

# Hydrologische Modellierung der Elbe/Labe

## *Hydrological Modelling of the Elbe/Labe*

Stand und Planungen im Rahmen des  
Forschungsprogramms KLIWAS  
*Status and Plans within the research programme KLIWAS*

Enno Nilson, Peter Krahe, Theresa Horsten  
Bundesanstalt für Gewässerkunde

---

# Gliederung

## *Outline*

---



- KLIWAS Modellkette  
*KLIWAS model chain*
- Bisherige Arbeiten  
*Previous works*
- Ausblick  
*Outlook*

# KLIWAS Projekt (2009-2013)

## Aufgaben und Zielstellung / goals



- „Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt“

*„Impacts of Climate Change on Waterways and Navigation“*

- Modellkette  
*model chain*

- Multimodellansatz  
*multi model approach*

→ Bandbreite der  
möglichen Gewässer-  
zustandsentwicklung  
*range of possible developments*

1. Global emission scenarios / future development

2. Projections by global climate models

3. Projections by regional climate models

4. Water balance models / Oceanographic models

5. Sediment and morpho-hydrodynamic models

7. Water quality models

7'. Navigation models

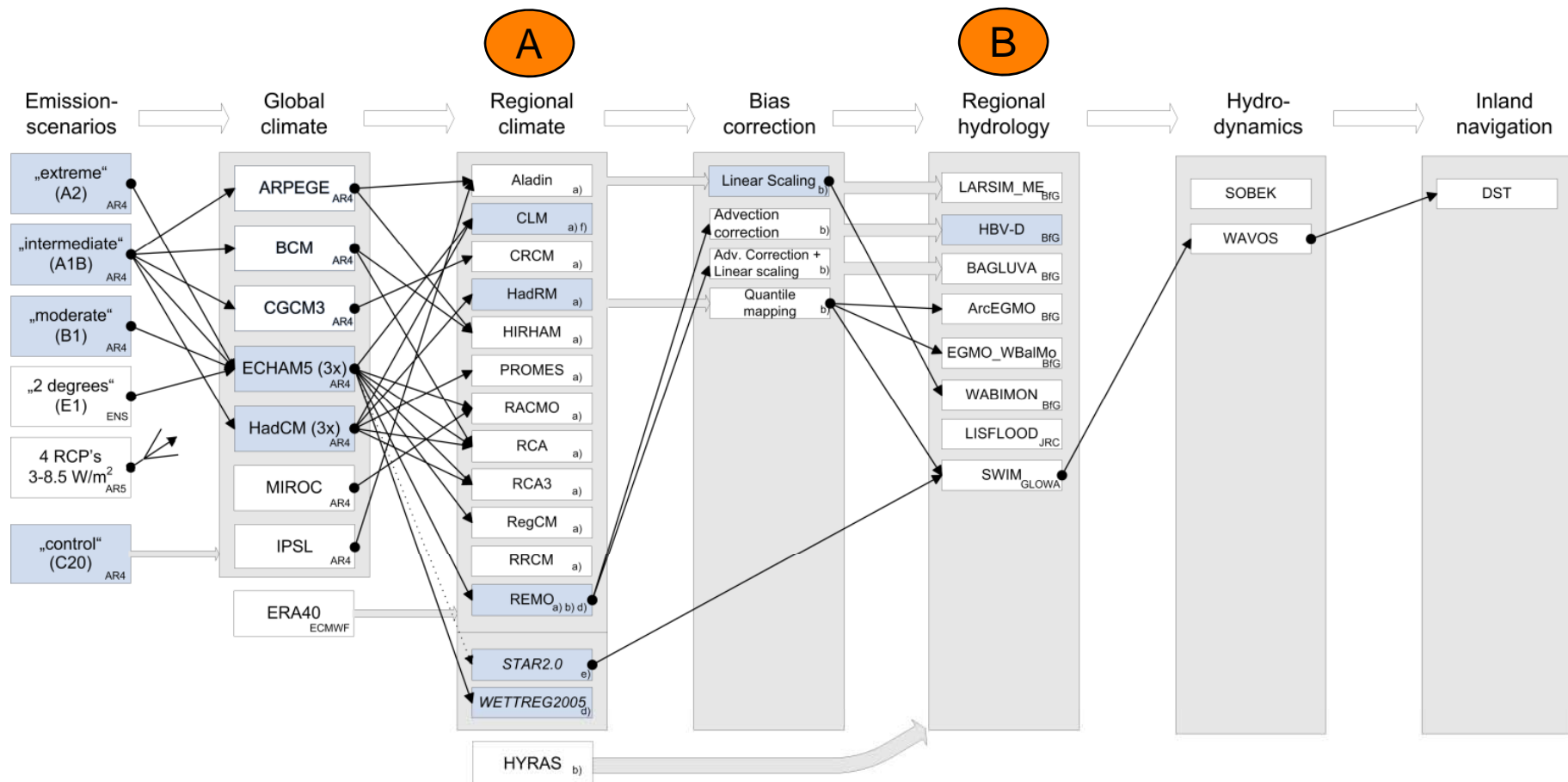
8. Ecosystem models

8'. Economic models

# Teilprojekt 4.01: „Wasserhaushalt, Wasserstand und Transportkapazität“ Datengrundlage und Modelle (Elbe / Labe)



*Project 4.01: „Water balance, water level and transport capacity“ – Data and models (Elbe / Labe)*



