

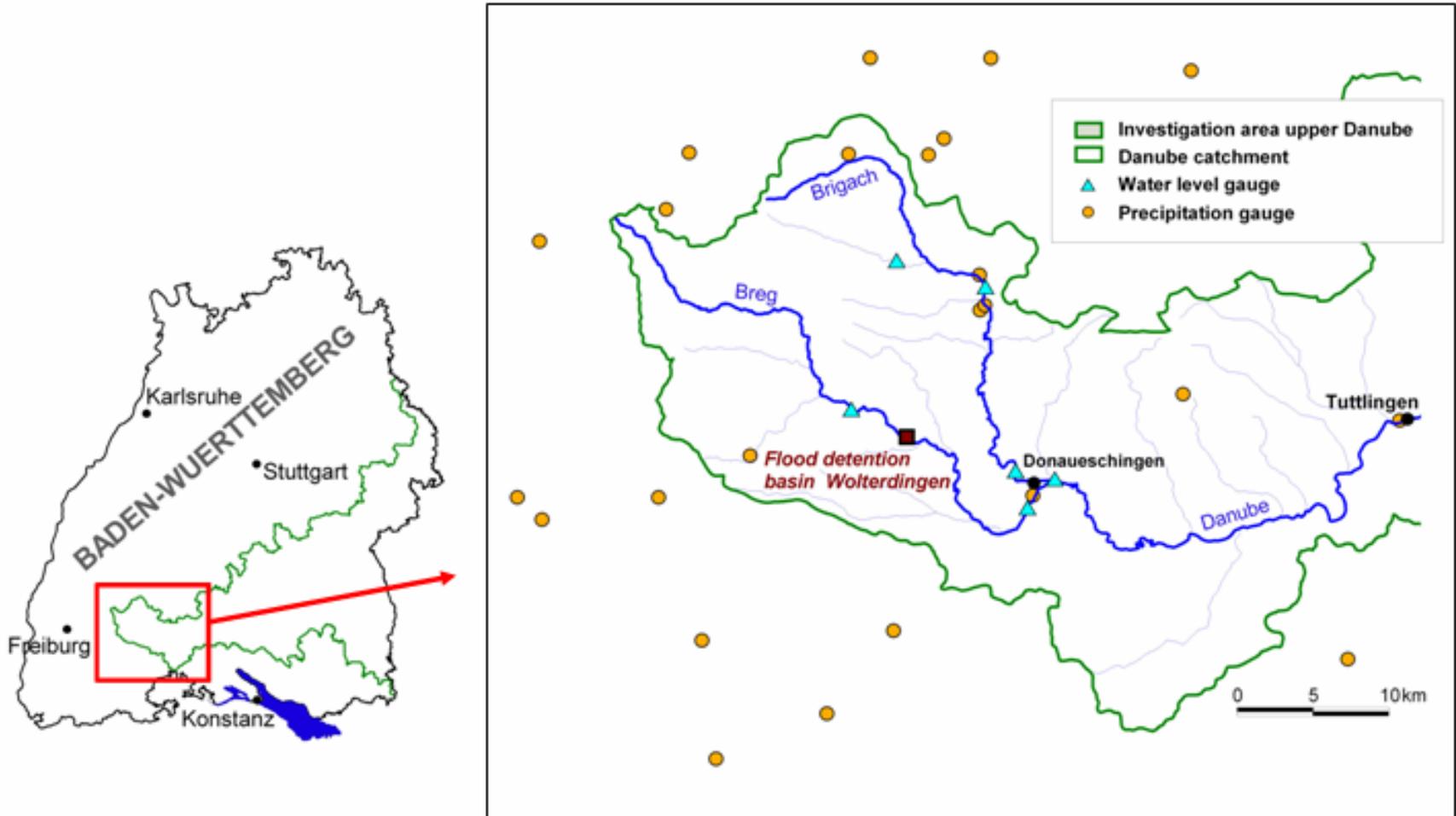
# Nachkalibrierung des WHM LARSIM am Beispiel der oberen Donau

LARSIM-Anwenderworkshop Wiesbaden 10./11.04.08

Dipl.-Hyd. Angela Sieber

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Referat Hydrologie, Hochwasservorhersage  
[angela.sieber@lubw.bwl.de](mailto:angela.sieber@lubw.bwl.de)

## Obere Donau bis Pegel Donaueschingen (EZG 525 km<sup>2</sup>)



## Obere Donau bis Pegel Donaueschingen (EZG 525 km<sup>2</sup>)

- mittlerer Schwarzwald
- EZG-Höhe 1100 – 670 m NN  
(Mittel ca. 800 m NN)  
=> deutlich schneebeeinflusst

**Pegel Donaueschingen / Brigach  
(EZG 193 km<sup>2</sup>)**



## Ziel (HVZ-Modelleinsatz):

Eichung auf alle Abflussbereiche, vorrangig HW im ansteigenden Ast und Scheitel sowie extremes NW

## Vorgehensweise:

1. Nachkalibrierung => Startwerte sind bekannt
2. Anpassung der Bilanz über KG-Faktor
3. **Nacheichung der einzelnen Abflusskomponenten**

