

A decorative graphic consisting of four vertical bars of varying heights, located in the top left corner of the slide.

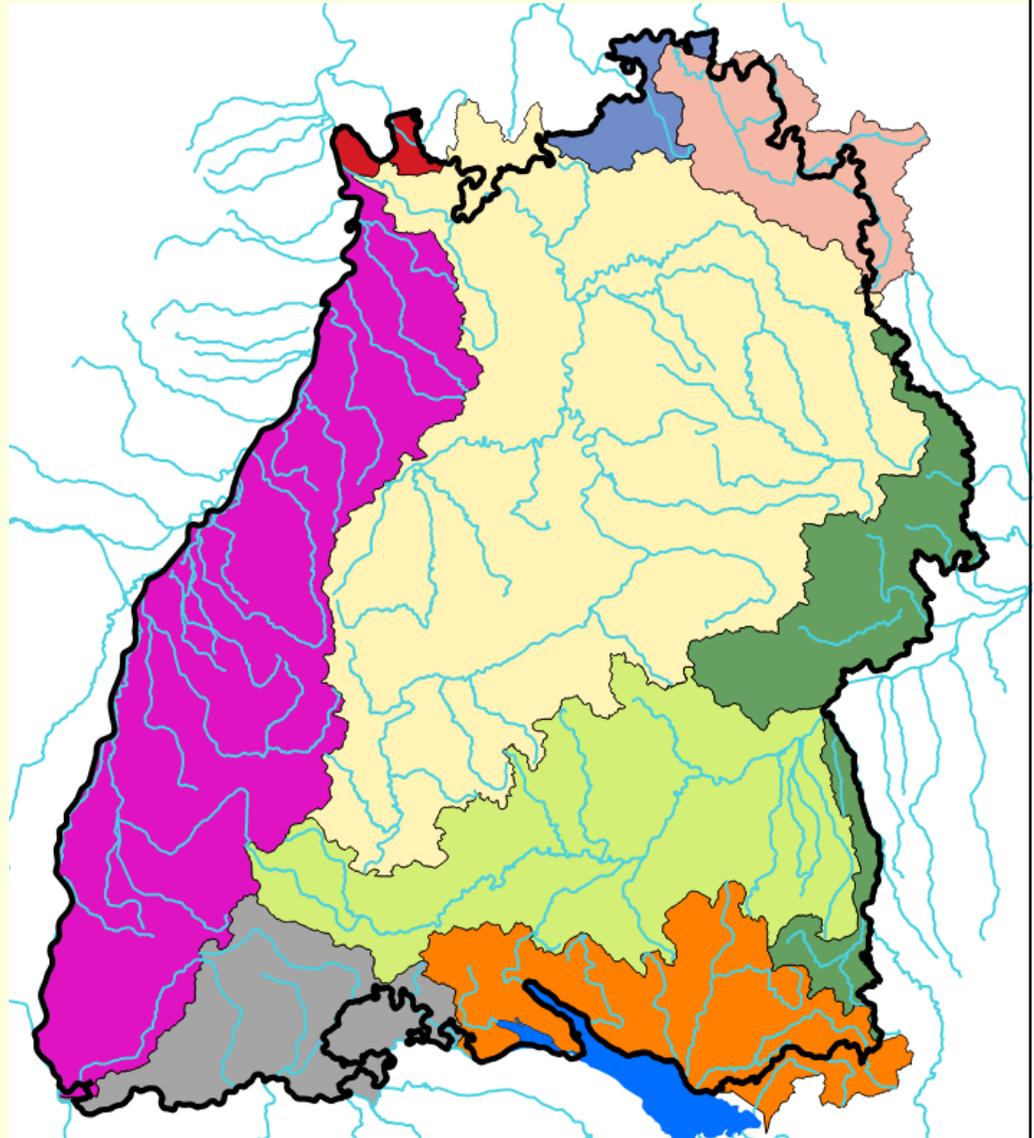
# Weitergehende Validierung der aktualisierten Tageswert-WHM in Baden-Württemberg

**Dr. Manfred Bremicker, Dr. Gabriel Fink**  
LUBW, Referat 43 – Hydrologie, Hochwasservorhersage

**Dr. Greta Moretti**  
HYDRON GmbH

# Grundlagen

- 10 WHM für Landesfläche von BW
- Rasterbasiert: 1 km<sup>2</sup>
- Tageswertmodelle für Klimafolgenforschung und Planungszwecke
- Operationelle Stundenwertmodelle
- Kontinuierliche Weiterentwicklung insbesondere der operationellen Modelle
- ABER: Gebietsdateien (Tape12) aus den Jahren 1999 – 2001

