

# LARSIM-ME

## Abflussprojektionen für Mitteleuropa – Stand der Arbeiten

Klein, B., Carambia, M., Lingemann, I., Hohenrainer, J., Krahe, P., Nilson, E. (BfG)  
Richter, K.-G. (Aquantec), Wolf-Schumann, U. (Hydrotec)

LARSIM-Workshop 2013  
Saarbrücken, 21.03.2013

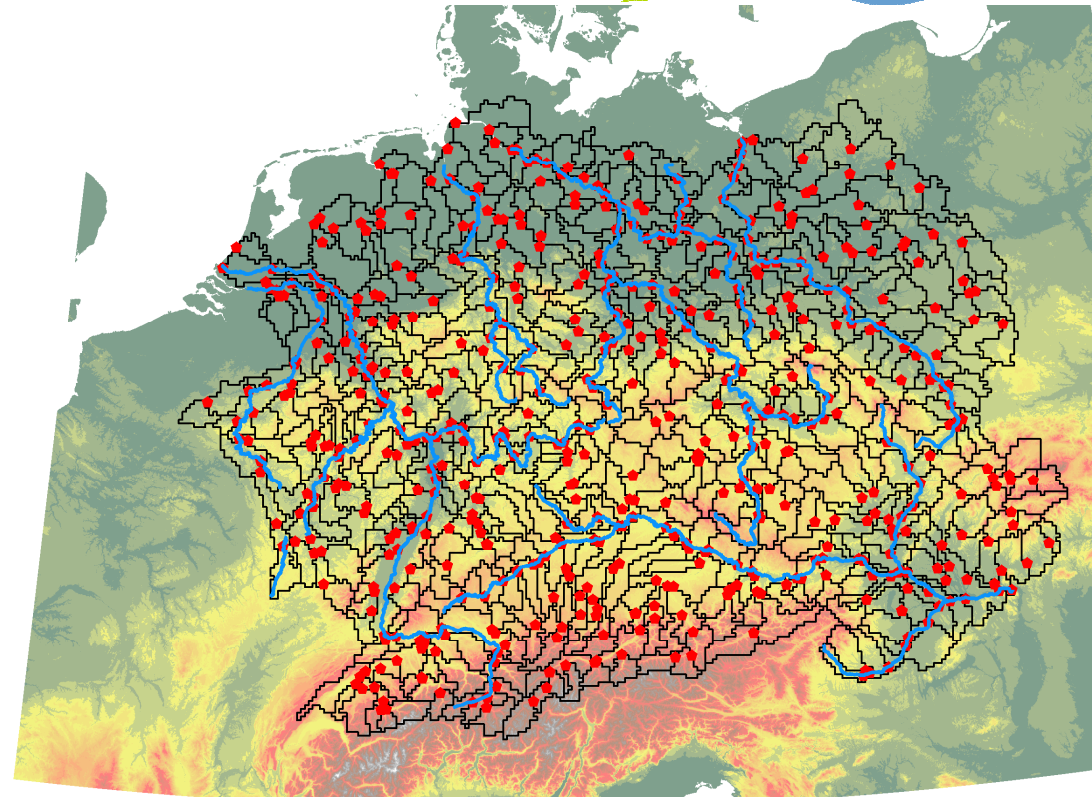
# Gliederung

- > Überblick LARSIM-ME
- > Datengrundlage
- > Regionalisierungsverfahren
- > Feinkalibrierung
- > Cluster Parameterunsicherheit
- > Automatische Optimierung Inn-Gebiet
- > Abflussprojektionen Donau
- > Ausblick

# Überblick LARSIM-ME

- Deutsche Flusseinzugsgebiete mit internationalen Flussgebietsanteilen (ca. 800 000 km<sup>2</sup>)
  - Tageswerte
  - Einheitliche Datengrundlage (5km x 5km Raster)
  - Berücksichtigung anthropogener Beeinflussungen (Speicher, Überleitungen, ...)
  - Objektivierete Parameterschätzung, ähnliche Gebiete sollen auch ähnliche Parameterkombinationen haben
- ➔ Entwicklung Regionalisierungsverfahren

- Gewässerkundliche IST-Beschreibung
- Auswirkungen des Klimawandels

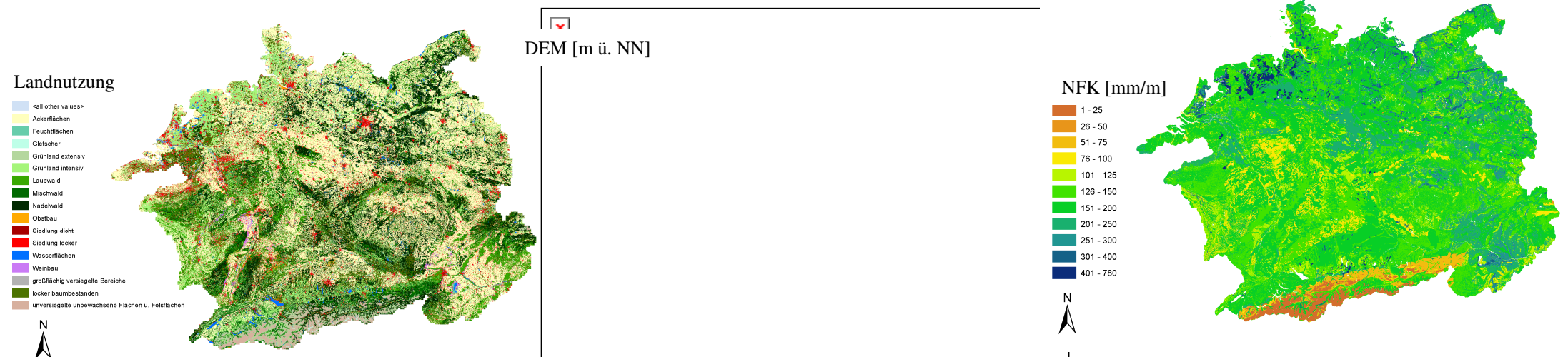


## Verwendete LARSIM-Optionen

- Potentielle Verdunstung Penman-Wendling
- Aktuelle Verdunstung Ansatz nach Disse (1995)
- Schnee: Tag-Grad Verfahren + Snow Compaction

# Datengrundlage

- Boden: Verschneidung + Homogenisierung JRC European Soil Database + BUEK 1000
- Landnutzung: Corine Landcover CLC 2006 (+ Schweiz 1992-1997)
- DEM: Hydrosheds
- Meteorologie Modellerstellung: HYRAS Niederschlag + Temperatur (außerhalb HYRAS-Gebiet E-OBS); Globalstrahlung JRC-MARS (zusätzlich Vergleich mit HYRAS)



- Aufbau Datenbank über anthropogene Beeinflussungen im Gebiet
- Identifizierung der maßgebenden Überleitungen, Speicher, Talsperren
- Einbau in LARSIM-ME

## Isar

**x** nicht in LARSIM-ME



# Regionalisierungsverfahren

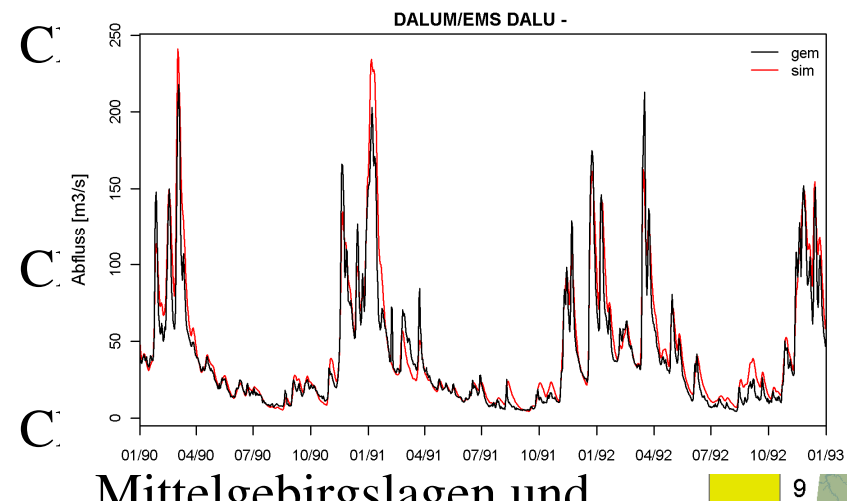
- These: mit regionalisierten Parametersätzen robustere Aussagen bei instationären Klimabedingungen (z. B. Klimawandel) möglich
- Gebiete mit ähnlichen Gebietseigenschaften sollen ähnliche Parameterkombinationen in LARSIM erhalten

## Vorgehen

- Ableitung von Clustern mit ähnlichen Gebietseigenschaften an Hand von hydrologischen Kenngrößen für relativ unbeeinflusste Gebiete (132 Pegel)
- ➔ Wahl von 9 Clustern
- Reklassifizierung an Hand von Geokenngrößen und Anwendung auf das gesamte Modellgebiet
  - Kalibrierung von 6 – 12 Pegeln pro Cluster zur Ableitung der Parameterbandbreiten und der regionalisierten Modellparameter (Klassenmittelwerte)
  - Feinkalibrierung Obere Donau (ohne Inn) und Elbe innerhalb der Parameterbandbreiten pro Cluster (Widerspruch zu These?)