## a) Basisabfluss

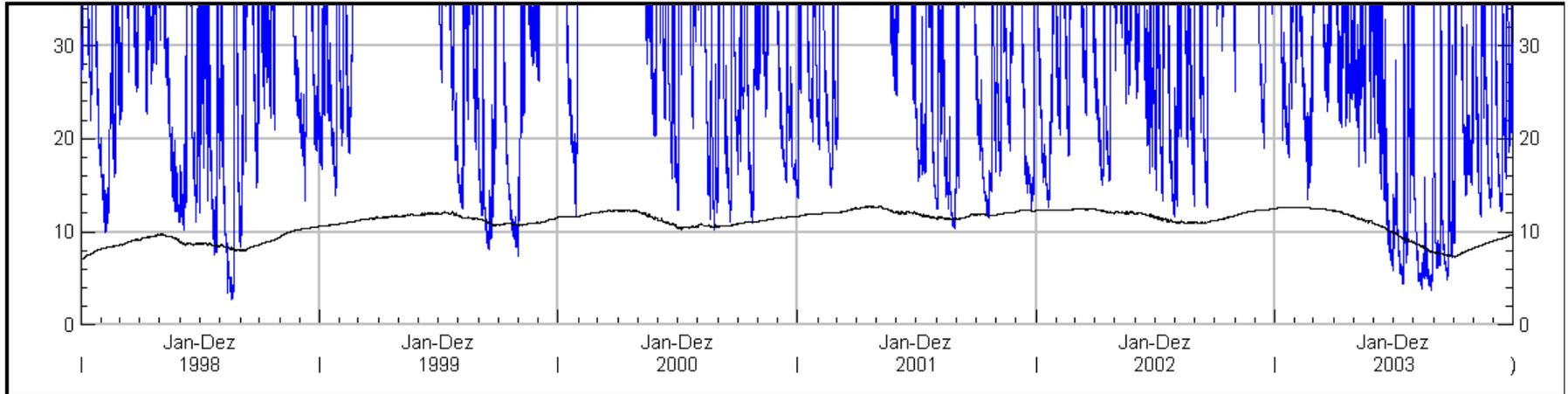
### Kalibrierparameter

- beta (Drainageindex des tiefen Bodenspeichers)
- EQB (Rückhaltekonstante Basisabflussspeicher)

### Ziel

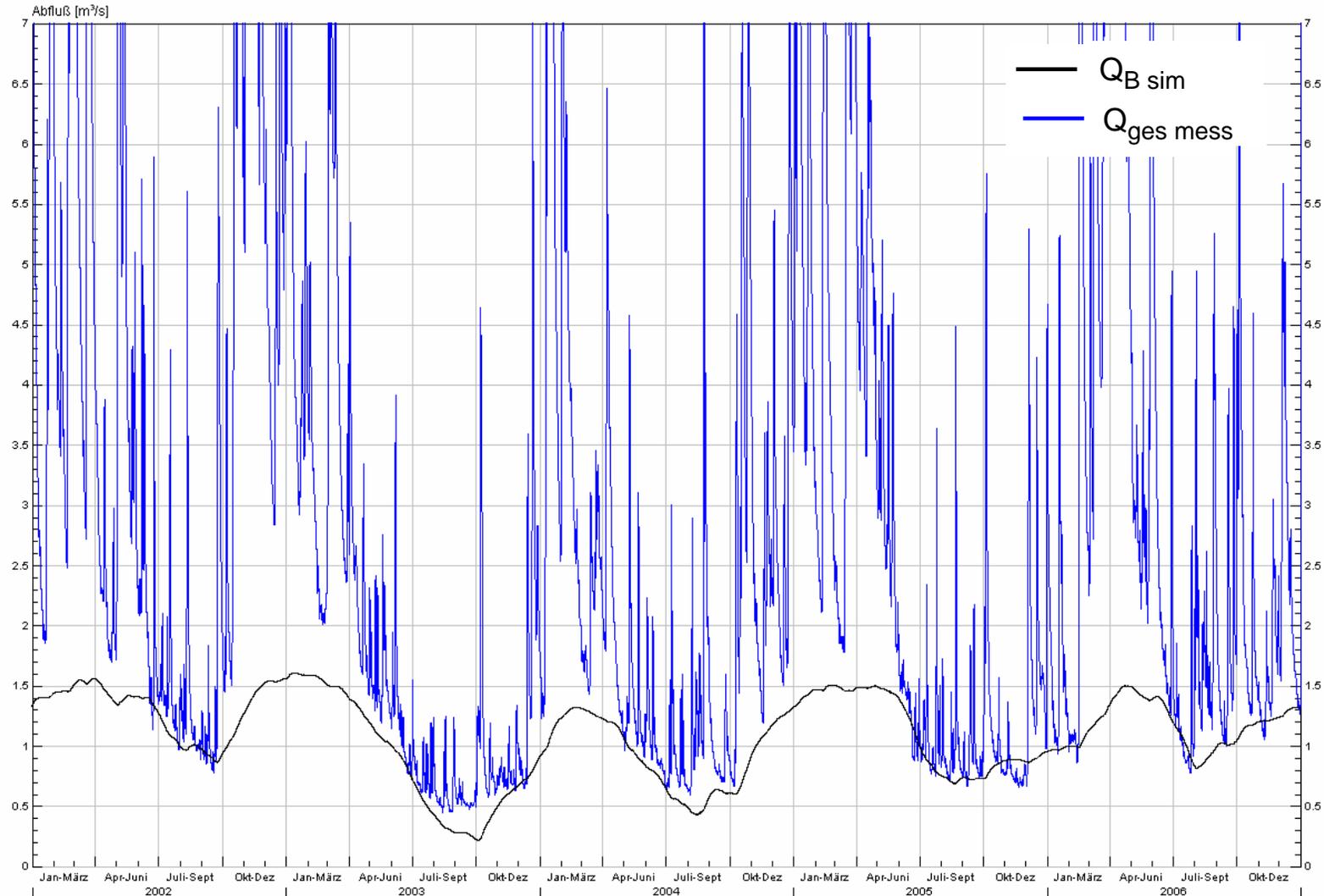
ausreichende Variabilität des  $Q_{bas}$  zwischen Trocken- und Nassjahren

