

LARSIM-Anwendertreffen 2010

Integration des Abflusspotenzials in das LARSIM-Bodenmodul mit erweiterten Bodenparametern

Ingo Haag

**HYDRON Ingenieurgesellschaft für
Umwelt und Wasserwirtschaft mbH**

März 2010

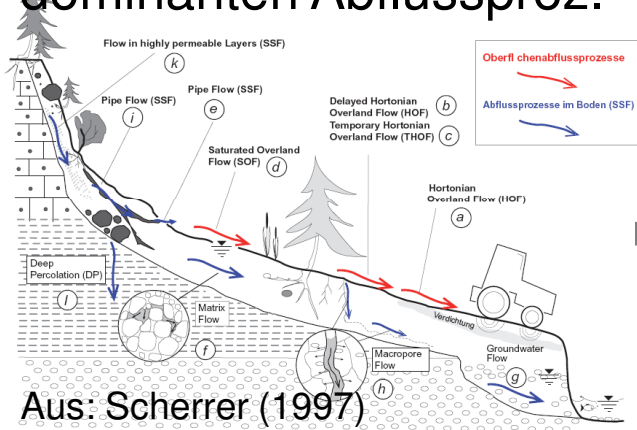
Inhalt

- (1) Zielsetzung
- (2) Ausgangslage und Voraussetzungen
- (3) Grundlegende Konzeption
- (4) Weiterentwicklung des Bodenmoduls
 - Neues Infiltrationsmodul
 - Preferential Flow Function (PFF)
 - Anpassung der vertikalen Drainage
 - Anpassung der lateralen Drainage
 - Sonderfall: Nicht beitragende Flächen
 - Parametrisierung
- (5) Erste Ergebnisse
- (6) Zusammenfassung

Zielsetzung

Integration der **Abflussprozesstypen** nach Scherrer in **LARSIM**

Kartierung der bei der Hochwasserentstehung dominanten Abflussproz.



Aus: Scherrer (1997)

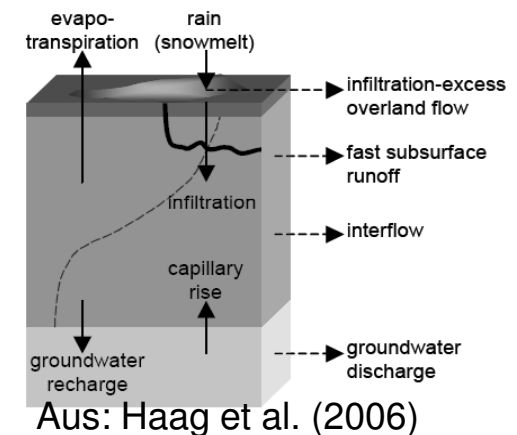
- Feldversuche
 - Bodeneigenschaften
 - Hangneigung
 - Lage im EZG
- ⇒ Klassifikation

Konzeption

Modelltechnische Umsetzung

Beispielhafte Anwendung

Xinanjiang-Bodenmodul in LARSIM



- Unterteilgebiete
- Bodeneigenschaften
- Parametrisierung
- Kalibrierung

Dominante Abflussprozesstypen

Horton-
Overland-Flow

Saturation-
Overland-Flow

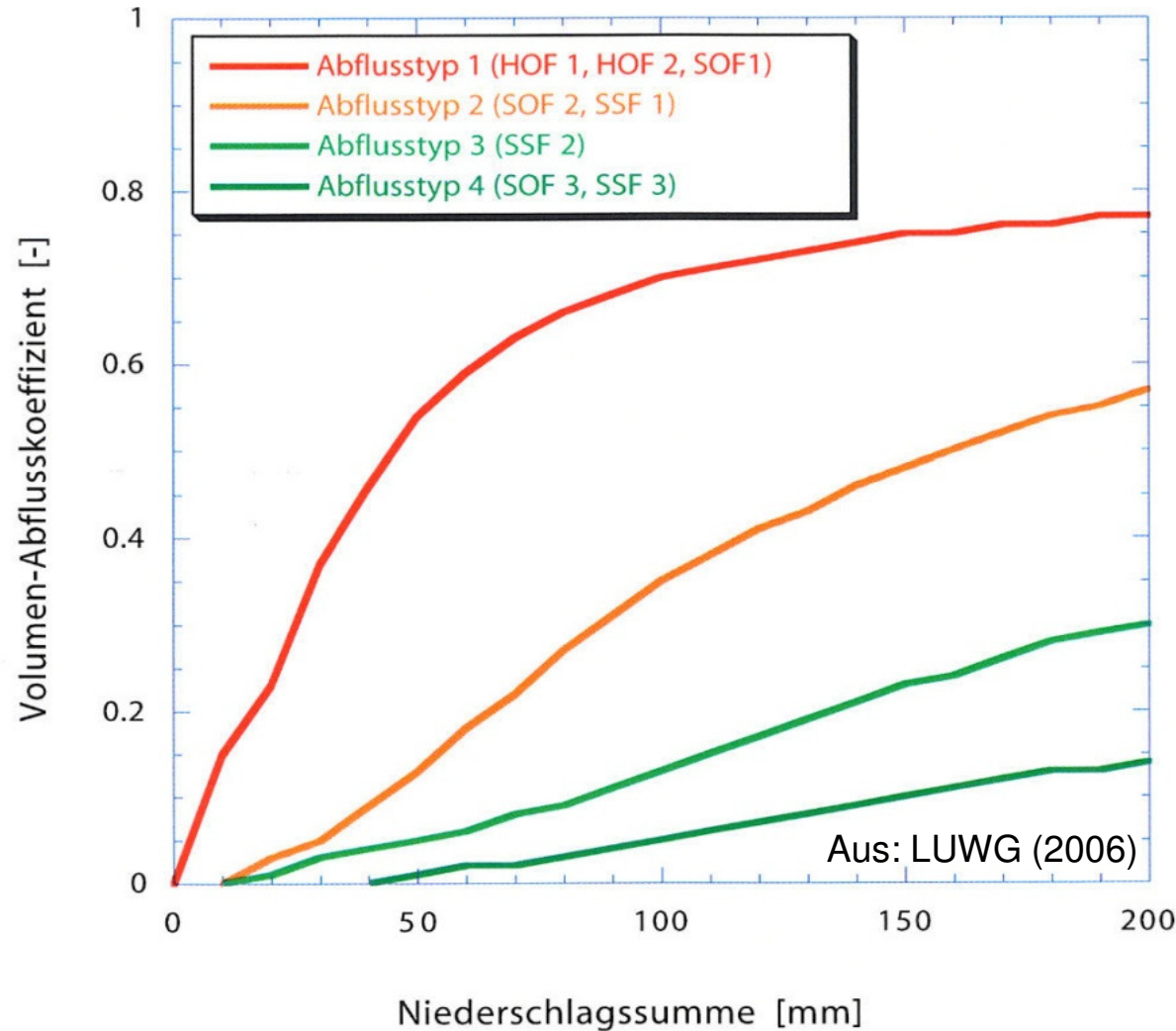
Subsurface-
Storm-Flow

Deep Percolation
+ not contributing

	Kürzel	Inten- sität	Beschreibung der dominanten Abflussreaktion bei intensivem, ergiebigem Niederschlag.
Oberfläche	HOF	1	Oberflächenabfluss infolge Infiltrationshemmnissen oder geringer Infiltrationskapazität.
	SOF1	1	Oberflächenabfluss mit geringer Verzögerung infolge rascher Sättigung der Fläche.
	SOF2	2	Verzögerter Oberflächenabfluss infolge Sättigung der Fläche.
	SOF3	3	Stark verzögerter Oberflächenabfluss infolge langsamer Sättigung der Fläche.
Unterirdisch	SSF1	2	Mit geringer Verzögerung einsetzender lateraler Abfluss im Boden.
	SSF2	3	Mit Verzögerung einsetzender lateraler Abfluss im Boden.
	SSF3	4	Mit starker Verzögerung einsetzender lateraler Abfluss im Boden.
	DP	5	Tiefenversickerung ohne rasche Abflussreaktion.
	DP=	5	Nicht beitragende Flächen ohne Tiefenversickerung (vorwiegend Moorflächen ohne Neigung)
	Fisk	5	Potenziell beitragende Flächen, die aber keine Verbindung zum Vorfluter aufweisen. (Liegen in der aktuellen Karte nicht vor).

