

A decorative graphic consisting of four vertical bars of increasing height is located on the left side of the slide.

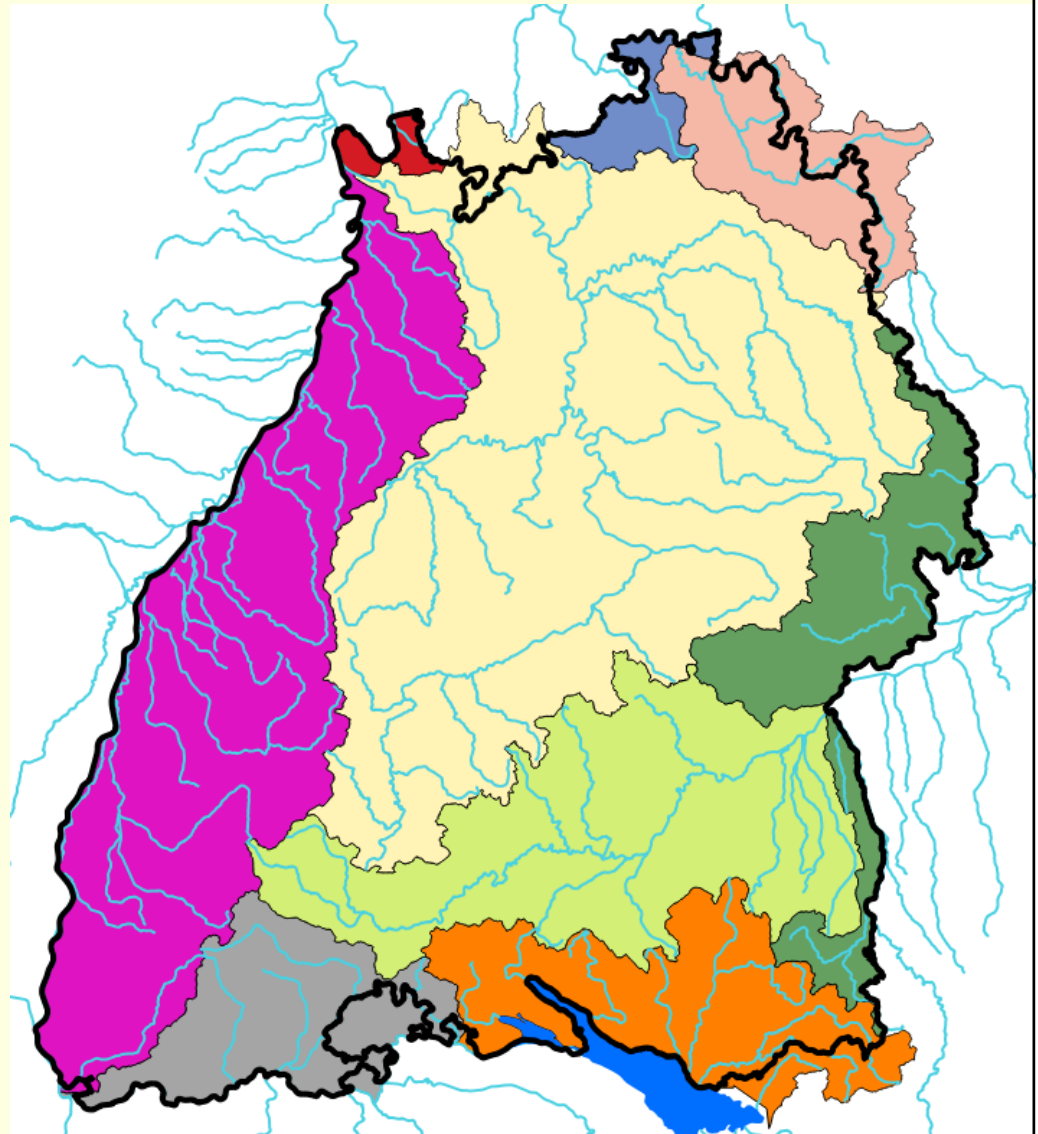
Weitergehende Validierung der aktualisierten Tageswert-WHM in Baden-Württemberg

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 km²
- Tageswertmodelle für Klimafolgenforschung und Planungszwecke
- Operationelle Stundenwertmodelle
- Kontinuierliche Weiterentwicklung insbesondere der operationellen Modelle
- ABER: Gebietsdateien (Tape12) aus den Jahren 1999 – 2001