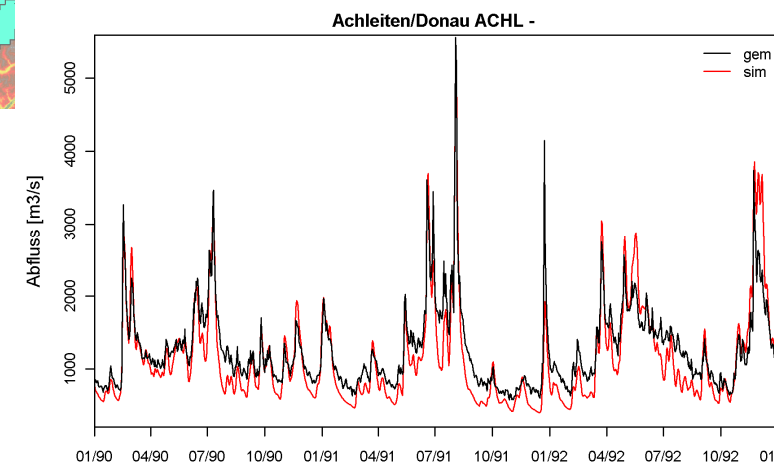
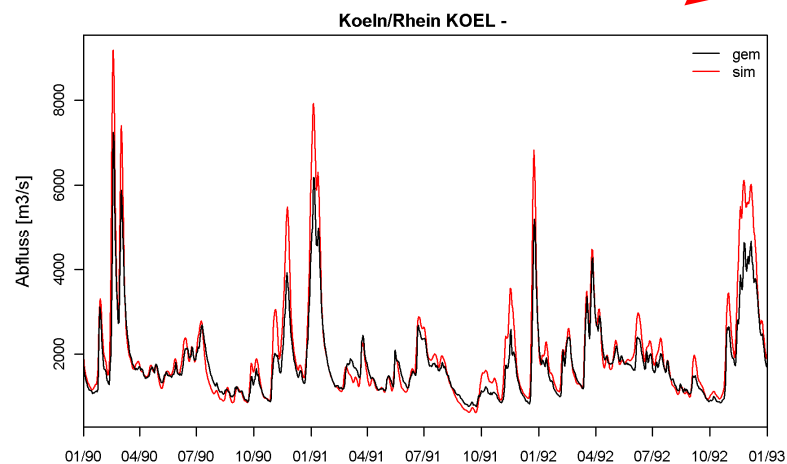
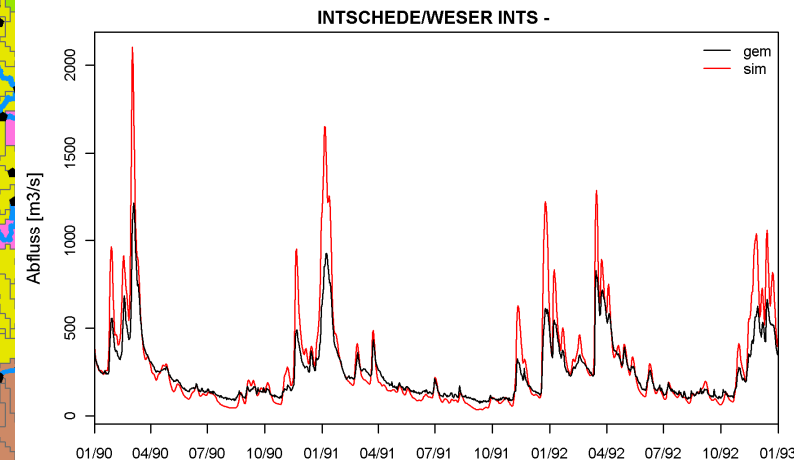
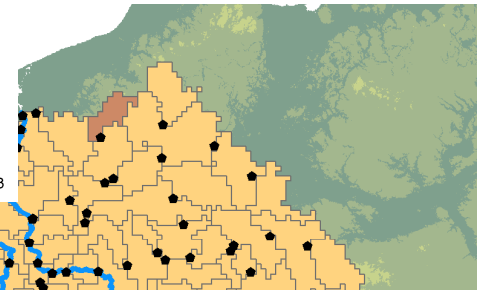
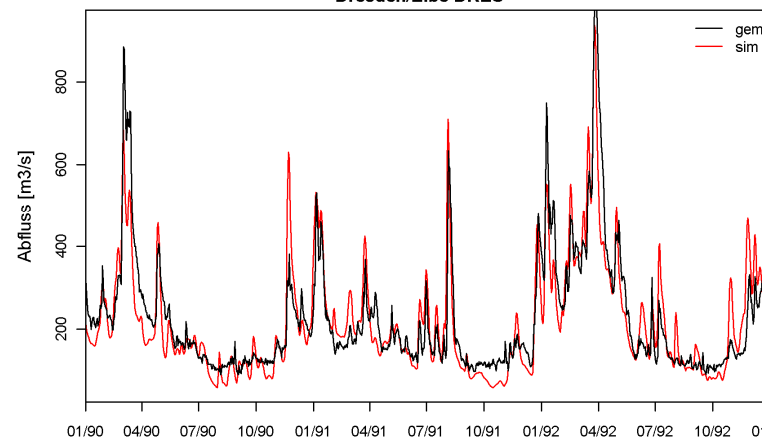
# Clustergebiete

## Cluster 7, 8: „Gebirge“



Mittelgebirgslagen und  
Tiefland“

9



# Parameterbandbreiten pro Cluster

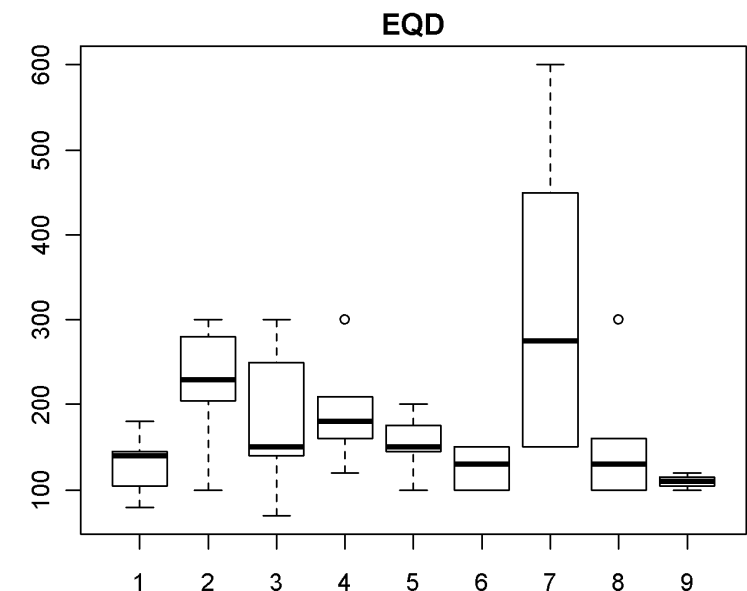
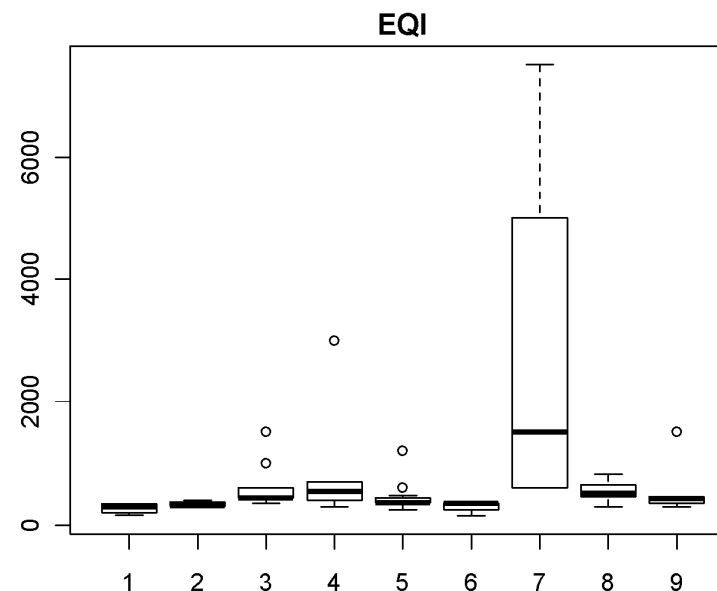
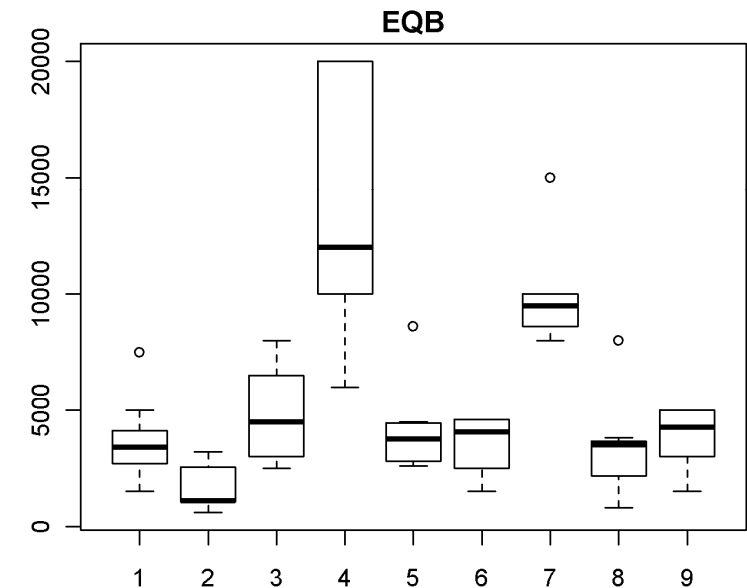
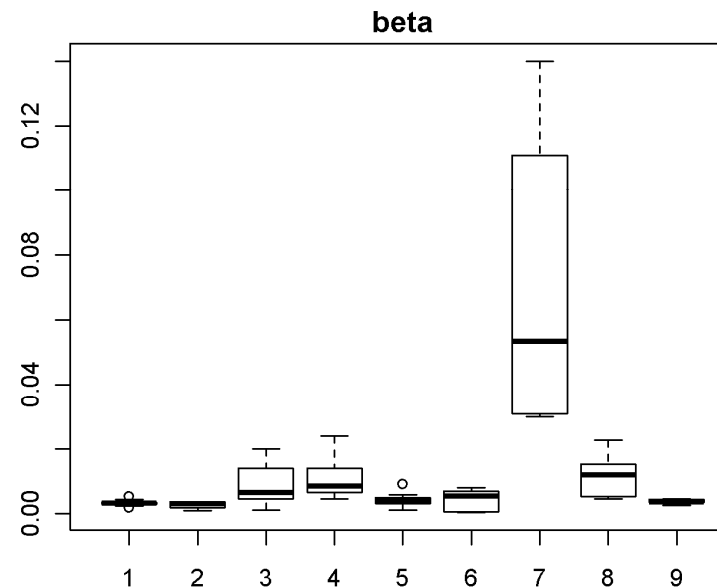
Cluster 7, 8: „Gebirge“