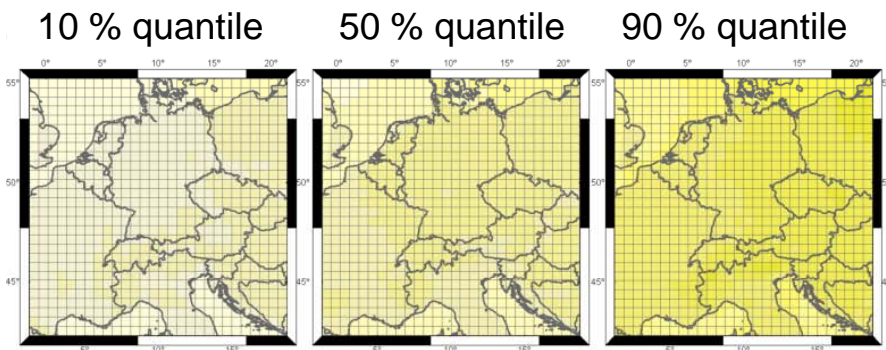
# Bisherige Arbeiten / *Previous work*

## A. Klimaänderungssignale Mitteleuropa

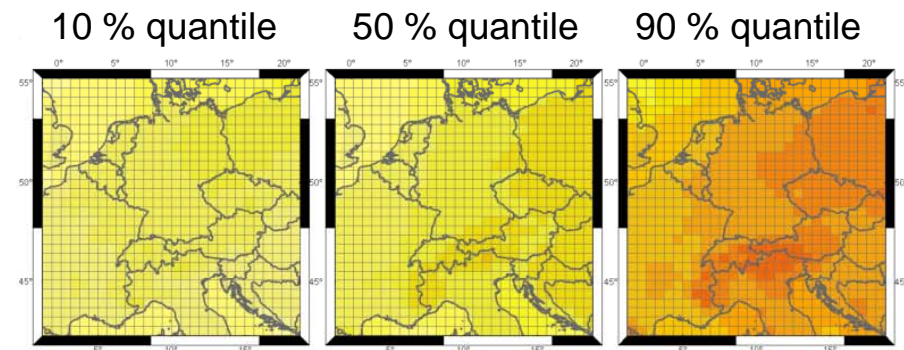
### *A. Climate Change signals Central Europe*



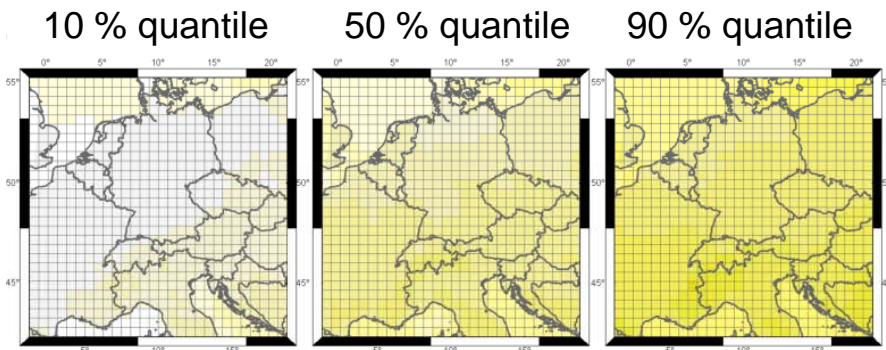
Temperature change DJF 2050 (1990)



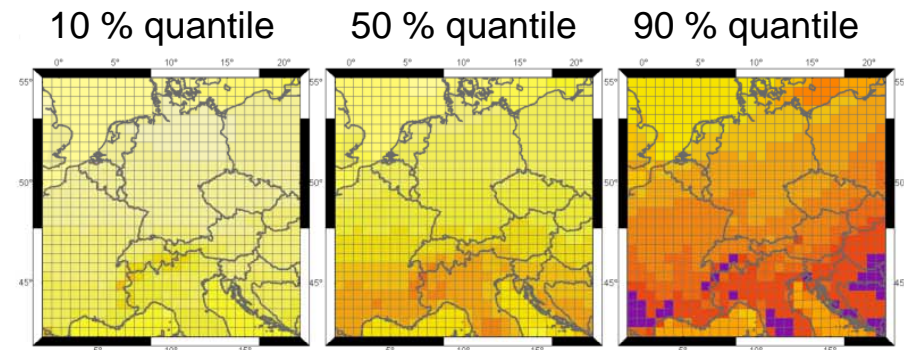
Temperature change DJF 2100 (1990)



Temperature change JJA 2050 (1990)



Temperature change JJA 2100 (1990)





# Bisherige Arbeiten / *Previous work*

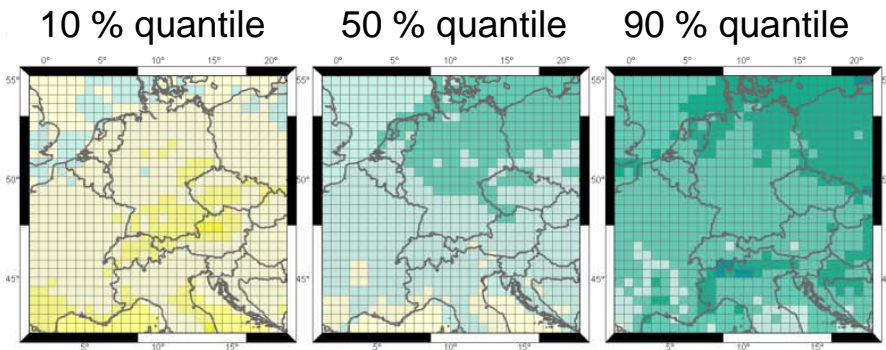
## A. Klimaänderungssignale Mitteleuropa

