

LARSIM-Anwendertreffen 2011

Integration der Informationen aus Abflusspotenzialkarten in LARSIM und Anwendung auf zwei Pegel im Nahe-Gebiet

Ingo Haag

HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft mbH

Norbert Demuth

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

Inhalt

(1) Zielsetzung

(2) Grundlagen

(3) Modellkonzept

Grundlegende Konzeption

Weiterentwicklung Bodenmodule

Grundparametrisierung und Skalierung

(4) Modelltechnische Umsetzung

(5) Anwendungsbeispiele

Untersuchungsgebiete

Praktikabilität

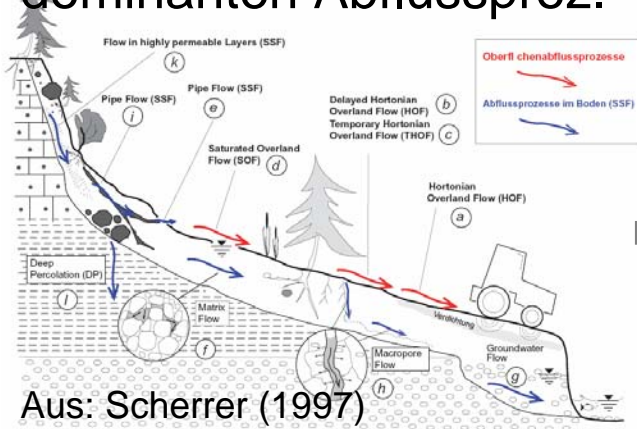
Simulationsergebnisse

(6) Zusammenfassung und Ausblick

Zielsetzung

Integration der **Abflussprozessstypen** nach Scherrer in **LARSIM**

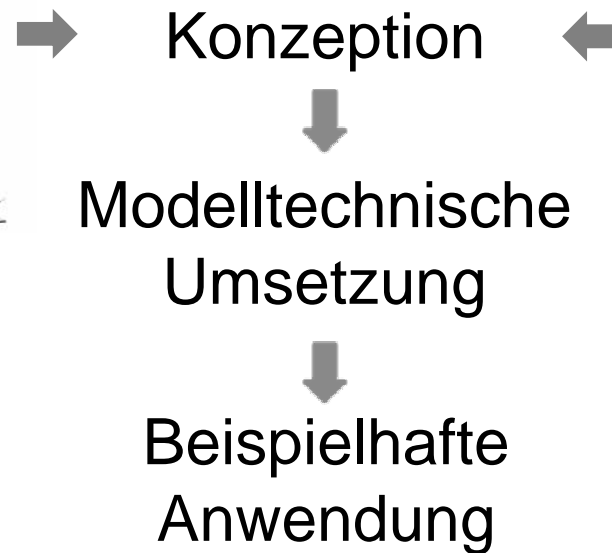
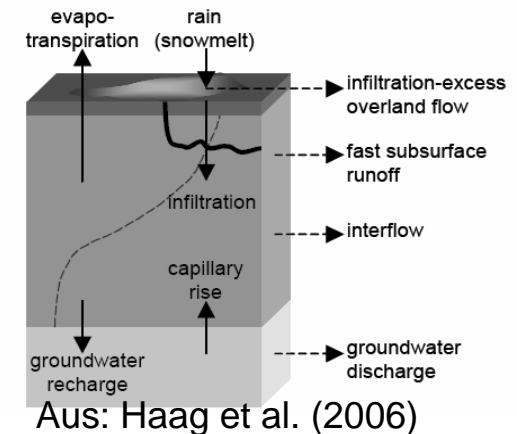
Kartierung der bei der Hochwasserentstehung dominanten Abflussproz.



Aus: Scherrer (1997)

- Feldversuche
 - Bodeneigenschaften
 - Hangneigung
 - Lage im EZG
- ⇒ Klassifikation

Xinanjiang-Bodenmodul in LARSIM



- Unterteilgebiete
- Bodeneigenschaften
- Parametrisierung
- Kalibrierung

Zielsetzung

Ziele der Integration der Abflussprozesstypen in LARSIM:

- Berücksichtigung zusätzlich verfügbarer Informationen zu dominanten Prozessen (Abflussbildung und -konzentration).
- Verbesserte physikalische Basis für die konzeptionelle Abbildung der Prozesse.
- Verbesserte zeitliche Dynamik einzelner Abflusskomponenten.
- Verbesserte räumliche Dynamik innerhalb der Pegelkontrollbereiche (Diversifizierung der Prozesse).
- Verbesserung in der Hochwasservorhersage.

Grundlagen

Prozesse:

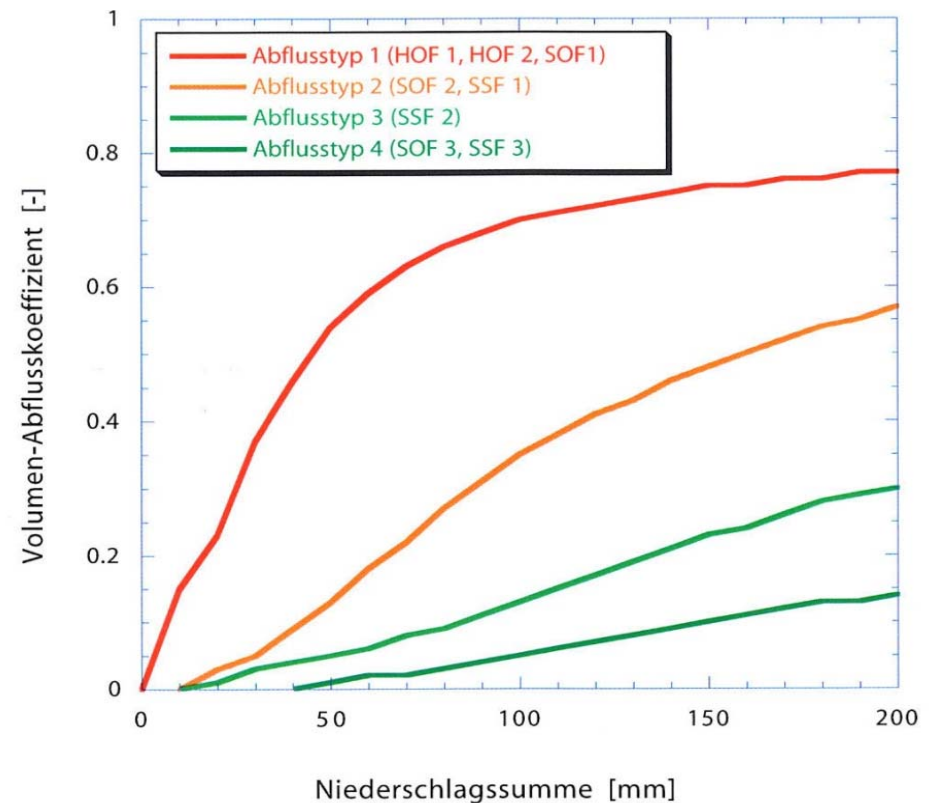
Horton-Overland-Flow (HOF)
Saturation-Overland-Flow (SOF)
Subsurface-Storm-Flow (SSF)
Deep Percolation (DP)
(+ not contributing) (DP=)

+

Intensität:

Verzögerung
Abschwächung

Charakteristische Abflussreaktionskurven:



Aus: LUWG (2006)

Modellkonzept

Prozesse und „Intensitäten“

HOF / SOF:

- Abbildung der Prozesse mit neuem Infiltrationsmodul

SSF:

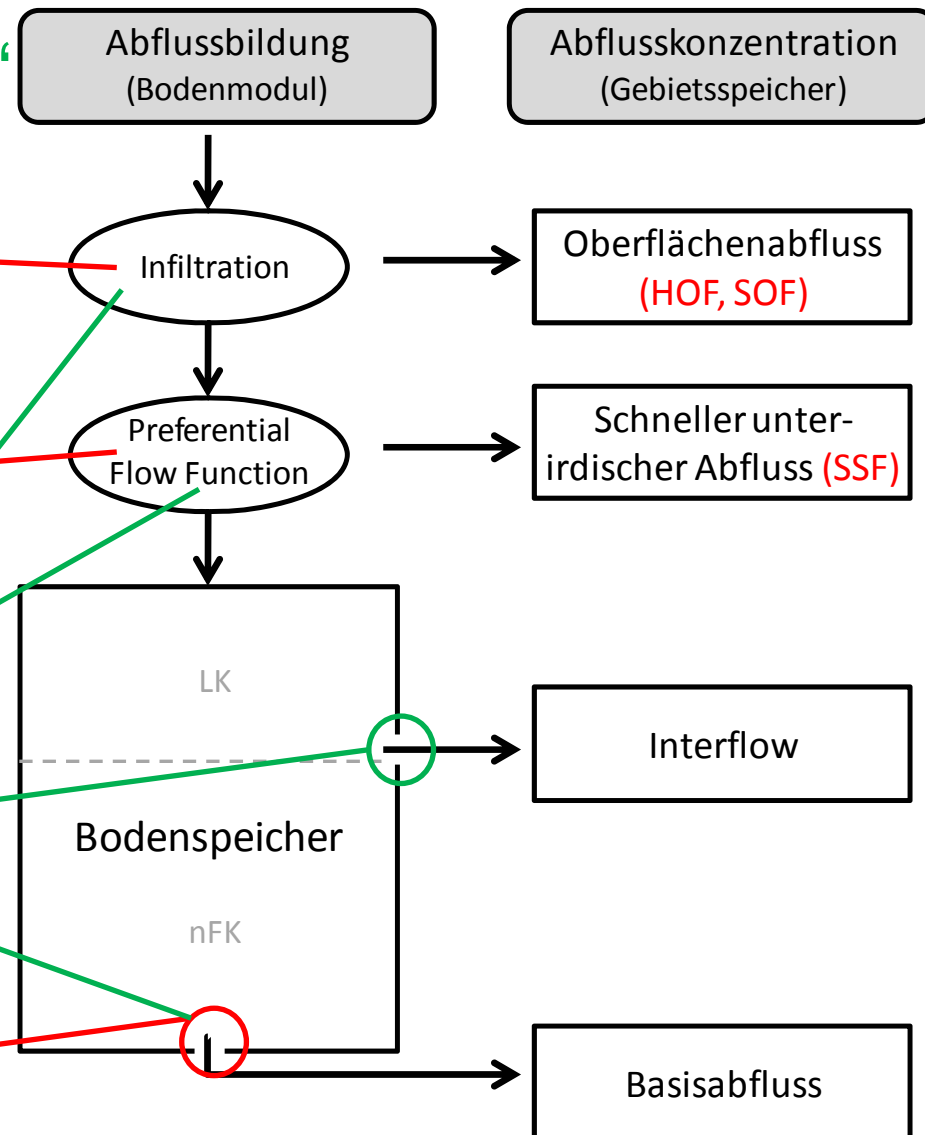
- Abbildung des Prozesses mit PFF (= BSF)

Verzögerung und Abschwächung:

- Infiltrationsmodul (SOF1/2/3)
- PFF (SSF1/2/3)
- Anpassung der lateralen Drainage und der Tiefenversickerung (alle)

DP:

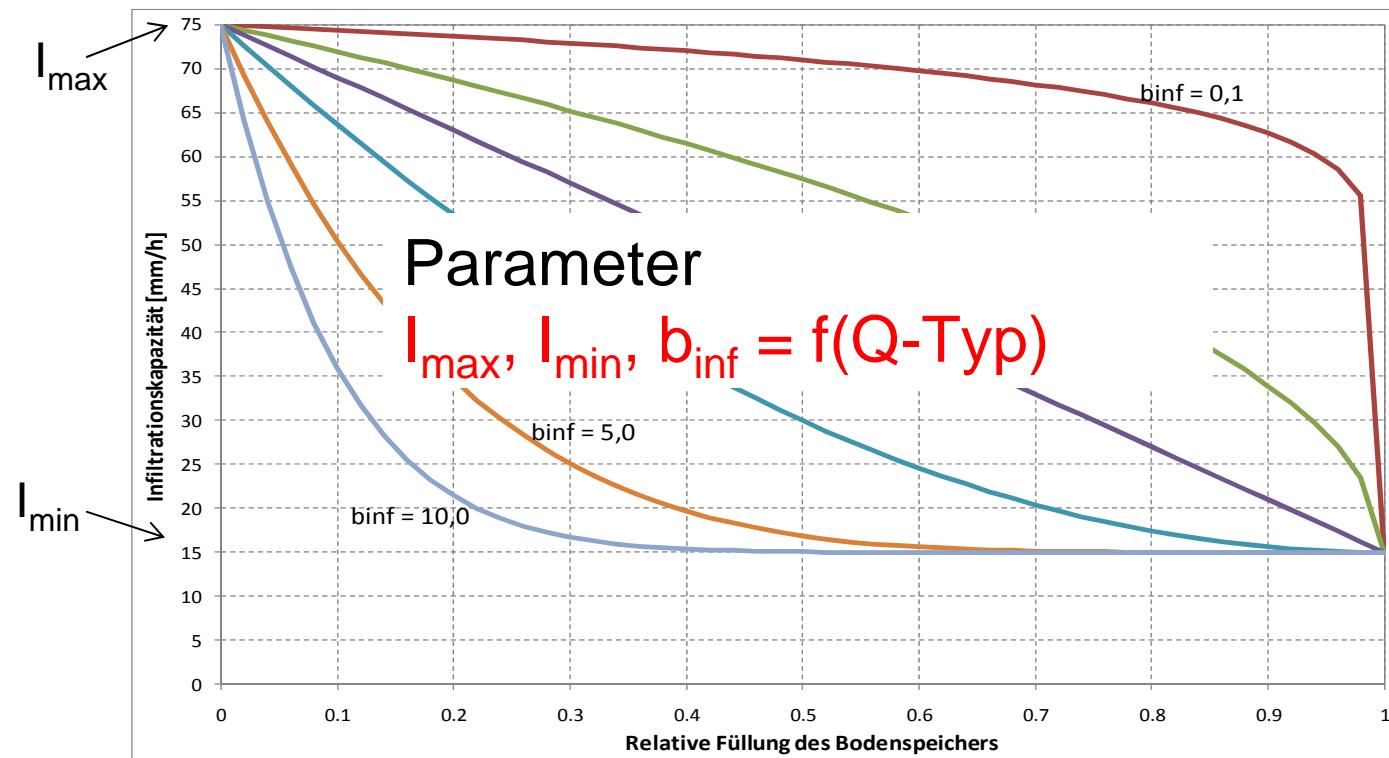
- Abbildung des Prozesses über Anpassung der Tiefenversickerung



Modellkonzept

Infiltrationsmodul:

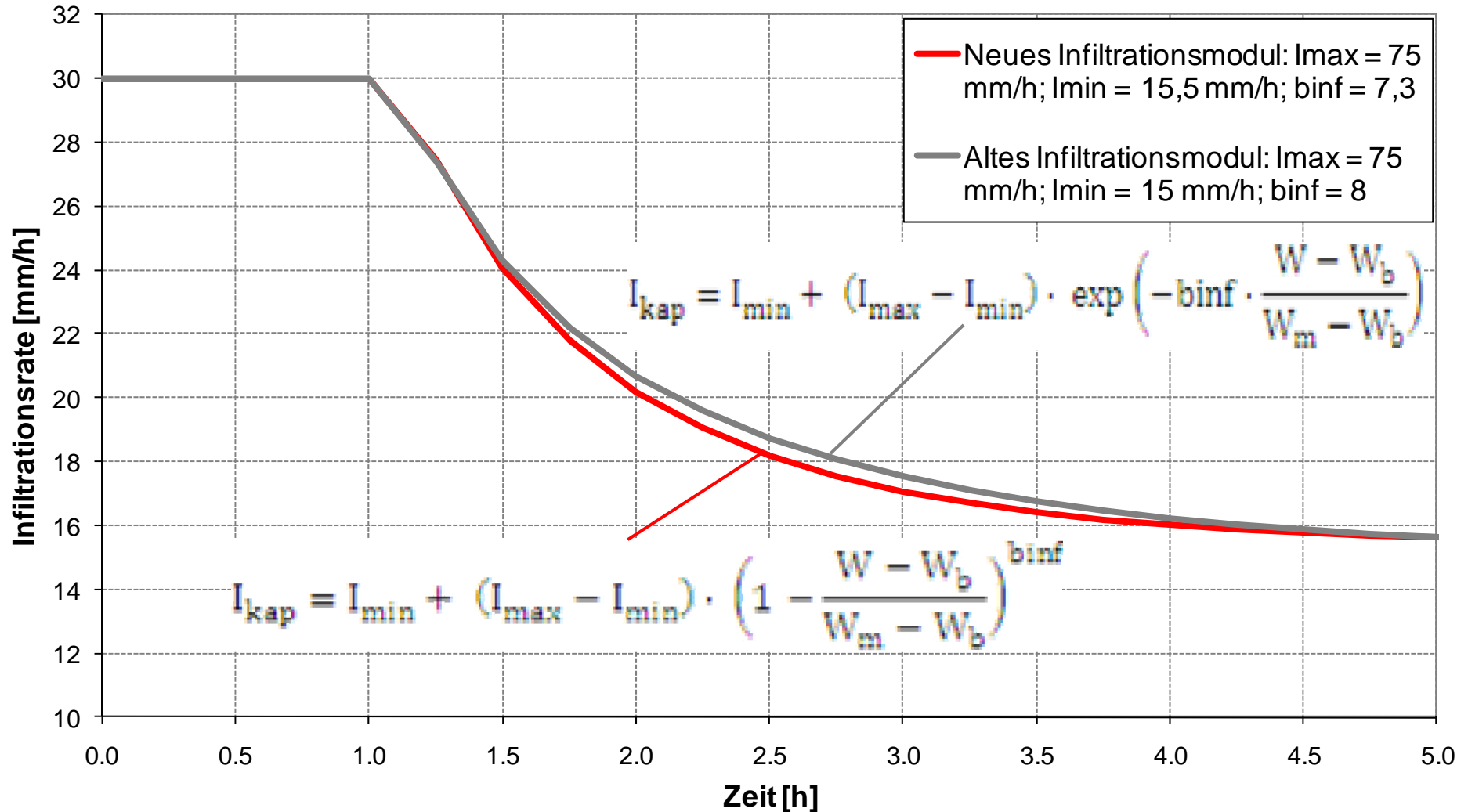
- Ähnlicher Verlauf wie Horton
- Größere Flexibilität als bisheriger Ansatz
- I_{\min} wird bei W_{\max} erreicht (unabhängig von b_{inf})
- Infiltrationsexperimente nachvollziehbar (numerische Infiltrationsversuche)



Modellkonzept

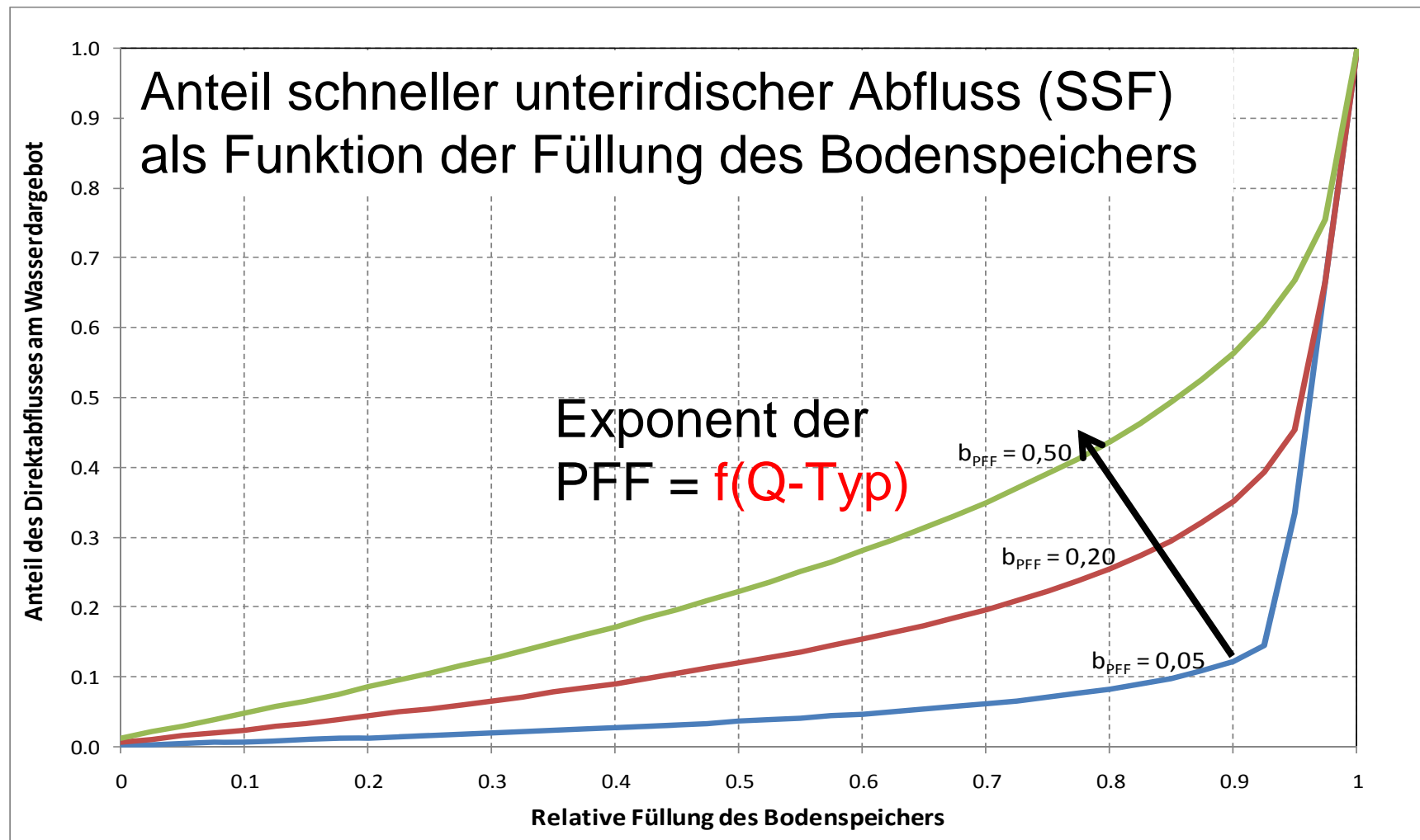
Numerischer Berechnungsversuch: Altes und neues Infiltrationsmodul

Berechnungsintensität = 30 mm/h



Modellkonzept

Preferential Flow Function zur Abbildung des SSF:



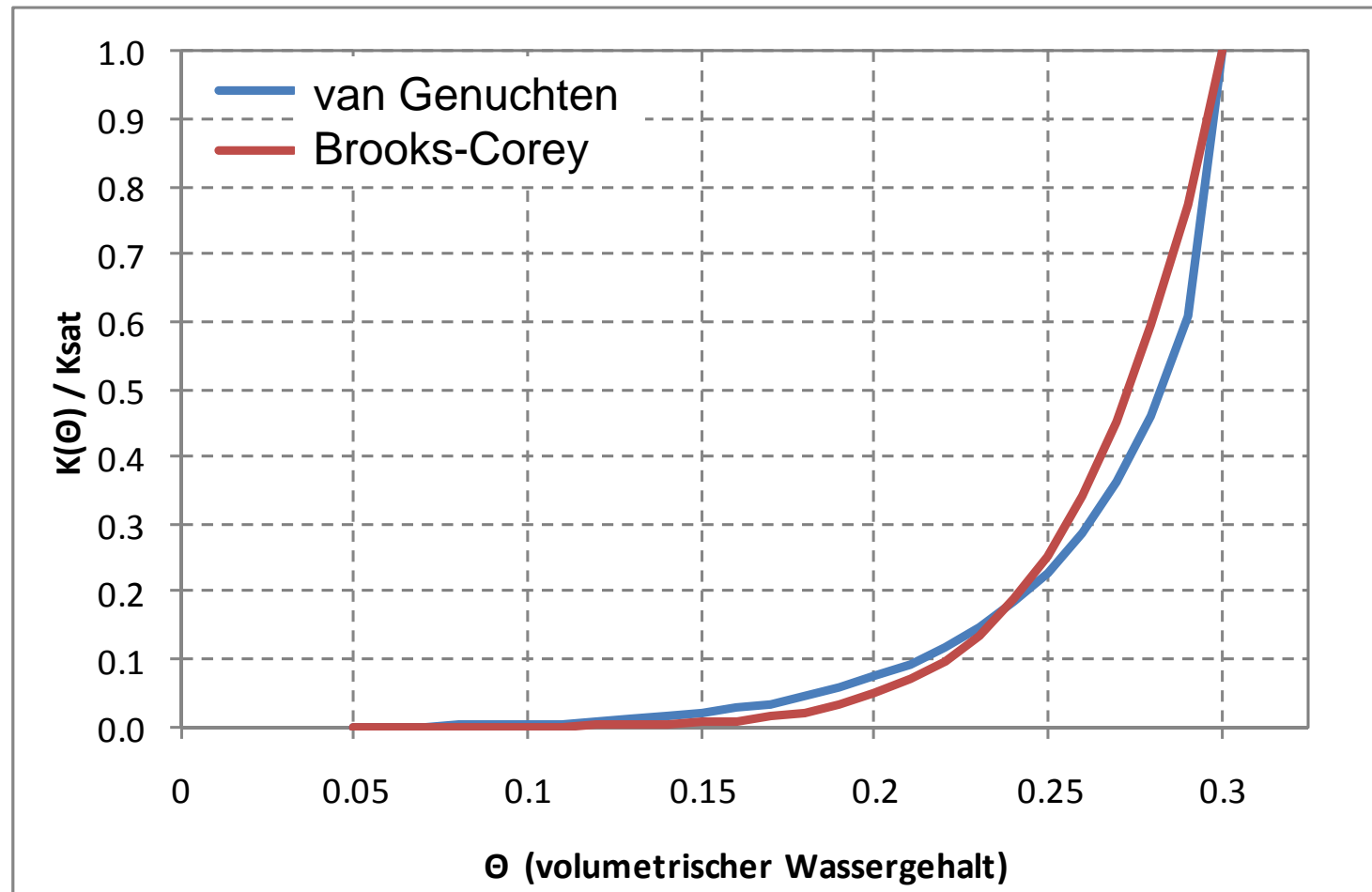
Modellkonzept

Stark verzögerte Reaktionen (SSF3, SOF3) und DP – Ausgangslage:

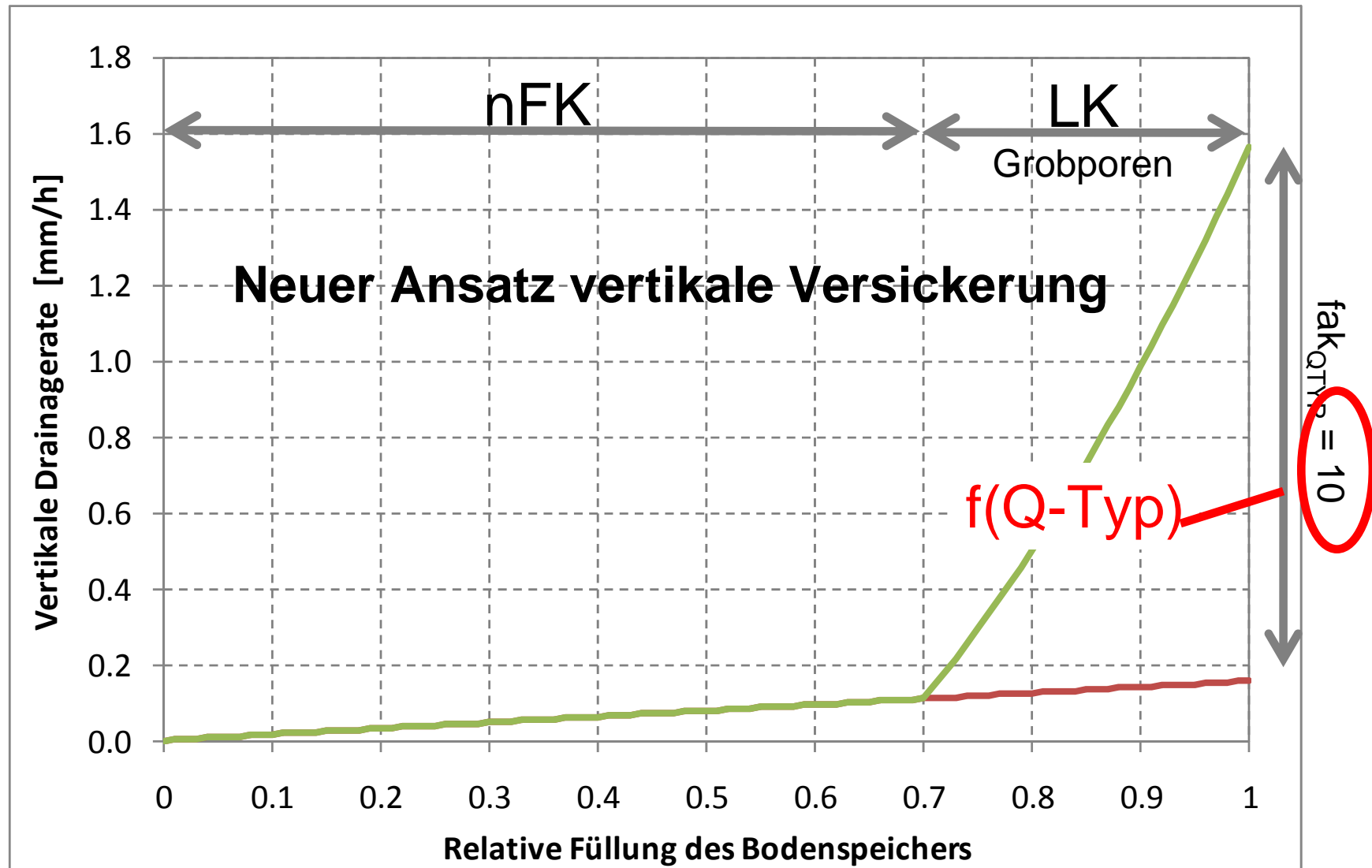
- Bei gefülltem Bodenspeicher in LARSIM immer Direktabfluss
 - ⇒ DP sowie stark verzögerte und gedämpfte Reaktionen erfordern erhöhte laterale und/oder vertikale Drainage
- Gemäß Bodenphysik exponentieller Anstieg der hydraulischen Leitfähigkeit mit Füllung der Grobporen
- Unter stationären Bedingungen entsprechende exp. Zunahme der vertikalen Drainage im Grobporenbereich (LK)
 - ⇒ Bis nFK drainiert der Boden nur sehr langsam, verstärkte Tiefenversickerung bei Überschreiten von nFK
- Im LARSIM-Bodenmodul bisher lineare Abhängigkeit der vertikalen Drainage vom Bodenwassergehalt

Modellkonzept

Beispiel $K(\Theta)$ für typische Brooks-Corey
und van Genuchten Parameter:

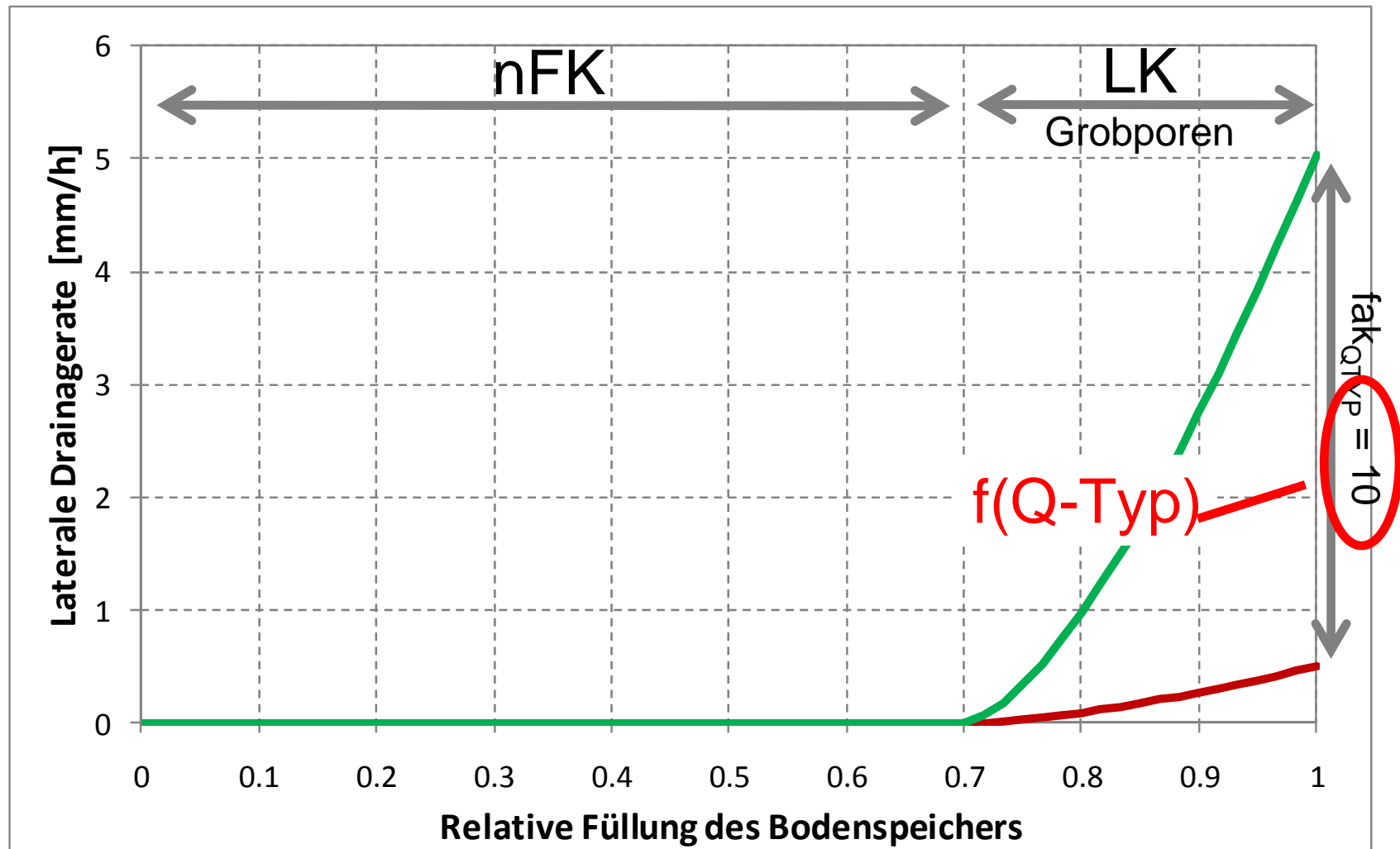


Anpassung der vertikalen Drainage



Anpassung der lateralen Drainage

Analog zur vertikalen Drainage:



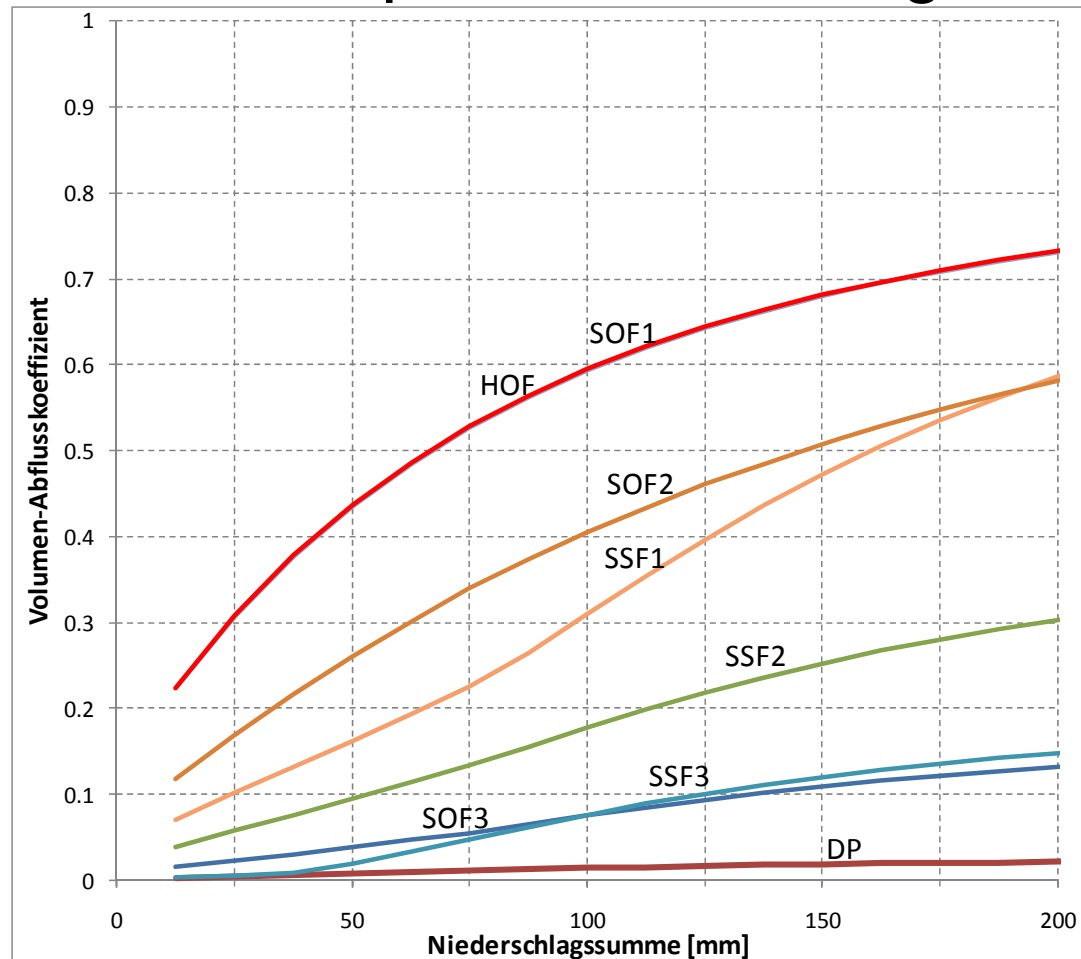
Modellkonzept

Charakteristische „Abflussreaktionskurven“ der Q-Typen werden erzielt über:

- Fixe Parametrisierung von Infiltrationsmodul und PFF in Abhängigkeit vom Q-Typ
 - Fixe Faktoren für laterale und vertikale Drainage in Abhängigkeit vom Q-Typ
 - Die vorgegebene Parametrisierung kann über pegelkontrollbereichsspezifische Eichfaktoren skaliert werden (Standardwert 1,0)
- ⇒ Ermittlung geeigneter Vorgabewerte erfolgte über „numerische Experimente“ mit typischen Bodenwerten.

Modellkonzept

Abflussreaktionskurven für Grundparametrisierung:



Modeltechnische Umsetzung

BODEN.PAR:

Grundparametrisierung der Q-Typen

```

•* =====
•* Nr      Imax_c    Imin_c    binf_c    bPFF_c    fint_c    fbas_c    Q-Typ
•* =====
• Anzahl Q-Typen: 10
• 1      1800.0    120.0     5.0      0.01     1.0      1.0      SOF1
• 2      1800.0    120.0     1.0      0.01     10.0     1.0      SOF2
• 3      3600.0    720.0     1.0      0.01     50.0     200.0    SOF3
• 4      3600.0    720.0     0.1      0.35     1.0      1.0      SSF1
• 5      3600.0    720.0     0.1      0.15     50.0     50.0     SSF2
• 6      3600.0    720.0     0.1      0.05     50.0     200.0    SSF3
• 7      3600.0    720.0     0.1      0.01     1.0      1.0      MOOR
• 8      3600.0    720.0     0.1      0.01     1.0      500.0    DP
• 9      -1.0      -1.0     -1.0     -1.00    -1.0     -1.0     Risk
• 10     480.0     120.0     5.0      0.01     1.0      1.0      HOF
  
```

Gebietsdatei/Tape12:

Angabe des Q-Typ
je Kompartiment

```

* -----
* gesamtes Einzugsgebiet [qkm]
* Gerinnebildender Abfluss [cbr]
24752541411110 2.613 0
2475 220939 220938
2475
2475
2475BP 11 8 0.125 122
2475BP 13 1 0.028 111
2475BP 12 2 0.026 105
2475BP 08 3 0.015 102
2475BP 13 5 0.034 122
2475BP 11 6 0.166 122
* -----
QT
  
