

AQUA URBANICA 2014

Misch- und Niederschlagswasserbehandlung im urbanen Raum



Generierung von synthetischen Niederschlagszeitreihen für die Schmutzfrachtsimulation

Dipl.-Ing. Thomas Müller, Universität Stuttgart

Gliederung

- Überblick über NiedSim
- Probleme in der Schmutzfrachtanwendung
- Lokalisierung der Probleme
- Lösungsansatz
- Ausblick

NiedSim

Generierung von Niederschlagszeitreihen mit einem stochastischen NiederschlagsSimulator

Operationell eingesetzt seit 2000

Vorteile:

- kontinuierliche Zeitreihe über 60 Jahre
- in fünf minütiger zeitlicher Auflösung
- für Punkt auf 1 km x 1 km

Ablauf Generierung

1. Interpolation von Eigenschaften beobachteter Zeitreihen

Eingangsdaten: Niederschlagsmessdaten



Berechnung statistischer Eigenschaften d. Verteilungen σ_i und Struktur ρ_i

Verteilungen σ_i

- Niederschlagsverteilung
- Extremwertverteilung

Struktur ρ_i

- Autokorrelation
- Kreuzkorrelation
- Skalierungsparameter
- Monatssummen
- Tagesniederschlagswahrscheinl.
- Tagesmaxima



Räumliche Interpolation von ρ_i und σ_i mit External Drift Kriging auf ein 1km x 1km Raster

Ablauf Generierung

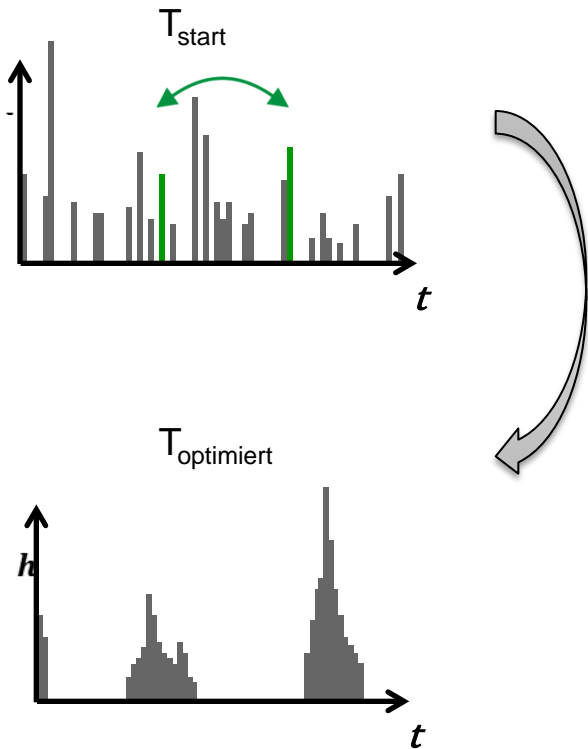
2. Stündliche Zeitreihen Generierung

1. Verteilung (σ_i)
→ T_{start}

2. Struktur (ρ_i)

Optimierung über Simulated
Annealing Algorithmus
→ $T_{\text{optimiert}}$

$$O = \sum_{i=1}^n w_i \cdot (\rho_{i,\text{aktuell}} - \rho_{i,\text{ziel}})^2$$



3. Disaggregation

Disaggregation von $T_{\text{optimiert}}$ in 5 min Zeitreihen über Simulated Annealing.