Cluster 3: „Gebirge, tiefere  
Lagen und obere  
Mittelgebirgslagen“

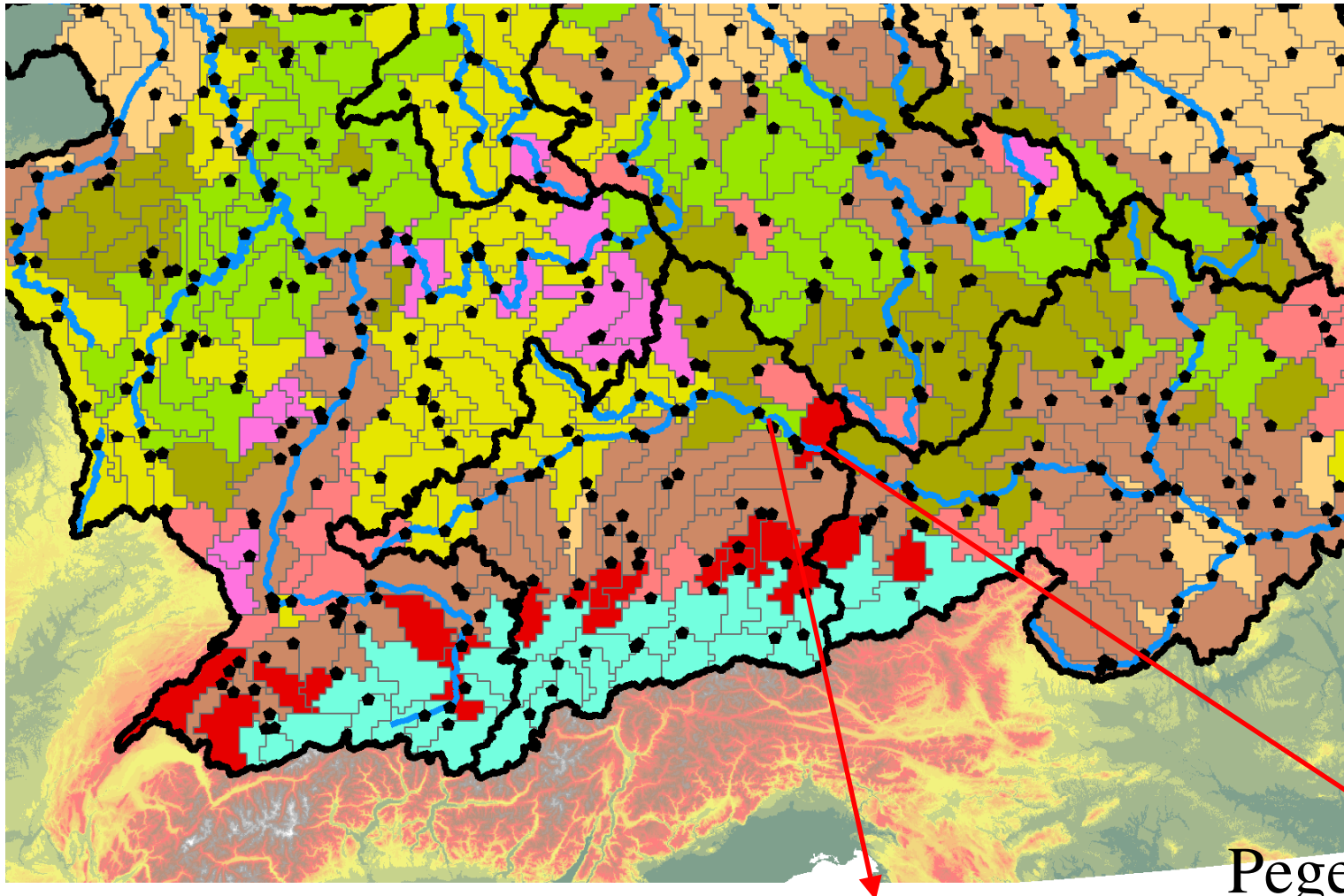
Cluster 1, 5, 9, 4:  
„Mittelgebirge“

Cluster 2, 6: „untere (flache)  
Mittelgebirgslagen und  
Tiefland“

Kalibrierung:  
6 - 12 Pegel pro Cluster



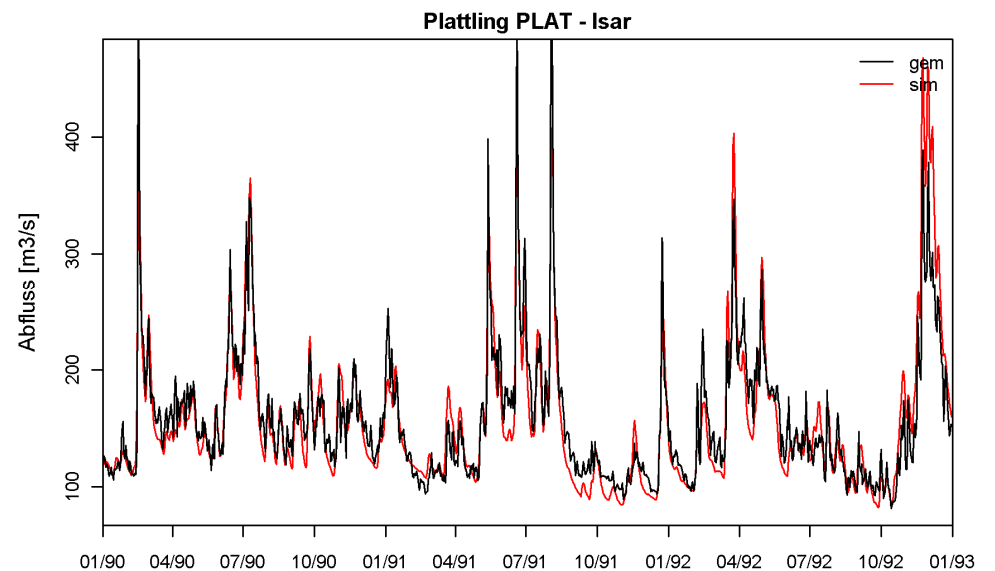
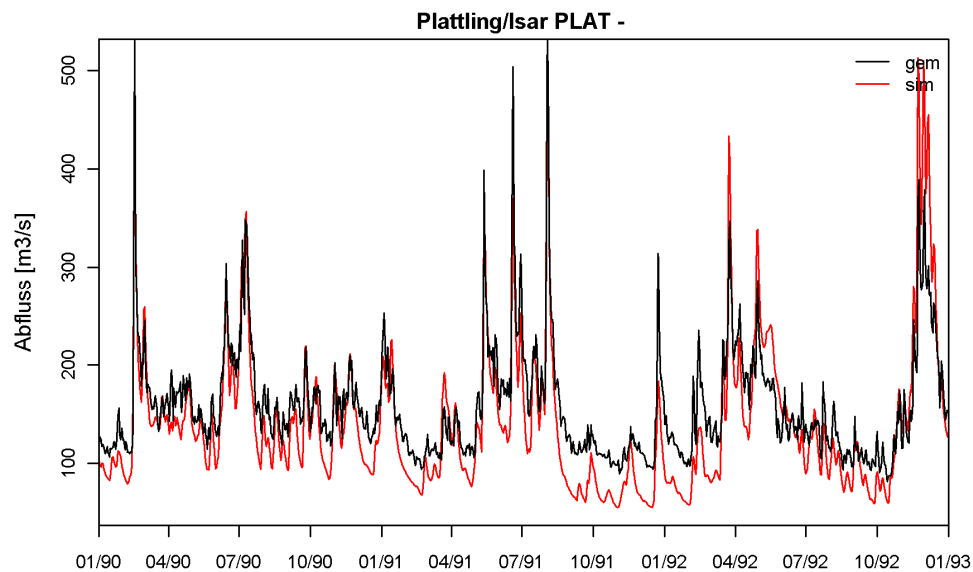
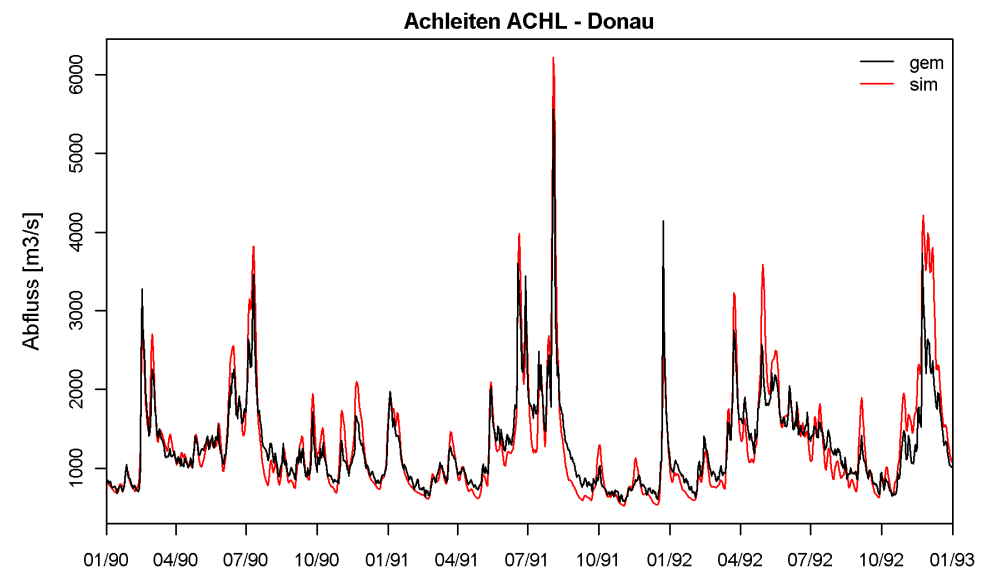
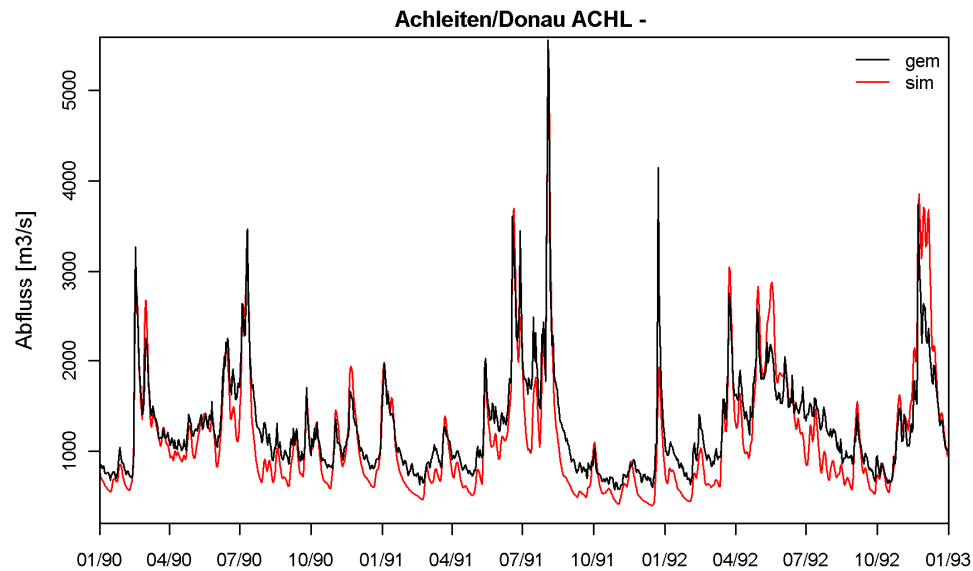
# Feinkalibrierung Donau