### *A. Climate Change signals Central Europe*

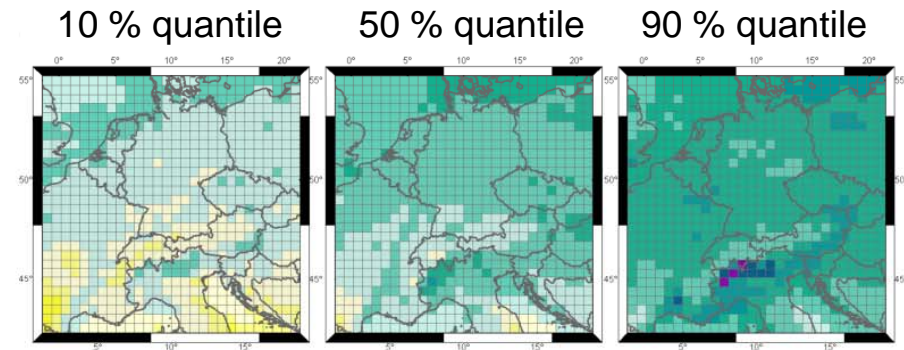
---



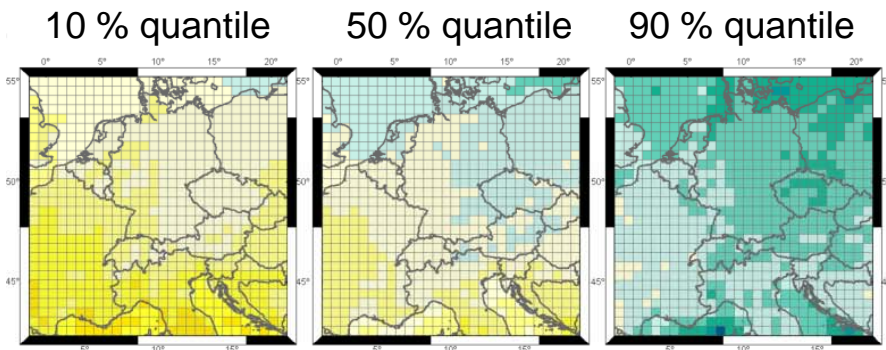
Precipitation change DJF 2050 (1990)



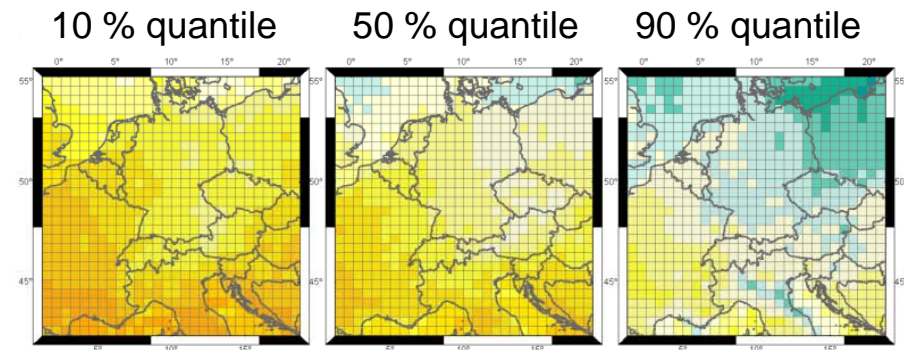
Precipitation change DJF 2100 (1990)



Precipitation change JJA 2050 (1990)



Precipitation change JJA 2100 (1990)



