



Synthetische Niederschläge für die Schweiz: Herausforderungen und Entscheidungen

Dr. Lauren M. Cook

Taiqi Lian, Dr. Jörg Rieckermann

Abteilung Siedlungswasserwirtschaft (SWW), Eawag

15. Nov 2022

eawag
aquatic research ooo

Extreme Niederschläge treten immer häufiger auf

Der Niederschlag fällt schneller, als unsere Systeme ihn abtransportieren können



<https://www.radiolac.ch/culture/gros-travaux-a-lausanne-apres-la-pluie/>

Lausanne | 2018



https://www.cdt.ch/ticino/lugano/allagamenti-e-frane-nel-luganese-JE4464913?_sid=g4zlu1BR

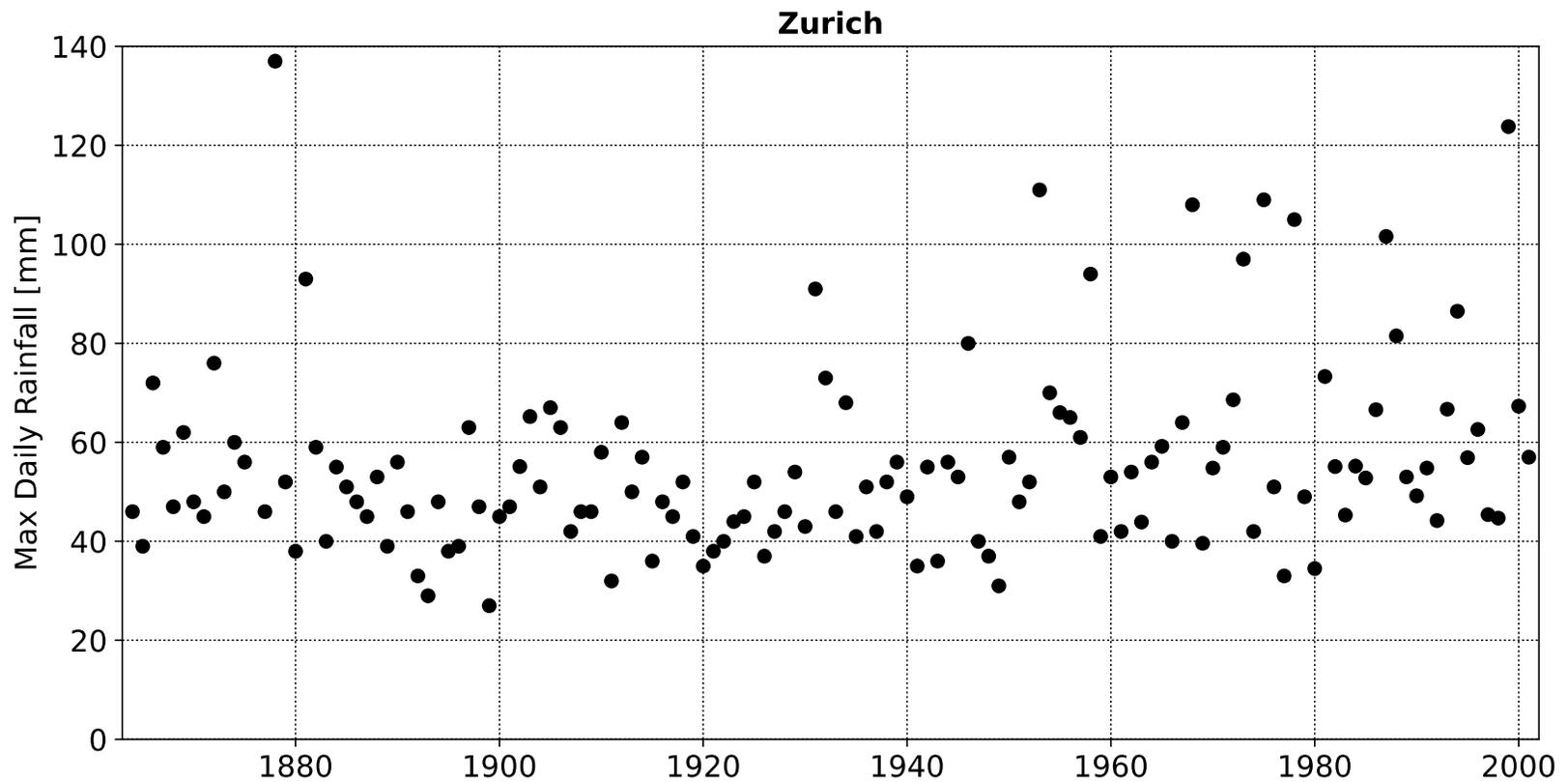
Lugano | 2021



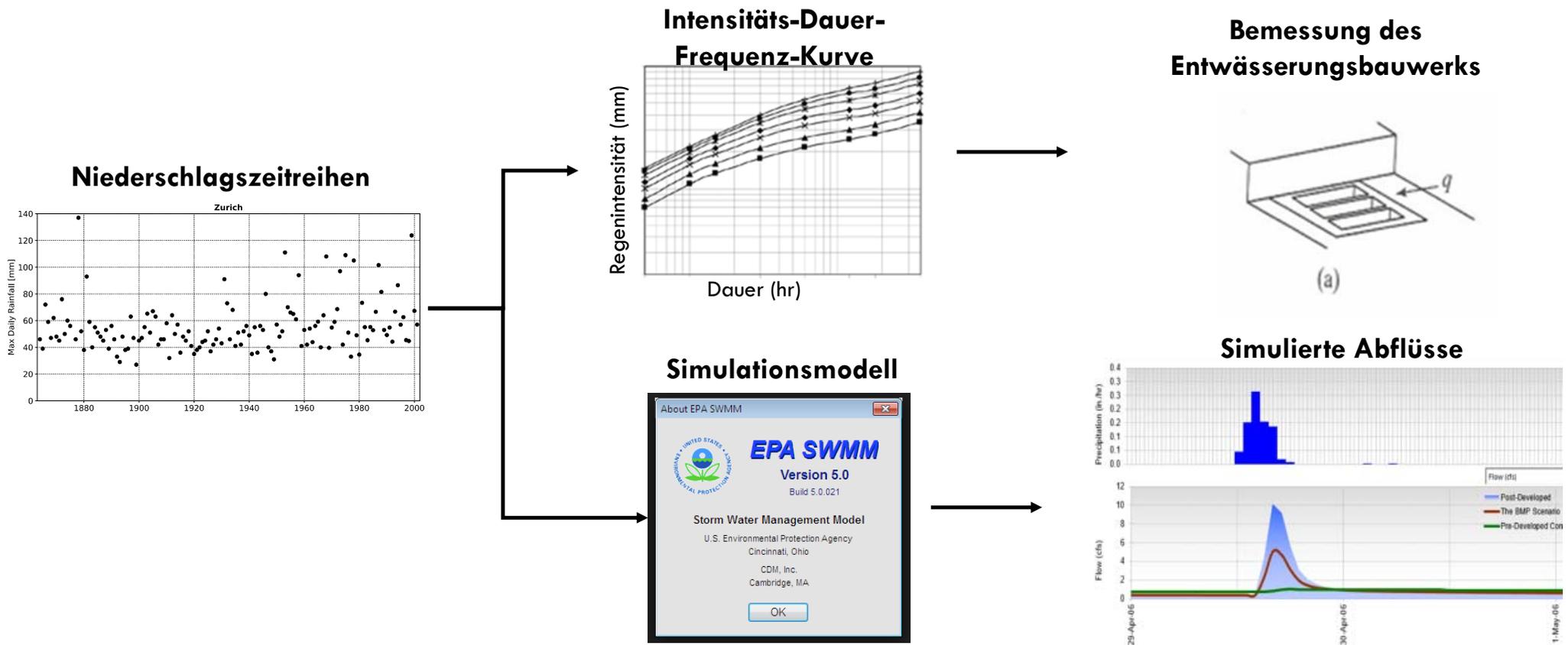
<https://www.bluewin.ch/de/news/schweiz/schwerer-hagelsturm-tritt-zuerich-grosse-schaeden-794758.html>

Luzern | 2021

Die Infrastruktur wurde anhand historischer Informationen entworfen



Niederschlagsdaten werden für die Planung der Infrastruktur und für Simulationsmodelle verwendet

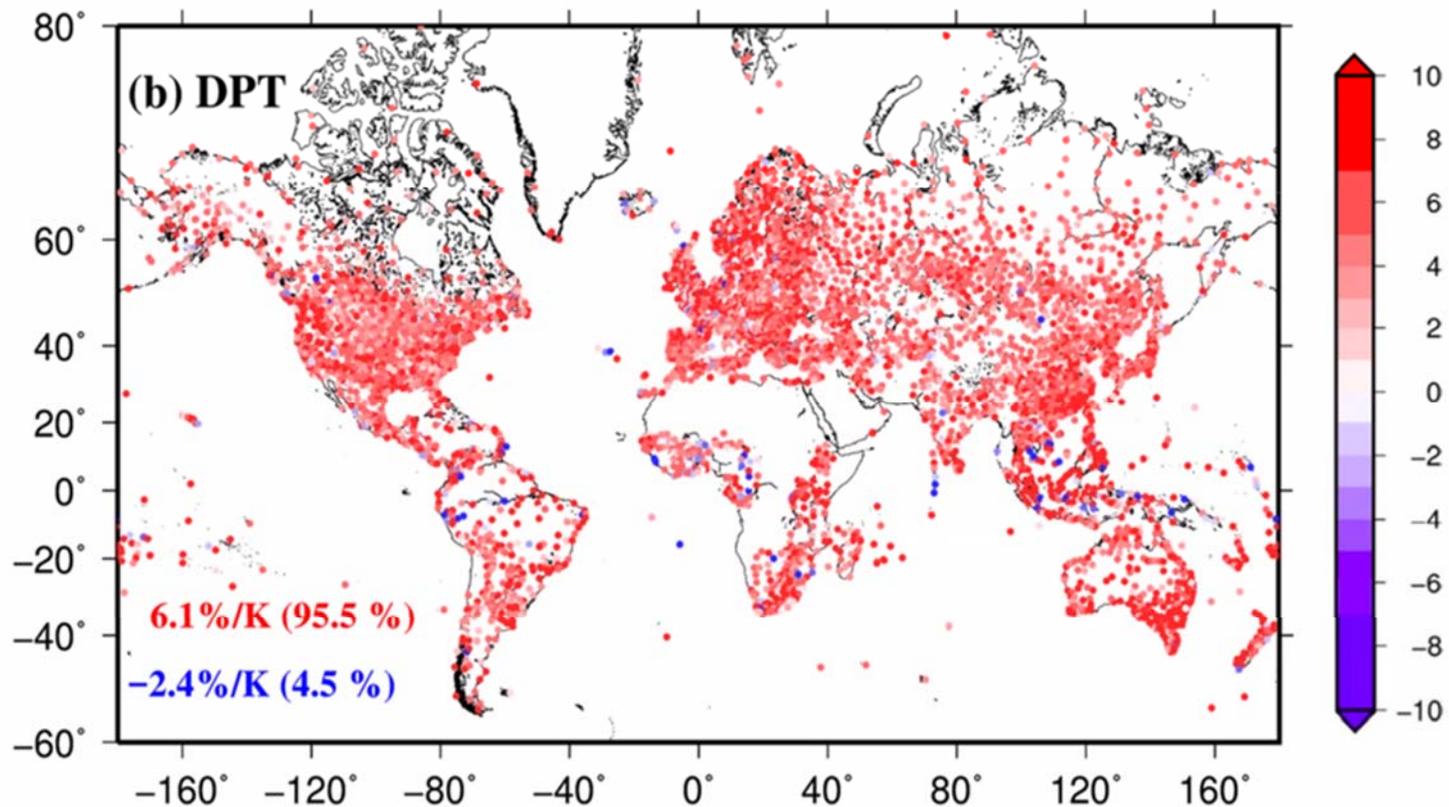


Die Zukunft sieht nicht mehr aus wie die Vergangenheit



SOURCE:
https://www.nationalgeographic.de/photography/2021/07/experts-fear-germanys-deadly-floods-are-a-glimpse-into-climate-future-1?image=ap_21195186453730

