



# Wie gut simulieren wir Hochwasserfüllen mit LARSIM-NA?

LARSIM-Anwendertreffen  
Trier, 05. Oktober 2022

Nicolas Dalla Valle & Dr. Simon Seibert

# Übersicht

1. Gesetzliche Vorgaben – DIN19700
2. Annahmen der Hydrologischen Bemessung
3. Übliches Vorgehen bei der Kalibration von LARSIM
4. Bivariate Statistik mit Copulas
5. PSI GEGEBEN vs. Abflussbeiwertfunktion
  - 5.1 Beispiel Sylvensteinsee
  - 5.2 Beispiel Rottachsee
6. Beispiel Altmühlsee – Kalibration mit Copulas?

Hinweis: Der Vortrag wurde während des LARSIM-Anwenderworkshops nicht gehalten. Fragen können jedoch gern an Herrn Dalla Valle gerichtet werden.



## 1 Gesetzliche Vorgaben – DIN19700

Bemessungshochwasser:

- BHQ1 (bis HQ1.000 - Hochwasserentlastungsanlage)
- BHQ2 (bis HQ10.000 - Standsicherheit)
- BHQ3 (je nach Schutzgrad, oft HQ100 - Hochwasserschutz)

→ Für die Bemessung von Talsperren werden nicht nur Scheitelwerte sondern auch Füllen (und damit Ganglinien) definierter Eintrittswahrscheinlichkeit benötigt.

→ Wie lassen sich diese Größen ermitteln (und in Beziehung setzen) und bilden die verfügbaren Modelle diese korrekt ab?



## 2 Annahmen der Hydrologischen Bemessung

- Gleichsetzung der Jährlichkeiten von N und Q
- Bemessungsniederschläge (z. B. KOSTRA, PEN-LAWA)
- Vollflächige Überregnung
- Normierte Niederschlagsverläufe
- „Mittlere“ Bedingungen
- Konzept der „maßgeblichen Dauerstufen“





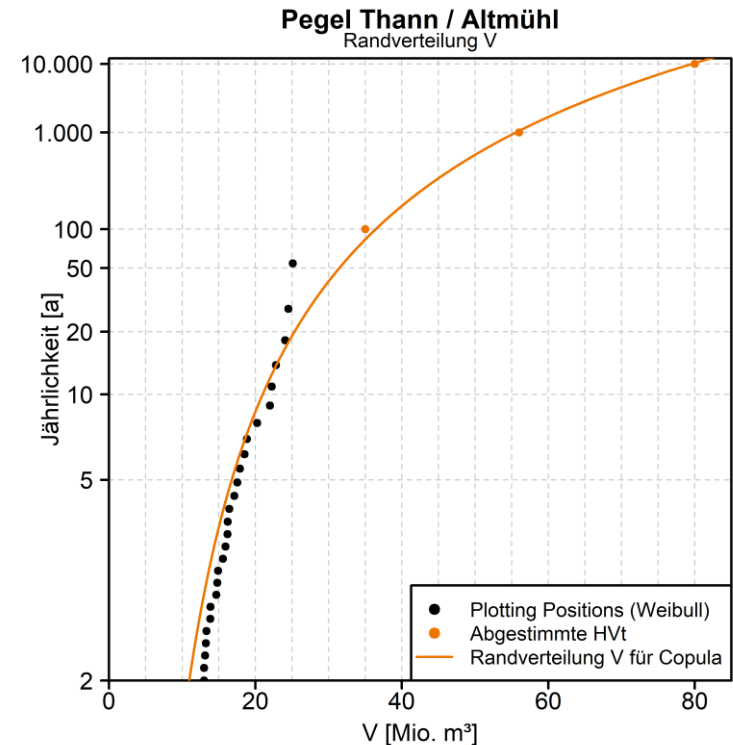
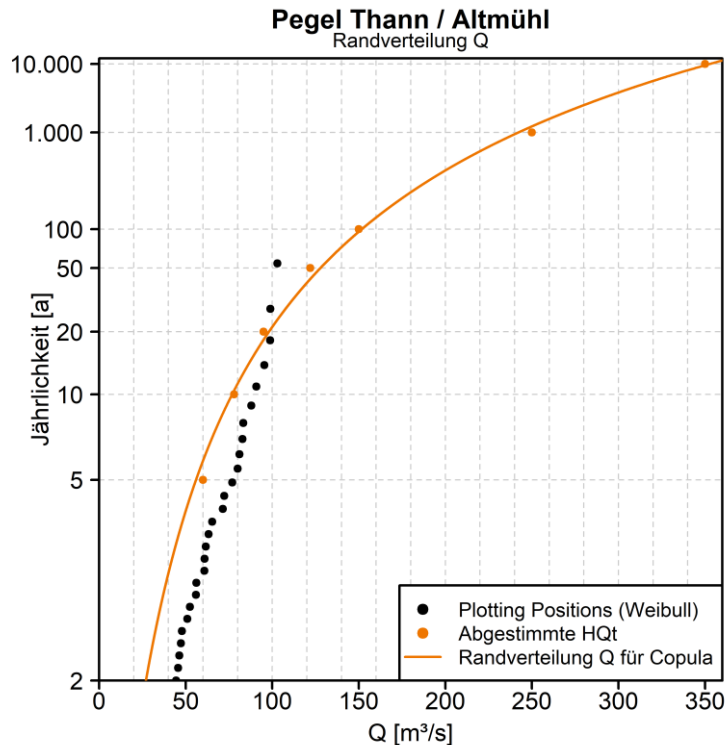
## 3 Übliches Vorgehen bei der Kalibration von LARSIM