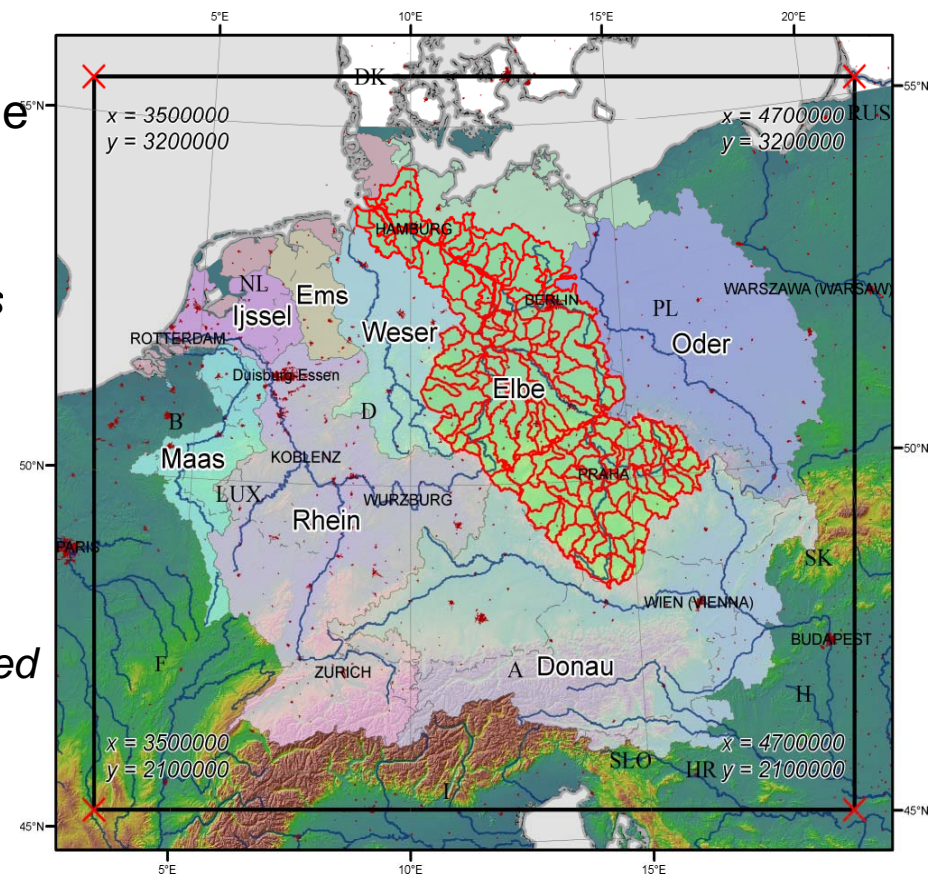
# Bisherige Arbeiten / *Previous work*

## B. Hydrologische Modellierung

### *B. Hydrological Modelling*



- 1. Hälfte 2010 / *1<sup>st</sup> half 2010*  
BAGLUVA, WABIMON
  - Flächendifferenzierte Abflusshöhe  
*spatially differentiated runoff height*
  - Vieljährige Jahres- und Monatsmittelwerte  
*long-time annual and monthly means*
- 1. Hälfte 2010 / *1<sup>st</sup> half 2010*  
HBV-D
  - Abfluss Q
  - Tageswerte bis 2100 für ausgewählte Pegel  
*daily values (1950 – 2100) for selected gauges*
  - Ensemble von Projektionen  
*ensemble of projections*





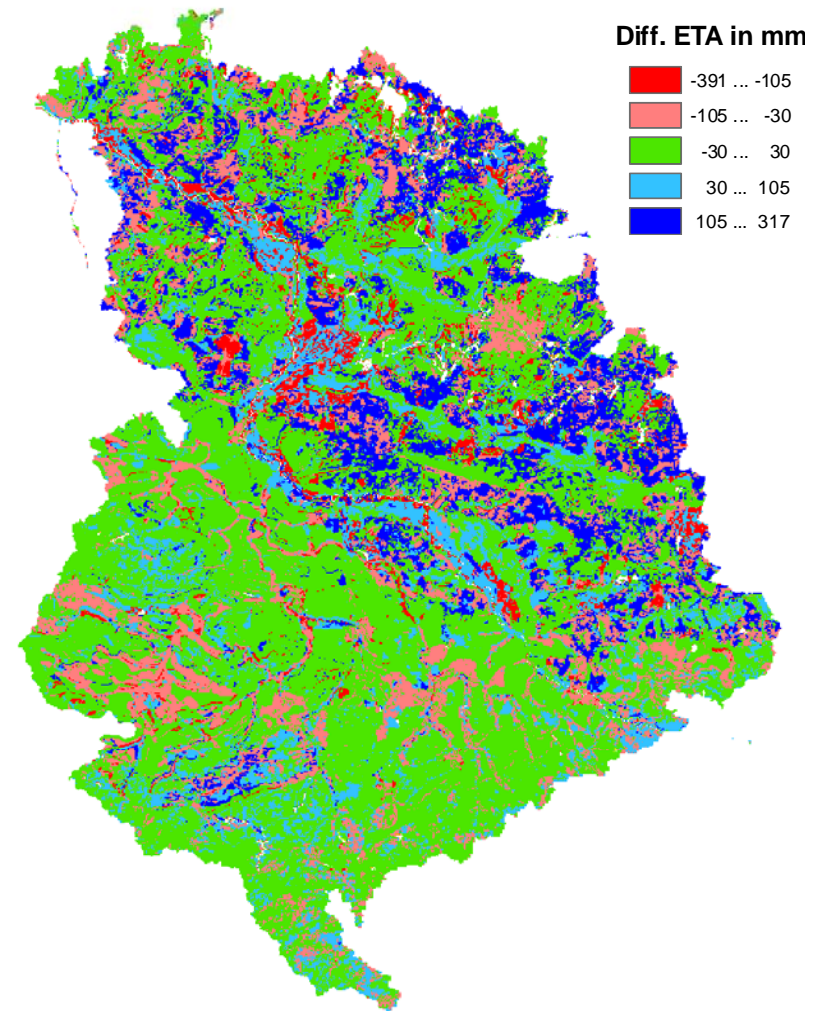
# Hydrologische Modelle Labe/Elbe

## *Hydrological Models Elbe / Labe*

### **BAGLUVA**



- Korrigierter Niederschlag  
*corrected precipitation*
- Potentielle Verdunstung  
*potential evapotranspiration*
- Landnutzung  
*land use*
- Bodenarten (nFK, We)  
*soil types (available water capacity, effective root z*
- Grundwasserflurabstand  
*depth of groundwater level*
- Hangfaktoren (Neigung, Ausrichtung)  
*slope factors (slope, exposition)*
- Beregnung  
*irrigation*
- Schneebedeckung  
*snow cover*
  
- realen Verdunstung nach BAGROV  
Bilanzierung der Abflusshöhe  
*actual evapotranspiration according to BAGROV*  
*balance of runoff height*





