HORIX

Entwicklung eines operationell einsetzbaren Expertensystems zum Hochwasserrisikomanagement unter Berücksichtigung der Vorhersageunsicherheit

Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse

TP 2: Methoden zur Bestimmung der Unsicherheiten von N-A-Modellen

Jens Grundmann, Gerd H. Schmitz, TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie
Email: jens.grundmann@tu-dresden.de, muich@rcs.urz.tu-dresden.de

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN · IHM · Bundesministerium für Bildung und Forschung · Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich GmbH

1.Projektziele

Bereitstellung von Methoden zur Analyse, Verarbeitung und Prognose der Unsicherheiten in der Niederschlags – Abfluss – Modellierung.

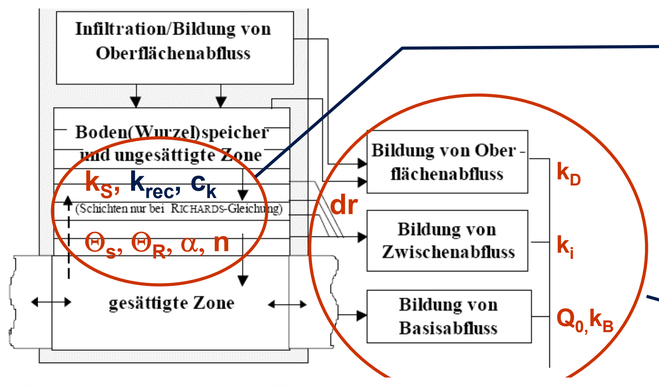
(1) Analyse der Modellunsicherheit
Wie reagieren Parameter und Modellstruktur im Bereich extremer Hochwasser?

(2) Verarbeitung der Unsicherheit eingehender Beobachtungsdaten
Welchen Einfluss haben z.B. Niederschlag, Boden auf den Modeloutput ?

(3) Verknüpfung zur Vorhersageunsicherheit
Wie können Modell- und Inputunsicherheit effizient verarbeitet werden ?

2. Unsicherheitsanalyse am Beispiel des hydrologischen Modells Wasim-ETH

Bodenmodell: entscheidendes Modul für den NA-Prozess



Bodenmodell Wasim-ETH, (Schulla 1998)
Parameter der Abflussbildung und -konzentration

→ Parameterzahl: 7* Anz.Böden + 5*Anz.Teilgebiet
→ zuviel für Kalibrierung und Unsicherheitsanalyse

→ differenzierte Vorgehensweise bzgl. Charakteristik der Parameter und a priori Wissen

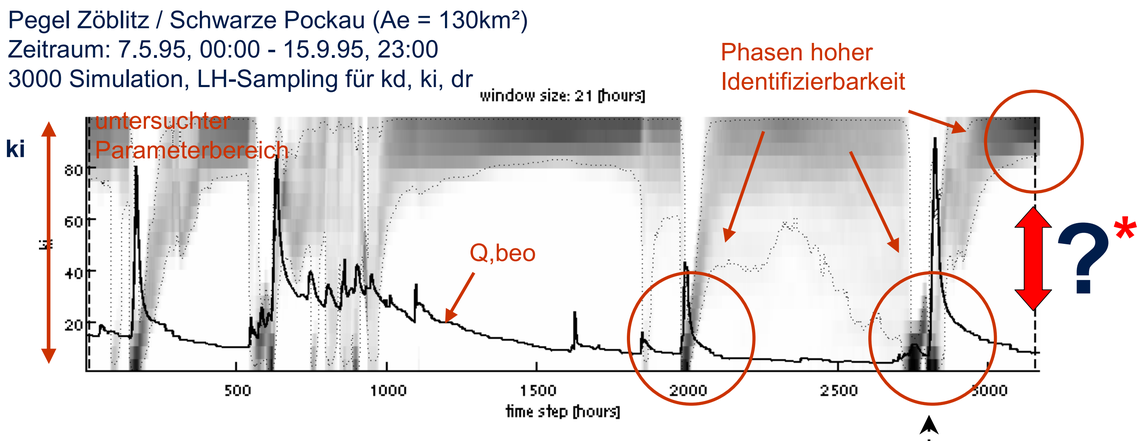
Physikalisch begründetes Modellkonzept
→ Parameter abgeleitet aus Bodenkarten
→ Erwartungswertbildung
→ Unsicherheitsanalyse durch Variation der Bodendaten (4.)

Konzeptioneller Ansatz
→ unbekannte Modellparameter → Kalibrierung
→ sensitivste Parameter: kd, ki, dr
→ Analyse der Parameterräume und Ableitung von Unsicherheiten in der Modellstruktur (3.)