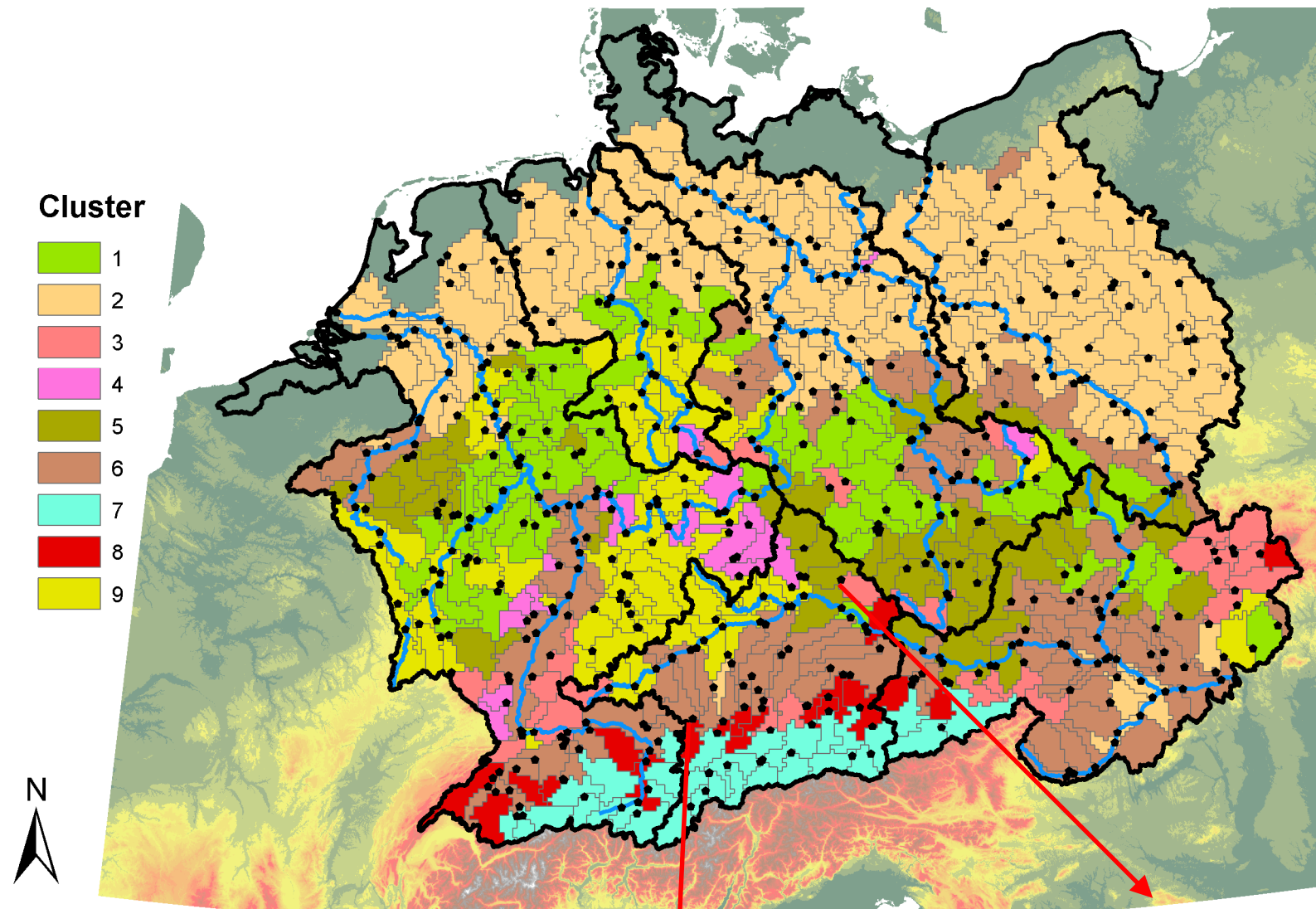
Pegel Achleiten - Donau

Pegel Plattling - Isar

# Feinkalibrierung Donau



# Cluster Parameterunsicherheit



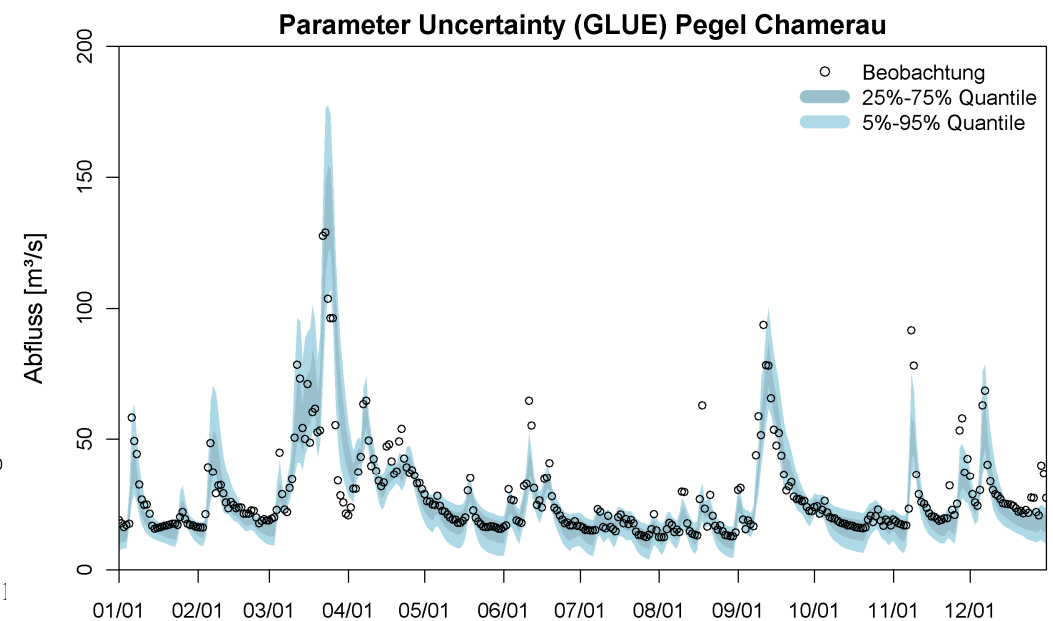
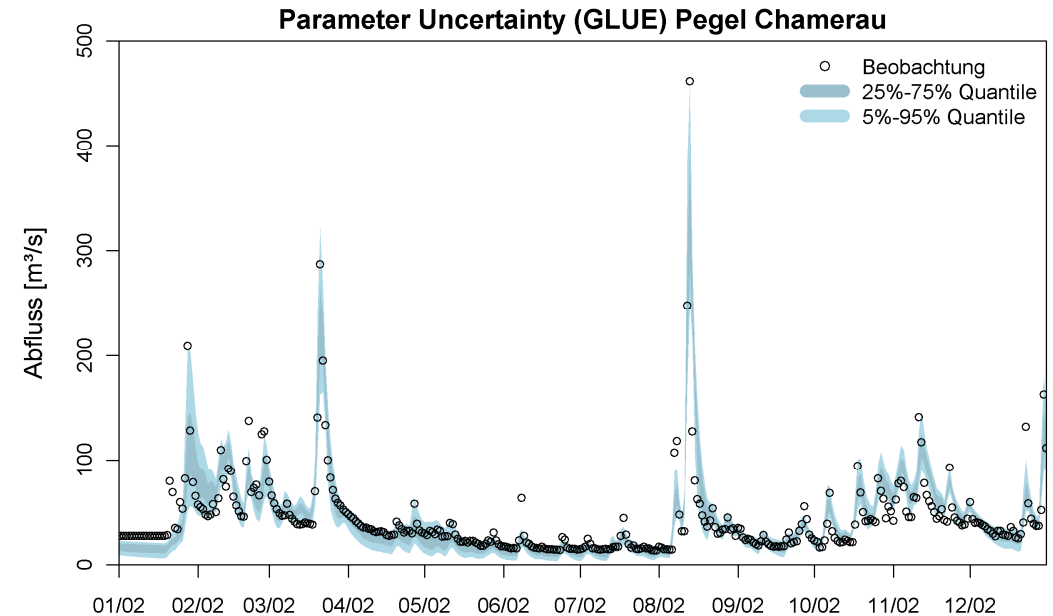
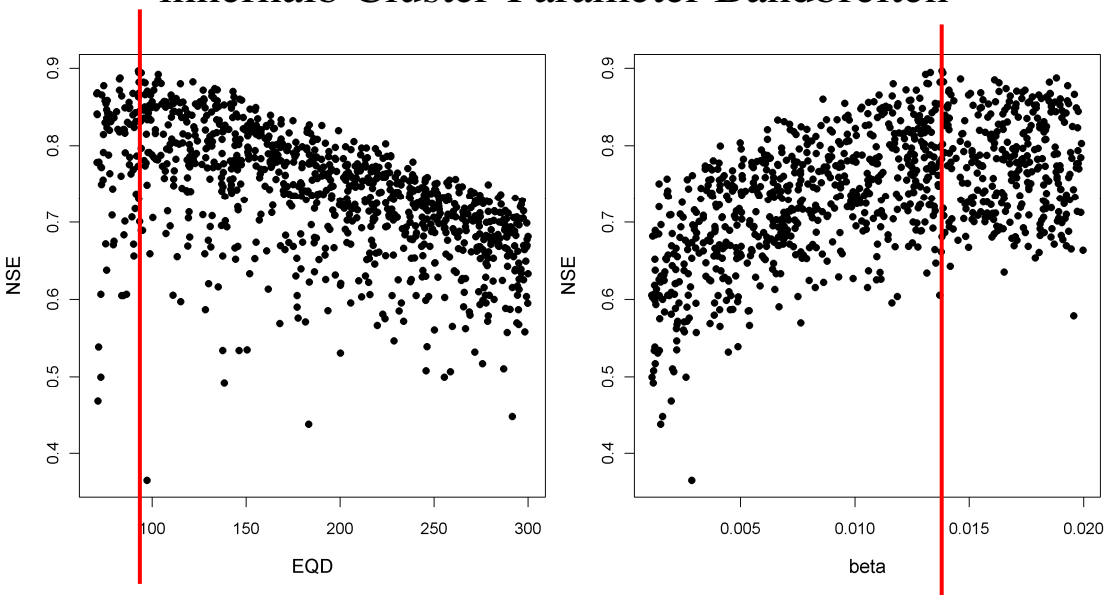
Cluster 8: Pegel Kempten

Cluster 3: Pegel Chamerau

# Cluster Parameterunsicherheit

## Pegel Chamerau – Regen:

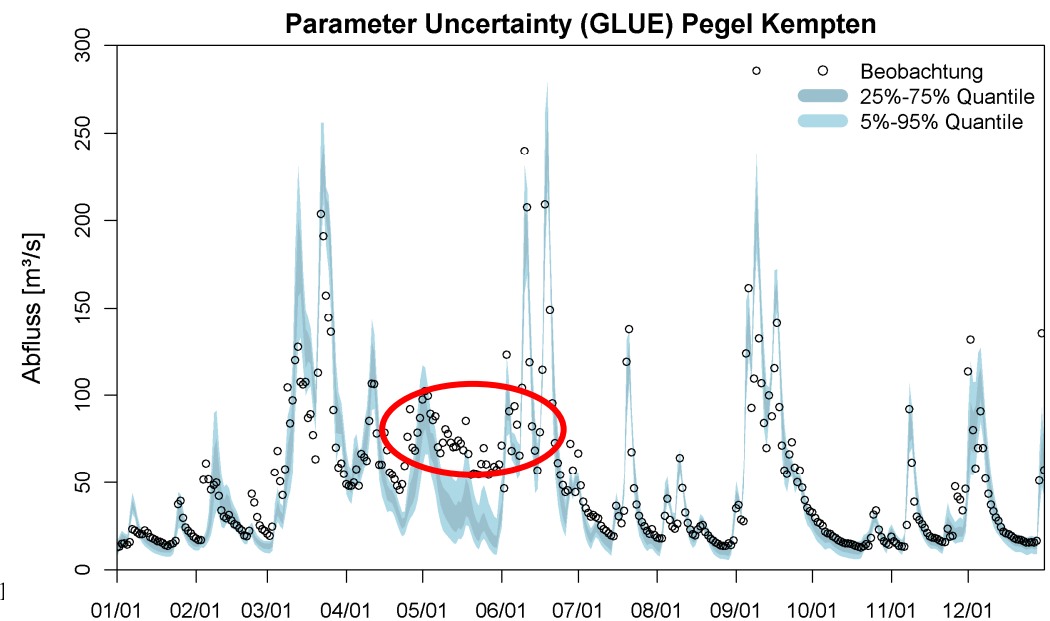
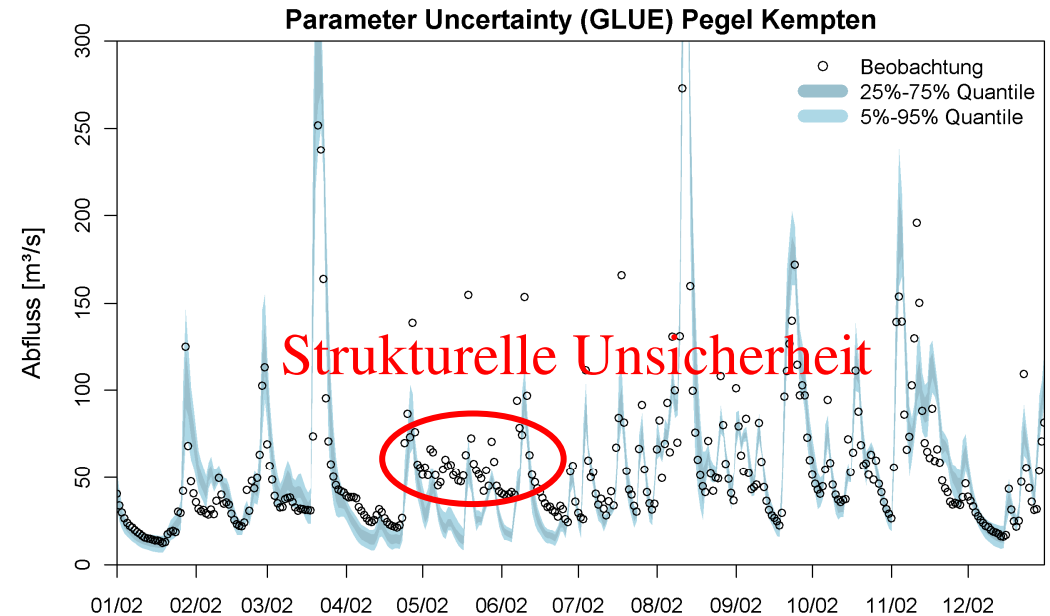
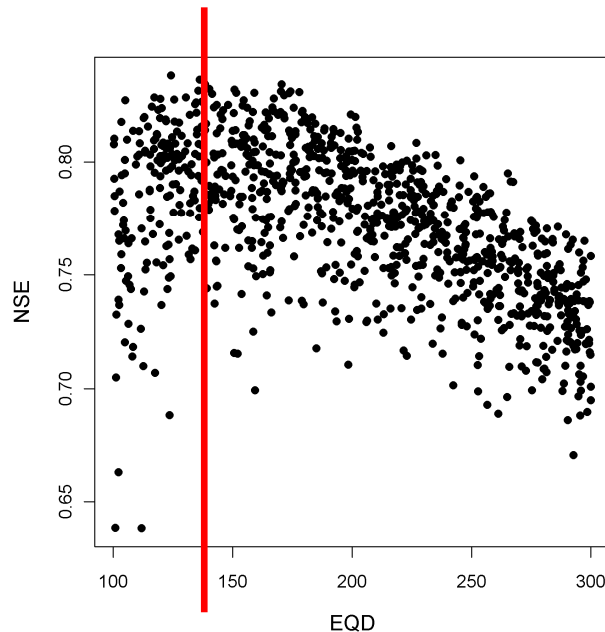
- Cluster 3: „Gebirge, tiefere Lagen und obere Mittelgebirgslagen“
- GLUE-Analyse mit 1000 Parametersätzen
- Variation Parameter: beta, EQB, EQI, EQD, Dmin, Dmax, TGr, GTF, BSF
- Parametervariation gleichverteilte Zufallszahlen innerhalb Cluster-Parameter Bandbreiten