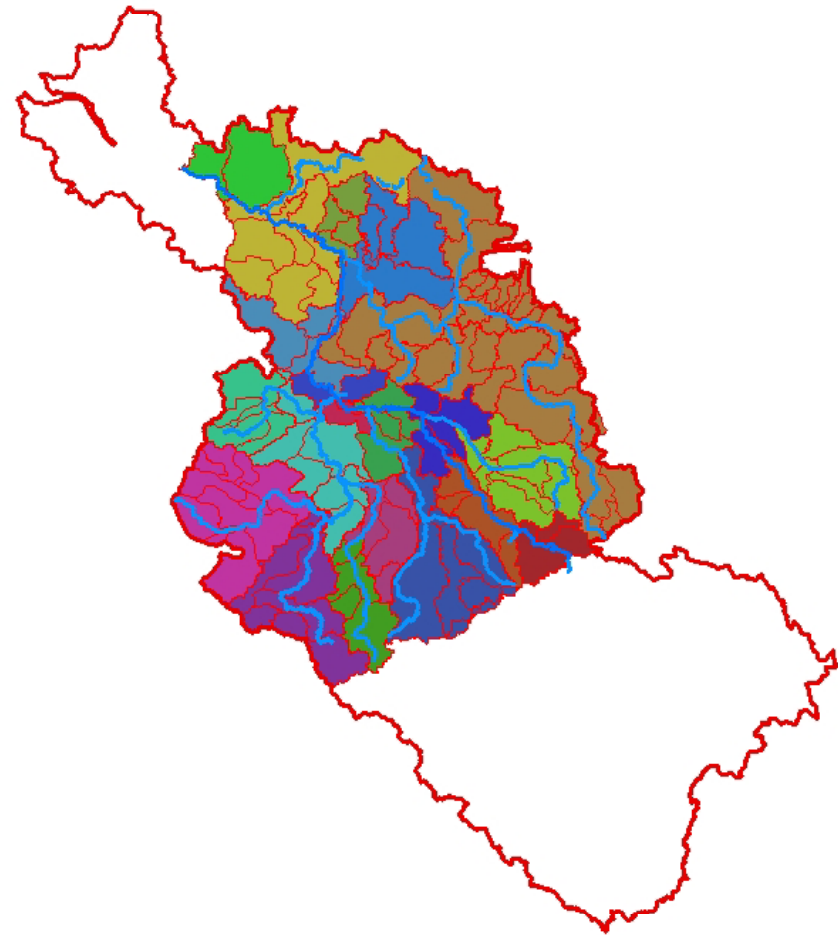
# Hydrologische Modelle Labe/Elbe

*Hydrological Models Elbe / Labe*

## HBV-D



- Niederschlag  
*Precipitation*
- Temperatur  
*Temperature*
- Mittlere monatliche  
Verdunstung  
*Mean monthly evapotranspiration*
- Abflusshöhe für Teilgebiete  
*runoff height for subbasins*  
3 Abflusskomponenten  
*3 runoff components*