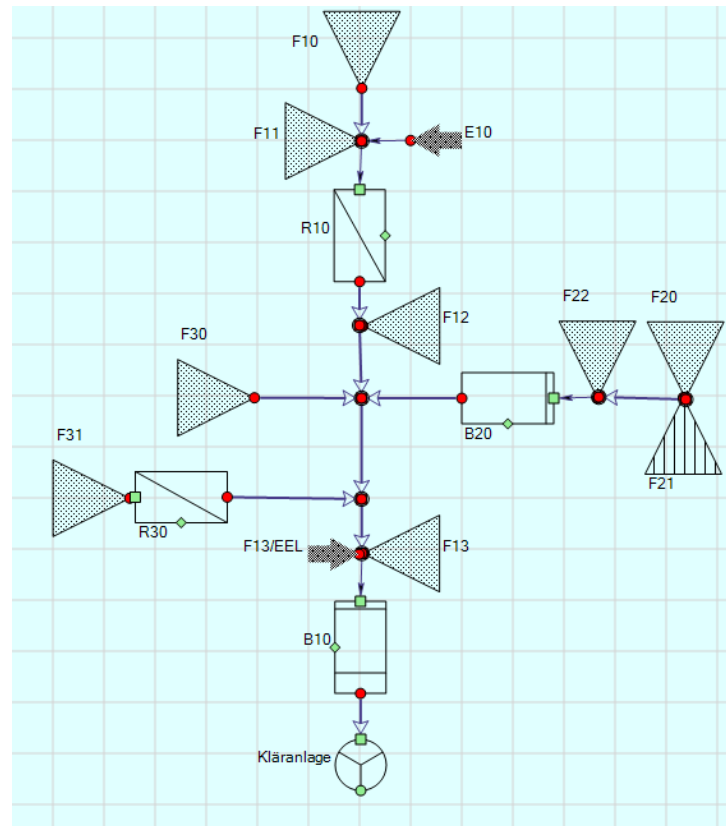
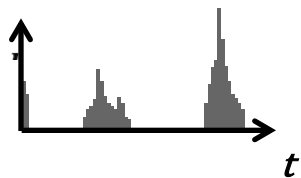
Anwendung - KOSIM

- Schmutzfrachtsimulation
- Fiktives, vereinfachtes Kanalnetz nach ATV - A128

Input:

Niederschlag

gemessen /
generiert



Output:

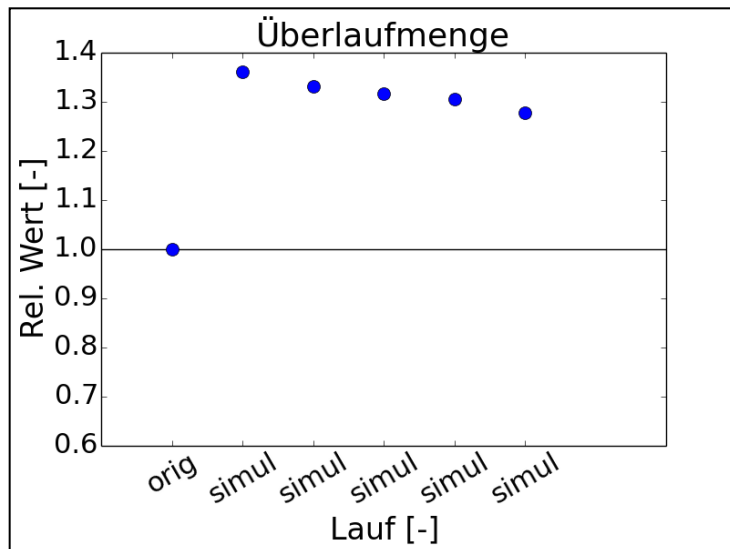
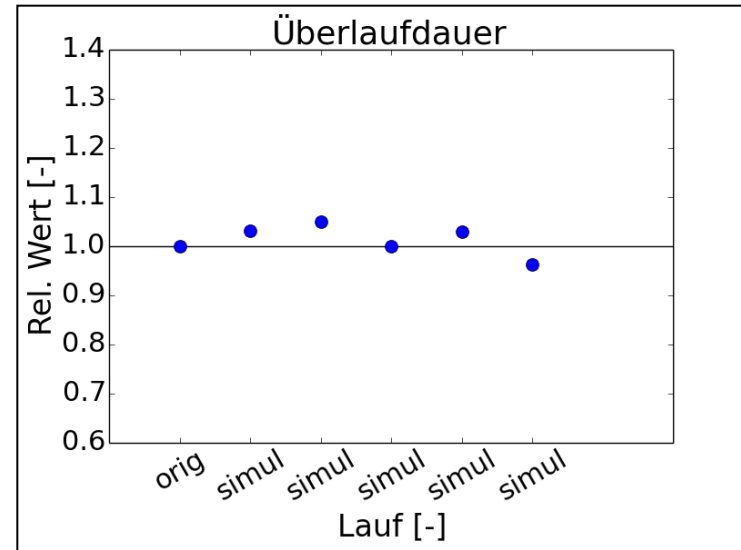
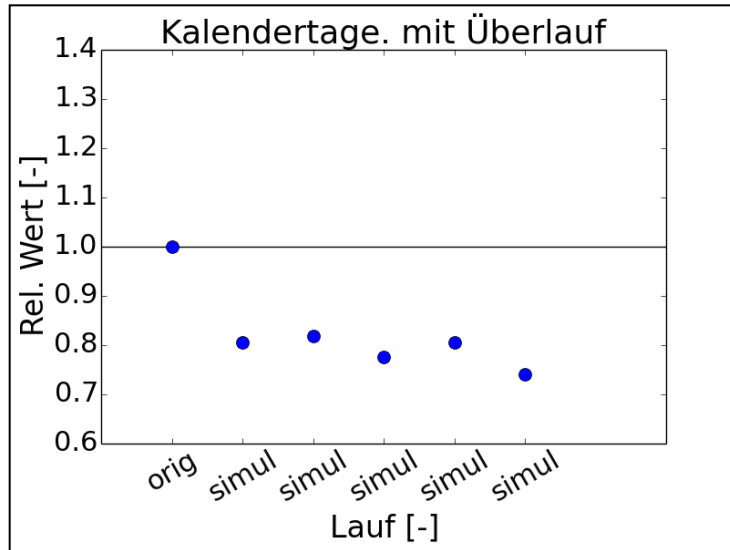
Simulation von
Mischwasserentlastung

