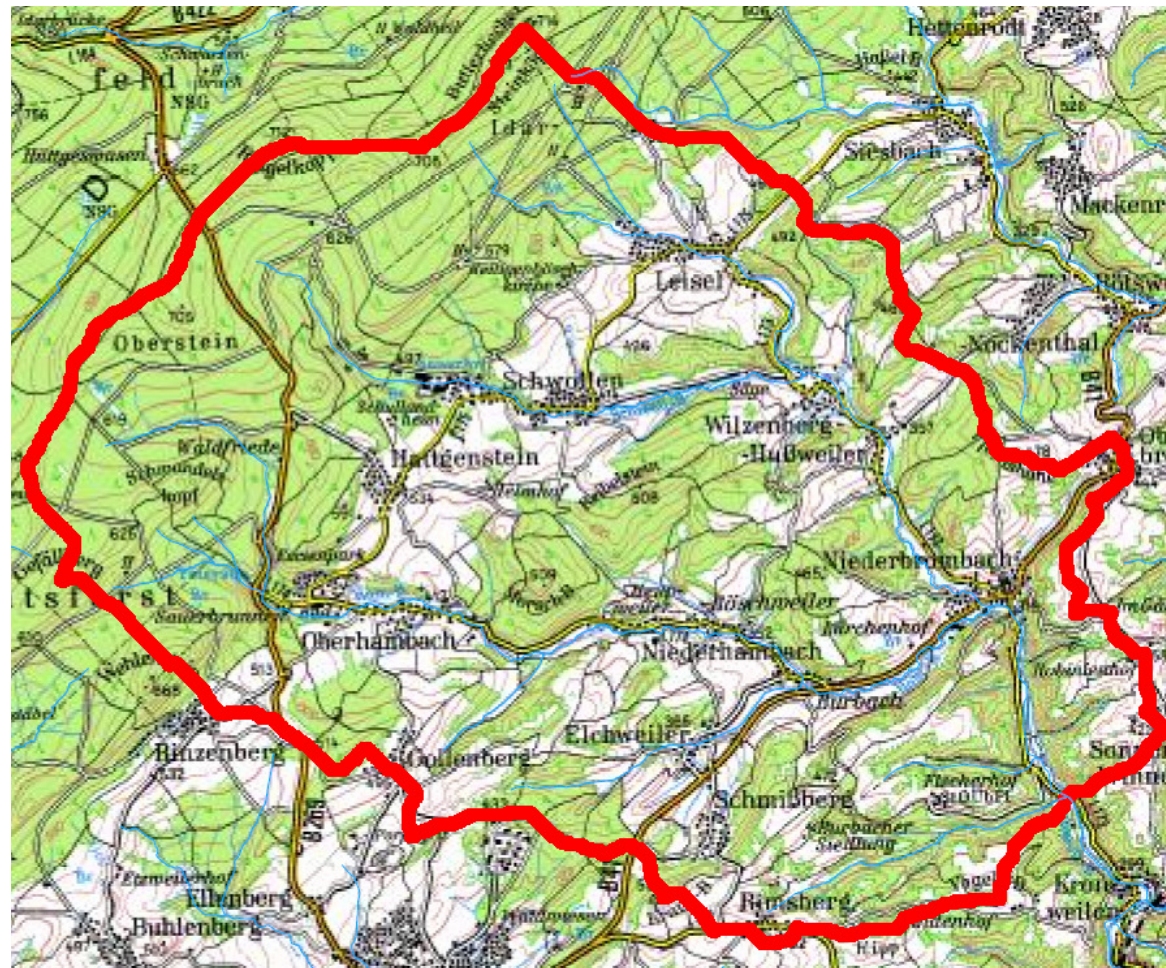


# Nutzung der Abflussprozesskarte in LARSIM: Möglichkeiten und Grenzen

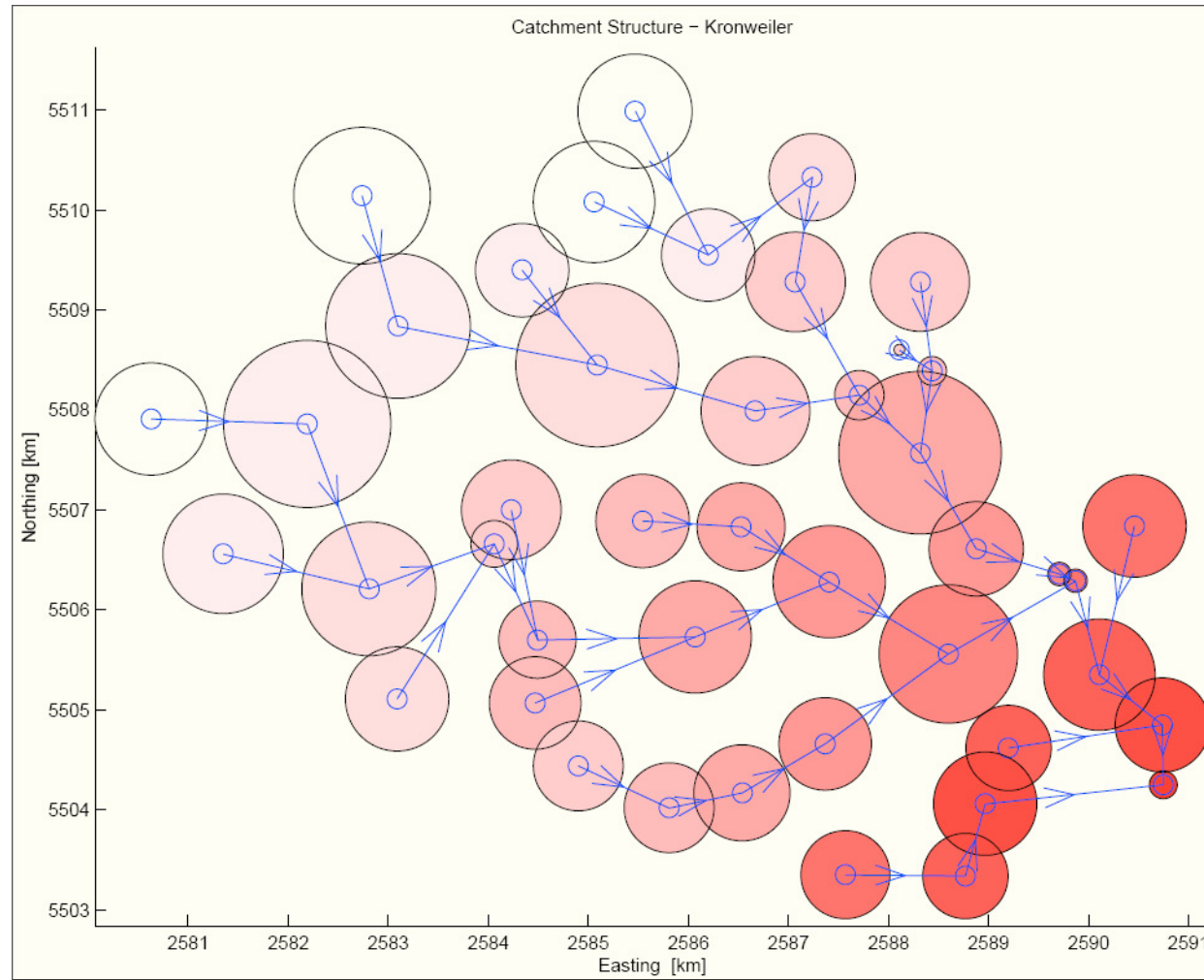
Oliver Gronz

- Problemstellung: Homogene Bodenparameter in LARSIM
- Zielsetzung: Nutzung der Abflussprozesskarte
- Skalierung der inhomogenen Parameter durch Bilanz und Dämpfung
- Varianten der Gebietsspeicher
- Ergebnisse
- Fazit und Ausblick

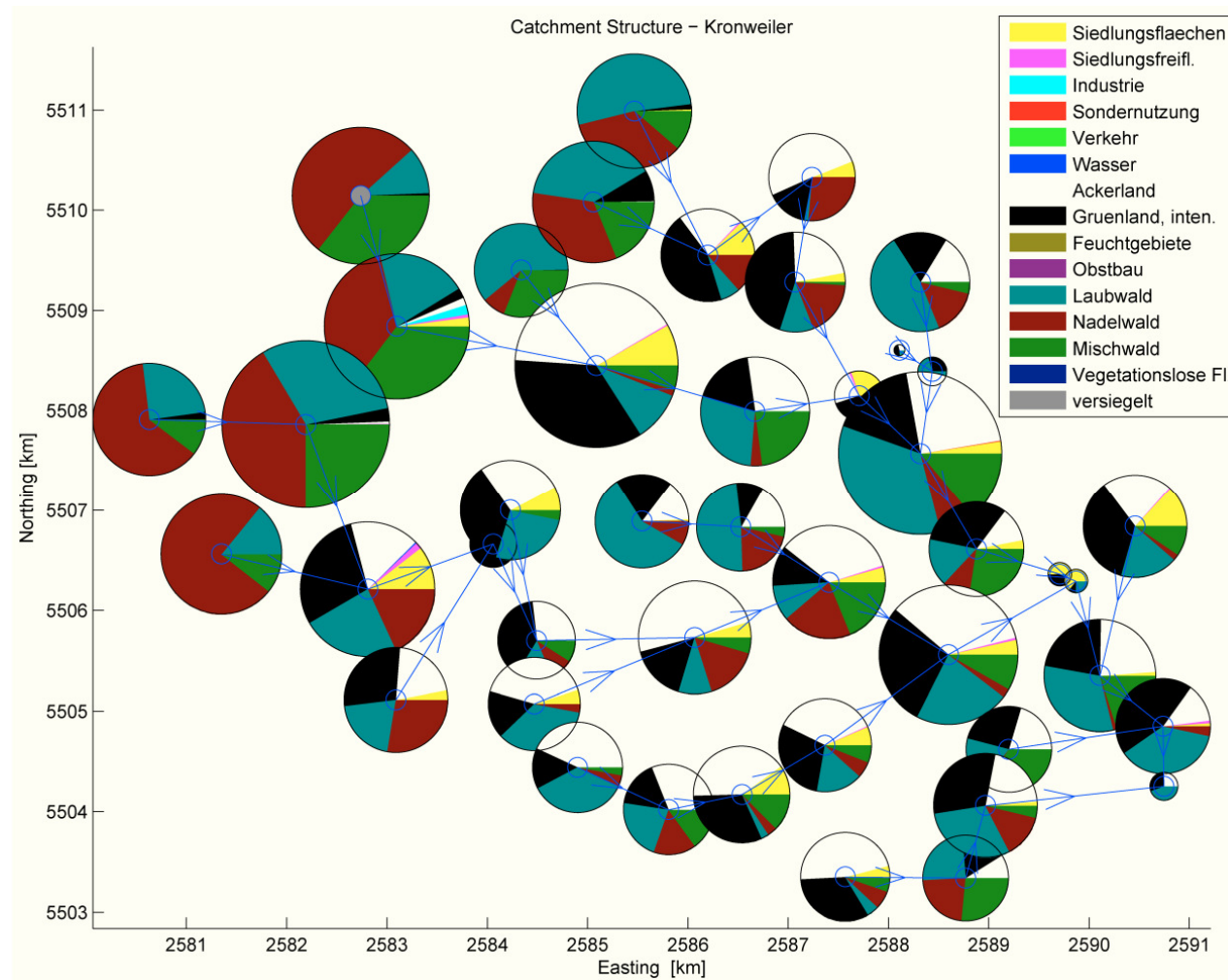
## Ein Einzugsgebiet ...



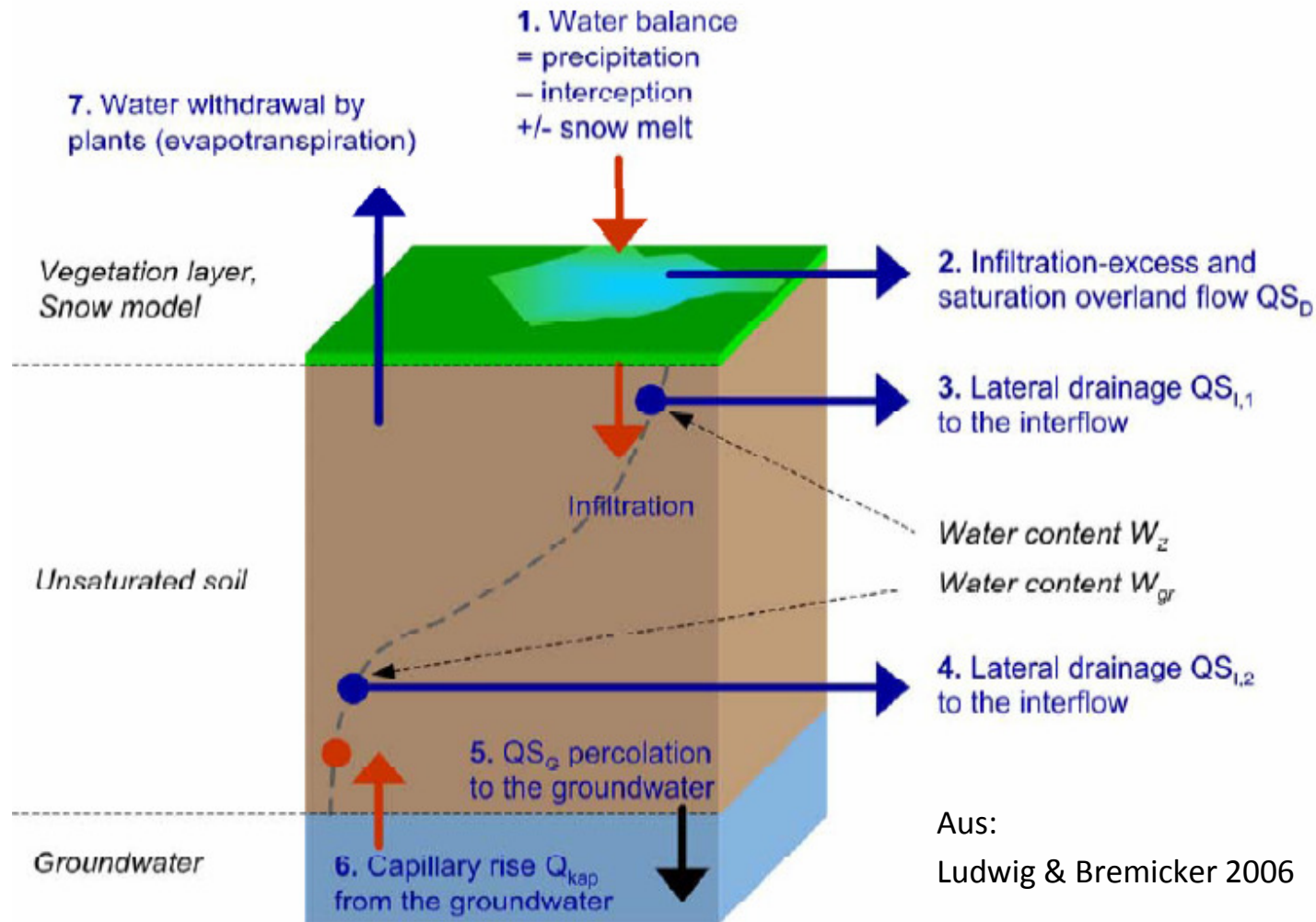
## ... in LARSIM



# Aufteilung in Kompartimente



# Das Bodenmodul



Aus:

Ludwig & Bremicker 2006

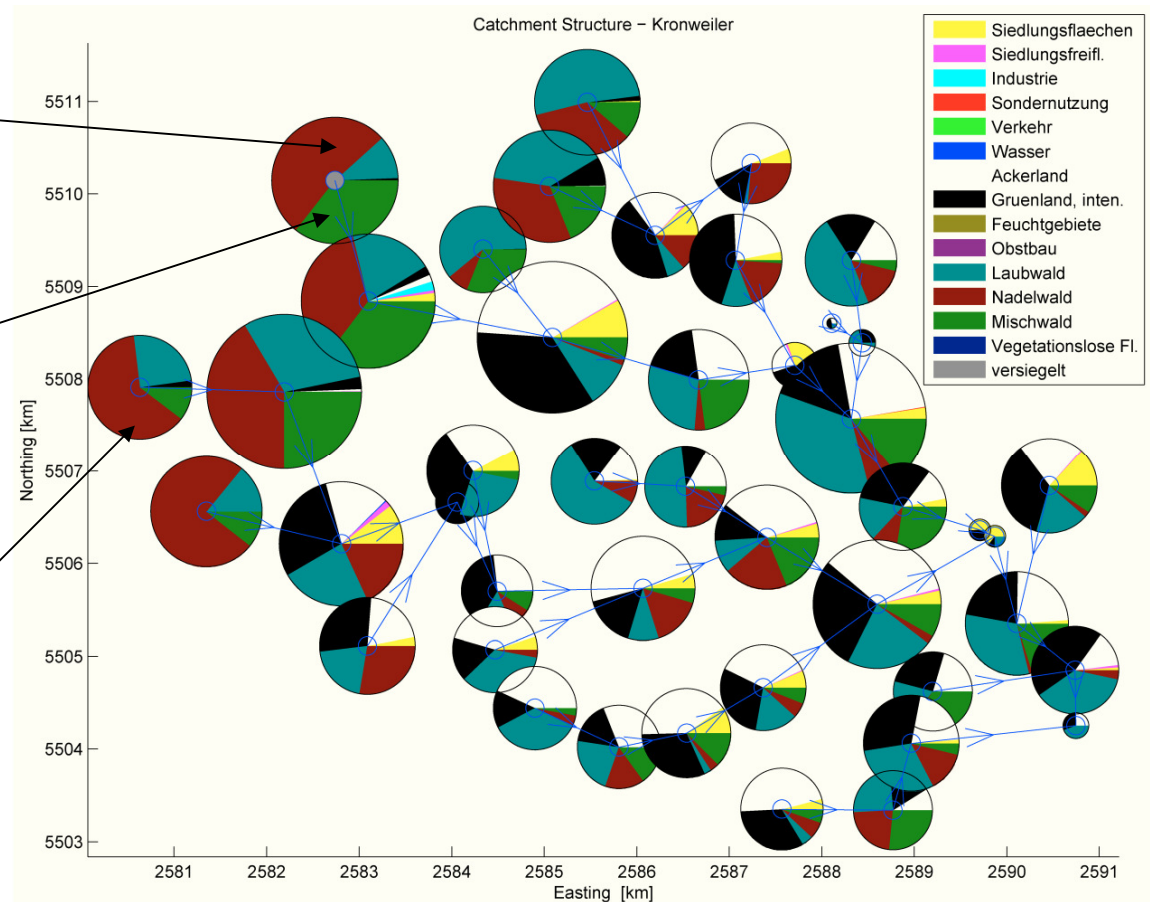
# Parametrisierung: Wie sollte es sein?

... 855 individuelle Parametersätze für das Einzugsgebiet Kronweiler

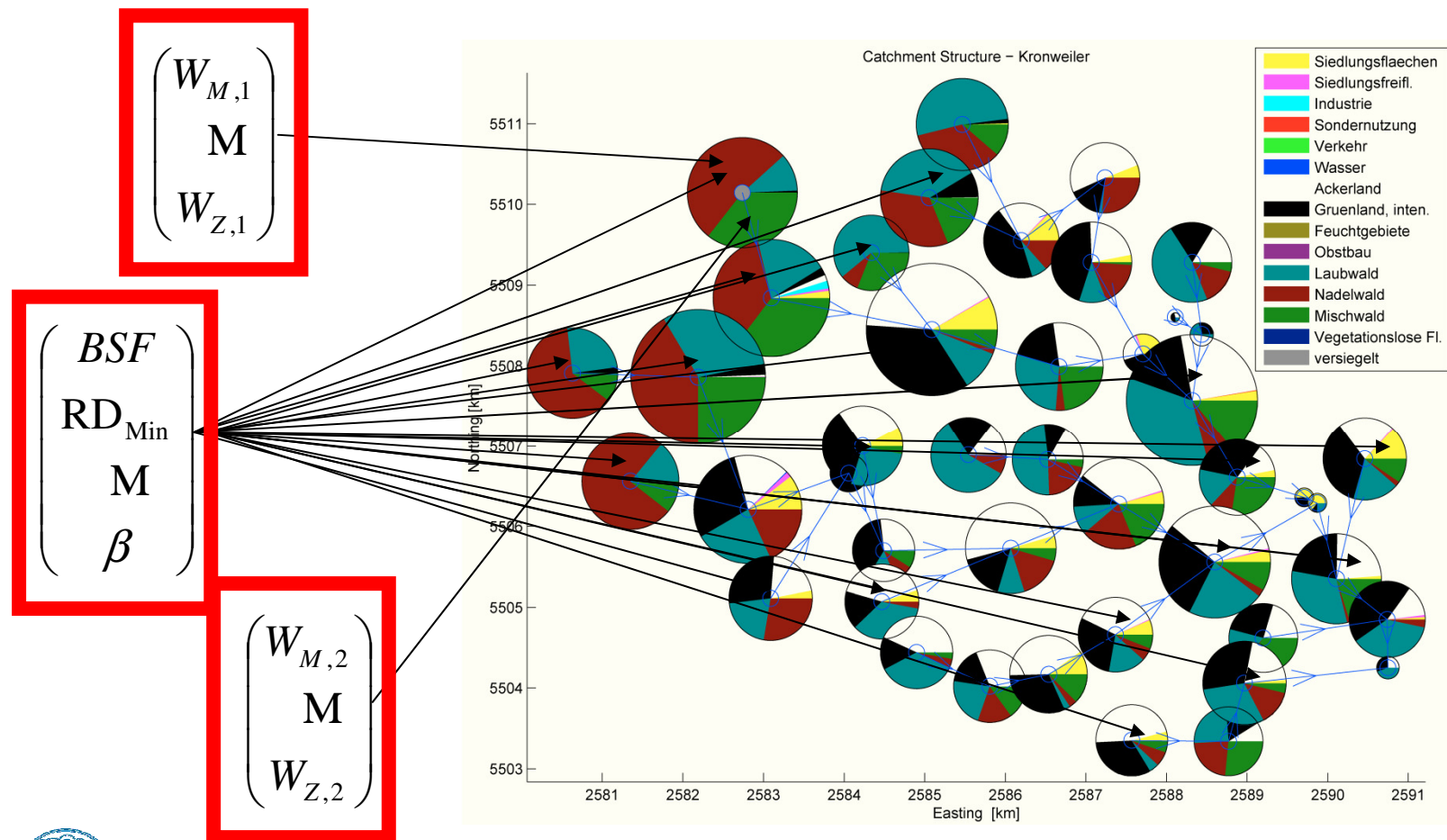
$$\begin{pmatrix} W_{Z,1} \\ BSF_1 \\ M \\ \beta_1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} W_{Z,2} \\ BSF_2 \\ M \\ \beta_2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} W_{Z,3} \\ BSF_3 \\ M \\ \beta_3 \end{pmatrix}$$



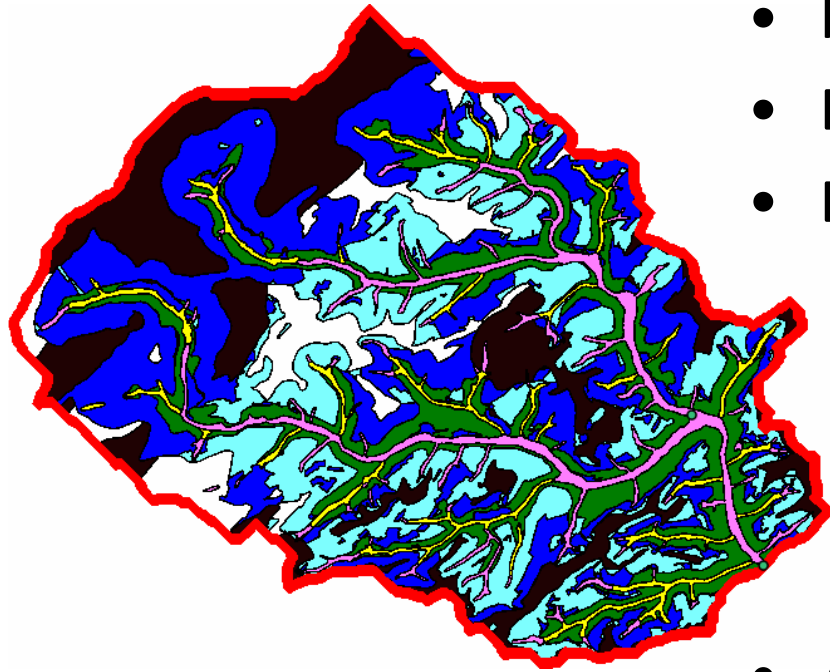
# Wie ist es?



# Konsequenzen

- Der gleiche Niederschlag (bzw. das gleiche Wasserdargebot) führt auf unterschiedlichen Kompartimenten (mit ähnlichen Kapazitäten) zur gleichen Aufteilung in Abflusskomponenten.
- Das Modell bzw. das Bodenmodul repräsentiert also eher das mittlere Verhalten.
- Die Verteilung des Wassers im Modell entspricht nicht unbedingt der Realität.
- Das Spektrum möglichen Verhaltens ist eingeschränkt.

# Abflussprozesskarte



- Weist flächenhaft den dominanten Abflussprozess aus.
- Produkt der Soilution GbR
- Erstellt mittels KNNs
- Eingangsdaten:
  - Geologische Karte
  - BÜK
  - Höhenmodell
  - Landnutzung
  - ...
- Angabe zu Abflussbildung und –konzentration!

