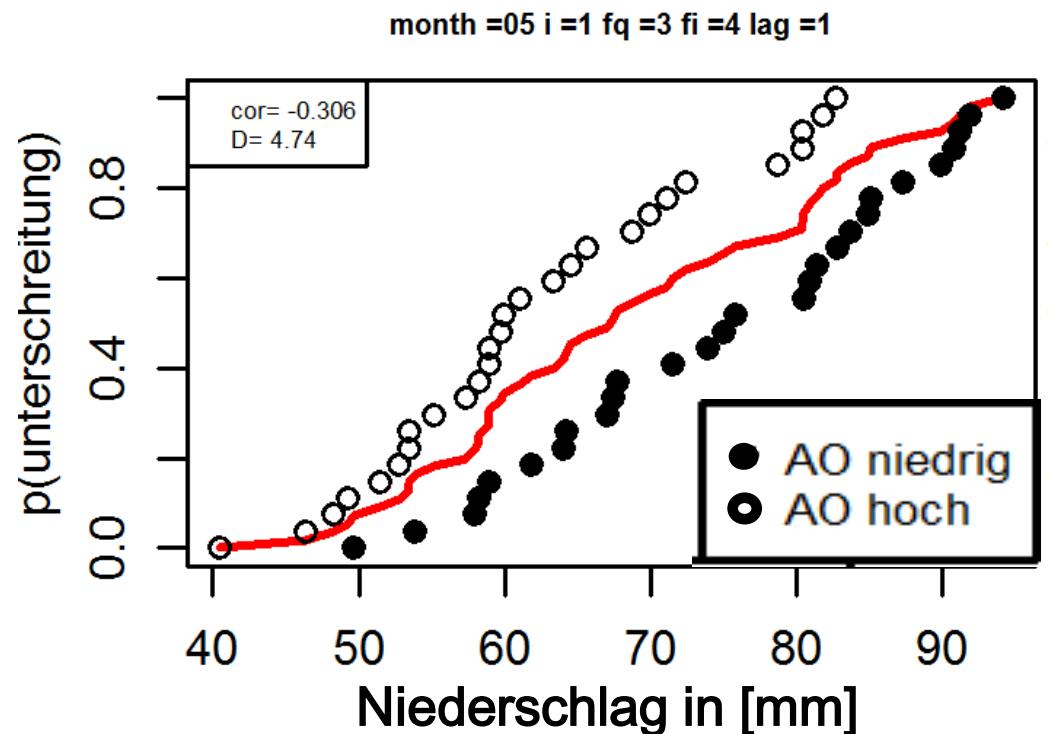
- Erweiterung der Analysen auf andere große Flussgebiete. (Rhein und Donau)
- Quantifizierung der Signifikanz der Vorhersage.
- Erweiterung der Datenbasis auf mehr als 30 Jahre.



# Ausblick: Meteorologische Vorhersagbarkeit

Niederschlags- und Temperaturtendenzen abschätzbar mit:

- Telekonnektionen  
z.B. NAO-Index, AO-Index
- ECMWF-Ensembles



# Literatur

**Bierkens**, M. F. P., L. P. H. van Beek, 2009: Seasonal Predictability of European Discharge: NAO and Hydrological Response Time. *J. Hydrometeor*, 10, 953–968.

**Ionita**, M., G. Lohmann, N. Rimbu, S. Chelcea, 2012: Interannual Variability of Rhine River Streamflow and Its Relationship with Large-Scale Anomaly Patterns in Spring and Autumn. *J. Hydrometeor*, 13, 172–188.

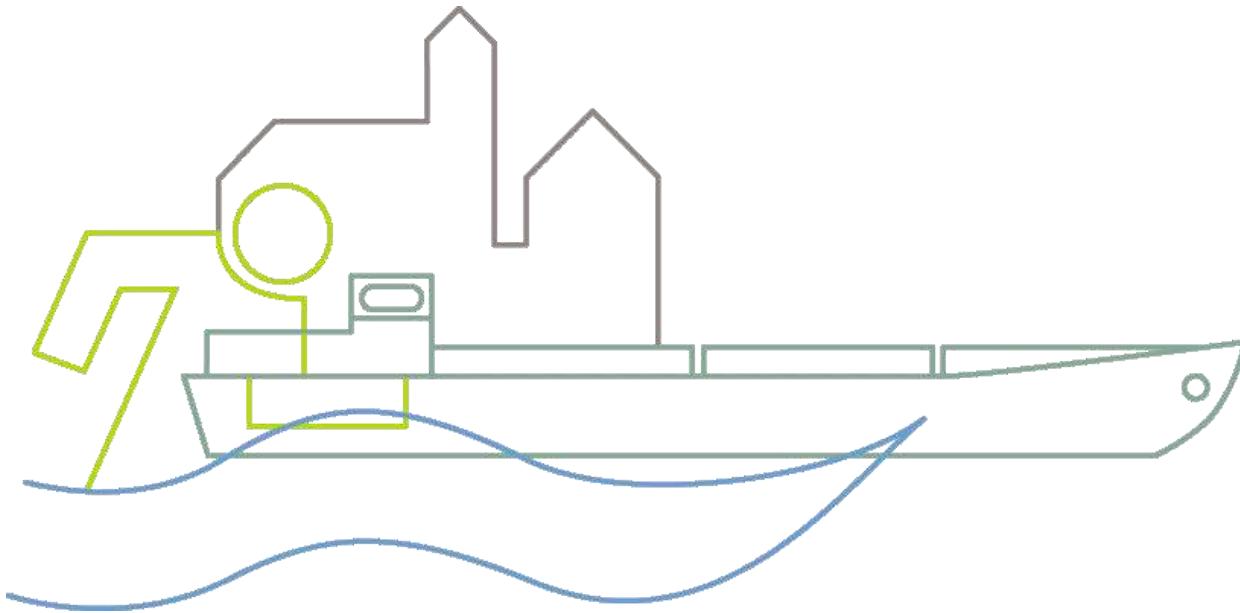
**Mahanama**, S., Livneh, B., Koster, R., Lettenmaier, D., and Reichle, R., 2012. Soil moisture, snow, and seasonal streamflow forecasts in the united states. *Journal of Hydrometeorology*, 13:189–203.

**Palmer**, T. N., F. J. Doblas-Reyes, A. Weisheimer, M. J. Rodwell, 2008: Toward Seamless Prediction: Calibration of Climate Change Projections Using Seasonal Forecasts. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 89, 459–470.

**Wilby**, R. L., Wedgbrow, C. S., & Fox, H. R., 2004. Seasonal predictability of the summer hydrometeorology of the River Thames, UK. *Journal of Hydrology*, 295(1-4), 1 -16

**Wood**, A. W., J. C. Schaake, 2008: Correcting Errors in Streamflow Forecast Ensemble Mean and Spread. *J. Hydrometeor*, 9, 132–148.

**Wood**, A.W., Lettenmaier D.P., 2008. An ensemble approach for attribution of hydrologic prediction uncertainty. *Geophysical Research Letters*, 35, L14401



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Imke Lingemann  
Referat M2  
Bundesanstalt für Gewässerkunde  
Am Mainzer Tor 1  
56068 Koblenz

Tel.: 0261/1306-5983  
E-Mail: [lingemann@bafg.de](mailto:lingemann@bafg.de)  
[www.bafg.de](http://www.bafg.de)

Projektpartner:

