

LARSIM-Anwendertreffen 2011

Extrapolationsfähigkeit des WHM LARSIM auf extreme Abflüsse am Beispiel der Schwarzen Pockau

Ingo Haag

HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft mbH

Manfred Bremicker

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Markus Casper

Fachbereich Geographie/Geowissenschaften der Universität Trier

Inhalt

(1) Problemstellung und Zielsetzung

(2) Grundlagen

Untersuchungsgebiet

LARSIM-Grundlagen

HORIX-Projekt

(3) Ergebnisse

Analyse des LARSIM-Modells Schwarze Pockau

Korrektur des LARSIM-Modells Schwarze Pockau

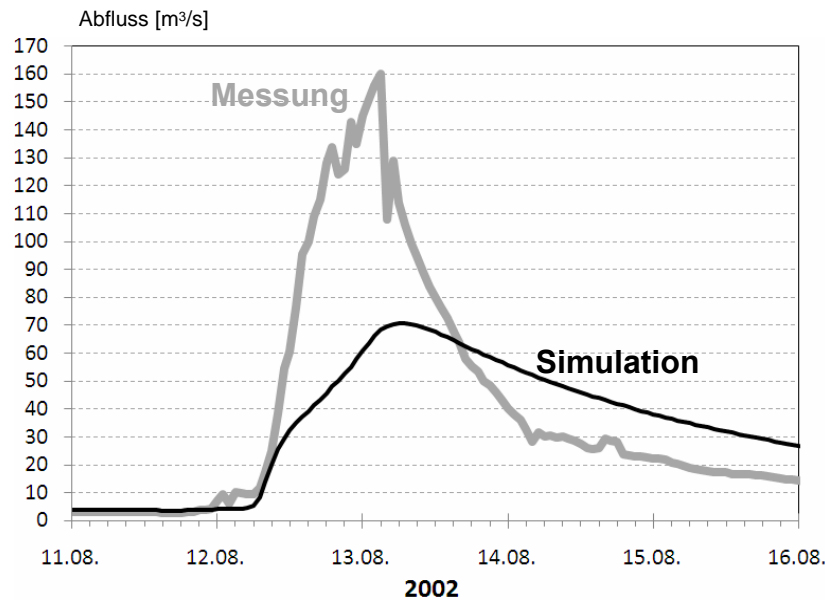
Validierung und Extrapolationsfähigkeit des Modells

(4) Zusammenfassung und Folgerungen

Problemstellung und Zielsetzung

LARSIM-Modell Schwarze Pockau, das im Rahmen des HORIX-Projekts aufgestellt und angewandt wurde:

- Abflussgeschehen generell nicht zufriedenstellend abgebildet
- Sehr schlechte Extrapolation auf extremen Hochwasserabfluss



⇒ Ergebnisse im Widerspruch zu guten Erfahrungen mit op. LARSIM-Modellen

Aus Casper et al. 2009, verändert

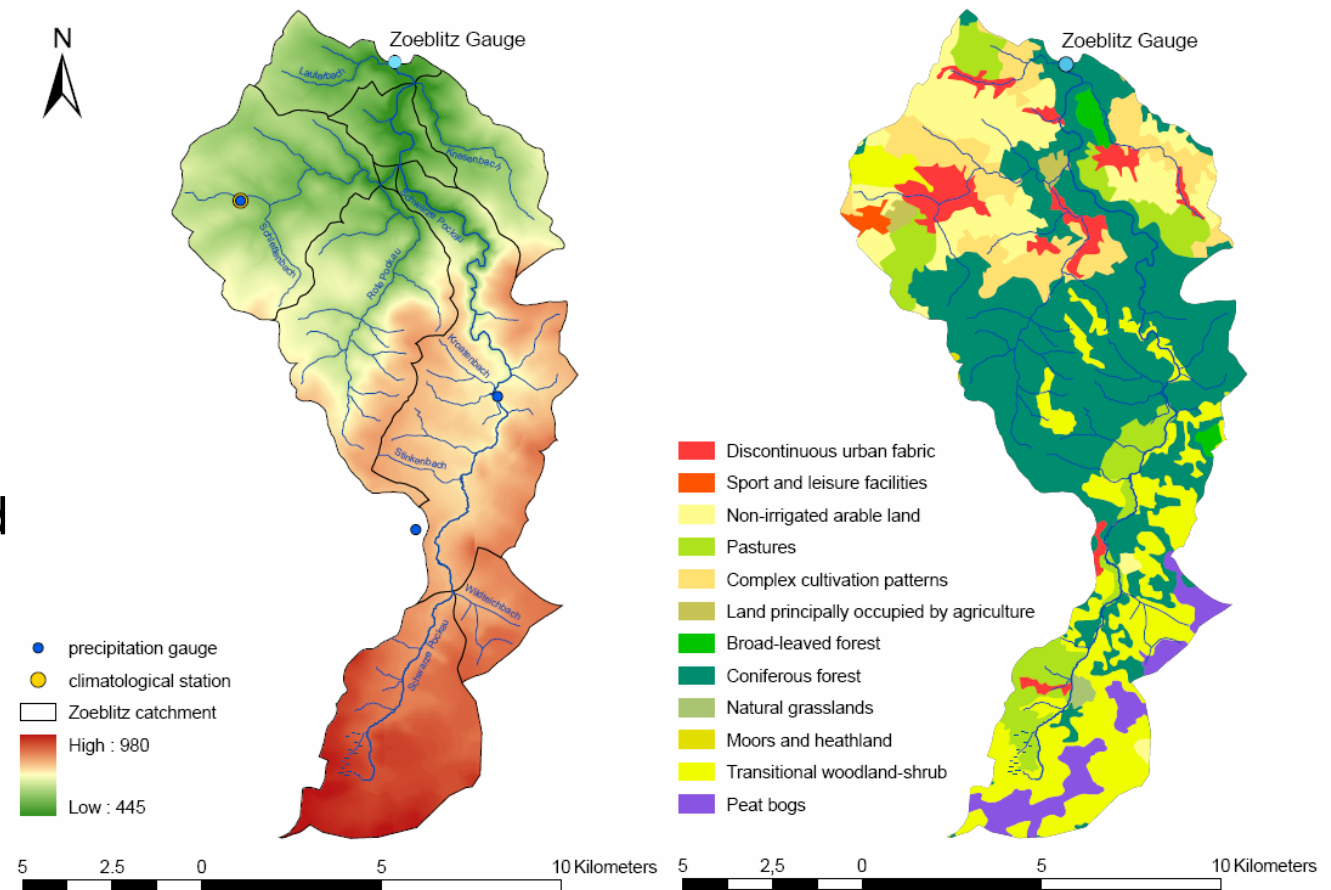
Problemstellung und Zielsetzung

- Analyse des im HORIX-Projekt verwendeten LARSIM-Modells Schwarze Pockau
 - Klärung der Ursachen für die schlechten Ergebnisse
(Allg. Modellkonzept / -algorithmen, spez. Kalibrierung, spez. Systemdaten?)
- ⇒ Ableitung konkreter, praxisrelevanter Verbesserungen bzw. Empfehlungen für die operationellen LARSIM-Modelle

Grundlagen

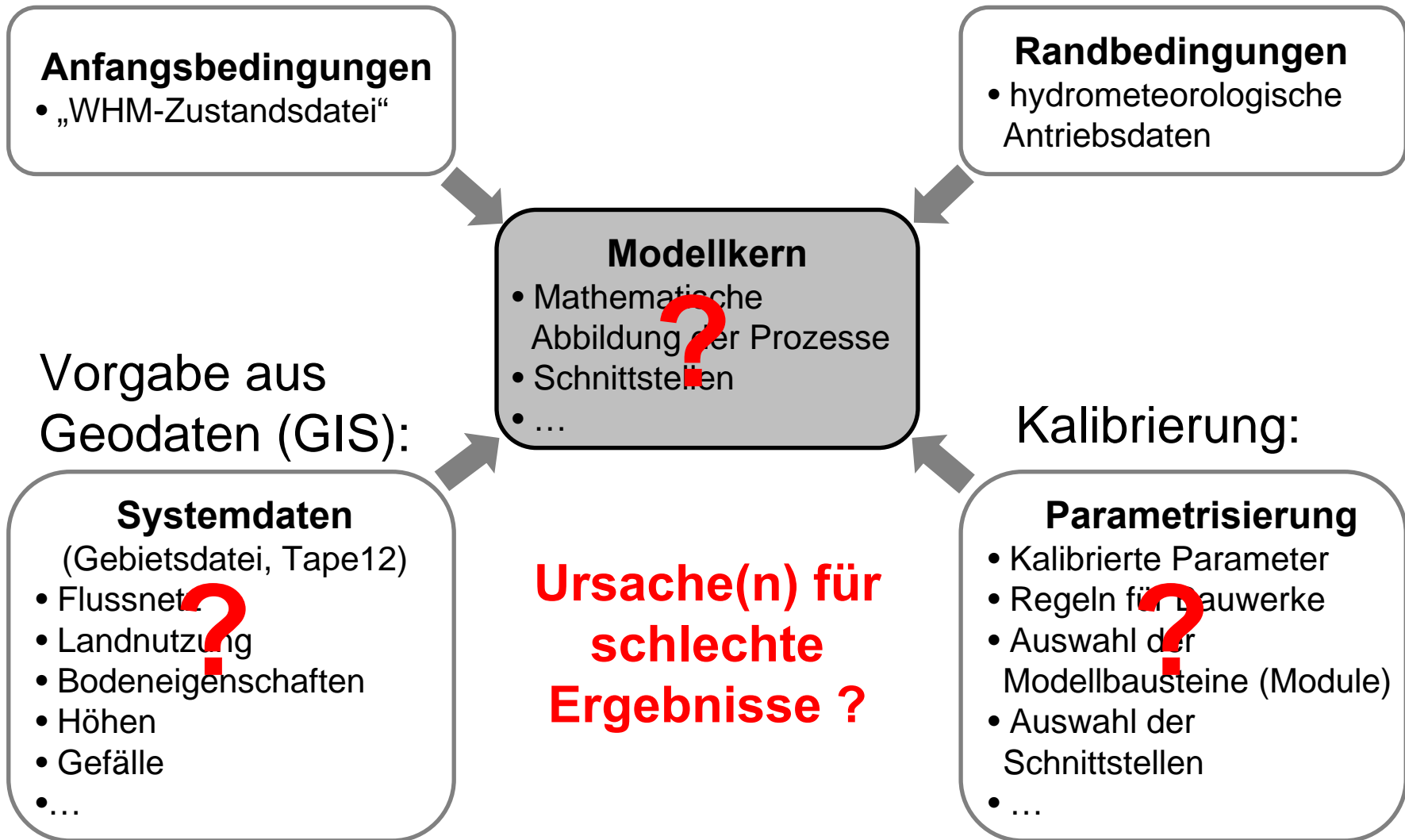
Schwarze Pockau:

- Erzgebirge (Sachsen)
- 440 – 980 m ü. NN
- 129 km²
- Dünn besiedelt
- Wälder, Moore, Heide- und Grasland
- Braunerden (Hangsandlehm)
- MQ: 2,31 m³/s
- HHQ: 160 m³/s (HW 08/2002)



Aus Herbst et al. 2009

Grundlagen



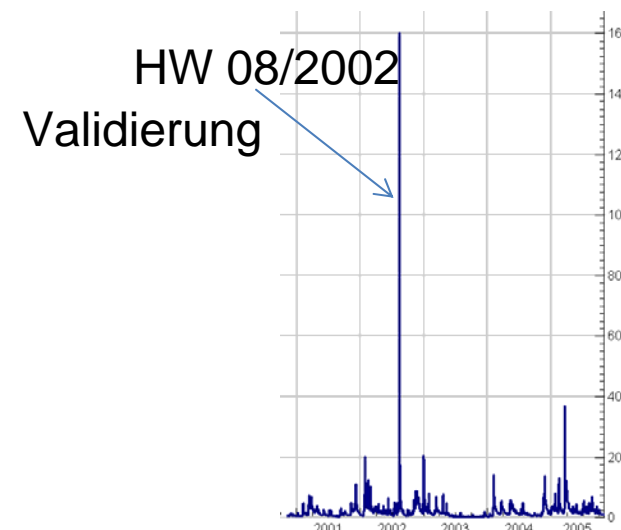
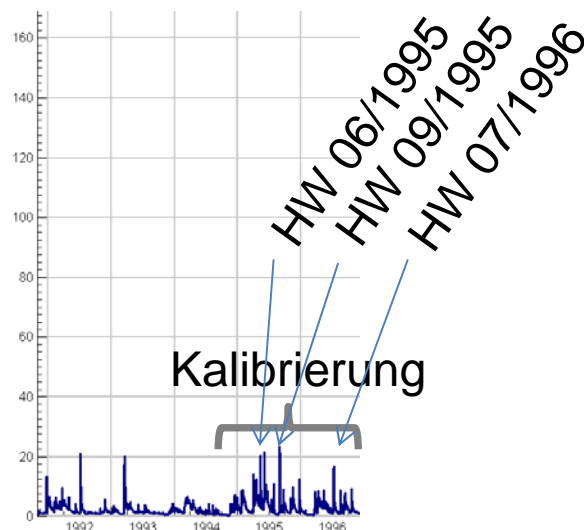
Grundlagen

Hauptaufgabe im HORIX-Projekt:

Werkzeuge zur Analyse der Simulationseigenschaften von WHM.

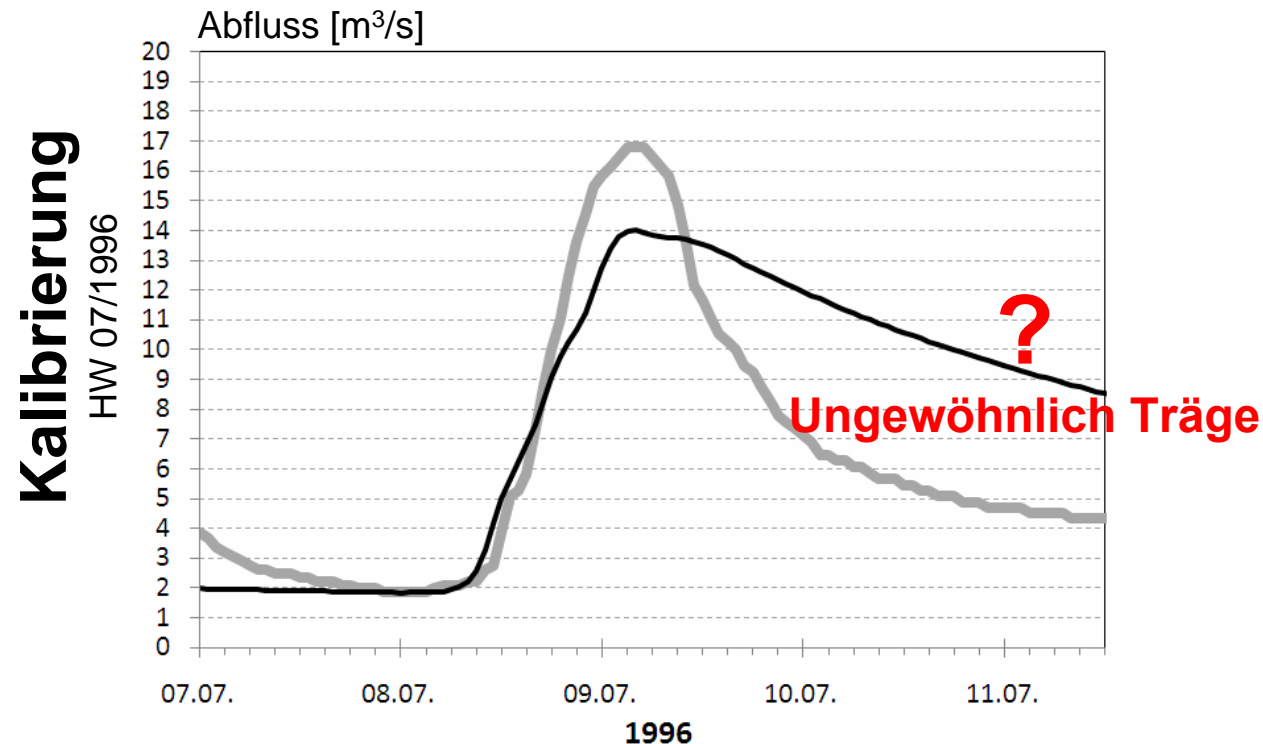
Arbeiten mit LARSIM:

- Aufbau des LARSIM-Modells Schwarze Pockau durch externen Partner
- Automatisierte Kalibrierung anhand hydrologischer Jahre 1995 und 1996
- Validierung / Extrapolationsfähigkeit 1997- 2004 und HW 08/2002



Ergebnisse

Unzureichende Ergebnisse bereits für Kalibrierung



Mögliche Ursachen:

- Sehr schlechte Kalibrierung
- Grobe Unzulänglichkeiten in den Systemdaten

Ergebnisse

Kalibrierung:

Extrem auffällige Parameterwerte für Direktabfluss

EQD: 3 700

EQD2: 630

- ⇒ **Parameterwerte treten in vergleichbaren Modellen nicht auf**
- ⇒ **Reaktion des Modells ist sehr träge eingestellt**
- ⇒ **Erklärung für Überschätzung im abfallenden Ast der kleinen Hochwasser**

Ergebnisse

Systemdaten:

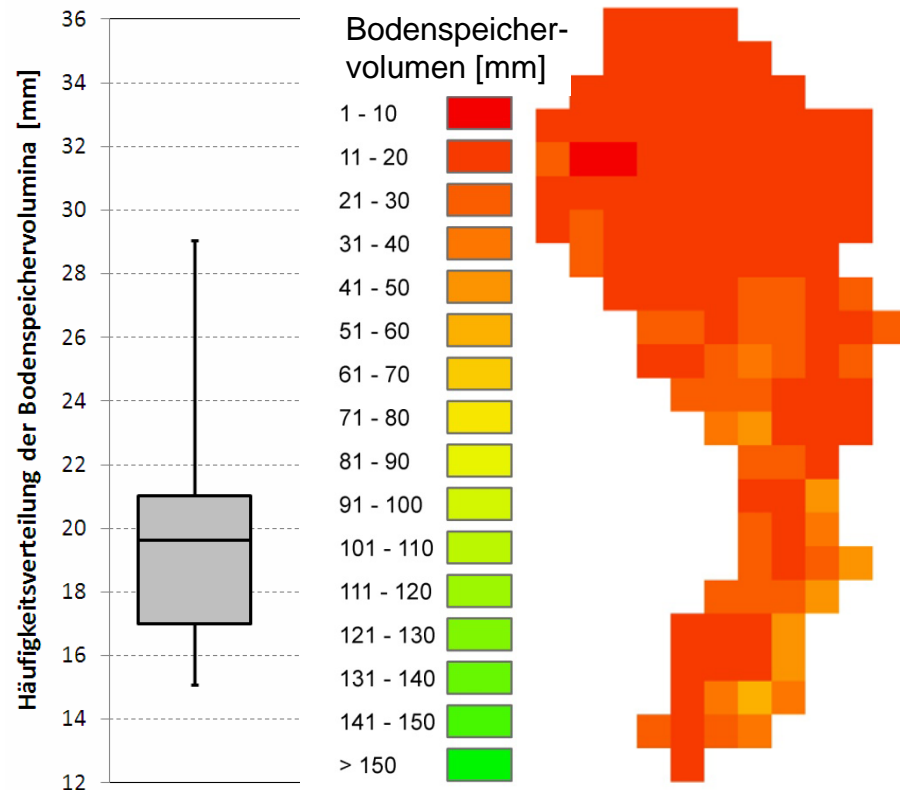
Grob unplausible Bodenspeichervolumina von zumeist ≤ 20 mm in der Gebietsdatei (Tape12)

Bodenspeichervolumina in Systemdaten:

- Vorgabe aus Geodaten
- Nutzbare Feldkapazität (nFK) oder nFK + Luftkapazität (nFK + LK)
- Hier Hangsandlehm-Braunerden mit nFK ~ 100 mm bis 160 mm

⇒ grob unplausibel

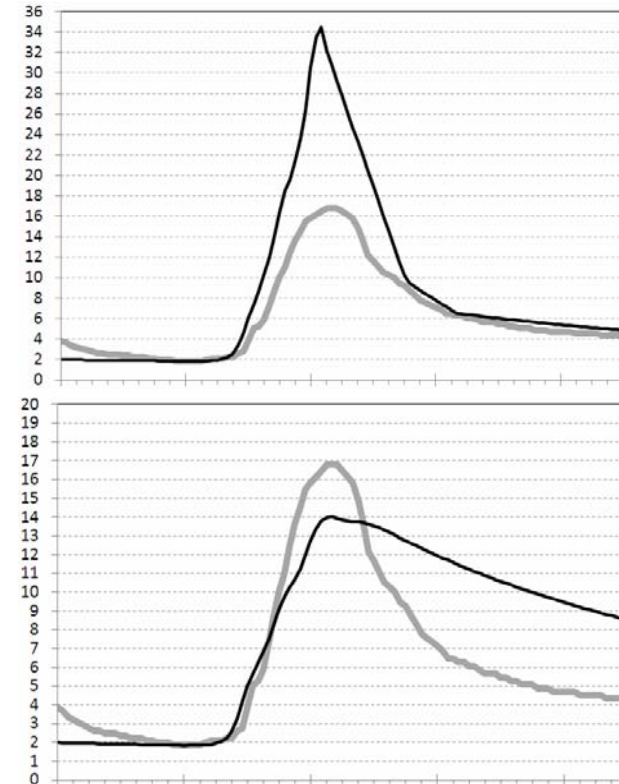
⇒ mind. um Faktor 5 zu klein



Ergebnisse

Wirkung der viel zu geringen Bodenspeichervolumina:

- Minimale Pufferwirkung des Bodens für Niederschlagsinput
- Sehr starke Reaktion des Modells auf moderate Niederschläge
- Um Scheitel kleiner HW abzubilden, hohe Rückhaltekonstanten für Direktabfluss bei autom. Kalibrierung



Grob fehlerhafte Systemdaten

- ⇒ „Falsch“ kalibrierte Parameterwerte
- ⇒ Beobachtetes Modellverhalten im Kalibrierzeitraum