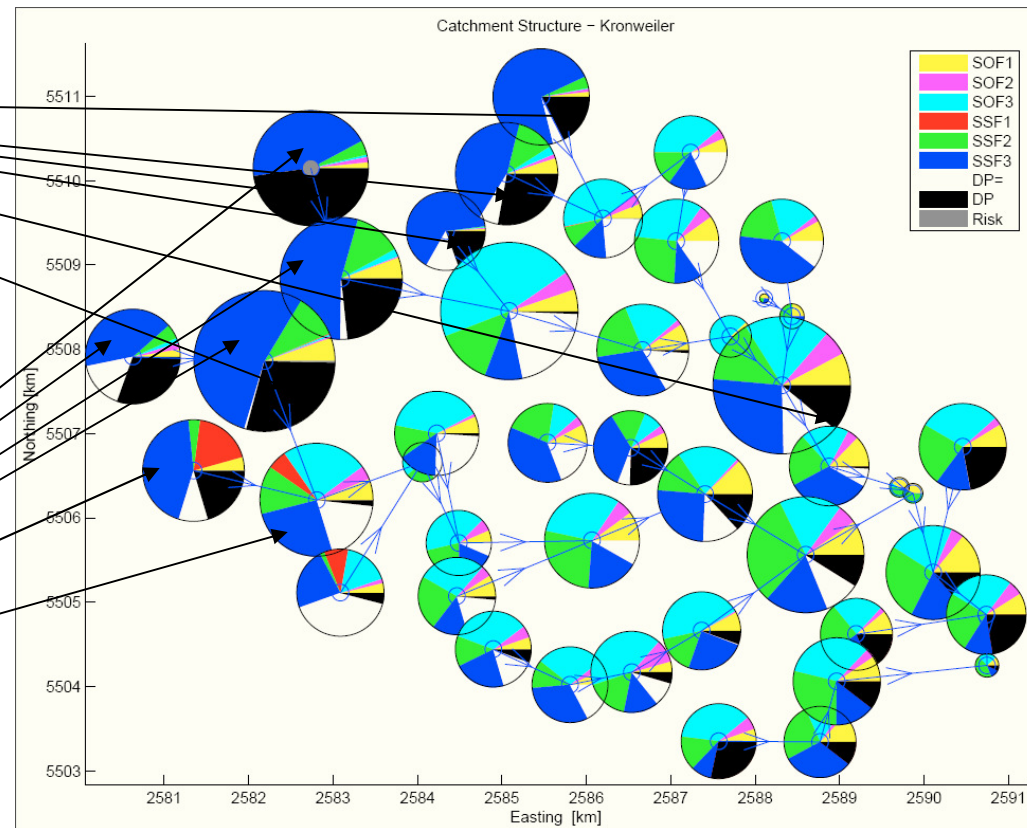


# Zielsetzung

$$\begin{pmatrix} BSF_{DP} \\ RD_{Min,DP} \\ M \\ \beta_{DP} \end{pmatrix}$$

N

$$\begin{pmatrix} BSF_{SSF3} \\ RD_{Min,SSF3} \\ M \\ \beta_{SSF3} \end{pmatrix}$$

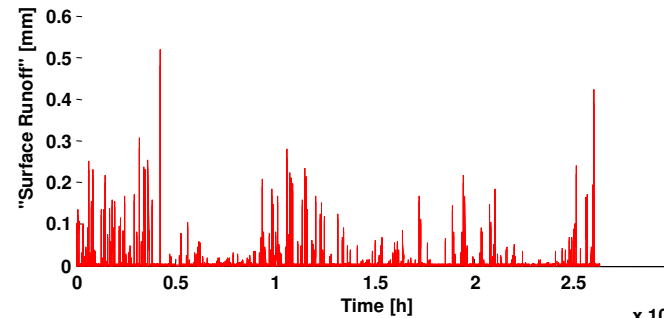
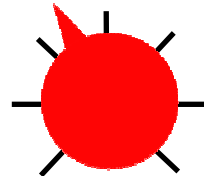


# Zielsetzung

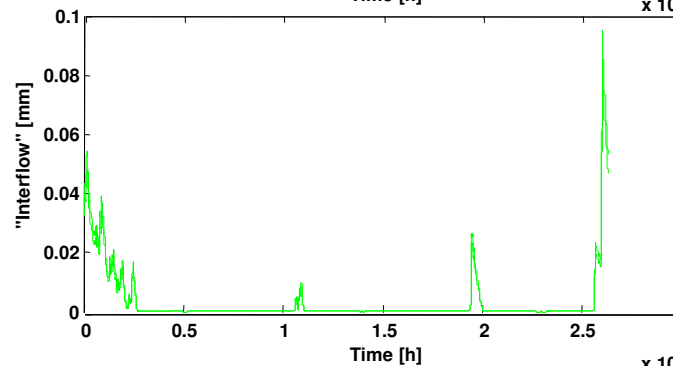
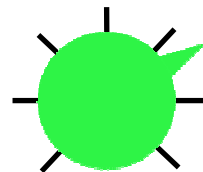
- Kalibrierung effizienter
- Verhalten des Bodenmoduls gemäß kartierten Prozessen
- Verbesserung der Güte

# Rückblick: Manuelle homogene Kalibrierung

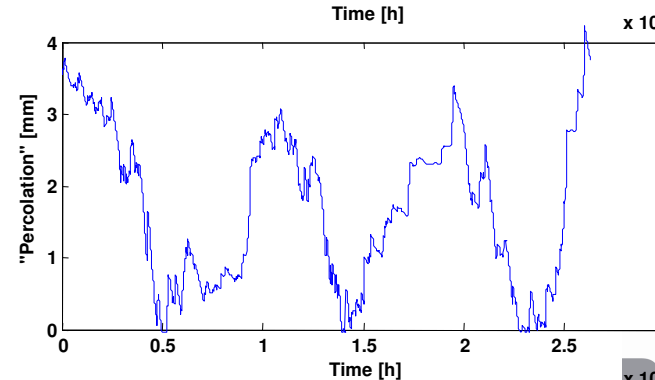
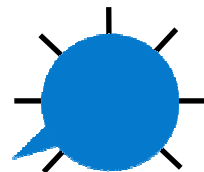
B (BSF)



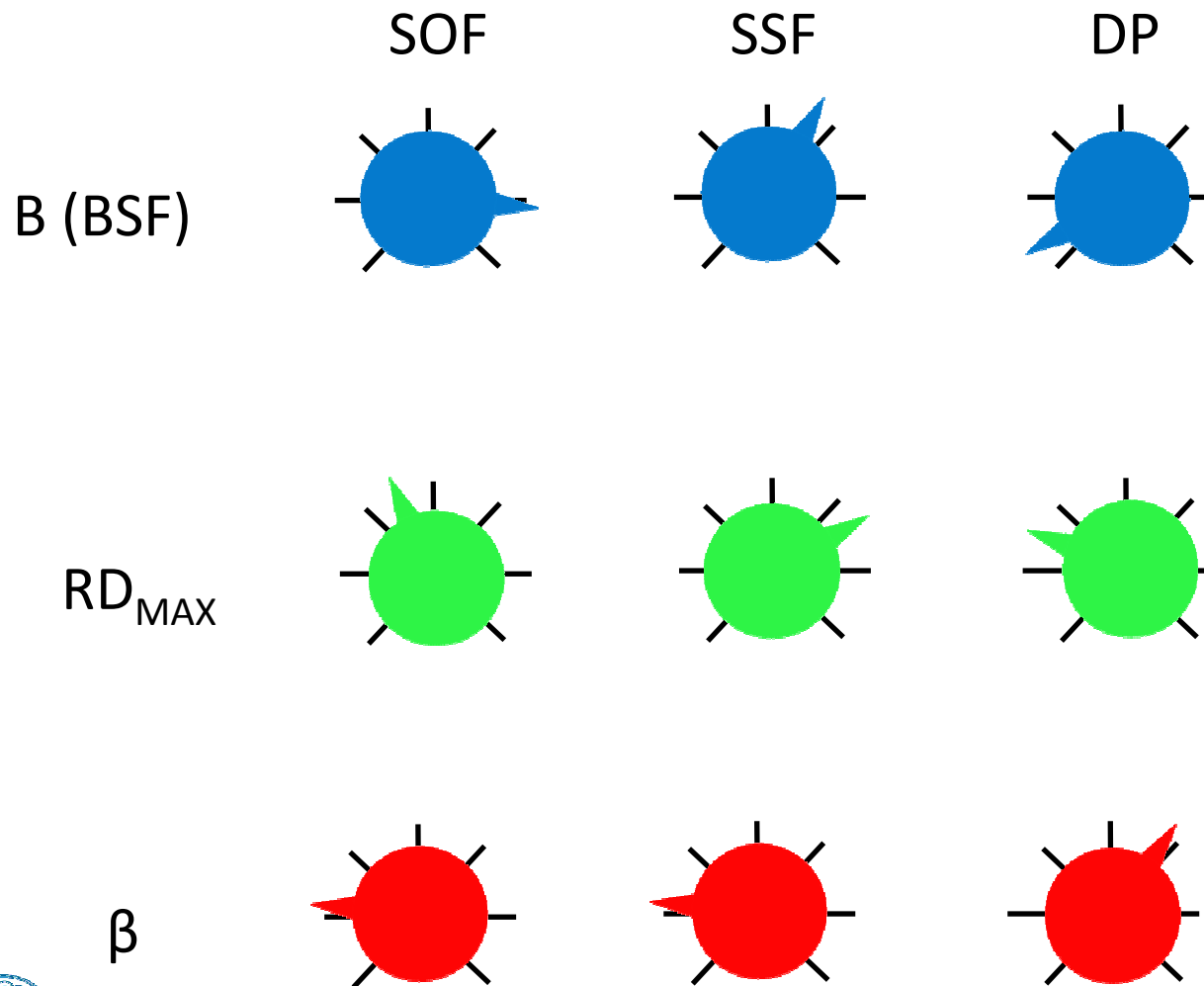
RD<sub>MAX</sub>



$\beta$



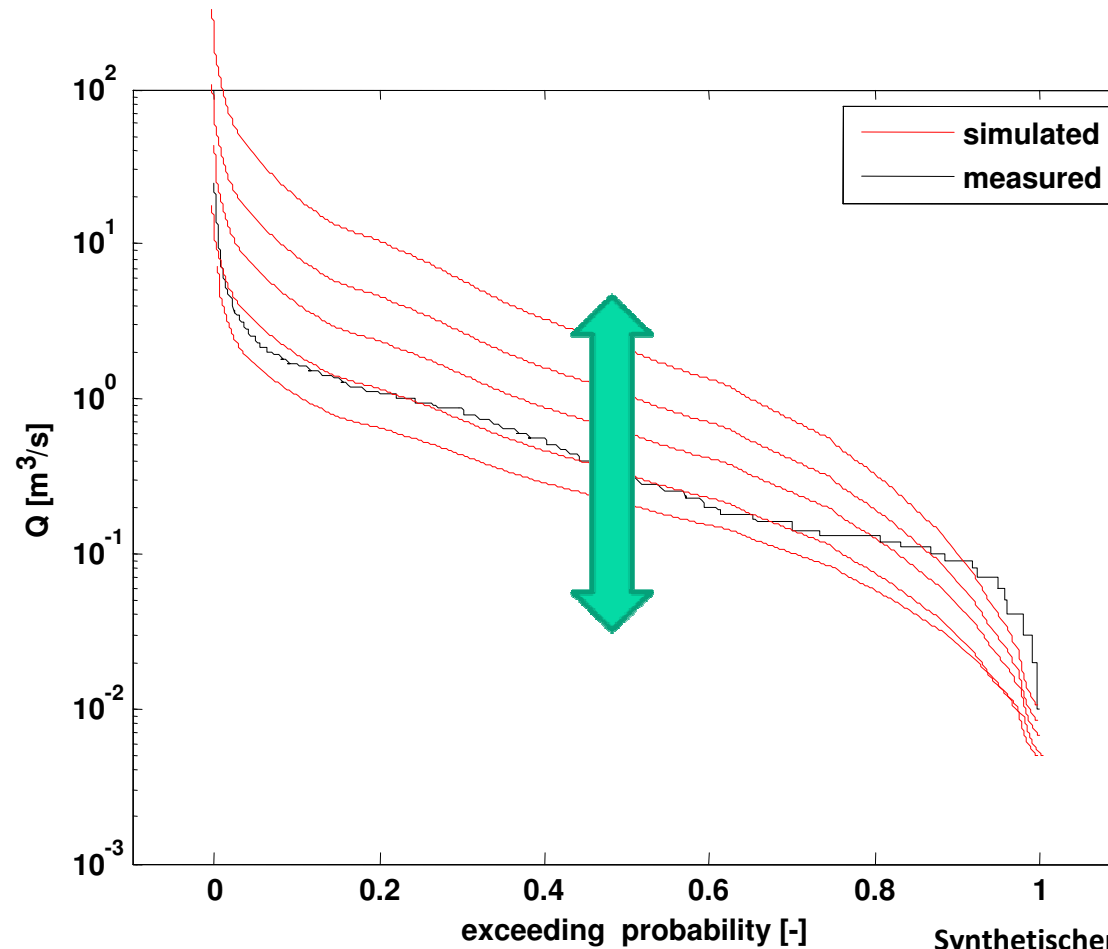
# Situation bei Nutzung der Abflussprozesskarte