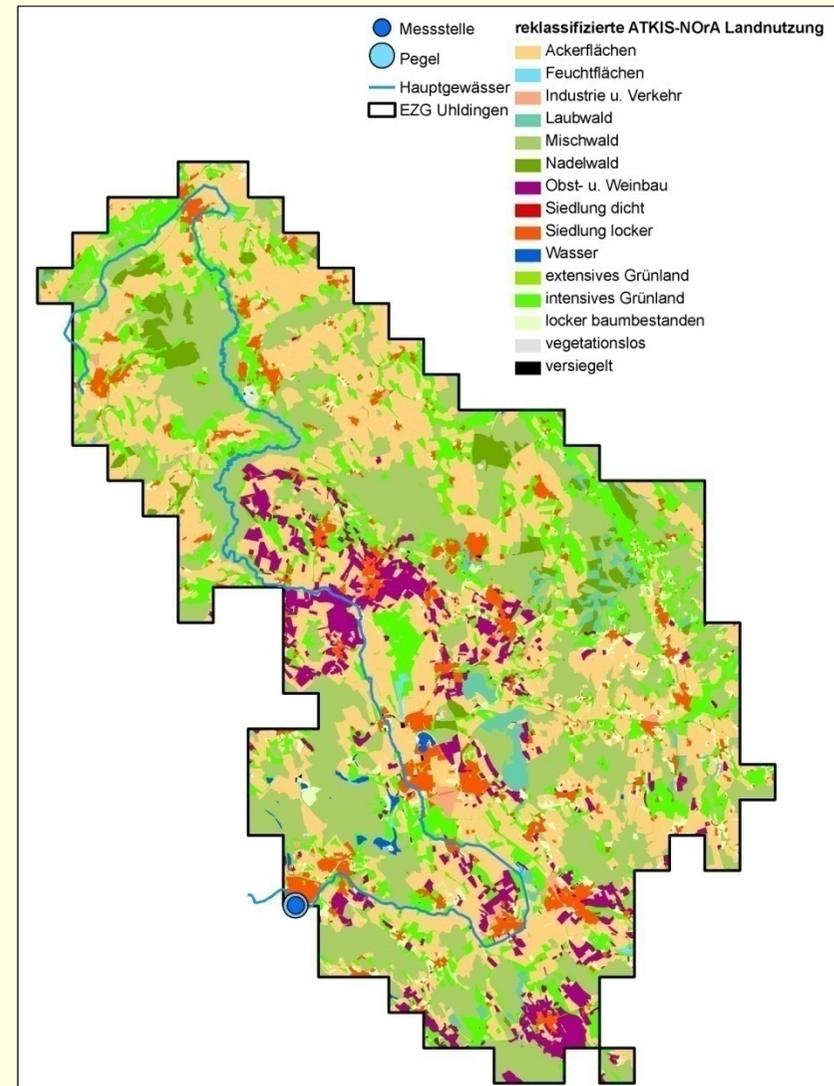


# Vorgehensweise und Ziele

- Beibehaltung der bisherigen Modellstruktur
  - Raster, TGB-Nummerierung, Fließvernetzung
  - Übergabepunkte vor- oder nachgelagerter Modelle
  - Abbildung von Besonderheiten (Karst, Entlastungskanäle ...)
- Nutzung aktueller und räumlich höher aufgelöster Daten für **Landnutzungs-Boden-Kompartimente** der Gebietsdateien
- Berücksichtigung von **Kläranlagen-Trockenwetter-Abflüssen** als relevante Punktquellen (bei Niedrigwasser)
- Nutzung **zusätzlicher Zielgrößen** für Kalibrierung und Validierung

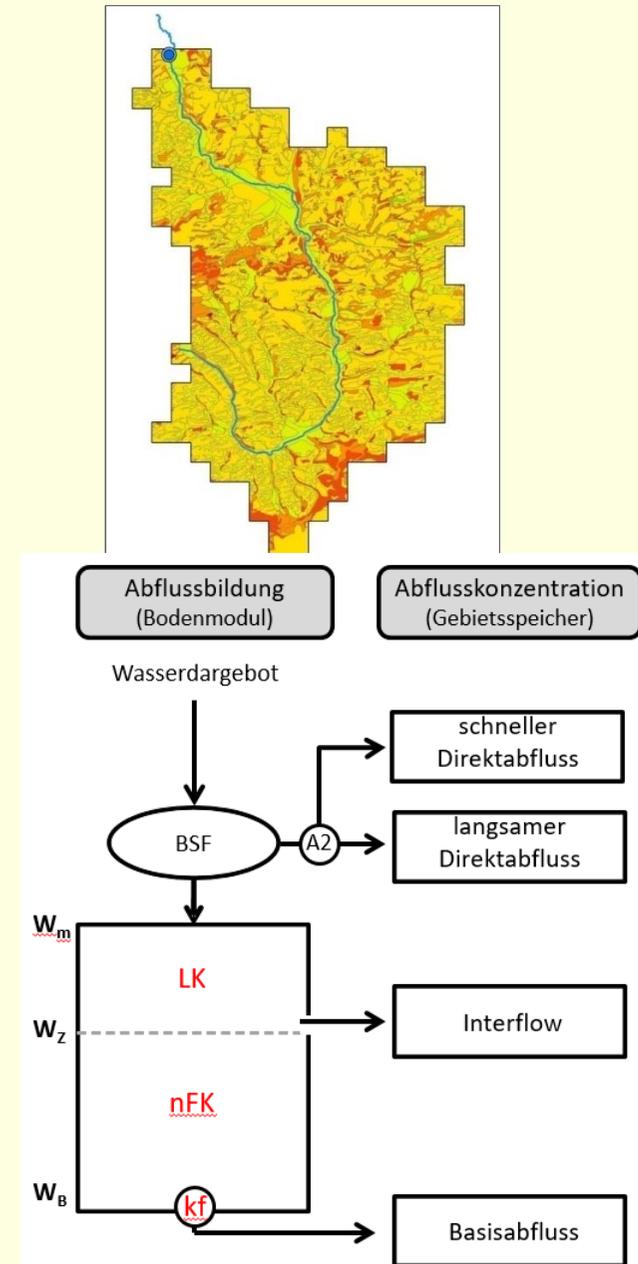
# Aktualisierung der Landnutzung

- ATKIS-NOrA: Nutzerorientiert aufbereitete Geobasisdaten
  - Angaben der realen Landnutzung
  - Datenstand 2013 und aktueller
  - Hohe räumliche Auflösung
- Reklassifikation in 15 Landnutzungsklassen