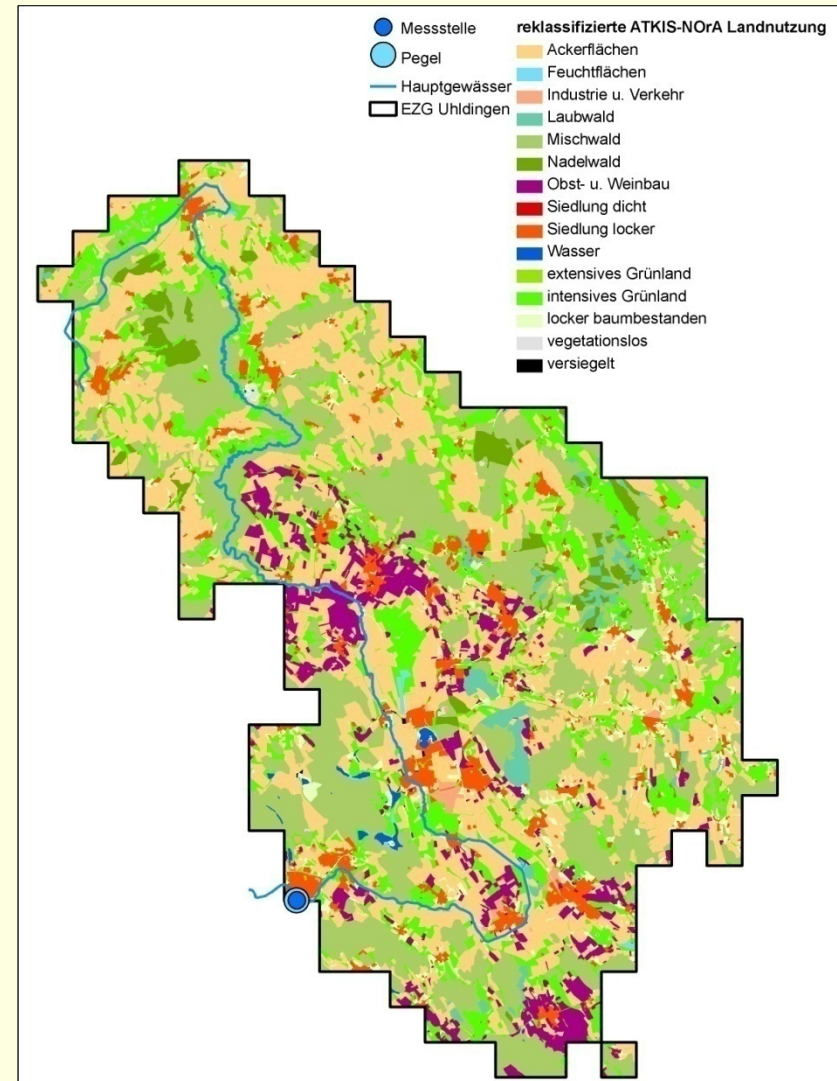


Vorgehensweise und Ziele

- 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**

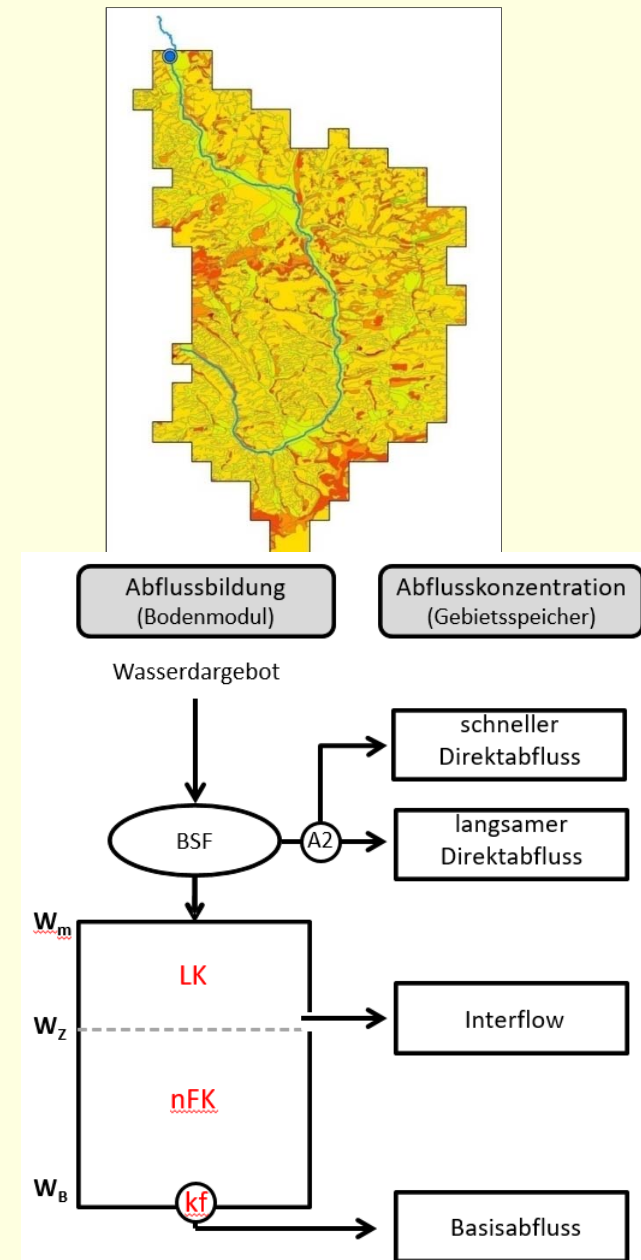
Aktualisierung der Landnutzung

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



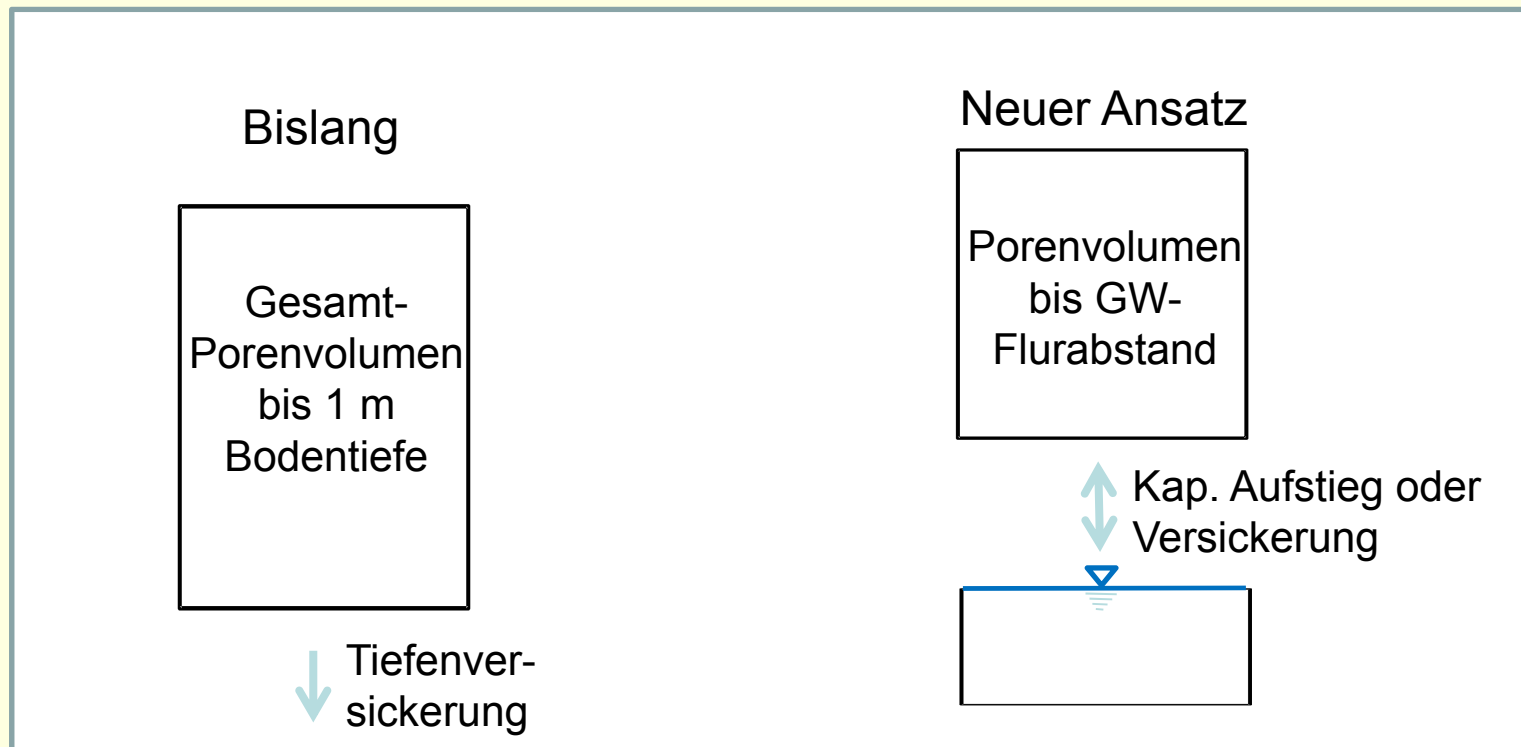
Nutzung der Bodendaten