3. Analyse der Modellstruktur

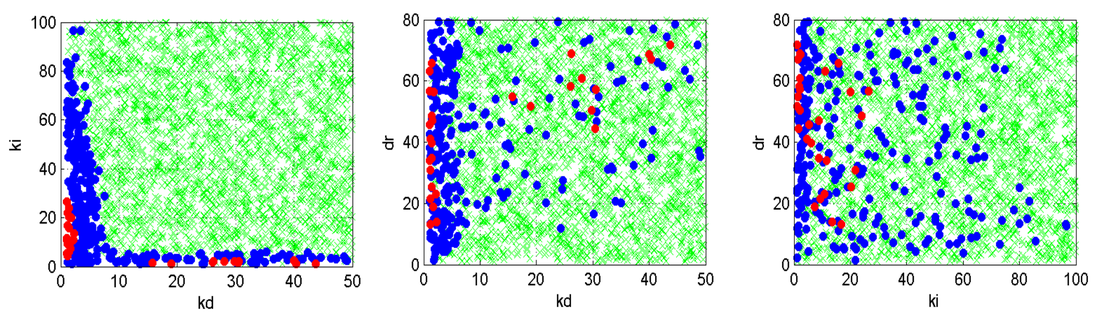
Ziel: Identifikation bevorzugter Parameterbereiche und Analyse der Parameterräume konzeptioneller Modellparameter
DYNIA „Dynamic identifiability analysis“ (Wagener et al. 2003)

Pegel Zöblitz / Schwarze Pockau (Ae = 130km²)
Zeitraum: 7.5.95, 00:00 - 15.9.95, 23:00
3000 Simulation, LH-Sampling für kd, ki, dr



* Variierende Identifizierbarkeit im Parameterraum während des Prozessablaufs
→ Separate Parametrisierung bezüglich Hochwasser

Analyse der Parameterräume (HW 9/1995)

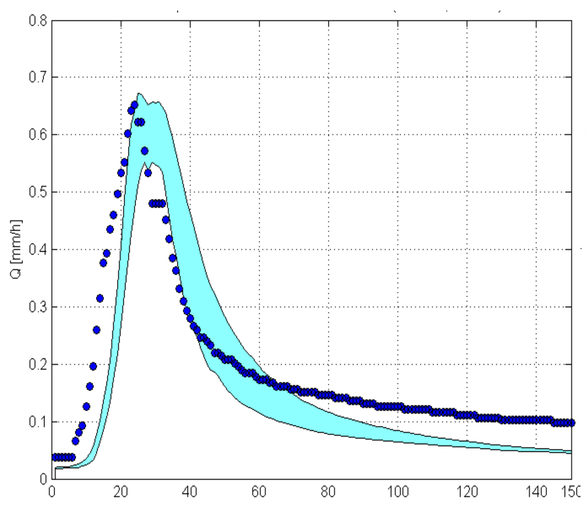


Abhängigkeit kd / ki erkennbar
Abhängigkeit zu dr ??? → räumlich verteilte Maxima
→ keine Verteilungsaussagen möglich
→ Equifinality

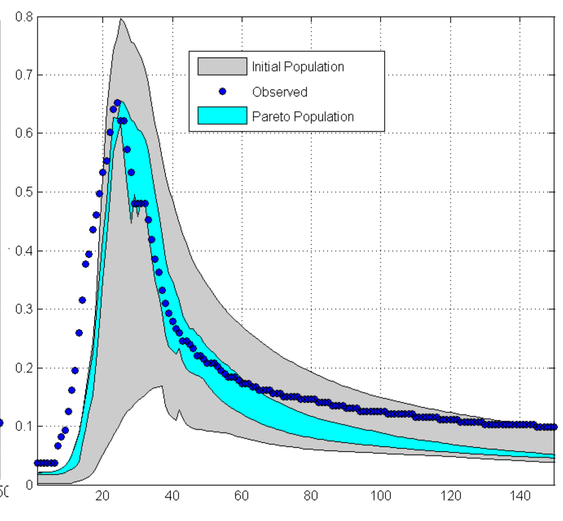
Lösungsmöglichkeiten für Unsicherheitsbestimmung
- Unterscheidung in „akzeptable“ und „ nicht-akzeptable“ Lösungen
  → GLUE, Grenzwert bzgl. Zielfunktion (Beven et al. 1992)
- Paretooptimalität
  → MOSCEM (Vrugt et al. 2003)

Methodenvergleich (HW 9/1995)