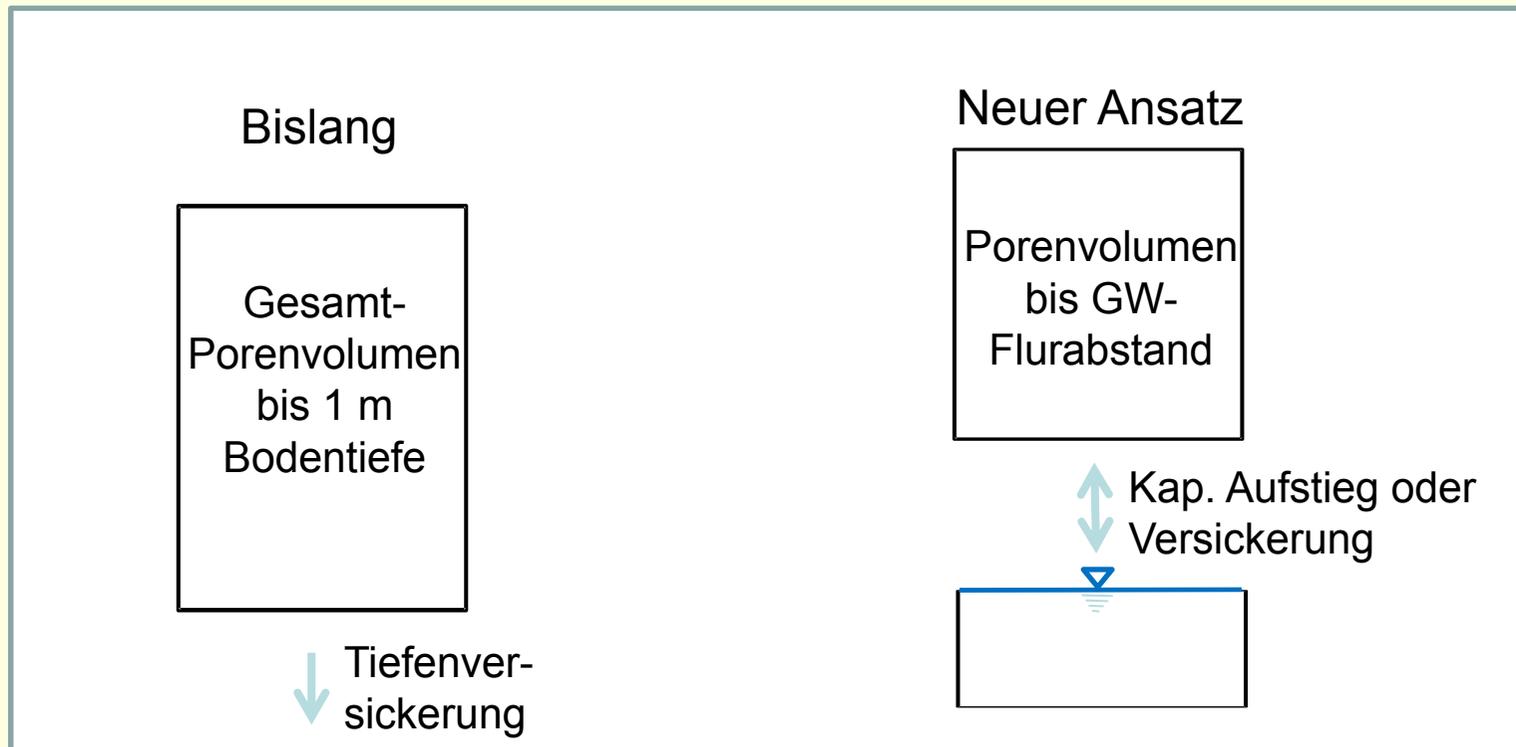
# Nutzung der Bodendaten

- Höhere räumliche Auflösung durch BK 50 statt BÜK 200
- Bisläng nur Nutzung von nFK zur Parametrisierung des Bodenspeichers
- Zur Parametrisierung des Bodenspeichers nun Nutzung von:
  - nFK (mittlerer Bodenspeicher)
  - LK (oberer Bodenspeicher)
  - kf-Werte für Ober- und Unterboden (vertikale Durchlässigkeit)



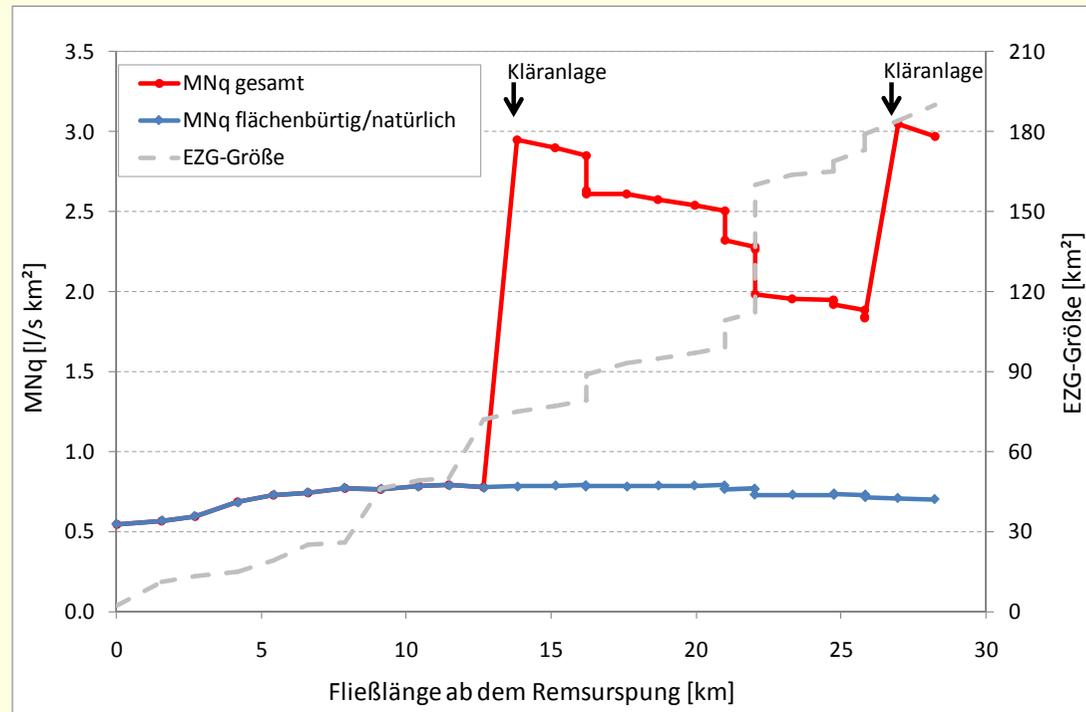
# Nutzung der Bodendaten

- Zusätzlich Parametrisierung grundwassernaher Bereiche mit Daten aus BK 50 zur kapillaren Aufstiegsrate



# KLA-Trockenwetter-Abflüsse als Punktquellen

- Regional starker Einfluss auf MNQ und MQ → Beispiel Rems

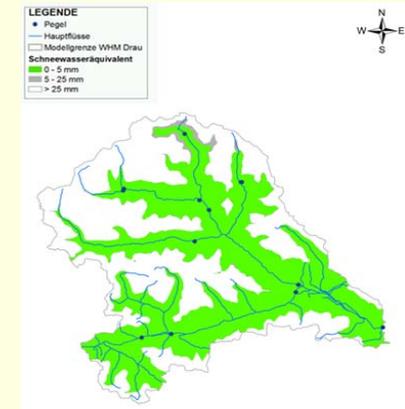
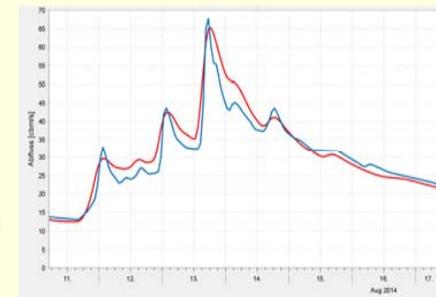
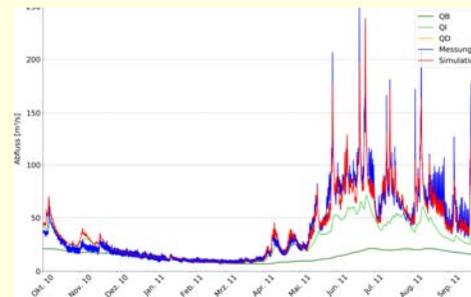