# Strategie

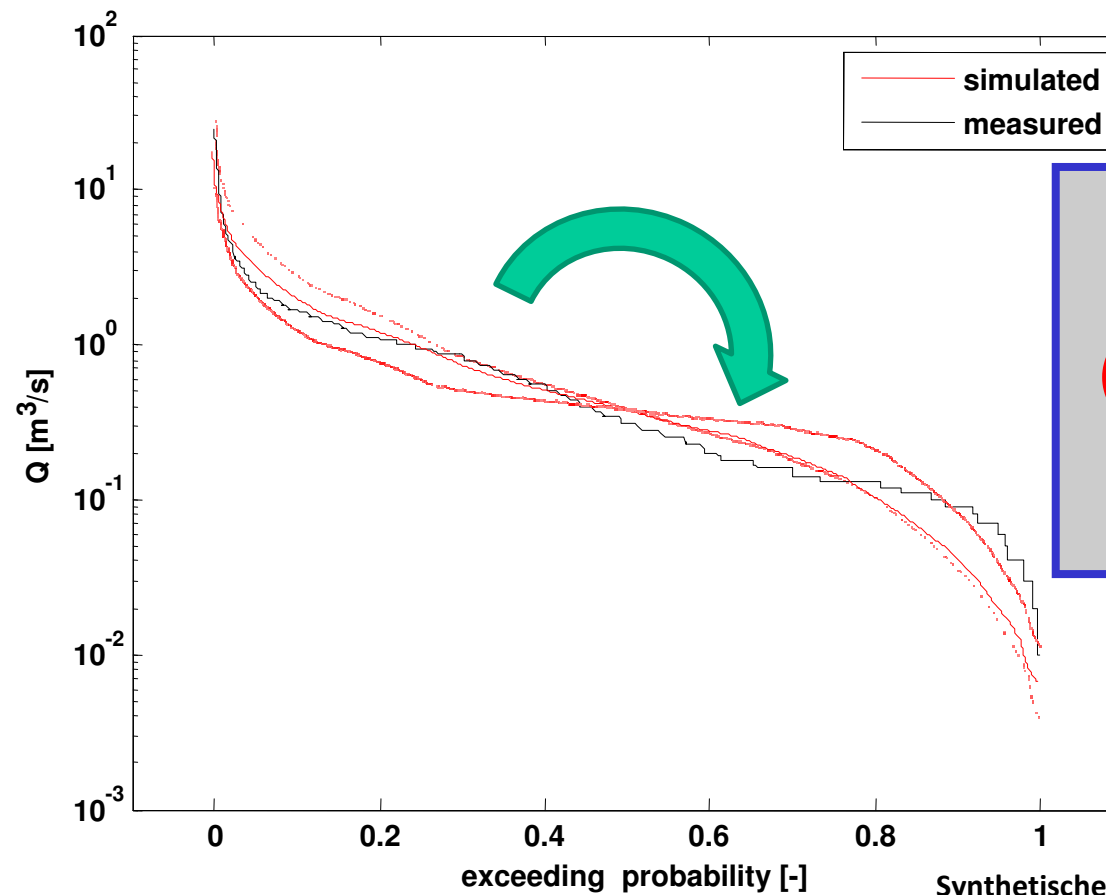
- Skalierung des Gesamtparametersatzes durch zwei neue Parameter:
  - Bilanz
  - Dämpfung
- Bilanz ändert global den Anteil des Wasserdargebotes, der zu Abfluss wird, ohne die Reaktionsmuster im Sinne der Abflussprozesskarte zu stören.
- Dämpfung verschiebt die Reaktionen vom reaktiven Verhalten mit starker Dynamik hin zu gedämpftem Verhalten mit wenigen Abflussspitzen. Auch dies wieder, ohne die Reaktionsmuster im Sinne der Abflussprozesskarte zu stören.

# Wirkungsweise der Parameter – Bilanz



Änderung der Bilanz  
ohne grundsätzlich  
die Aufteilung in  
Komponenten  
zu beeinflussen

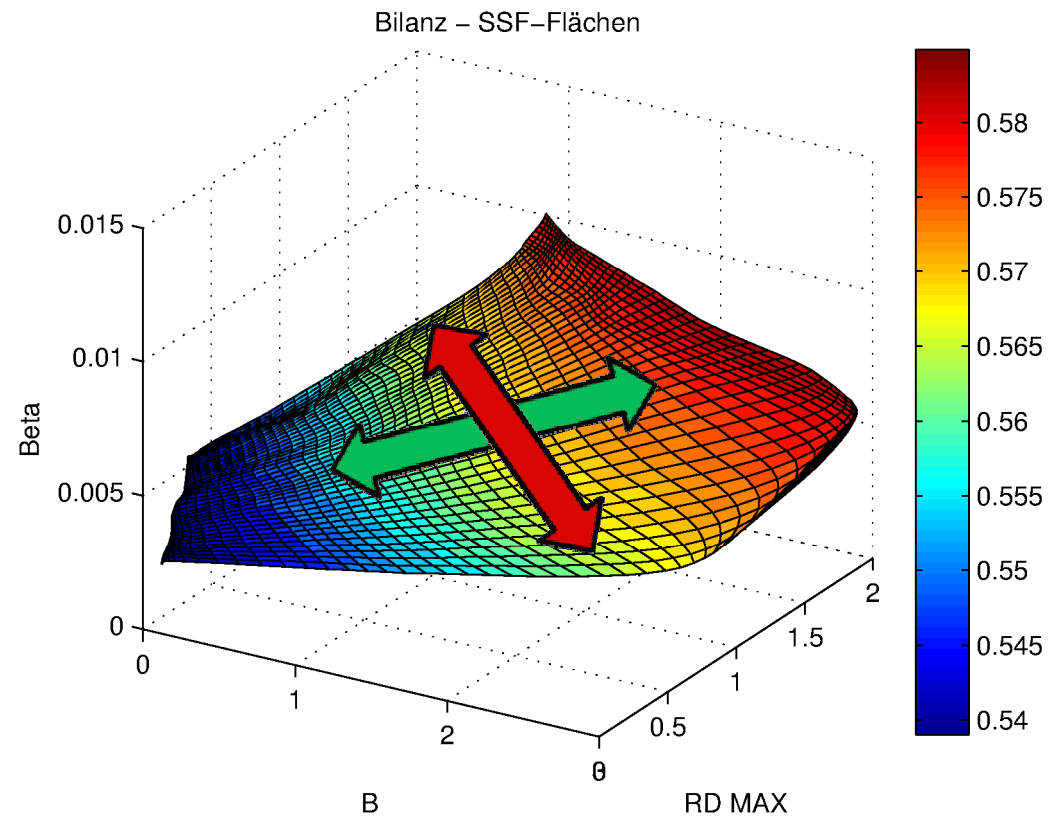
# Wirkungsweise der Parameter – Dämpfung



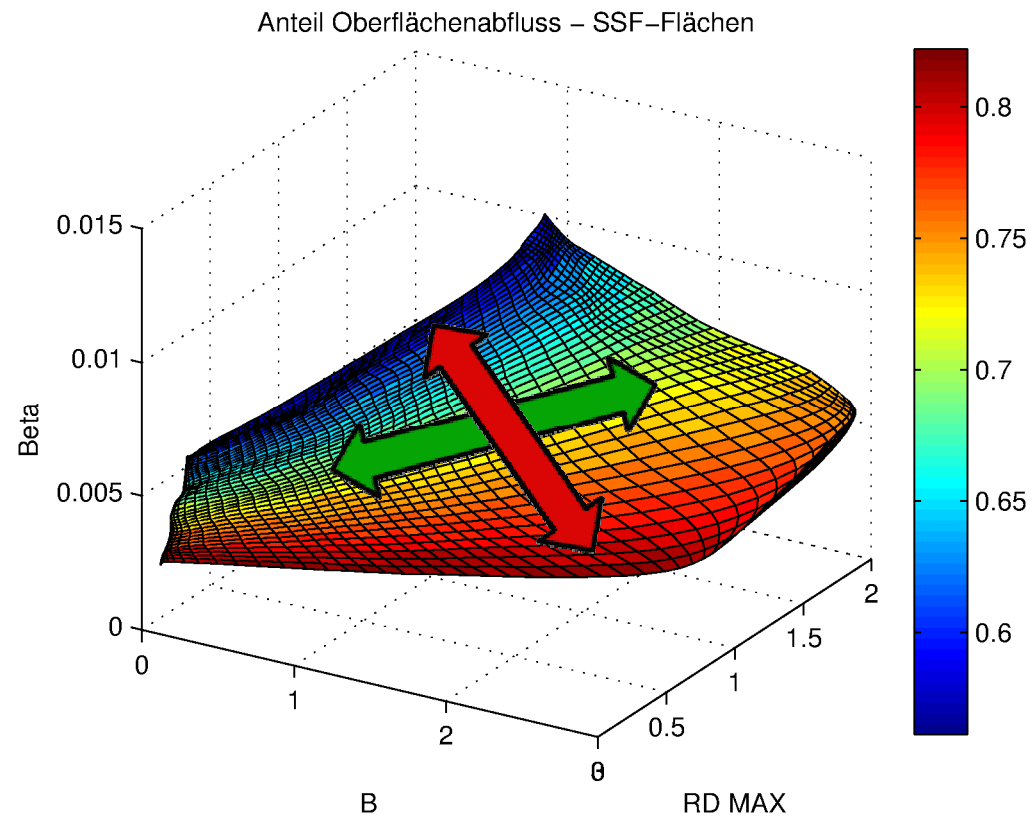
Betonung oder  
Dämpfung der Extreme  
(Hoch- & Niedrigwasser)  
ohne Änderung des  
Niveaus bzw. der Bilanz

Synthetischer Kurvenlauf zur Verdeutlichung des Prinzips

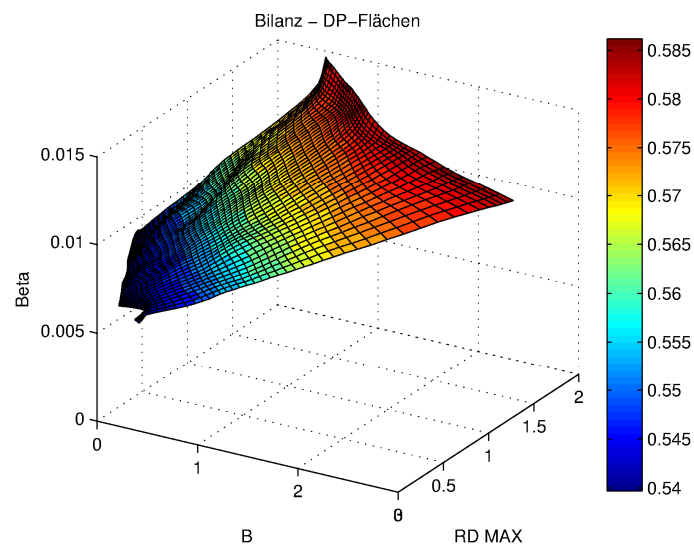
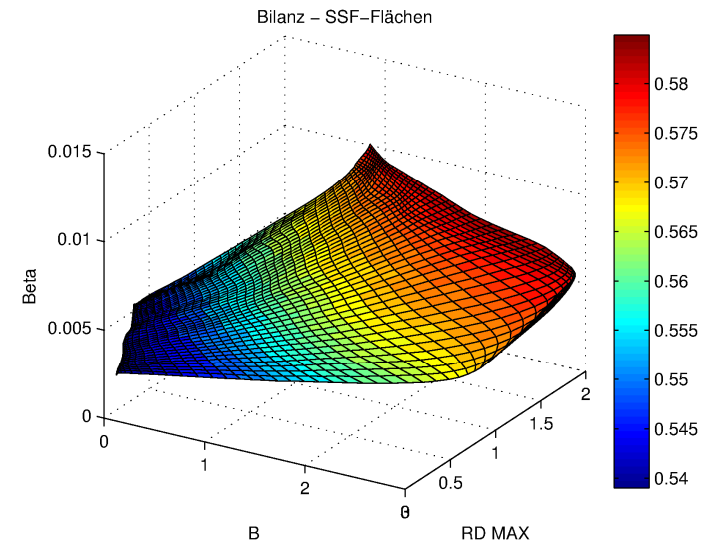
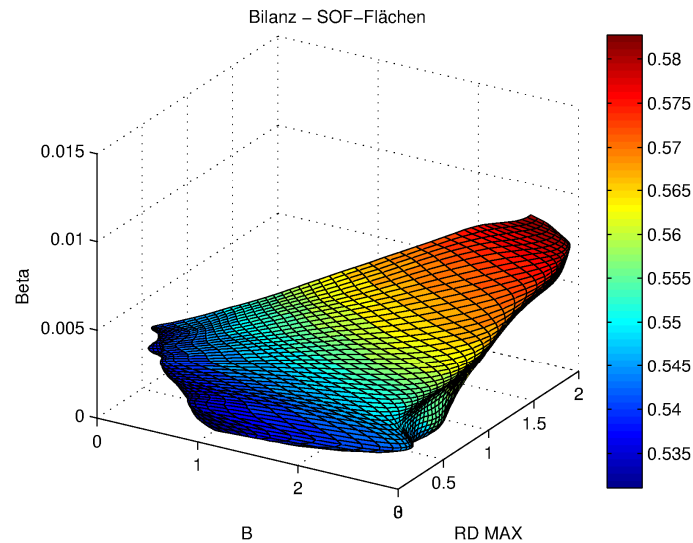
# Parameterkennfeld SSF-Flächen