Anpassung an (wenige) historische Hochwasser

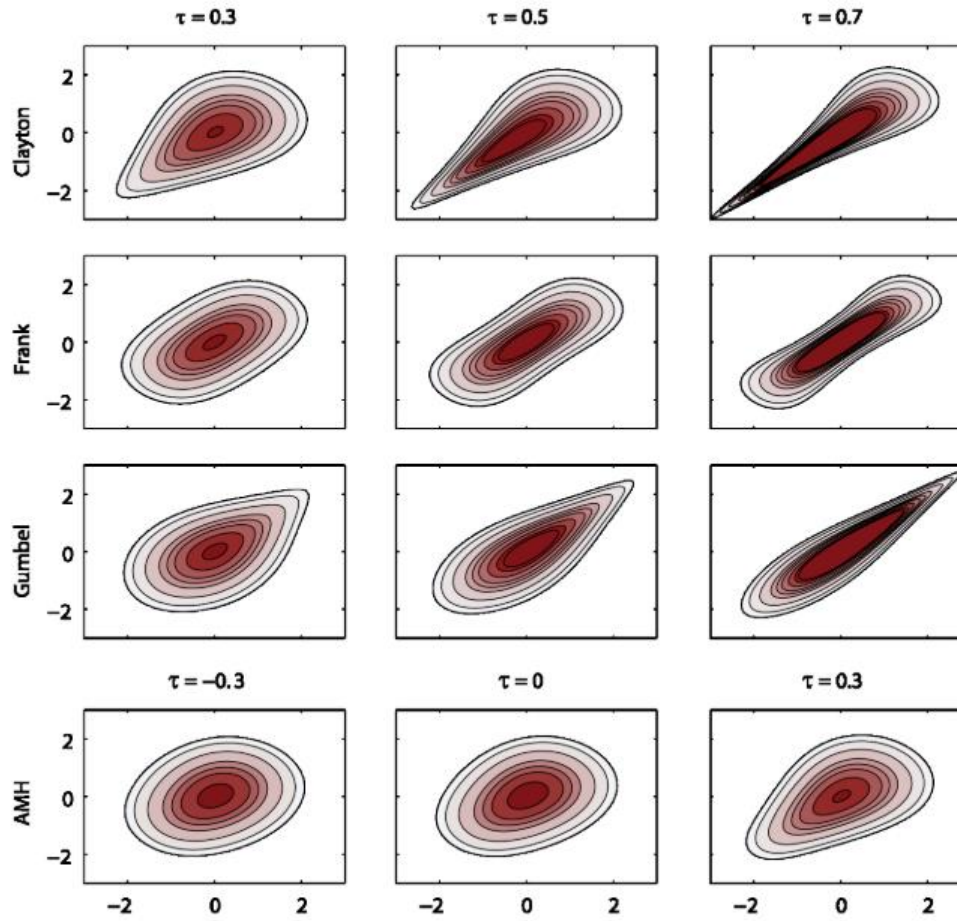
- Repräsentativität?
  - Skalierbarkeit?
  - Übertragbarkeit auf Bemessungsfall / seltene Hochwasserereignisse?
- (Am LfU BY) Häufig: Nachkalibration auf statistische HQt-Werte durch Anpassung der PSIfak in Tape35

## 4 Bivariate Statistik mit Copulas I

### 1. Separate Extremwertstatistische Auswertung der Hochwasserscheitel und korrespondierenden Füllen (Randverteilungen)



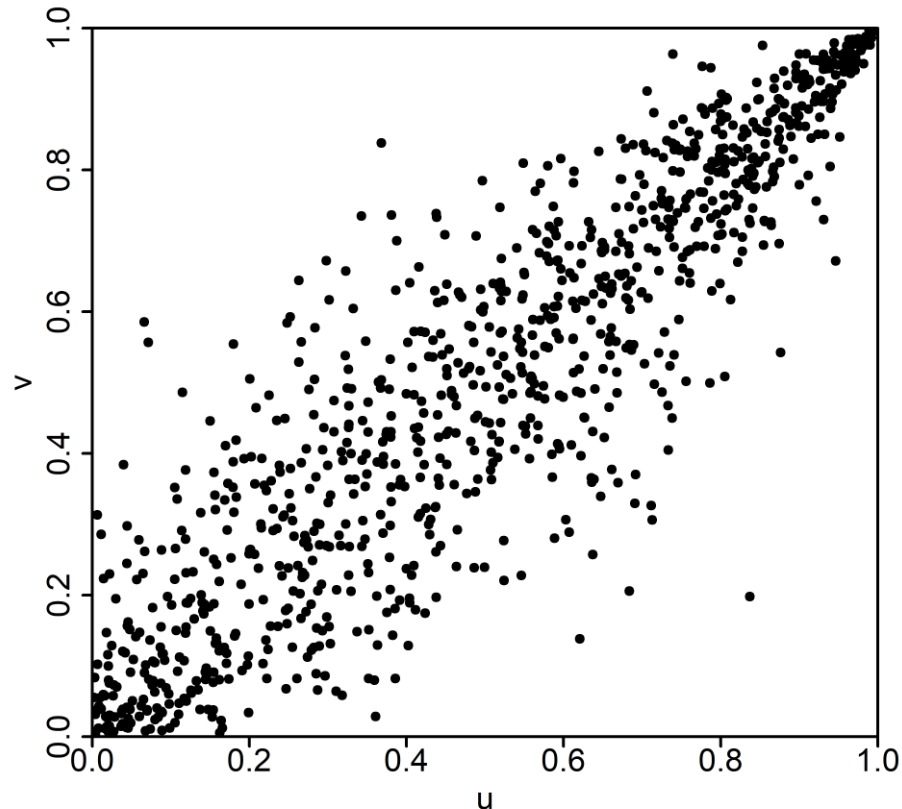
## 4 Bivariate Statistik mit Copulas II



Bender 2015

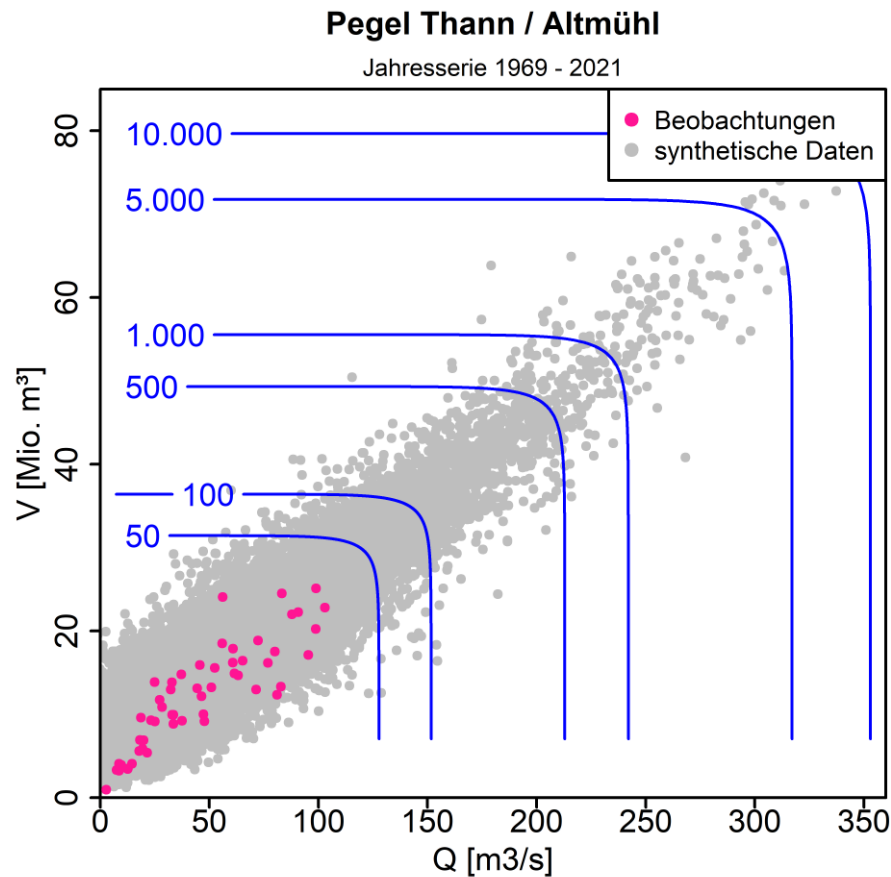
## 4 Bivariate Statistik mit Copulas III