- Abschätzung der dynamischen Trockenwetterabflüsse für ca. 1.000 KLA
- Integration der relevanten KLA in LARSIM-Modelle und MQ/MNQ-Regionalisierung als Punktquellen (Liebert et al., 2016)
  - Verbesserung von Niedrigwassersimulation an Pegeln
  - Verlässlichere regionale Aussagen oberhalb der Pegel

# Zusätzliche Zielgrößen

## Bisheriges Vorgehen bei der Kalibrierung und Validierung:

- Ermittlung der Parameter für Abflussbildung, -konzentration und Wellenablauf anhand der **Abflüsse an Pegeln**
- Ggf. **separate Kalibrierung des Schneemoduls** anhand von Schneekarten und Stationsmessungen



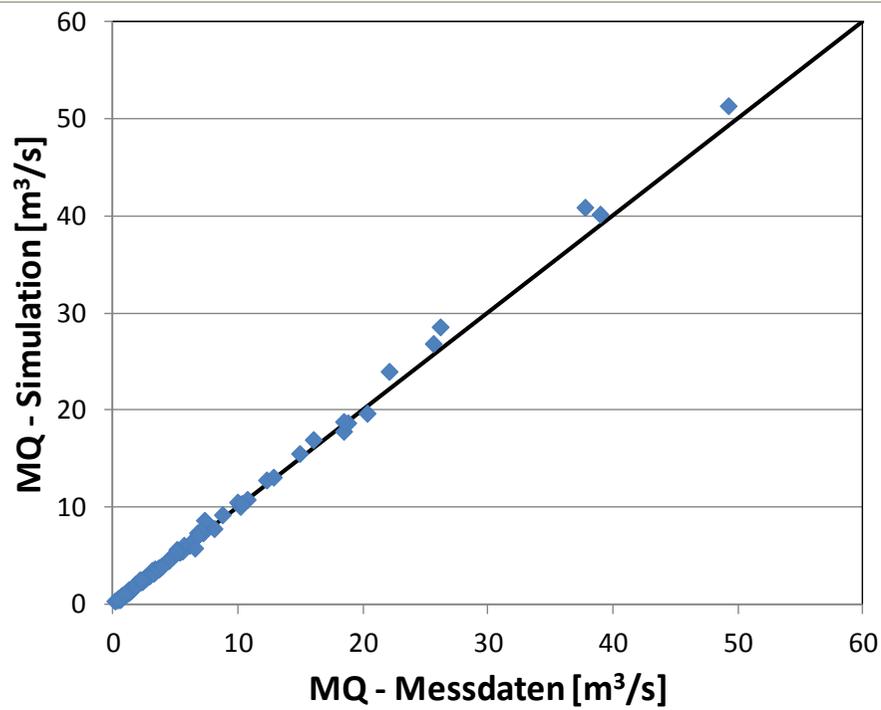
- Identifizierbarkeit aller Parameter?
- Aussagekraft bzgl. weiterer (flächenhafter) Wasserhaushaltsgrößen?

# Zusätzliche Zielgrößen für Kalibrierung und Validierung

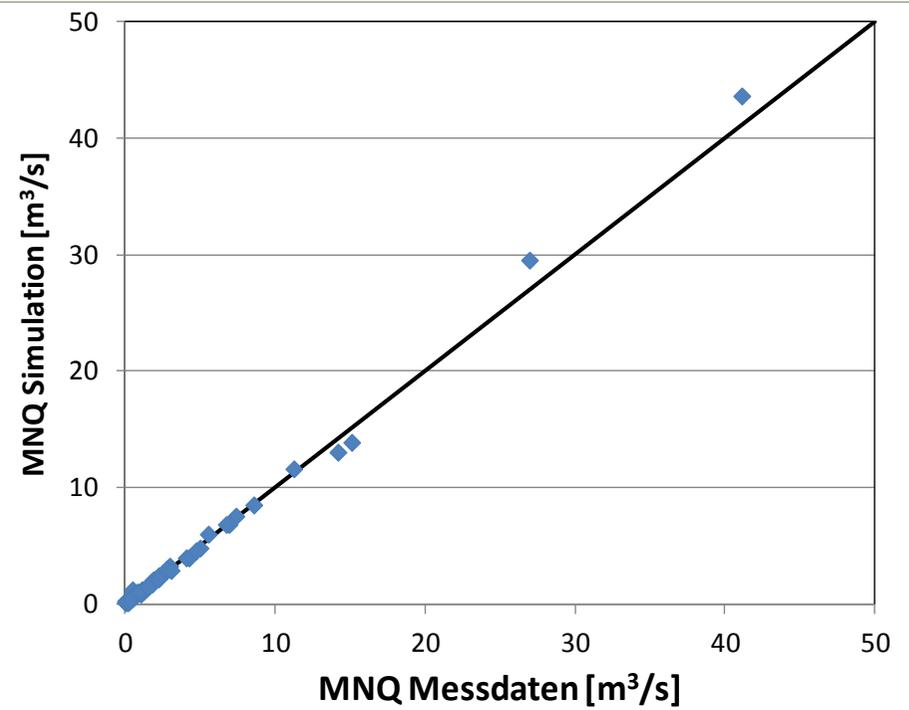
- **Flächenhafte Angaben zum Oberflächenabfluss** unter definierten Bedingungen aus dem WaBoA Baden-Württemberg
  - **Flächenhafte / EZG-bezogene Angaben zum Base-Flow-Index** aus dem WaBoA Baden-Württemberg und anhand von Berechnungen des BFI nach S. Demuth (1993)
  - **MQ und MNQ** an den Pegeln
    - Bessere Nachbildung vor allem von MNQ durch Integration der KLA
    - Hauptwerte deren Veränderung z.B. bei Klimafolgeuntersuchungen analysiert wird
- Vor allem flächenhafte Zielgrößen verbessern Identifizierbarkeit der Kalibrierparameter
- Bessere Aussagekraft der Modelle bzgl. Hauptwerte sowie vor allem bzgl. Basisabfluss und Oberflächenabfluss in der Fläche