tendenziell zu konstanter  $Q_{\text{bas}}$



# Kalibrierung Basisabfluss

dynamischere (=realistischere) Kalibrierung  $Q_{bas}$



## b) Interflow

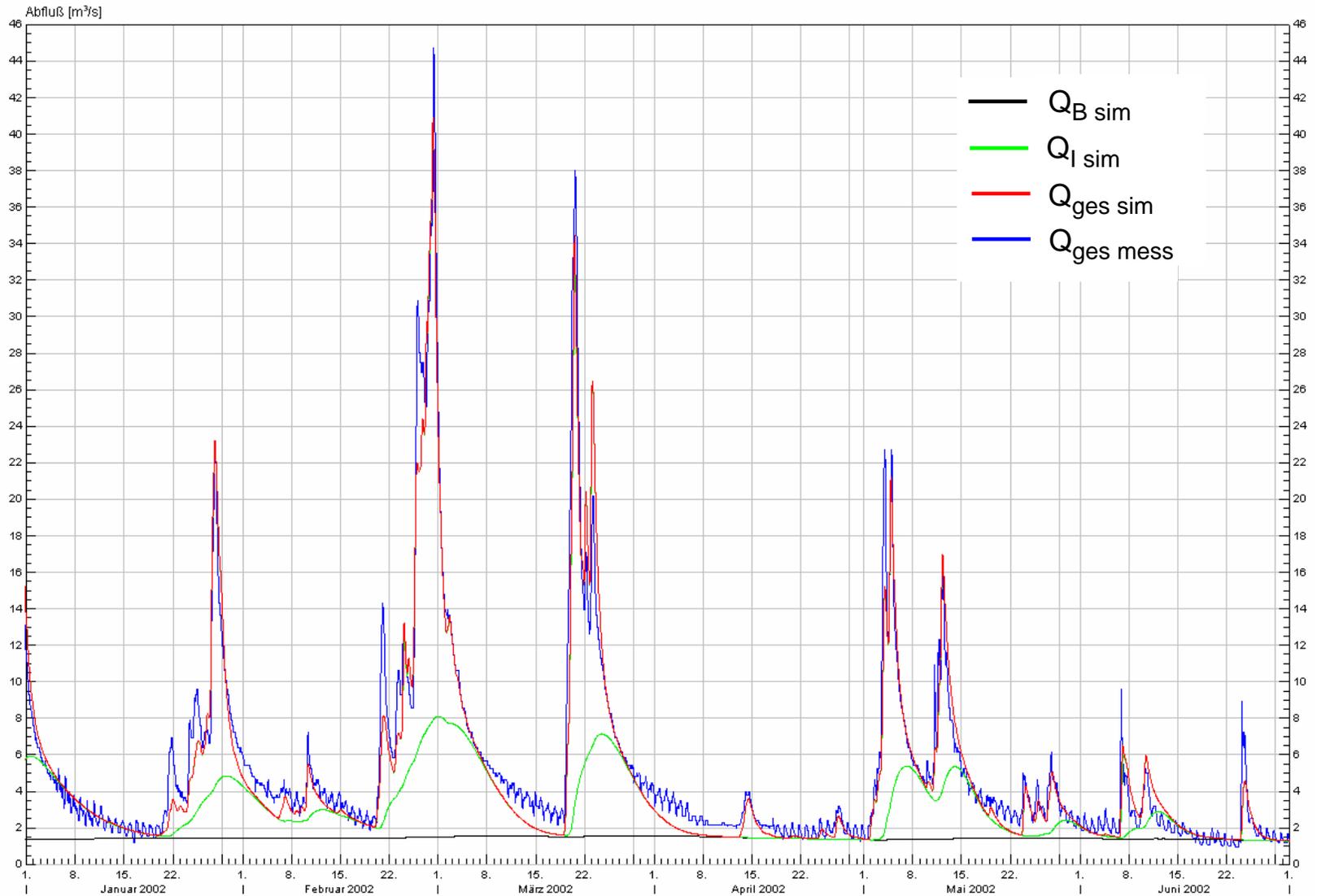
### Kalibrierparameter

- Dmax (Drainageindex oberer Bodenspeicher )
- EQI (Rückhaltekonstante Interflowspeicher)

### Ziel

Interflow sollte bei Abflussereignissen über mehrere Tage bis Wochen deutlich am Abflussgeschehen beteiligt sein

## Dynamik Interflow



## c) Direktabfluss

### Kalibrierparameter

- b (Formparameter der Bodenfeuchte-Sättigungsflächen-Funktion)
- EQD (Rückhaltekonstante Makroporen-Direktabflussspeicher, „3. Komponente“)
- EQD2 (Rückhaltekonstante schneller Oberflächenabflussspeicher, „4. Komponente“)
- A2 (Aufteilungsrate langsamer/ schneller Direktabfluss)

