

Analyse des schnellen Direktabflusses (QD2) anhand von Starkregen-Ereignissen in 14 Einzugsgebieten in Baden-Württemberg

Michael Kraft, Julianna Regenauer, Dr. Ingo Haag
HYDRON GmbH, Karlsruhe

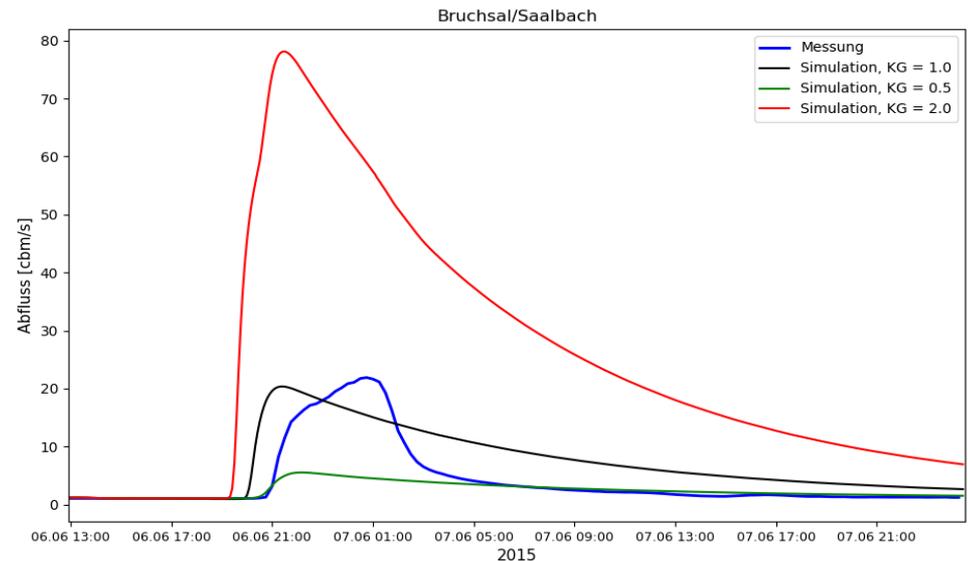
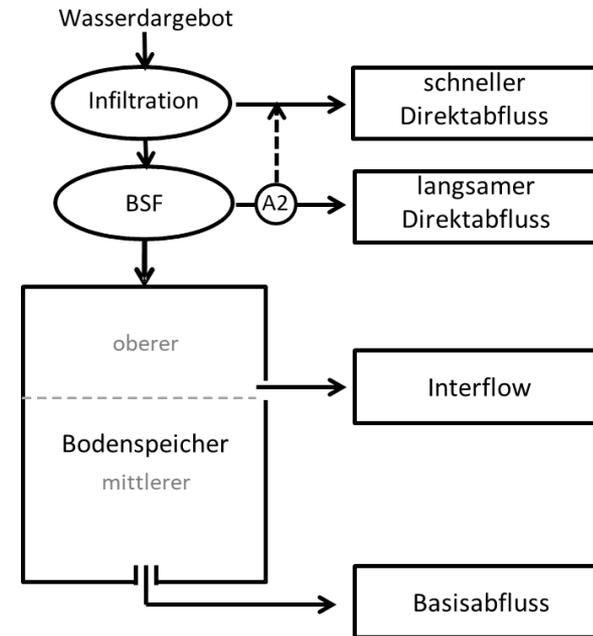
Ute Badde
Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe

Internationaler LARSIM-Anwenderworkshop 2020
24./25. März 2020 in Duisburg

Hintergrund und Ziele

Hintergrund:

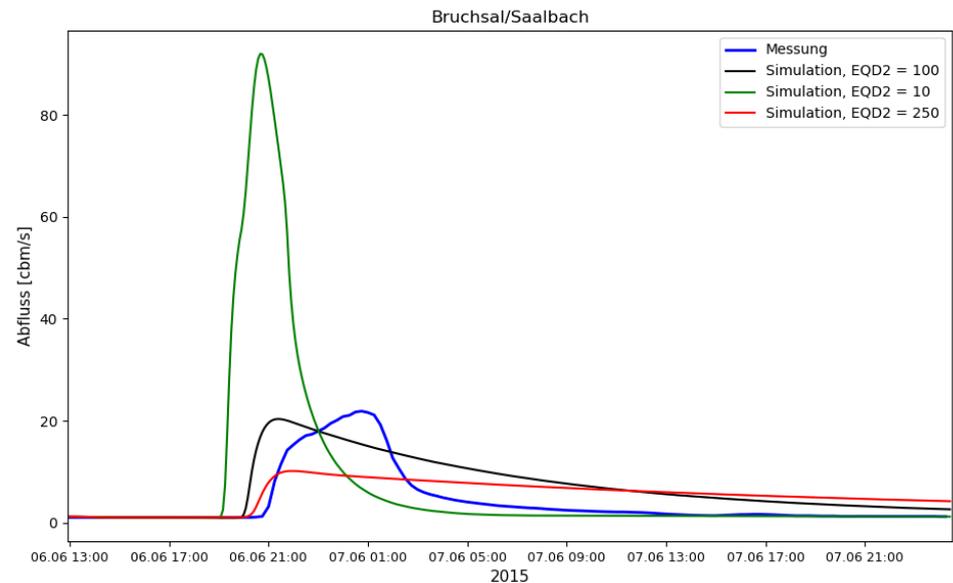
- Starkregen tritt in der Regel räumlich und zeitlich sehr begrenzt auf
- Infolge von Infiltrationsüberschuss Entstehung von Hortonschem Oberflächenabfluss (HOF)
- HOF-dominierte Hochwasserereignisse werden in LARSIM über schnellen Direktabfluss abgebildet
- Erweiterung des Bodenmoduls um ein dynamisches Infiltrationsmodul
- Der Niederschlag und das Infiltrationsmodul regeln das zur Verfügung stehende Volumen
- Hohe Sensitivität und Unsicherheit des Radar-Niederschlag-Inputs
 - Verbesserung der Güte von N-Daten wichtig → Vortrag Ulla Schlenk



Hintergrund und Ziele

Hintergrund:

- Parameter EQD2 regelt die Abflusskonzentration und damit den HW-Scheitel (nicht das Volumen)
- Insgesamt gibt es nur wenige Ereignisse, bei denen der schnelle Direktabfluss wirksam ist
- Kalibrierung von EQD2 schwierig
- → Daher: genaue Analyse von EQD2 für klar HOF-dominierte Starkregen-Ereignisse