Dominante Abflussprozessstypen

Charakteristische Abflussreaktionskurven:

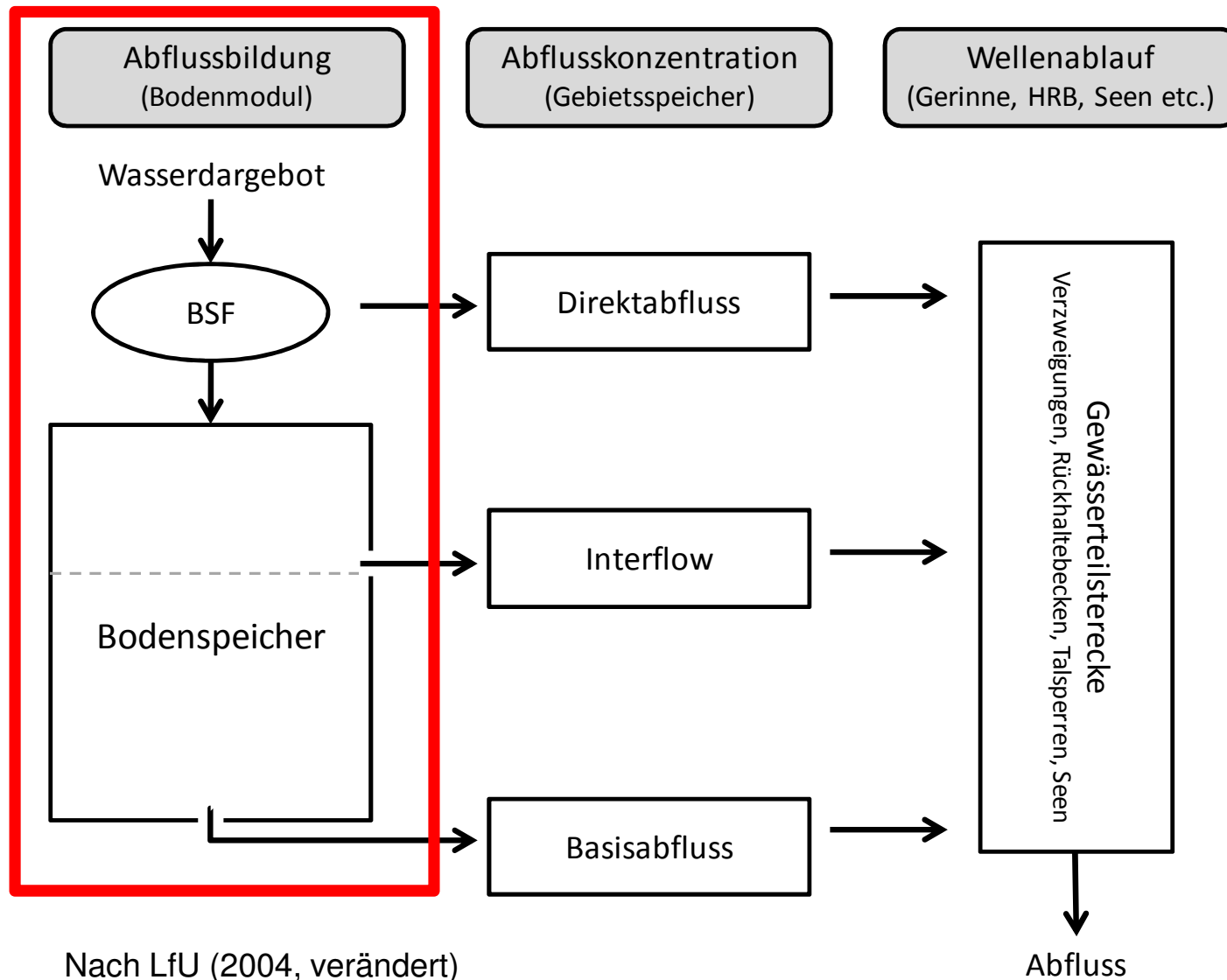


- Verzögerung
- Abschwächung

Dominante Abflussprozesstypen

- Hier: Q-Typen
- Basierend auf Arbeiten von Scherrer u.a. (IHW ETH Zürich)
- Dominierende Abflussprozesse bei der Hochwasserentstehung
- Prozess und „Intensität“ (Verzögerung und Abschwächung)
⇒ Charakteristische Abflussreaktionskurven
- Abflussbildung (und Abflusskonzentration)
- Feldversuche ⇒ Kartierung (Catena)
- Hangskala (⇒ EZG-Skala?)
- Klassen
- Unscharf / Qualitative Einordnung

LARSIM Grundkonzeption



LARSIM Bodenmodul / Varianten

```

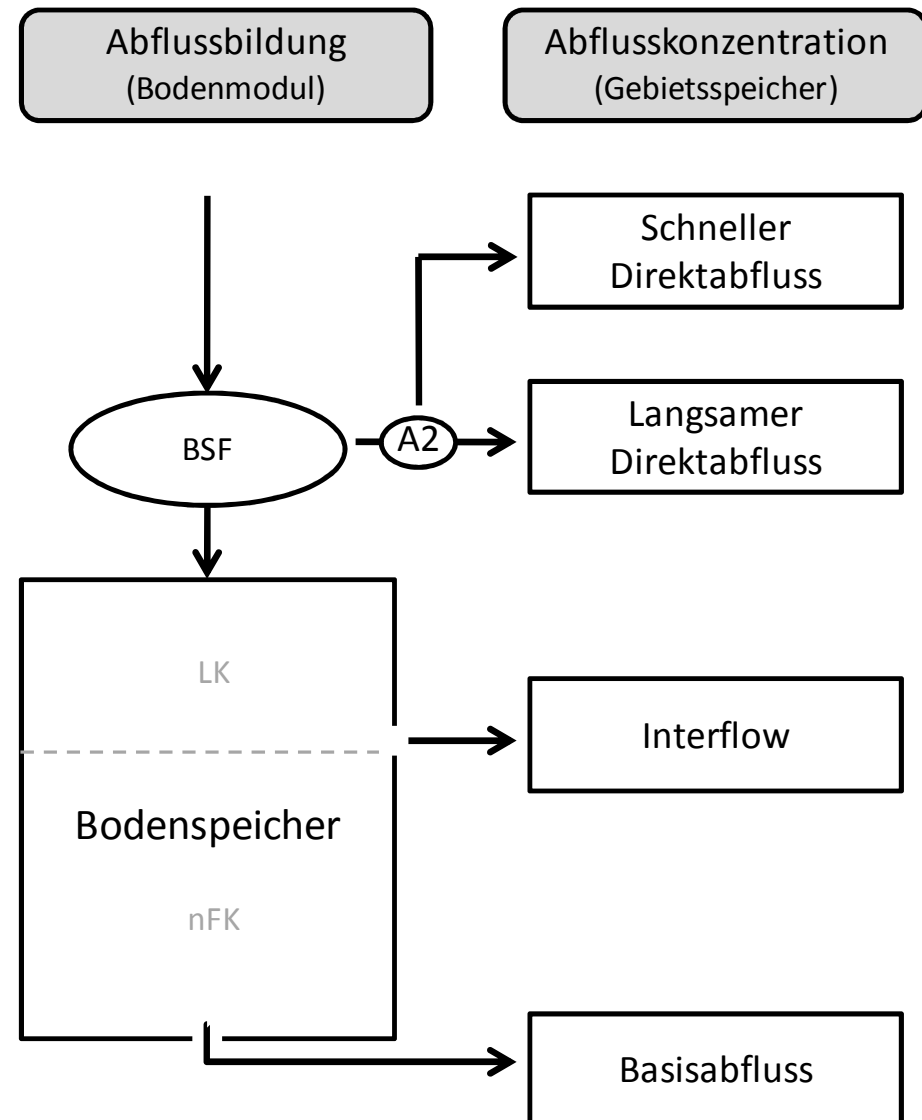
* gesantes Einzugsgebiet [qkm] ..... =
* Gerinnebildender Abfluss [cbm/s] =
24752541411110 ..... 2.613 ..... 0.704
2475 ..... 220939 ..... 220938 .....
2475 .....
2475 .....
2475BP 11 ..... 8 ..... 0.125 122. .... 67.
2475BP 13 ..... 1 ..... 0.028 111. .... 60.
2475BP 12 ..... 2 ..... 0.026 105. .... 56.
2475BP 08 ..... 3 ..... 0.015 102. .... 53.
2475BP 13 ..... 5 ..... 0.034 122. .... 67.
2475BP 11 ..... 6 ..... 0.166 122. .... 67.
*