- 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)



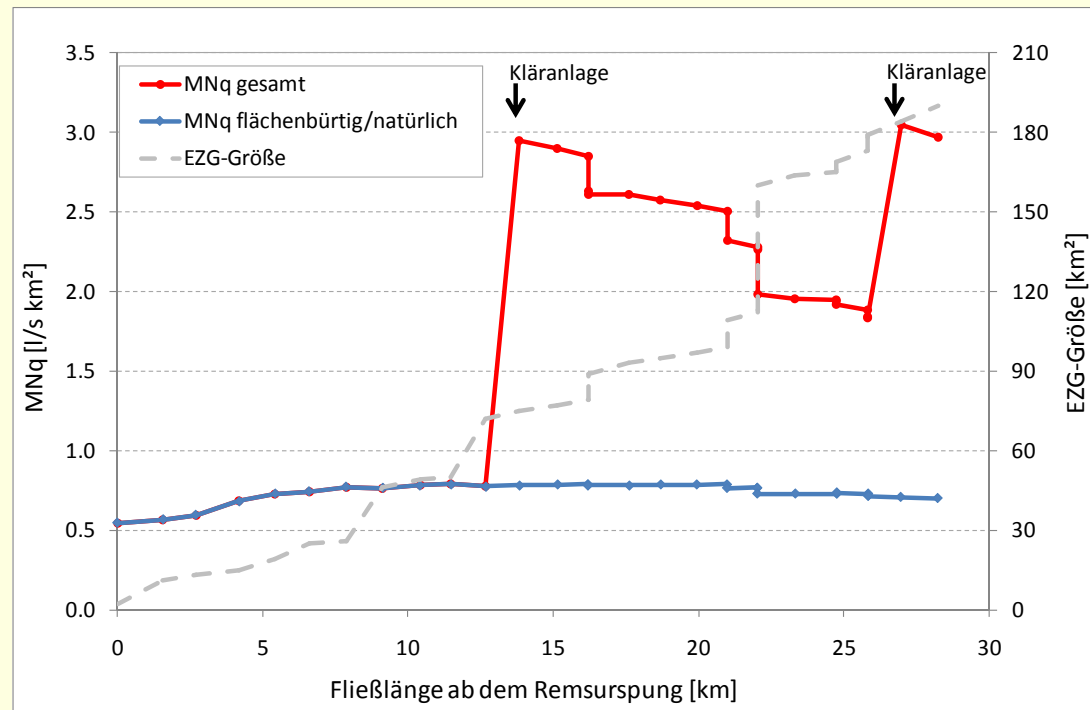
Nutzung der Bodendaten

- 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

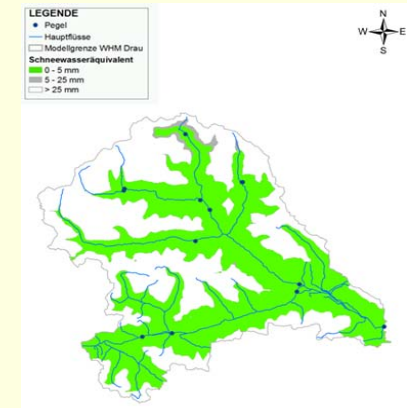
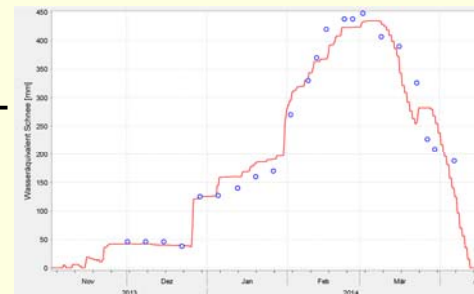
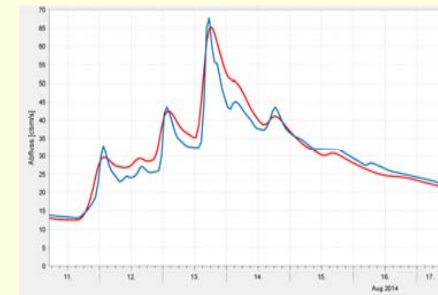
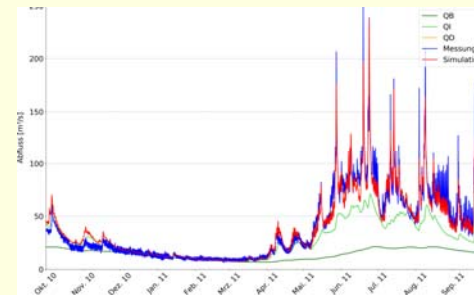