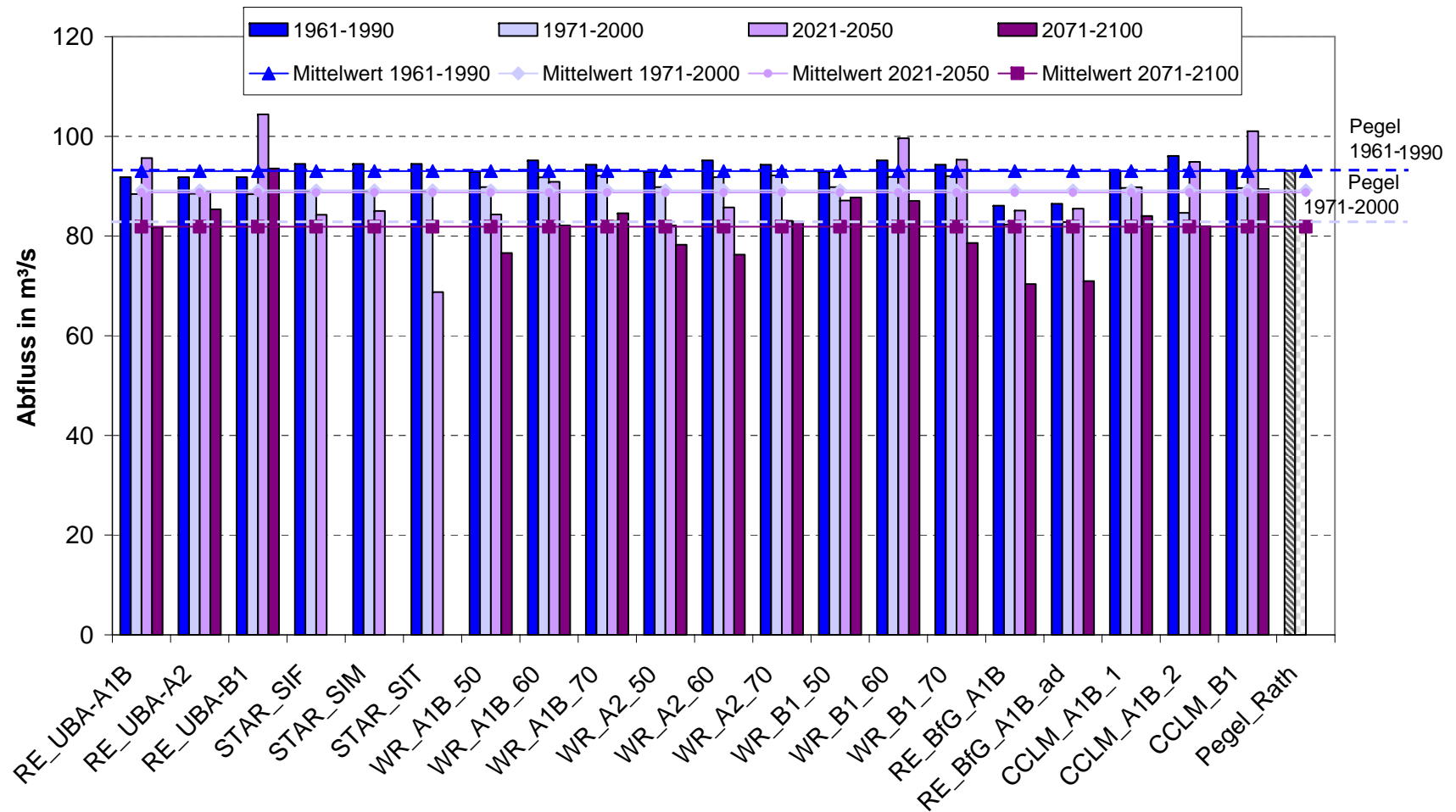
# Hydrologische Modelle Labe/Elbe

## Hydrological Models Elbe / Labe

### HBV-D



#### 30jährige MQ



1. Modellkette / Model chain

2. Bisherige Arbeiten / Previous works

3. Ausblick / Outlook

# Hydrologische Modelle Labe/Elbe

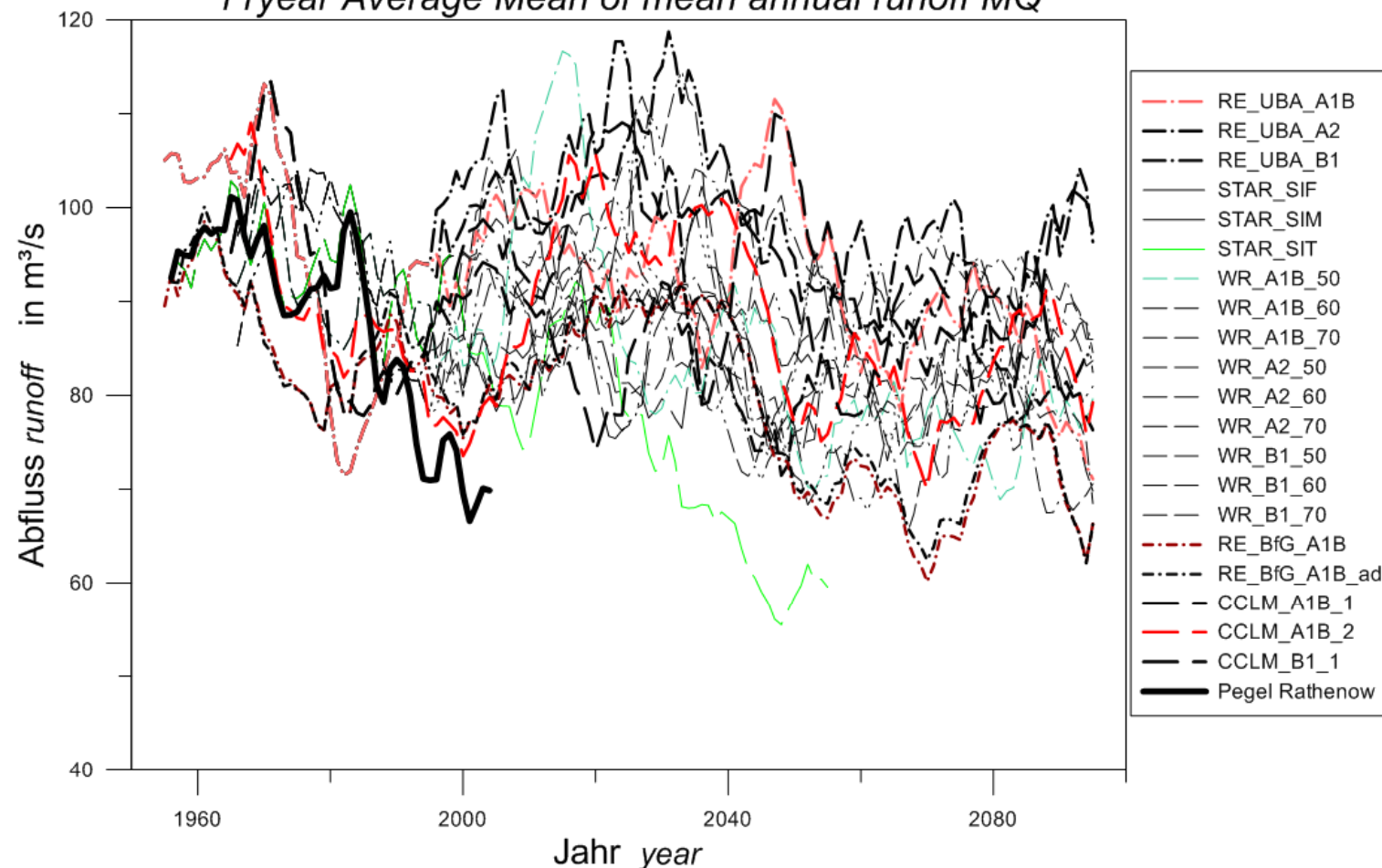
*Hydrological Models Elbe / Labe*

## HBV-D



Gleitendes 11jähriges Mittel des mittleren jährlichen Abflusses MQ

*11year Average Mean of mean annual runoff MQ*



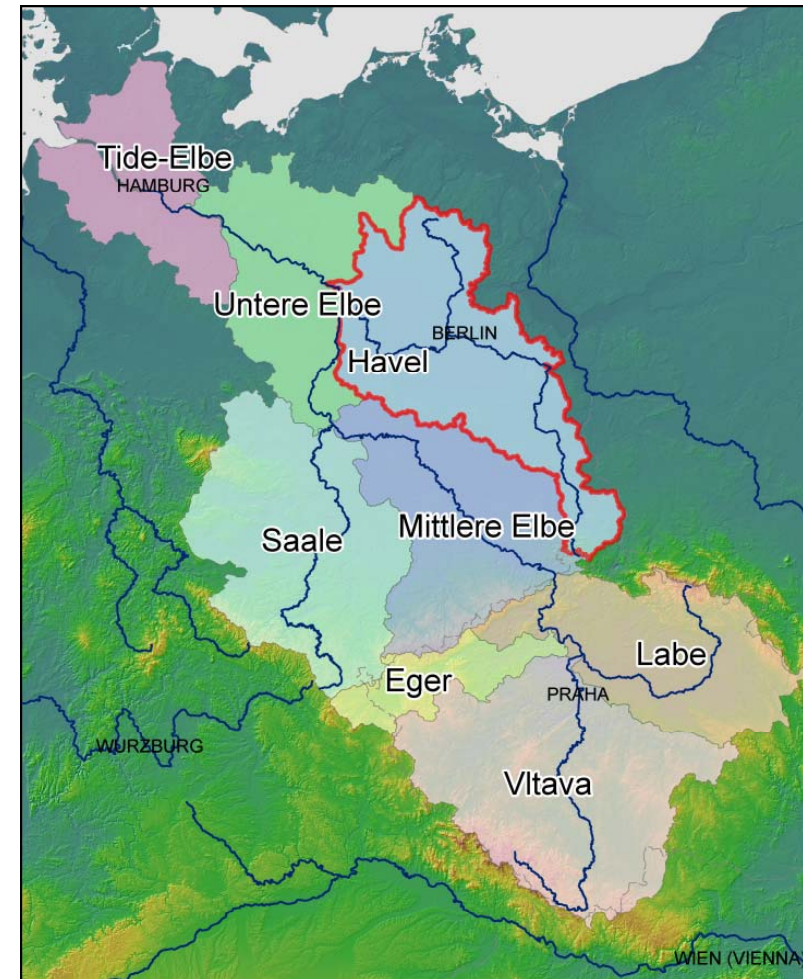
1. Modellkette / Model chain

2. Bisherige Arbeiten / Previous works

3. Ausblick / Outlook

# Ausblick *Outlook*

- Ende 2010: ArcEGMO
  - Abfluss (quasi-natürlich)  
*runoff (quasi-natural)*
  - Tageswerte bis 2100 für ausgewählte Pegel  
*daily values until 2100 for selected gauges*
  - Drei Projektionen / *three projections*
- Mitte 2011: EGMO-WBaIMo
  - Abfluss inkl. Bewirtschaftung  
*runoff incl. water management*
  - Monatswerte bis 2100 für ausgewählte Pegel  
*monthly values until 2100 for for selected gauges*
  - Drei Projektionen / *three projections*
- Mitte 2011: LARSIM\_ME
  - Abfluss (quasi-natürlich)  
*runoff (quasi-natural)*
  - Tageswerte bis 2100 für ausgewählte Pegel  
*daily values until 2100 for selected gauges*
  - Ensemble von Projektionen  
*ensemble of projections*





# Ausblick

## *Outlook*



---

### Kooperation BfG – CHMU, Pilotprojekt

*Cooperation BfG – CHMU, pilot project*

- Ist-Zustandsanalyse  
*Analysis of the present state*
- Modellierung des gegenwärtigen Wasserhaushaltes mit und ohne Berücksichtigung der Wasserbewirtschaftung  
*Modelling the present water balance with and without consideration of water management*
- Erstellung von Abflussprojektionen und –szenarien mit und ohne Berücksichtigung der Wasserbewirtschaftung  
*Modelling the runoff projections and scenarios with and without consideration of water management*
- Erstes Arbeitstreffen im September 2010  
*first meeting in September 2010*