### 2. Definition der Copula und zufällige Datenpaare ziehen



## 4 Bivariate Statistik mit Copulas IV

### 3. Umrechnung über Randverteilungen



## 5 PSI GEGEBEN vs. Abflussbeiwertfunktion

- Abflussbeiwertverfahren (PSI GEGEBEN)

$$N_{\text{eff}} = N \cdot \text{PSI} \quad (7-1)$$

- Abflussbeiwertfunktion

$$N_{\text{eff}} = N \cdot \text{PSII} \quad (7-20)$$

$$\text{PSII} = \text{PSIMIN} + \text{PSI} \cdot \text{BAF} \cdot \left( \frac{100 \cdot Q_{1t-1}}{3.6 \cdot F_{\text{TGB}} \cdot t_a} \right)^{\text{CAF}} \quad (7-21)$$

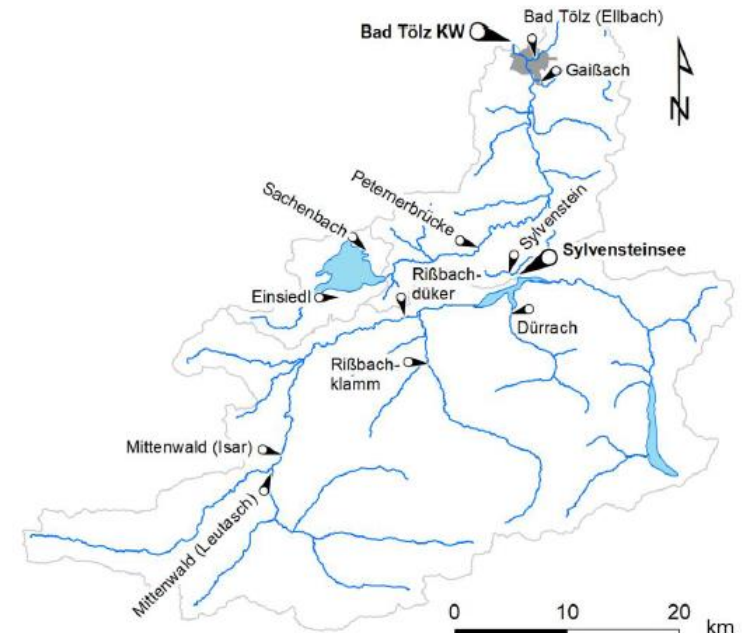
## 5.1 Beispiel Sylvensteinsee I

Speicherinformationen:

- Einzugsgebietsfläche: 1156 km<sup>2</sup>
- Alpines Einzugsgebiet  
(Nordseite des Karwendelgebirges)

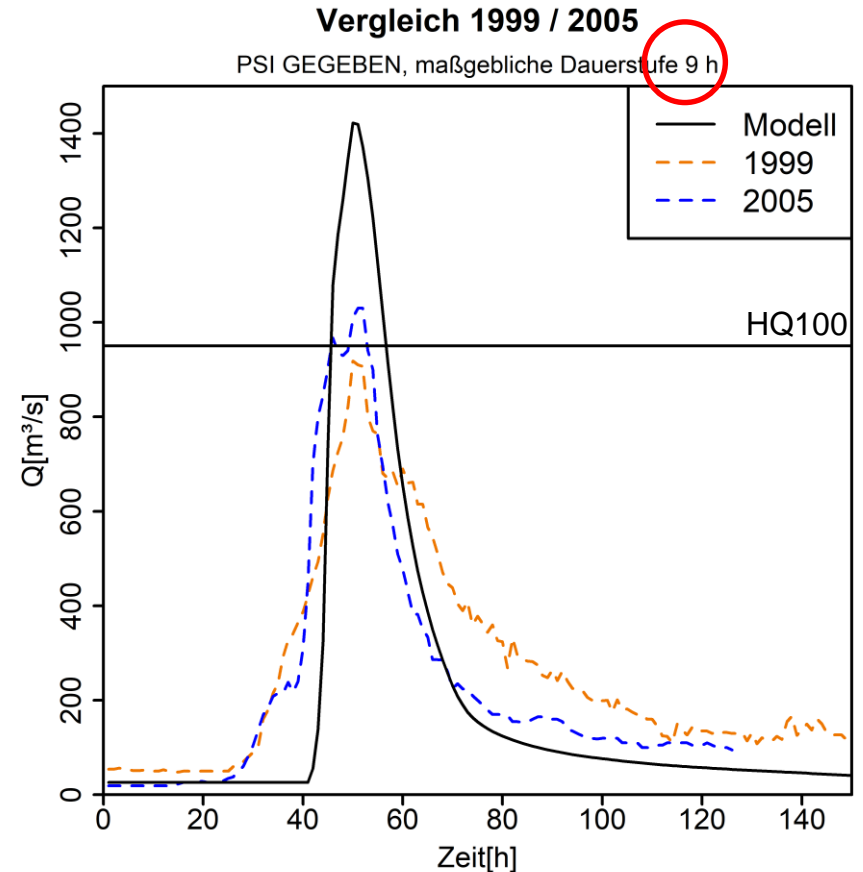
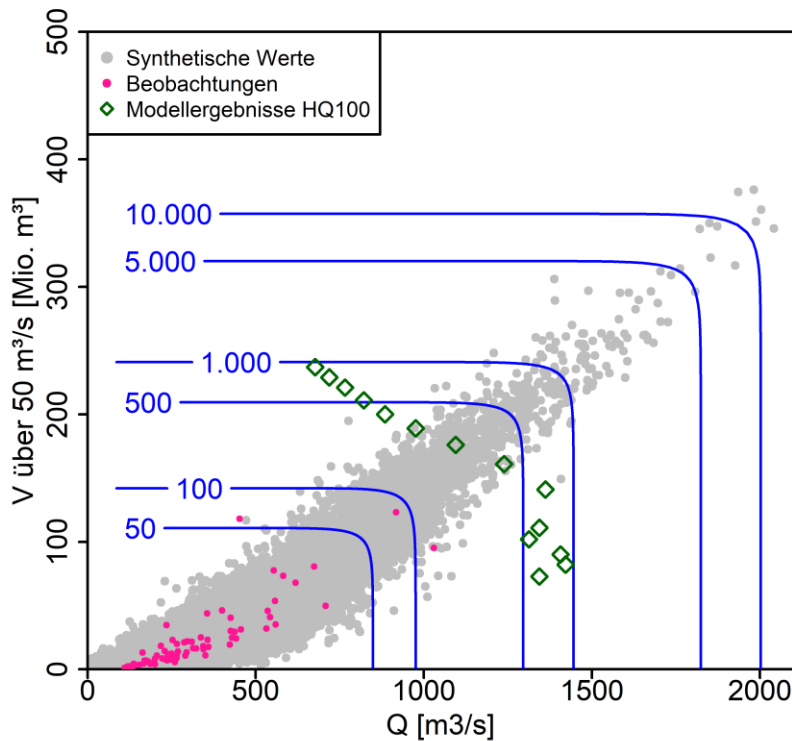
Modell:

- LARSIM-NA Isar (2019)
- erstellt durch Umwandlung aus  
WHM Isar (2011)
- Kalibriert mit PSI GEGEBEN



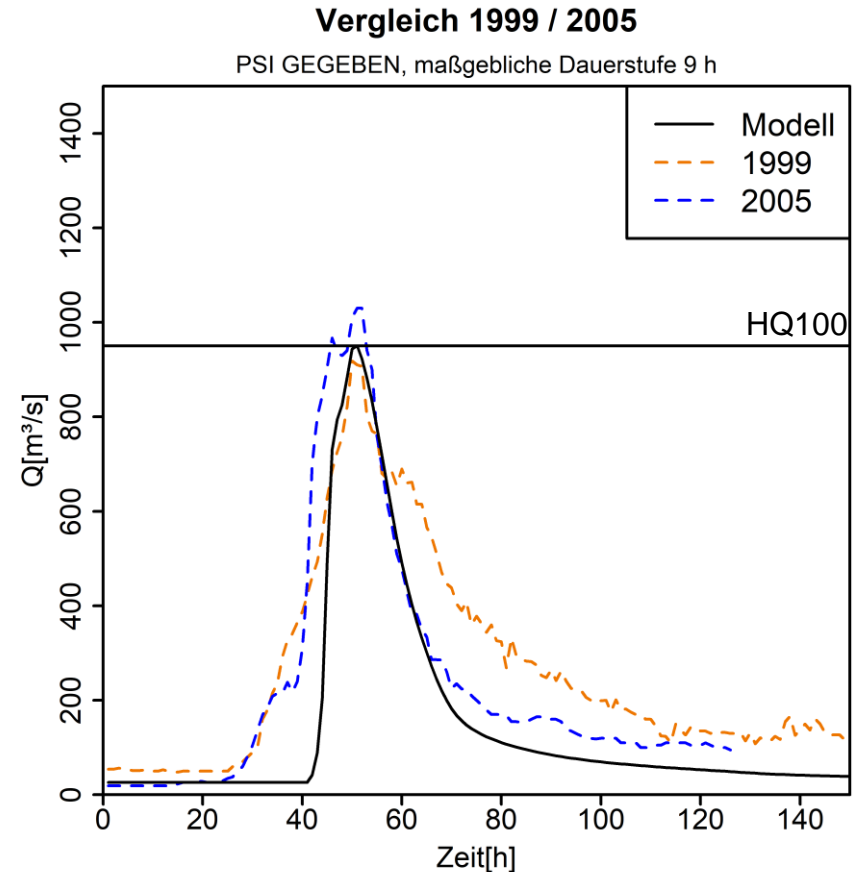
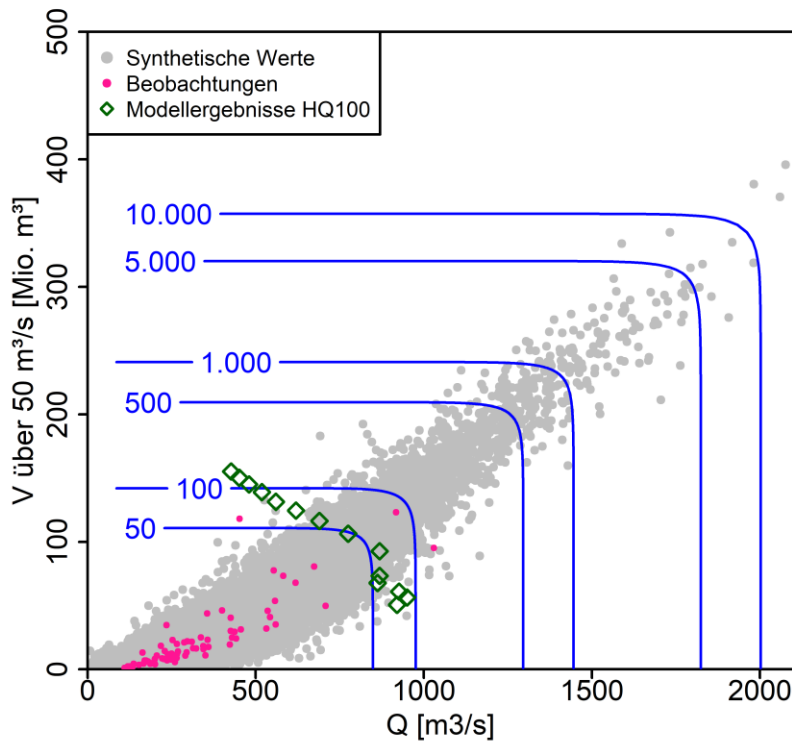
# 5.1 Beispiel Sylvensteinsee II