```

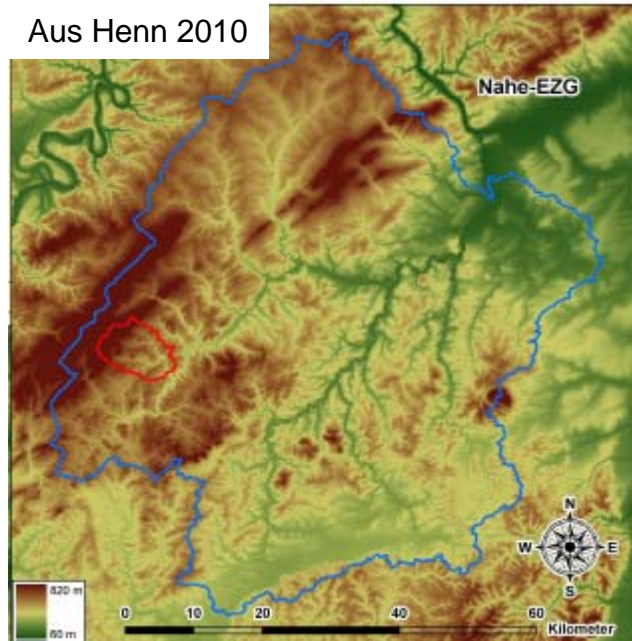
Tape35:

PKB-spezifische Skalierung der Parametrisierung

- * 34 Imax_fak: Eichfaktor fuer maximale Infiltrationskapazitaet [-] (nur bei Option BODENMOD)
- * 35 Imin_fak: Eichfaktor fuer minimale Infiltrationskapazitaet [-] (nur bei Option BODENMOD)
- * 36 binf_fak: Eichfaktor fuer Formparameter der Infiltrationskurve [-] (nur bei Option BODEI)
- * 37 bPFF_fak: Eichfaktor fuer Exponent b der Preferential-Flow-Function [-] (nur bei Option
- * 38 fint_fak: Eichfaktor zur Anpassung der lateralen Drainage im Grobporenbereich [-] (nur l
- * 39 fbas_fak: Eichfaktor zur Anpassung der Tiefenversickerung im Grobporenbereich [-] (nur l

Anwendungsbeispiele

- Zwei Zuflüsse der Nahe
- Kronweiler / Schwollbach
- Kellenbach / Simmerbach
- Hunsrück
- LARSIM-Modell mit Teileinzugsgebieten
- Erweiterte Bodenparameter



		Kronweiler / Schwollbach		Kellenbach / Simmerbach	
Einzugsgebietsfläche [km ²]		64,6		361,8	
Minimale Höhe des EZG [m üNN]		295		220	
Maximale Höhe des EZG [m üNN]		722		654	
MQ [m ³ /s]	Mq [l/(km ² s)]	0,917	14,2	2,66	7,35
MNQ [m ³ /s]	MNq [l/(km ² s)]	0,049	0,759	0,296	0,818
MHQ [m ³ /s]	MHq [l/(km ² s)]	22,8	353	49,7	137
NQ [m ³ /s]	Nq [l/(km ² s)]	0,008	0,124	0,027	0,0746
HQ [m ³ /s]	Hq [l/(km ² s)]	60,6	938	149	412

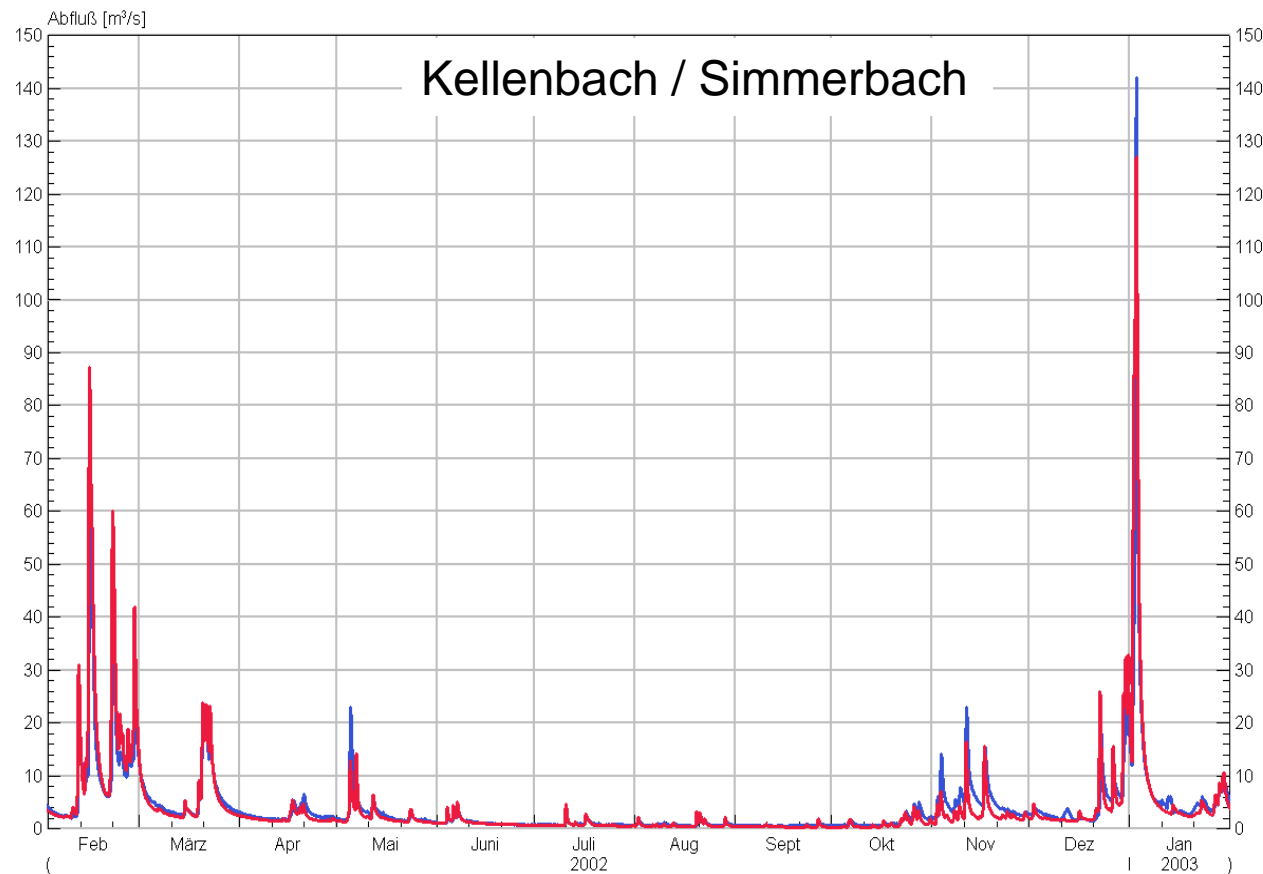
Anwendungsbeispiele

- Die Ursprüngliche Modellvorstellung für nicht beitragende Flächen ohne Tiefenversickerung (DP=) war nicht zielführend. (Keine Moorflächen. Abstimmung mit Kartierern ist erfolgt.)
- DP=-Flächen wurden behelfsweise als stark verzögert reagierende Flächen parametrisiert.
- Grundparametrisierung ist vom Berechnungszeitschritt abhängig (BODEN.PAR für 1h-Zeitschritt).
- Einheitliche Grundparametrisierung für beide Einzugsgebiete anwendbar.
- Pegelkontrollbereich-spezifische Kalibrierung des Modells über Skalierung der Grundparametrisierung erfolgreich.

