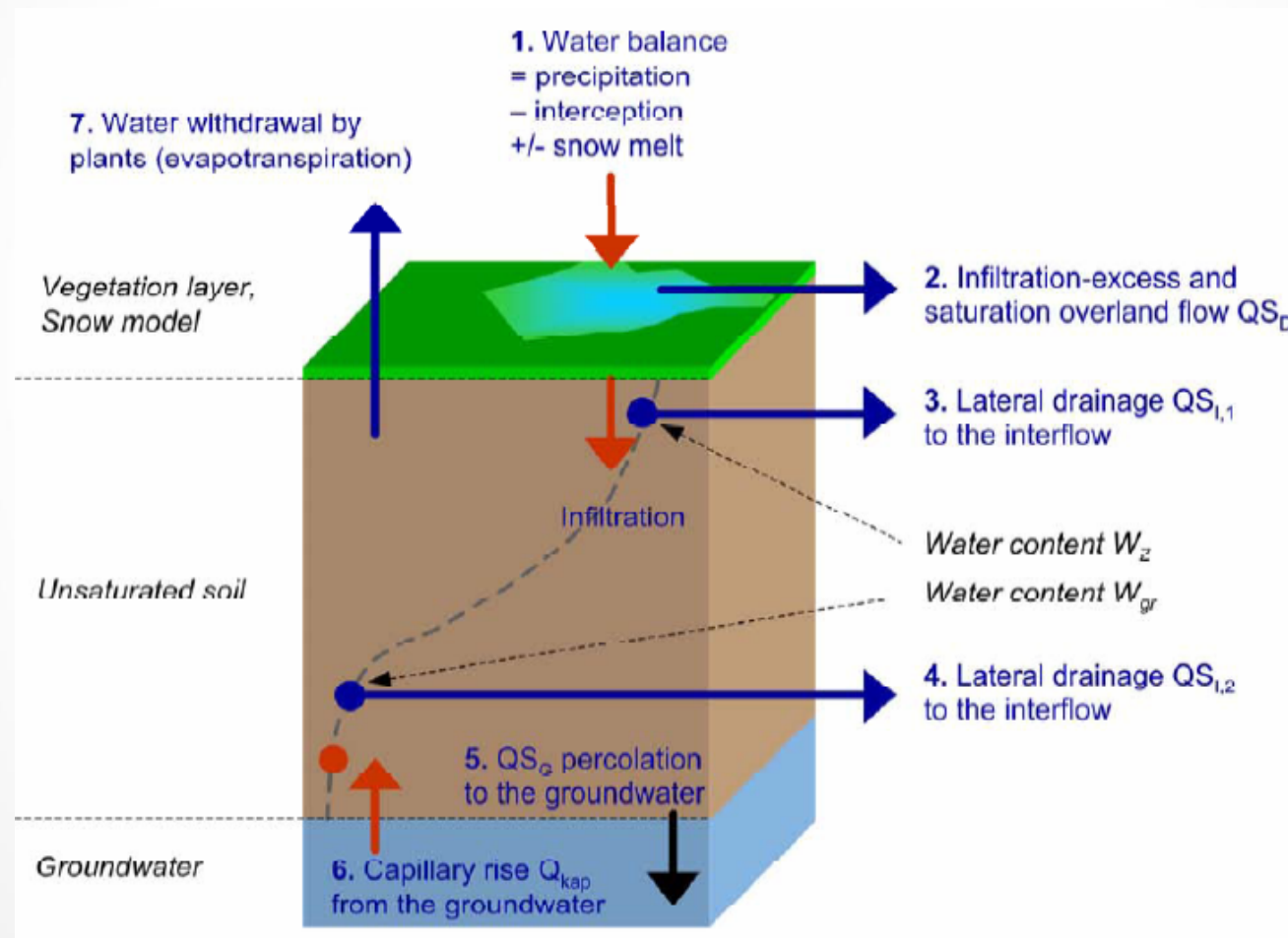


Effiziente Kalibrierung inhomogener Bodenparameter mittels Bilanz und Dämpfung

Oliver Gronz



Problemstellung: Parametrisierung des Bodenmoduls



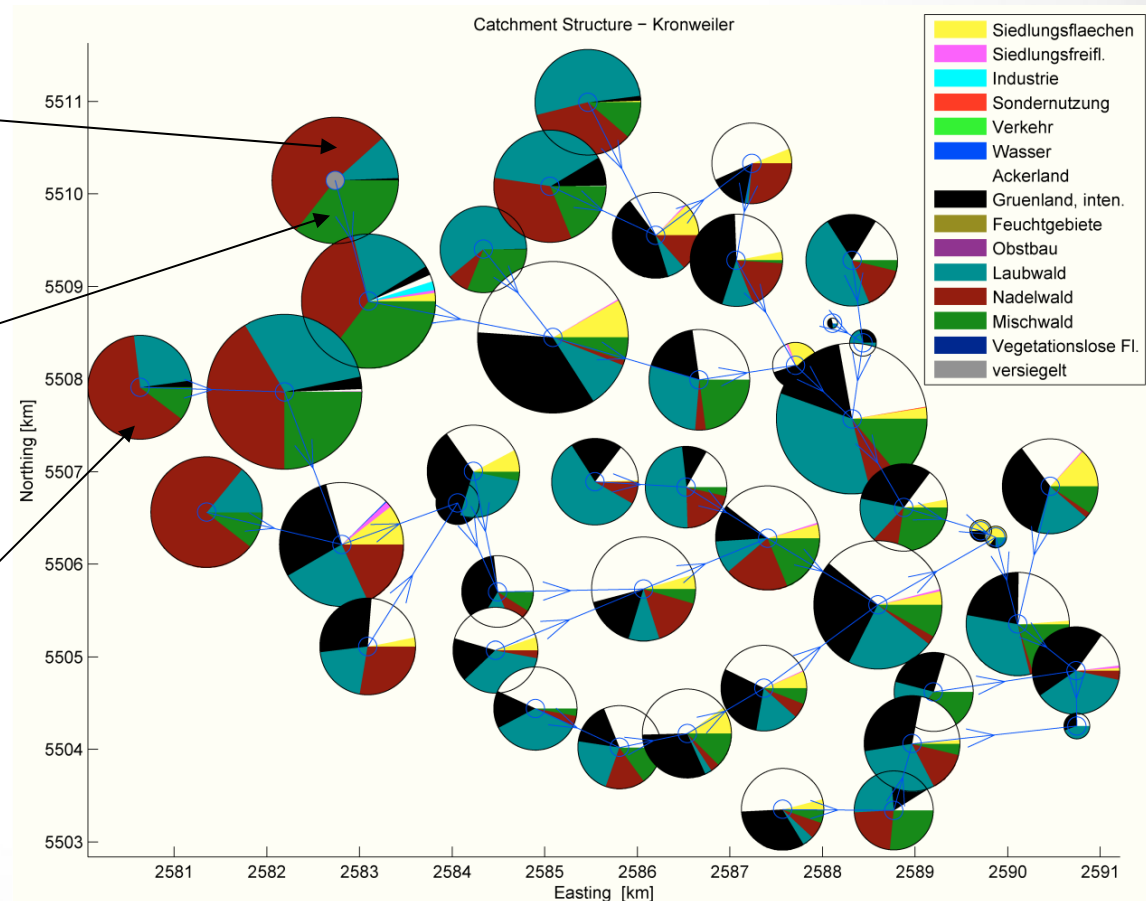
Wie sollte es sein?

... 855 individuelle Parametersätze für das Einzugsgebiet Kronweiler

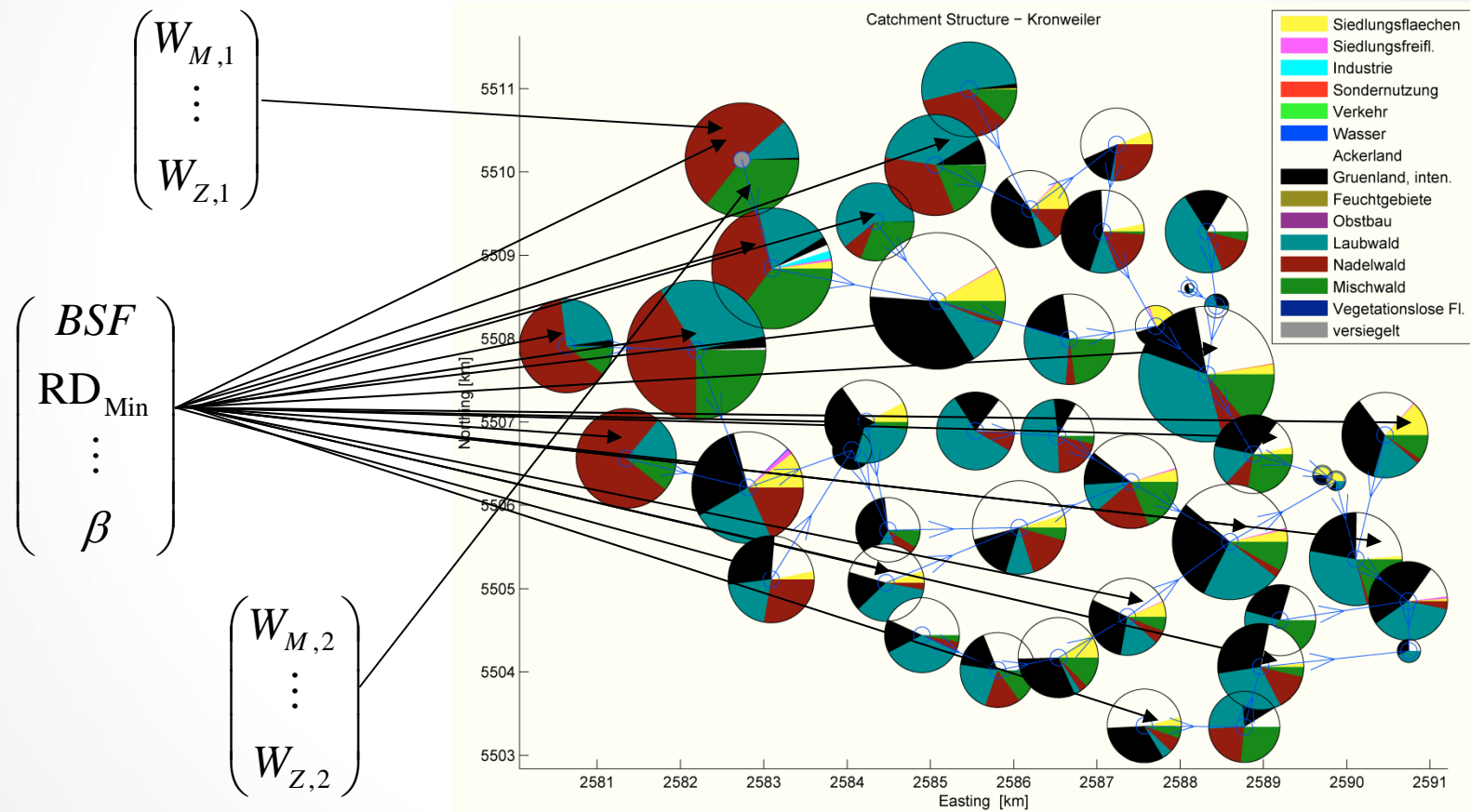
$$\begin{pmatrix} W_{Z,1} \\ \text{BSF}_1 \\ \vdots \\ \beta_1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} W_{Z,2} \\ \text{BSF}_2 \\ \vdots \\ \beta_2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} W_{Z,3} \\ \text{BSF}_3 \\ \vdots \\ \beta_3 \end{pmatrix}$$