Mit PSI GEGEREN und KOSTRA-Niederschlag



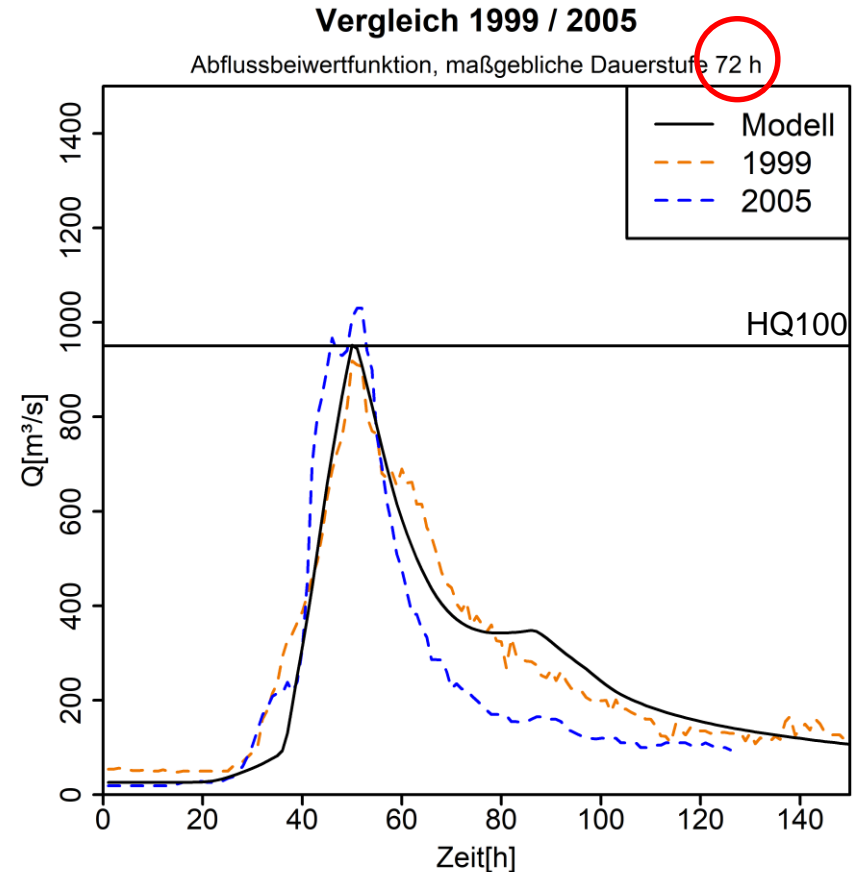
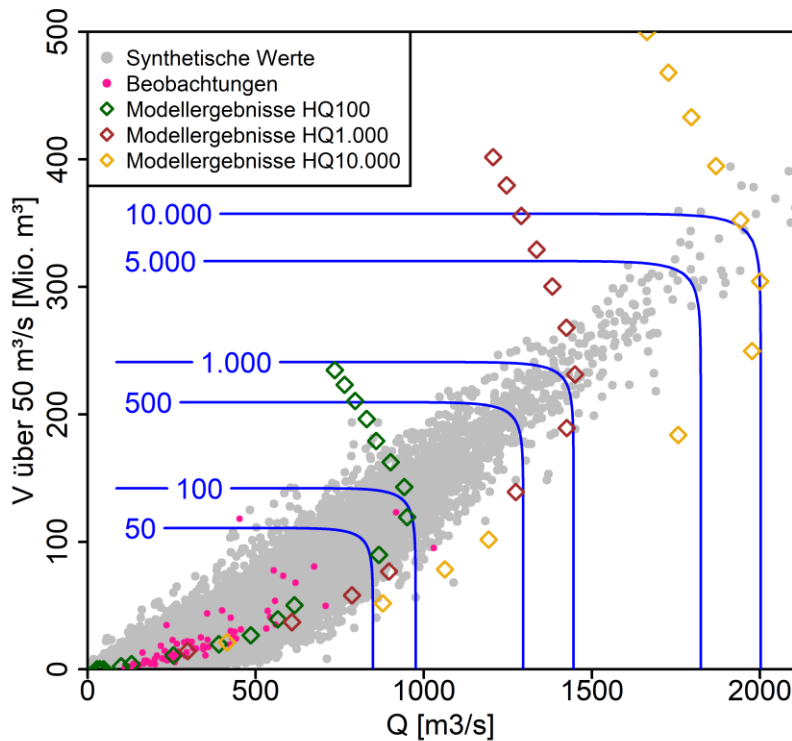
## 5.1 Beispiel Sylvensteinsee III

Mit PSI GEGEBEN  
und Anpassung PSIfak



# 5.1 Beispiel Sylvensteinsee IV

Mit Abflussbeiwertfunktion und Anpassung PSIfak



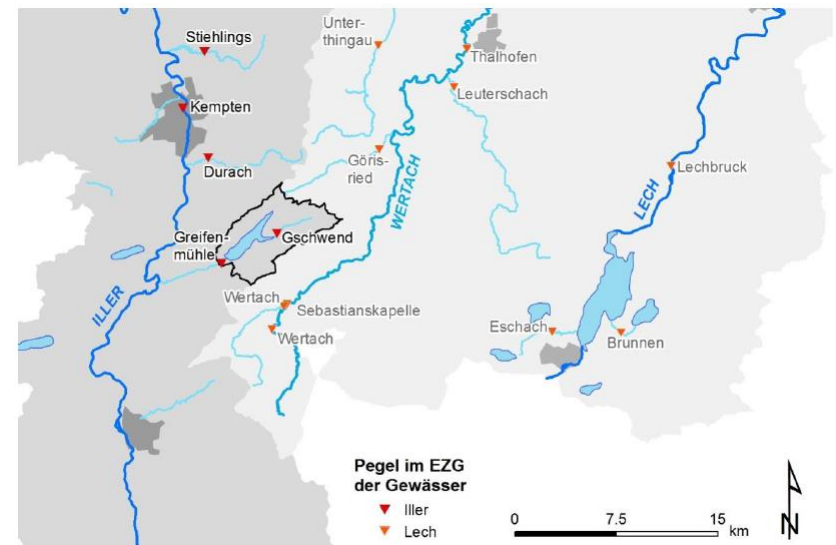
## 5.2 Beispiel Rottachsee I

Speicherinformationen:

- Einzugsgebietsfläche: 30 km<sup>2</sup>
- Voralpines Einzugsgebiet (Allgäu)

Modell:

- LARSIM-NA Iller
- Kalibriert mit PSI GEGEBEN

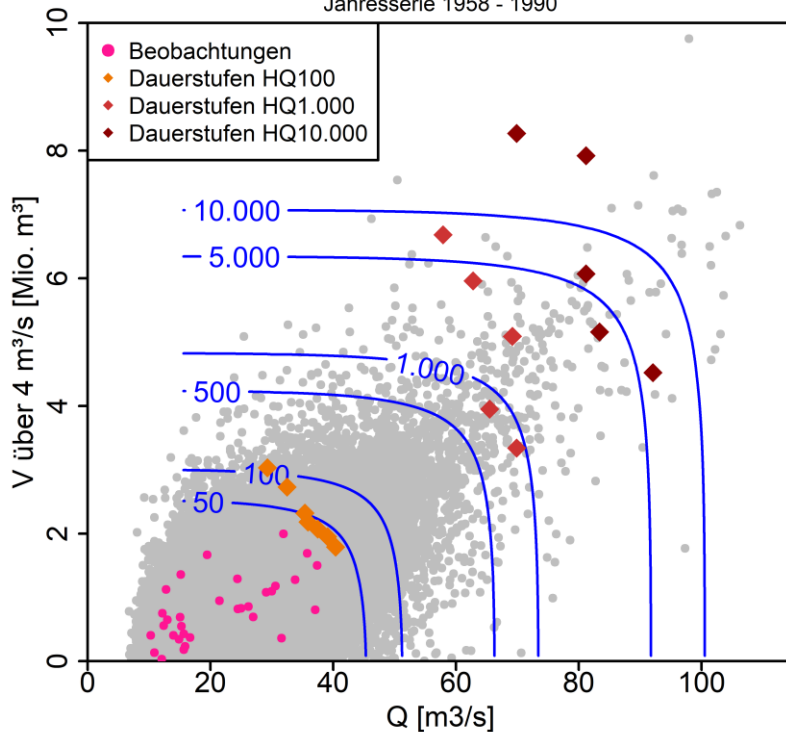


## 5.2 Beispiel Rottachsee II

### Modellierung mit PSI GEGEBEN

Pegel Greifenmühle / Rottach

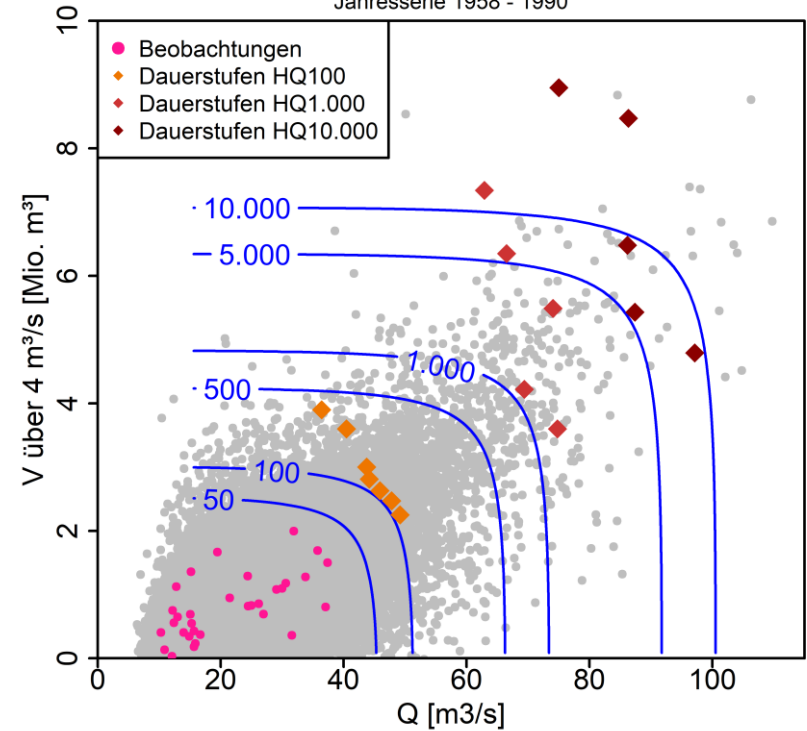
Jahresserie 1958 - 1990



Bemessungsniederschläge

Pegel Greifenmühle / Rottach

Jahresserie 1958 - 1990



Bemessungsniederschläge + 20%



## 5 PSI GEGEBEN vs. Abflussbeiwertfunktion

- Anders als bei der Kalibration (→ s. Vortrag I. Meyer) besteht bei der Bemessung offenbar ein deutlicher Unterschied zwischen den Verfahren

Hypothesen:

- Neigt PSI GEGEBEN im Bemessungsfall zu einer systematischen Unterschätzung der Füllen?
- Überschätzt die Abflussbeiwertfunktion die Füllen bei sehr langen Dauerstufen systematisch?

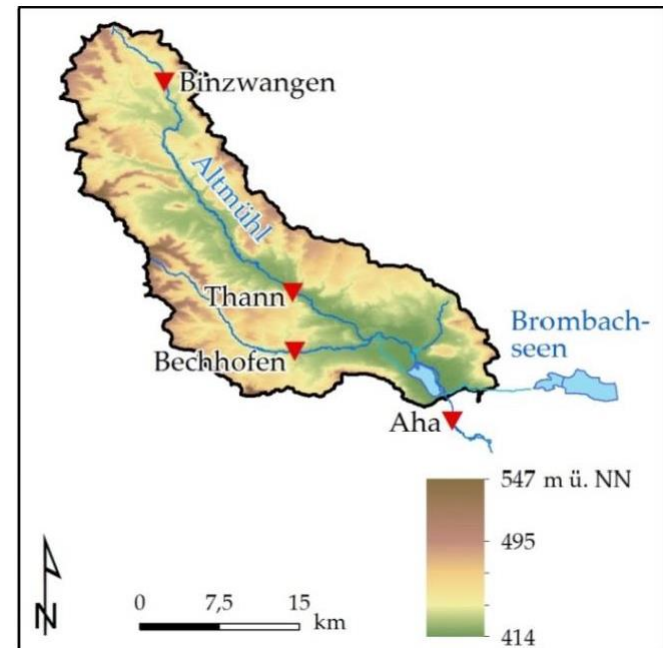
## 6 Beispiel Altmühlsee I

Speicherinformationen:

- Einzugsgebietsfläche: 558 km<sup>2</sup>
- SWdt. Schichtstufenland (Keuper)