```

Q-Typ je Unterteilgebiet

Liegt für das Nahe-Gebiet vor

Grundlage: Bodenhydrologische
Prozesskarte im Maßstab 1 : 25 000



Grundlegende Konzeption

Prozesse und „Intensitäten“

HOF / SOF:

- Abbildung der Prozesse mit neuem Infiltrationsmodul

SSF:

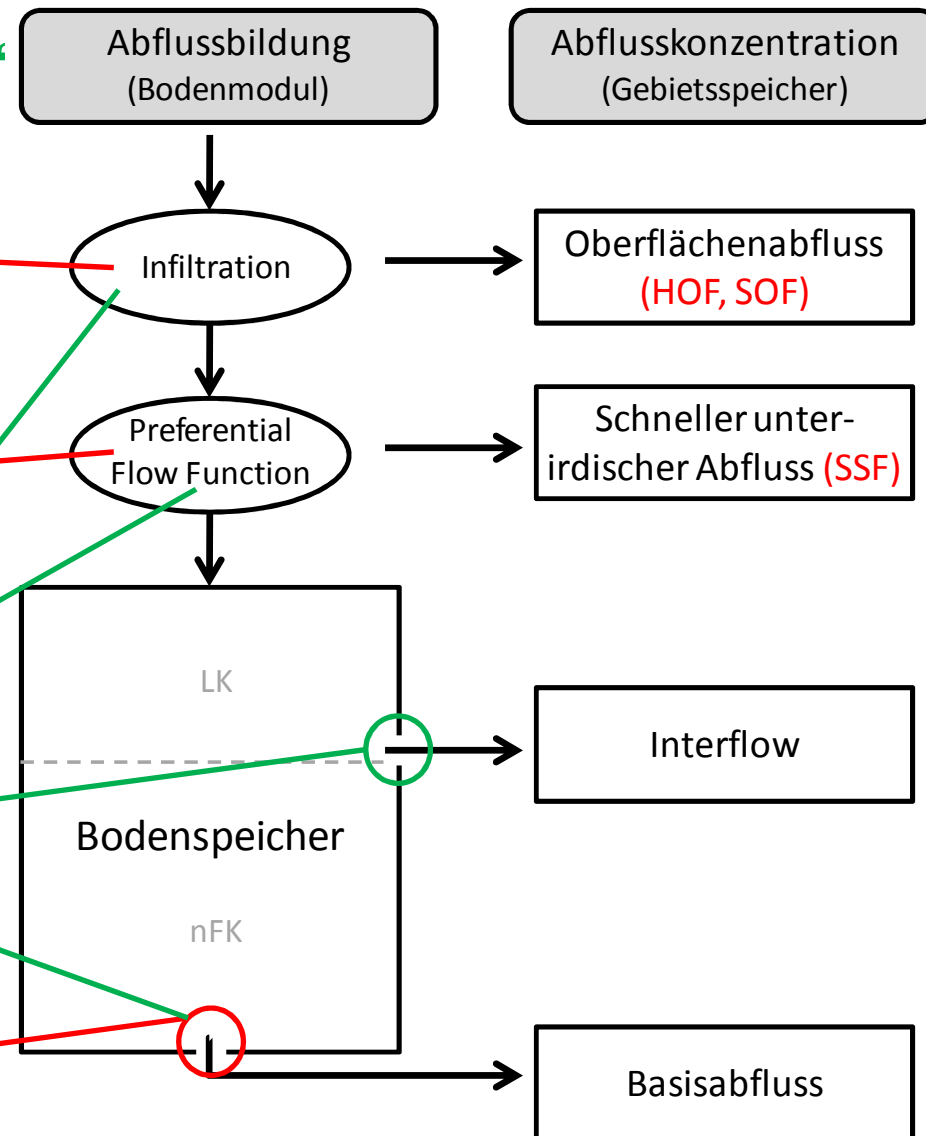
- Abbildung des Prozesses mit PFF (= BSF)

Verzögerung und Abschwächung:

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

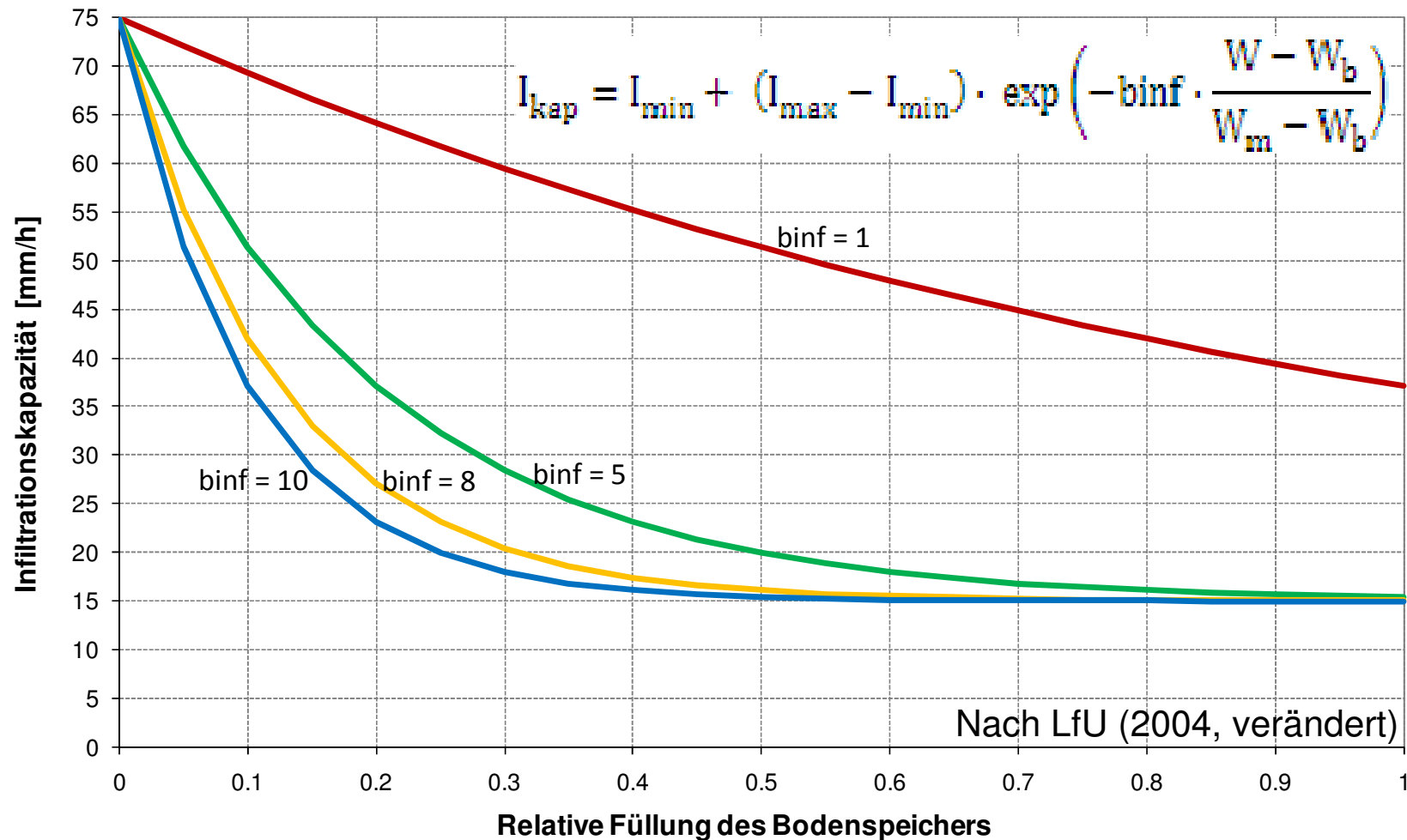
DP:

- Abbildung des Prozesses über Anpassung der Tiefenversickerung



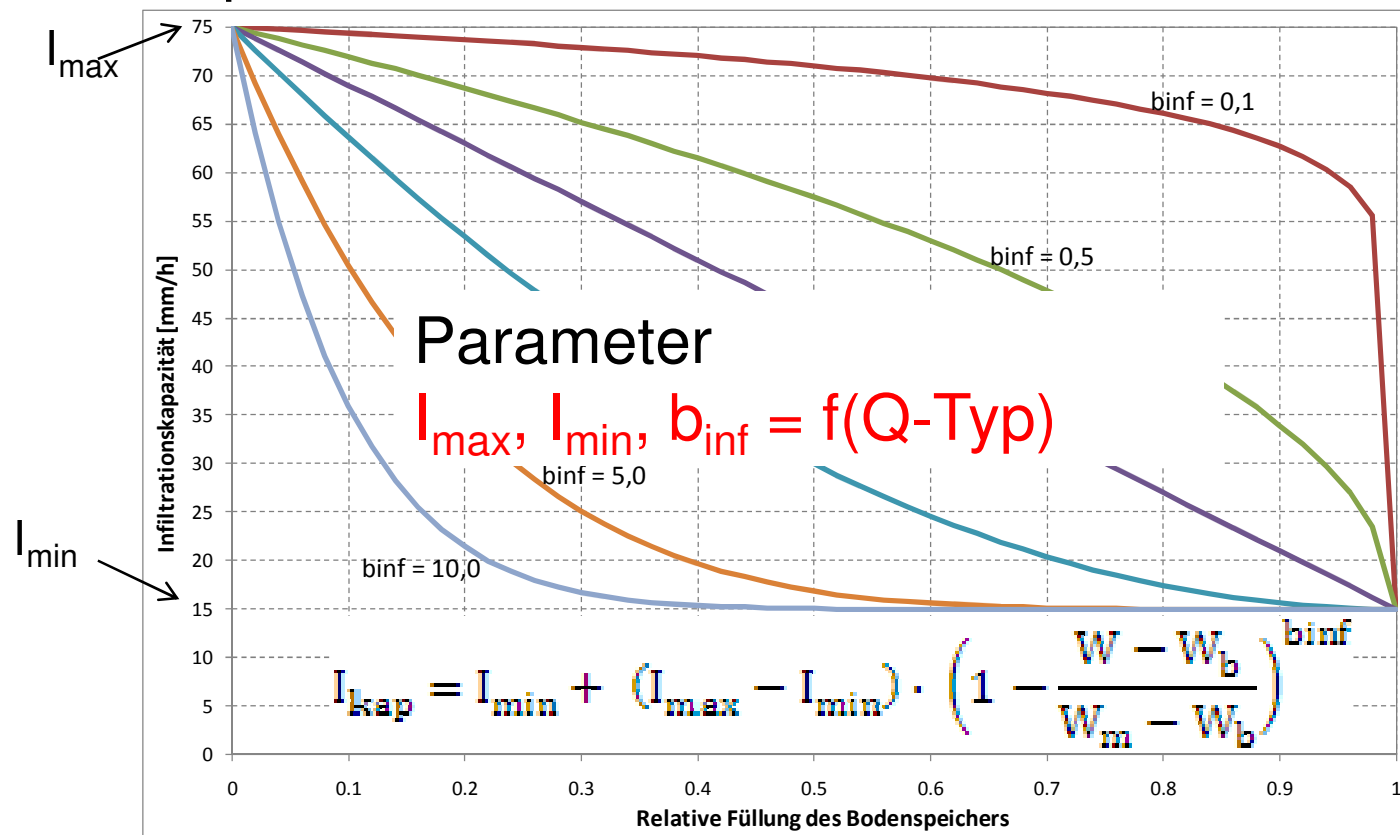
Bisheriges Infiltrationsmodul

Direkte Analogie zu Horton-Modell \Rightarrow Exponentialfunktion



Neues Infiltrationsmodul

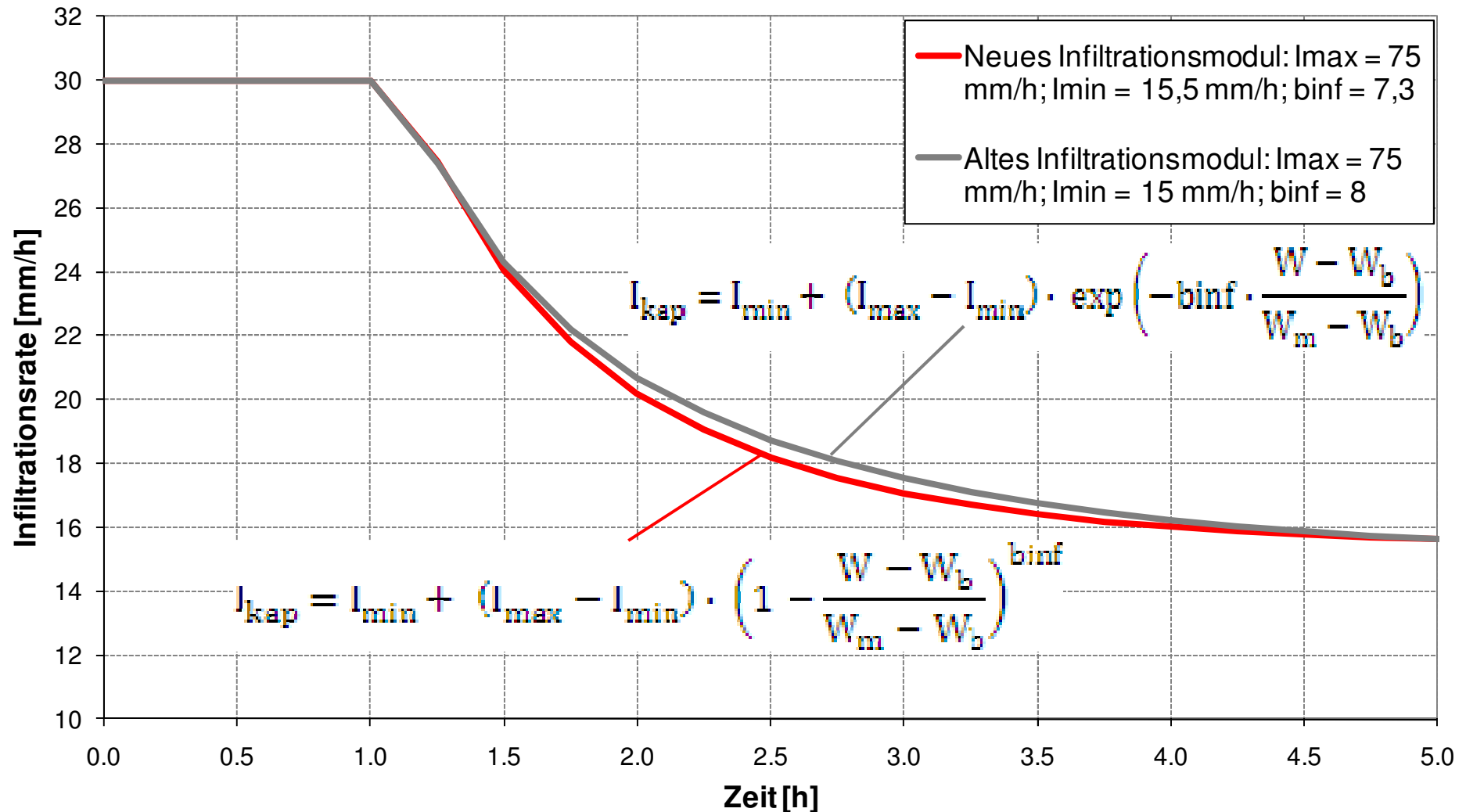
- Ähnlicher Verlauf wie Horton
- Größere Flexibilität
- I_{\min} wird bei W_{\max} erreicht (unabhängig von b_{\inf})
- Infiltrationsexperimente nachvollziehbar (numerische Infiltrationsversuche)