### Ziel

gute Simulation v. a. im ansteigenden HW-Ast und HW-Scheitelbereich

## **3. Komponente („Makroporenabfluss“)**

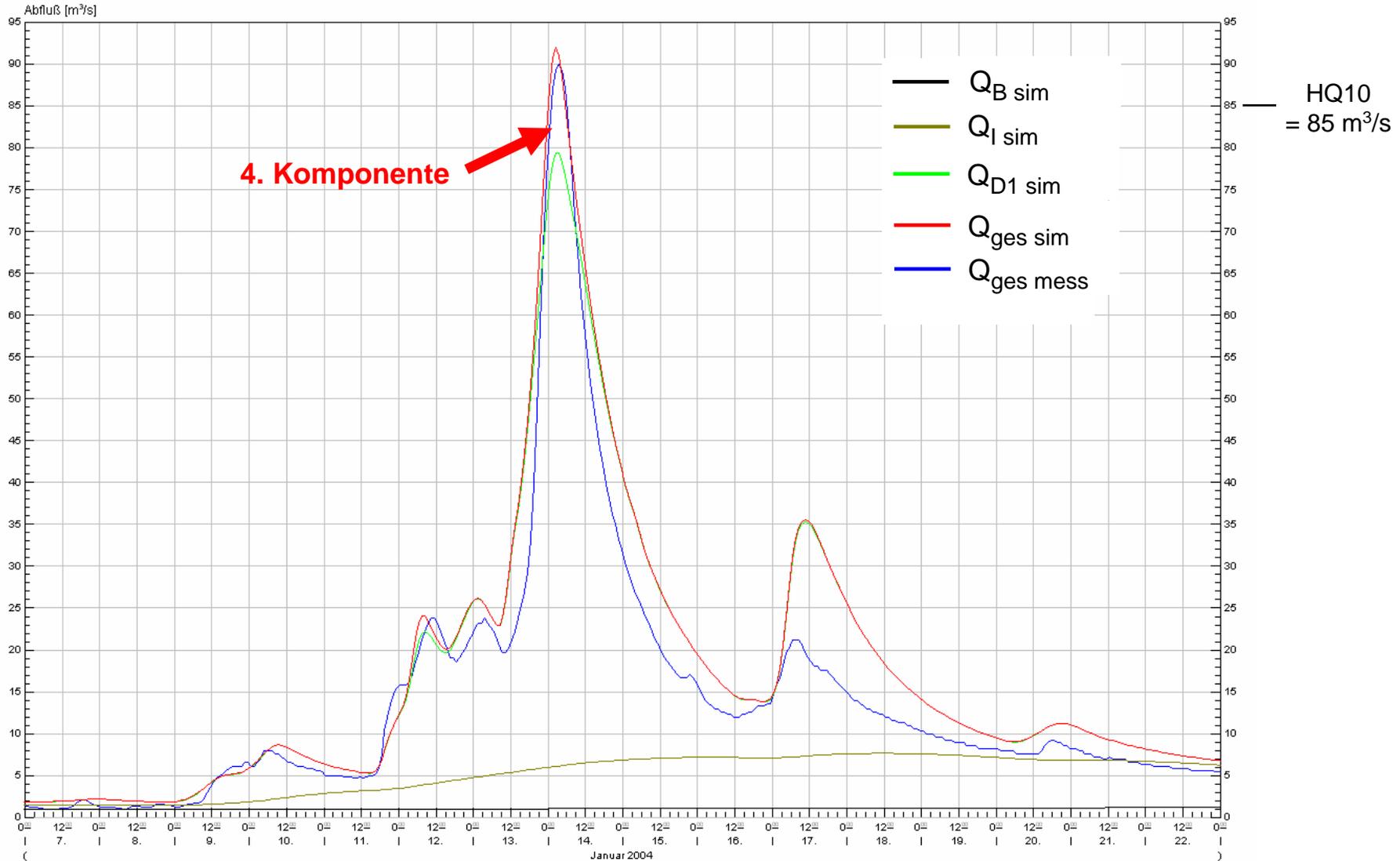
beeinflusst HW-Scheitel, die von eher flächenhaften NS längerer Dauer und nicht extremer Intensität ausgelöst werden

## **4. Komponente („Oberflächenabfluss“)**

beeinflusst v. a. die Höhe des Scheitelwertes und den Anstieg des Direktabflusses bei HW, die durch NS mit sehr hohen Intensitäten ausgelöst werden

# Kalibrierung Direktabfluss

## Ereignis mit 3. und 4. Komponente



## **Kalibrierparameter**

- T<sub>grenz</sub> (Grenztemperatur Schnee)
- Abso (Absorptionskoeffizient, nur bei Option EINGABE KNAUF-PARAMETER)
- A0, A1 (Wärmeübergangskoeffizienten, nur bei EINGABE-KNAUF-P.)

## **LARSIM-Module**

verschiedene Ansätze bei der Berechnung und Anwendung der Energiebilanz, des Kälteinhalts, der Wirkung von Wald, Bodengefrorenis...