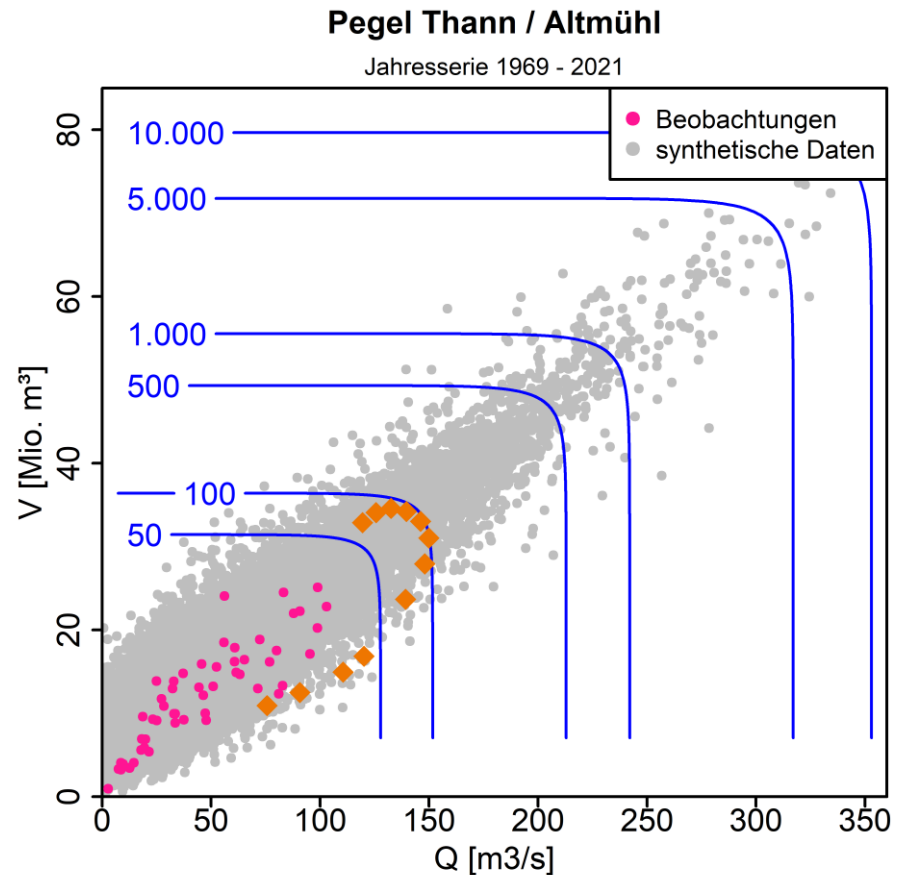
Modell:

- LARSIM-NA DPAN (2022)
- erstellt durch Umwandlung aus WHM DPAN
- Kalibriert mit Abflussbeiwertfunktion