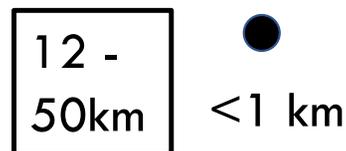
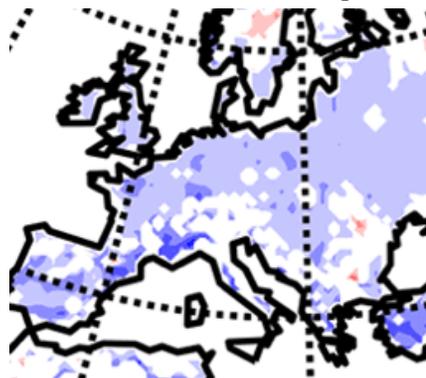
Eine wärmere Atmosphäre kann mehr Wasser enthalten mit dem Resultat von ~ 6-7% grösserer Niederschlagsmenge pro °C bei 24h-Extremen



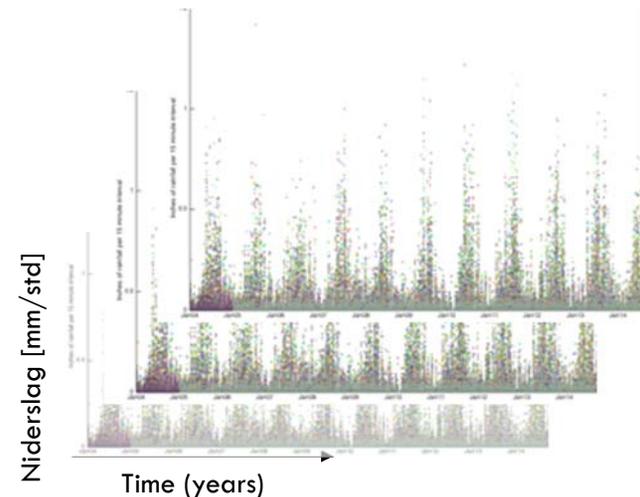
Ali, Fowler and Mishra (2018) GRL

Klimamodelle können zum Verständnis von Trends herangezogen werden, aber die Daten müssen angepasst werden

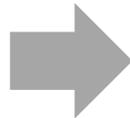
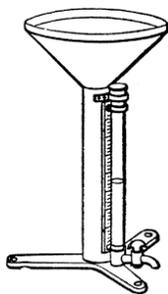
Klimamodell-Projektionen



Klimakorrigierte Zeitreihen



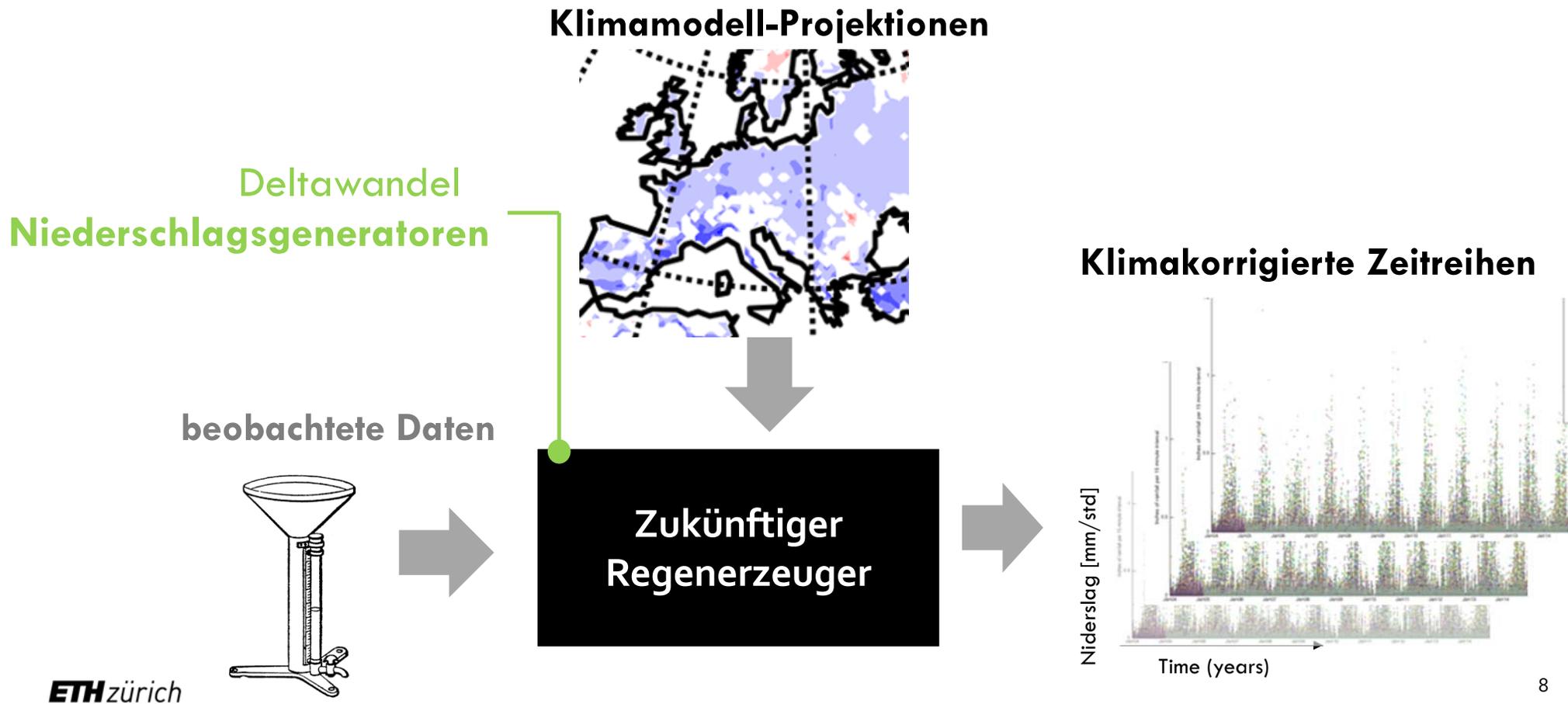
beobachtete Daten



Zukünftiger
Regenerzeuger



Zwei Hauptansätze für das Downscaling von Klimadaten



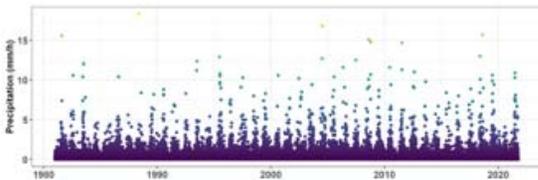
Die Probleme mit synthetischen Wettergeneratoren bleiben bestehen

Abweichung vom Mittelwert

Unterschätzung der Extremwerte

Instabilität der Parameter

Niederschlagszeitreihen



Niederschlagsgenerator



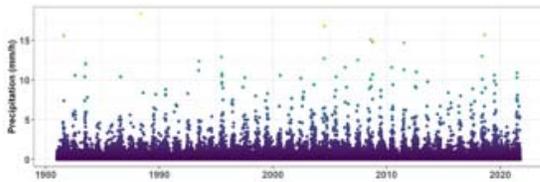
Gleichzeitig haben wir nicht getestet, wie sich diese Unterschiede auf die Niederschlags-Abfluss-Simulation auswirken

- Abweichung vom Mittelwert
- Unterschätzung der Extremwerte
- Instabilität der Parameter



Synthetische Abflüsse

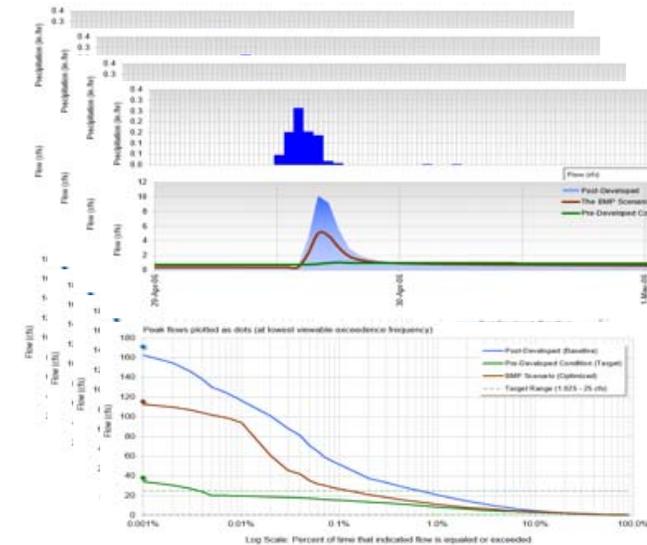
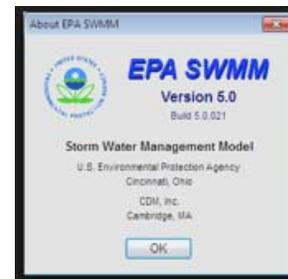
Niederschlagszeitreihen

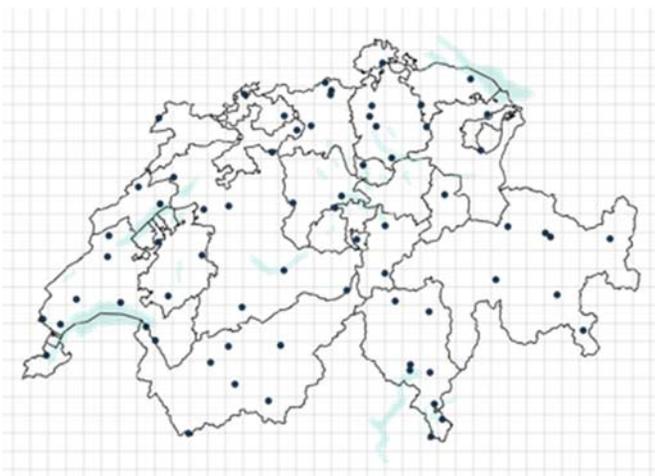


Niederschlagsgenerator



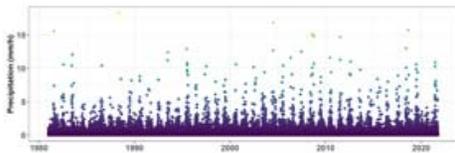
Simulationsmodell





Welchen Einfluss hat die Anpassung des **Niederschlagsgenerators** auf die Simulation des **Wasserabflusses** in der Schweiz?