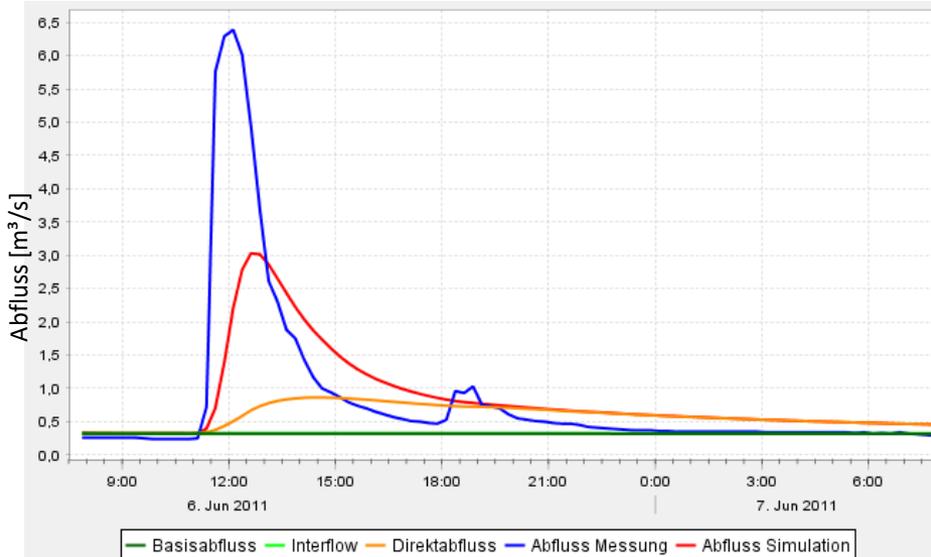
Ziele:

- Verlässliche Ermittlung von EQD2 für Ereignisse, die durch schnellen Direktabfluss dominiert sind
- Analyse von EQD2- und RK_{QD2} -Werten hinsichtlich Zusammenhängen mit EZG-Charakteristika
- Empfehlungen zum Umgang mit EQD2 bei der Kalibrierung von Modellen, die auch für Starkregen verwendet werden sollen

Vorgehen

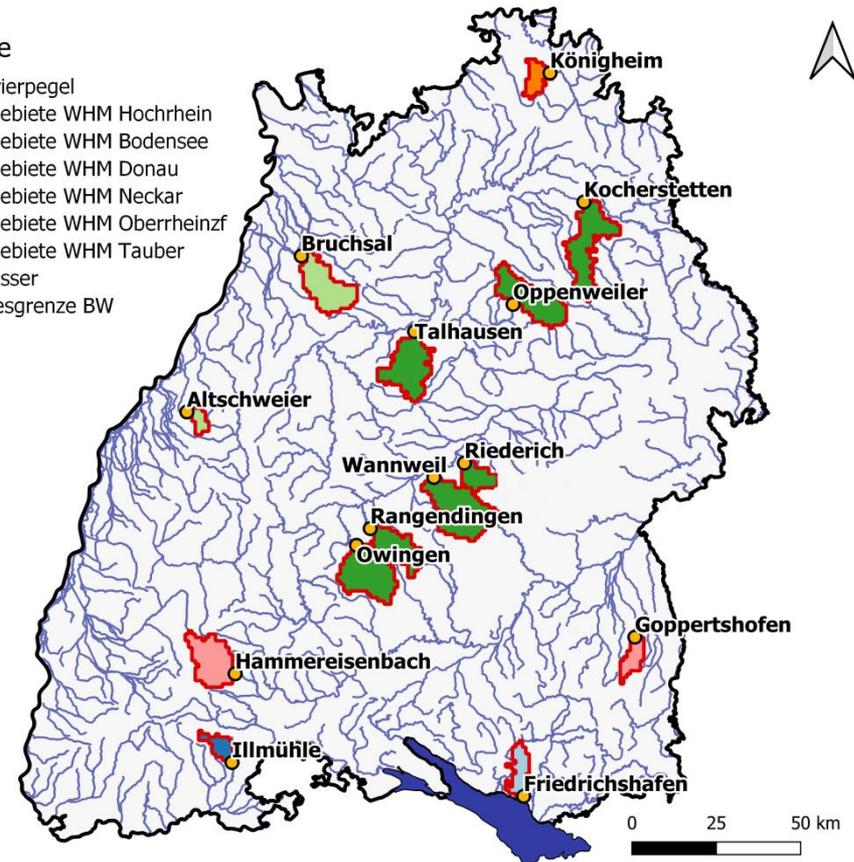
- Auswahl von HOF-dominierten Ereignissen
- Auch Auswahl von Pegeln mit mehr als einem Ereignis
- Auswahl von insgesamt 14 Pegeln und 16 Ereignissen

Pegel Königheim/Brembach



Legende

- Kalibrierpegel
- Testgebiete WHM Hochrhein
- Testgebiete WHM Bodensee
- Testgebiete WHM Donau
- Testgebiete WHM Neckar
- Testgebiete WHM Oberrheinzf
- Testgebiete WHM Tauber
- Gewässer
- ▭ Landesgrenze BW



Vorgehen

$$Qa_{QD2}(t) = \frac{V_{QD2}(t)}{RK_{QD2}}$$

Mit: $Qa_{QD2}(t)$ [m³/s]: Abfluss aus dem Gebietsspeicher für schnellen Direktabfluss
 $V_{QD2}(t)$ [m³]: Füllung des Gebietsspeichers für schnellen Direktabfluss
 RK_{QD2} [s]: Rückhaltekonstante des Gebietsspeichers für schnellen Direktabfluss

$$T_{ind} = u_F \cdot \left(0,868 \cdot \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