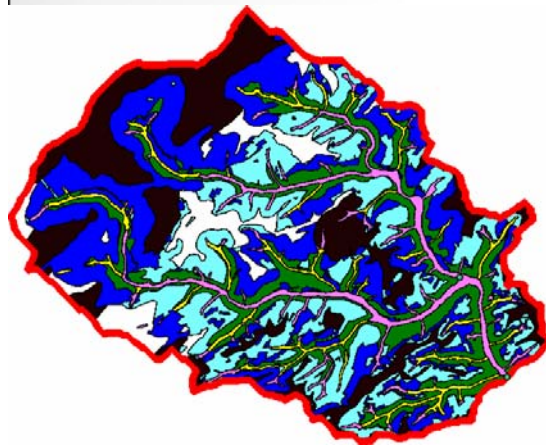
Wie ist es?



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!

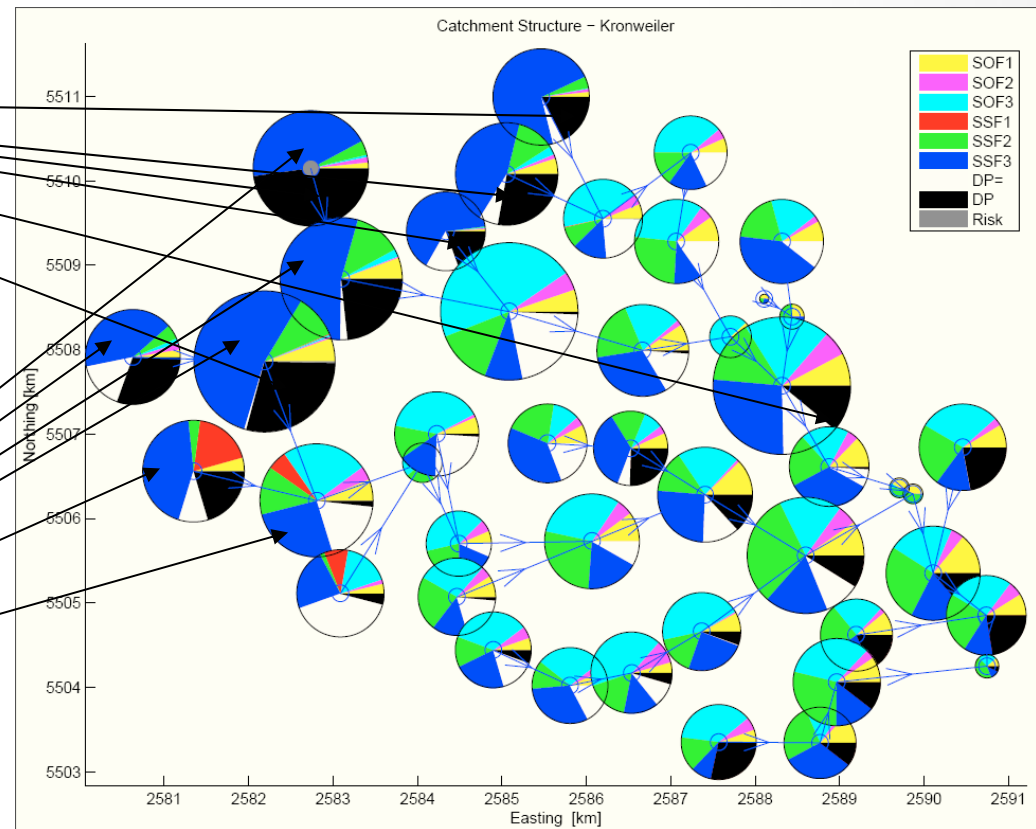


Zielsetzung

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

•
•
•

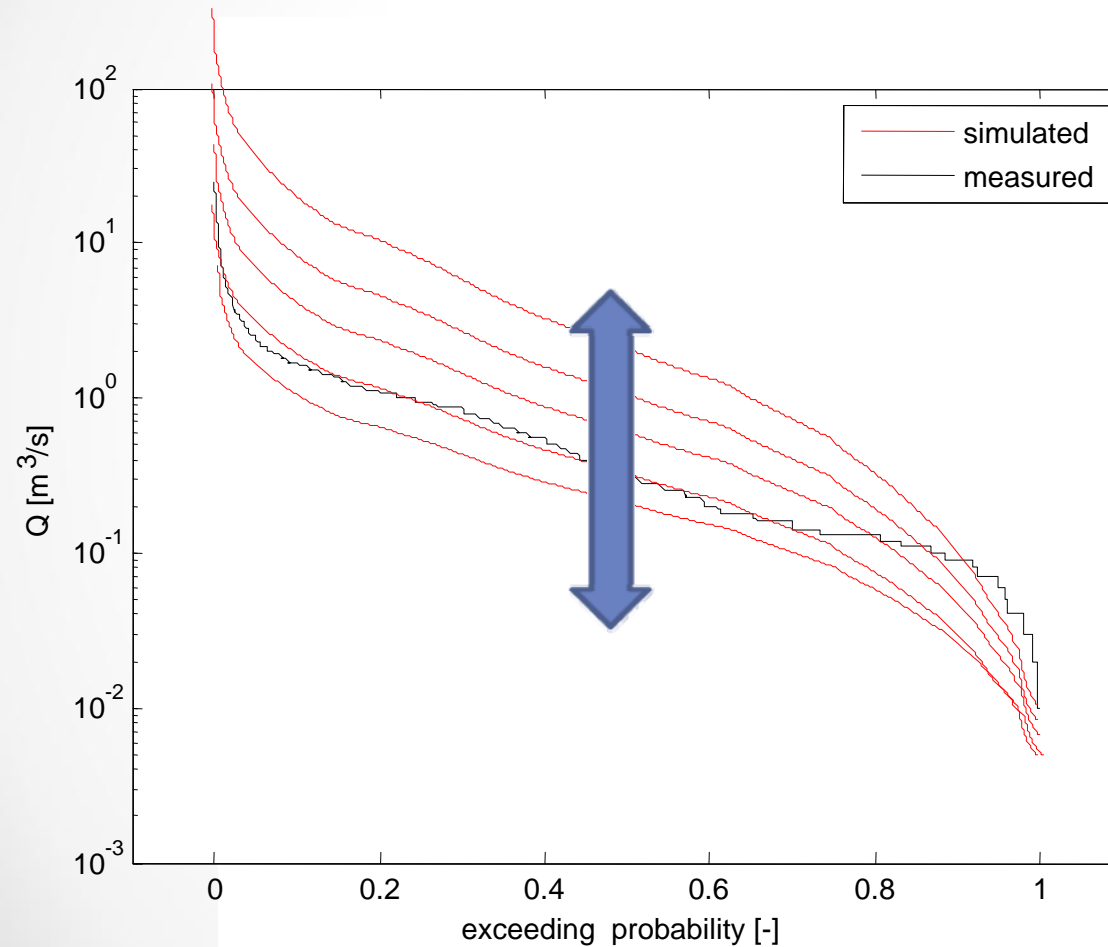
$$\begin{pmatrix} BSF_{SSF3} \\ RD_{Min,SSF3} \\ \vdots \\ \beta_{SSF3} \end{pmatrix}$$



Rückblick

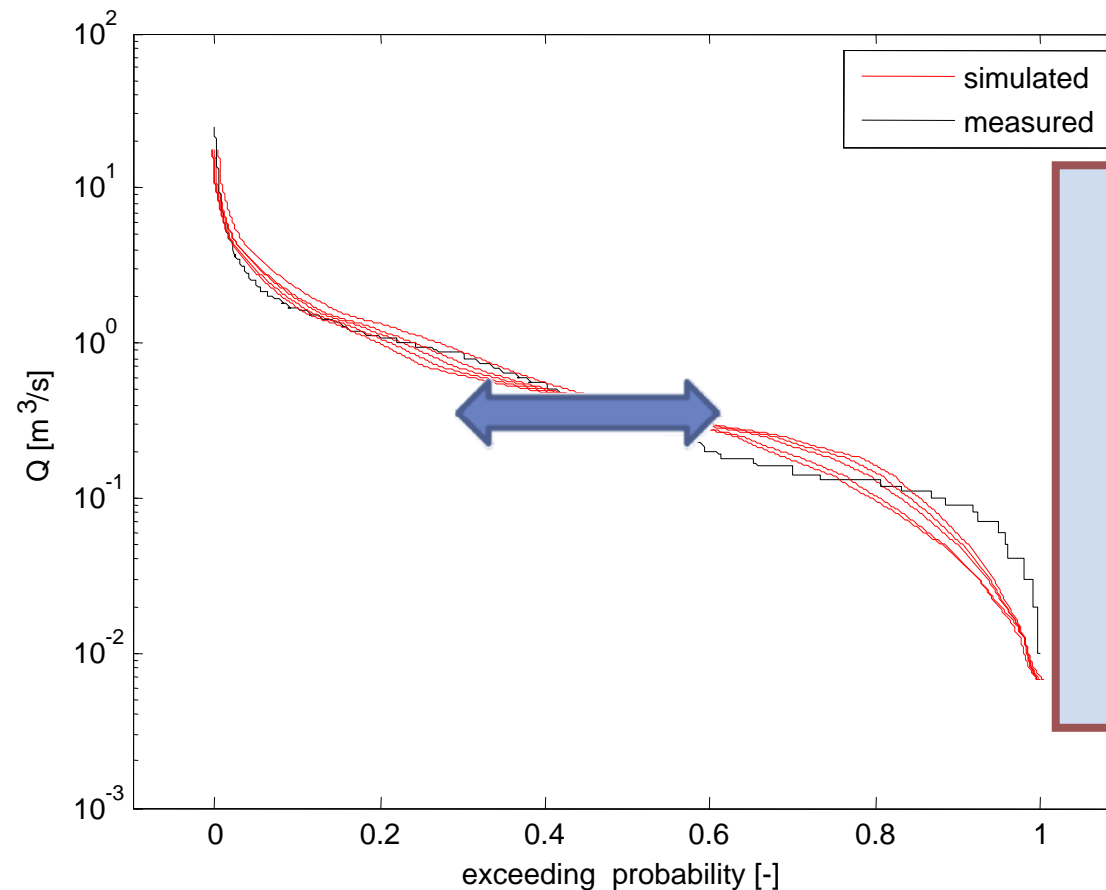
- Bestimmung von Parameterprototypen für die einzelnen Abflussprozesse – auf Kompartiment-Ebene
Problem: Übertragung der Parametersätze auf andere Gebiete?
- Skalierung des Gesamtparametersatzes durch zwei neue Parameter:
 - Bilanz
 - Dämpfung
- Bilanz ändert global den Anteil des Wasserdargebotes, der zu Abfluss wird, ohne die Reaktionsmuster im Sinne der Abflussprozesskarte zu stören
- Dämpfung verschiebt die Reaktionen vom reaktiven Verhalten mit starker Dynamik zu gedämpften Verhalten mit wenigen Abflussspitzen. Auch dies wieder, ohne die Reaktionsmuster im Sinne der Abflussprozesskarte zu stören.