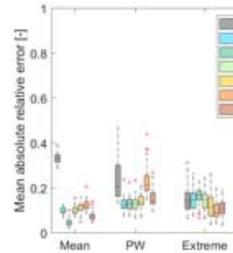
Niederschlagszeitreihen



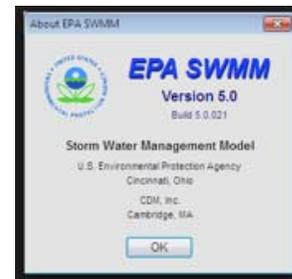
Niederschlags-
generator



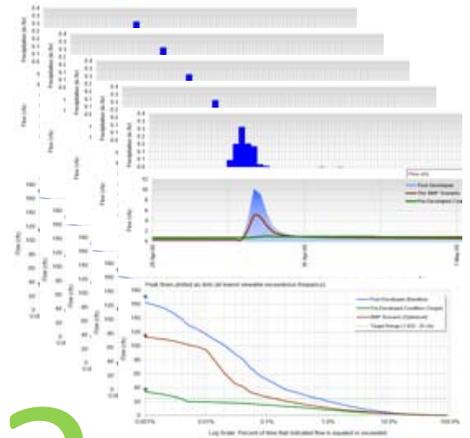
Statistische
Leistung



Simulationsmodell



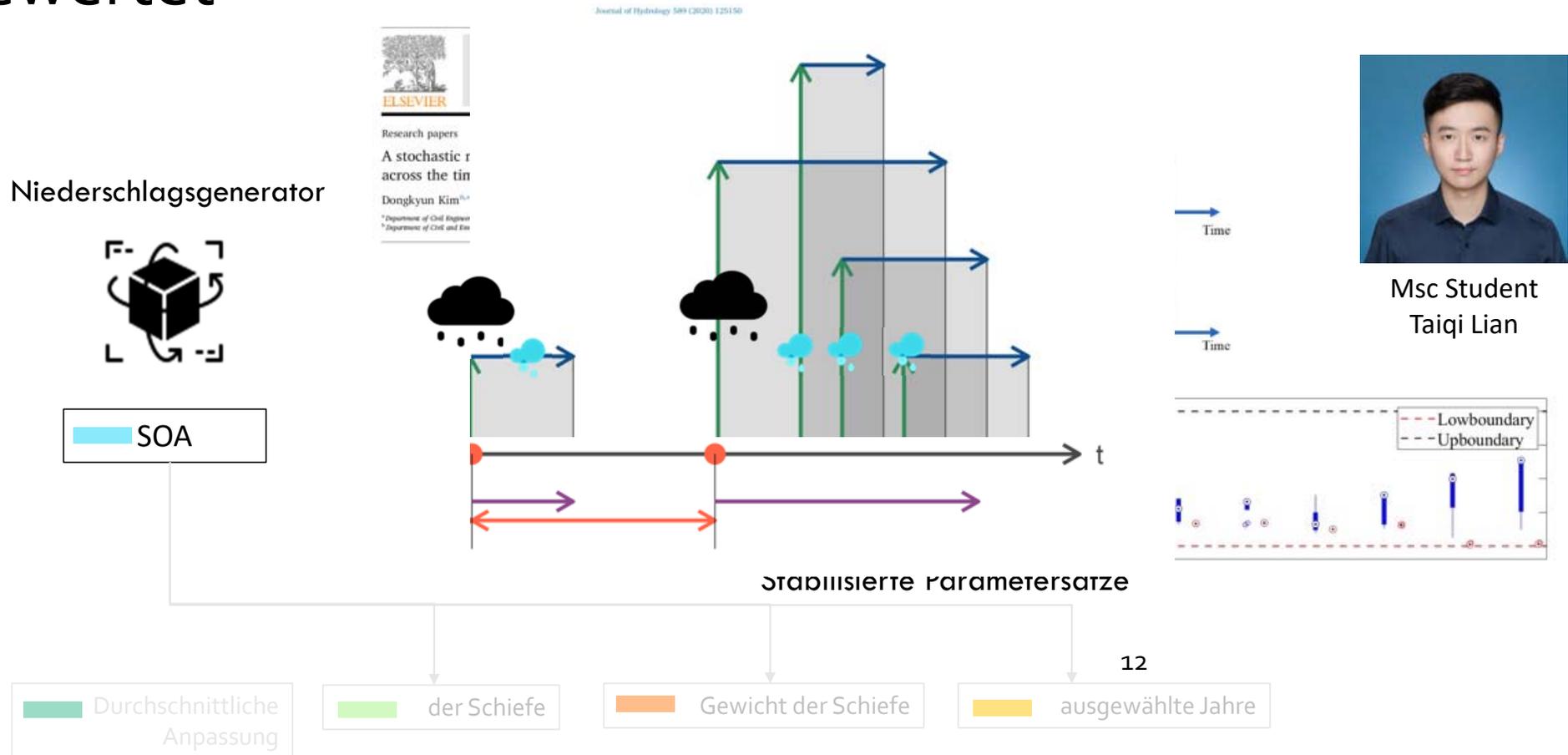
Synthetische Abflüsse



Durchschnittliche Anpassung

Extreme Werte

Wir haben mehrere verschiedene Tuning-Techniken bewertet



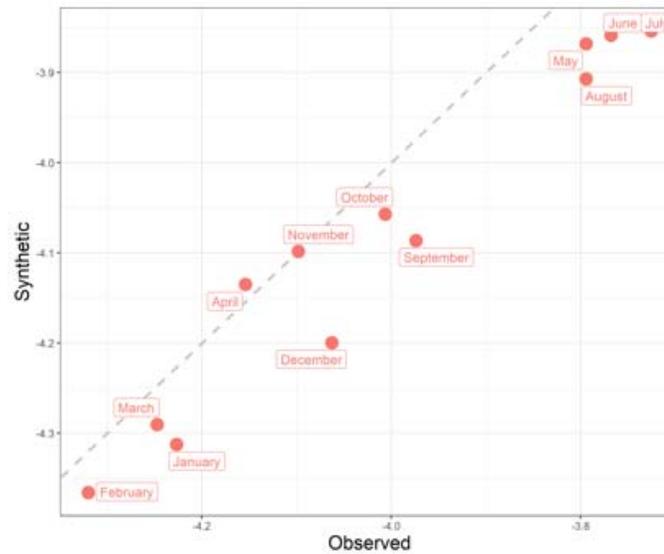
Msc Student
Taiqi Lian

Wir haben mehrere verschiedene Tuning-Techniken bewertet

Niederschlagsgenerator



SOA



Durchschnittliche Anpassung

der Schiefe

Gewicht der Schiefe

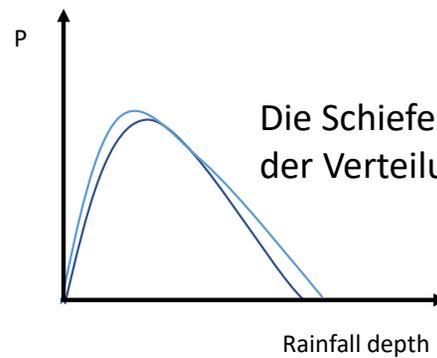
ausgewählte Jahre

Wir haben mehrere verschiedene Tuning-Techniken bewertet

Niederschlagsgenerator

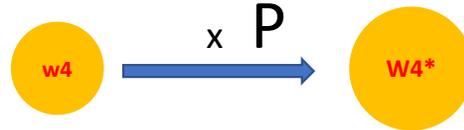


SOA

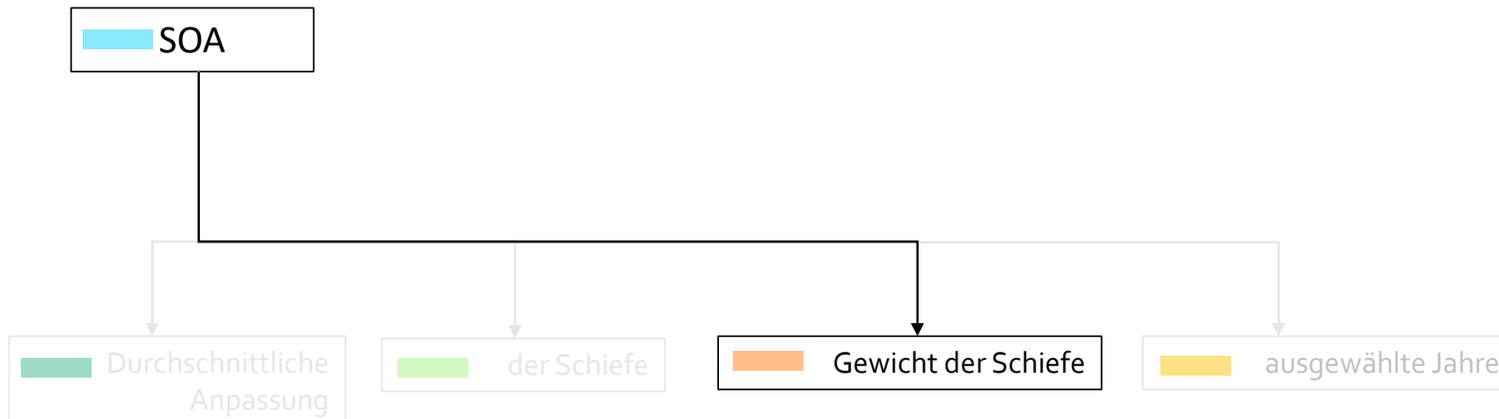


Wir haben mehrere verschiedene Tuning-Techniken bewertet

Niederschlagsgenerator



Die Gewichtung der Extremwerte bei der Kalibrierung anpassen



Wir haben mehrere verschiedene Tuning-Techniken bewertet

Niederschlagsgenerator



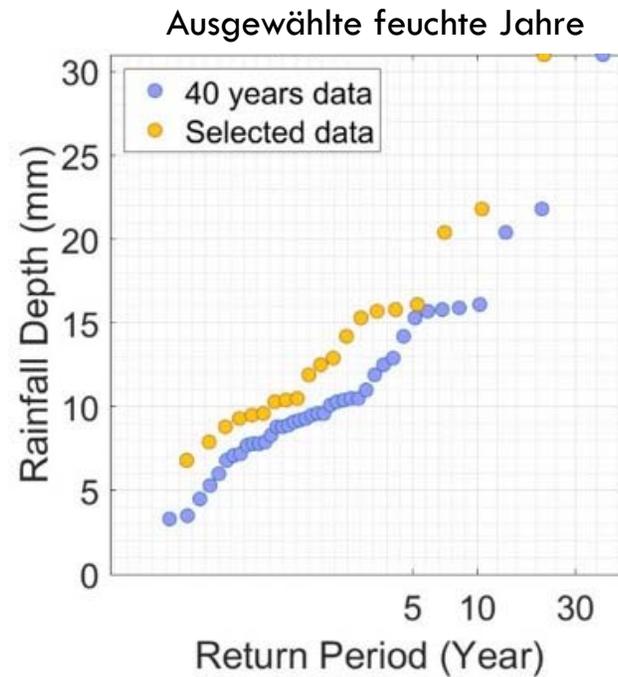
SOA

Durchschnittliche Anpassung

der Schiefe

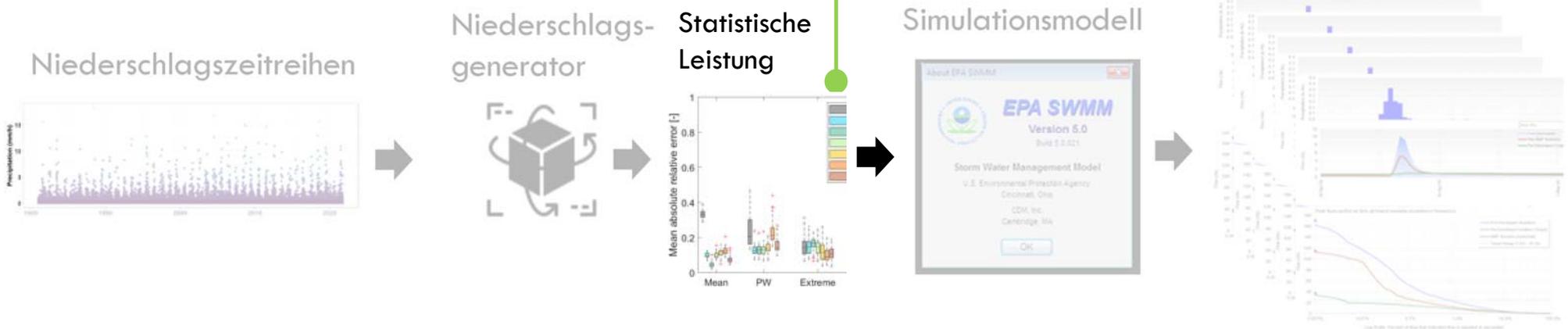
Gewicht der Schiefe

ausgewählte Jahre

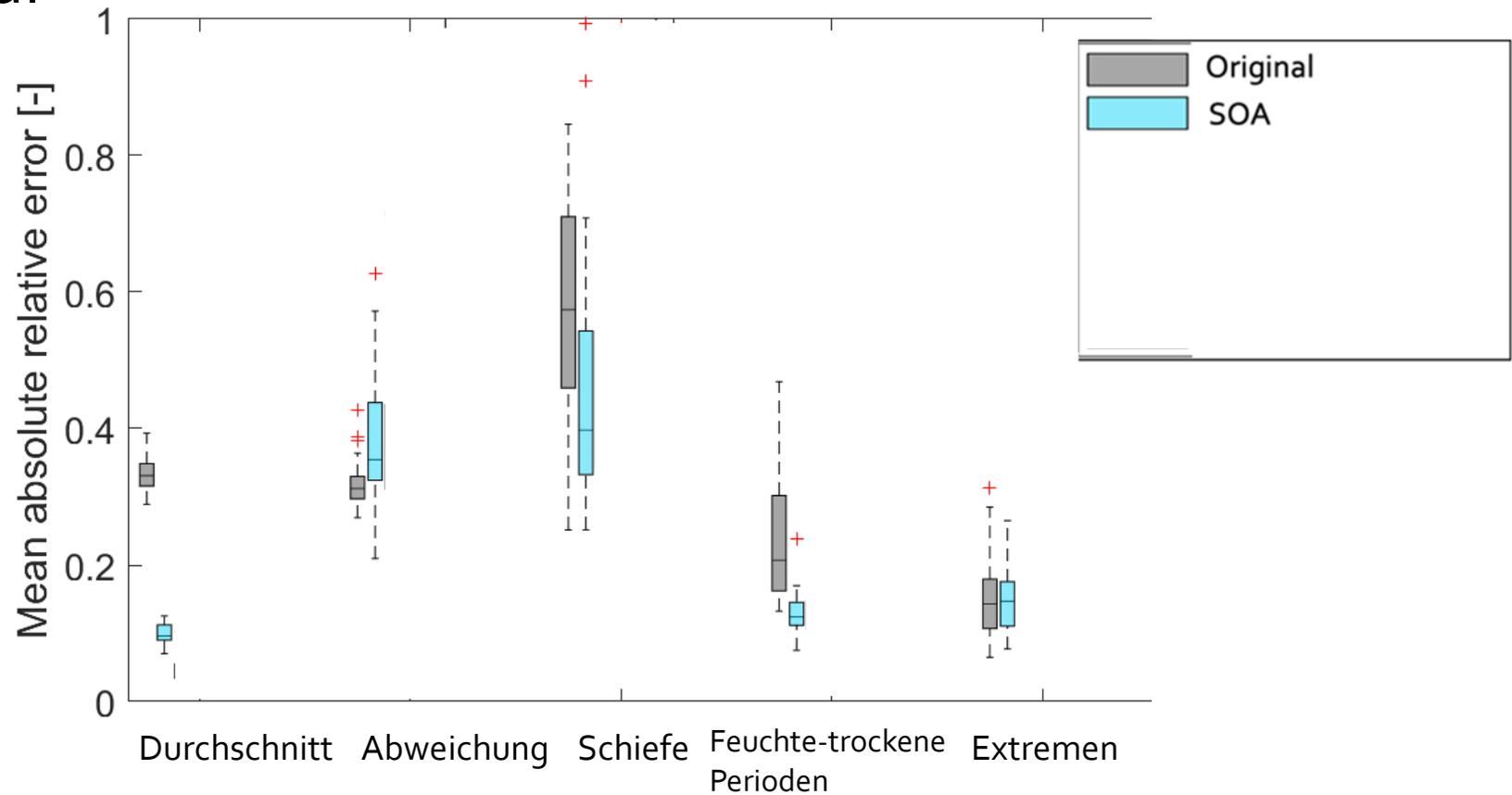


Können die Generatoren die beobachtete Niederschlagsstastik reproduzieren?

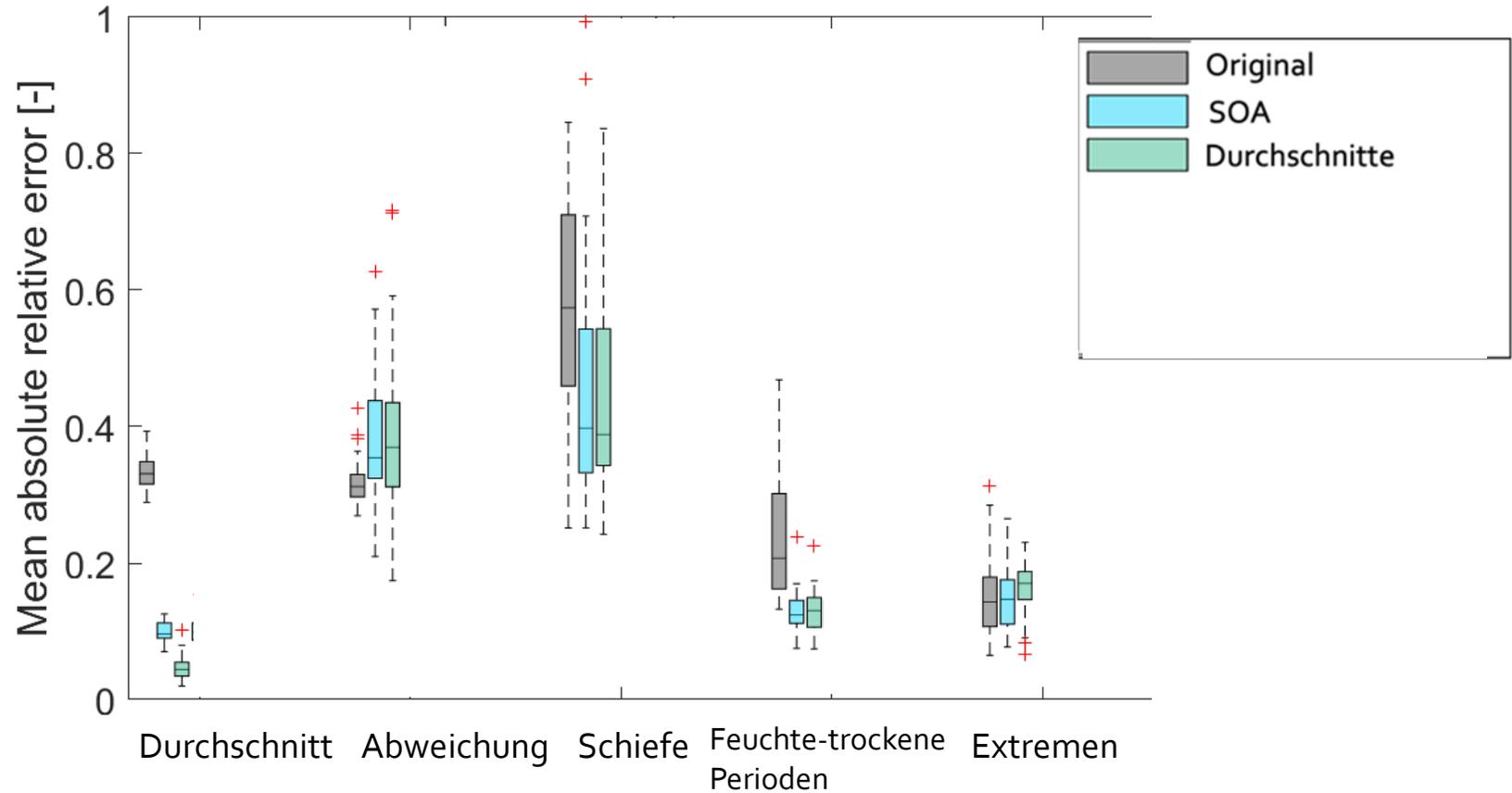
Durchschnitt
Schiefe
Feuchte trockene Perioden
Extreme Werte



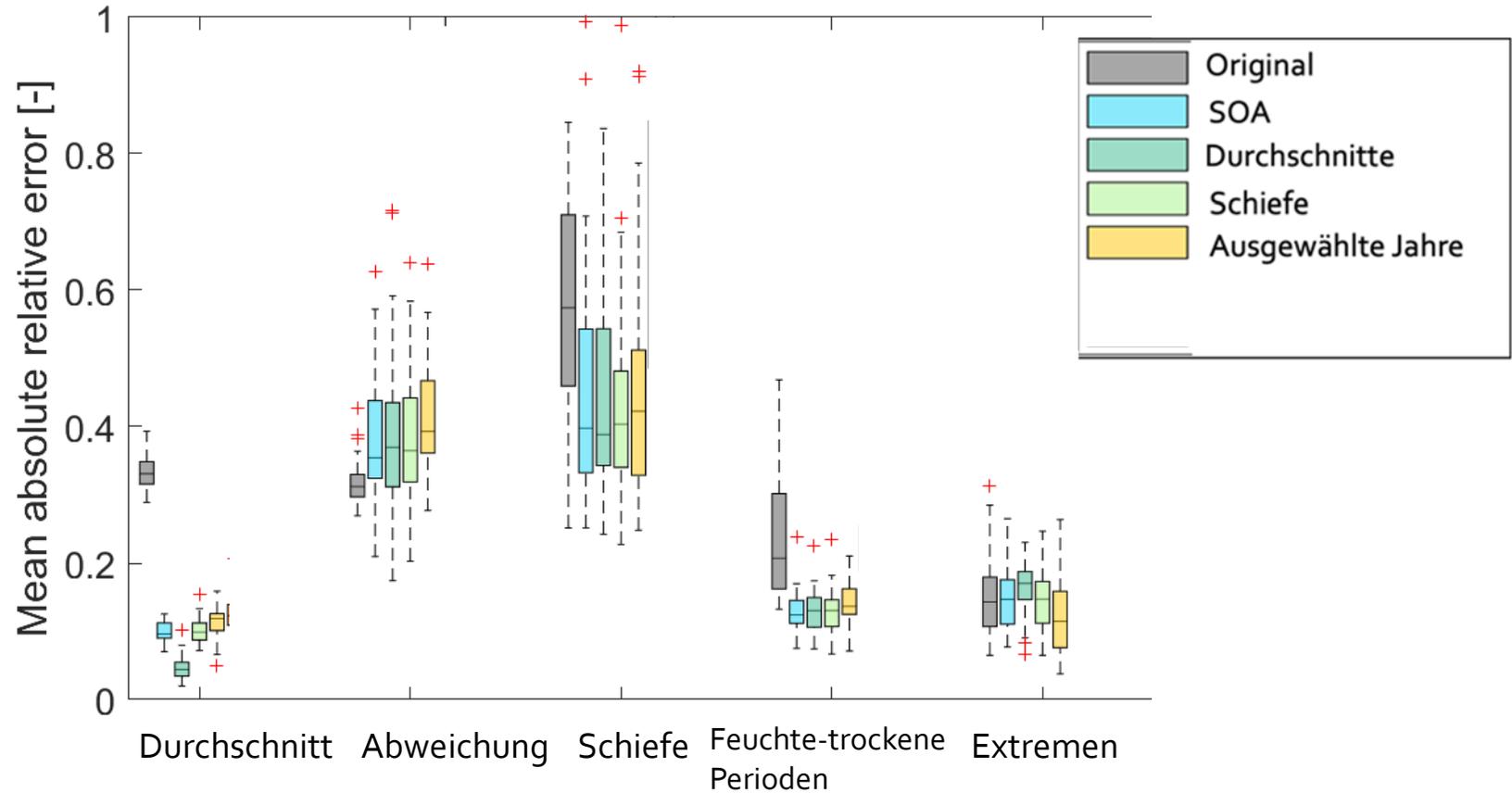
SOA-Generator verbessert die Leistung im Vergleich zum Original