# Nachbildung der Hauptwerte **MQ** und **MNQ**:

## MQ



## MNQ



# Zusätzliche Zielgrößen

## Realistischer Anteil des Oberflächenabflusses:

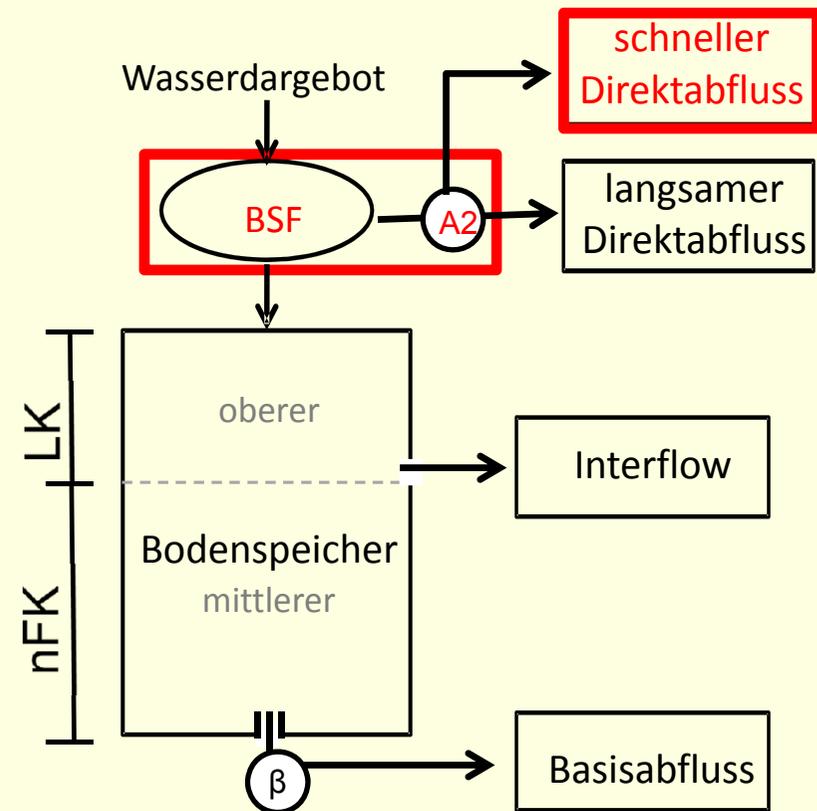
- In Tageswert-Modell keine prozessbasierte Nachbildung möglich
- Anpassung konzeptioneller Parameter (BSF und A2) an Referenzwerte
- Ziel: Plausible Werte für Oberflächenabfluss

## „Niederschlagsexperiment“ mit definierten Bedingungen:

- Anfangsfüllung des Bodens: 90% der nFK
- Niederschlag: 70 mm in 24 Stunden

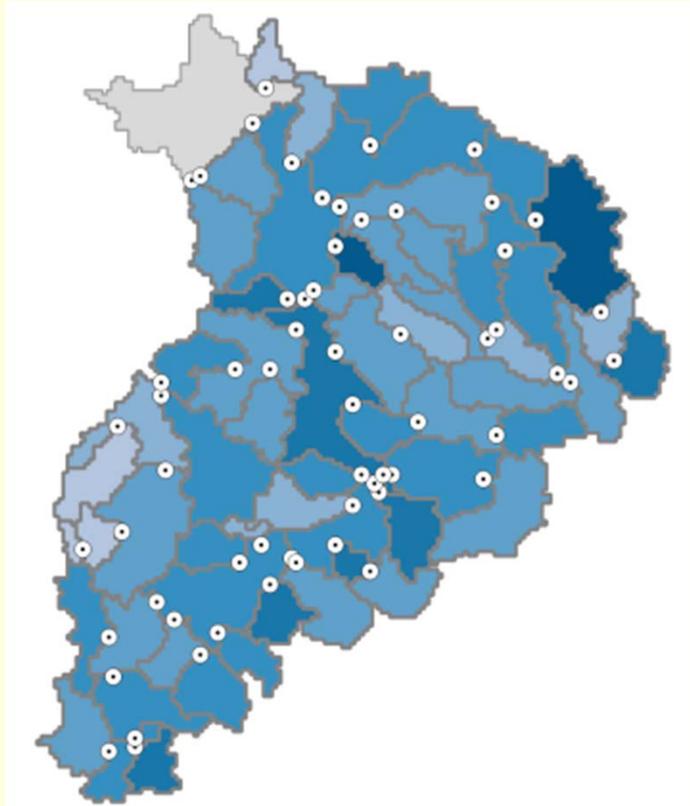
## Vergleich mit Ergebnissen des physikalisch basierten Modells RoGeR:

- Schneller Direktabfluss aus LARSIM  $\approx$  Oberflächenabfluss (Horton + Sättigungsflächen) aus RoGeR
- PKB-spezifische flächengewichtete Anteile



# Realistischer Anteil des Oberflächenabflusses:

Niederschlagsexperiment: Vorfeuchte 90% der nFK; 70 mm je Tag

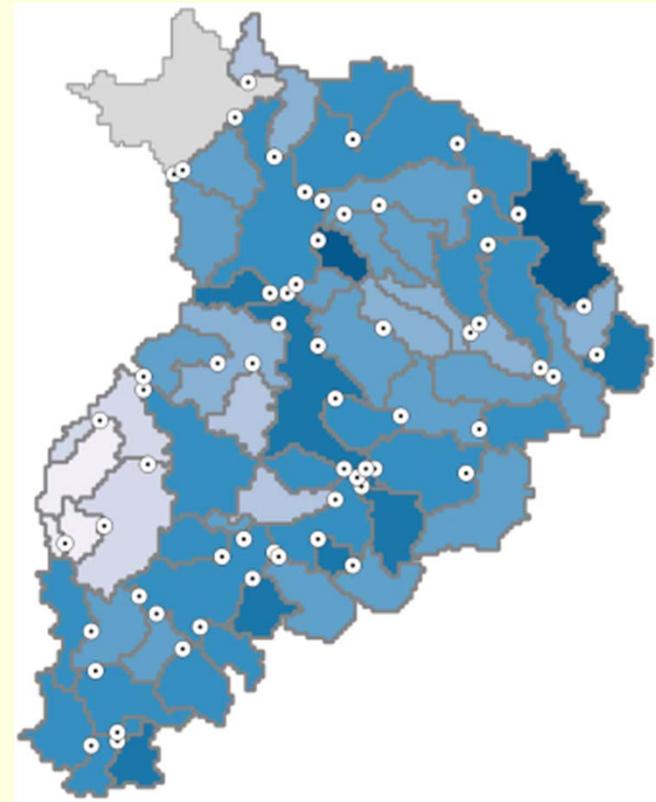


Oberflächenabfluss nach WaBoA  
[% des Niederschlags]