# Cluster Parameterunsicherheit

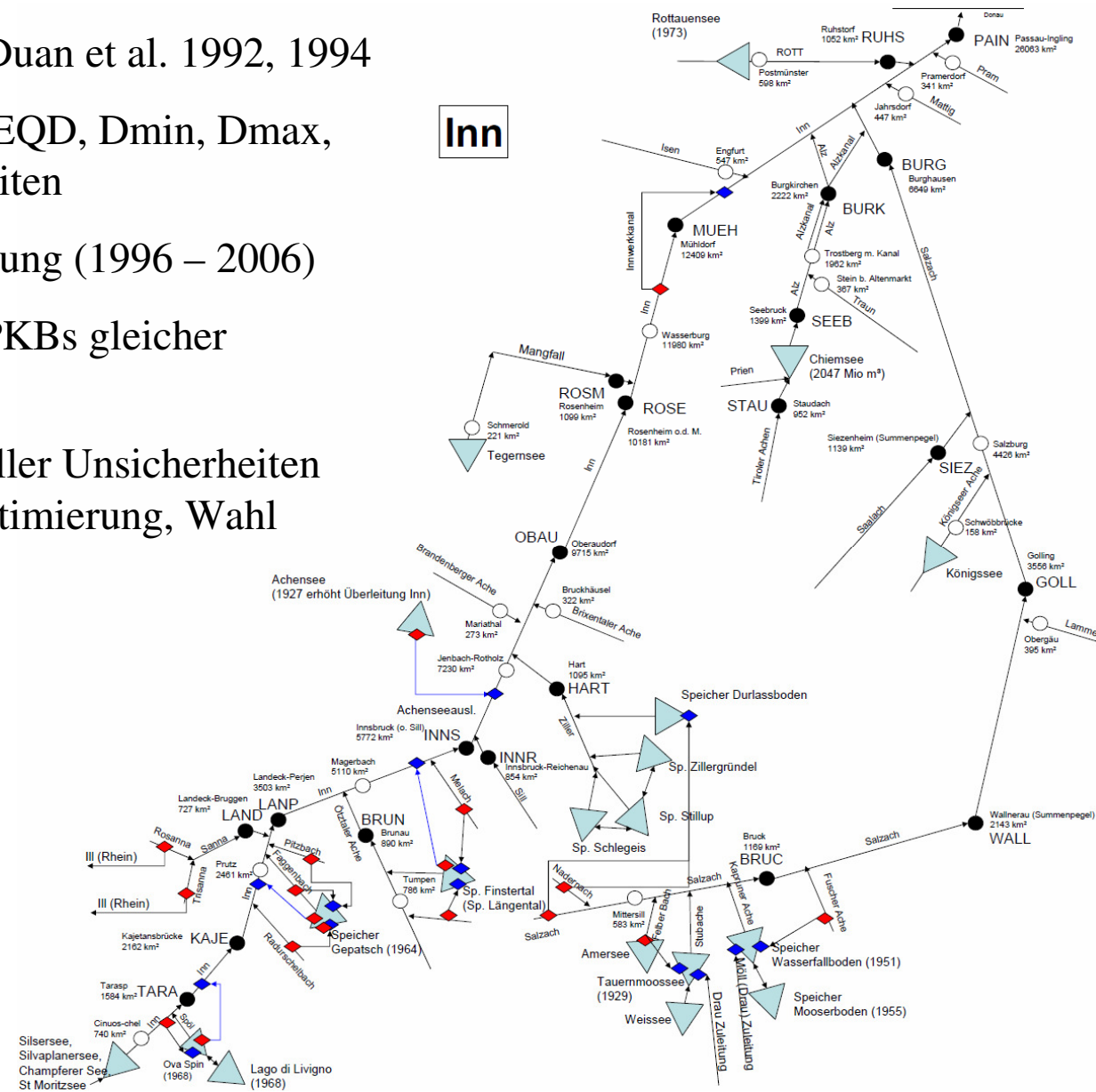
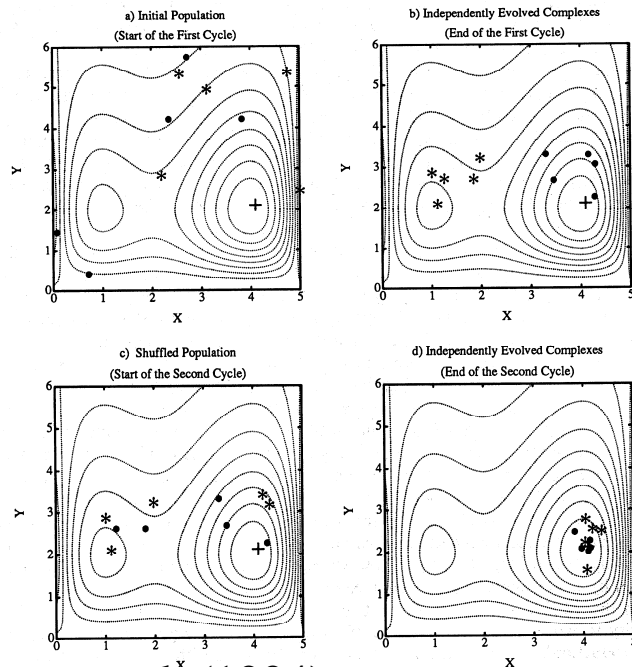
## Pegel Kempten - Iller:

- Cluster 8: „Gebirge“
- GLUE-Analyse mit 1000 Parametersätzen
- Variation Parameter: beta, EQB, EQI, EQD, Dmin, Dmax, TGr, GTF, BSF
- Parametervariation gleichverteilte Zufallszahlen innerhalb Cluster-Parameter Bandbreiten