## Ergebnisse für Pegel Donaueschingen/Brigach

- Einfluss der Kalibrierparameter deutlich größer als der der LARSIM-Module
- Tgrenz sehr sensitiv, aber  
große Varianz von Tgrenz zwischen einzelnen EZG kann sehr unterschiedlichen Schneedeckenaufbau bewirken  
=> unrealistische Sprünge in der operationellen VHS der flächenhaften Schneegrößen

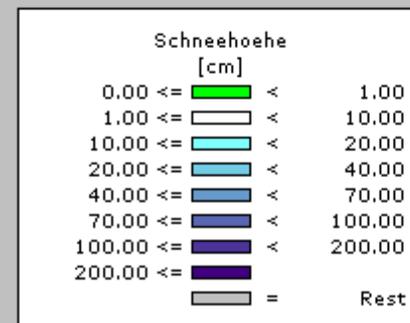
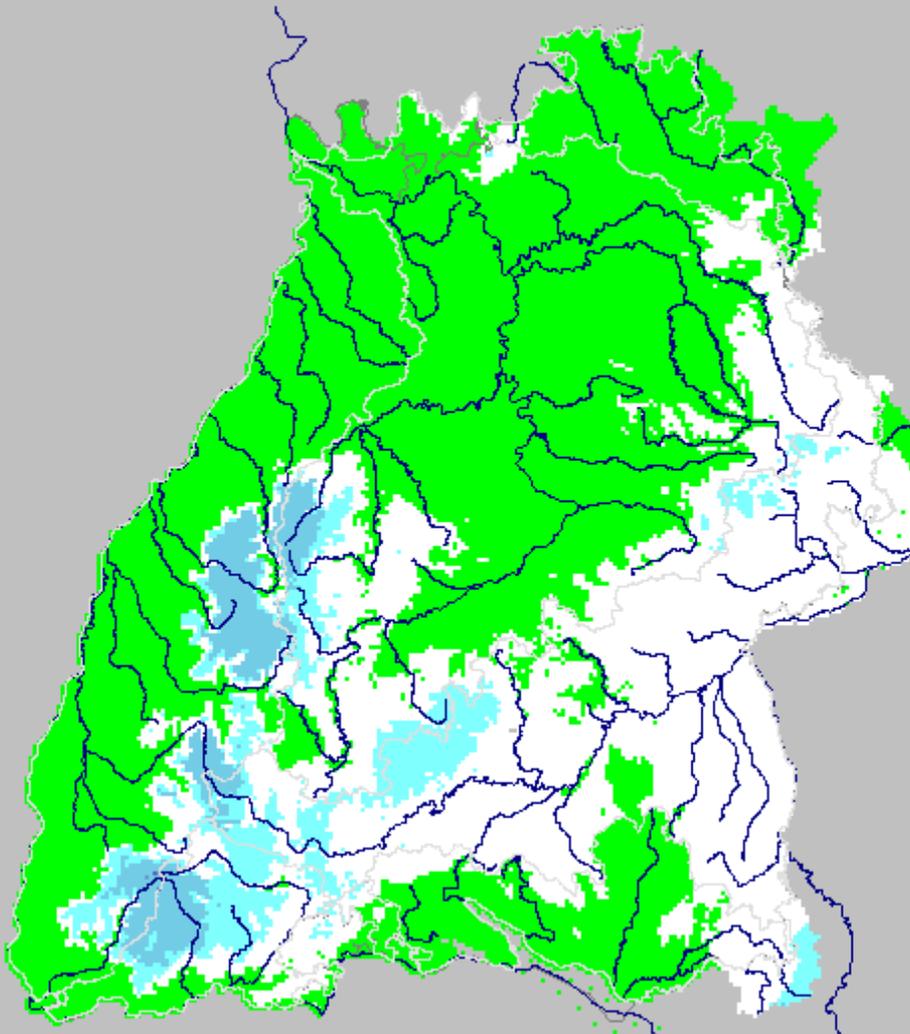
# Einfluss der Schneeparameter

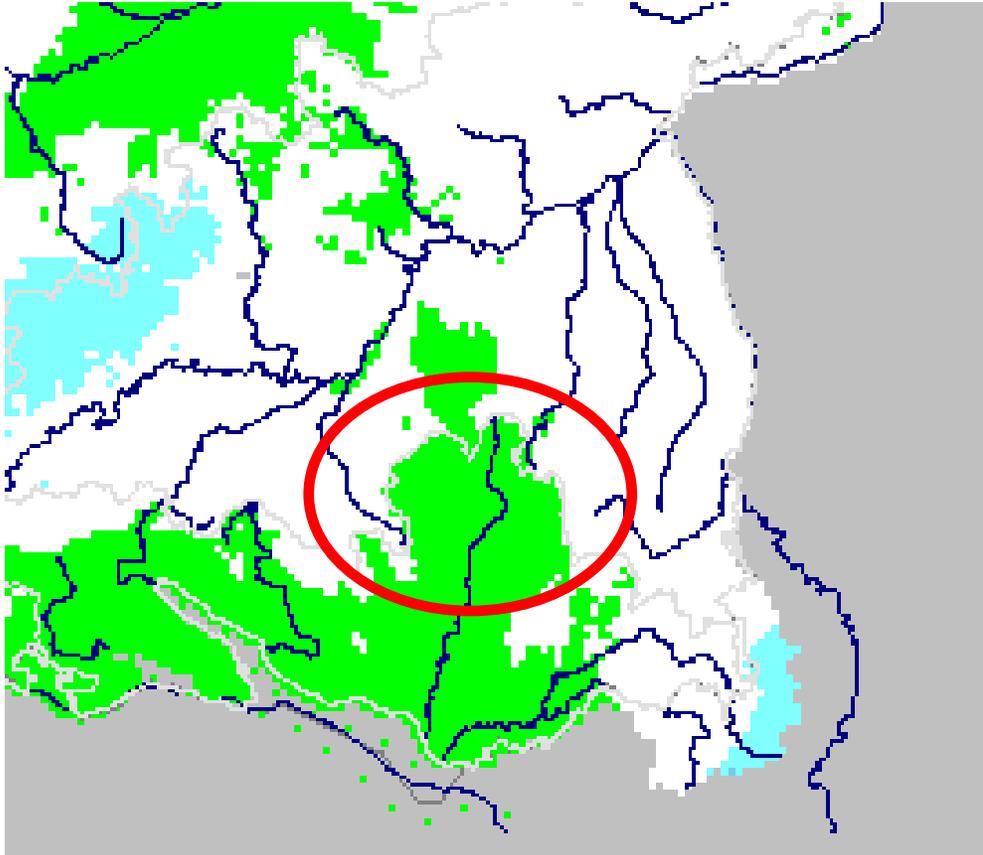
Vorhersage der Schneehöhe  
(Wasserhaushaltsmodell LARSIM auf Basis der COSMO-DE-, COSMO-EU-, EZMOS- und GME-Vorhersagen)