Mit: T_{ind} [s]: Index für die Fließzeit im Teilgebiet
 u_F [s/h]: Umrechnungsfaktor Stunde in Sekunde (=3600 s/h)
 L [km]: mittlere Länge der Abflusskonzentrationsstrecke im Teilgebiet (TAL)
 ΔH [m]: mittlere Höhendifferenz für die Abflusskonzentration im Teilgebiet (HOT-HUT)

$$RK_{QD2} = EQD2 \cdot T_{ind}$$

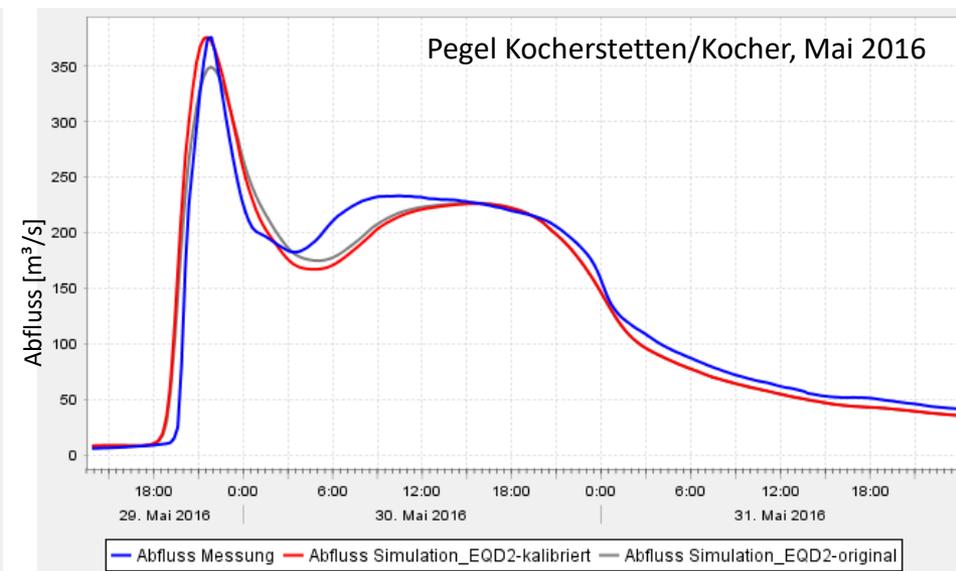
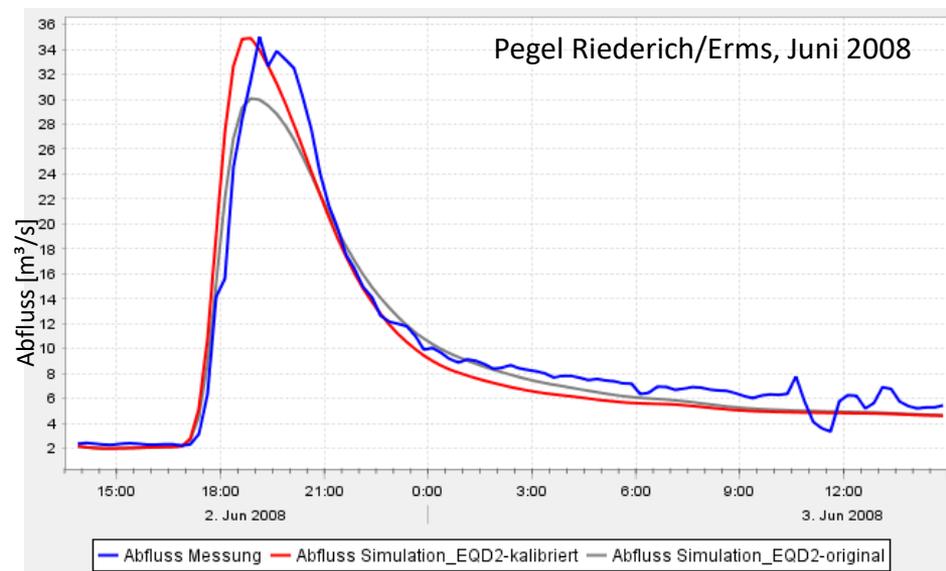
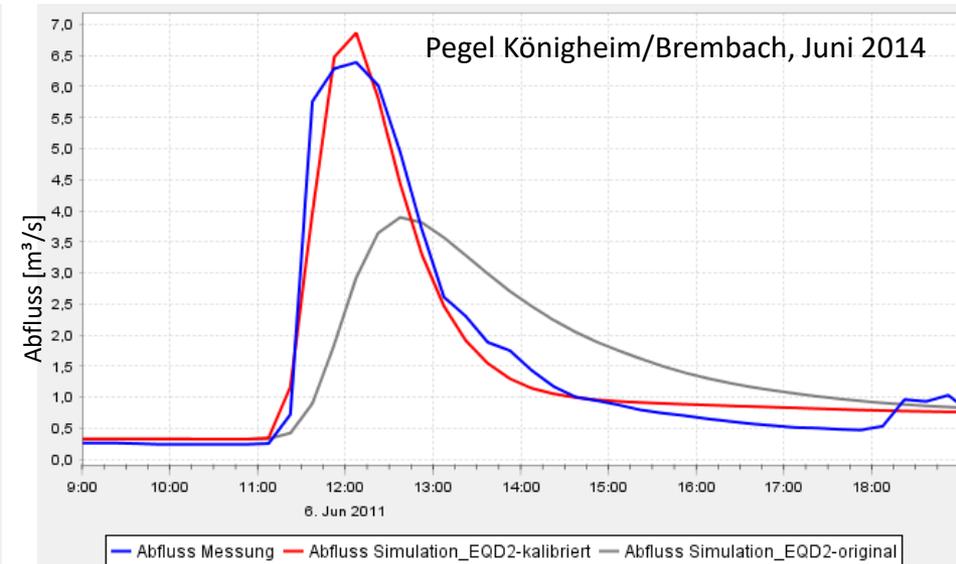
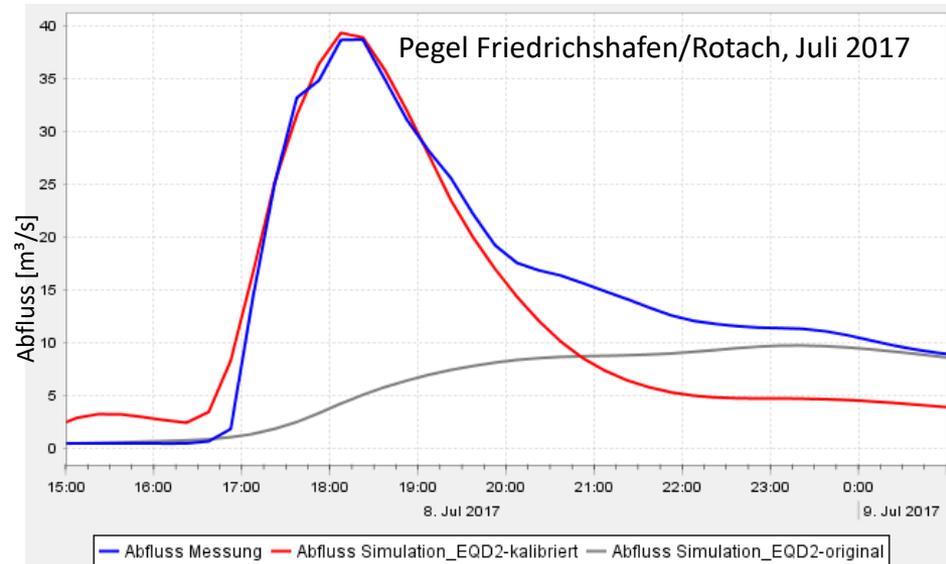
Mit: $EQD2$ [-]: Kalibrierungsparameter für die Rückhaltekonstante des schnellen Direktabflusses