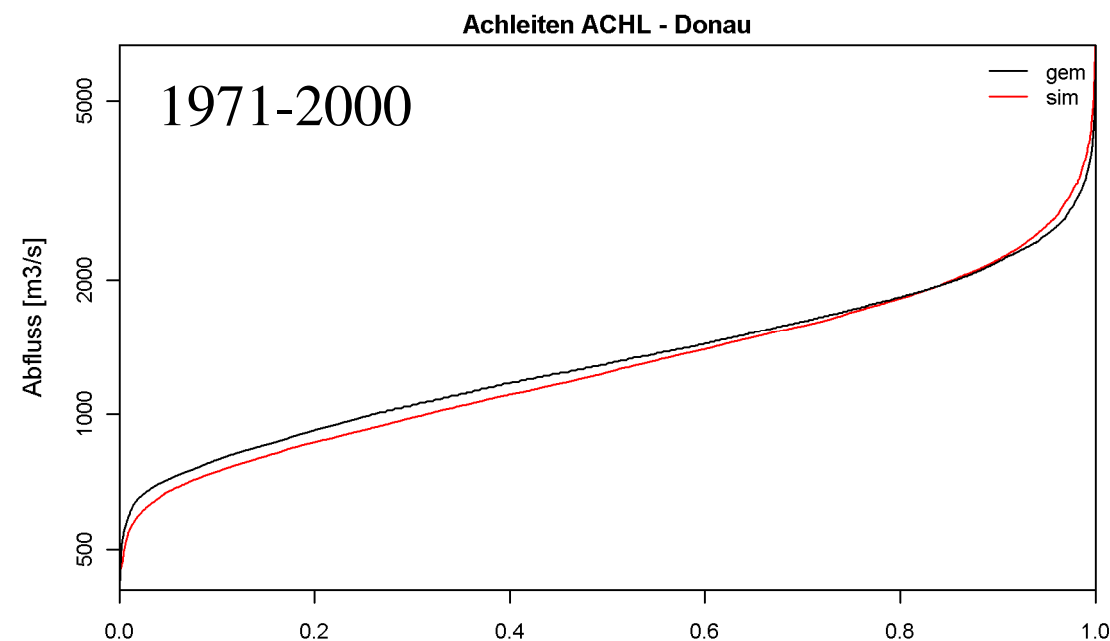
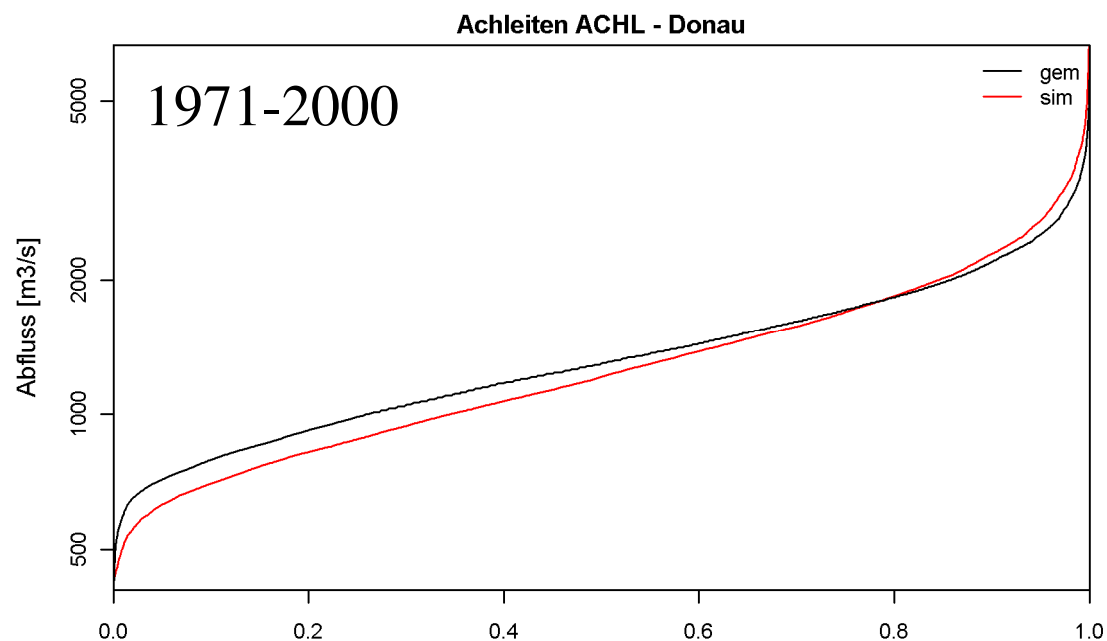
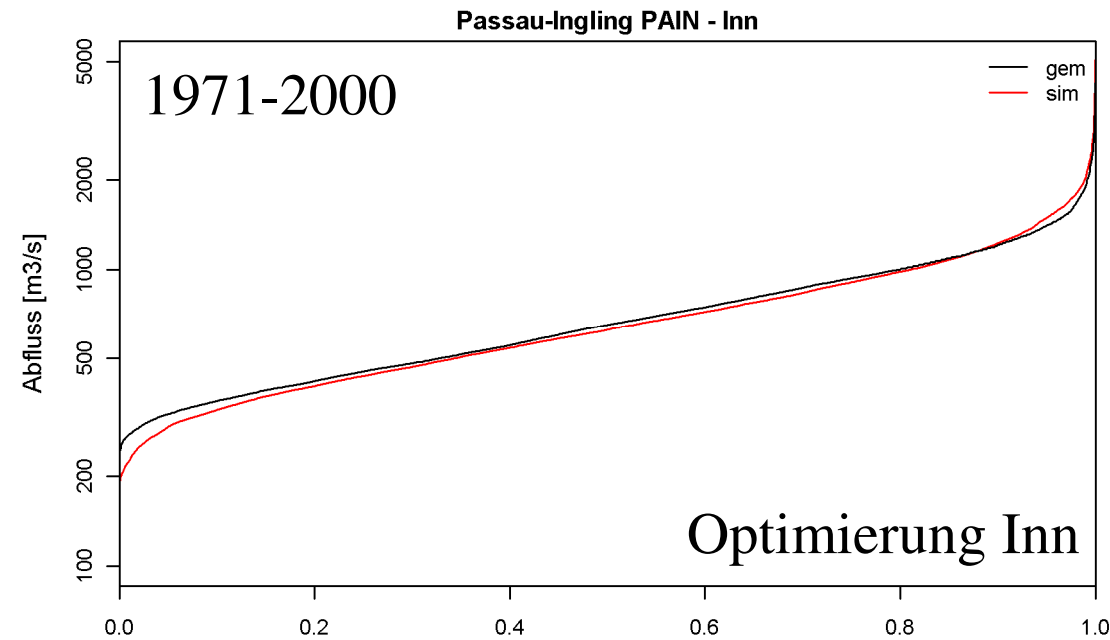
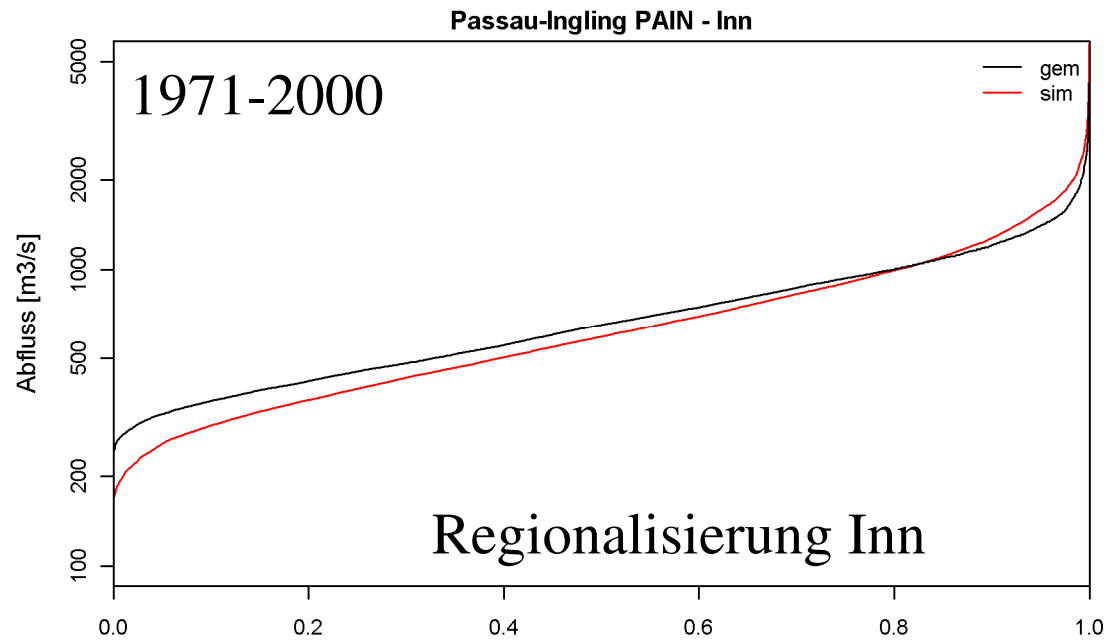


# Automatische Optimierung Inn-Gebiet

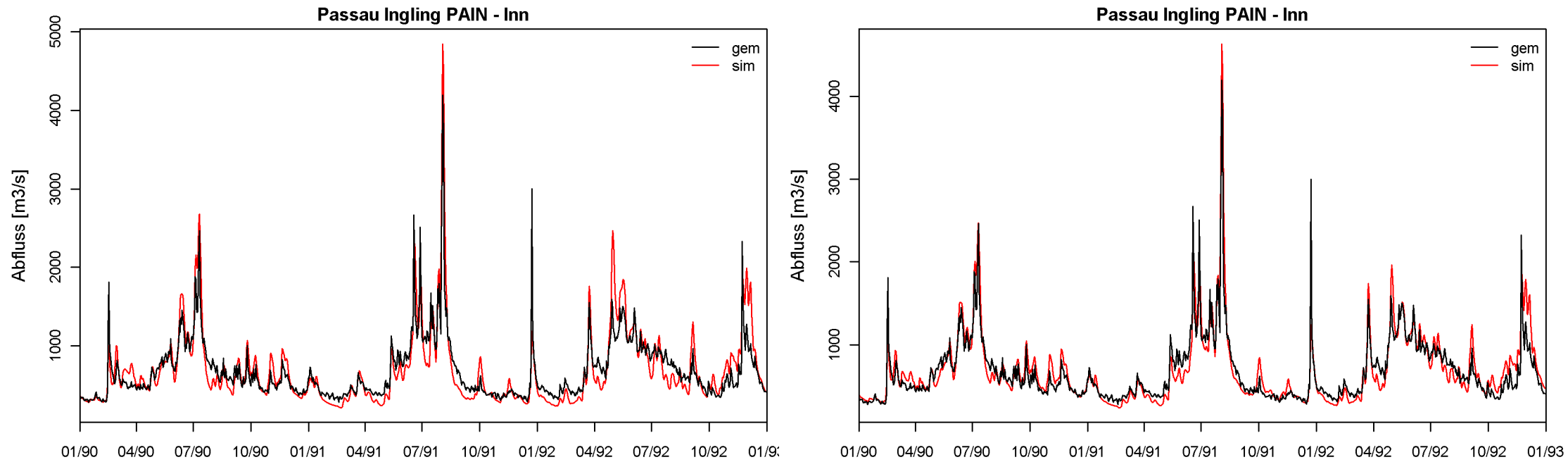
- Shuffled Complex Evolution (SCE-UA) Duan et al. 1992, 1994
- Optimierung Parameter beta, EQB, EQI, EQD, Dmin, Dmax, TGr, GTF, BSF innerhalb Clusterbandbreiten
- Einzeloptimierung der PKBs in Fließrichtung (1996 – 2006)
- Tlw. gemeinsame Optimierung mehrere PKBs gleicher Clusterzugehörigkeit
- Ziel: Möglichst keine Korrektur struktureller Unsicherheiten (z.B. Schneeprozesse) durch Parameteroptimierung, Wahl Gütekriterium  $\log r^2$