Ergebnisse

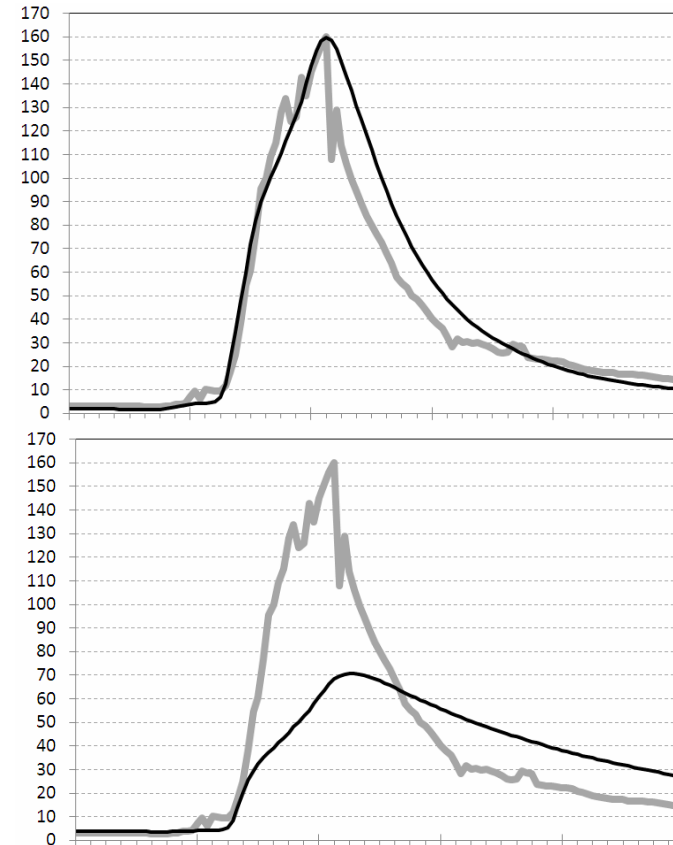
Wirkung der viel zu geringen Bodenspeichervolumina:

- Bei extremem Niederschlagsinput verliert Pufferwirkung des Bodens normalerweise an Bedeutung
- Überproportionale Abflussreaktion
- Bei falschem Bodenspeichervolumen, durch falsche, viel zu träge Kalibrierung, grobe Unterschätzung durch das Modell