Neckar-EZG

## Legende

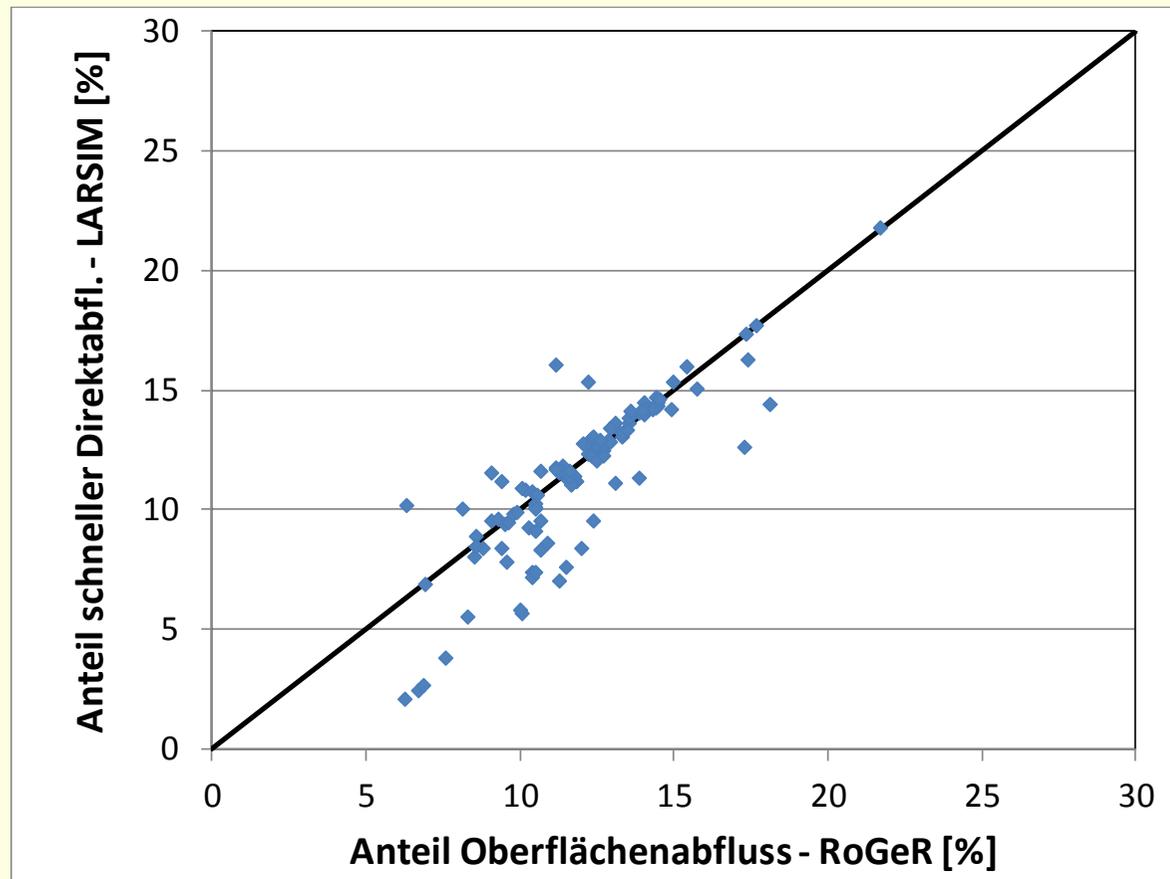
- Pegellage
- Pegelkontrollbereiche:
- 2.0 - 4.0
- 4.0 - 6.0
- 6.0 - 8.0
- 8.0 - 10.0
- 10.0 - 12.0
- 12.0 - 14.0
- 14.0 - 16.0
- 16.0 - 18.0



Schneller Direktabfluss LARSIM  
[% des Niederschlags]

## Realistischer Anteil des Oberflächenabflusses:

Ergebnisse  
Niederschlags-  
Experiment:



- Verbesserte Identifizierbarkeit von BSF und A2
- Plausible Größenordnung des Oberflächenabflusses
- Aber: Tageswertmodelle → keine prozessbasierte Nachbildung