Vorgehen

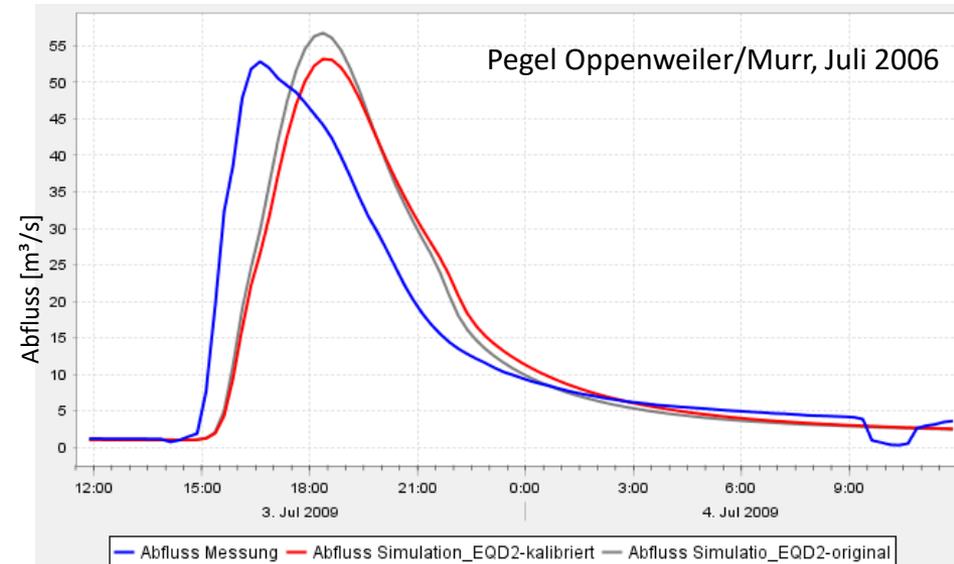
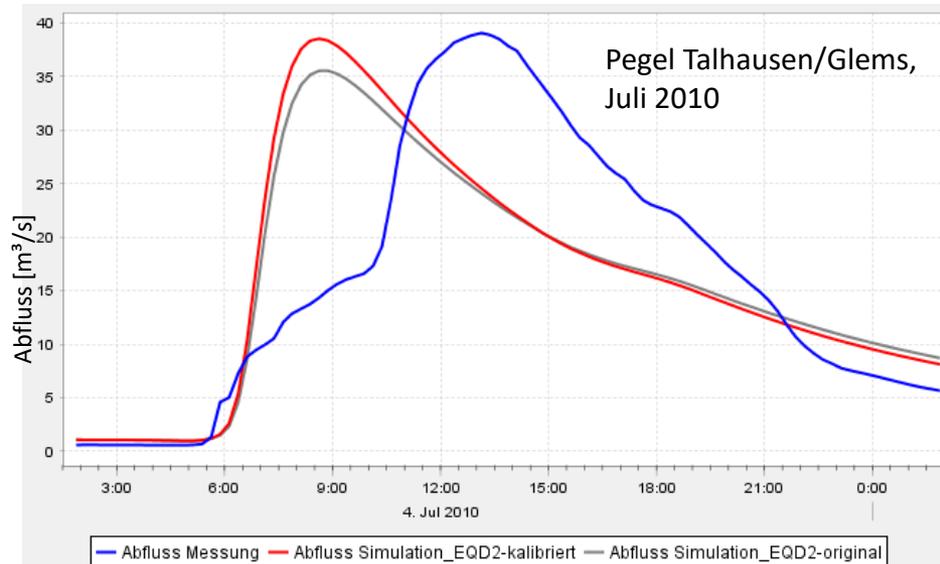
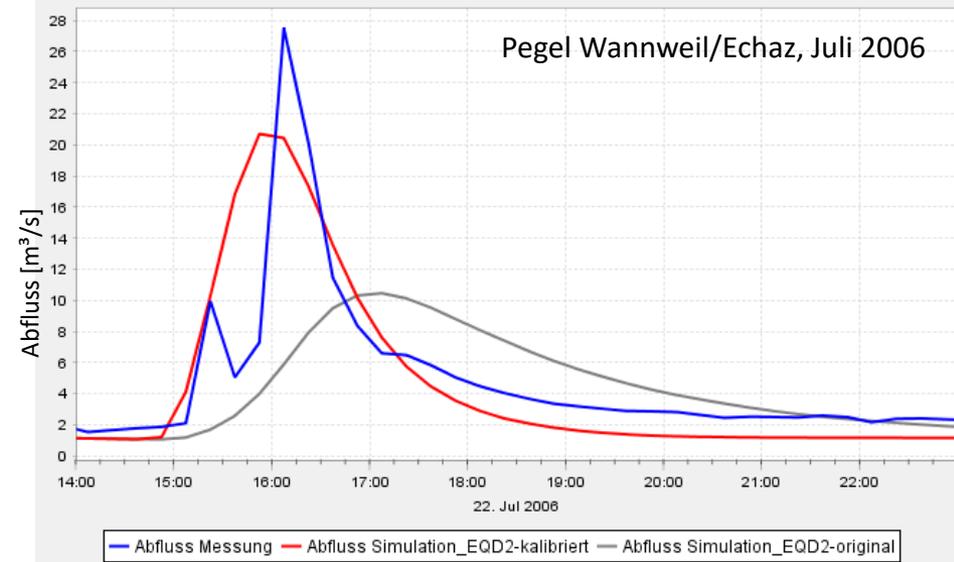
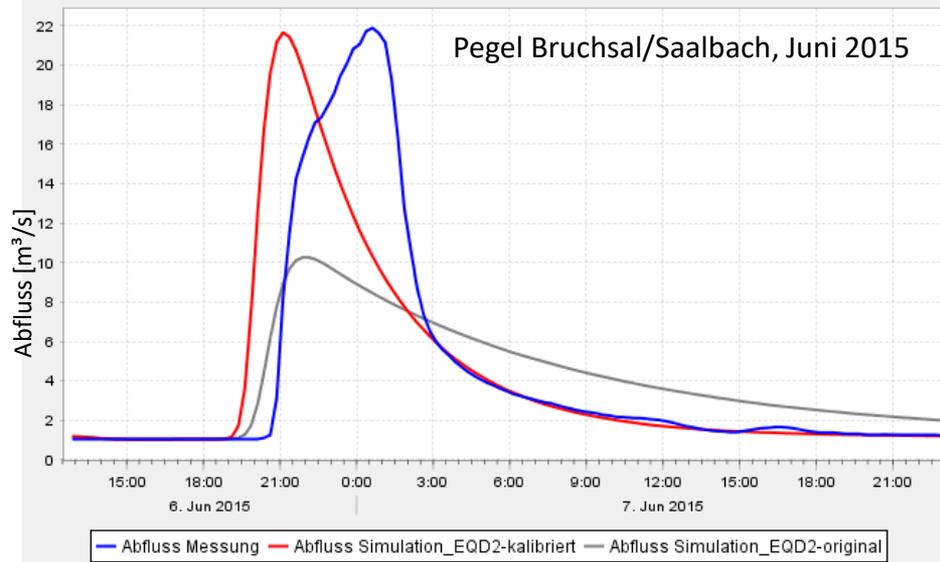
- Verwendung der Wasserdargebotsnachführung in LARSIM, um Fehler im Volumen auszublenden
- Kalibrierung nur von EQD2
- Einheitliches EQD2 an Pegeln mit mehr als einem Ereignis