Wirkungsweise der Parameter – Bilanz



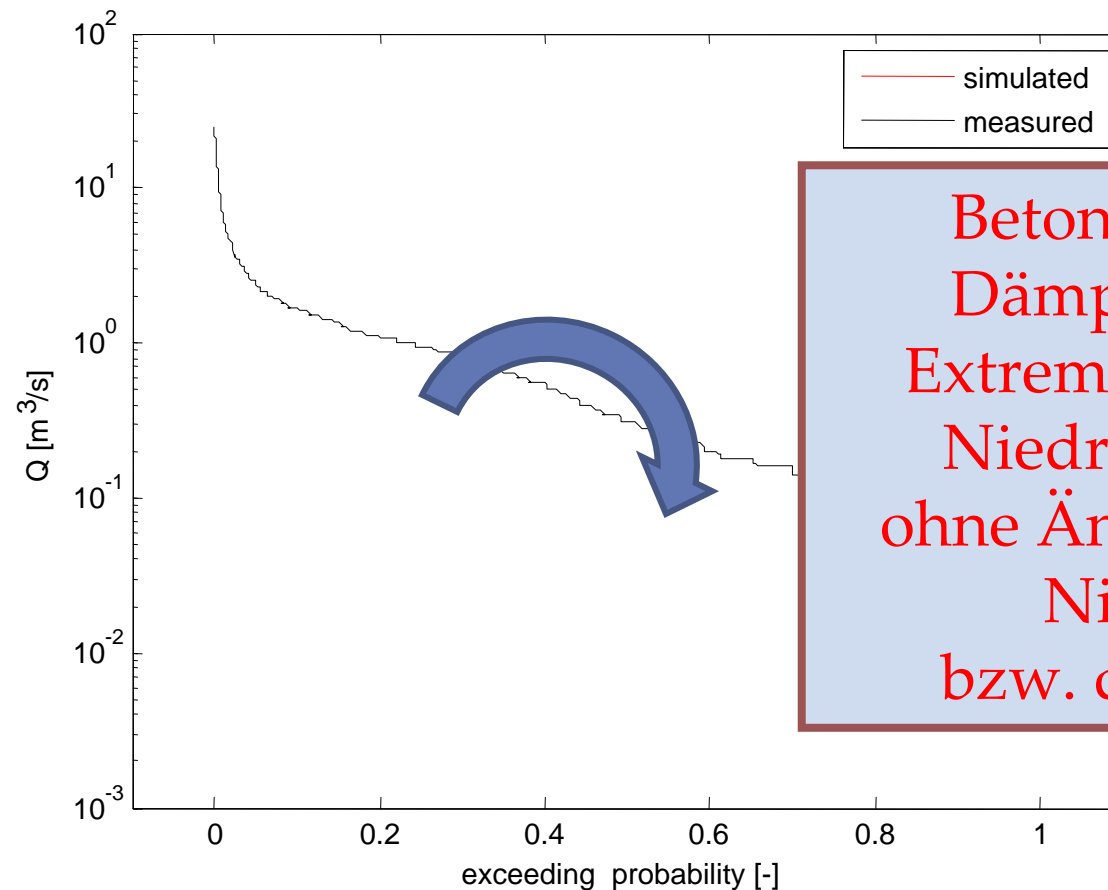
Änderung der Bilanz ohne grundsätzlich die Aufteilung in Komponenten zu beeinflussen

Rückblick: Gewünschte Wirkungsweise der Parameter – Dämpfung



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

Benötigt: Wirkungsweise der Parameter – Dämpfung

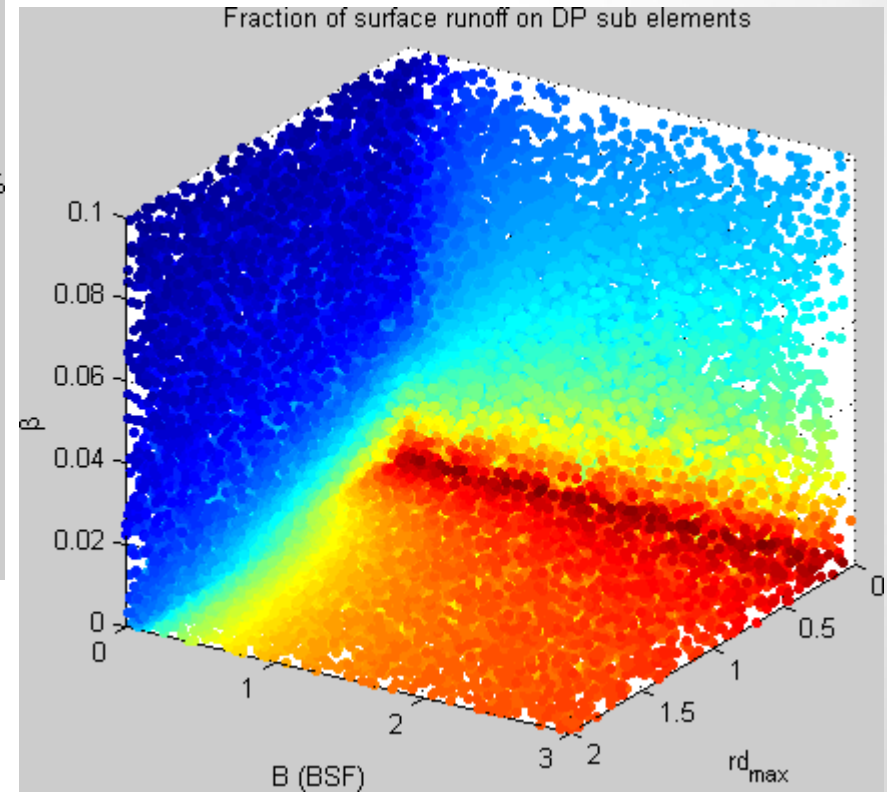
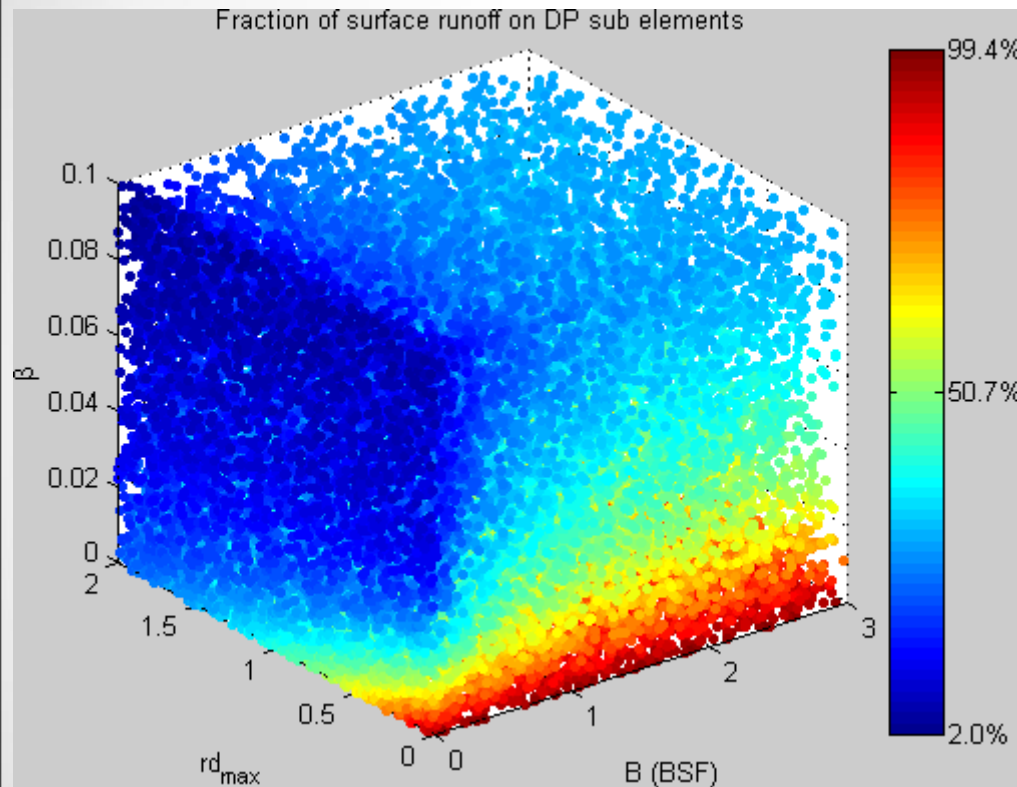


Betonung oder
Dämpfung der
Extreme (Hoch- &
Niedrigwasser)
ohne Änderung des
Niveaus
bzw. der Bilanz