- Abschätzung der dynamischen Trockenwetterabflüsse für ca. 1.000 KLA
- Integration der relevanten KLA in LARSIM-Modelle und MQ/MNQ-Regionalisierung als Punktquellen (Liebert et al., 2016)
 - Verbesserung von Niedrigwassersimulation an Pegeln
 - Verlässlichere regionale Aussagen oberhalb der Pegel

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 Schnee-Karten und Stationsmessungen



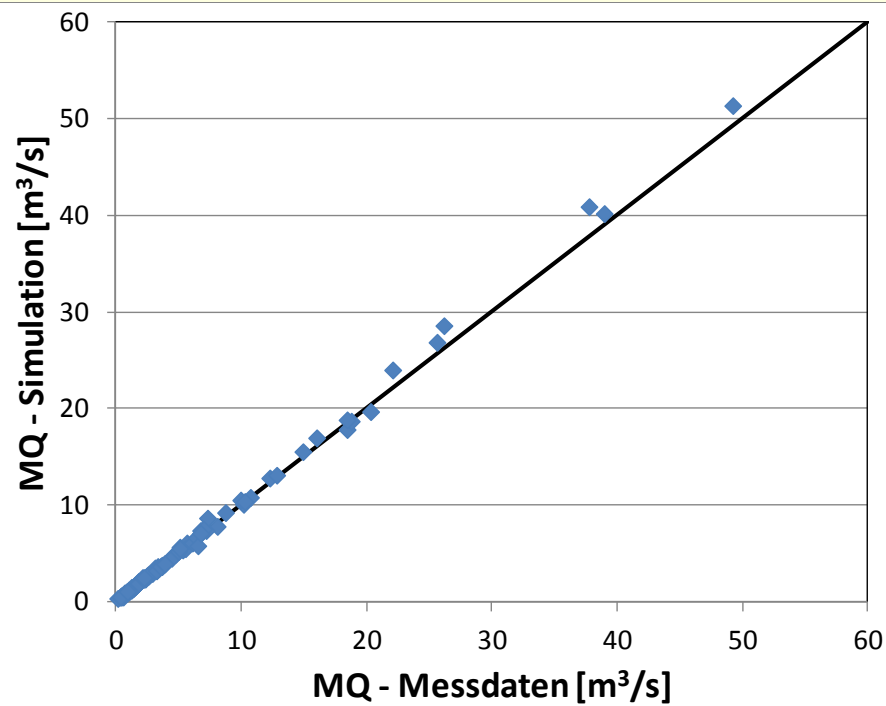
- Identifizierbarkeit aller Parameter?
- Aussagekraft bzgl. weiterer (flächenhafter) Wasserhaushaltsgrößen?

Zusätzliche Zielgrößen für Kalibrierung und Validierung

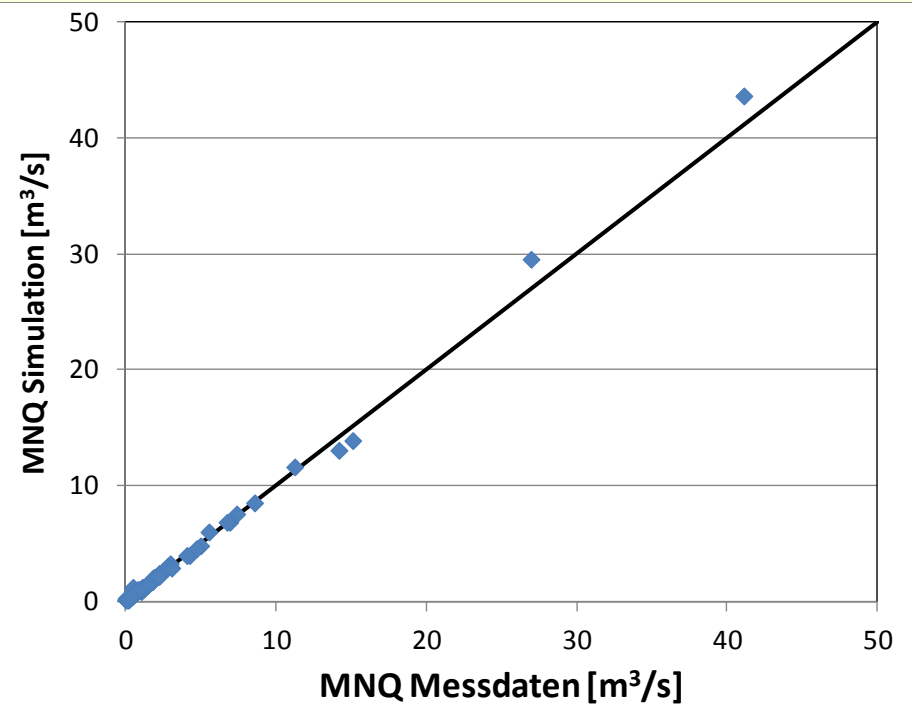
- **Flächenhafte Angaben zum Oberflächenabfluss** unter definierten Bedingungen aus dem WaBoA Baden-Württemberg
 - **Flächenhafte / EZG-bezogene Angaben zum Base-Flow-Index** aus dem WaBoA Baden-Württemberg und anhand von Berechnungen des BFI nach S. Demuth (1993)
 - **MQ und MNQ** an den Pegeln
 - Bessere 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:

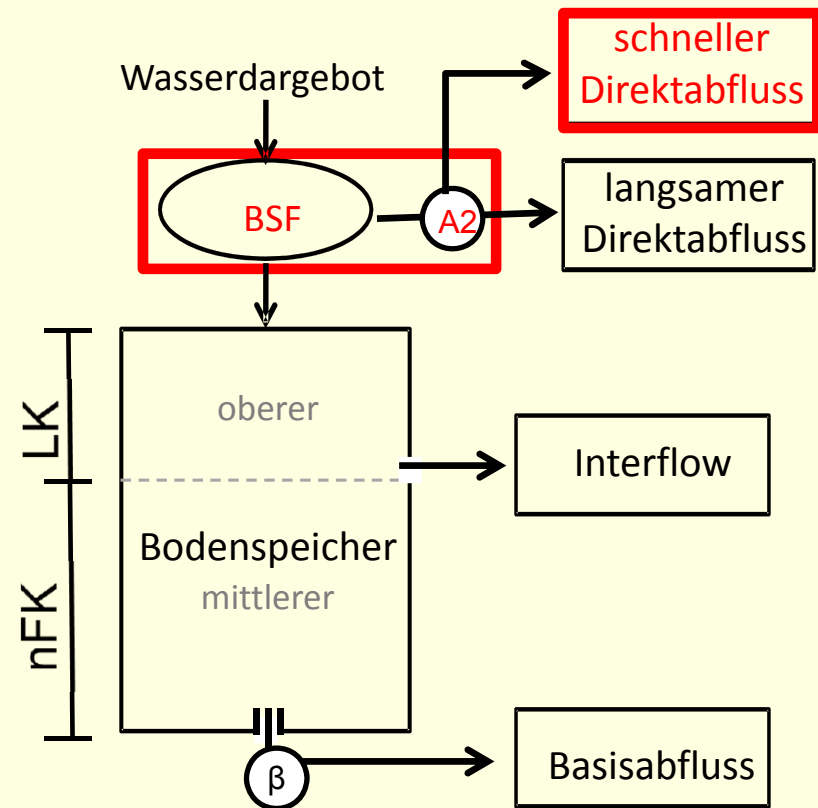
- In Tageswert-Modell keine prozessbasierte Nachbildung möglich
- Anpassung konzeptioneller Parameter (BSF und A2) an Referenzwerte
- Ziel: Plausible Werte für Oberflächenabfluss

„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:

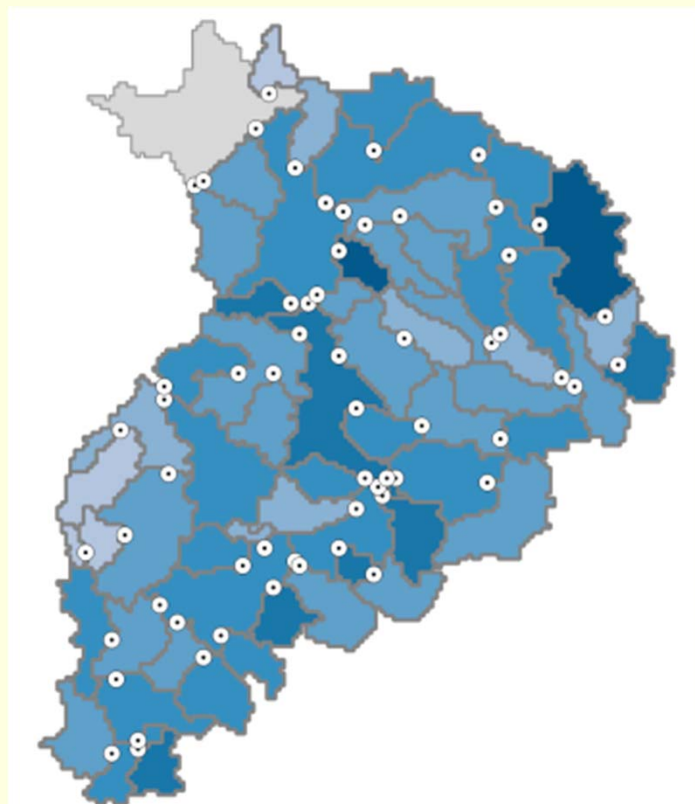
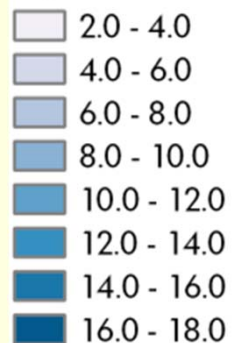
Niederschlagsexperiment: Vorfeuchte 90% der nFK; 70 mm je Tag

Neckar-EZG

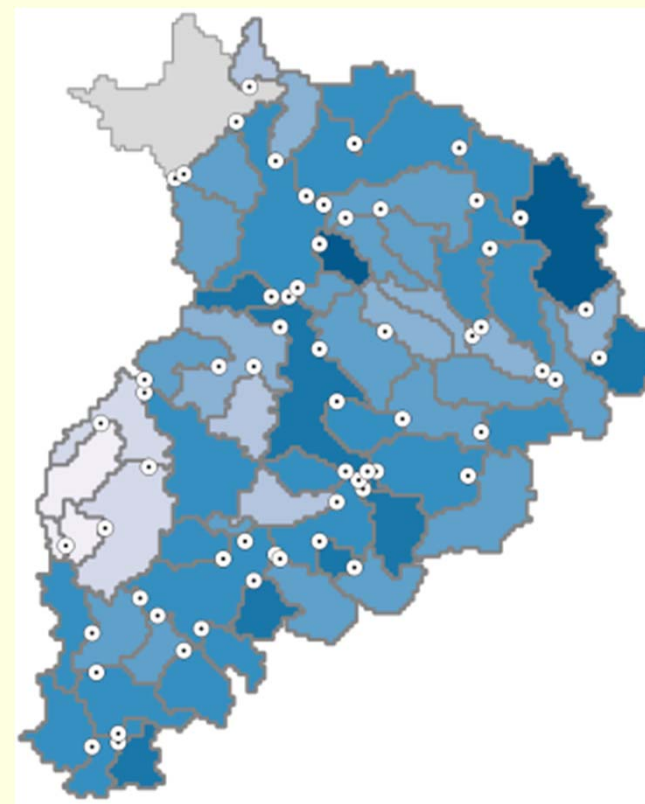
Legende

○ Pegellage

Pegelkontrollbereiche:



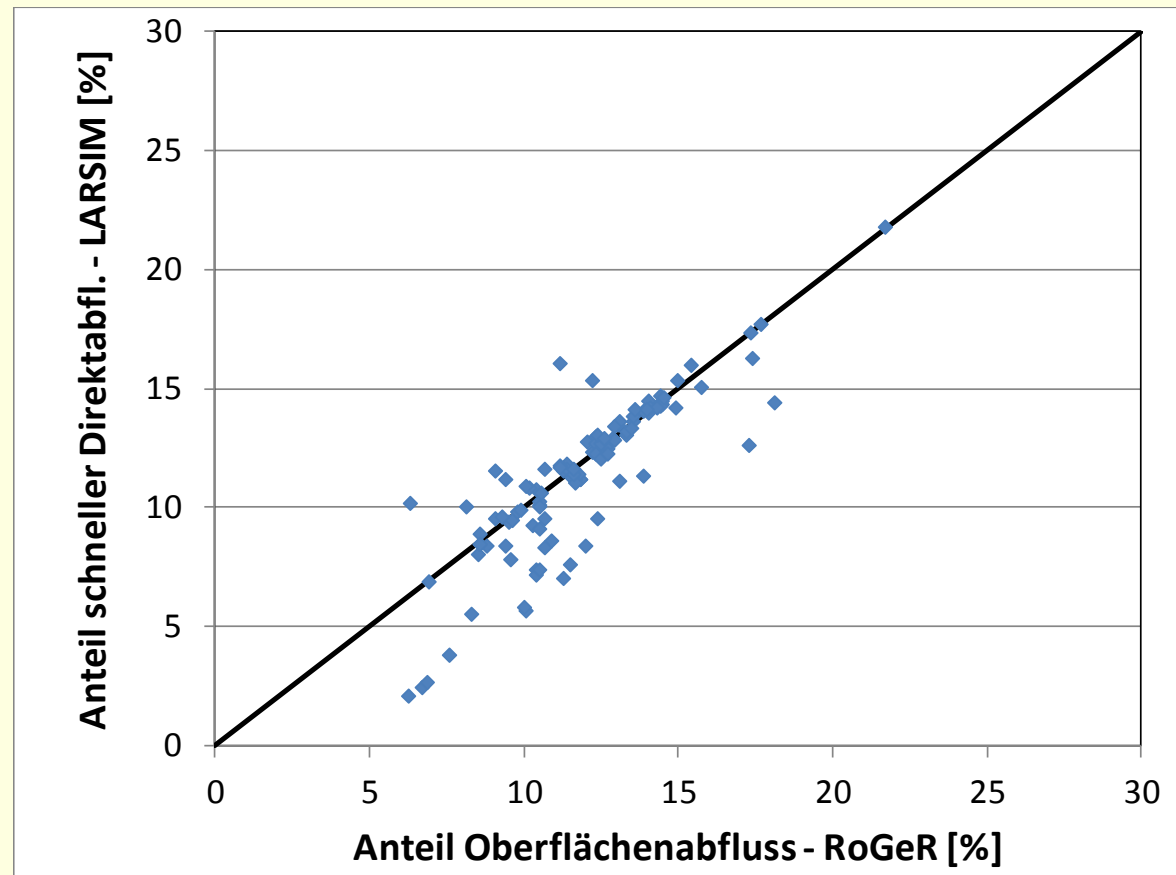
Oberflächenabfluss nach WaBoA
[% des Niederschlags]



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:

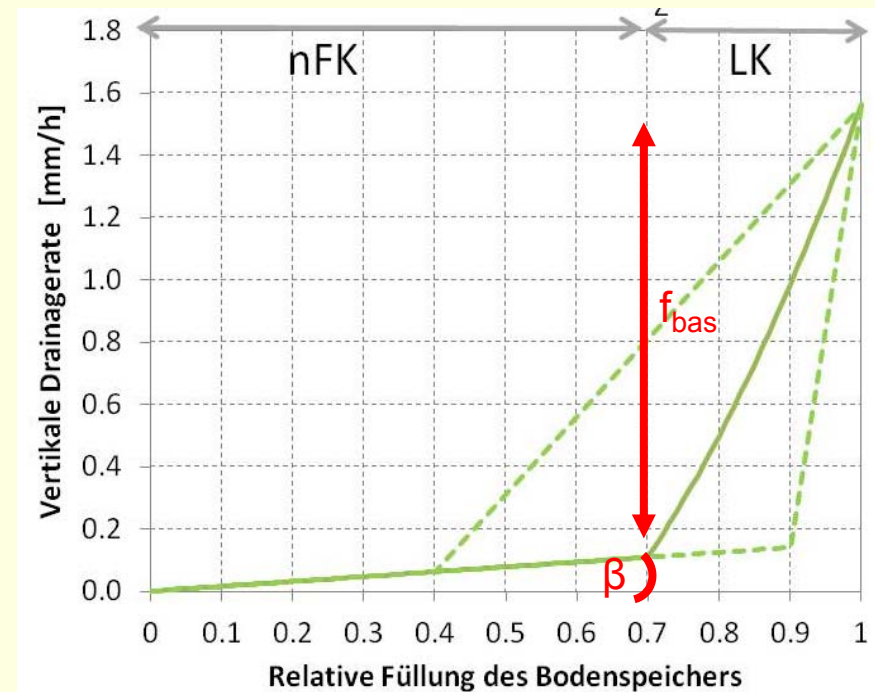
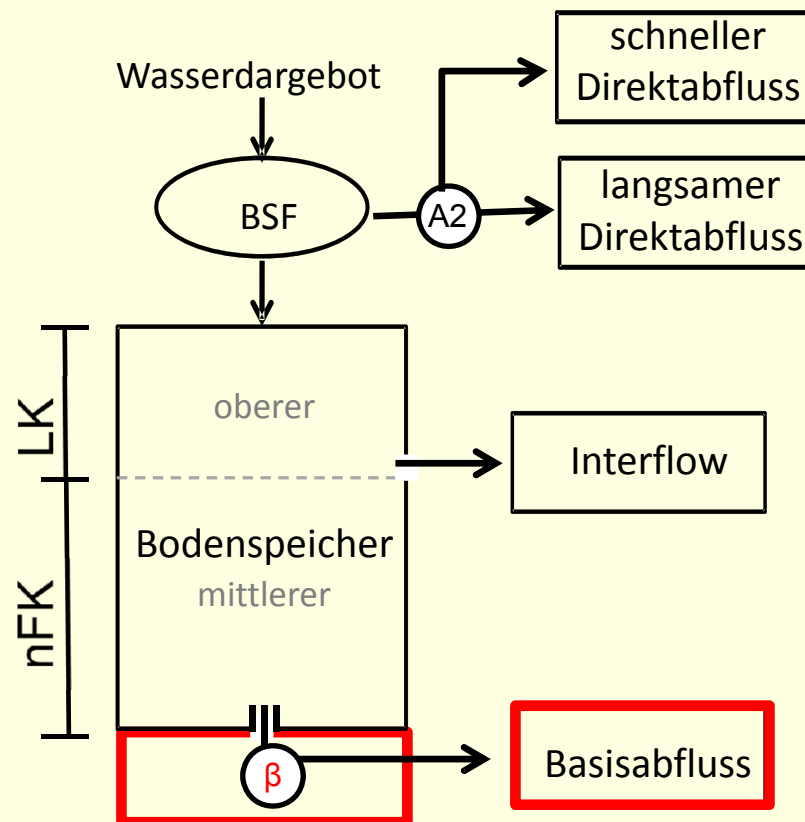
- Bessere Identifikation der Parameter β und f_{bas}
- Zuverlässigere Aussagen zum Basisabfluss-Anteil (Fließwege, Aufenthaltszeiten) und somit zum Niedrigwasser sowie zur Grundwasserneubildung

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

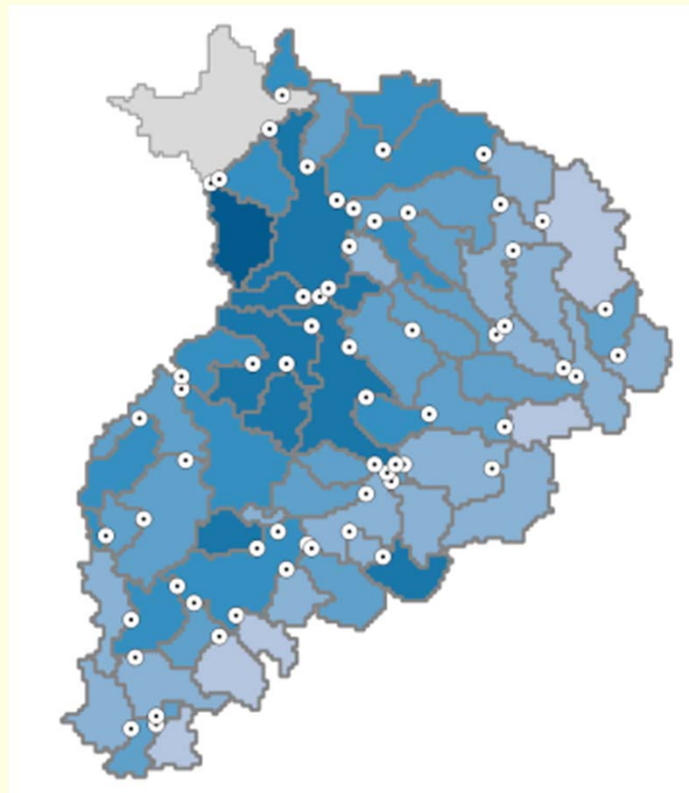
- Anteil des Basisabflusses am Gesamtabfluss (~grundwasserbürtiger Abfluss)
- Aus Rezessionsanalyse der abfallenden Abflussganglinien
(*dynamischer Ansatz auf Basis von Wundt/Kille*)
- Regionalisierte Werte aus dem WaBoA Baden-Württemberg
→ flächengewichtete PKB-spezifische BFI
- Nach S. Demuth (1993) 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 β und f_{bas})



Anteil des Basisabflusses (BFI, ~Grundwasserabfluss):