Grob fehlerhafte Systemdaten

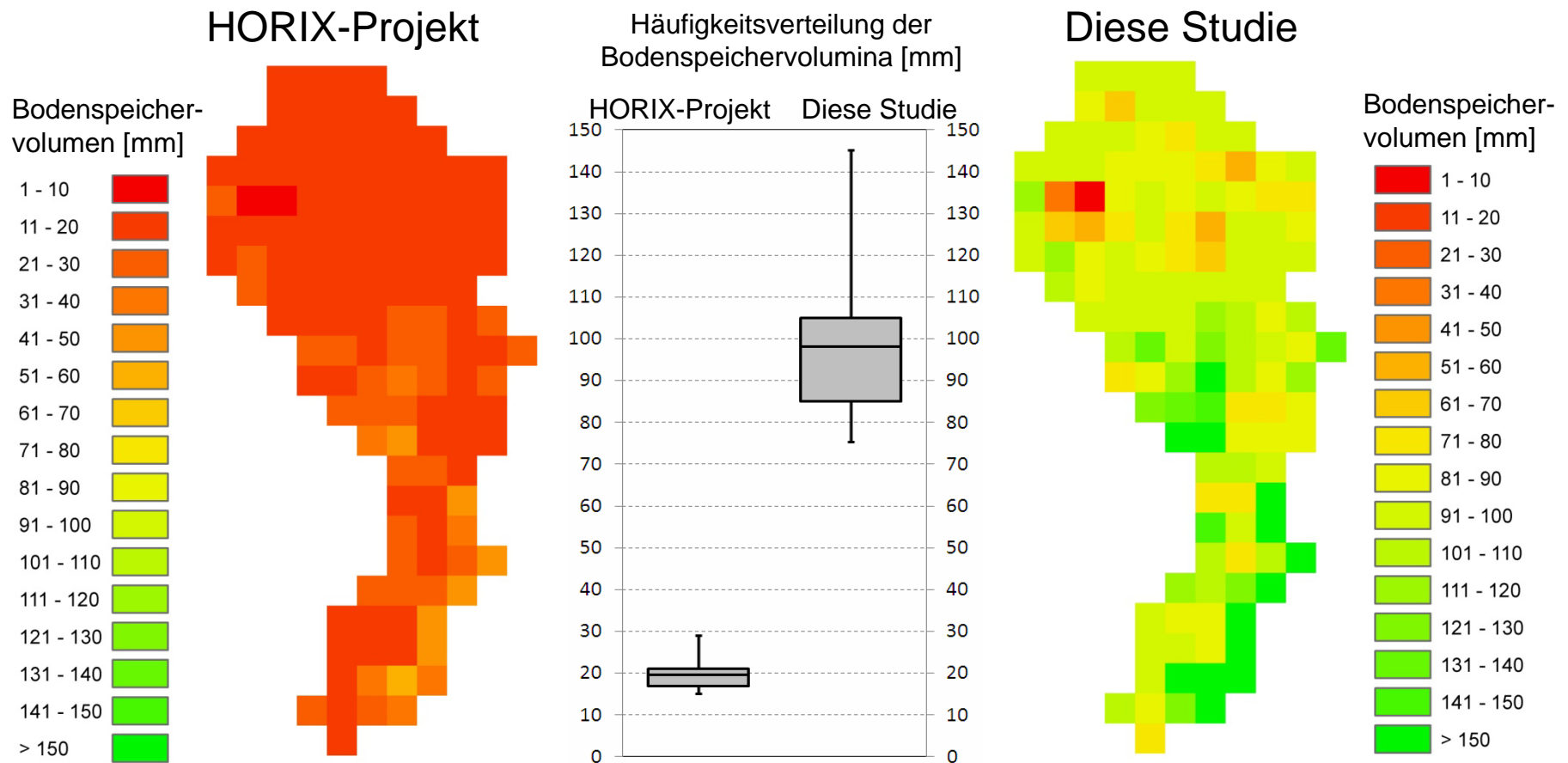
⇒ „Falsche“ Parameterwerte

⇒ Unzureichende Simulation und Extrapolation



Ergebnisse

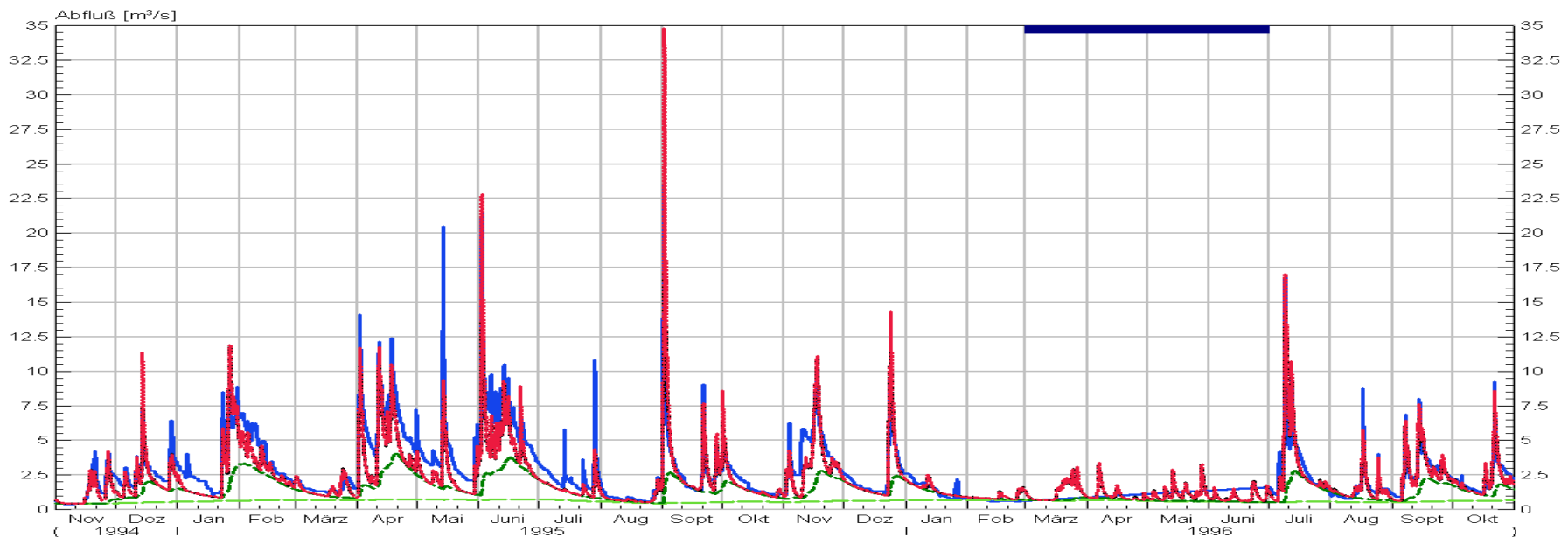
Pauschale Korrektur der Bodenspeichervolumina auf plausible Werte (x 5): \Rightarrow Im Mittel ca. 100 mm



Ergebnisse

Kalibrierung des korrigierten Modells:

- Kalibrierzeitraum wie im HORIX-Projekt, hydrologische Jahre 1995 – 1996
- Für operationelle LARSIM-Modelle übliche Vorgehensweise (manuelle Kalibrierung)
- Parameterwerte liegen im für üblichen Bereich (EQD = 400, EQD2 = 150)
- Zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen Simulation und Messung in allen Abflussbereichen, Nash-Sutcliffe: 0,74 (üblich für vergleichbare Modelle)