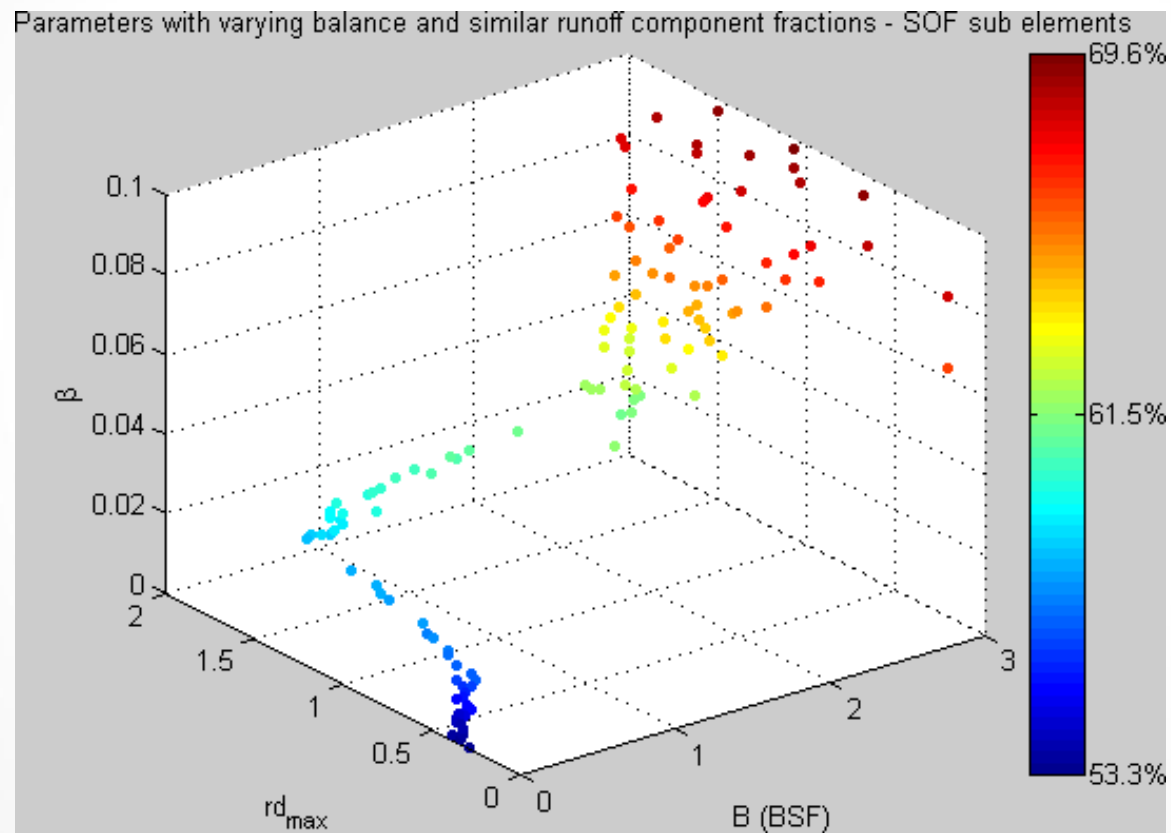
Berechnung der Kennfelder

- Monte Carlo-Methoden: 60.000 Modellrealisationen
- Variiert wurde:
 - $B_{\text{SOF}}, B_{\text{SSF}}, B_{\text{DP}}$
 - $RD_{\text{MAX,SOF}}, RD_{\text{MAX,SSF}}, RD_{\text{MAX,DP}}$
 - $RD_{\text{MIN,SOF}}, RD_{\text{MIN,SSF}}, RD_{\text{MIN,DP}}$
 - $\beta_{\text{SOF}}, \beta_{\text{SSF}}, \beta_{\text{DP}}$
- Simuliert: 1996 (Einschwingjahr) – 1998
- Berechnung der Abflusskomponentenanteile für jedes Sample
- Bestimmung der Samples mit gewünschten Abflusskomponentenanteilen und unterschiedlichen Bilanzen

Beispiel: Anteil Oberflächenabfluss aller Samples



Resultat



(Ehemalige) Problemkreise

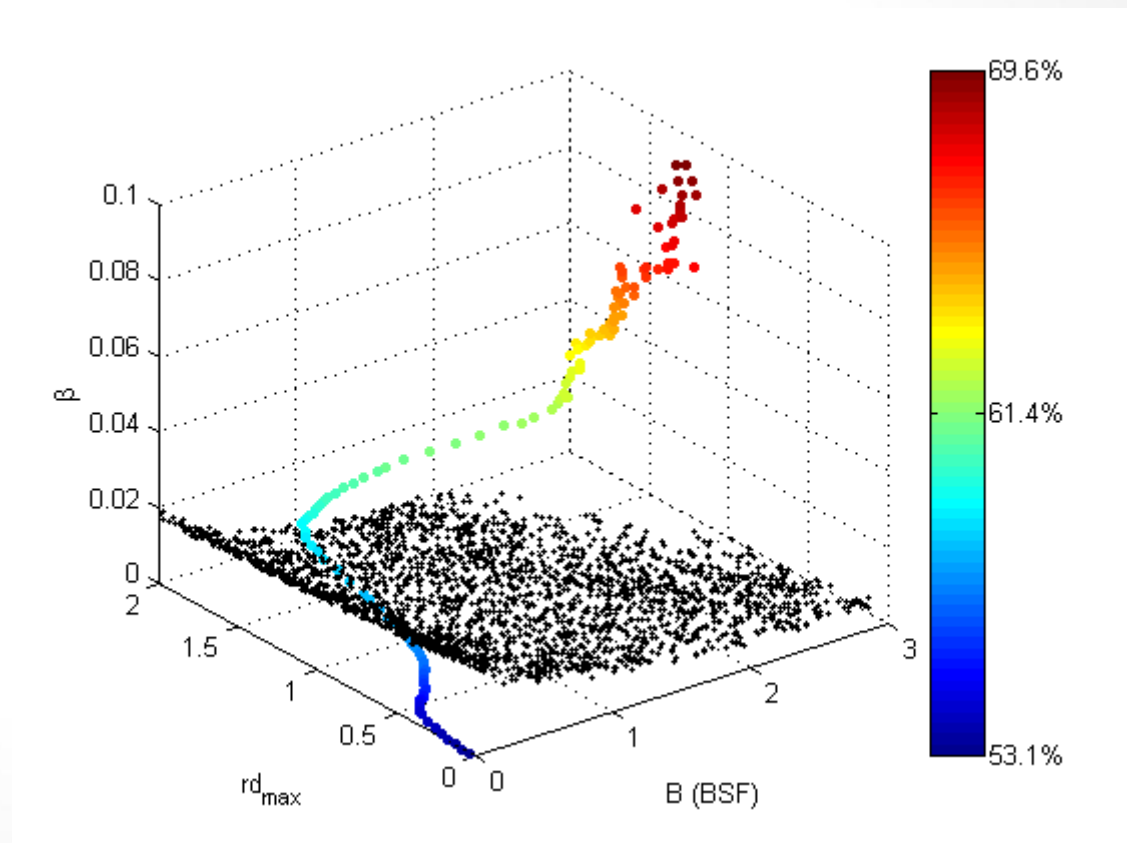
- Der Verlauf der Kurve ist nicht eindeutig:
 - Abhängig von W_M
 - Abhängig von Landnutzung
 - Abhängig von Eingangsdaten
 - Für unterschiedliche Dämpfung unterschiedlicher Verlauf der Bilanz
 - Für unterschiedliche Bilanzen unterschiedlicher Verlauf der Dämpfung
- Modellannahmen setzen Grenzen
- Gebietsspeicher in alter Form dämpfen Effekt

Abhängigkeiten

- Wm: Vorhanden aber plausibel
- Lanu: Vorhanden aber plausibel
- Eingangsdaten: Vorhanden aber plausibel
- Konsequenz: Absoluter Wert nicht sinnvoll, relative Skalierung mit beliebigem Wertebereich
- Verbleibend:
 - Für unterschiedliche Dämpfung unterschiedlicher Verlauf der Bilanz
 - Für unterschiedliche Bilanzen unterschiedlicher Verlauf der Dämpfung

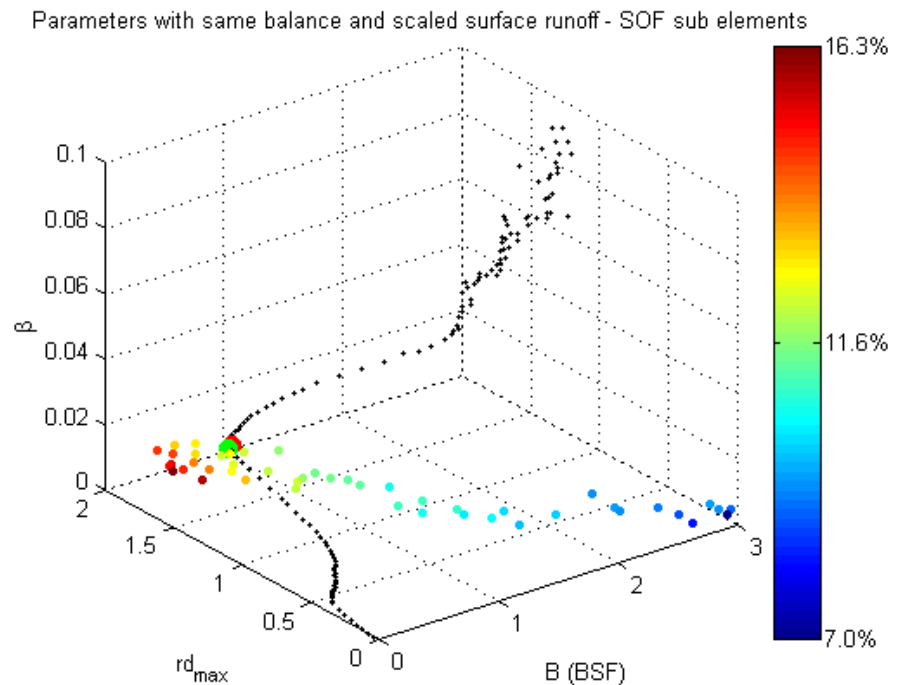
Änderung der Dämpfung: Ansatz

- Zu jeder Bilanz wird eine Dämpfungslinie bestimmt
- Dazu zunächst Bestimmung aller Samples mit gleicher Bilanz