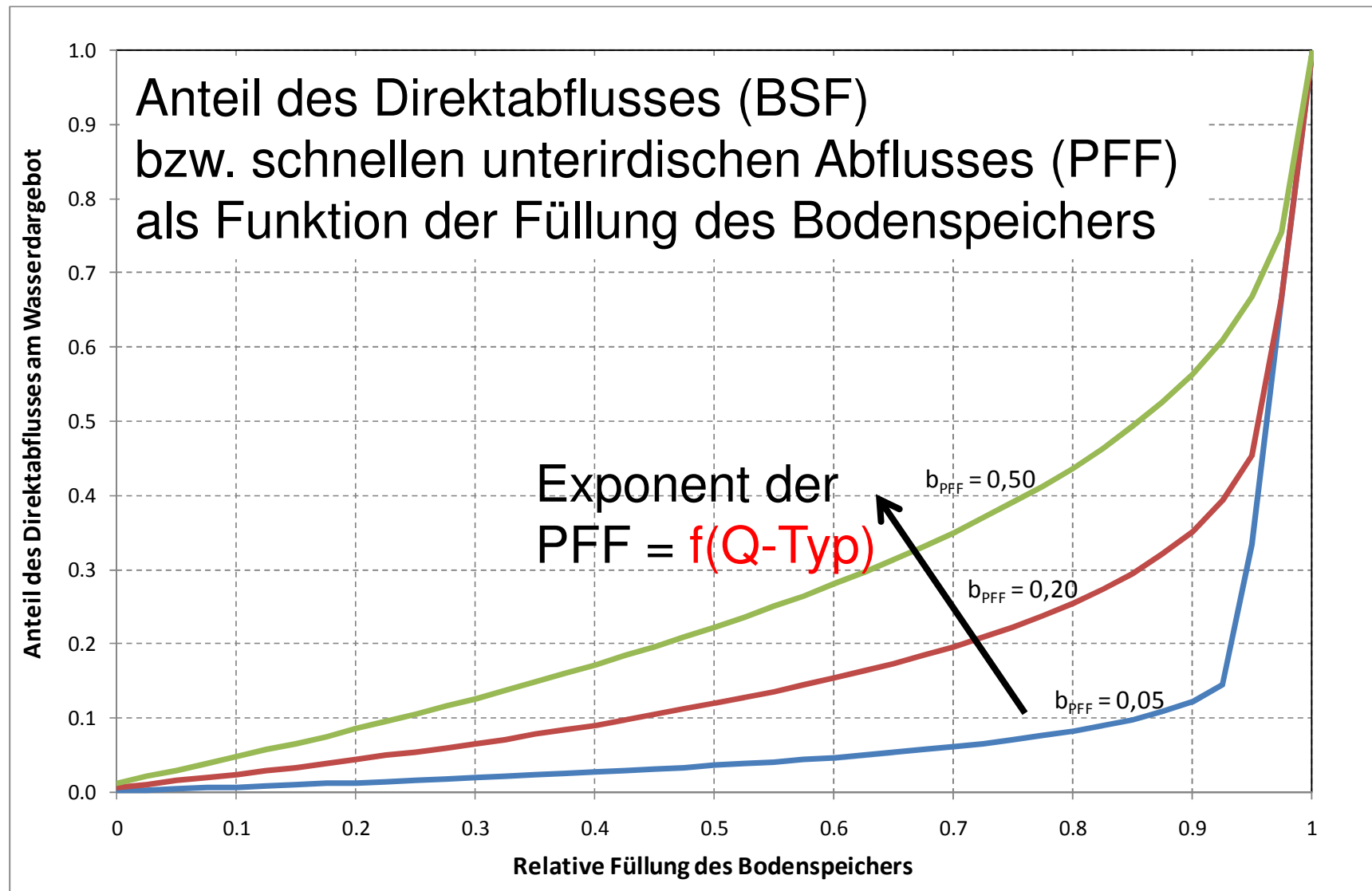
Beispiel Infiltrationsexperiment

Numerischer Berechnungsversuch: Altes und neues Infiltrationsmodul

Beregnungsintensität = 30 mm/h



Preferential Flow Function = BSF



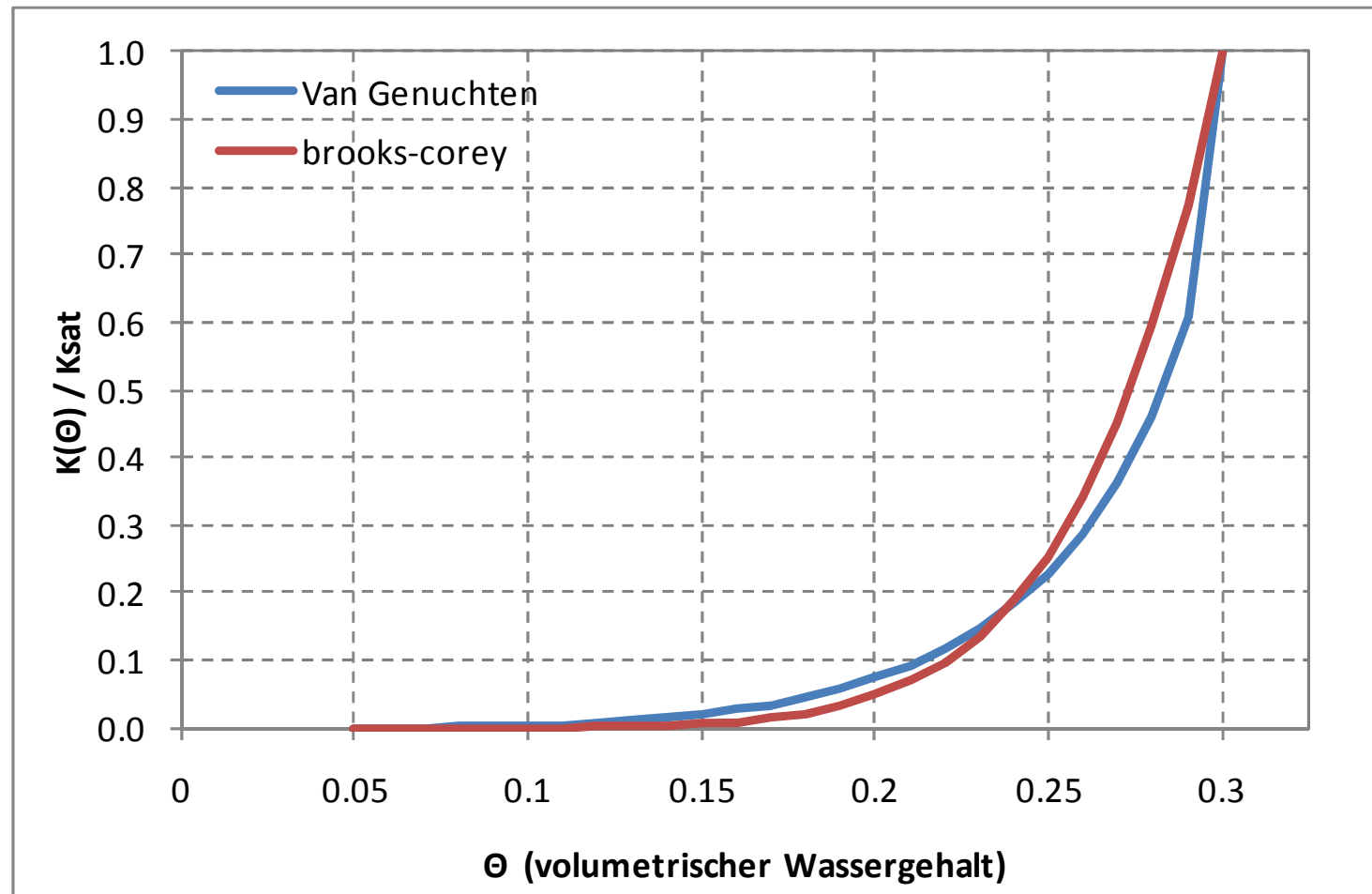
Anpassung der vertikalen Drainage

Ausgangslage:

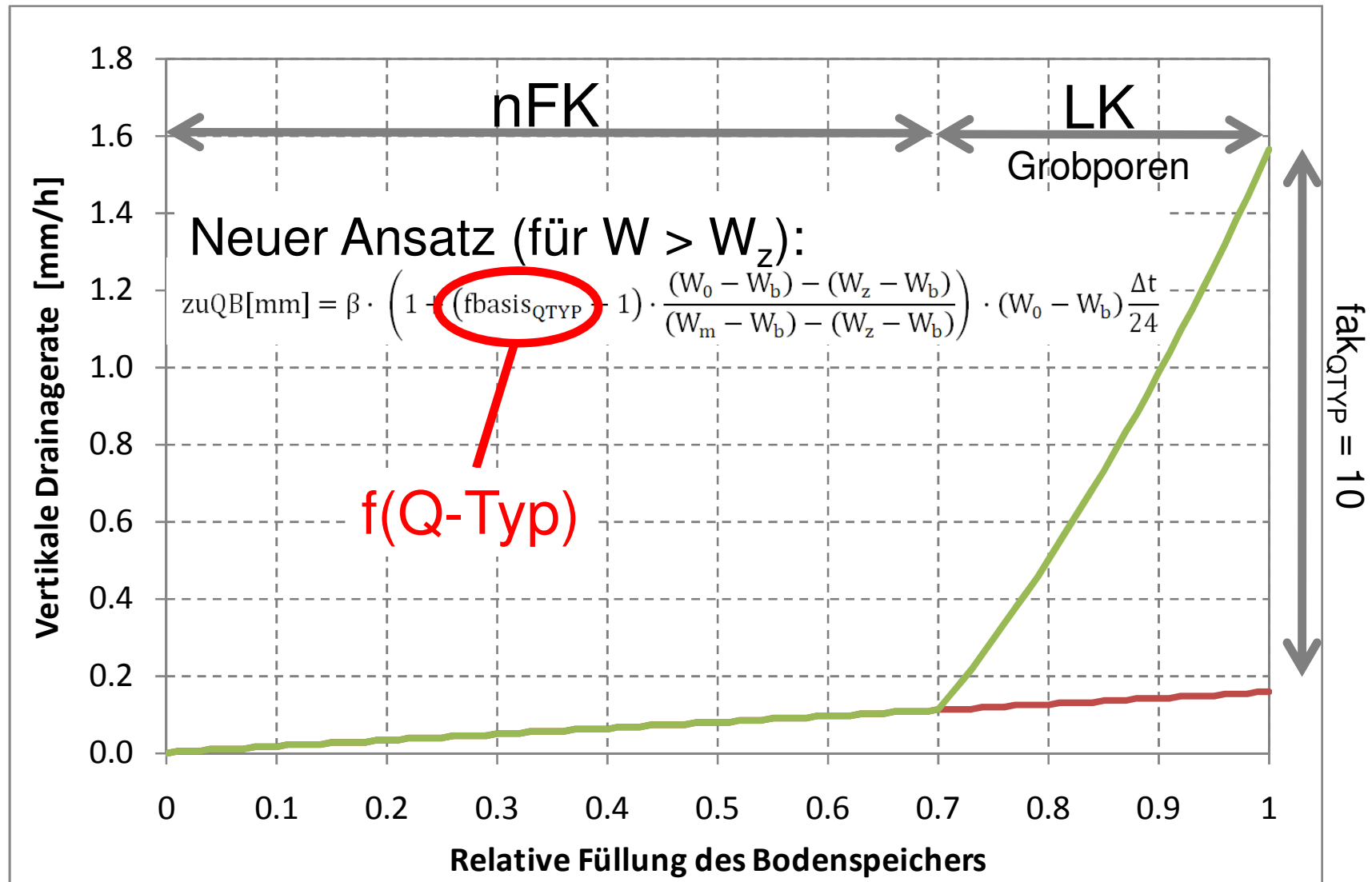
- Bei gefülltem Bodenspeicher in LARSIM immer Direktabfluss
 - ⇒ DP sowie stark verzögerte und gedämpfte Reaktionen erfordern erhöhte laterale und/oder vertikale Drainage
- Gemäß Bodenphysik exponentieller Anstieg der hydraulischen Leitfähigkeit mit Füllung der Grobporen
- Unter stationären Bedingungen 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 lineare Abhängigkeit der vertikalen Drainage vom Bodenwassergehalt