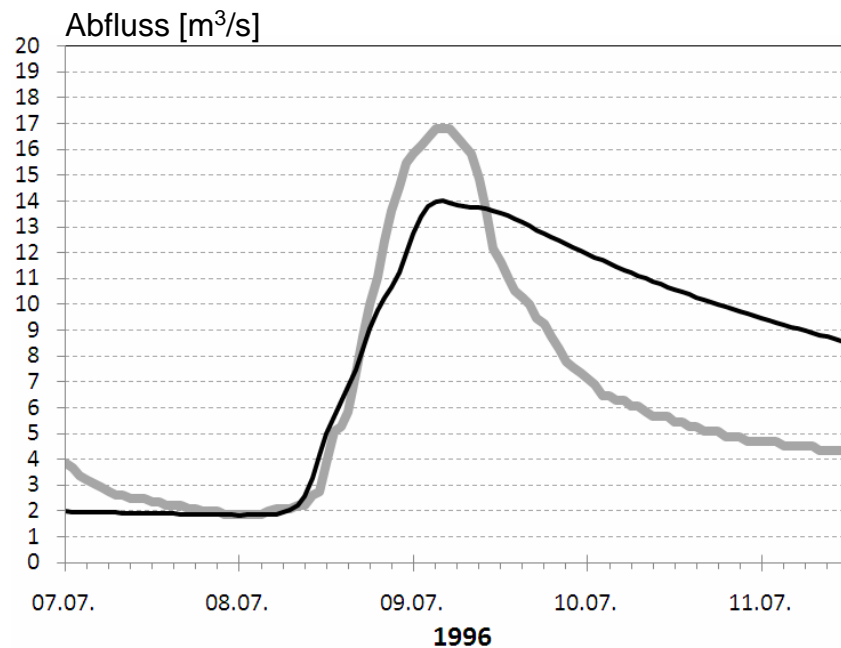


Ergebnisse

HW 07/1996: Kalibrierungszeitraum

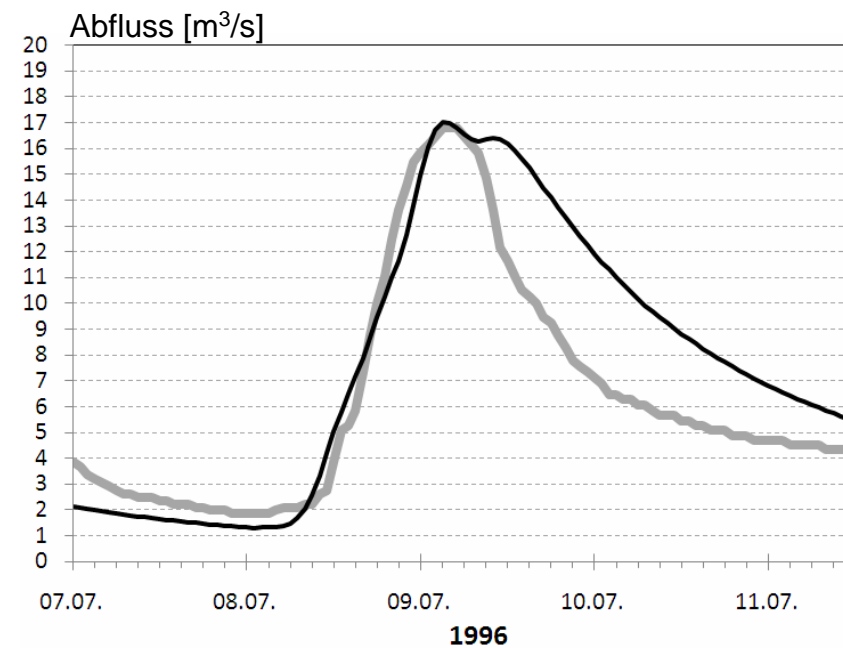
HORIX-Projekt

Mit unrealistischen Bodenspeichervolumina



Diese Studie

Mit plausiblen Bodenspeichervolumina

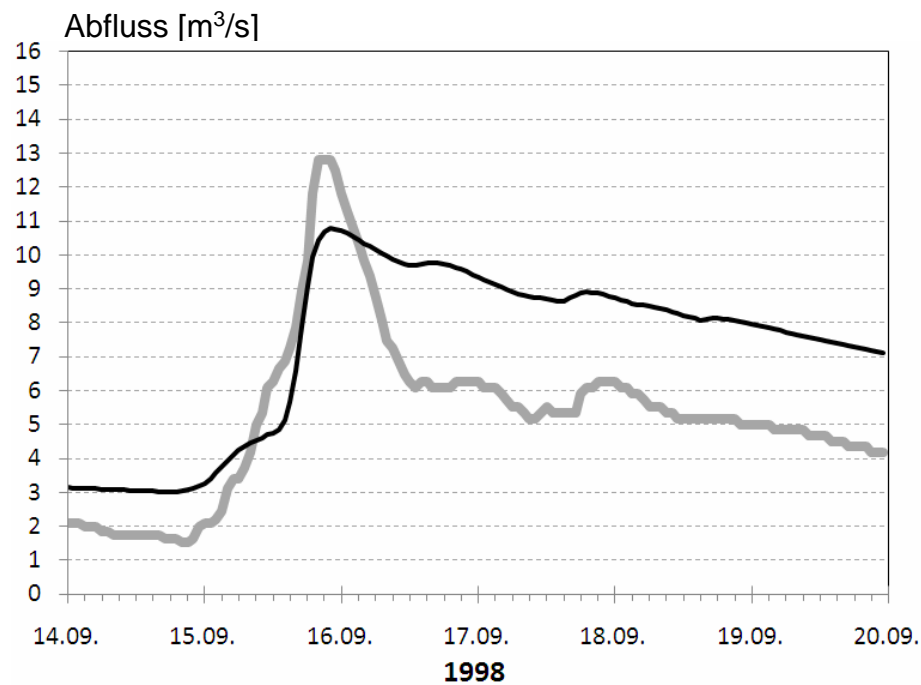


Ergebnisse

HW 09/1998: Validierungszeitraum

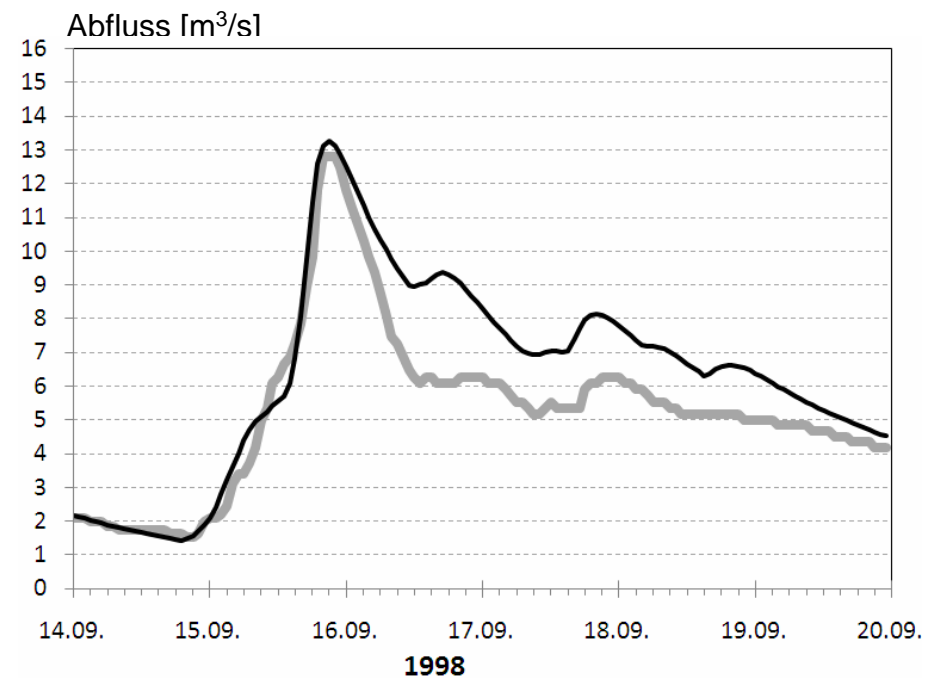
HORIX-Projekt

Mit unrealistischen Bodenspeichervolumina



Diese Studie

Mit plausiblen Bodenspeichervolumina



Ergebnisse

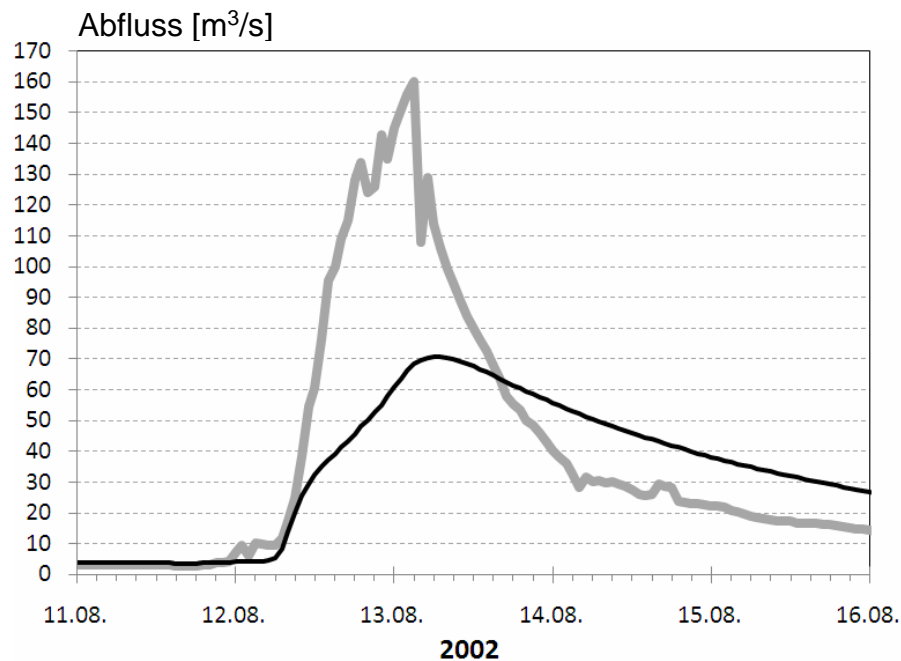
HW 08/2002:

Validierungszeitraum

Extrapolationsfähigkeit auf ca. 200-jährliches Hochwasser

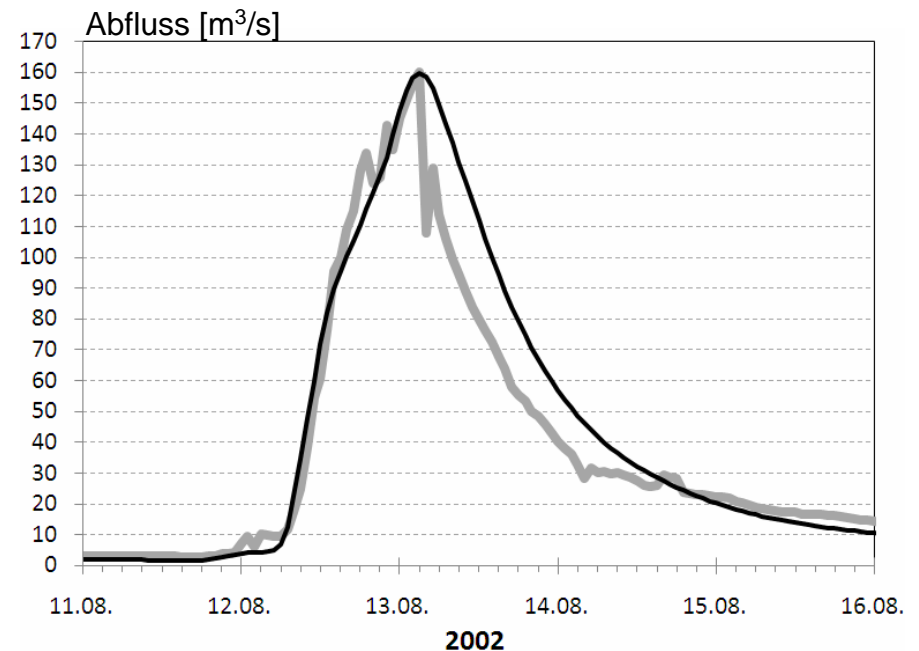
HORIX-Projekt

Mit unrealistischen Bodenspeichervolumina



Diese Studie

Mit plausiblen Bodenspeichervolumina



Ergebnisse

Validierung / Extrapolationsfähigkeit des korrigierten Modells:

- Im gesamten Validierungszeitraum (1997 – 2004) Übereinstimmung zwischen Simulation und Messung im gesamten Abflussbereich ähnlich wie im Kalibrierungszeitraum (Messung z.T. nur Tageswerte)
- Für gesamten Abflussbereich deutliche Verbesserung des Simulationsverhaltens im Vergleich zum Modell aus dem HORIX-Projekt