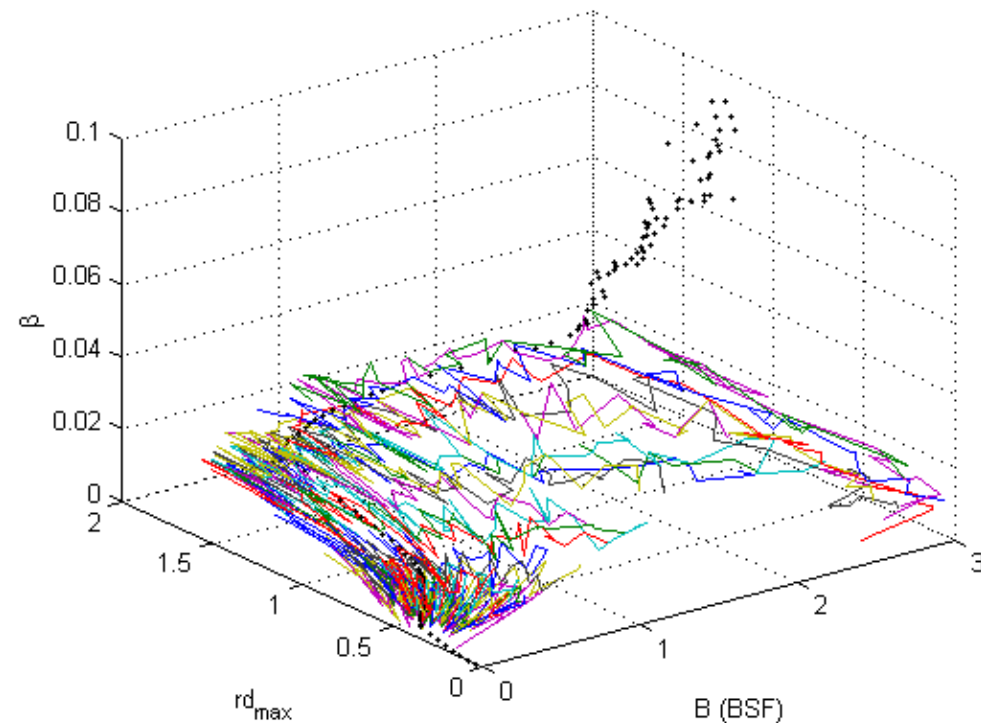
Änderung der Dämpfung: Ansatz

- In dieser Menge: Bestimmung der Samples mit gewünschten Eigenschaften:
 - Mehr Dämpfung verringert den Anteil des Oberflächenabflusses und erhöht den Anteil der Versickerung
 - Weniger Dämpfung entsprechend umgekehrt



Problem

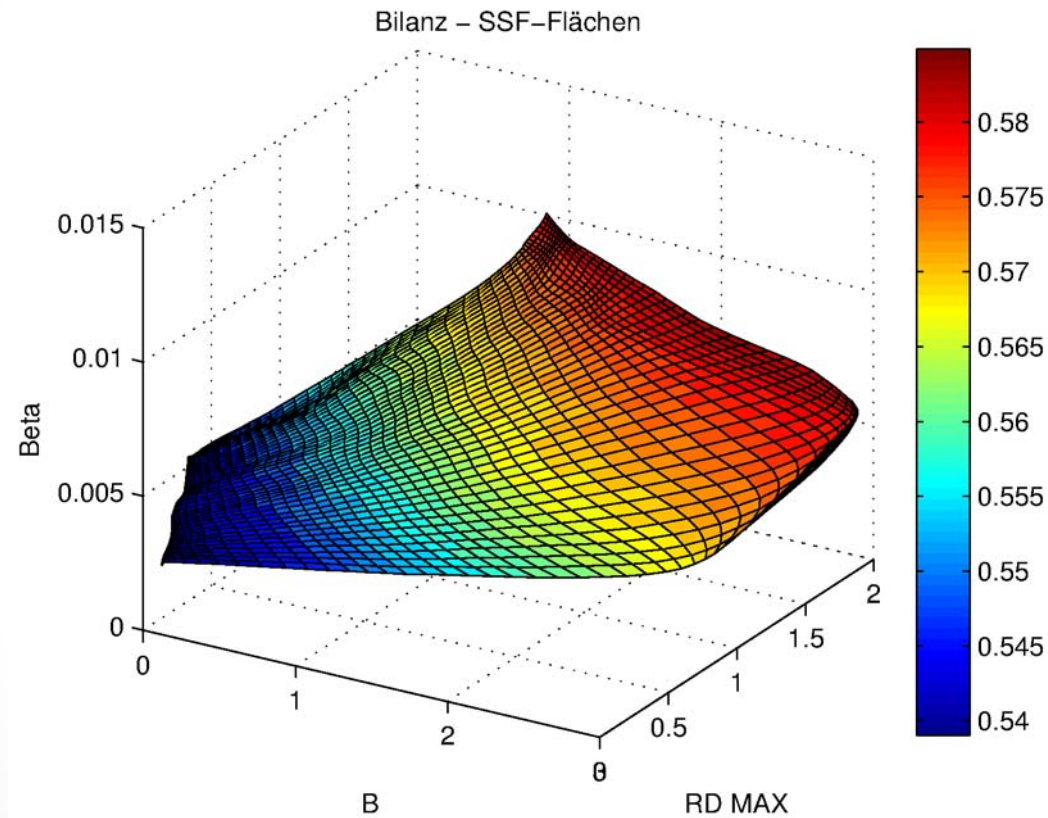
- Bei Bestimmung der Linie für alle Bilanzschritte kommt es durch die geringe Anzahl der Samples zu Überschneidungen



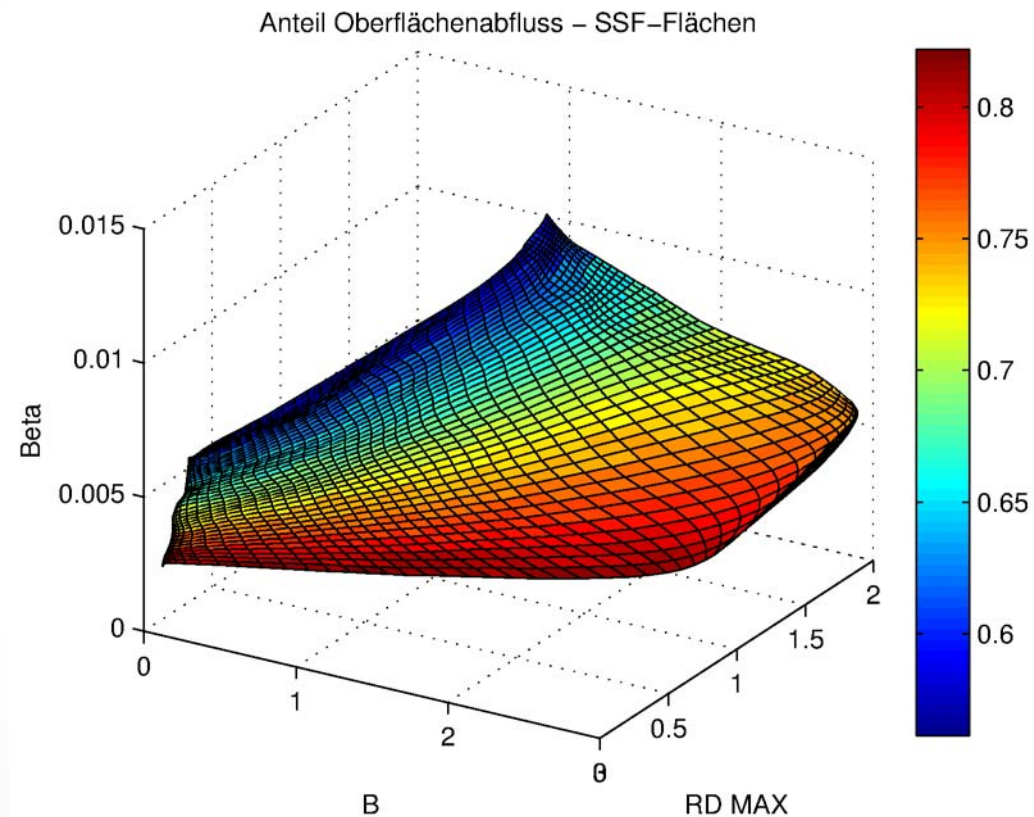
Lösung

- Bestimmung eines Gesamtkennfeldes für Bilanz und Dämpfung:
 - Es wird ein zweidimensionales Kennfeld erstellt
 - Bewegung entlang einer Dimension ändert Bilanz; Bewegung entlang zweiter Dimension ändert Dämpfung
 - Algorithmus:
 - Für jeden Punkt des Kennfeldes:
 - Bestimmung der Soll-Abflusskomponentenanteile und Soll-Bilanz
 - Bestimmung des Samples, das diesen Vorgaben am besten entspricht (geringste euklidische Distanz)
 - Glättung des Kennfeldes (da nicht unendlich viele Sample vorliegen)