# Ergebnisse automatische Optimierung



# Ergebnisse automatische Optimierung

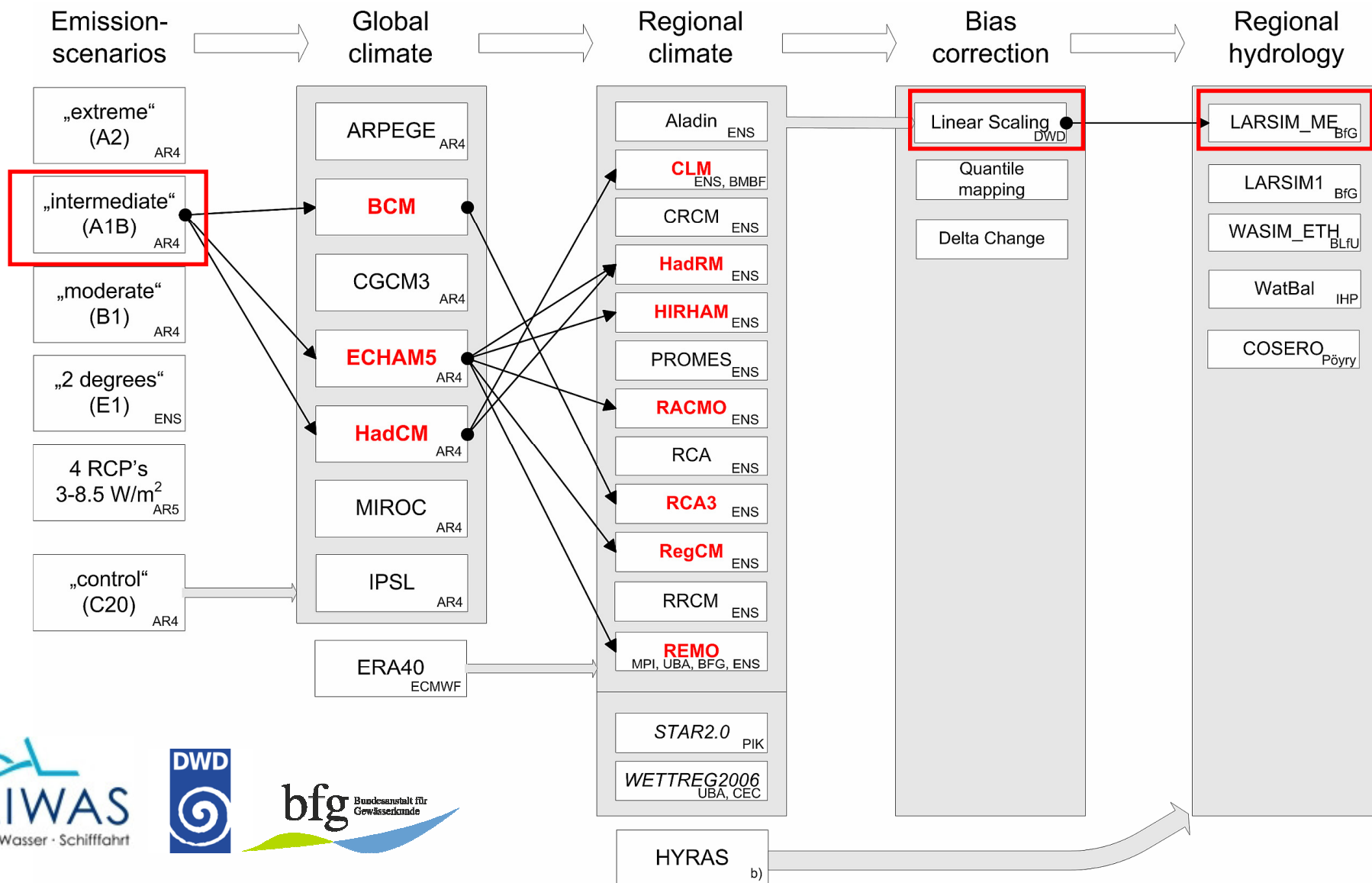


Regionalisierung

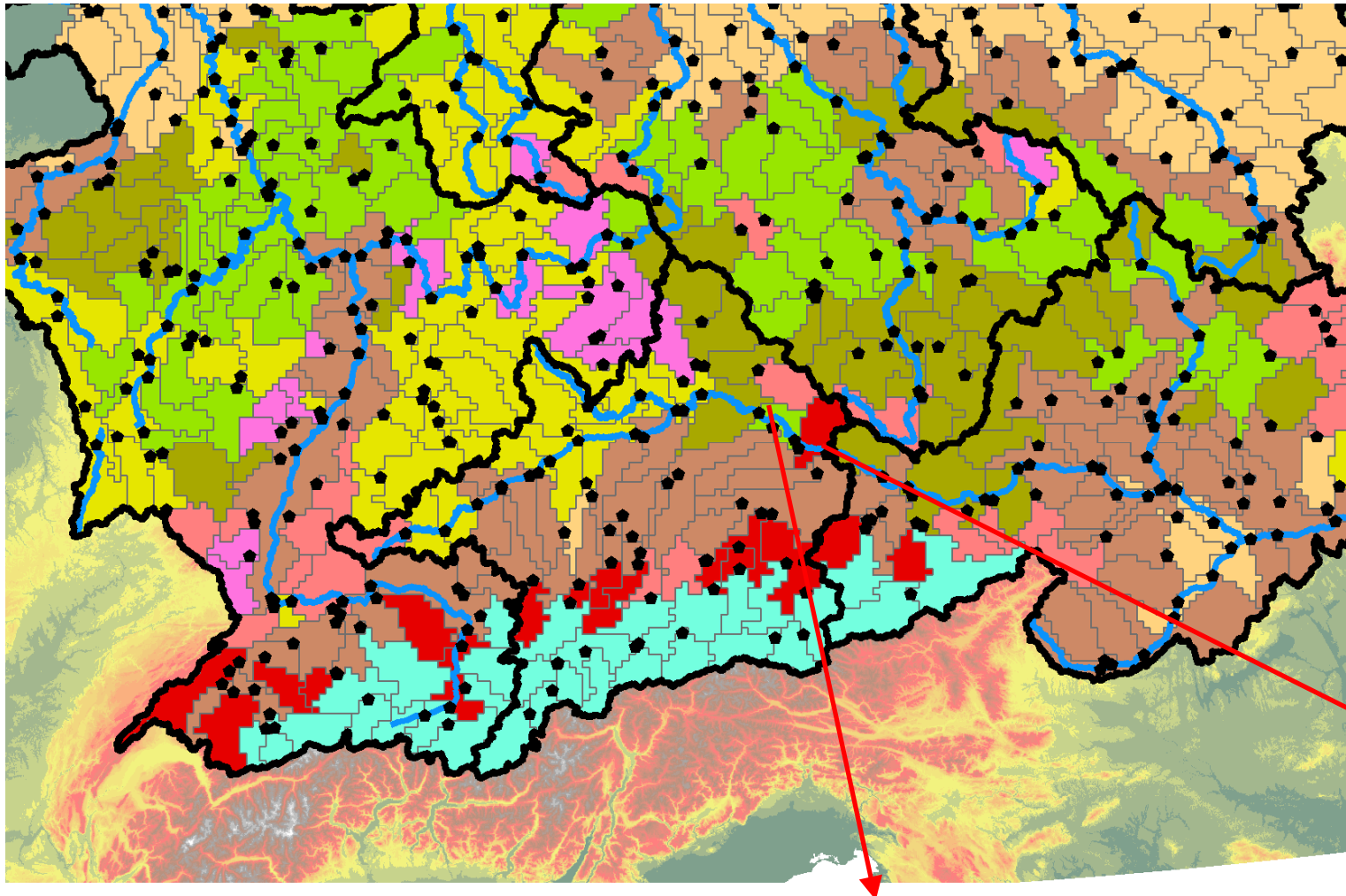
Optimierung

Gütemaß (1971-2000)	Regionalisierung (Inn) Passau-Ingling	Optimierung (Inn) Passau-Ingling	Regionalisierung (Inn) Achleiten	Optimierung (Inn) Achleiten
$\log R^2$	0,82	0,84	0,87	0,88
$R^2$	0,81	0,84	0,86	0,87
NSE	0,7	0,8	0,78	0,83
$\log NSE$	0,71	0,81	0,79	0,84
NSE mon	0,83	0,89	0,86	0,89