# Parameterkennfeld SSF-Flächen



# Kennfelder im Vergleich

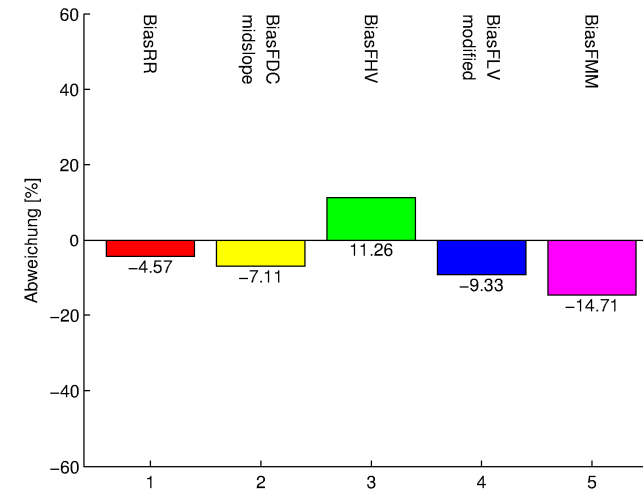
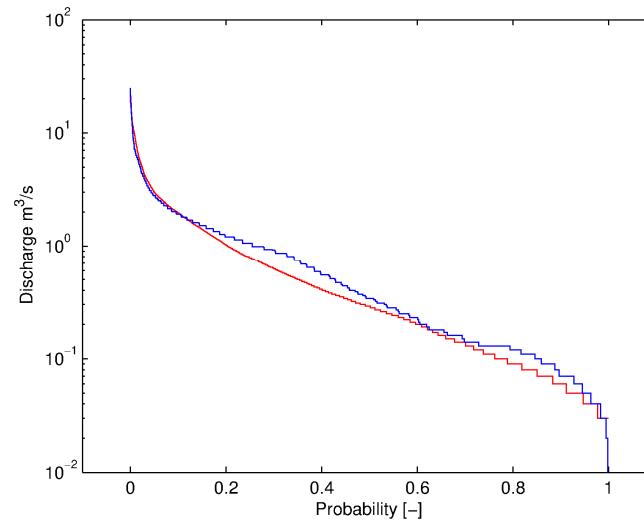


# Kalibrierung

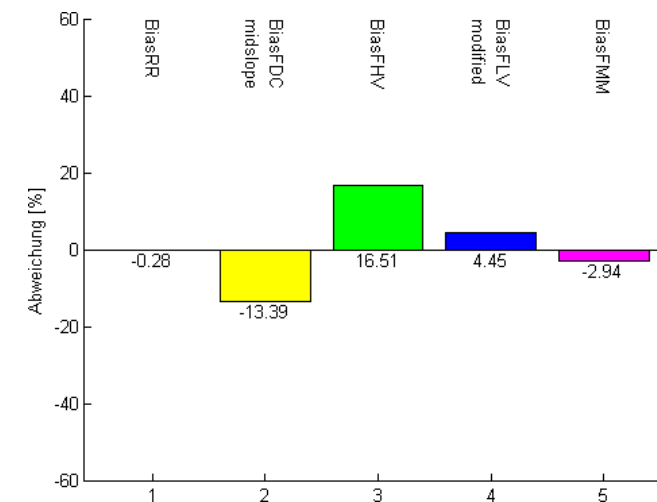
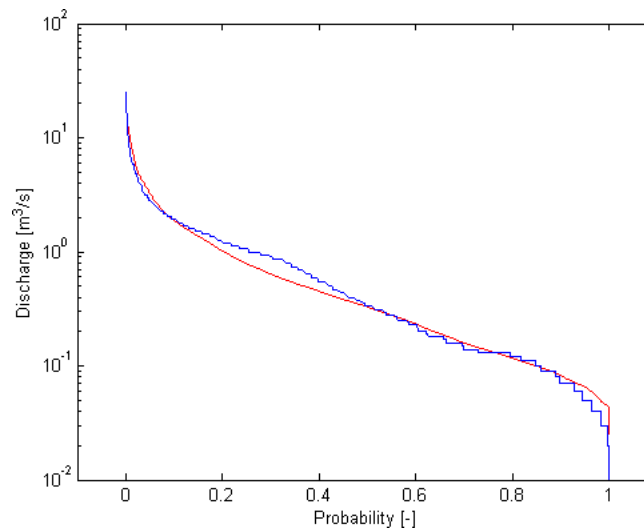
- Einzugsgebiet Kronweiler
- Zeitraum 1996-1999 zur Kalibrierung (1996 als Einschwingjahr)
- Zeitraum **2000 – 2003 – 2011 & 1993 – 1995** zur Validierung

# Vergleich Fortran homogen mit MATLAB inhomogen

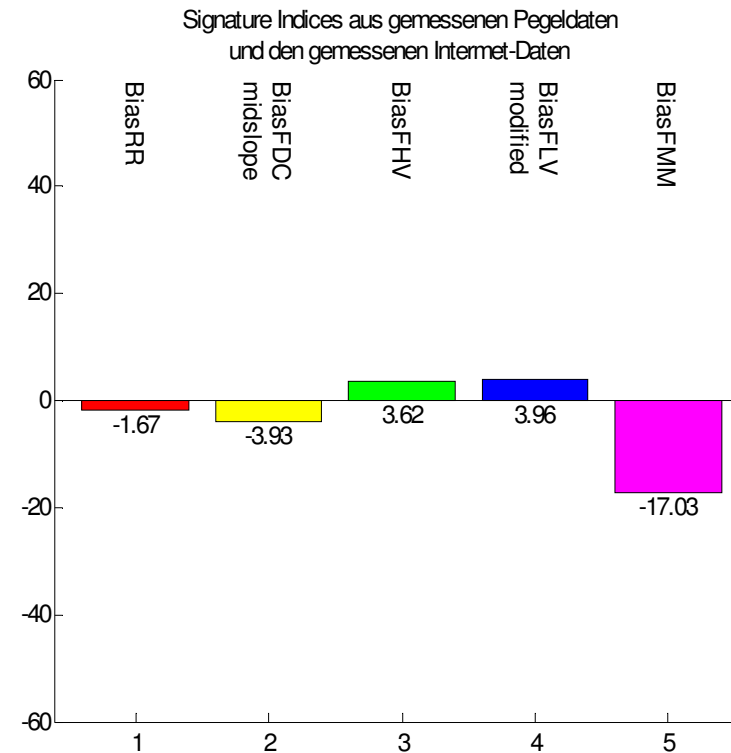
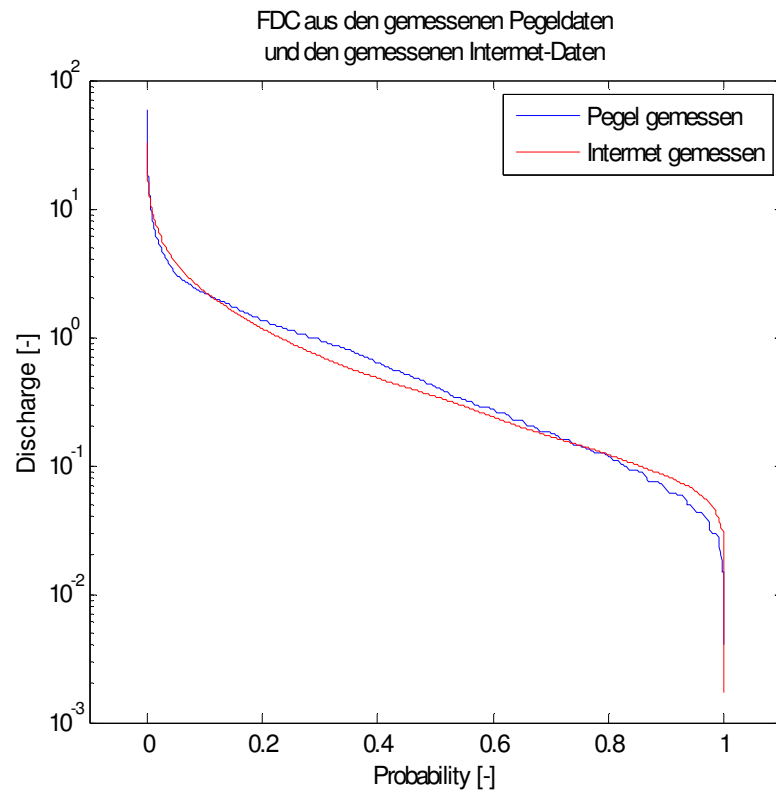
Homogen:



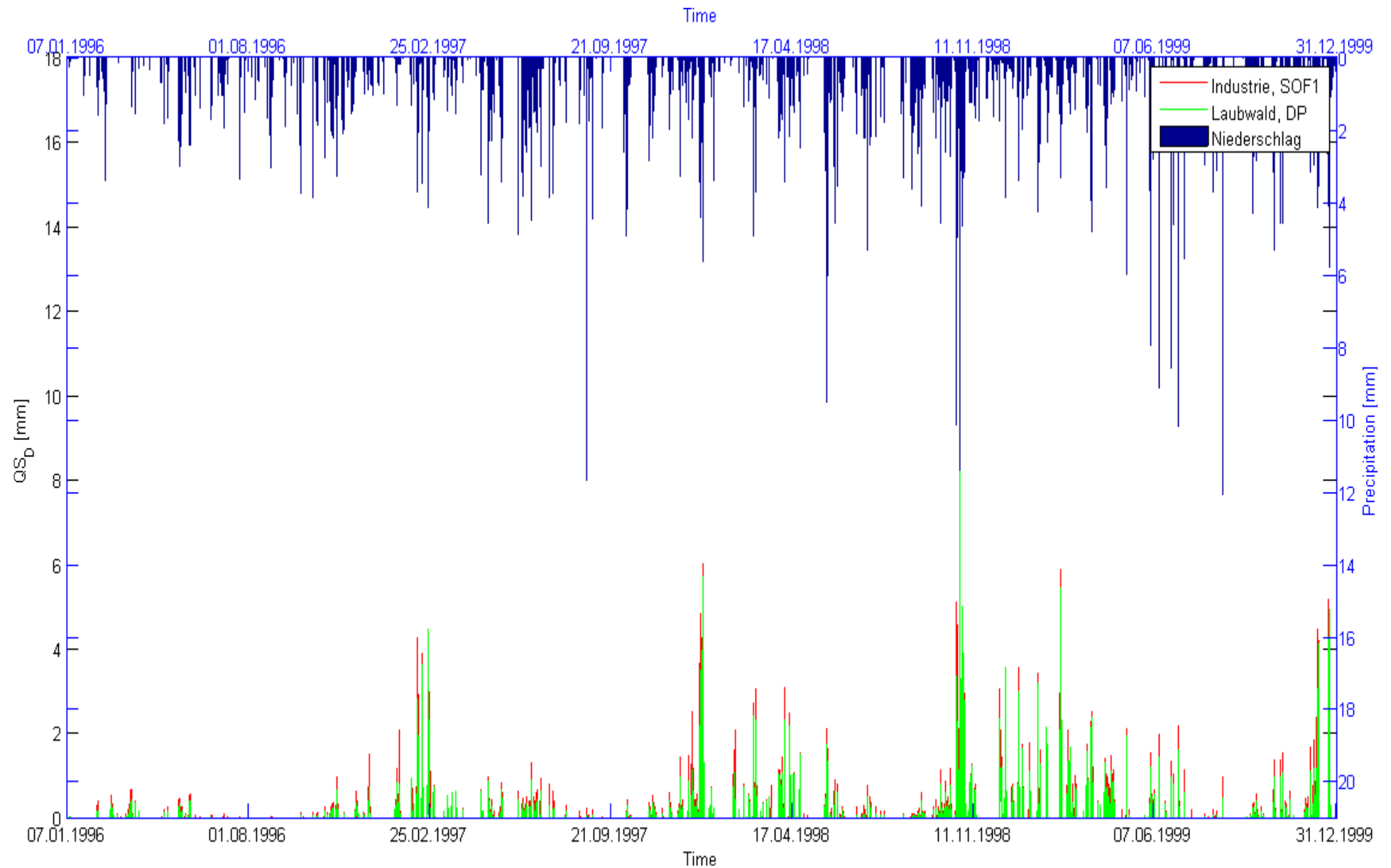
Inhomogen



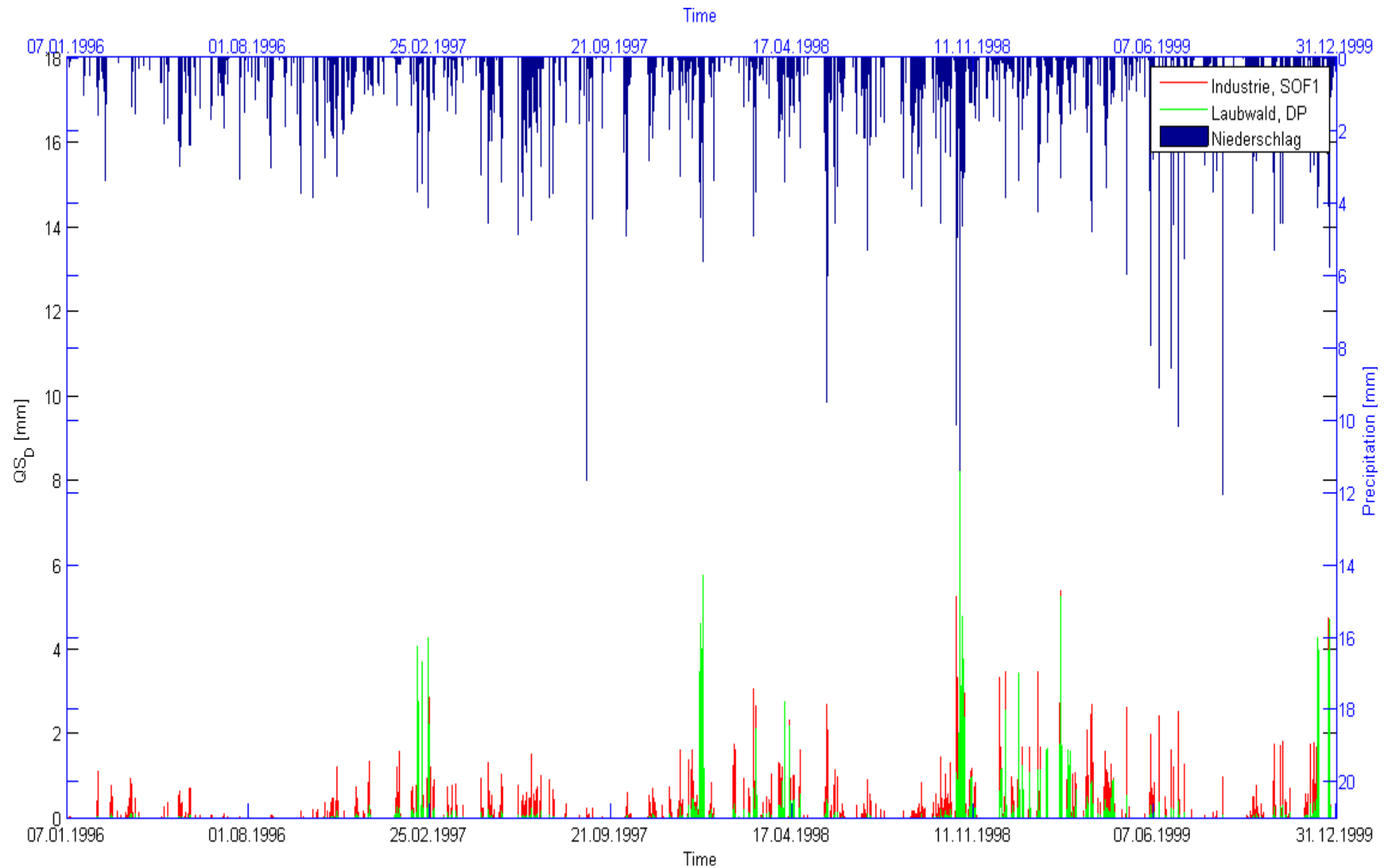
# Validierung: 1993-2002



# Oberflächenabfluss auf zwei Kompartimenten - homogen



# Oberflächenabfluss auf zwei Kompartimenten - inhomogen

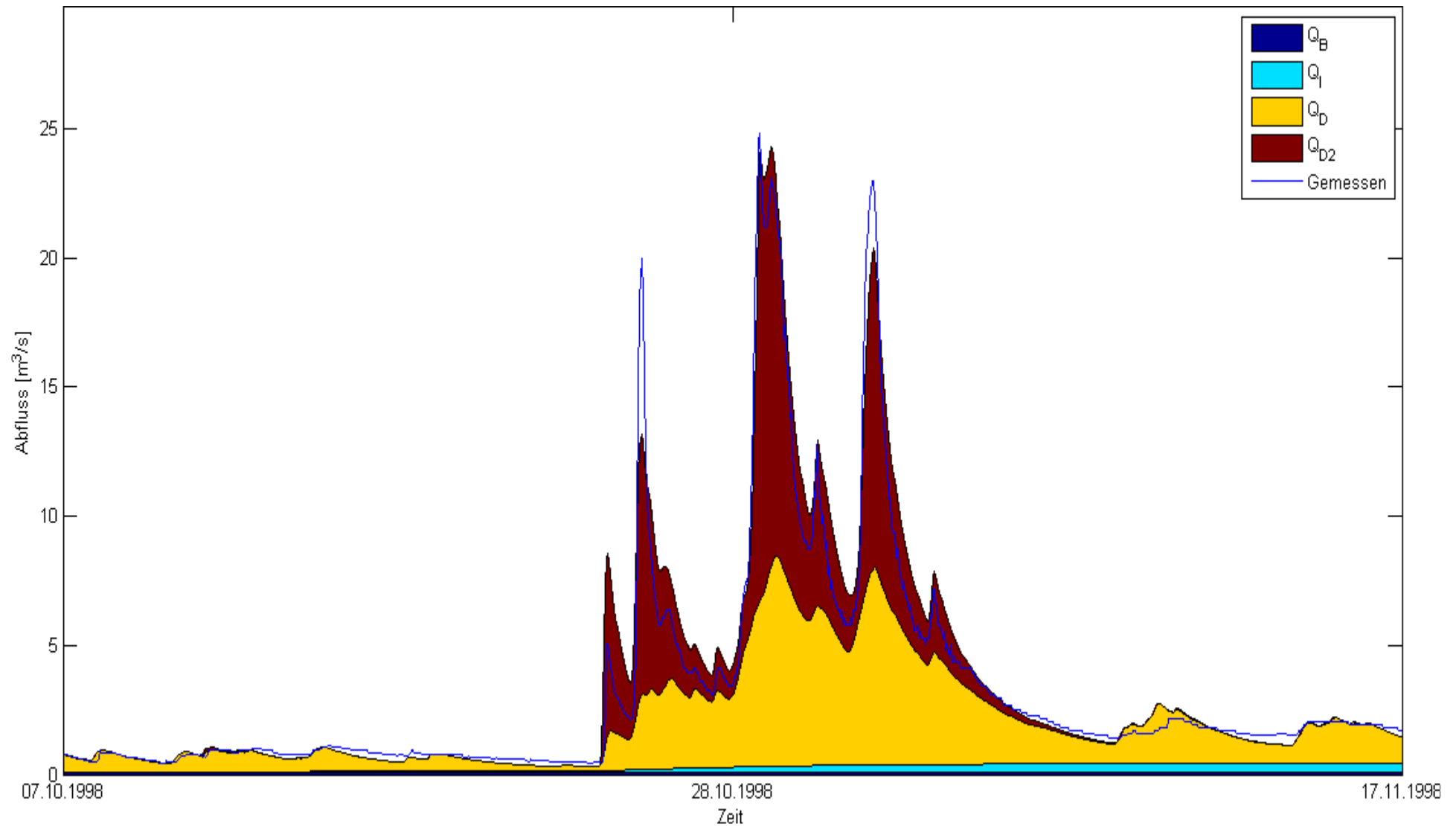


## Zwischenfazit:

- Bilanz und Dämpfung verhalten sich so wie gefordert 😊
- Mittels Kennfeldern in wenigen Schritten Güte der ursprünglichen Parametrisierung erreicht (und – je nach Zielsetzung – übertroffen) 😊
- Volumenfehler geringer im Gesamten sowie im Niedrigwasserbereich 😊
- Besser im Validierungszeitraum 😊
- Plausiblere Reaktionsmuster 😊
- Hinsichtlich sonstiger Gütemaße kein Quantensprung 😞
- Hinsichtlich der Abbildung von Abflussspitzen ebenfalls kein Quantensprung, leichte Tendenz Richtung Inhomogen 😞

- Momentaner Stand der Technik in LARSIM:  
4 Abflusskomponenten mit Schwellwert
  - Eine bestimmte Abflusskomponente – z. b. Interflow – aller Kompartimente mündet in einem Gebietsspeicher pro Element.
  - Für Oberflächenabfluss gibt es zwei Gebietsspeicher, der eine wird nach Überschreiten eines Schwellwertes (Parameter A2) gefüllt.
- Dämpft Effekte, die durch inhomogen parametrisierte Kompartimente entstehen.

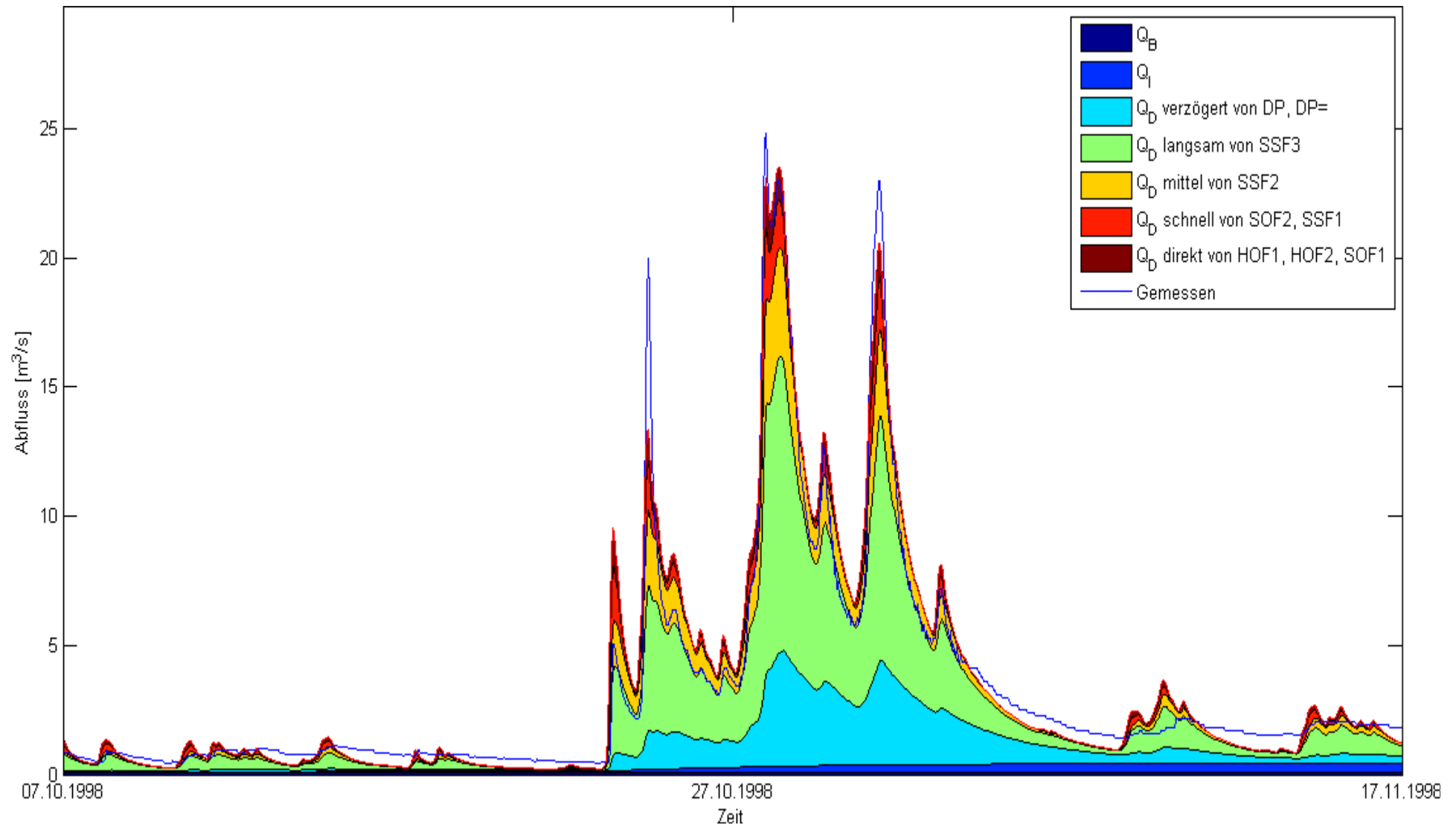
## Gebietsspeicher – 4 Komponenten mit A2



# Gebietsspeicher

- Aufteilung der Gebietsspeicher für Direktabfluss in fünf Prozessgruppen:
  - Ein Speicher für verzögert reagierende Prozesse:  
DP, DP=
  - Ein Speicher für langsam reagierende Prozesse:  
SSF3
  - Ein Speicher für mittel reagierende Prozesse:  
SSF2
  - Ein Speicher für schnell reagierende Prozesse:  
SOF2, SSF1
  - Ein Speicher für direkt reagierende Prozesse:  
HOF1, HOF2, SOF1
- Schwellwertverhalten fehlt. „Nicht Nicht-linear genug.“