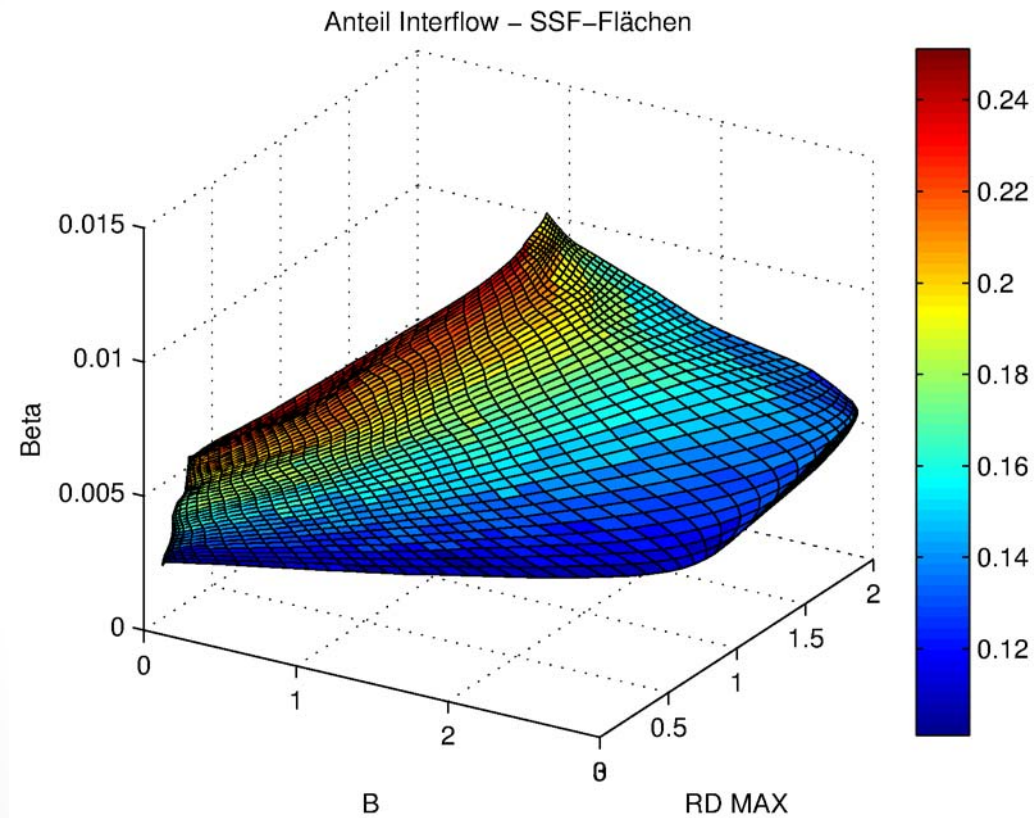
Parameterkennfeld SSF-Flächen



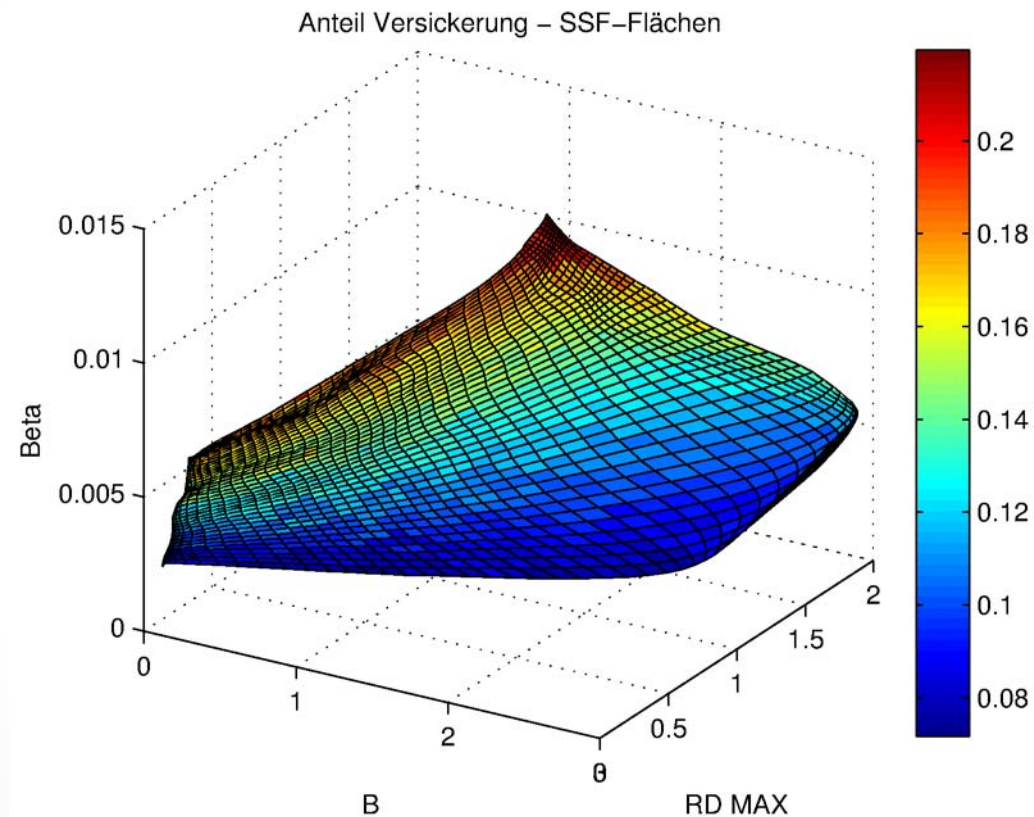
Parameterkennfeld SSF-Flächen



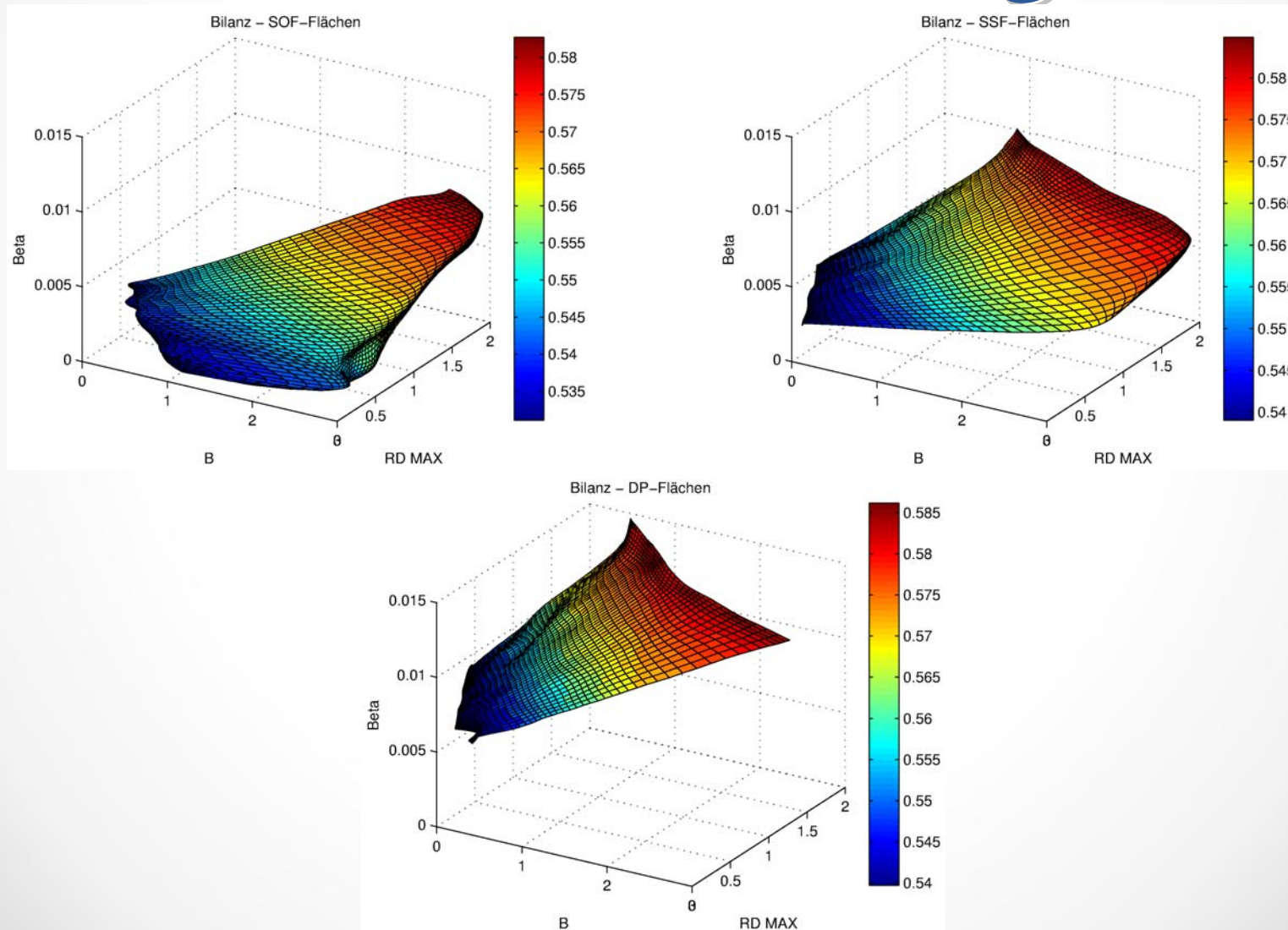
Parameterkennfeld SSF-Flächen



Parameterkennfeld SSF-Flächen



Kennfelder im Vergleich



Probleme unterwegs

- Ursprünglich erarbeitete Anteile von Abflusskomponenten führen im Modell nicht zu einem brauchbaren Ergebnis
- Analyse der benötigten Bandbreite von Abflusskomponenten anhand der Bandbreite von Parametrisierungen im Nahe-EZG
- Aktuelles Kennfeld deckt das benötigte Spektrum im Nahe-EZG ab zuzüglich des Anteils, den die Modellannahmen erlauben

Kalibrierung

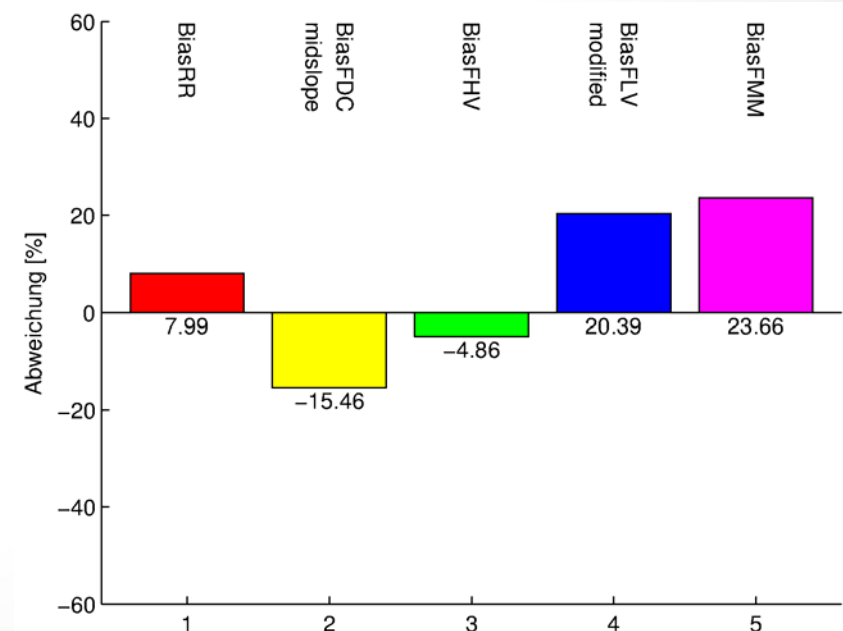
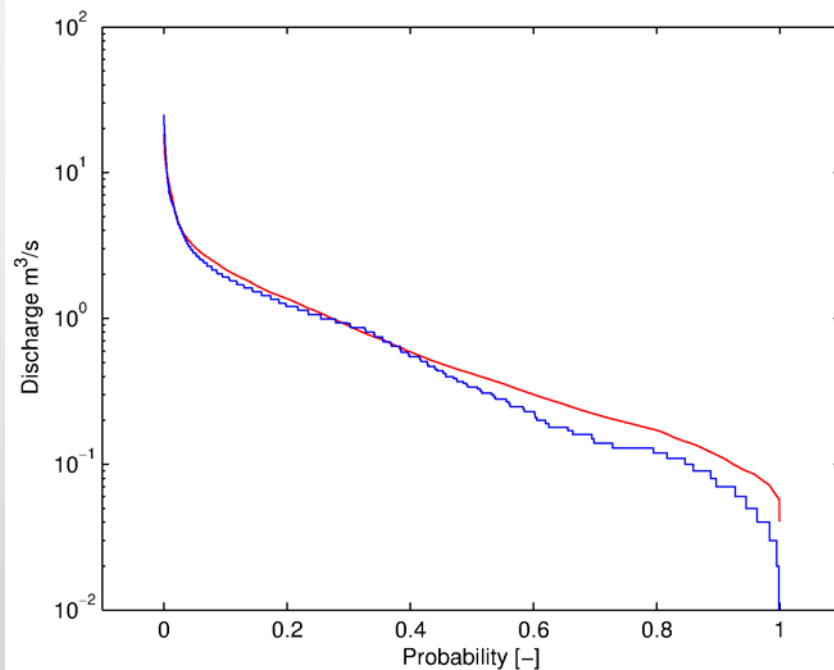
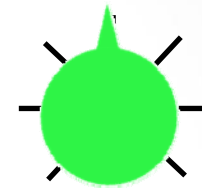
- Einzugsgebiet Kronweiler
- Zeitraum 1996-1999 zur Kalibrierung (1996 als Einschwingjahr)
- Zeitraum **2000 – 2003 – 2011** & 1993 – 1995 zur Validierung