GLUE - Unsicherheit der Modellierung
Peakdiff <10%, 80 % Konfidenzintervall



Paretooptimalität
für Peakdiff und RMSE



4. Unsicherheitsanalyse der Bodendaten

Ziel: Einfluss unsicherer Bodeninformation auf den Modellouput

Methodik (Grundmann et al. 2006)
- Datengrundlage: BÜK 200, Klassifikation der Bodenarten
- Zufällige Realisationen aus Bandbreite der Bodenstrukturinformationen
- Bestimmung bodenhydraulischer Parameter mit Pedotransferfunktion

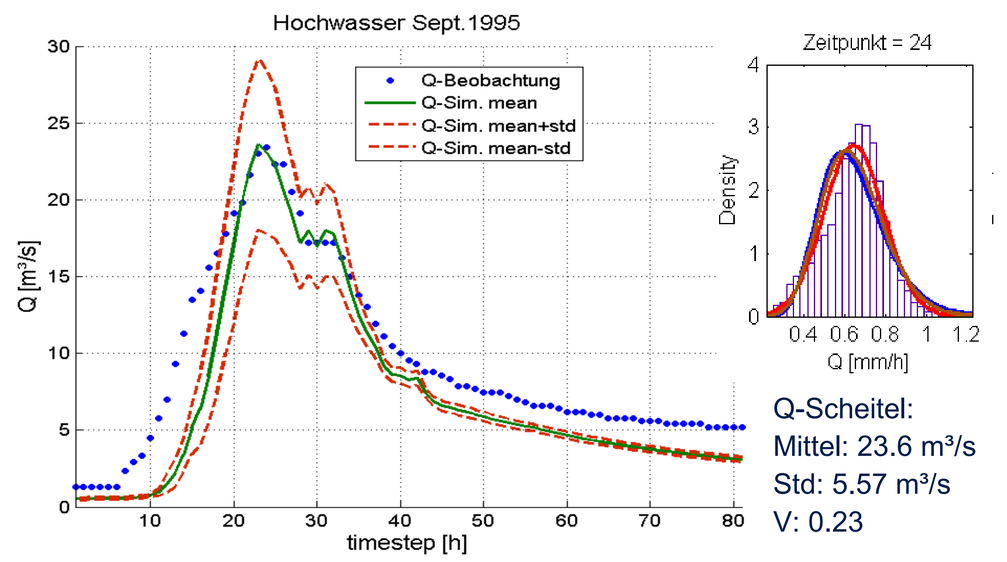
{SI1,CL1,LD1,OM1 … SIi ,CLi ,LDi ,OMi} ⇒ Pedo-transfer-funktion ⇒ {ks1, α1, n1, Θs1 … ksi, αi, ni, Θsi,..}

- Parameterreduktion durch Ähnlichkeitsmodell (Miller & Miller 1956)

{ks1, α1, n1, Θs1 … ksi, αi, ni, Θsi,..} ⇒ Ähnlich-keits-modell ⇒ {u1 … ui} + Parameter für Bezugsboden

- Monte-Carlo-Simulation mit Wasim-ETH (HW 9/1995) zur Verarbeitung der Unsicherheit

5000 zufällige Realisationen für die Skalierungsparameter der 4 Leitbodenarten



Q-Scheitel:
Mittel: 23.6 m³/s
Std: 5.57 m³/s
V: 0.23

5. Ausblick

- Analyse der Niederschlagsunsicherheit aus Teilprojekt 4
- Ableitung der prognostischen Modellunsicherheit und deren Überlagerung mit der meteorologischen Unsicherheit
- Entwicklung eines stochastisch erweiterten NA-Modells als Alternative zu aufwendigen Monte-Carlo Simulationen
- Analyse der Unsicherheit im Längsschnitt eines Einzugsgebietes

Literatur

Beven, K.J. and Binley, A.M., 1992: The future of distributed models: model calibration and uncertainty prediction, Hydrological Processes, 6, 279-298.
Grundmann, J., et al., 2006: Niederschlags-Abfluss-Modellierung im Spiegel unsicherer Bodendaten, in : Schmitz et al. , SYNAP 2006, Analyse und Modellierung der Niederschlags–Abfluss–Prozesse, Dresdener Schriften zur Hydrologie (4).
Schulla, J. & Jasper, K., 1998: Modellbeschreibung WaSiM-ETH. - Geographisches Institut ETH Zürich
Wagener, T., et al., 2003: Towards reduced uncertainty in conceptual rainfall-runoff modelling: dynamic identifiability analysis, Hydrological Processes, 17(2), S. 455-466.
Vrugt, J.A., 2003: Effective and efficient algorithm for multiobjective optimization of hydrologic models, Water Resources Research, 39 (8), Artn 1214.

horix