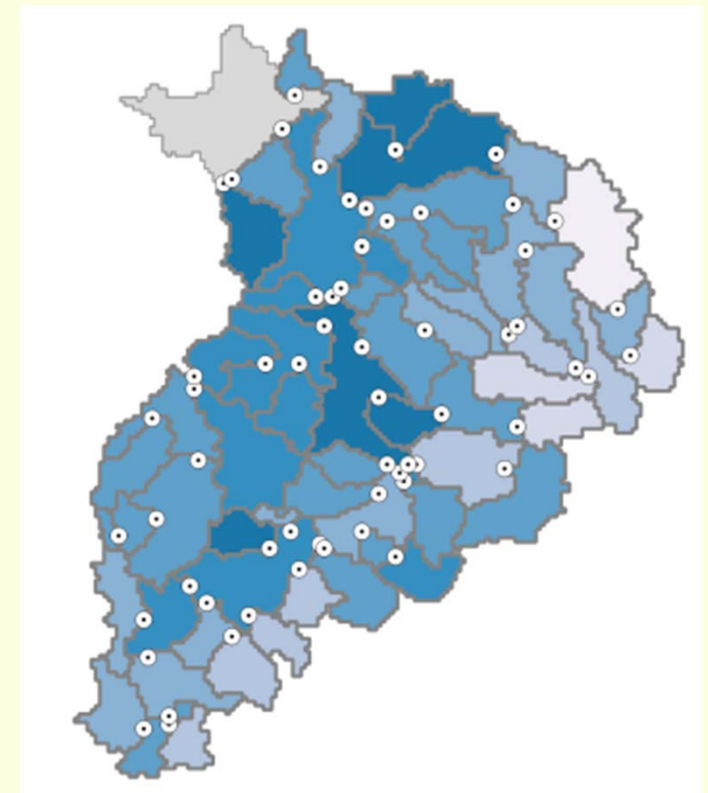
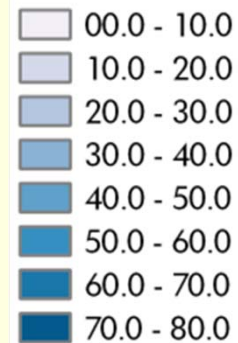
BFI nach WaBoA [%]

Neckar-EZG

Legende

○ Pegellage

Pegelkontrollbereiche:

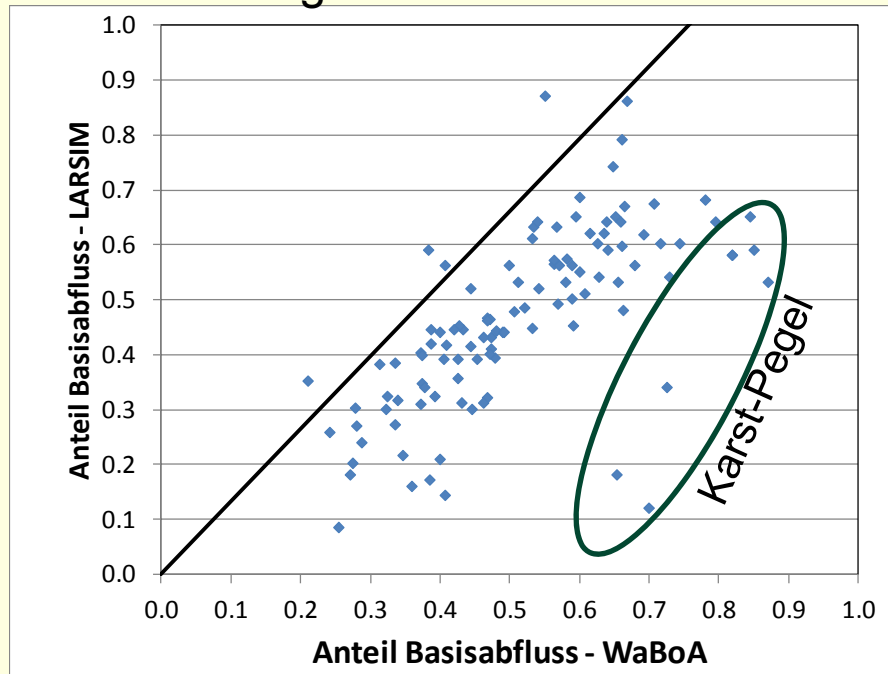


Basisabflussanteil LARSIM [%]

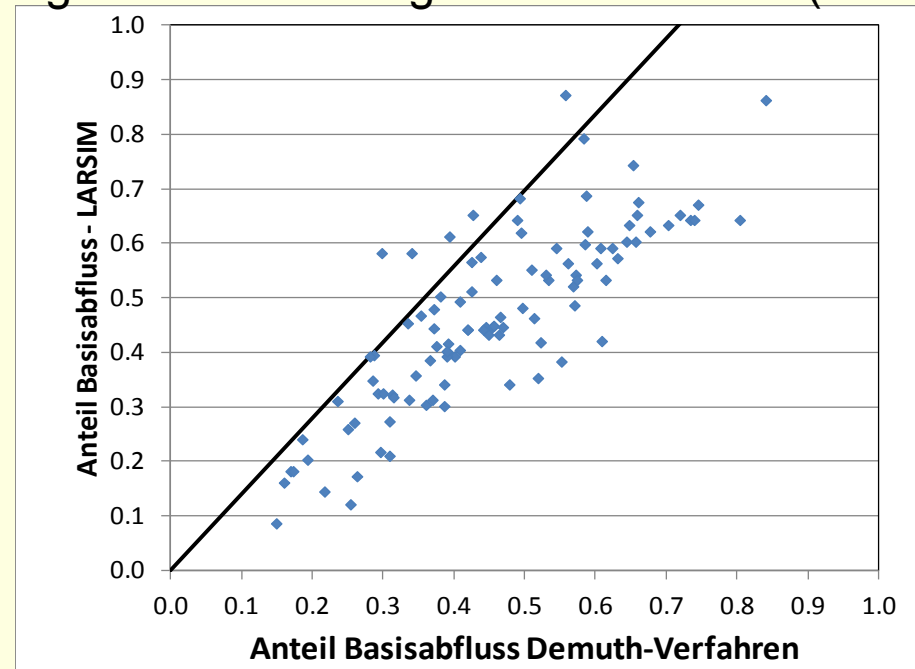
→ Realistische räumliche Differenzierung des BFI mit LARSIM

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 β und f_{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 !