Kalibrierung Schritt 1: Ein Schuss ins Blaue

Bilanz



Dämpfung

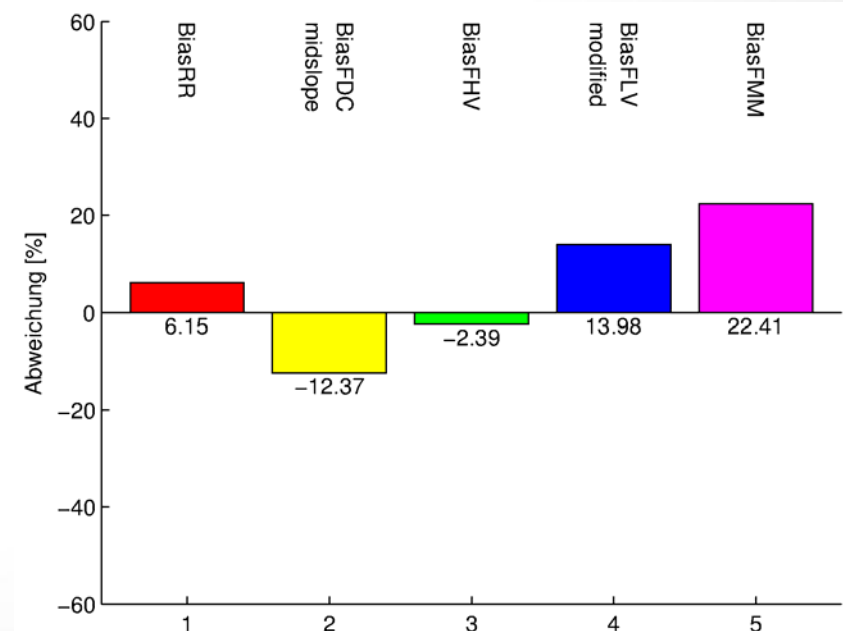
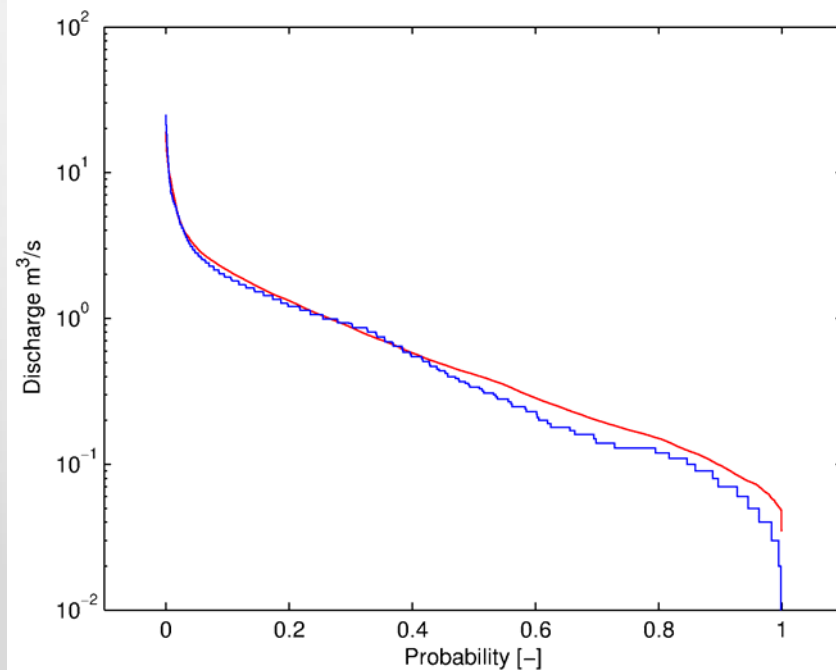
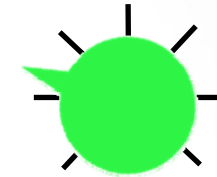


Kalibrierung Schritt 2: Bilanz & Dämpfung senken

Bilanz

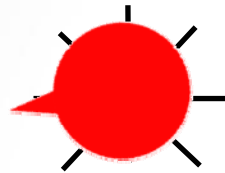


Dämpfung

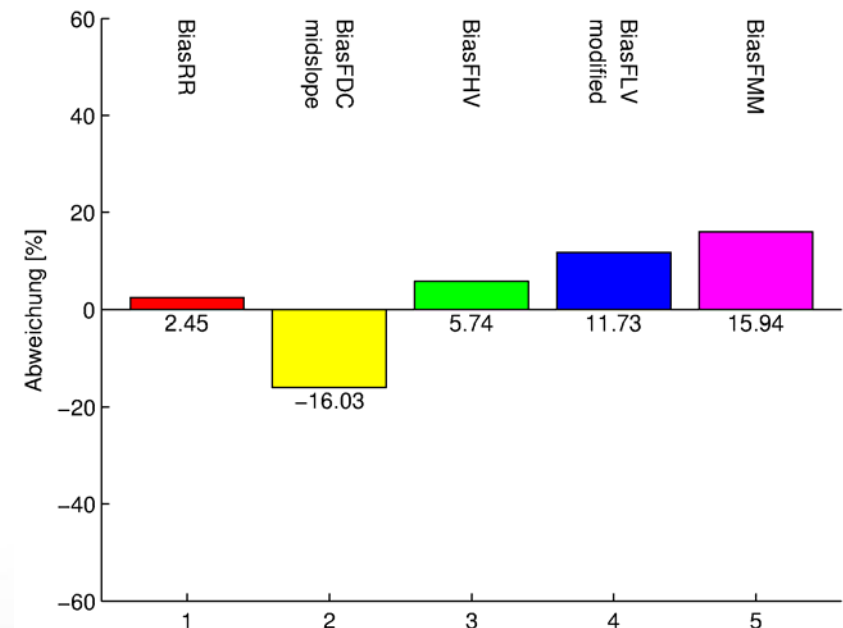
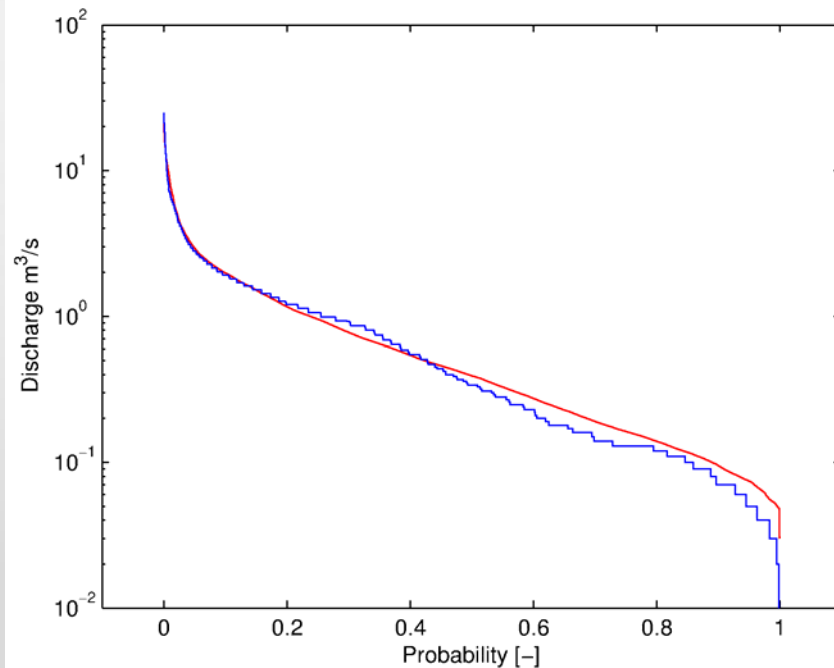
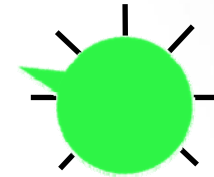