Anwendungsbeispiele

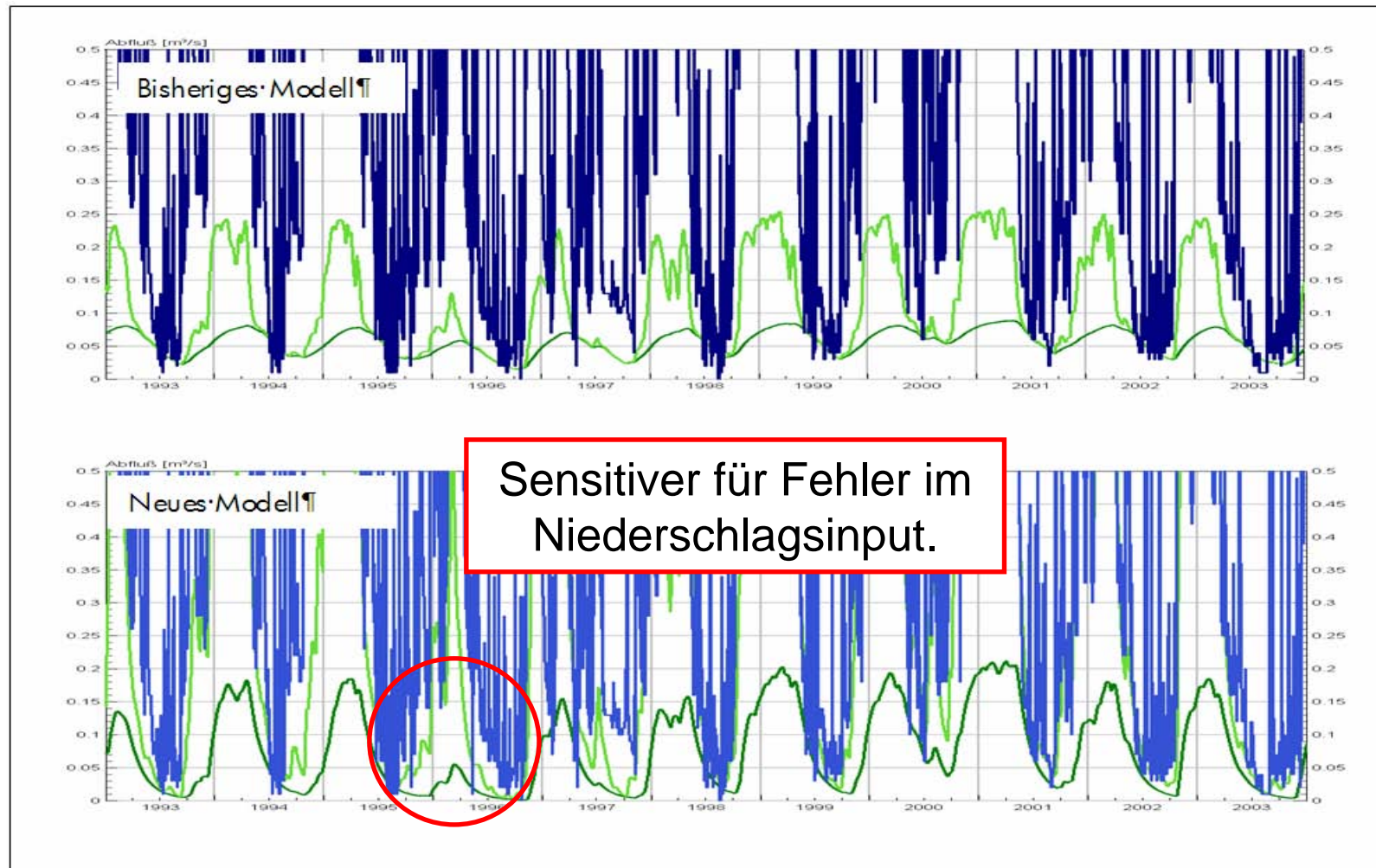
Simulationsergebnisse ähnlich wie in vergleichbaren Modellgebieten:

Mittelwerte 1994 - 2003	NSC	NSC InQ
Kellenbach / Simmerbach	0,75	0,88
Kronweiler / Schwollbach	0,83	0,74



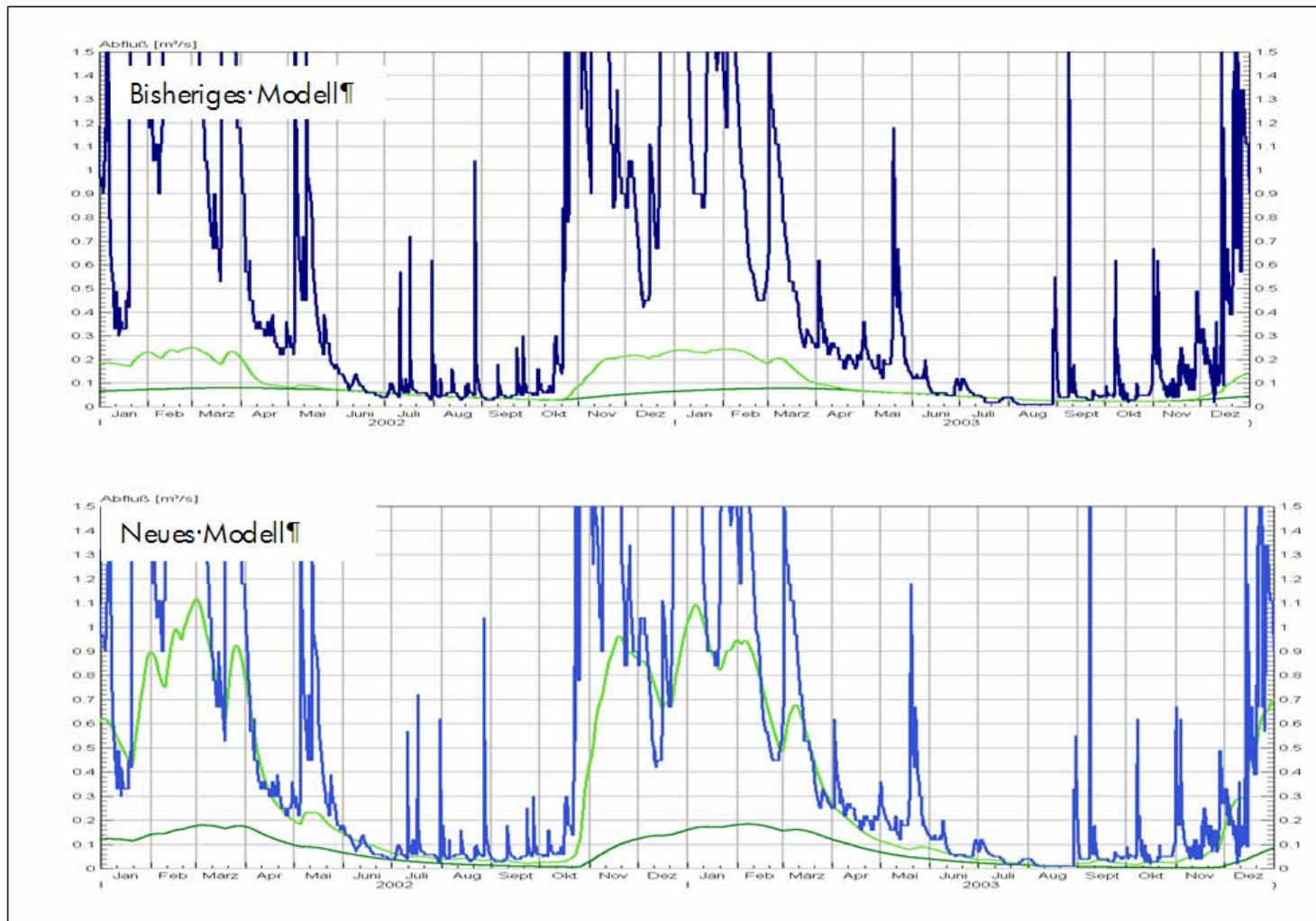
Anwendungsbeispiele

Stärkere saisonale (bodenfeuchteabhängige) Dynamik beim Basisabfluss:



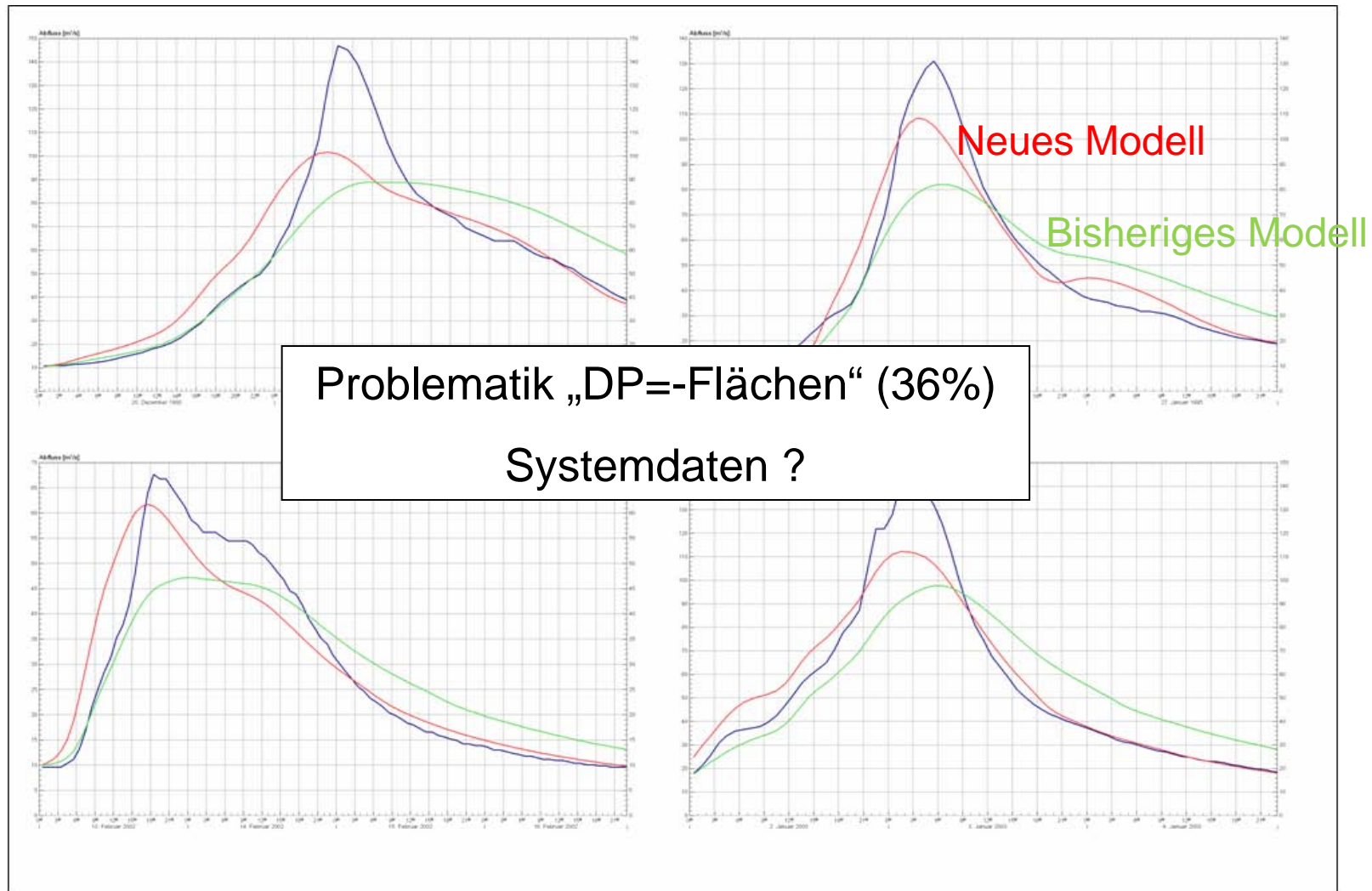
Anwendungsbeispiele

Stärkere bodenfeuchteabhängige Dynamik beim Interflow:



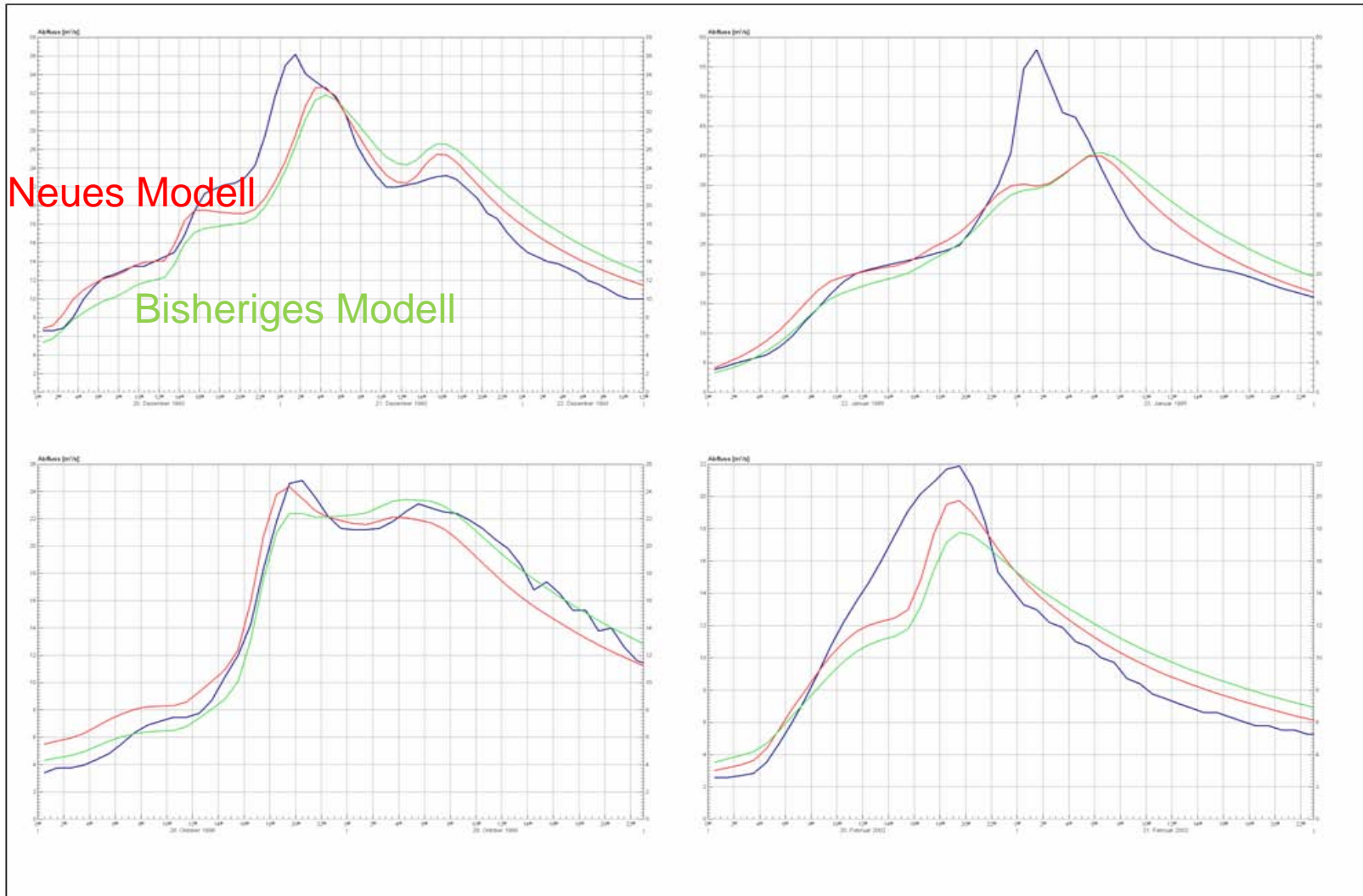
Anwendungsbeispiele

Hochwasser Beispiel Kellenbach / Simmerbach: Verbesserung aber Lag



Anwendungsbeispiele

Hochwasser Beispiel Kronweiler / Schwollbach: Leichte Verbesserung



Zusammenfassung

Modelltechnik:

- Abflussprozesstypen können in LARSIM berücksichtigt werden.
- Erfolgreiche Integration durch Weiterentwicklung des Bodenmoduls:
 - Infiltrationsmodul (realistisch, flexibel, HOF + SOF)
 - Preferential Flow Function (SSF)
 - Drainage (realitätsnah, zeitl. Dynamik, Verzögerung und Abschwächung)
- Einheitliche Grundparametrisierung der Prozesse als $f(Q)$ -Typen).
 - ⇒ räumlich differenzierte Abflussreaktionskurven
- Skalierung / Kalibrierung über PKB-spezifische Faktoren.

Ergebnisse:

- Anpassung / Kalibrierung des neuen Ansatzes praktikabel.
- Realistischere zeitliche Dynamik des Basisabflusses (und Interflows).
- Verbesserte räumliche Differenzierung innerhalb eines PKB.
- Leichte Verbesserung im Hochwasserbereich.

Ausblick

- Nachbearbeitung der nicht beitragenden Flächen ohne Tiefenversickerung (DP=-Flächen) durch Kartierer (Steinrücken / Scherrer).
- „Verbesserung“ der Abflussprozesskarten auch hinsichtlich der Bedürfnisse der Modellierung.
- Untersuchung weiterer Einzugsgebiete mit anderen Charakteristika bzw. im Bereich der ursprünglichen Kartierung.
- Detailbetrachtung zur verbesserten räumlichen Differenzierung. (Genestetes Einzugsgebiet)
- Vergleichende Hochwasser-Vorhersagetests zur quantitativen Bewertung der Wirkung auf die Hochwasservorhersage.