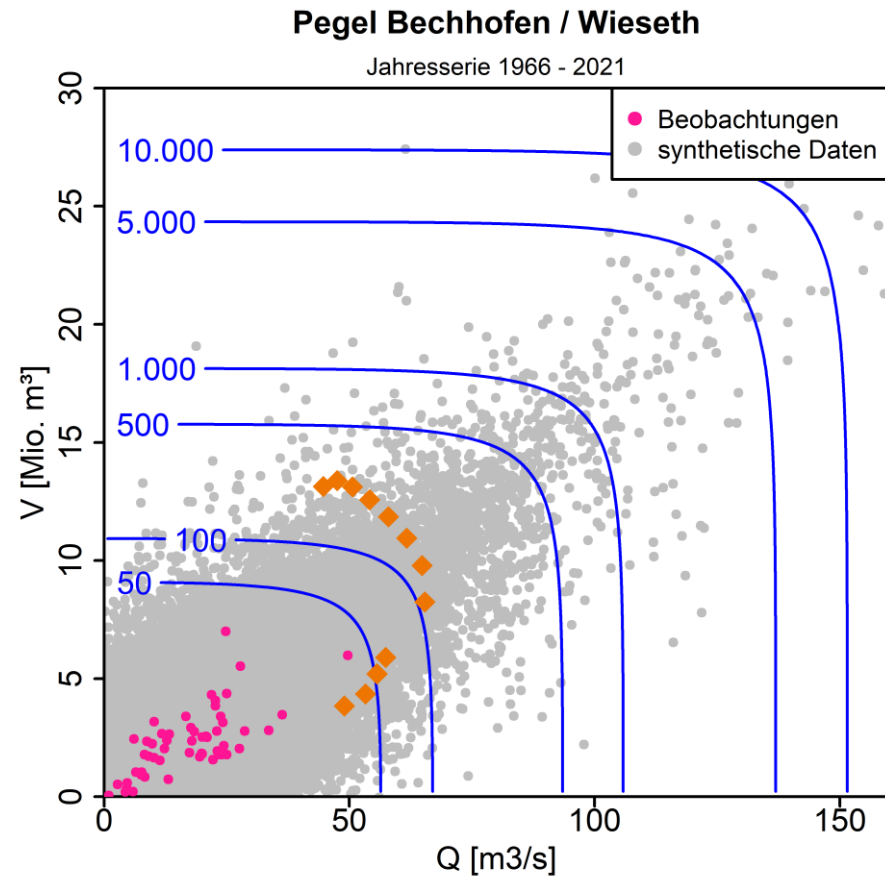
## 6 Beispiel Altmühlsee II

- Pegel Thann



## 6 Beispiel Altmühlsee III

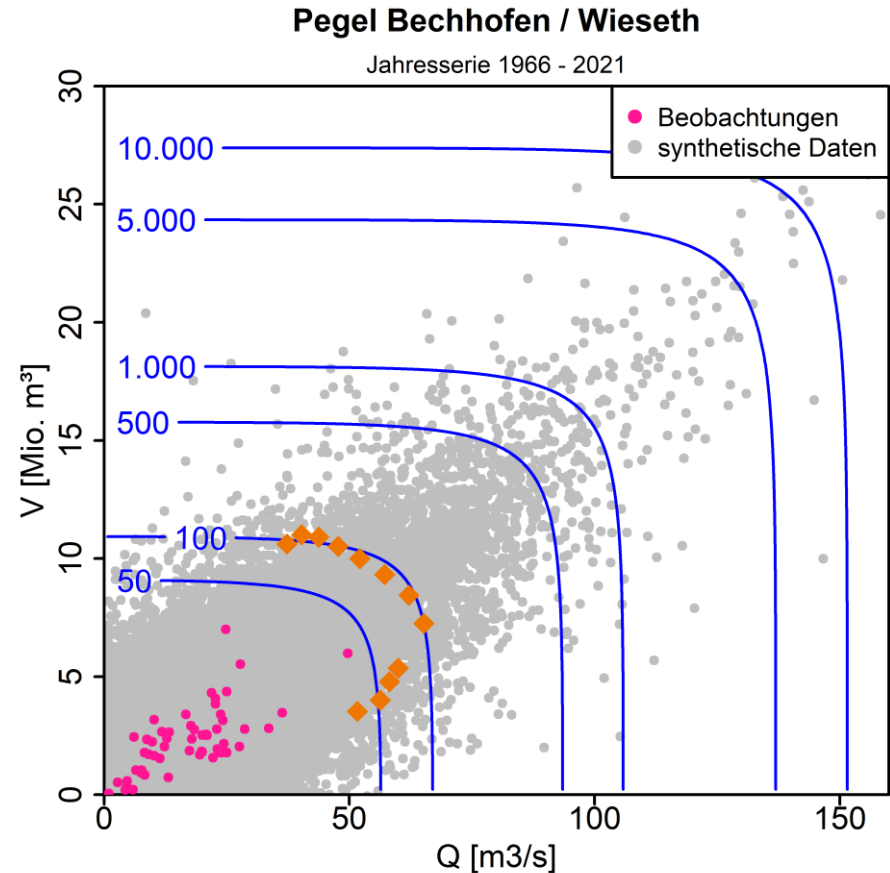
- Pegel Bechhofen



## 6 Beispiel Altmühlsee IV – Kalibration auf Copula?

- Kalibration auf Fülle UND Scheitel
- Skalierung von EQD, EQI, A

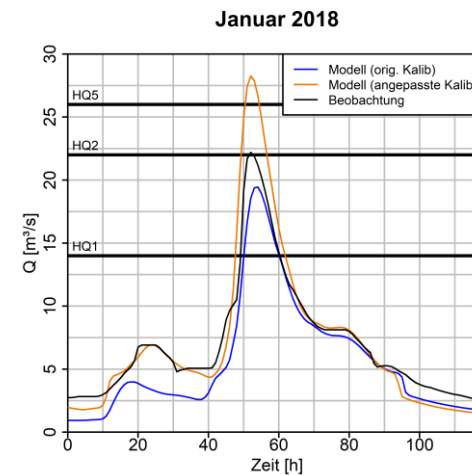
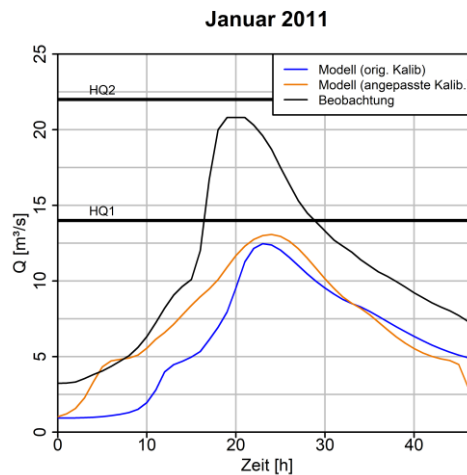
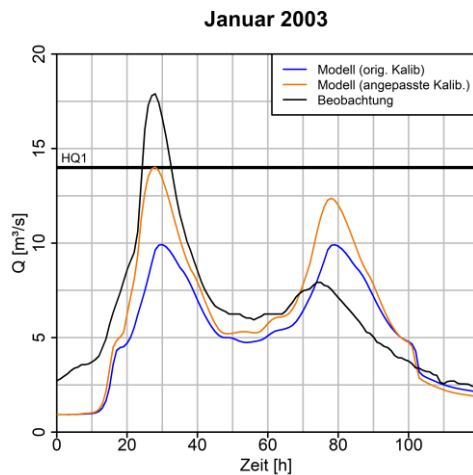
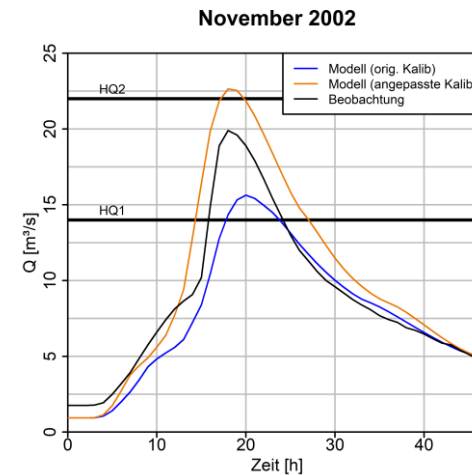
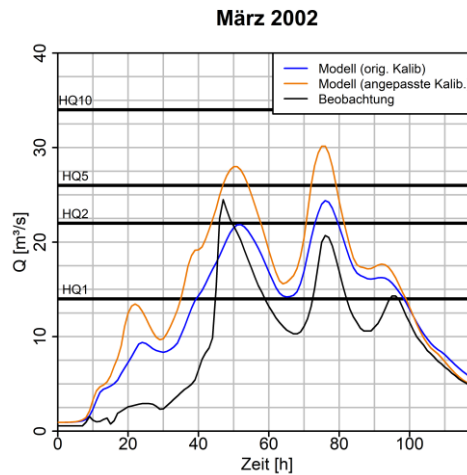
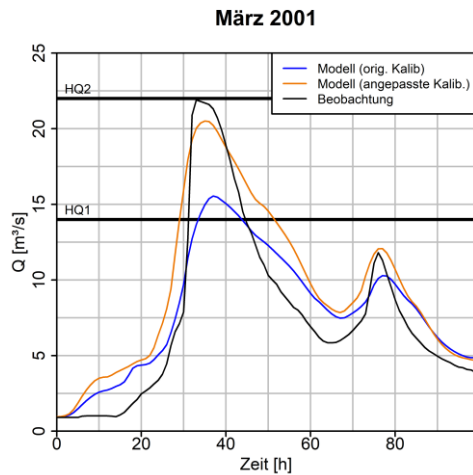
	EQI	EQD	A	PSI (BAF)
Original	90	40	0,30	0,43
Angepasst	60	27	0,40	0,34





# 6 Beispiel Altmühlsee – Kalibration auf Copula?

## Vergleich der Kalibrierereignisse





## 7 Fazit / Ausblick

Bivariate statistische Untersuchungen von Hochwasserscheiteln und -füllen können helfen

- bei der Einordnung simulierter Ganglinien (z. B. hinsichtlich ihrer Jährlichkeit)
- bei der Beurteilung von Teilmodellen (z. B. PSI GEGEBEN vs. Abflussbeiwertfunktion)

Fragen:

- Sprechen irgendwelche (methodischen) Gründe gegen eine Kalibrierung auf Basis einer bivariaten stat. Analyse historischer Ereignisse?
- Ist eine unabhängige Skalierung von Abflusskonzentration und Abflussbildung in LARSIM-NA sinnvoll?
- Ist eine einzige Kalibration für unterschiedliche Jährlichkeiten skalierbar oder sollten verschiedene Parametersätze für unterschiedliche Jährlichkeiten vorgehalten werden?