vom 20.03.2008 08:00

für den :

Oberrheinzufl. 21.03.2008 07:00  
Neckar 21.03.2008 07:00  
Tauber 21.03.2008 07:00  
Donau 21.03.2008 07:00  
Hochrhein 21.03.2008 07:00  
Bodensee 21.03.2008 07:00  
nördl. Mannheim 21.03.2008 07:00  
Weschnitz 21.03.2008 07:00  
Erfa / Mud 21.03.2008 07:00  
Ostalb 21.03.2008 07:00





unrealistische Sprünge  
an EZG-Grenzen durch  
Variation von  $T_{\text{grenz}}$

**=> Test der Sensitivität anderer Schneeparameter (KNAUF-Parameter)**

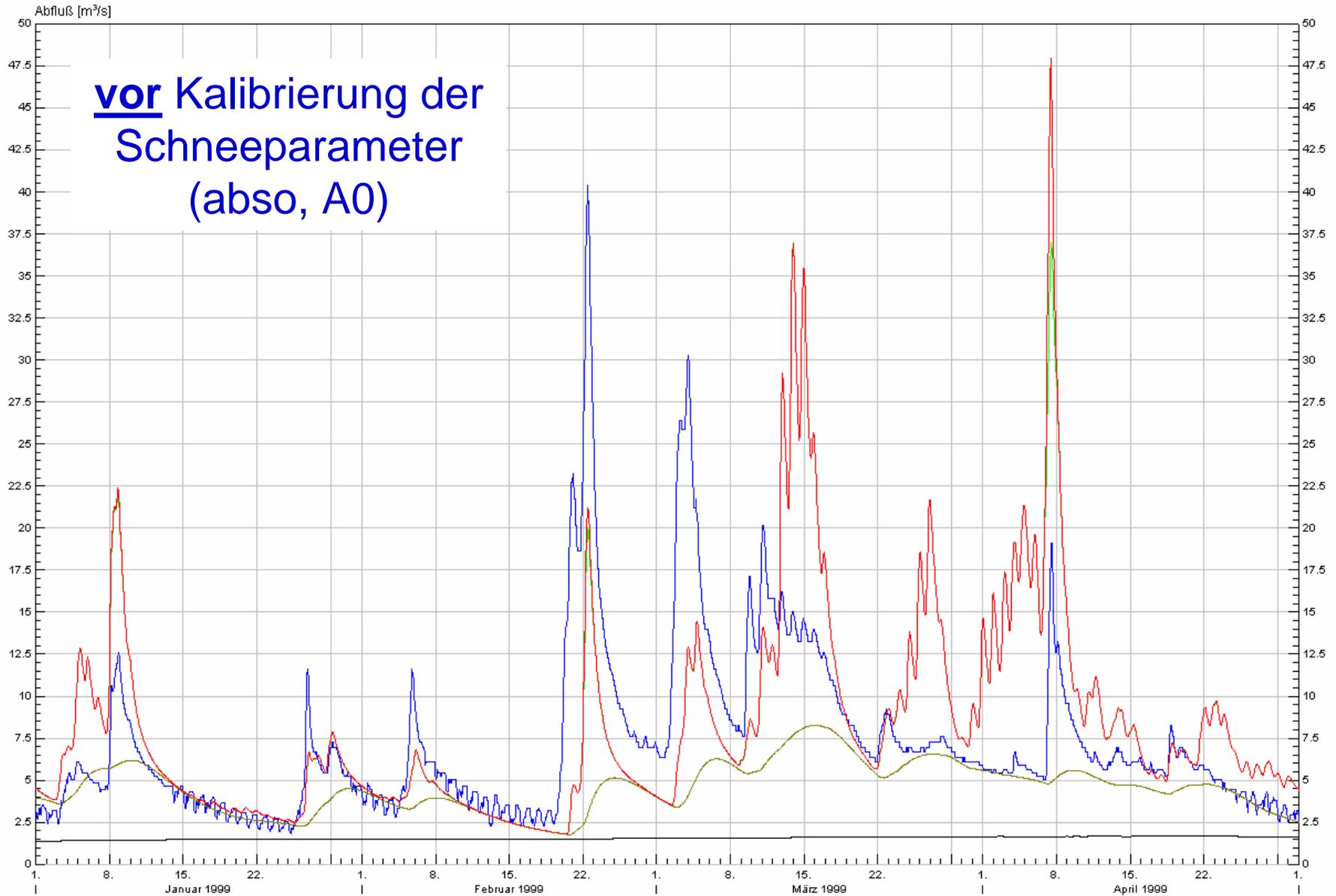
## KNAUF-Parameter

- Absorptionskoeffizient:  
sensitiv, insbesondere bei strahlungsbedingter Schneeschmelze  
ohne NS
- Wärmeübergangskoeffizient  $A_0$ :  
sensitiv
- Wärmeübergangskoeffizient  $A_1$ :  
wenig sensitiv