# Zusätzliche Zielgrößen

## Anteil des Basisabflusses (BFI, ~Grundwasserabfluss):

### Nutzen:

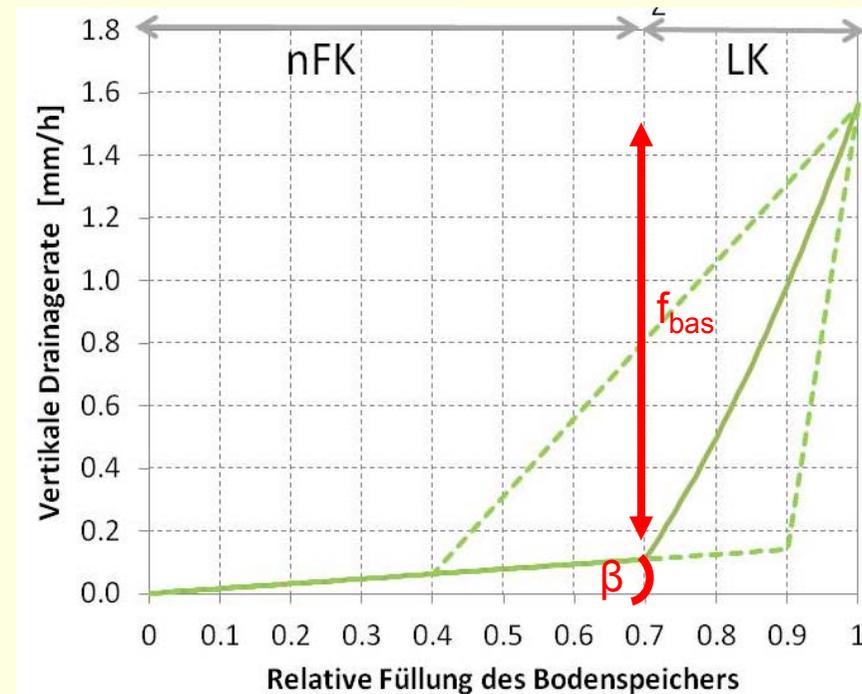
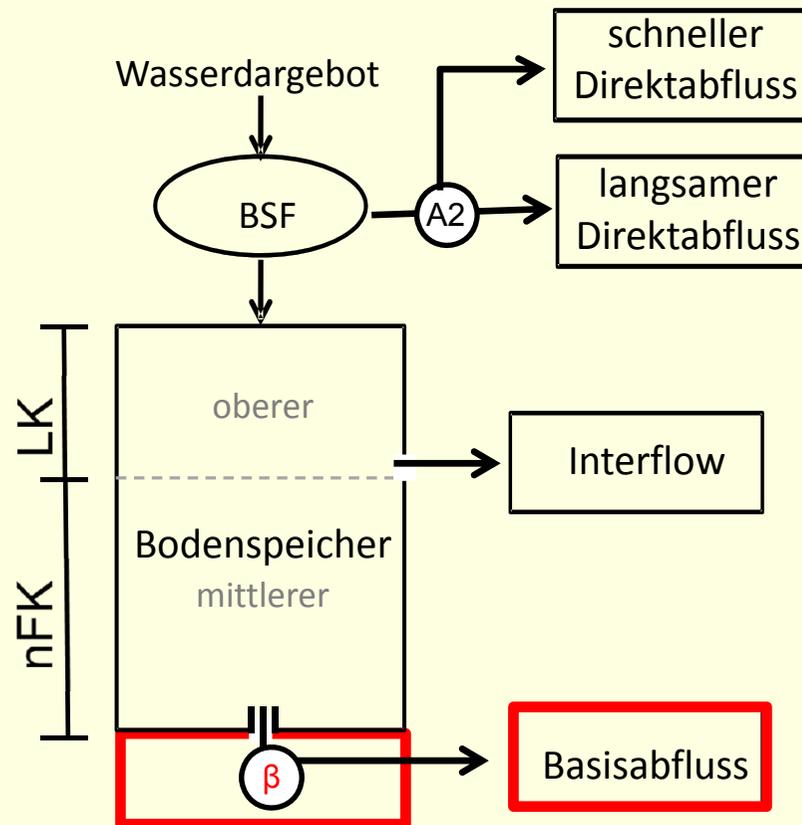
- Bessere Identifikation der Parameter  $\beta$  und  $f_{\text{bas}}$
- Zuverlässigere Aussagen zum Basisabfluss-Anteil (Fließwege, Aufenthaltszeiten) und somit zum Niedrigwasser sowie zur Grundwasserneubildung

### Verwendete Ziel- bzw. Vergleichsgröße Base-Flow-Index (BFI):

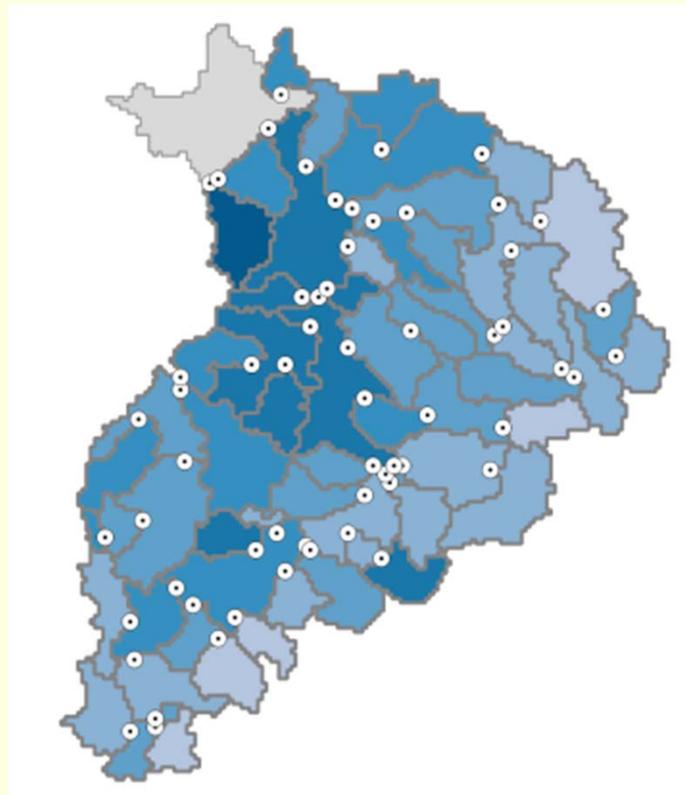
- Anteil des Basisabflusses am Gesamtabfluss (~grundwasserbürtiger Abfluss)
- Aus Rezessionsanalyse der abfallenden Abflussganglinien  
(*dynamischer Ansatz auf Basis von Wundt/Kille*)
- Regionalisierte Werte aus dem WaBoA Baden-Württemberg  
→ flächengewichtete PKB-spezifische BFI
- Nach S. Demuth (1993) aus gemessenen Abflussganglinien ermittelte BFI für das jeweilige EZG

## Anteil des Basisabflusses (BFI, ~Grundwasserabfluss):

- Auch im Tageswert-Modell prozessorientiertere Nachbildung möglich
- Anpassung der Tiefenversickerung an BFI (Parameter  $\beta$  und  $f_{bas}$ )



## Anteil des Basisabflusses (BFI, ~Grundwasserabfluss):



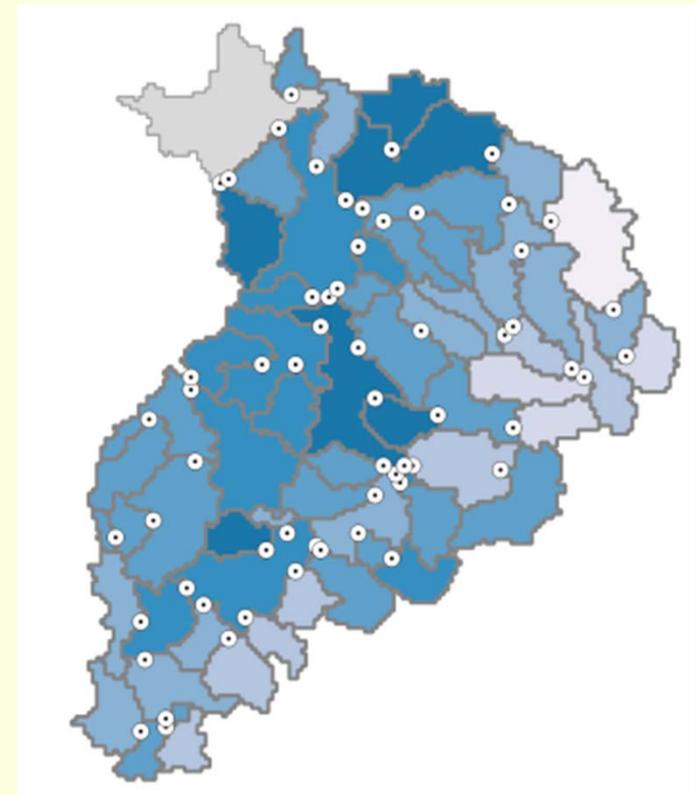
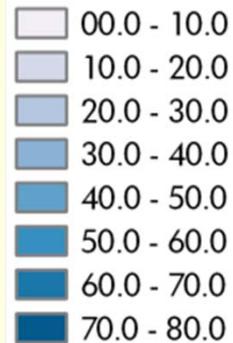
BFI nach WaBoA [%]