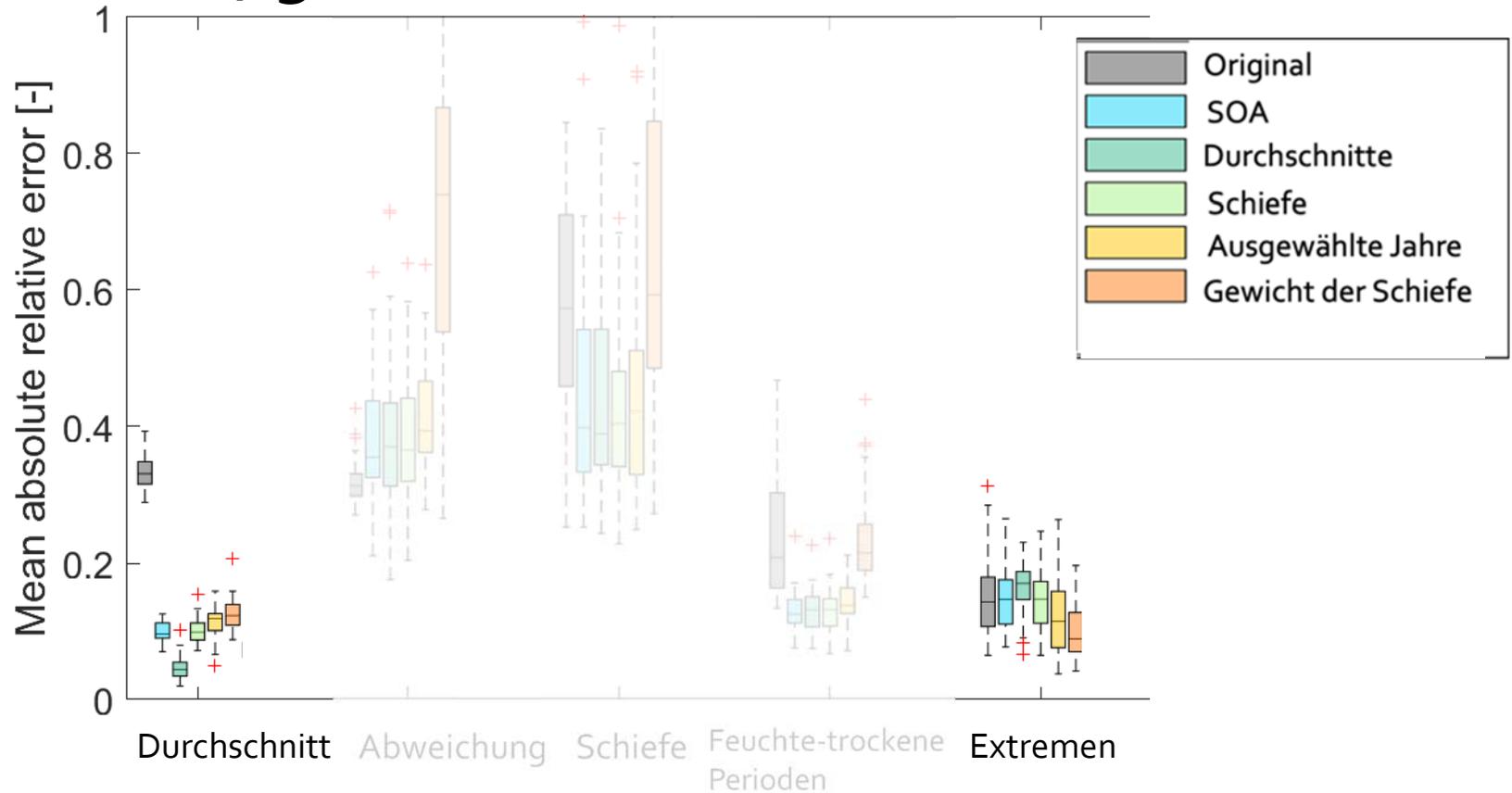
Die Mittelwertkorrektur verbessert den mittleren Fehler...



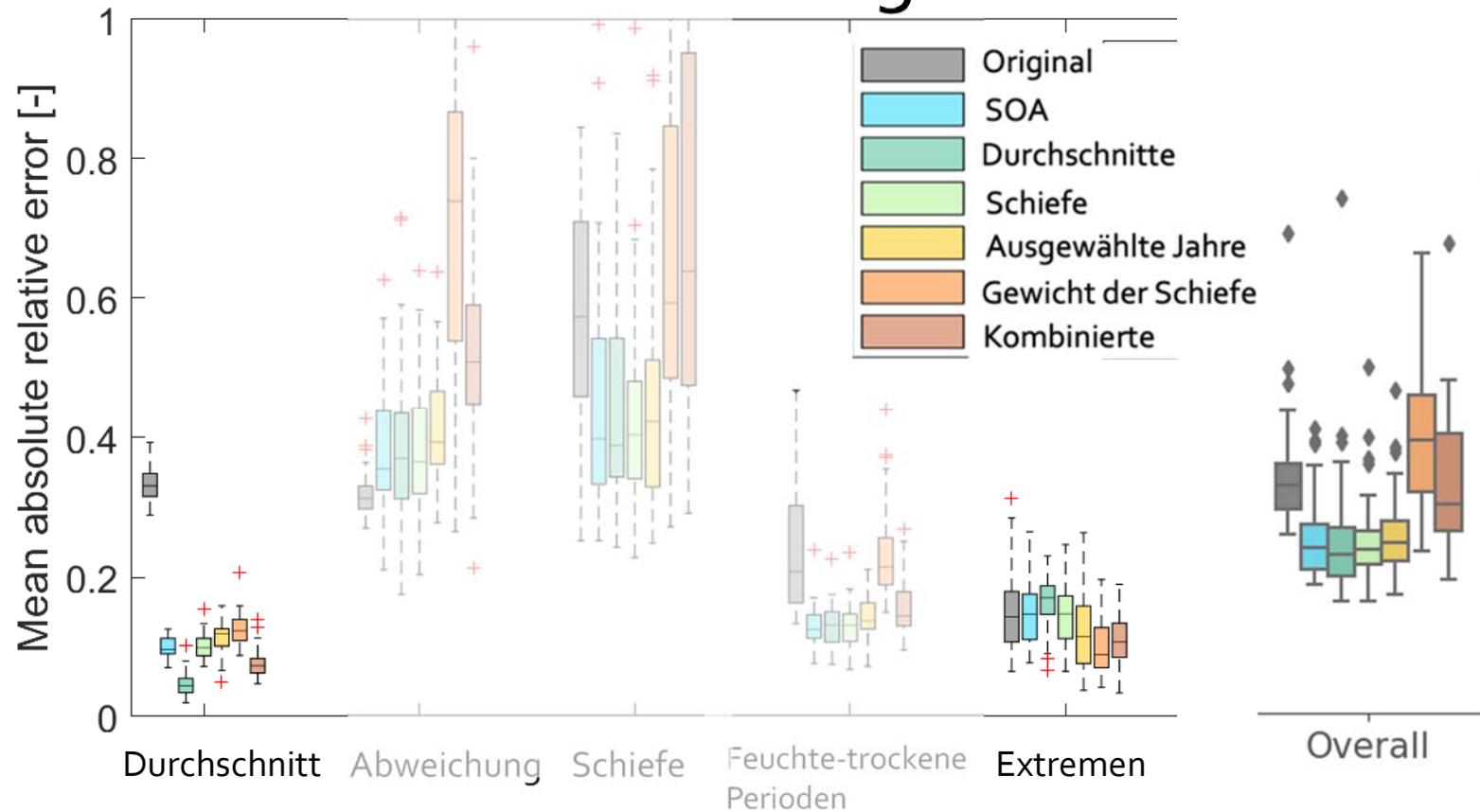
Ausgewählte Jahre verbessern den Fehler bei den Extremwerten



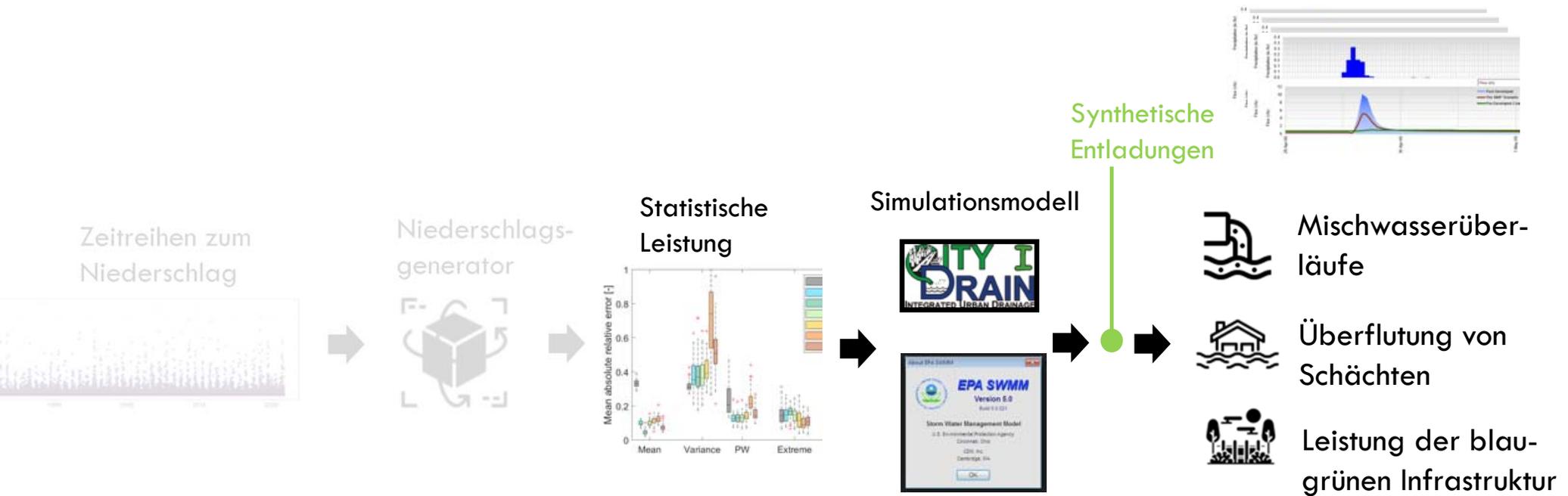
Das Gewichten der Schiefe verbessert die Extremwerte, geht aber zu Lasten anderer Statistiken



Die Kombination der Ergebnisse von zwei Generatoren könnte eine Lösung sein



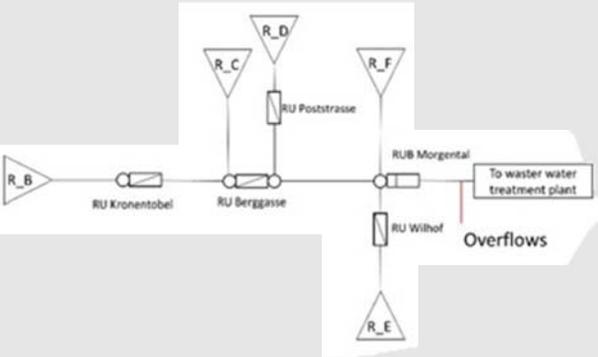
Synthetische Niederschläge für mehrere Anwendungen zur Modellierung der Stadtentwässerung getestet