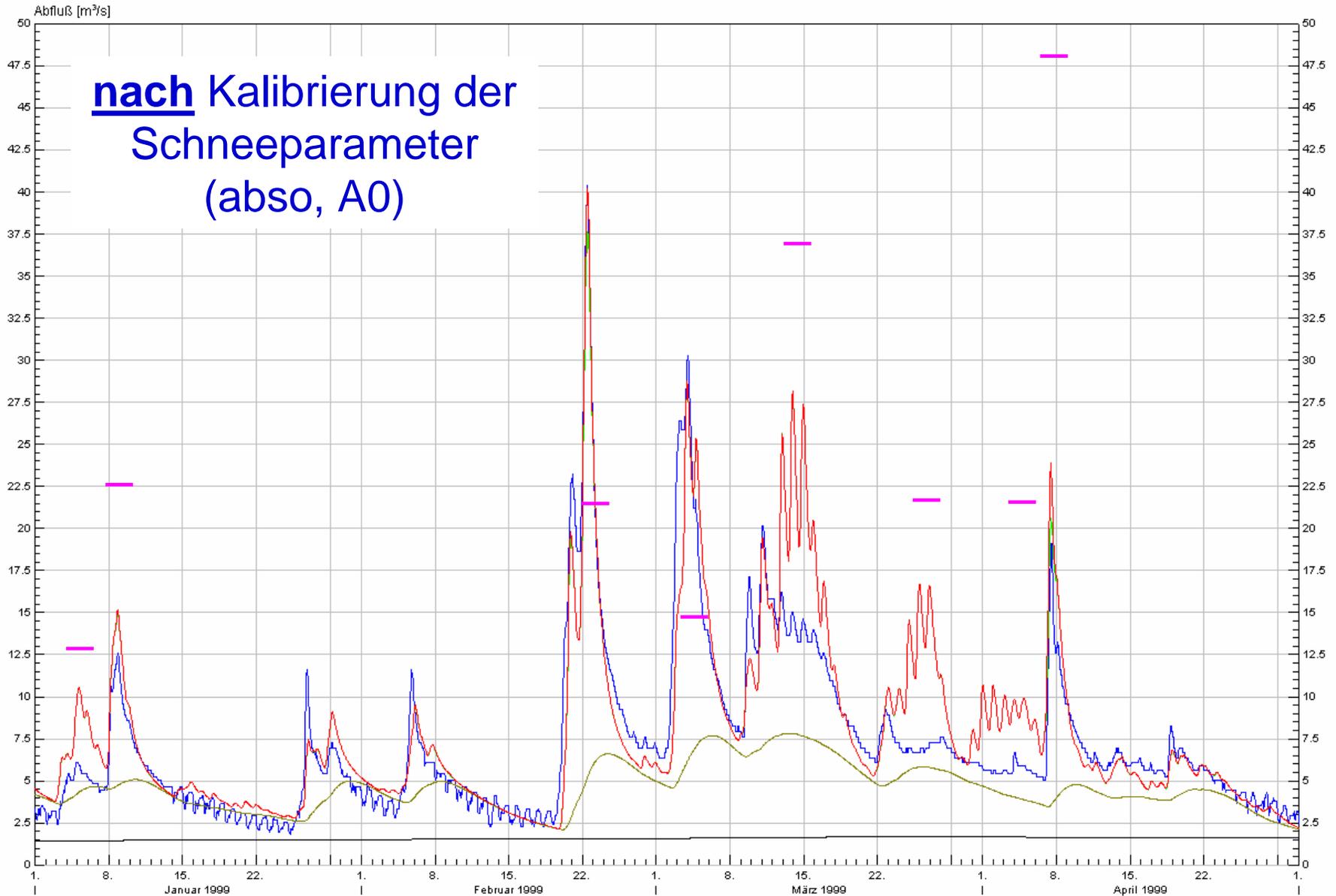
## Kalibrierte Schneeparameter

	TGr	Abso	A0	A1
<b>plausibler Wertebereich</b>	-1 bis 2	0,02 bis 0,6	0,5 bis 3,5	0,8 bis 2,5
<b><u>vor</u> Nachkalibrierung</b>	0	0.15	2.0	1.6
<b><u>nach</u> Nachkalibrierung</b>	0	0.3	3.0	1.6