# Abflussprojektionen



# Abflussprojektionen Donau

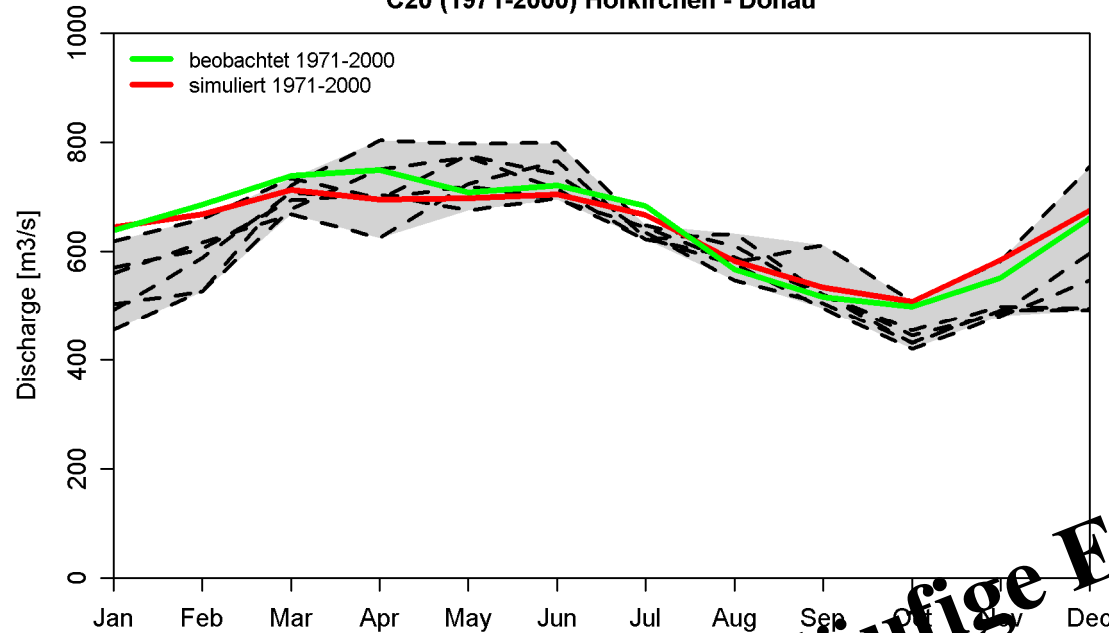


Pegel Achleiten

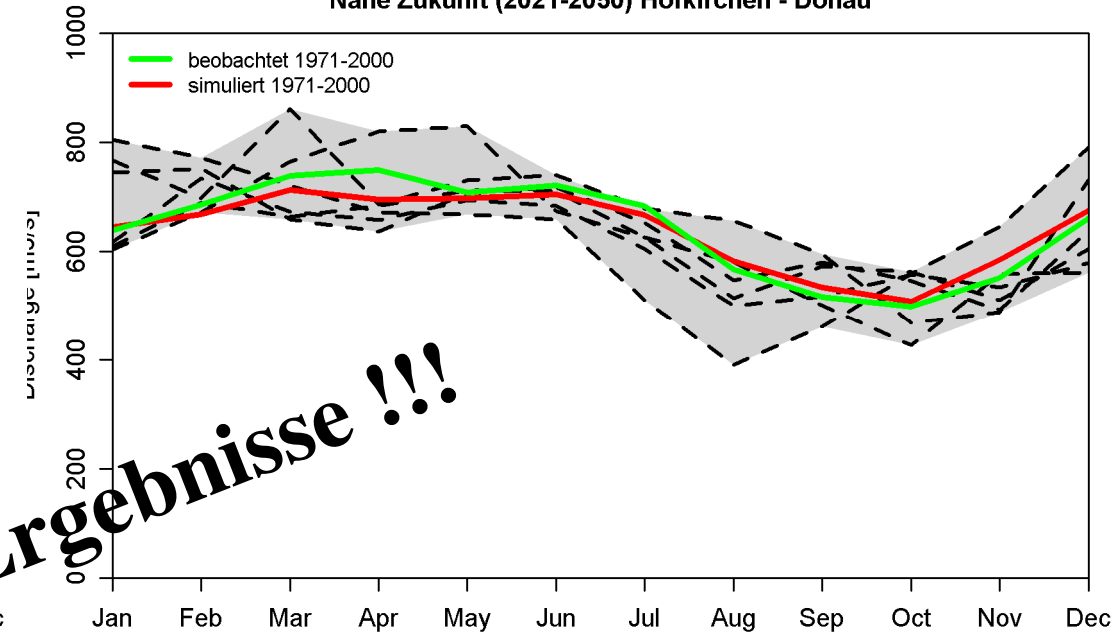
Pegel Hofkirchen

# Donau (6 Klimaprojektionen)

C20 (1971-2000) Hofkirchen - Donau

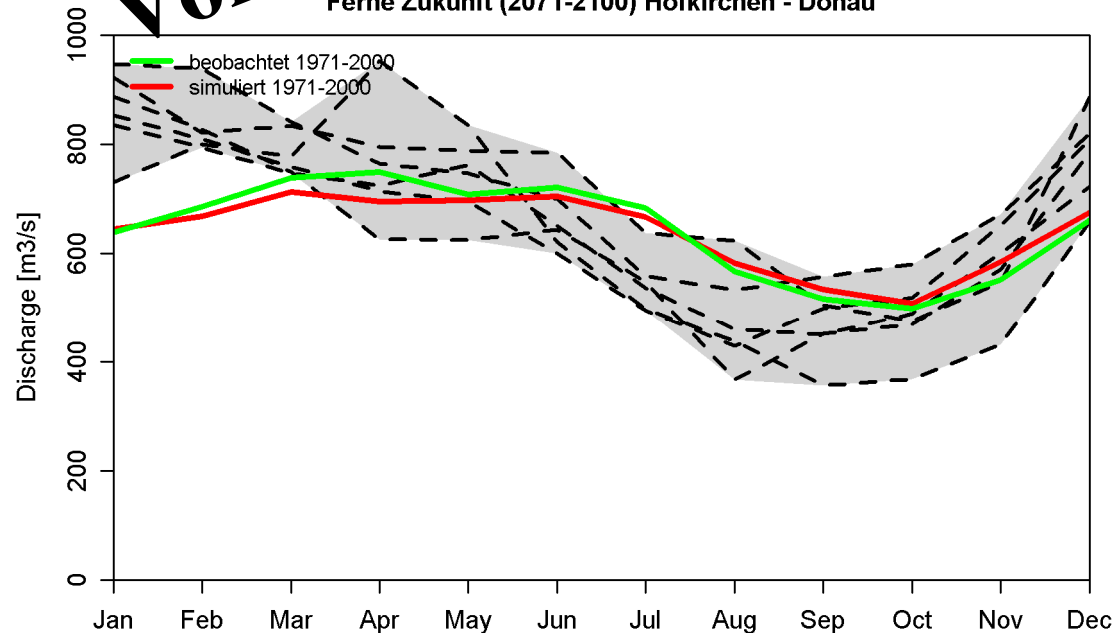


Nahe Zukunft (2021-2050) Hofkirchen - Donau



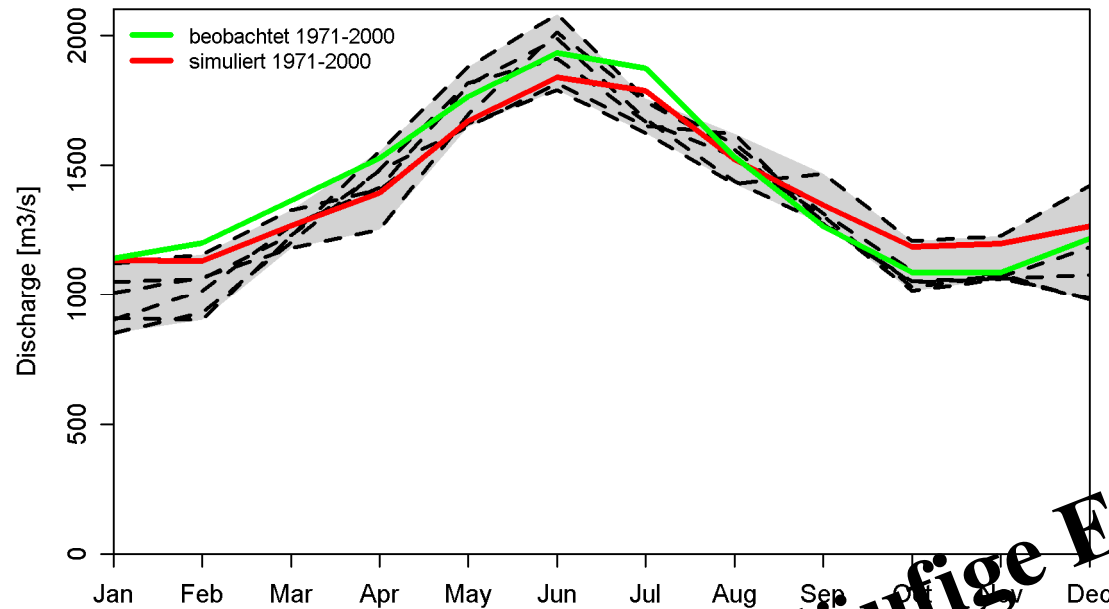
**Vorläufige Ergebnisse !!!**

Ferne Zukunft (2071-2100) Hofkirchen - Donau

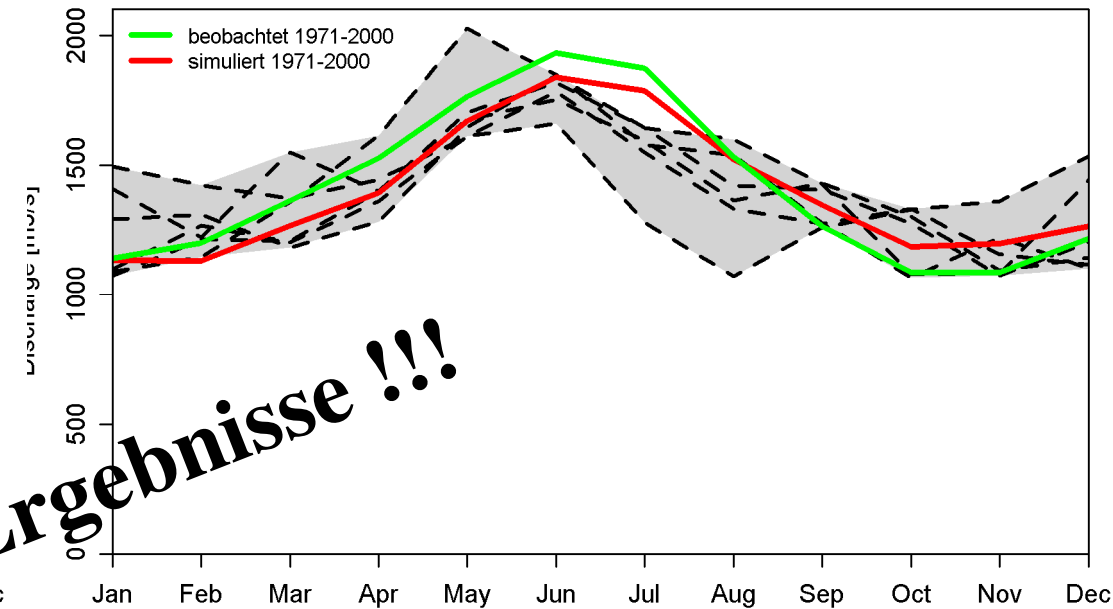


# Donau (6 Klimaprojektionen)

C20 (1971-2000) Achleiten - Donau

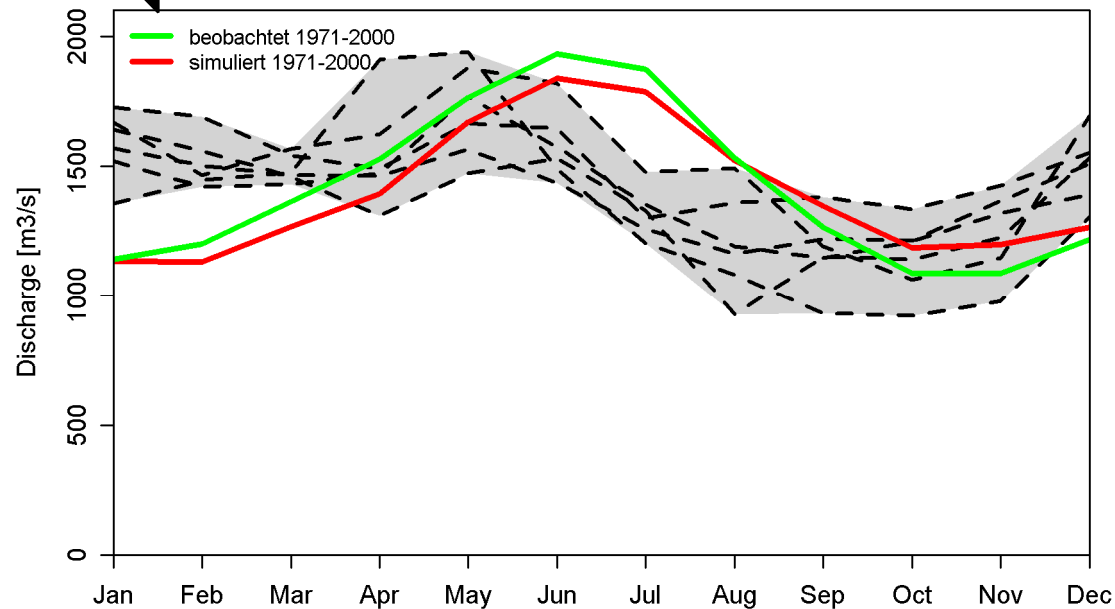


Nahe Zukunft (2021-2050) Achleiten - Donau



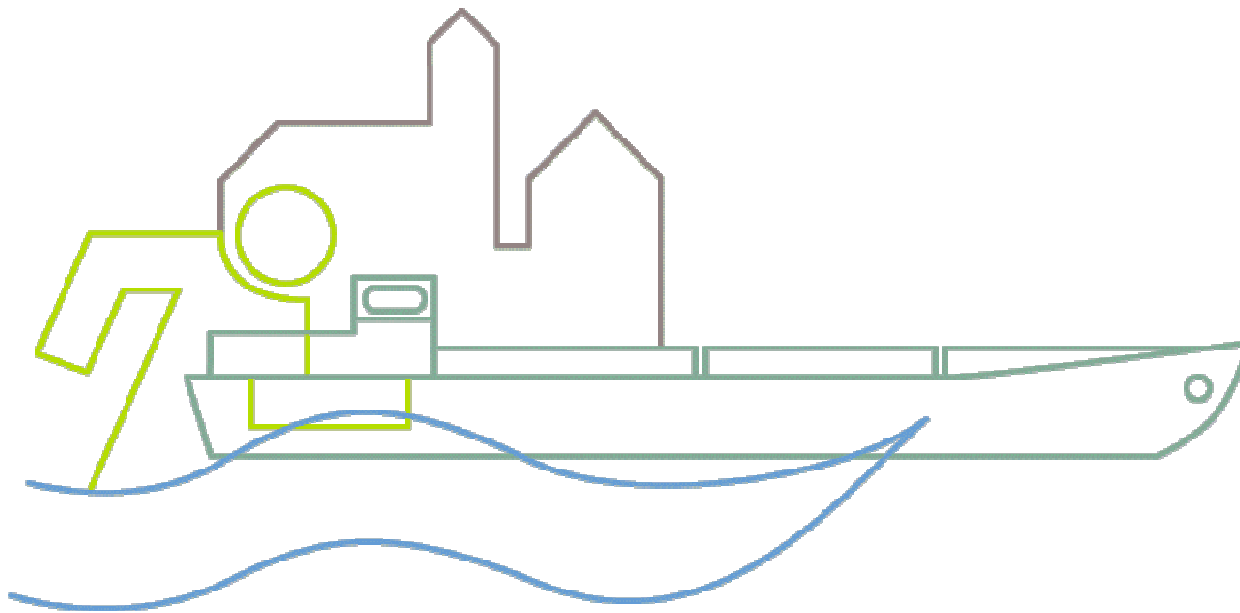
**Vorläufige Ergebnisse !!!**

Ferne Zukunft (2071-2100) Achleiten - Donau



# Ausblick

- Prozessierung und detaillierte Auswertung Klimaprojektionen im Rahmen von KLIWAS
- Analyse Einfluss unterschiedlicher Verdunstungsansätze auf Wasserhaushalt
- Analyse unterschiedlicher Beobachtungsdatensätze auf Wasserhaushalt
- Berücksichtigung der Höhenverteilung in den LARSIM-Elementen (5km x 5km) in den alpinen Bereichen erforderlich
- Weiterentwicklung Modelle Rhein und Weser (Einbau Speicher, Überleitungen, Feinkalibrierung)
- Verbesserung Regionalisierungsverfahren



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Bastian Klein  
Referat M2 - Wasserhaushalt, Vorhersagen, Prognosen  
Bundesanstalt für Gewässerkunde  
Am Mainzer Tor 1  
56068 Koblenz

Tel.: 0261/1306-5256, Fax: 0261/130-5280  
E-Mail: [klein@bafg.de](mailto:klein@bafg.de)  
[www.bafg.de](http://www.bafg.de)

Projektteam:

Klein, B., Carambia, M., Lingemann, I.,  
Hohenrainer, J., Krahe, P., Nilson, E. (BfG)  
Wolf-Schumann, U., Buchholz, O., Dorp, M.,  
Hellbach, C. (Hydrotec)  
Richter, K.-G., Elpers, C., Hunger, M., Krauter,  
G., Vollmer, S. (Aquantec)