Verschiedene Anwendungen verwenden verschiedene Modelle

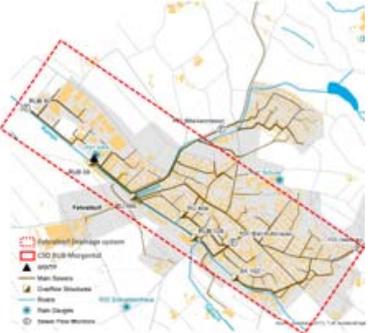
Mischwasserüberläufe

Kontinuierliche Simulation
Nass-Trocken-Periode, Überlauf

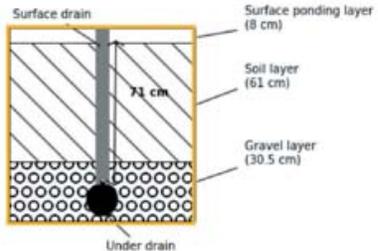
Überflutung von Schächten

Ereignisbasierte Simulation
Hochwasserschutz

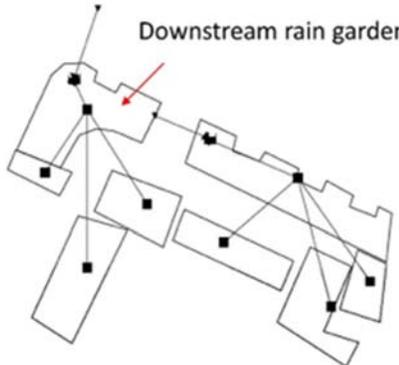


Leistung der BGI

Kontinuierliche Simulation
BGI-Elemente



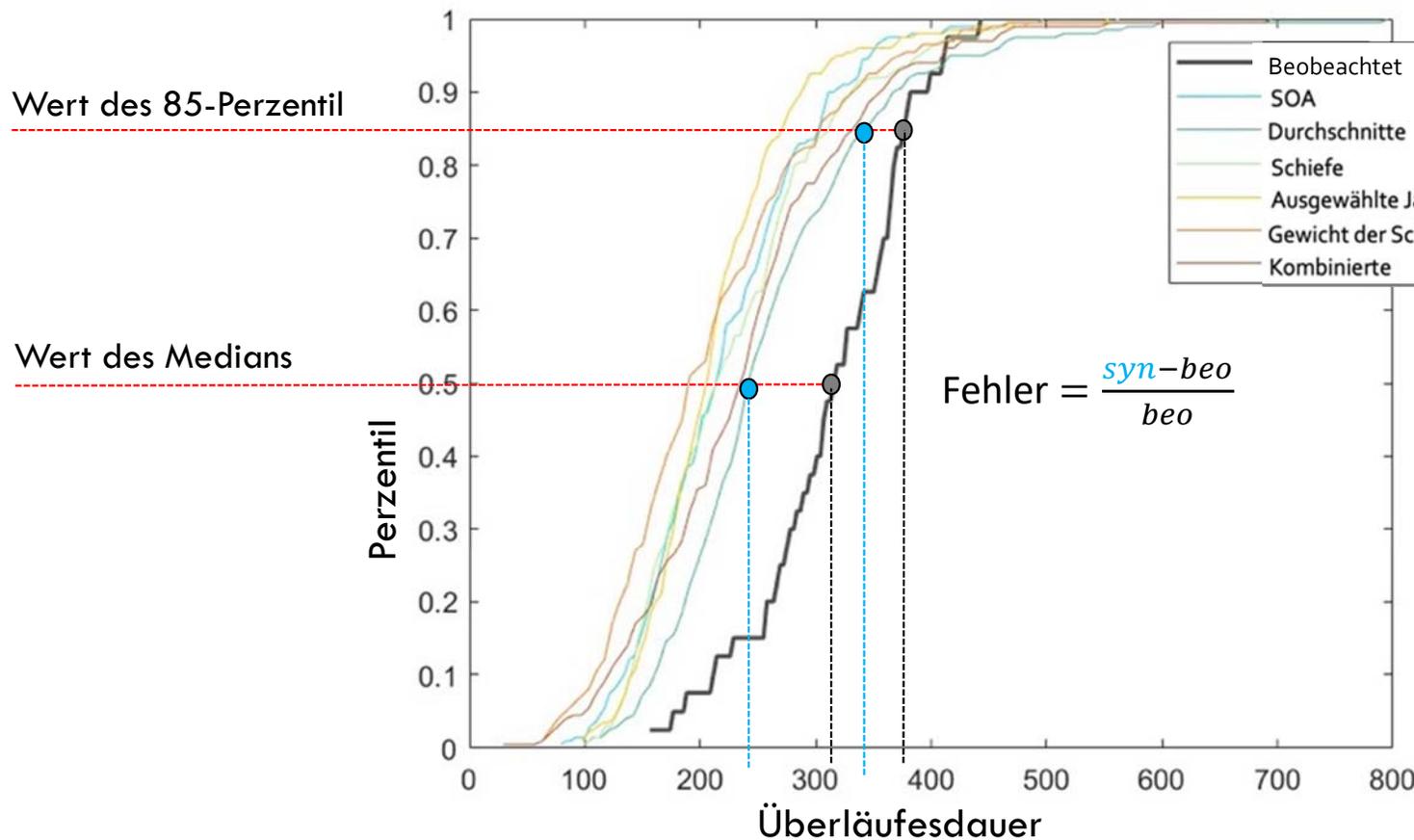
Downstream rain garden



Anhand empirischer Perzentile werden die synthetischen mit den beobachteten Werten verglichen



Mischwasserüberläufe



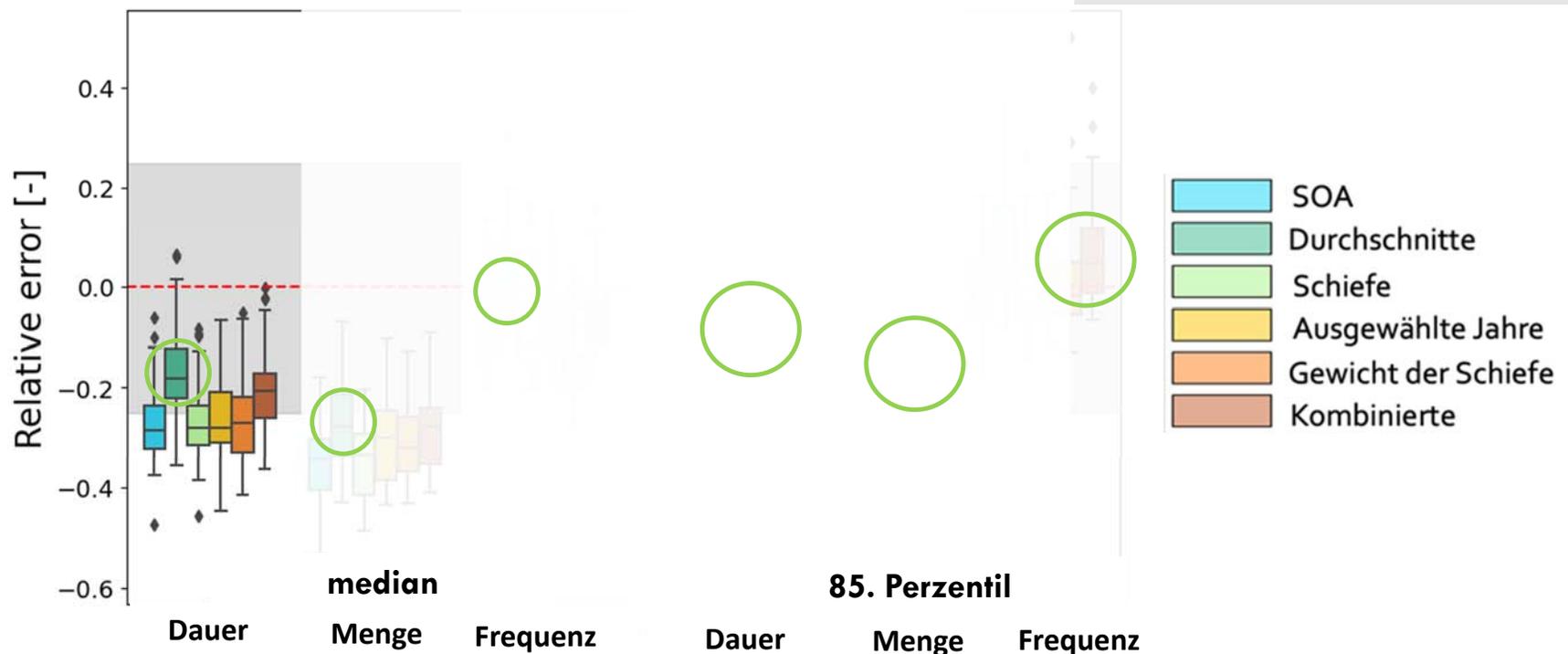
$$E_{50} = \frac{240 - 308}{308} = -0.22$$

$$E_{85} = -0.08$$

Mittelwertanpassung eignet sich am besten für den Median; gewichtete Schiefe stellt höhere Quantile besser dar



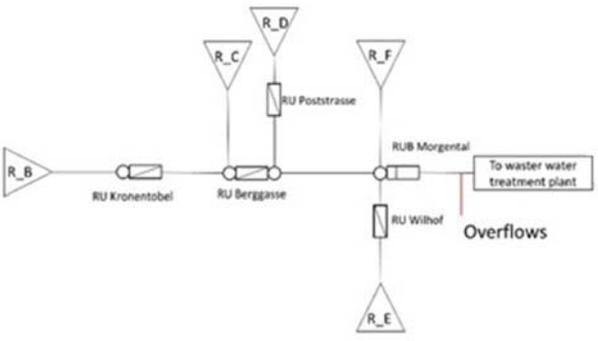
Mischwasserüberläufe



Verschiedene Anwendungen verwenden verschiedene Modelle

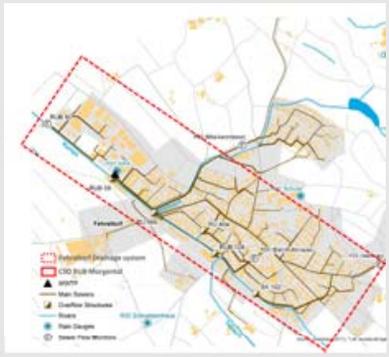
Mischwasserüberläufe

Kontinuierliche Simulation
Nass-Trocken-Periode, Überlauf

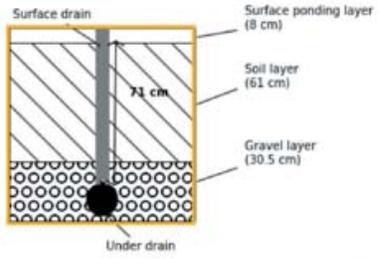
Überflutung von Schächten

Ereignisbasierte Simulation
Hochwasserschutz

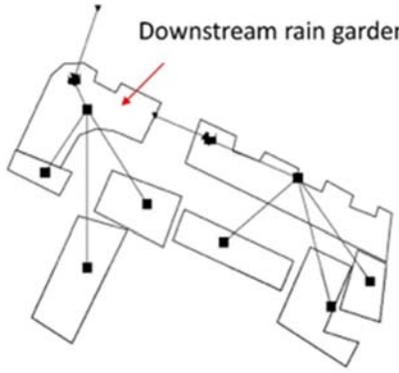


Leistung der BGI

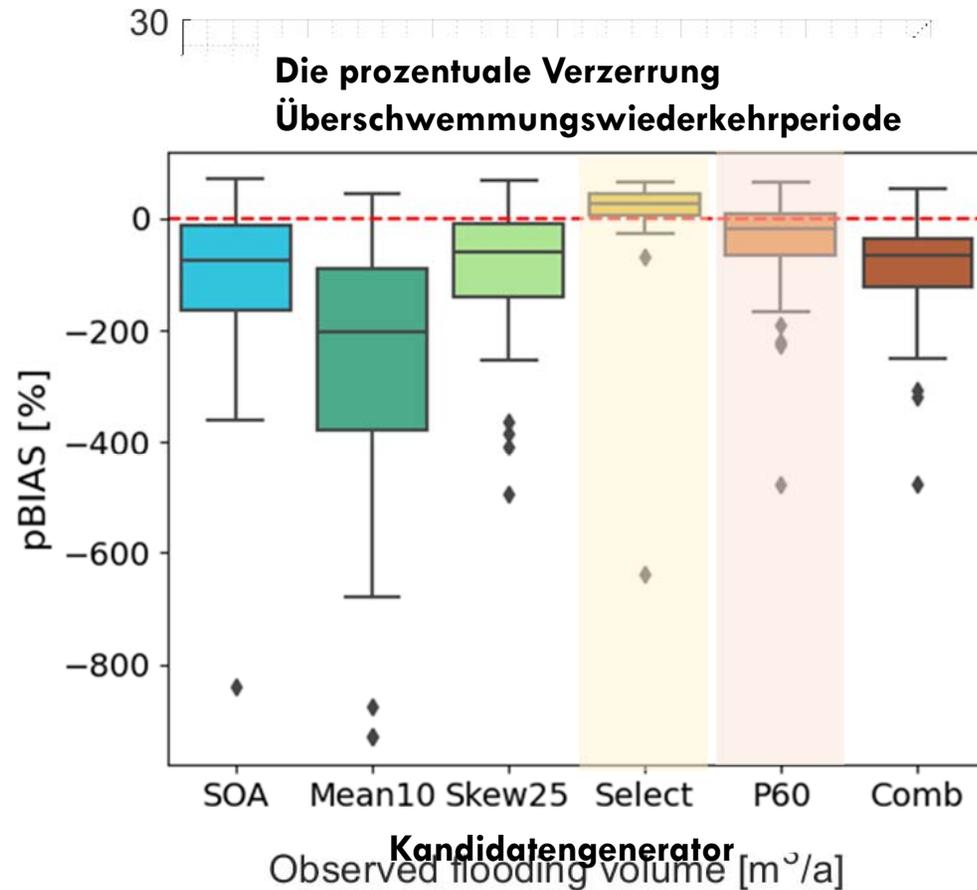
Kontinuierliche Simulation
BGI-Elemente



Downstream rain garden



Gewichtete Schiefe beste Überflutungsreproduktion; Auswahl der feuchten Jahre überschätzt



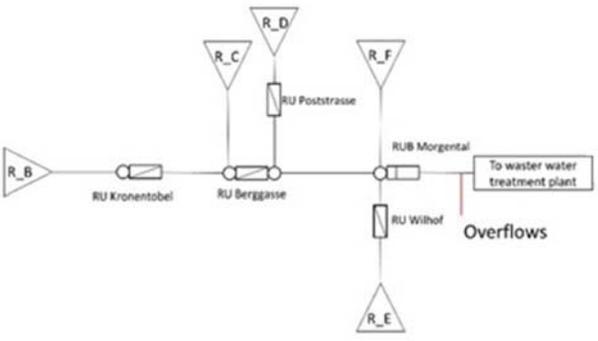
Überflutung von
Schächten

- SOA
- Durchschnitt
- Schiefe
- Ausgewählte Jahre
- Gewicht der Schiefe
- Kombinierte