Anpassung der vertikalen Drainage

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



Anpassung der vertikalen Drainage



Anpassung der vertikalen Drainage

$$\text{Für } W \leq W_z: \text{ zuQB[mm]} = \beta \cdot W \frac{\Delta t}{24}$$

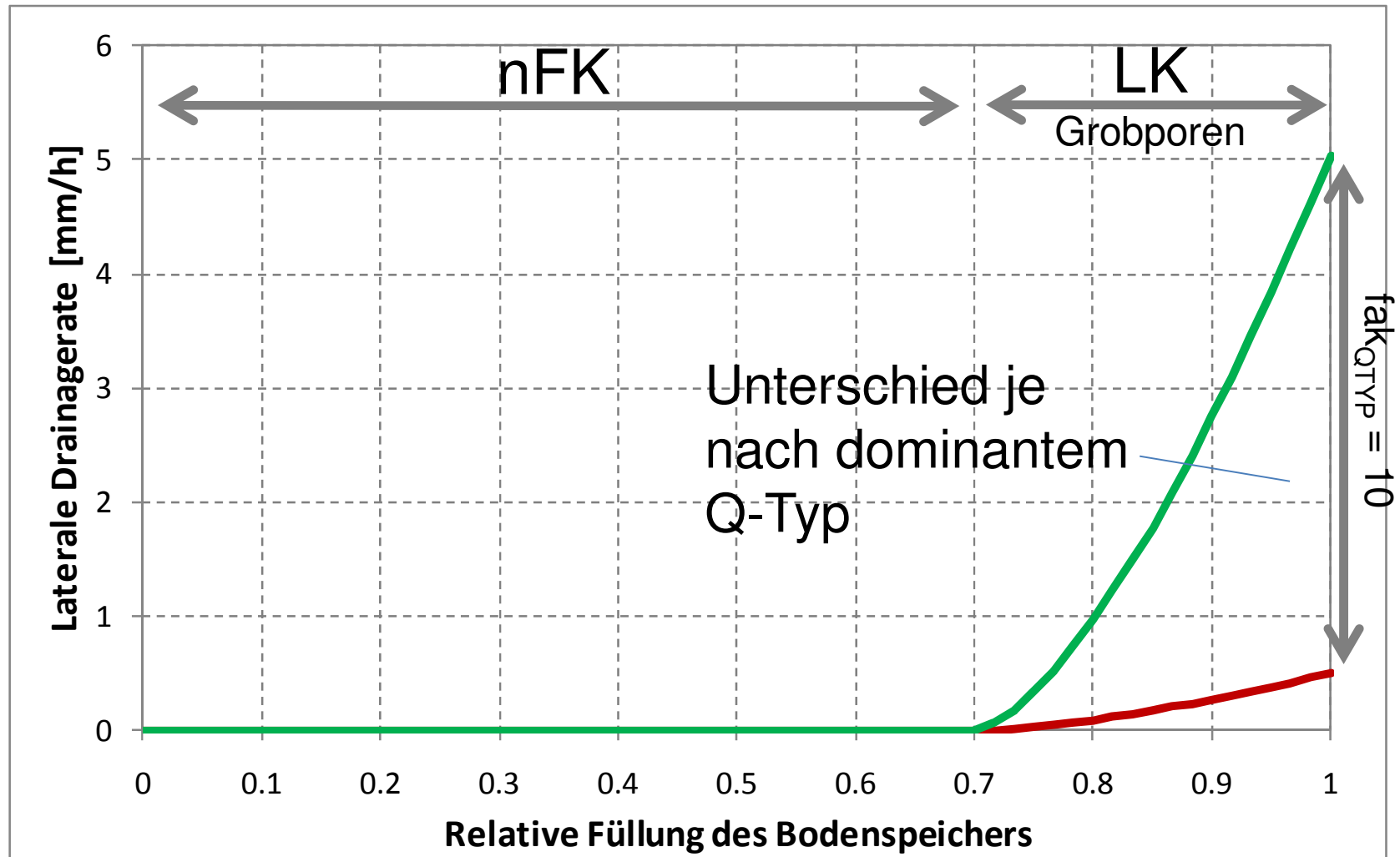
$$\text{Für } W > W_z: \text{ zuQB[mm]} = \beta \cdot \left(1 + (\text{fak}_{Q\text{TYP}} - 1) \cdot \frac{W - W_z}{W_m - W_z} \right) \cdot W \frac{\Delta t}{24}$$

$$\text{fak}_{Q\text{TYP}} = f(\text{Q-Typ})$$

- Stärkere Drainage nur im Grobporenbereich (LK)
- Wirkung auf verzögerten/gedämpften Direktabfluss bei dominanter vertikalen Sickerung bzw. bei „Deep Percolation“
- Kein schnelleres Leerlaufen des Bodenspeichers im Mittel- und Feinporenbereich (nFK)

Anpassung der lateralen Drainage

Analog zur vertikalen Drainage:



Anpassung der lateralen Drainage

- Intensitätsabhängige Erhöhung der lateralen Drainage
- Primär für Grobporenbereich wirksam (LK)
 - ⇒ Faktor für D_{\max} (r_{dmax})

$$zuQI[mm] = \left(D_{\min} \cdot \frac{W}{W_m} + (D_{\max} \cdot fak_{Q\text{TYP}} - D_{\min}) \cdot \left(\frac{W - W_z}{W_m - W_z} \right)^{1.5} \right) \cdot \frac{\Delta t}{24}$$

$$fak_{Q\text{TYP}} = f(Q\text{-Typ})$$

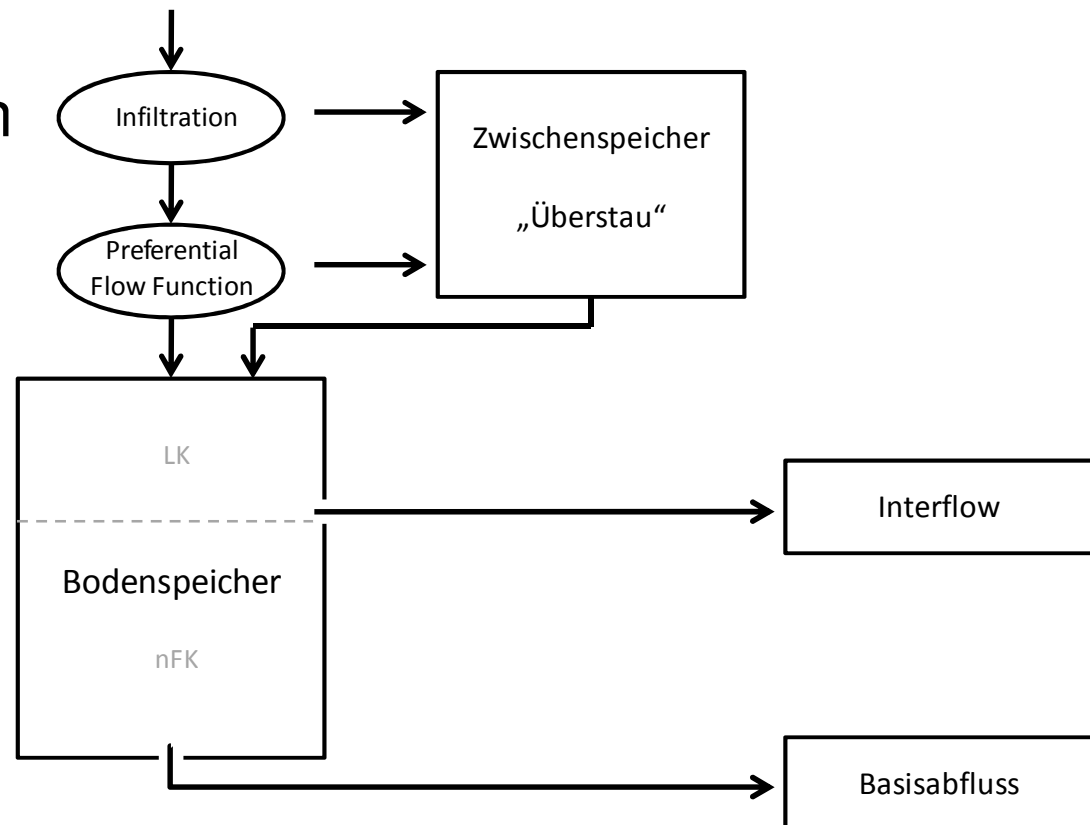
- Stärkere Drainage nur im Grobporenbereich (LK)
- Wirkung auf verzögerten/gedämpften Direktabfluss bei dominanter lateraler Drainage
- Kein schnelleres Leerlaufen des Bodenspeichers im Mittel- und Feinporenbereich (nFK)