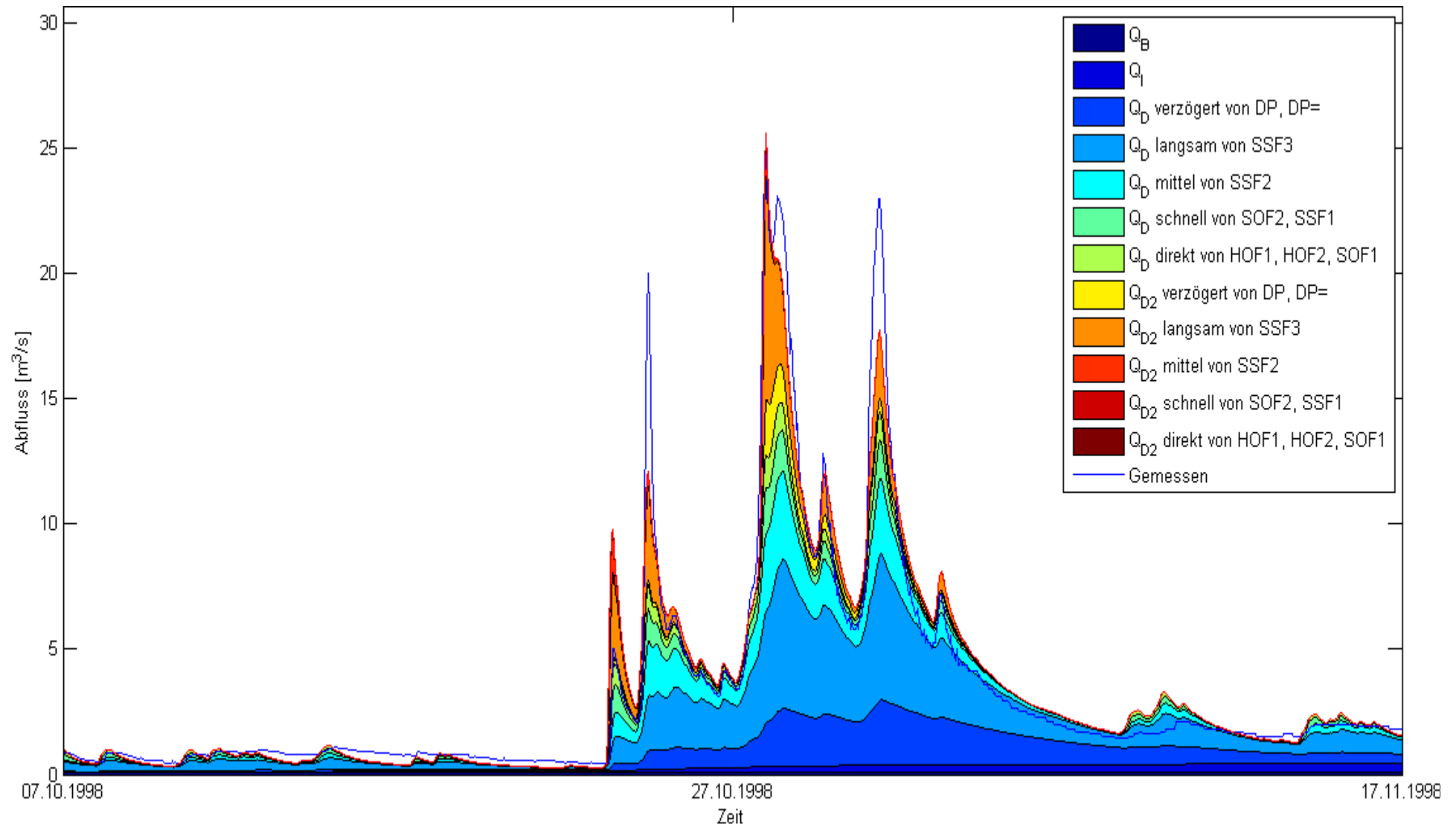
# Gebietsspeicher – Version 1



# Gebietsspeicher

- Aufteilung der Gebietsspeicher für Direktabfluss in fünf Prozessgruppen mit A2:
  - Zwei Speicher für verzögert reagierende Prozesse:  
DP, DP=
  - Zwei Speicher für langsam reagierende Prozesse:  
SSF3
  - Zwei Speicher für mittel reagierende Prozesse:  
SSF2
  - Zwei Speicher für schnell reagierende Prozesse:  
SOF2, SSF1
  - Zwei Speicher für direkt reagierende Prozesse:  
HOF1, HOF2, SOF1
- Gewünschtes Verhalten ... aber
  - Kein Quantensprung 😞
  - Hoher Parametrisierungsaufwand 😞

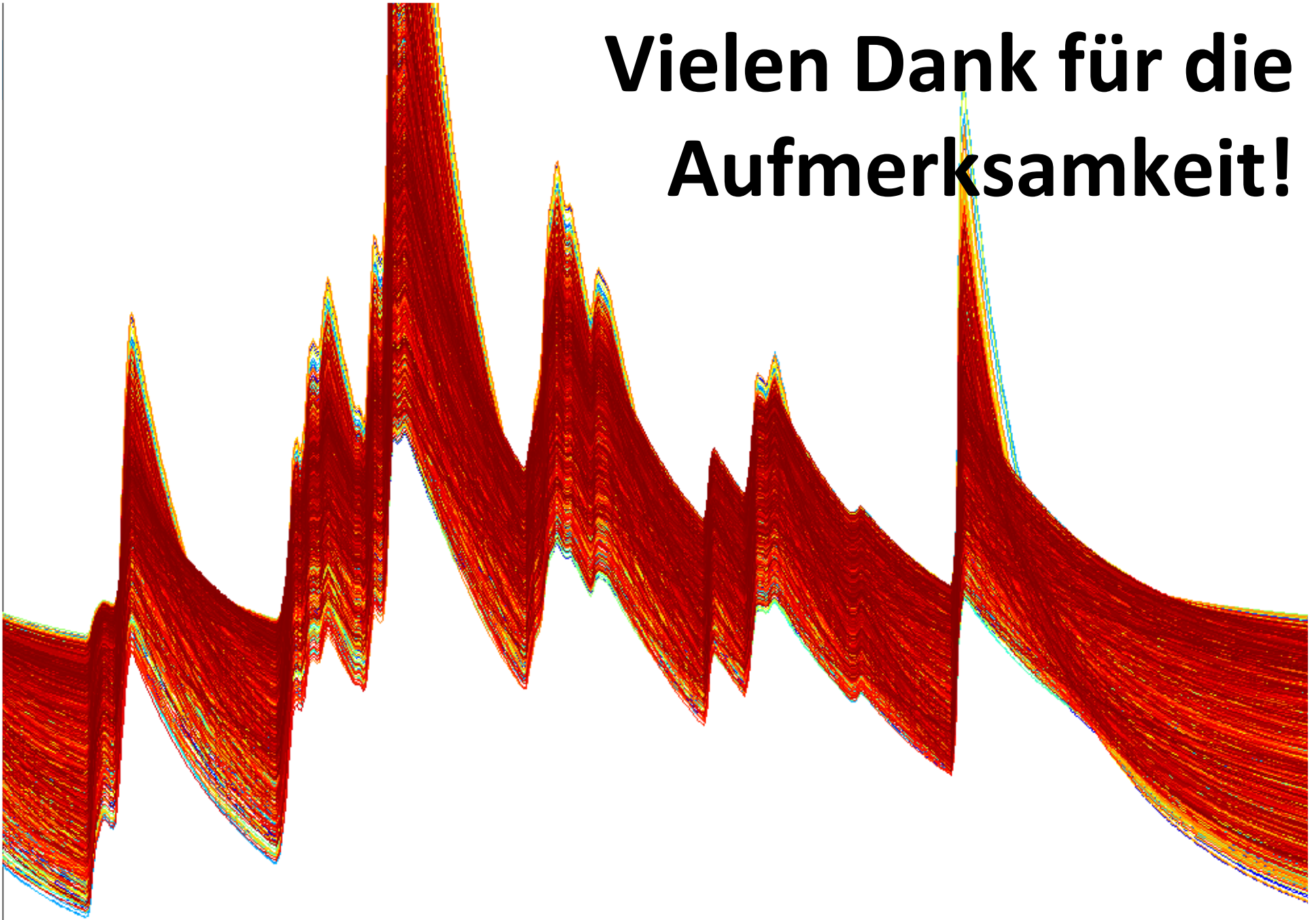
## Gebietsspeicher – Version 2



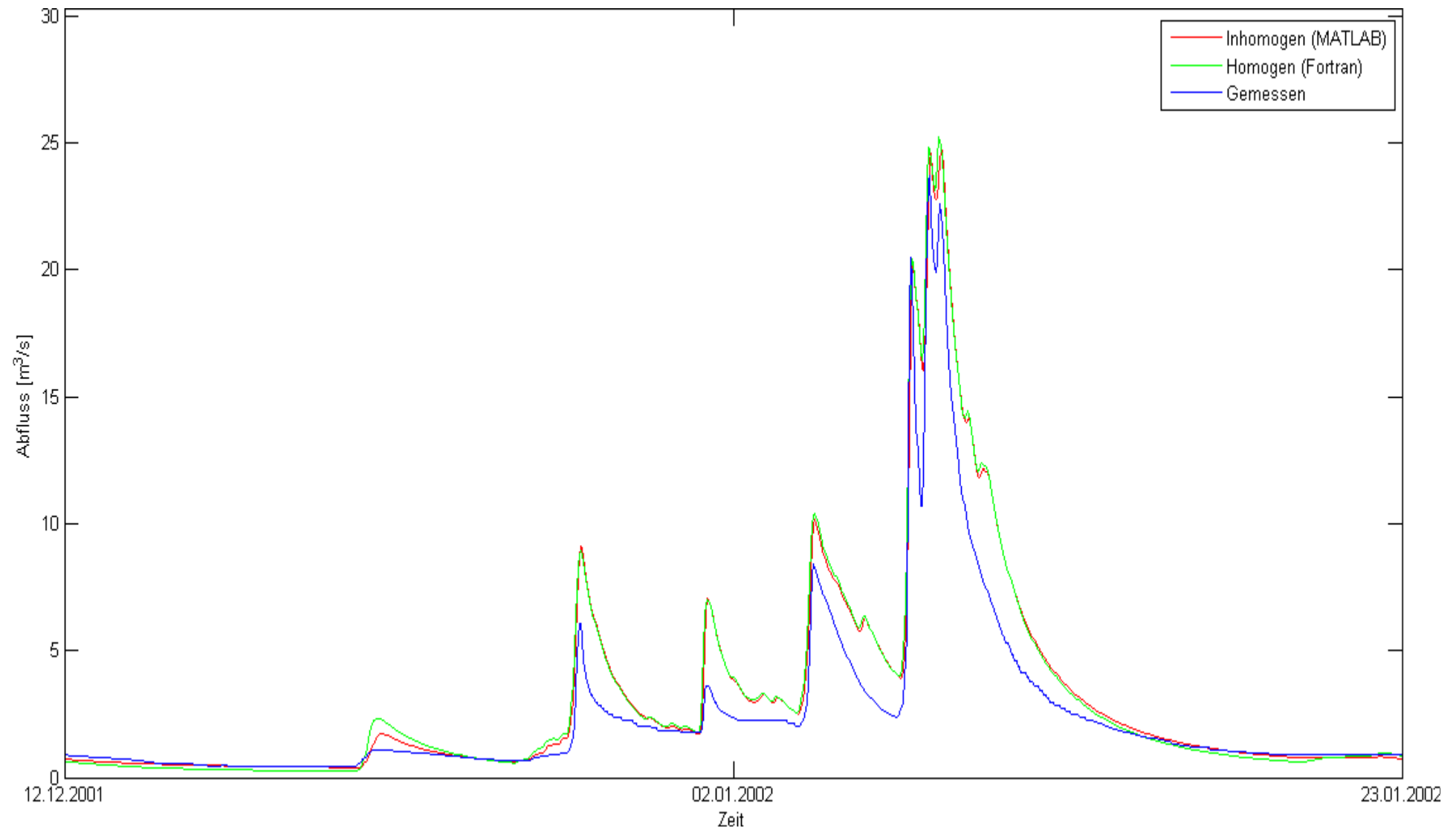
## Fazit und Ausblick

- Abbildung der Abflussprozesse im Rahmen der Möglichkeiten des Modells gelungen
- Parametrisierung einfacher
- Modellverhalten plausibler
- Modellgüte nicht signifikant gesteigert
  
- Kalibrierung weiterer Gebiete
- Validierung mittels:
  - Während Kalibrierung ungenutzter Zeiträume
  - Geschachtelter Einzugsgebiete
  - Eigenen Bodenfeuchtemessungen
  - Flächenhafte Validierung durch Fernerkundungsdaten

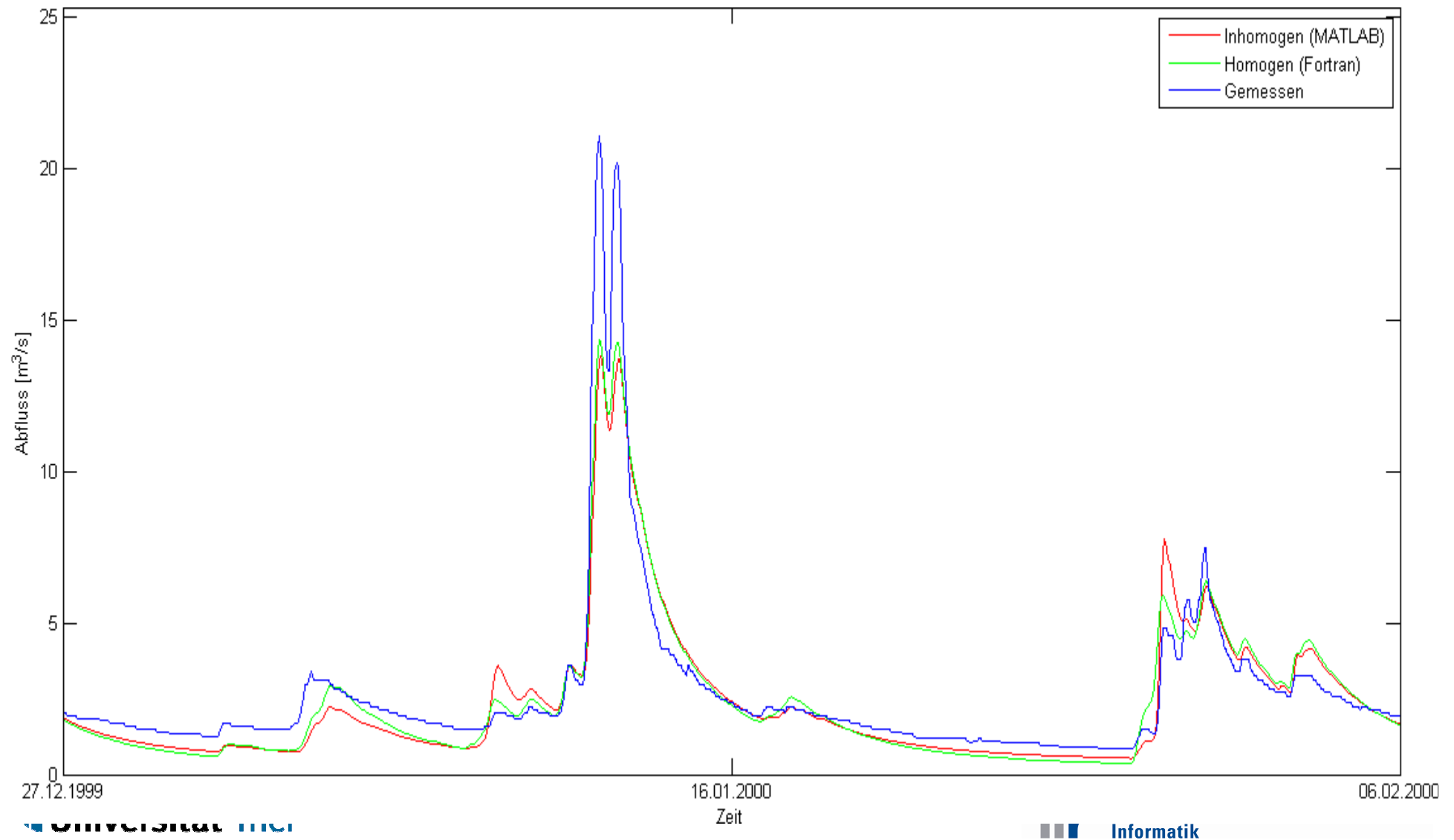
**Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!**