- Deutlich bessere Abbildung (kleinerer) Hochwasser: Verlauf und Scheitel (vor allem Rezession nach dem Scheitel)
- Erstklassige Extrapolationsfähigkeit auf das extreme ca. 200-jährliche HW 08/2002

Zusammenfassung und Folgerungen

- Die sehr schlechten Ergebnisse des LARSIM-Modells Schwarze Pockau im HORIX-Projekt sind durch grob unplausible Vorgaben für die Bodenspeichervolumina im Systemdatensatz bedingt.
- Dies konnte durch eine einfache Korrektur der Bodenspeichervolumina auf realistische Werte korrigiert werden.
- Die Erstellung von LARSIM-Modellen erfordert die nötige Sorgfalt. Die Systemdaten bilden eine wichtige Grundlage für die Qualität des Modells.
- Bei Defiziten in bestehenden Modellen sollten auch die Systemdaten als mögliche Ursache in Betracht gezogen werden.
- Die Ergebnisse geben keinen Anlass die grundlegende Modellstruktur oder Modellalgorithmen von LARSIM anzupassen.
- Bei fachgerechter Modellerstellung und -handhabung sind LARSIM-Modelle gut zur Extrapolation auf extreme Ereignisse geeignet.
- Die Ergebnisse belegen die Eignung von LARSIM-Modellen für die Hochwasservorhersage und -frühwarnung.