- Berechnung und Analyse des RK_{QD2}
- Analyse des Zusammenhangs zwischen EQD2 und/oder RK_{QD2} mit Gebietscharakteristika

Ergebnisse

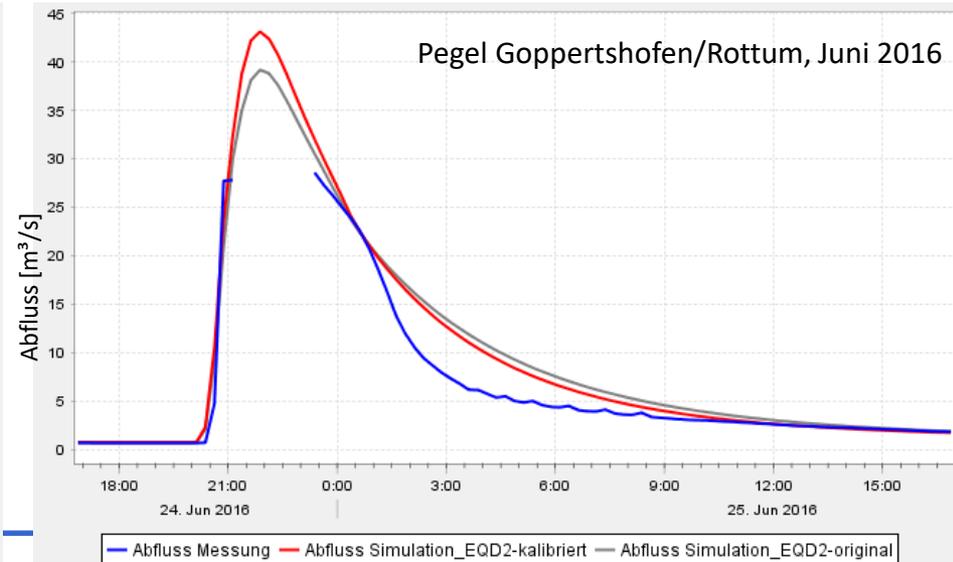
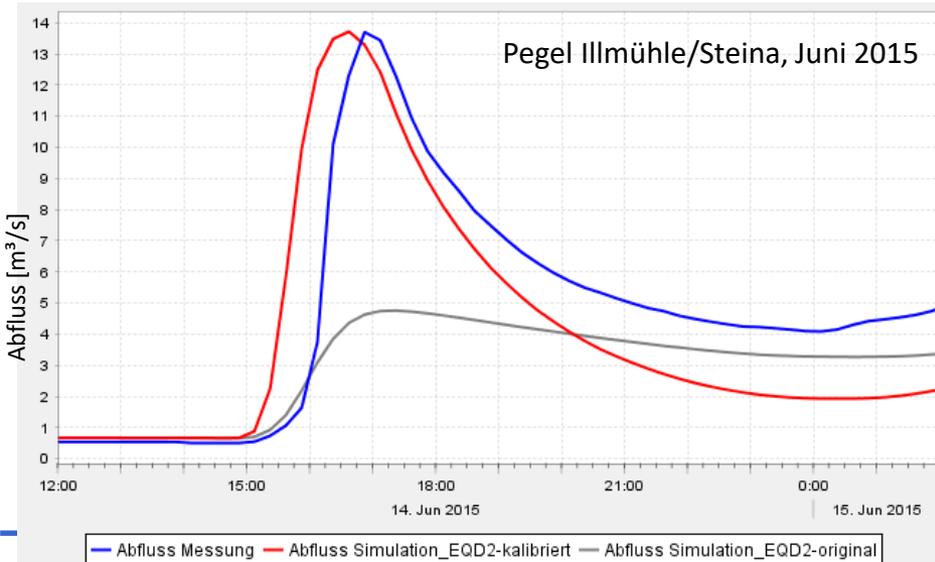
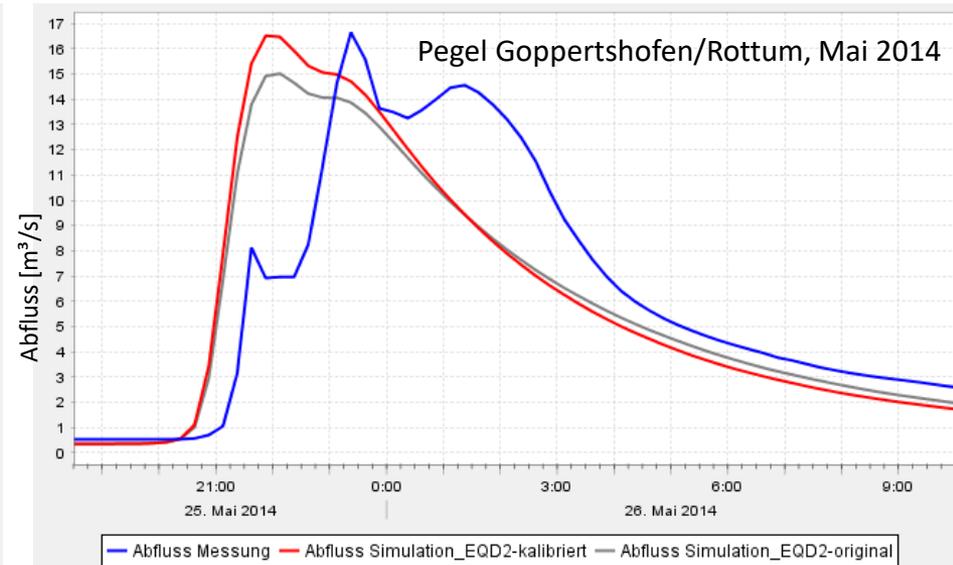
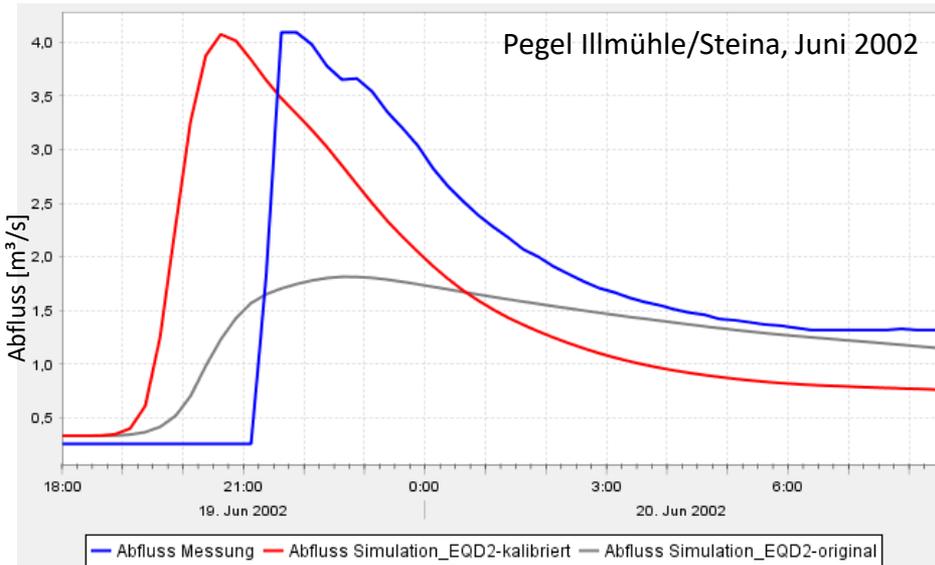