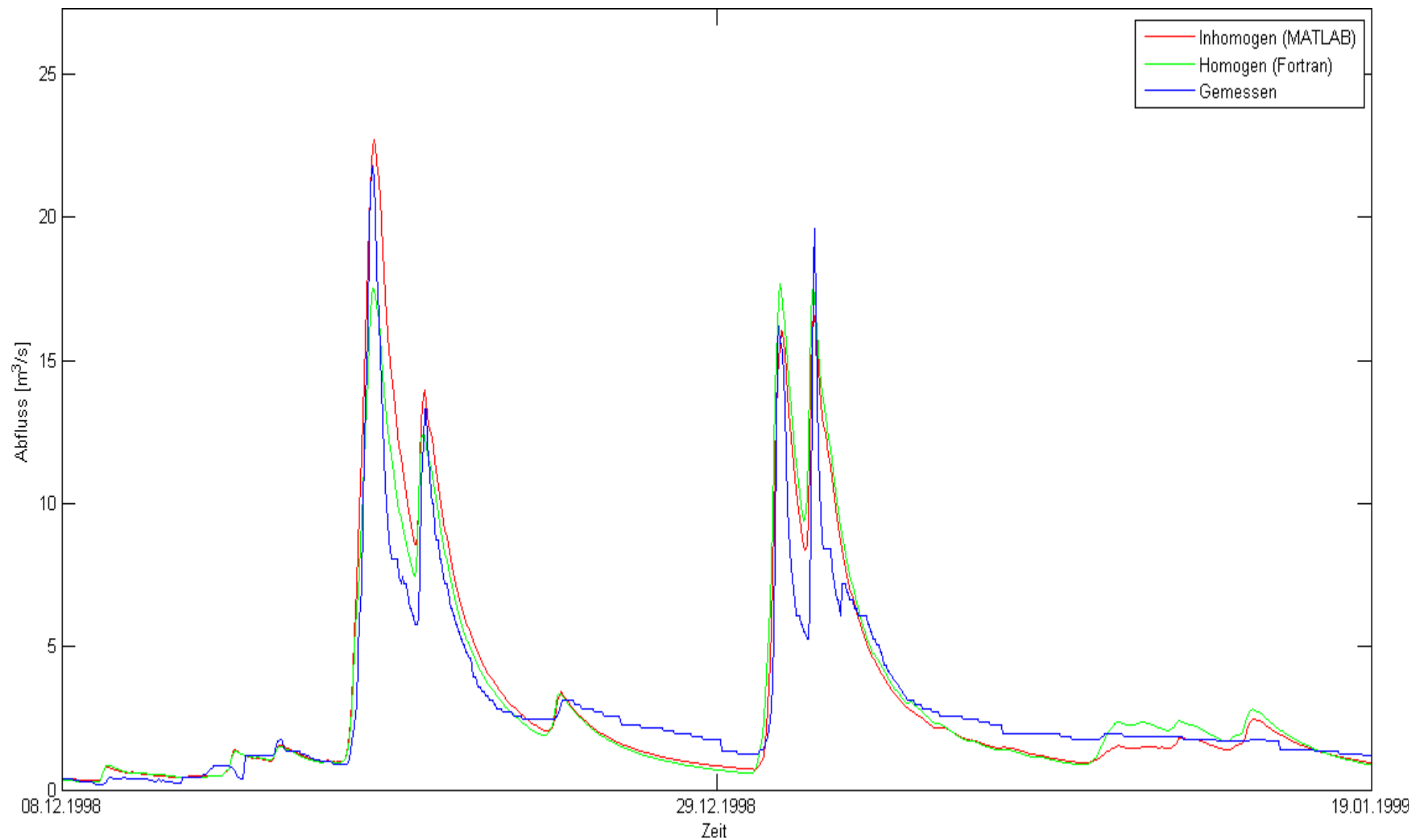
## Beispielzeiträume – nahezu identisch gut



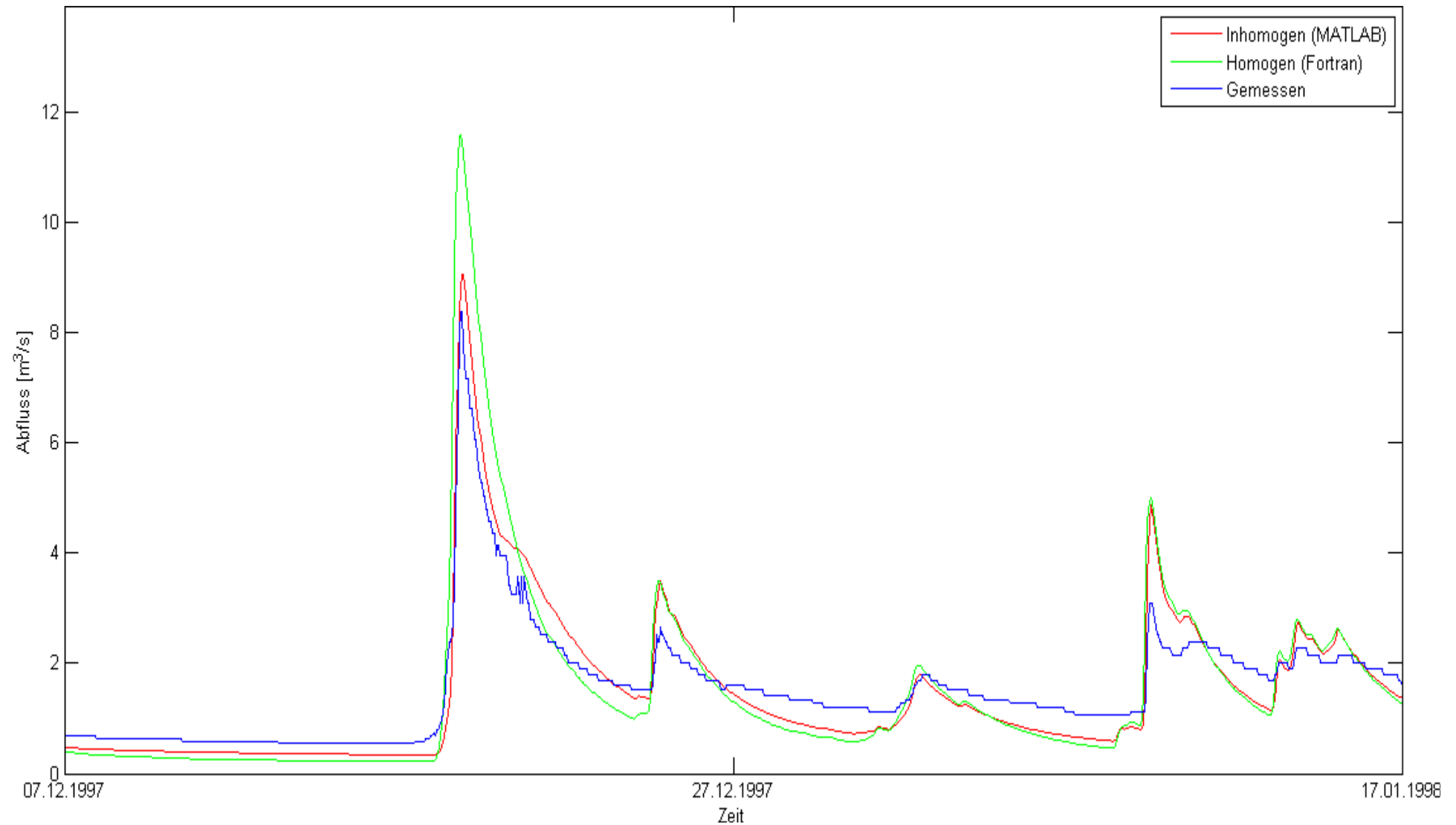
## Beispielzeiträume – nahezu identisch schlecht



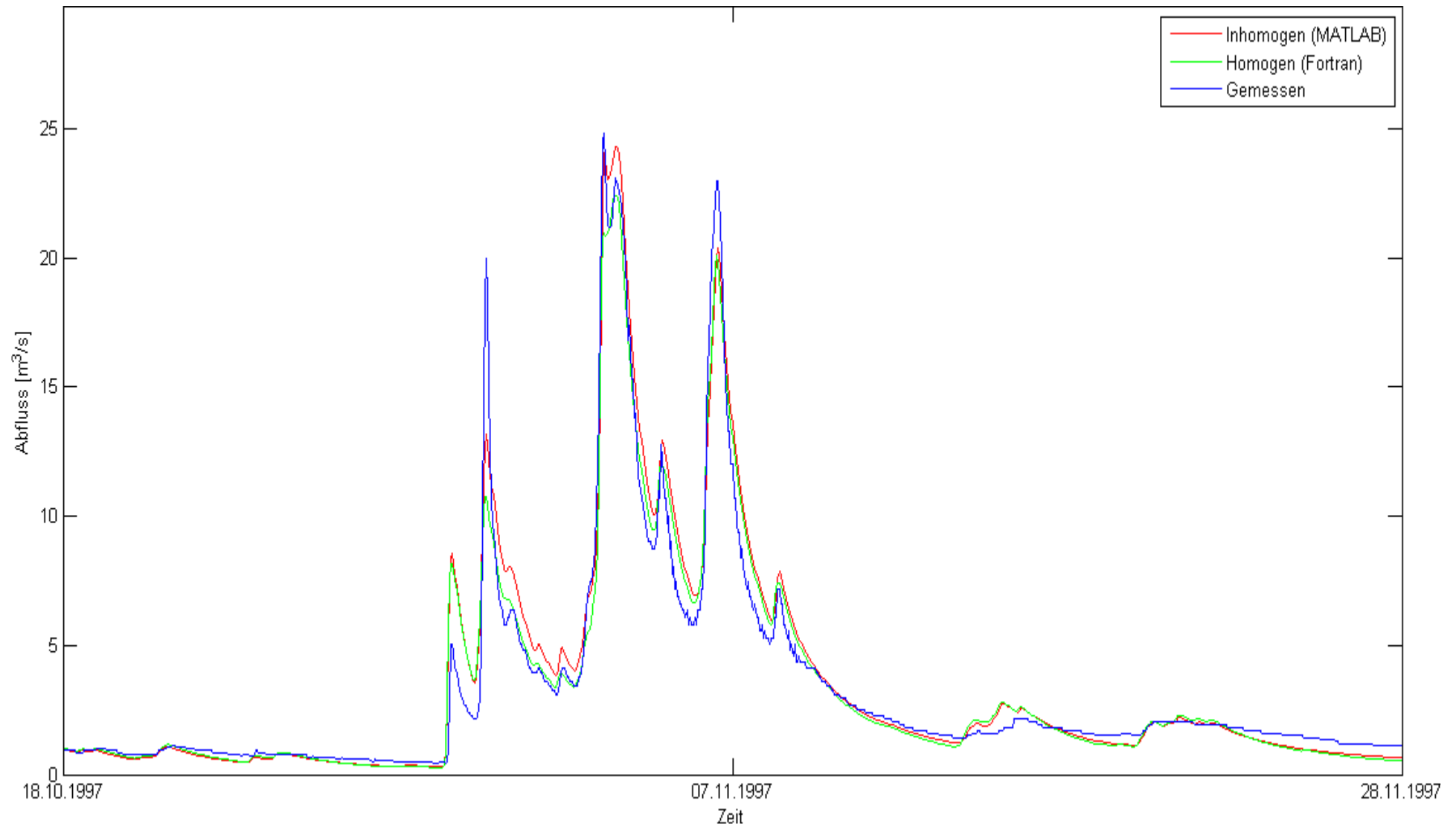
## Beispielzeiträume – Vorteil inhomogen



## Beispielzeiträume – Vorteil inhomogen



## Beispielzeiträume – Vorteil ?



## Beispielzeiträume – Vorteil homogen