Kalibrierung Schritt 3: Bilanz weiter senken

Bilanz



Dämpfung

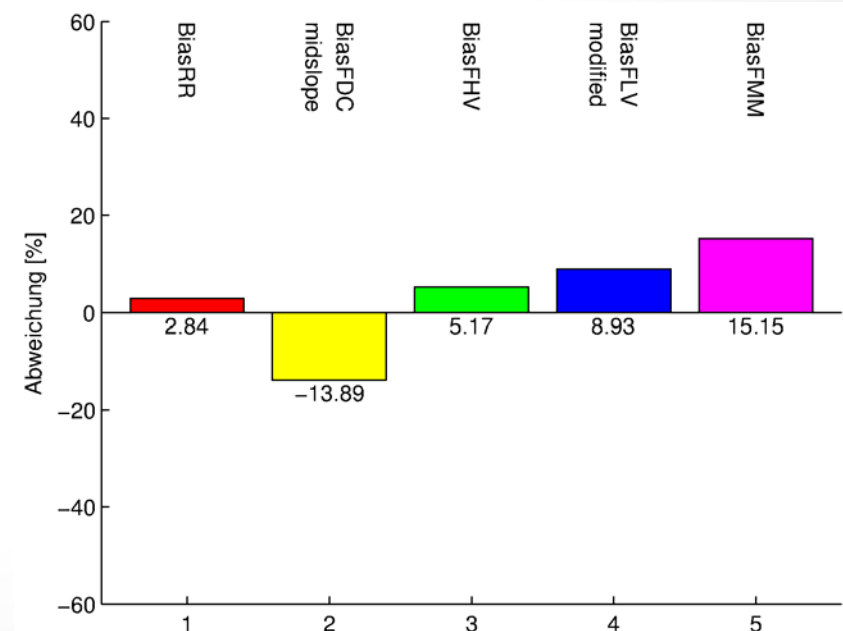
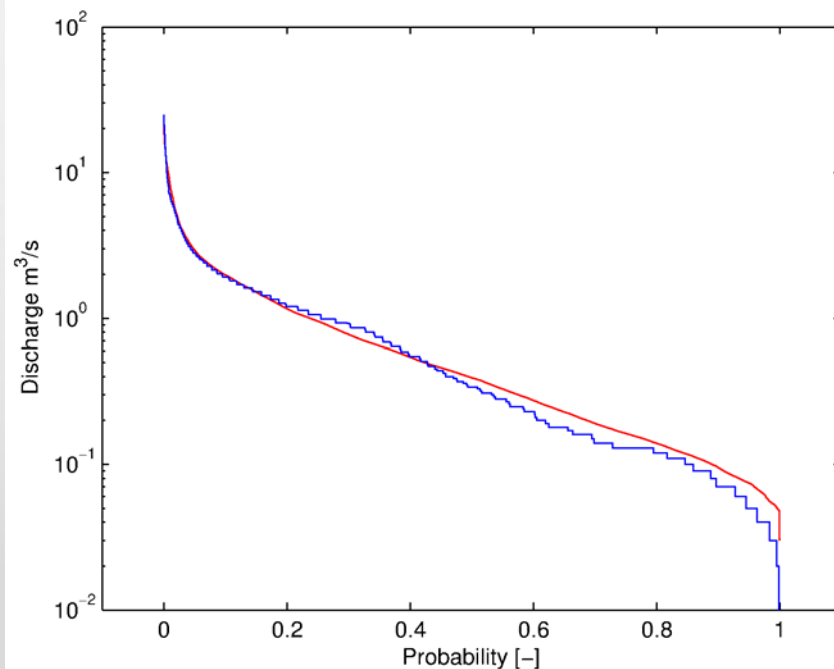


Kalibrierung Schritt 4: Dämpfung deutlich senken

Bilanz

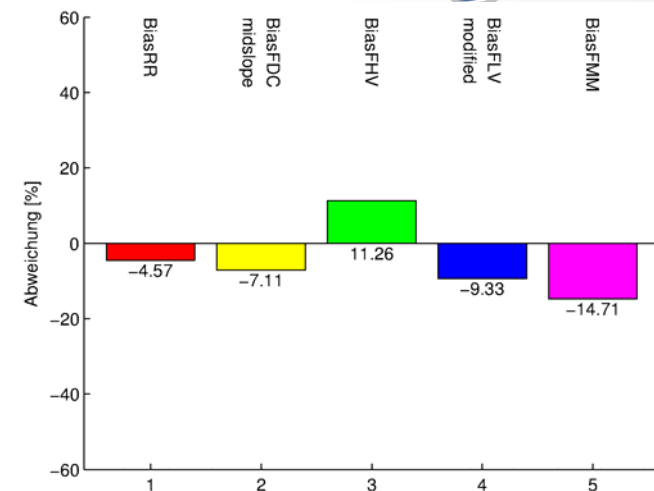
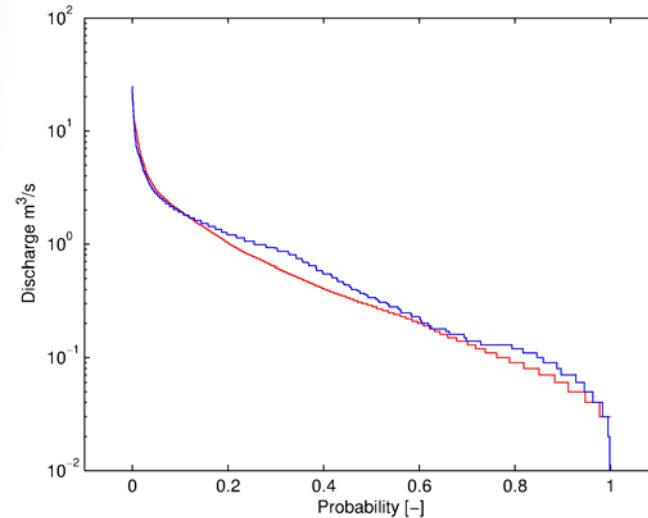


Dämpfung

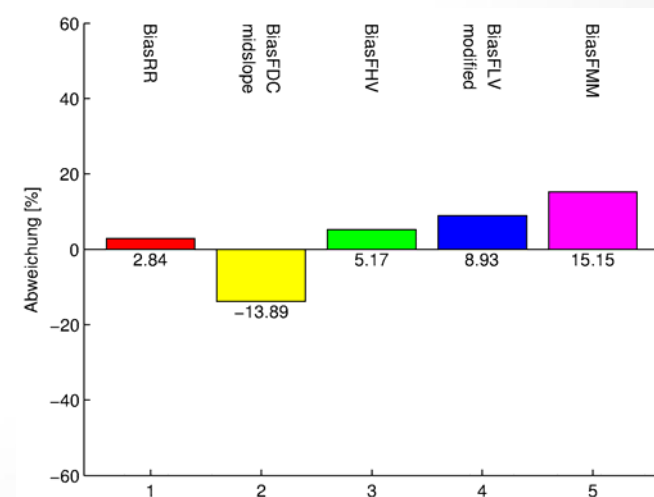
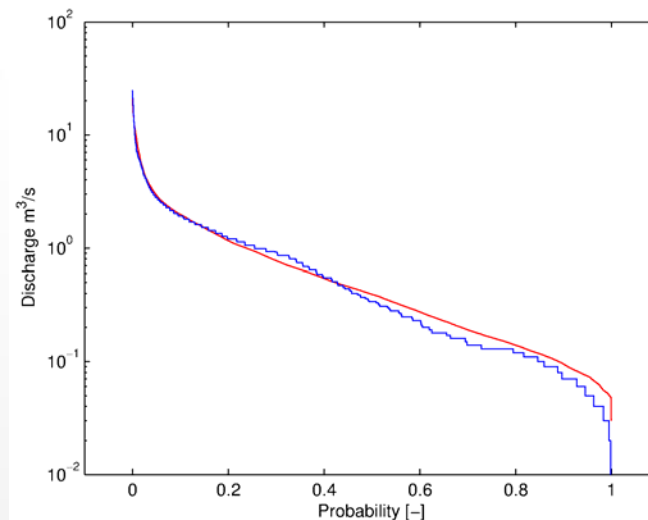


Vergleich Fortran homogen mit MATLAB inhomogen

Homogen:



Inhomogen



Fazit:

- 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, im Hochwasserbereich sowie im Niedrigwasserbereich
- Aber: Weiterhin Kompromiss zwischen Abbildung der Spitzen und Minimierung von Volumenfehlern

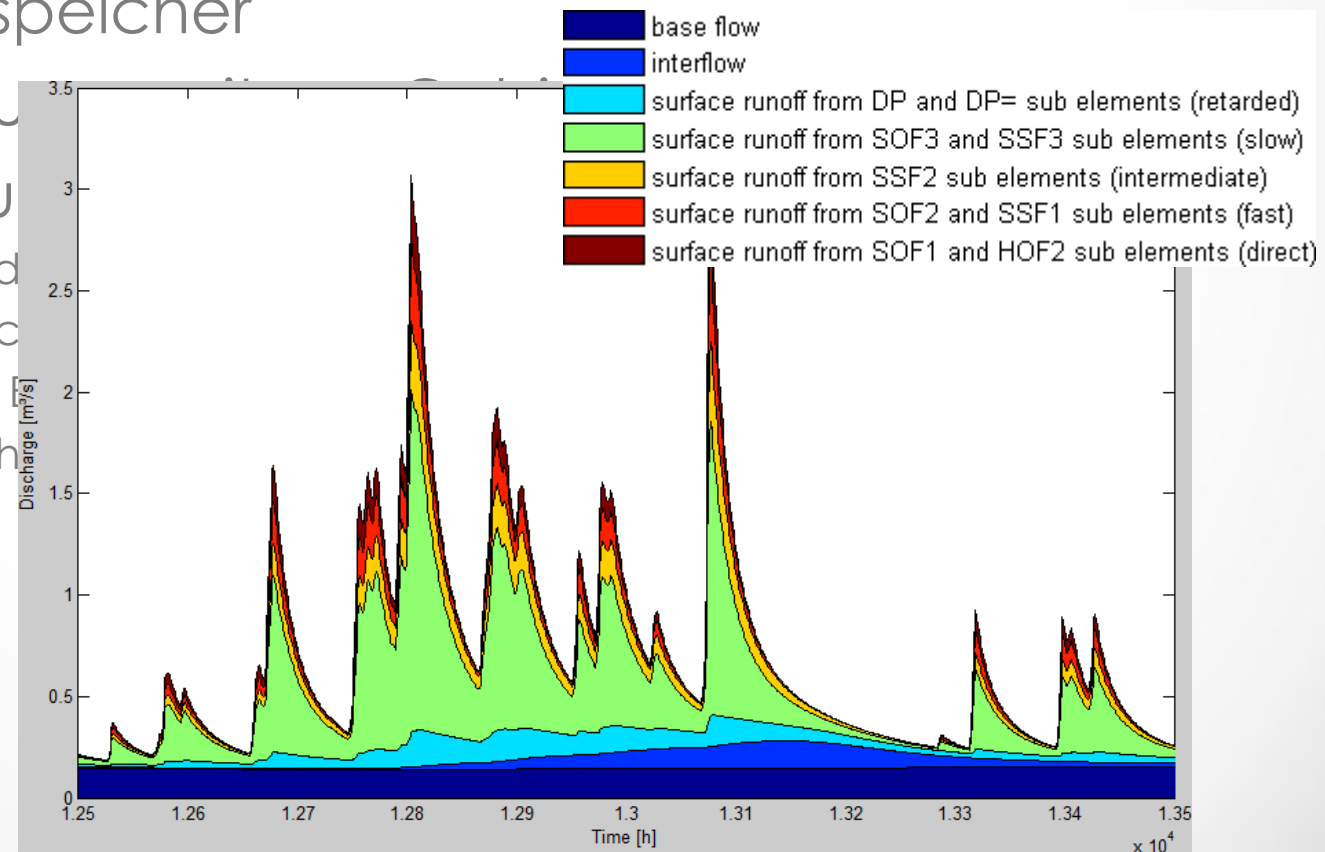
Ausstehend

- Kalibrierung unterschiedlicher Prozess-Geschwindigkeiten über unterschiedliche Gebietsspeicher

- Kalibrierung

- Validierung

- Während
- Geschwindigkeit
- Eigenen
- Flächenh



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!