Verschiedene Anwendungen verwenden verschiedene Modelle

Mischwasserüberläufe

Kontinuierliche Simulation
Nass-Trocken-Periode, Überlauf

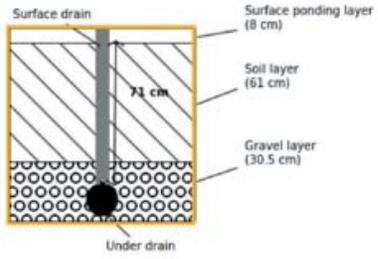
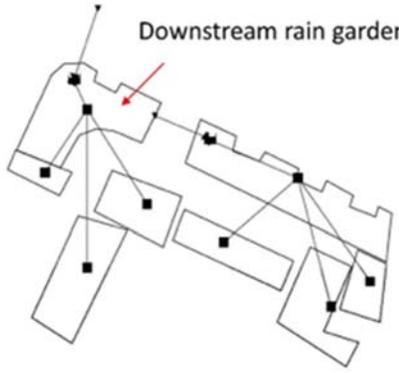
Überflutung von Schächten

Ereignisbasierte Simulation
Hochwasserschutz

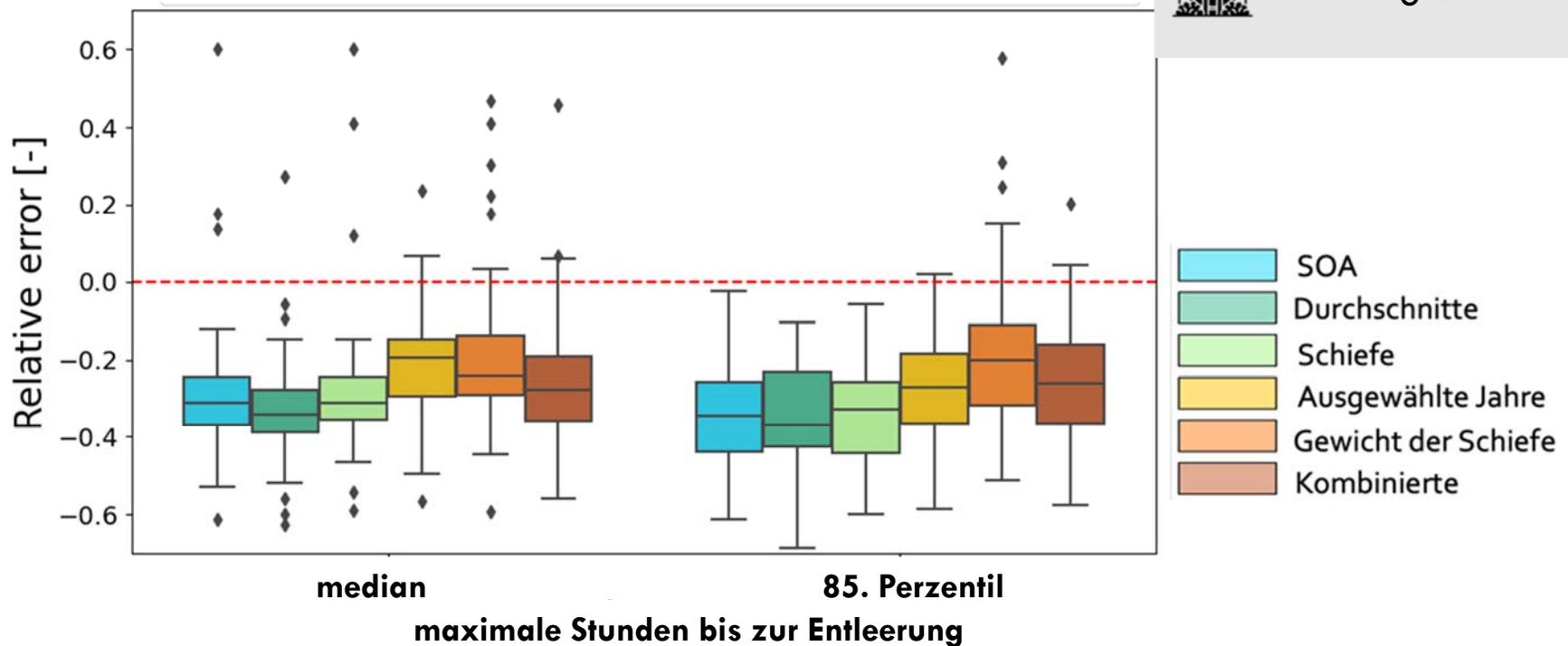


Leistung der BGI

Kontinuierliche Simulation
BGI-Elemente

Geringerer Fehler bei der Modellierung der BGI-Leistung; gewichteter Schiefe-Generator schneidet besser ab als andere



Der kombinierte Generator hat eine relativ gute Gesamtleistung, bringt aber auch Nachteile mit sich



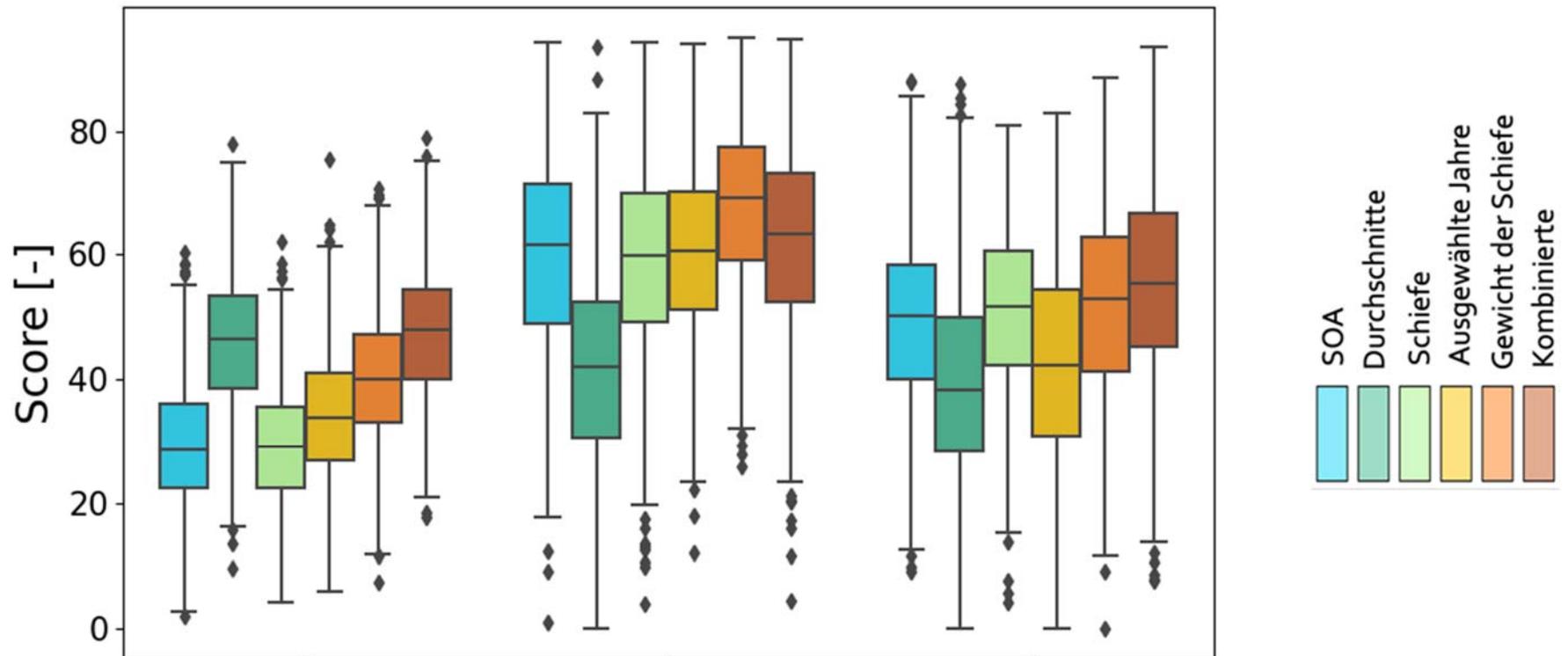
Mischwasser-
überläufe



Überflutung von
Schächten



Leistung der BGI



Fazit

1. Es gibt **keine "Einheitsgrösse"** für Niederschlagsgeneratoren, aber es ist möglich, die Parametrisierung an unterschiedliche Bedürfnisse anzupassen
2. Es ist wichtig, synthetische Niederschlagsgeneratoren mit Hilfe von **Niederschlags-Abfluss-Modellen zu validieren**, um Mängel zu verstehen.
3. Wir sollen entscheiden, was eine **"akzeptable" Leistung** ist, insbesondere wenn wir diese Techniken zur Darstellung eines zukünftigen Klimas verwenden.



Lauren M. Cook
Lauren.Cook@eawag.ch

Taiqi Lian
taiqi.lian@eawag.ch



Taiqi Lian



Jörg Rieckermann



Max Maurer



Patrick Stettler



Dongkyun Kim



João Leitão

Danksagung und Finanzierung

Fragen?

eawag
aquatic research 

Post-doctoral Fellowship

Département Gestion des Eaux Urbaines



FONDS NATIONAL SUISSE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



NCAR



WCRP
CORDEX

NA-CORDEX

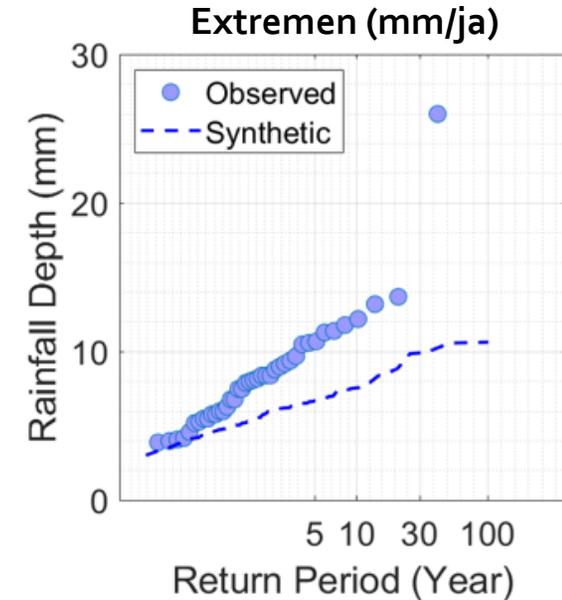
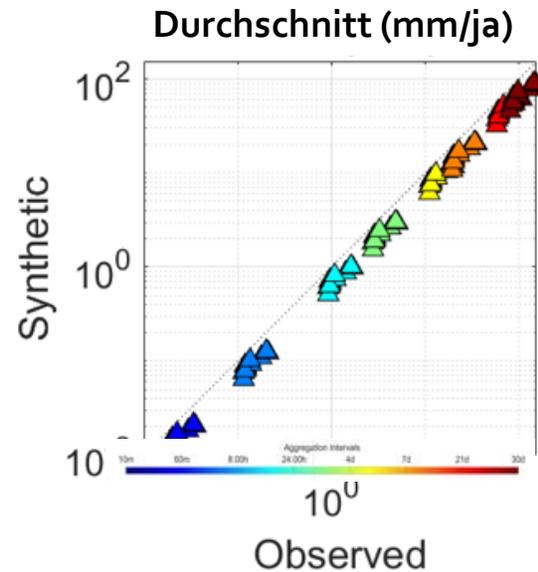
Lauren M. Cook