Neckar-EZG

### Legende

○ Pegellage

Pegelkontrollbereiche:

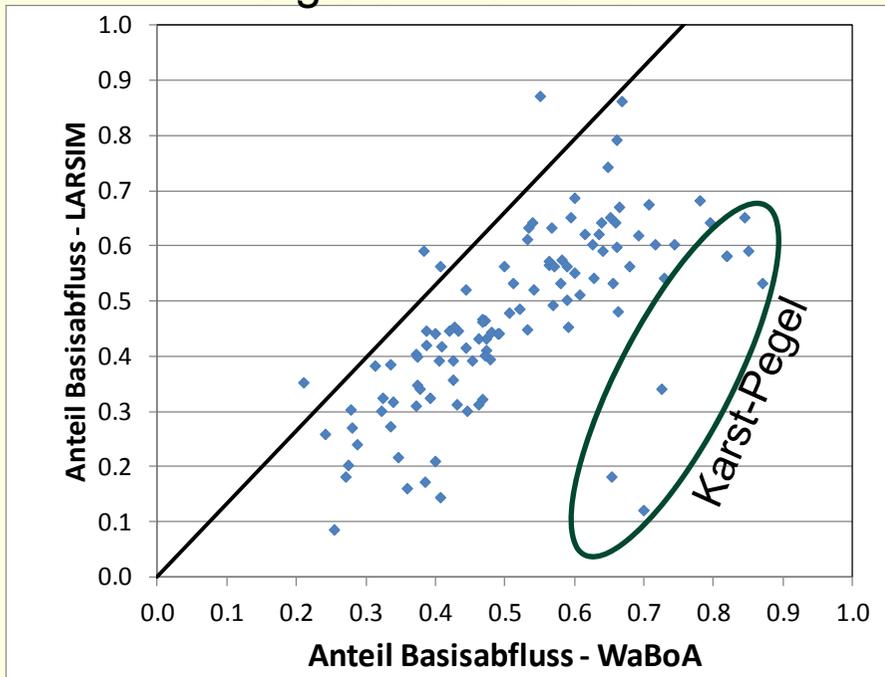


Basisabflussanteil LARSIM [%]

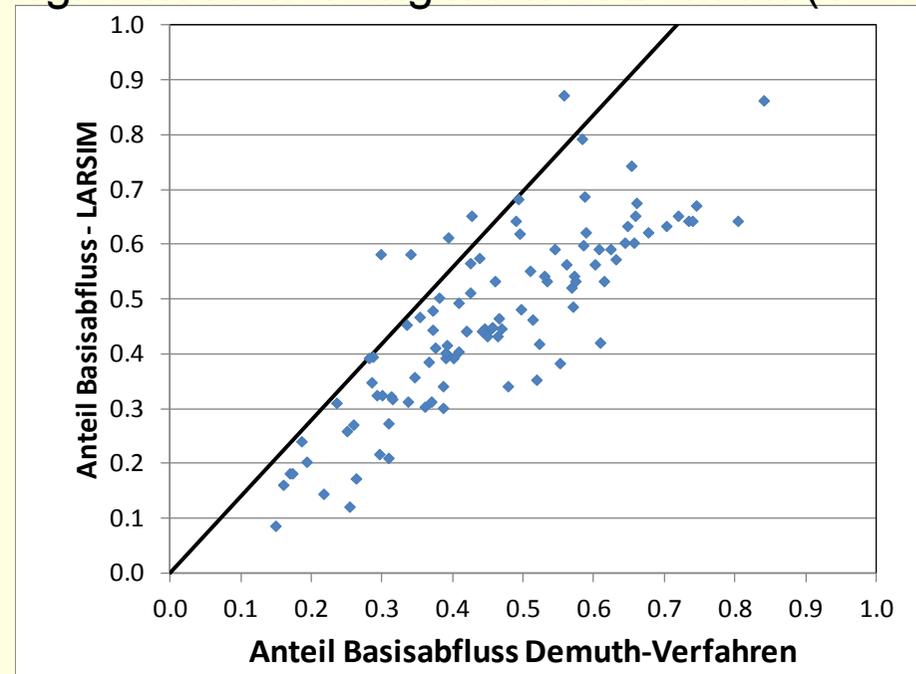
→ Realistische räumliche Differenzierung des BFI mit LARSIM

## Anteil des Basisabflusses (BFI, ~Grundwasserabfluss):

Vergleich mit WaBoA



Vergleich Auswertung nach S. Demuth (1993)



- Regionalisierung im WaBoA vor allem im Karst z.T. unplausibel
- Klar verbesserte Identifizierbarkeit von  $\beta$  und  $f_{\text{bas}}$
- Verlässlichere Nachbildung von Basis- bzw. Grundwasserabfluss
- Bessere Extrapolationsfähigkeit im Niedrigwasserbereich

# Zusammenfassung

- Verbesserung/Aktualisierung der WHM in Baden-Württemberg

## **Verbesserung Systemdaten** (nutzbar für Tageswertmodelle und operationelle Modelle)

- Aktualisierung und höhere Auflösung der Landnutzungsdaten
- Höhere Auflösung und Verbesserung der Bodenparametrisierung
  - nFK, LK, kf-Werte
  - Grundwasserflurabstände und kapillarer Aufstieg
- Berücksichtigung von Kläranlagen als relevante Punktquellen

## **Für Tageswertmodelle erfolgreich umgesetzt:**

- Kalibrierung und Validierung anhand von ca. 180 Pegeln
- Gute Nachbildung von MNQ und MQ
- Realistische Abschätzung des Oberflächenabflusses (nicht prozessbasiert)
- Gute Nachbildung des (grundwasserbürtigen) Basisabflussanteils

**vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**