Sonderfall: Nicht beitragende Flächen

Sonderfall „DP=“ in der
Bodenhydrologischen Prozesskarte Nahe:

- Nicht beitragende Flächen ohne Tiefenversickerung = horizontale Moorflächen

- ⇒ Direktabfluss wird als Überstau zwischengespeichert
- ⇒ Erhöhter Bodenwassergehalt.



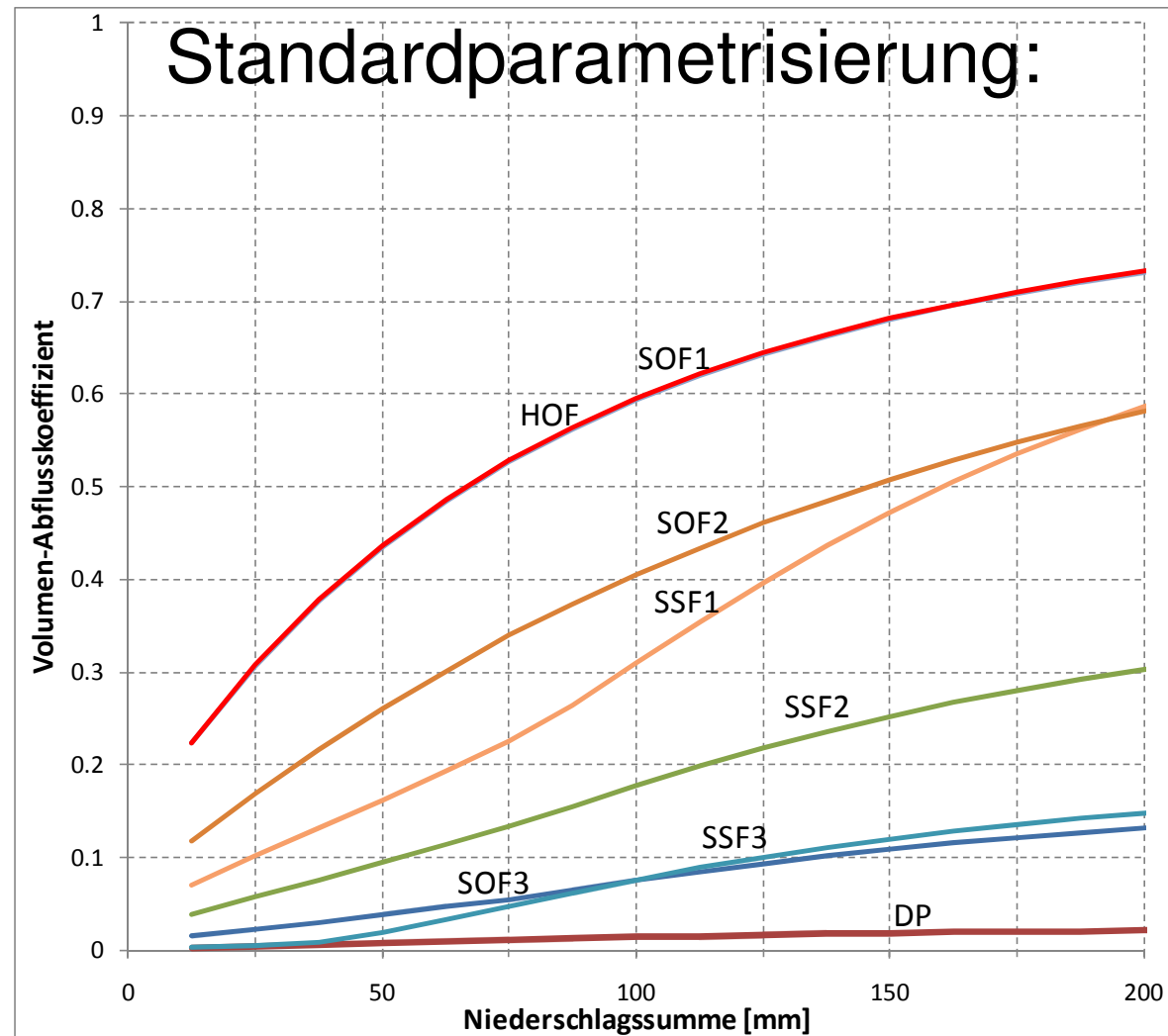
Parametrisierung

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 variiert werden (Standardwert 1,0)
- ⇒ Ermittlung geeigneter Vorgabewerte erfolgte über „numerische Experimente“ mit typischen Bodenwerten.

Parametrisierung

Abflussreaktionskurven für Standardparametrisierung:



Erste Ergebnisse

Anwendungsbeispiel Pegel Kronweiler / Schwollbach:

- ⇒ Erste Erkenntnisse aus Sensitivitätsbetrachtung und Modellanpassung für 65 km² EZG im Nahegebiet
- ⇒ In Bearbeitung, daher vorläufige Aussagen
- Option **BODENMODUL Q-TYPEN** in Verbindung mit **boden.par** funktionsfähig
- Parameter (boden.par) zeigen erwartete Wirkung
- Kalibrierung ähnlich wie mit bisherigem Ansatz
- Stärkere zeitliche und räumliche Dynamik
- Leichte Verbesserung der allgemeinen Simulationsgüte
- Für Hochwasser bislang keine eindeutigen Aussagen möglich

Zusammenfassung

- Abflussprozesstypen können in LARSIM berücksichtigt werden (Erweiterte Bodenparameter, Q-Typenkarte)
- Weiterentwicklung des Bodenmoduls
 - Infiltrationsmodul (realistisch, flexibel, HOF + SOF)
 - Laterale und vertikale Drainage (realitätsnah, zeitl. Dynamik)
- Parametrisierung von Teilprozessen als $f(Q\text{-Typen})$
 - ⇒ Differenzierte Abflussreaktionskurven für Unter-TGB
- PKB-spezifische Kalibrierfaktoren (Standard = 1,0)
 - ⇒ Bessere räumliche Differenzierung in PKB
 - ⇒ Bessere Abbildung der raum-zeitlichen Dynamik einzelner Wasserhaushaltskomponenten
 - ⇒ ??? Bessere Hochwasservorhersage ???