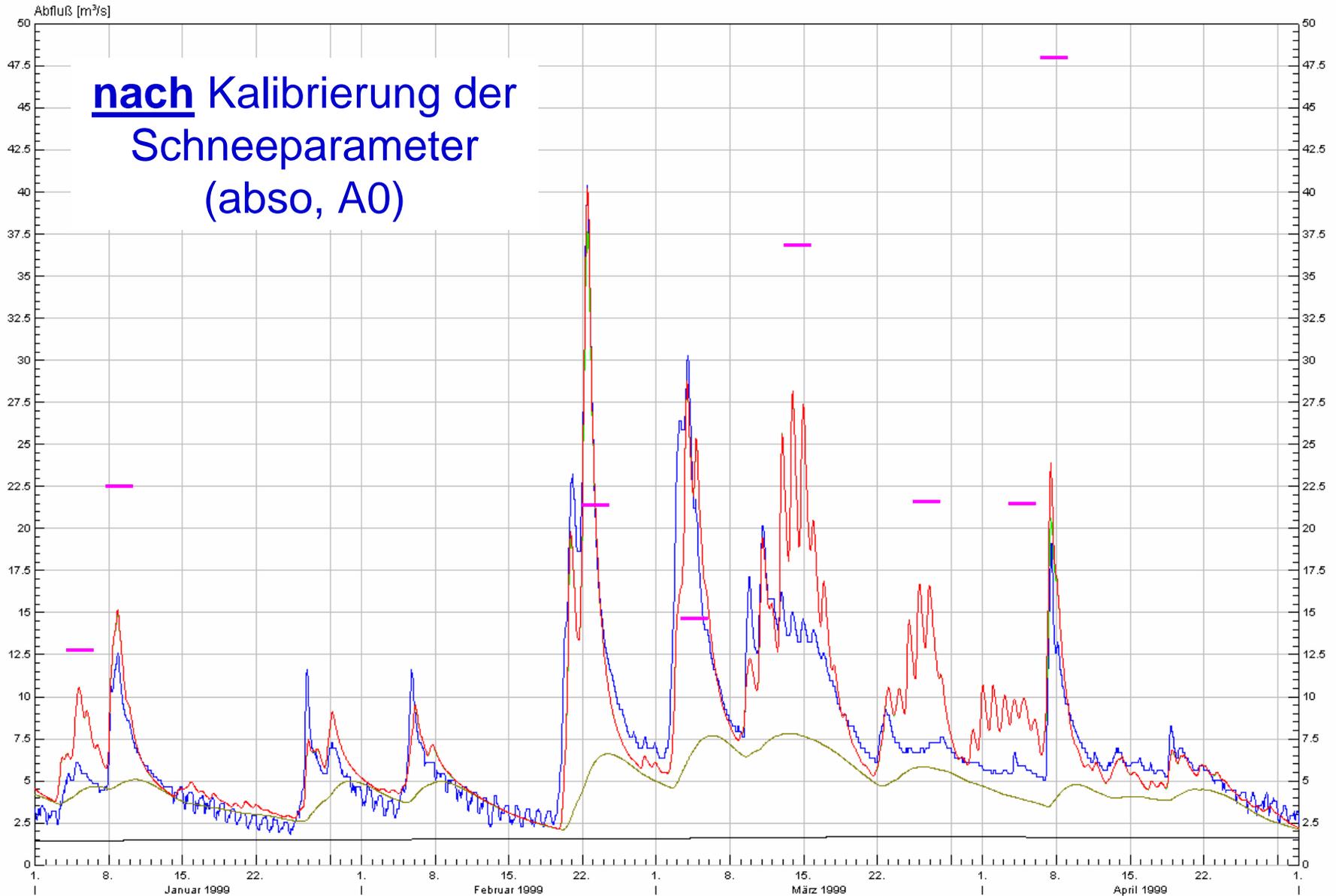
# Einfluss der Schneeparameter



# Einfluss der Schneeparameter



# Einfluss der Schneeparameter



## Modellgüte für den Pegel Donaueschingen/Brigach im Kalibrierungszeitraum (1998 bis 2007):

Jahr	$r^2$	Reff	In Reff	Bilanz
1998	0.916	0.877	0.892	1.076
1999	0.883	0.844	0.904	1.135
2000	0.738	0.737	0.695	1.008
2001	0.915	0.909	0.889	1.089
2002	0.924	0.914	0.917	1.021
2003	0.935	0.930	0.861	0.916
2004	0.943	0.906	0.844	0.991
2005	0.901	0.840	0.894	0.891
2006	0.866	0.858	0.857	0.959
2007	0.911	0.910	0.857	1.040
	0.89	0.87	0.86	1.01



EQB	EQI	EQD	EQD2	A2	BSF	beta	Dmax	KG	TGr	Abso	A0	A1
14000	600	250	50	3.5	0.15	0.018	1.5	0.95	0	0.3	3	1.6

## a) verbesserte LARSIM-Module

- Niederschlags-Interpolation:  
neben horizontalen Stationsabständen wird auch Höhenunterschied zwischen Stationen berücksichtigt
- Schneemodellierung:  
verbesserte Ansätze zur Schneemodellierung (Veränderungen bei der Berechnung von Energiebilanz, Kälteinhalt, Wirkung von Wald)
- Bodenmodul und Abflusskonzentration:  
vierte Abflusskomponente („Makroporenabfluss“). QD wird über einen Schwellenwert in schnellen und langsamen Anteil aufgeteilt

## b) verbesserte Systemdaten

- Landnutzungsdaten:  
LANDSAT -Datensätze (30 m Raster) aus dem Jahr 2002
- Flood-Routing:  
neuer Gerinneschätzer und Tripel-Trapez-Profil
- VDB-Werte (hydrogeologische Gebietseigenschaften)