Group Leader, Eawag, Urban
Water Management

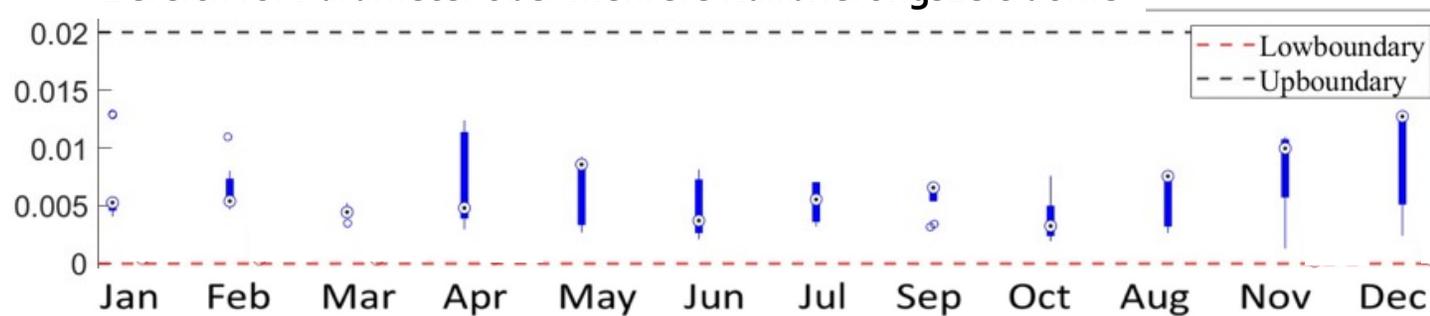
Lauren.Cook@eawag.ch

eawag
aquatic research 

Die Probleme mit synthetischen Wettergeneratoren bleiben bestehen



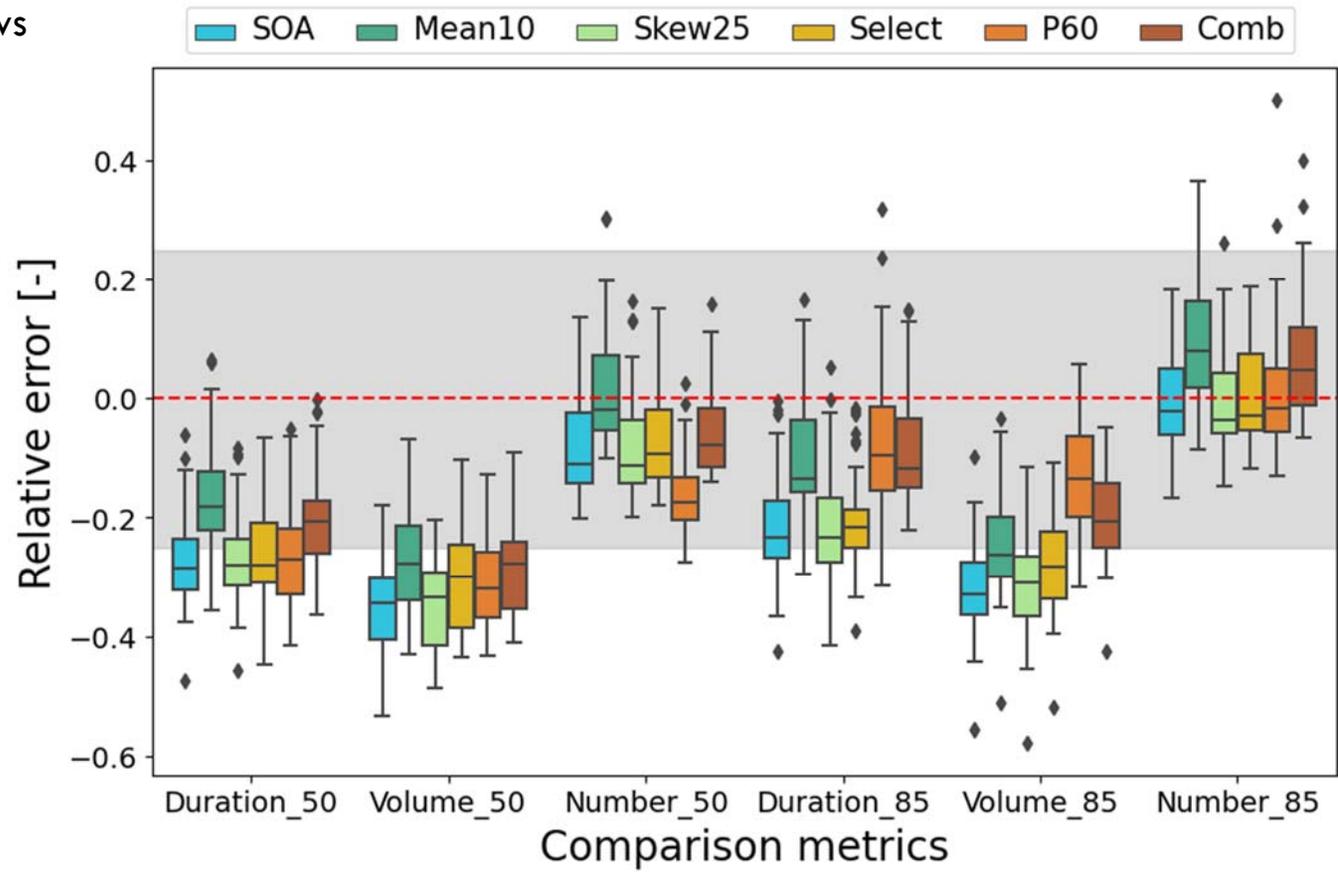
Bereich für Parameter über mehrere Kalibrierungszeiträume

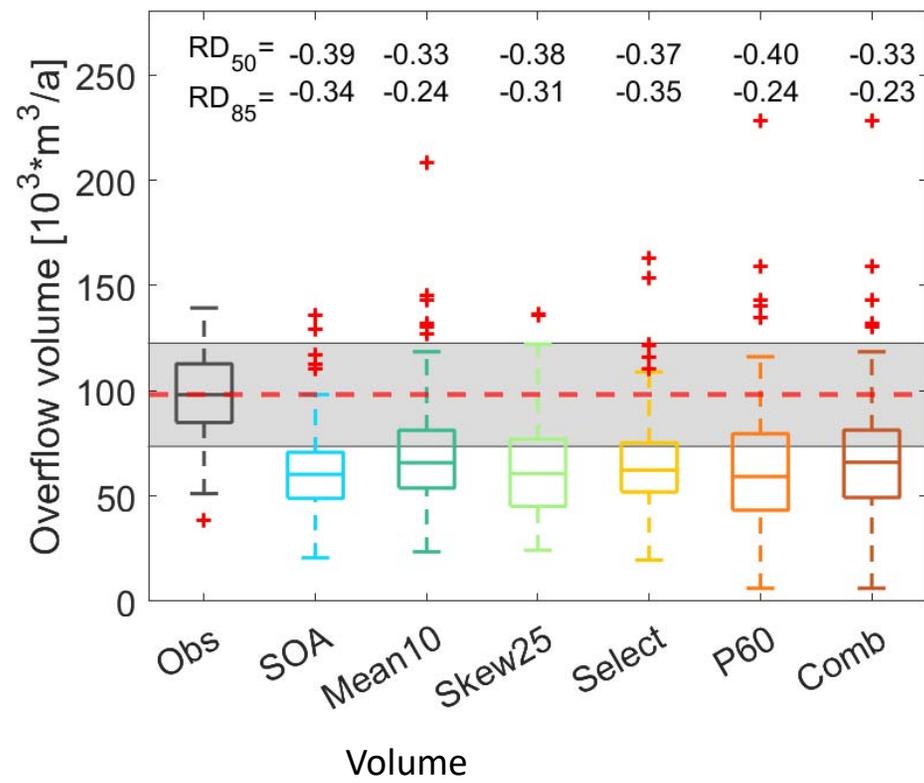




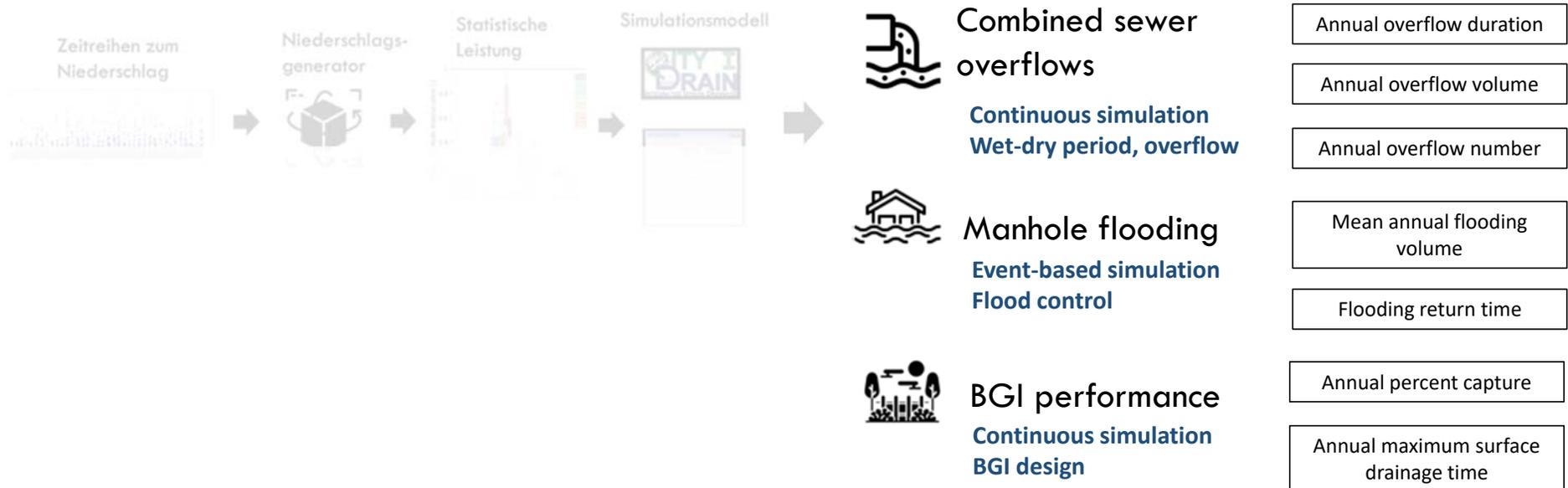
Combined sewer overflows

Continuous simulation
Wet-dry period, overflow



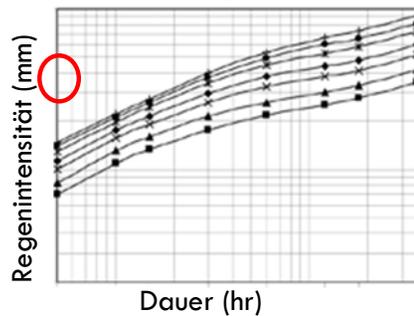


Several performance metrics evaluated



Die Infrastruktur wurde anhand historischer Informationen entworfen

Intensitäts-Dauer-Frequenz-Kurve
(empirisch)



Bodenbedeckung
(empirisch)

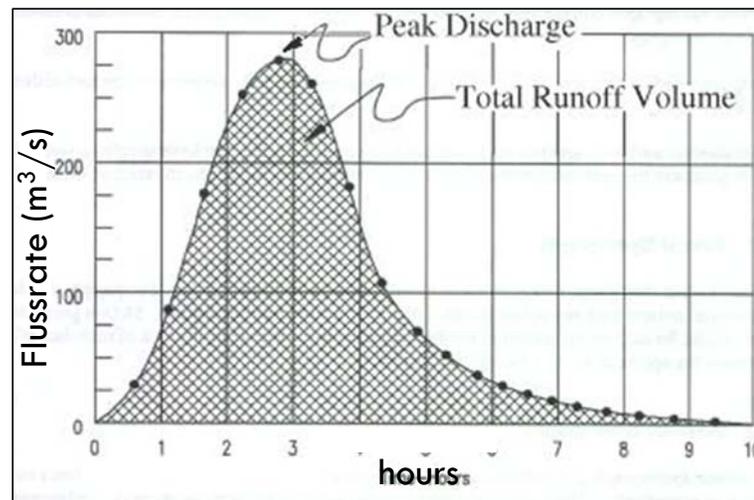


Entwässerungsfläche
(Daten)

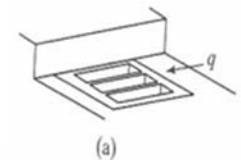


Source: McCuen, R.H. (2005)

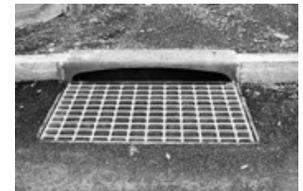
Spitzenflussrate (berechnet)



Bemessung des Entwässerungsbauwerks
(berechnet)



$$L = \frac{q}{C_w d^{1.5}} = \frac{2.85}{(3.1) (0.208)^{1.5}}$$



Prognosen zum Klimawandel können zur Abschätzung künftiger Veränderungen herangezogen werden