Vielen Dank!  
*Thank you!*

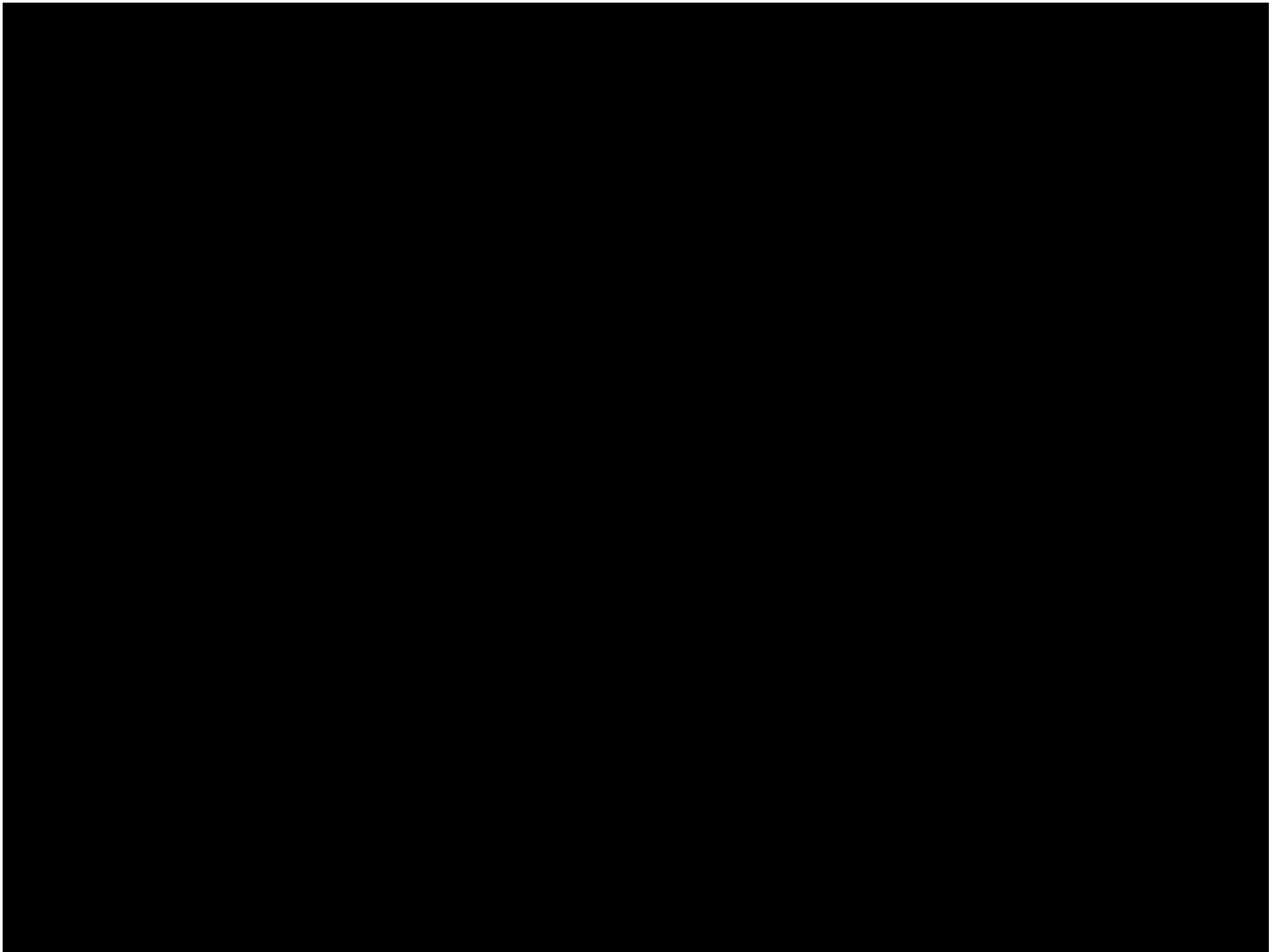
**www.kliwas.de**

Theresa Horsten  
Bundesanstalt für Gewässerkunde  
horsten@bafg.de  
0261 / 1306 - 5980

**Ressortforschungsprogramm**

- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)





# Vorhandene Modelle

## Tageswertmodelle



Modelle						
abgebildete Prozesse	BAGLUVA	WaBiMon	Elbe-DSS / HBV-D	SWIM	LARSIM	ArcEGMO
<b>Format:</b>	Raster	Raster	Teileinzugsgebiete, diff. nach Landnutzung und Höhenstufen	Teileinzugsgebiete	Raster	Elementarflächen
<b>zeitliche Auflösung</b>	xx Jahre	Monat	Tag	Tag	Tag	Tag
<b>Niederschlagskorrektur:</b>	-	-	+	-	+	+
<b>Potentielle Verdunstung:</b>	<b>INPUT</b> (Wendling)	WENDLING (Rg, T) THORNTHWAITE (T)	<b>INPUT</b> (Wendling) + Höhenkorrektur, Disaggregation Tageswerte	PRIESTLEY-TAYLOR (Rg, T) PENMAN-MONTEITH (Rg, T, v, rH)	Wasserflächen: PENMAN (1948), Landoberflächen: nach PENMAN-MONTEITH (1965)	Haude (e14, rH14), TURC/IVANOV (T, Rg, rH) PENMAN mod. (T, e, v, Rn)
<b>Reale Verdunstung</b>	standort- und landnutzungsabhängig; BAGROV-Differenzialgleichung		lineare Reduktion in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte	RITCHIE (LAI, Bodenfeuchte)	pro Landnutzungs-kategorie	Feuchteabhängiger Reduktionsansatz (erweiterter Priestley-Taylor-Ansatz)
<b>Interzeption:</b>	-		+	-	+	+
<b>Schneemodell/-dynamik:</b>	Schnee bei pot. Verdunstung berücksichtigt		Tag-Grad-Verfahren	Tag-Grad-Verfahren	KNAUF&BERTLE (Akkumulation, Umwandlung (Kompaktion), Abbau)	KNAUF&BERTLE WEISE&WENDLING KOITZSCH&GÜNTHER
<b>Bodenfeuchte/-dynamik:</b>	In ETR indirekt berücksichtigt		+	+	Xinjiang-Modell (modifiziert, um Entleerung besser zu berücksichtigen); Bodenwasserspeicherung mit Abflussbildung für drei Komponenten (inklusive Perkolation, kapillarer Aufstieg)	
<b>Infiltration:</b>	-		+	+		Holtan
<b>Perkolation</b>	-		+	+	+	Speicheransätze
<b>Kapillarer Aufstieg:</b>	-					



# Vorhandene Modelle

## Tageswertmodelle



Modelle						
abgebildete Prozesse	BAGLUVA	WaBiMon	Elbe-DSS / HBV	SWIM	LARSIM	ArcEGMO
<b>Muldenspeicherung:</b>	-		-	-		Speicheransatz
<b>Abflusskomponenten:</b>	-		Oberflächen-, Zwischen-, Grundwasserabfluss	Oberflächen-, Zwischen-, Grundwasserabfluss	Oberflächen-, Zwischen-, Grundwasserabfluss	
<b>Abflussbildung:</b>	-			Modifikation der SCS-CN-Methode		
<b>Abflusskonzentration im Einzugsgebiet:</b>	-		lineare Speichermodelle (zwei Fließregime für Zwischenabfluss)	kinematisches Speichermodell	Einzellinearspeicher pro Abflusskomponente	Kinematischer Wellenansatz, Speicher- und Translationsansätze
<b>Grundwassermodellierung</b>	-		s.o.	einfache Bilanzierung		<b>Unterirdische Abflussprozesse:</b> Ansätze unterschiedlicher Komplexität (einfachster Ansatz: Einzellinearspeicher in Reihen- und Parallelschaltung)
<b>Abflusskonzentration im Gewässernetz:</b>	-		Muskingum-Verfahren oder einfache zeitliche Verschiebung			Einheitsganglinienvverfahren (Unit Hydrograph), Speicherkaskaden, Verfahren nach Kalinin-Miljukov
<b>Translation und Retention im Gerinne:</b>	-		<b>Abflussrouting</b> smoothing with fixed weights	<b>Abflussrouting</b> im Flusssystem nach Muskingum	je Gerinneteilstrecke	
<b>Seeretention bzw. geregelte Wasserabgabe</b>	-		?		Simulation bzw. Optimierung von Talsperren- und Poldersteuerung	
<b>anthropogene Einleitungen</b>					+	