Ergebnisse



Ergebnisse

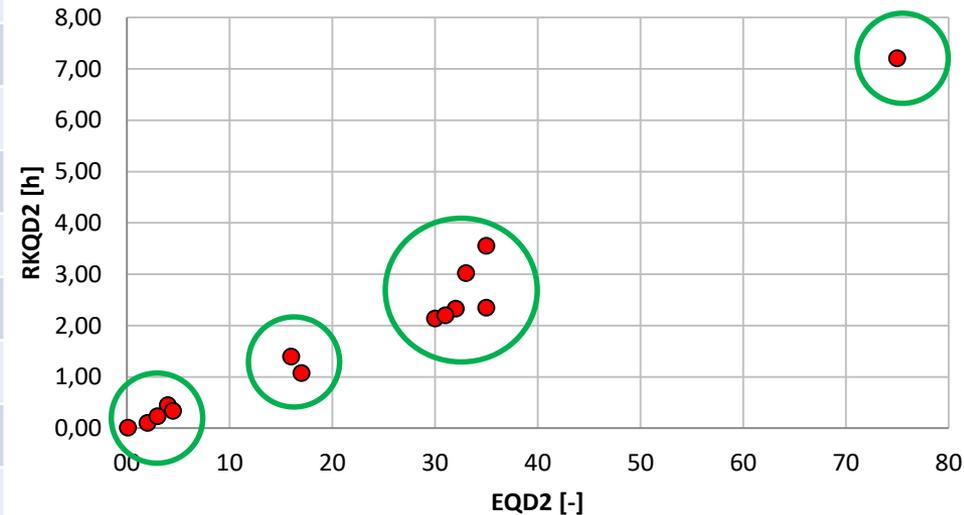
Zwei Ereignisse an einem Pegel mit jeweils einheitlichem EQD2



Ergebnisse

Pegel	Gewässer	EQD2_ original	EQD2_ kalibriert
Friedrichshafen	Rotach	100.0	4.0
Illmühle	Steina	150.0	30.0
Altschweier	Bühlöt	50.0	2.0
Bruchsal	Saalbach	100.0	33.0
Königheim	Brehmbach	20.0	3.0
Goppertshofen	Rottum	40.0	35.0
Hammereisenbach	Breg	130.0	17.0
Owingen	Eyach	60.0	4.5
Rangendingen	Starzel	70.0	32.0
Wannweil	Echaz	20.0	0.1
Riederich	Erms	40.0	31.0
Talhausen	Glems	85.0	75.0
Oppenweiler	Murr	30.0	35.0
Kocherstetten	Kocher	20.0	16.0

Verteilung der ermittelten EQD2- und RKQD2-Werte



- Einfluss von T_{ind} (Kirpich) relativ klein
- 4 Gruppen \rightarrow 6 Pegel in einem Bereich von EQD2 = 30

Ergebnisse

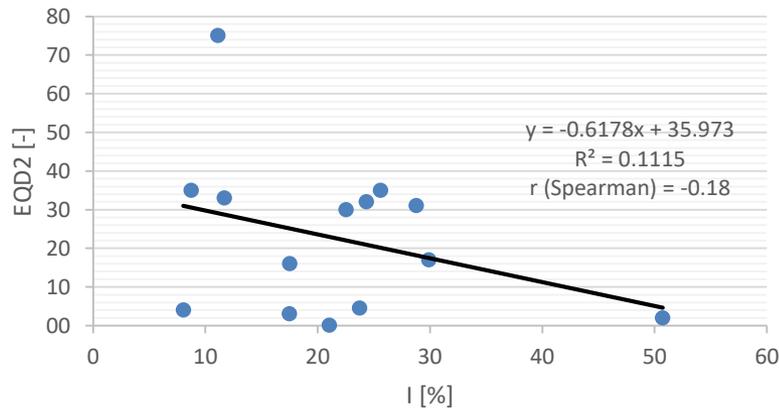
■ Korrelation von EQD2 bzw. RK_{QD2} mit Gebietscharakteristika:

- PKB-Größe
- PKB-Form
- Relief, Gefälle
- Geologie
- Landnutzung

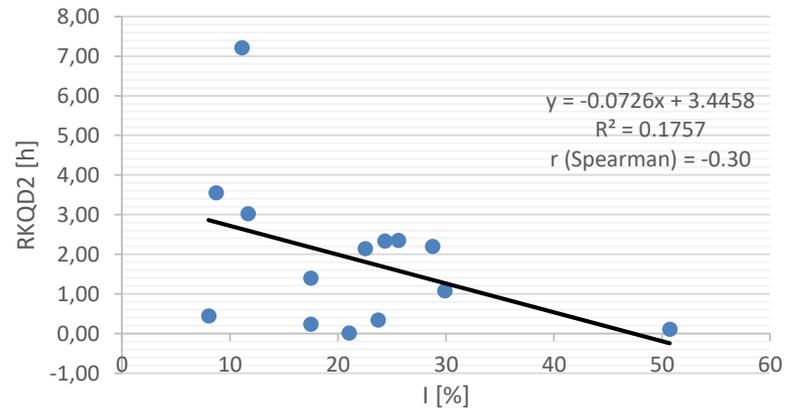
Variable	EQD2	RKQD2
PKB-Größe	0.015	0.017
Gefälle	0.11	0.18
Siedlungsfläche	0.047	0.089
Waldfläche	0.012	0.055
Wiesenfläche	0.001	0.001
Ackerfläche	0.017	0.058

→ Es gibt keinen Zusammenhang!

Zusammenhang zwischen I und EQD2



Zusammenhang zwischen I und RKQD2

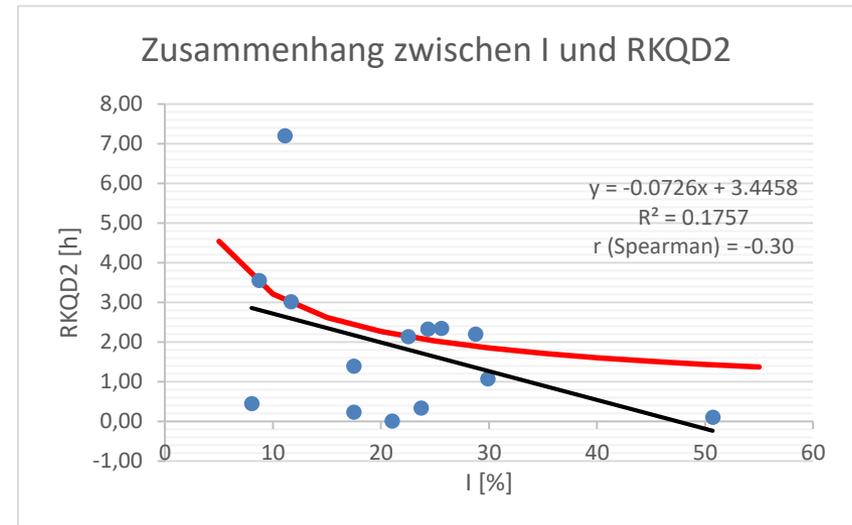
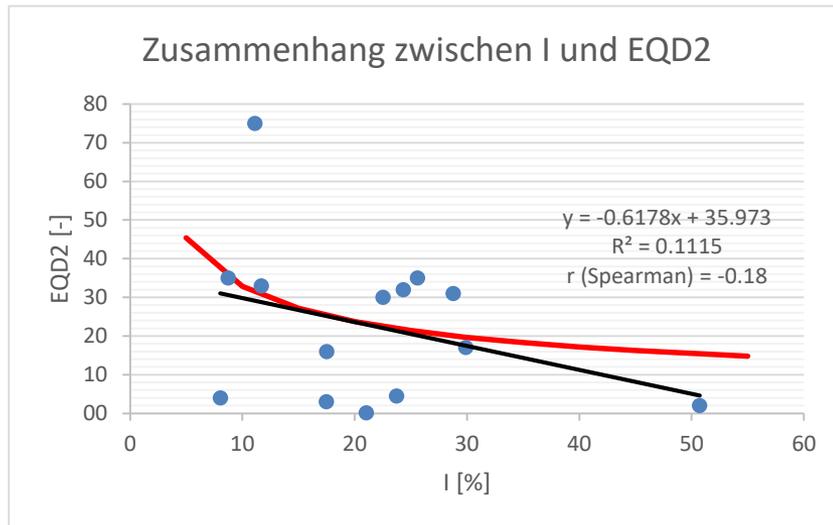


Ergebnisse

- Test des in der Literatur verwendeten Ansatzes der Form:

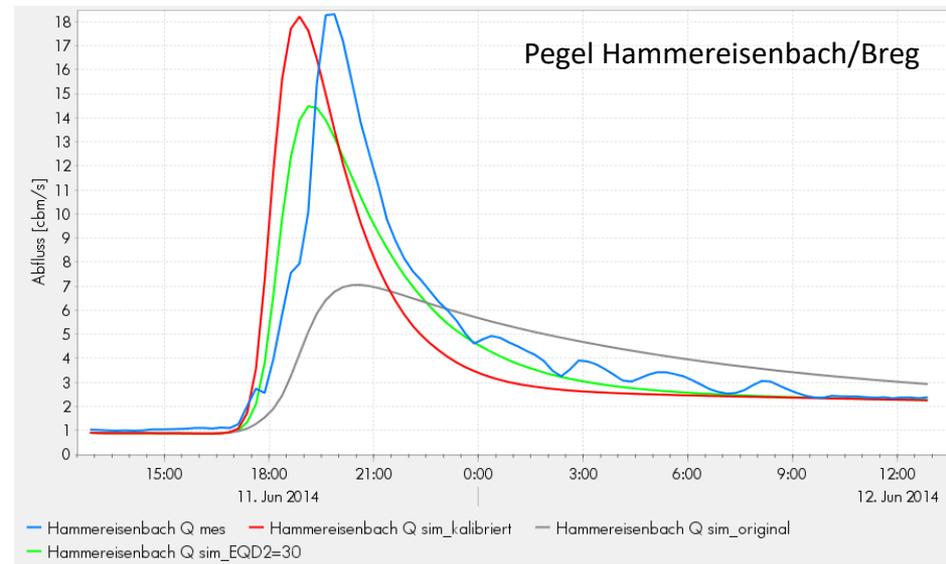
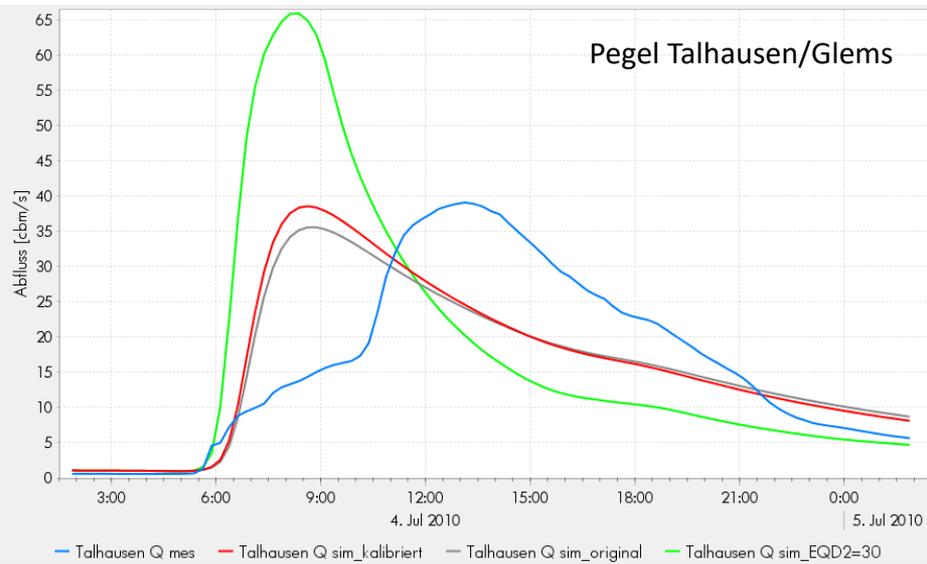
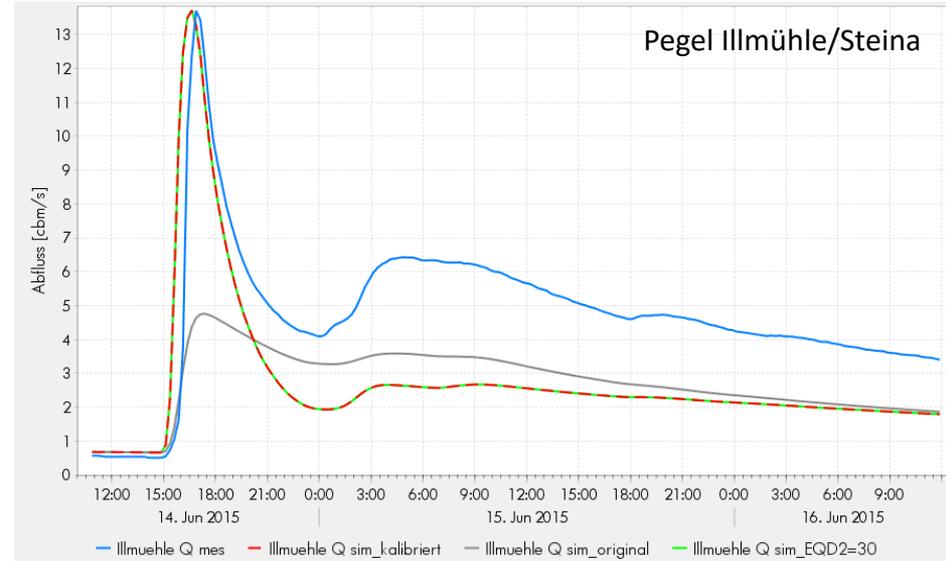
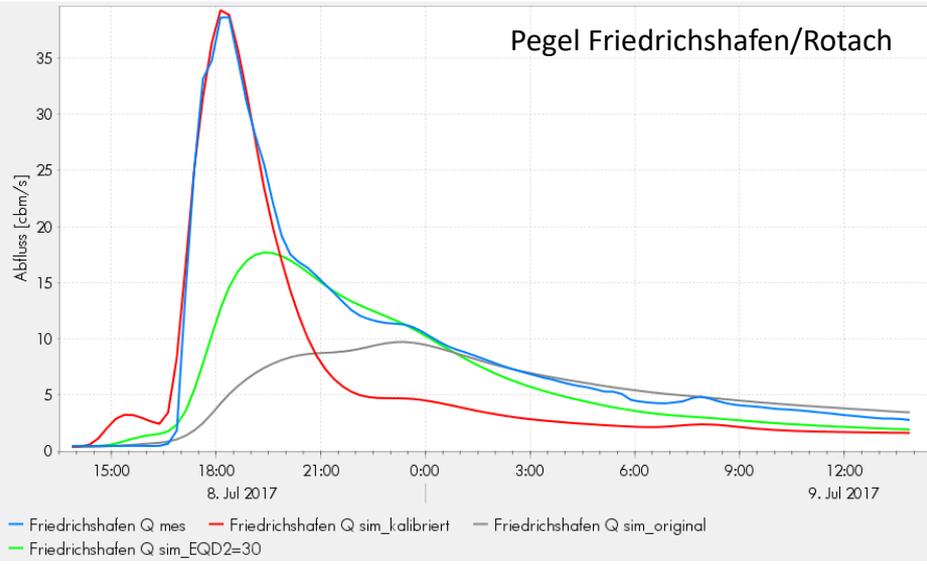
$$T = a \cdot L^b \cdot I^c$$

Mit: T [s]: Konzentrationszeit
L [km]: mittlere Länge der Abflusskonzentrationsstrecke im Teilgebiet (TAL)
I [%]: mittleres Gefälle im Teilgebiet
a, b, c: empirische Parameter



- Verwendung eines „neuen“ mittleren EQD2 für alle Pegel: EQD2 = 30

Ergebnisse



Folgerungen und Empfehlungen

- Abflussreaktion auf Starkregen kann mit LARSIM gut nachgebildet werden
 - EQD2 ist hierbei ein sehr wichtiger Parameter
- Nutzung des gewonnenen EQD2-Werts von 30 als Startwert für die Kalibrierung
 - Der Wert entspricht auch den Empfehlungen von Holle & Ludwig für EQD bei LARSIM-NA
- Eine Anpassung von EQD2 ist (nur dann) sinnvoll, wenn ein Ereignis vorliegt, für das eine Kalibrierung möglich ist

DANKE

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!