- Überlaufvolumen
- Überlaufdauer
- Anzahl Überlauftage



Quelle: Andreas Wetzstein

Ergebnisse – NiedSim Simulation

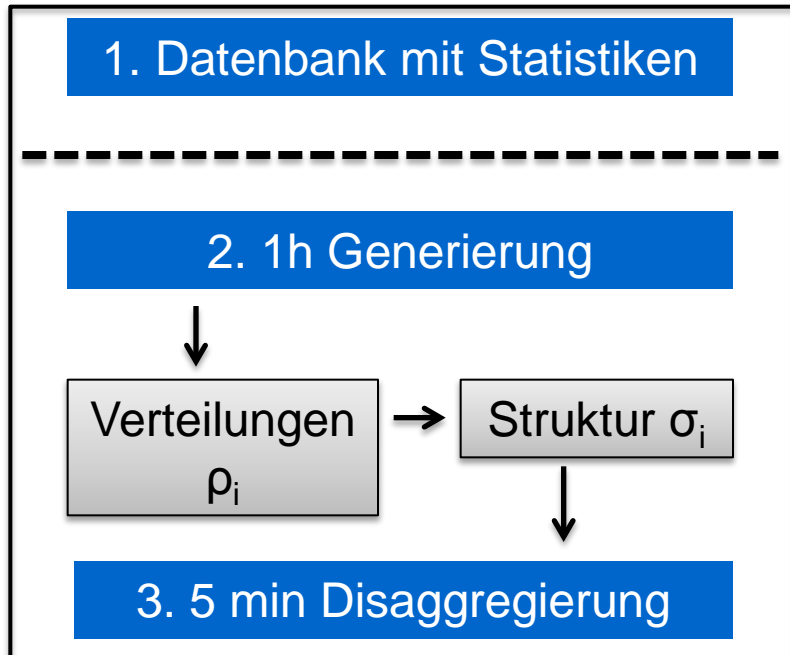


orig: gemessen
simul: NiedSim simuliert

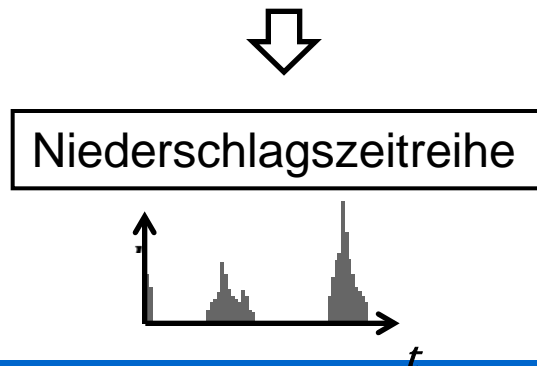
Freiburg (2007 - 2012)

Daten	Überlaufdauer [h]
orig.	170
sim.	180
Verhältnis	1,06

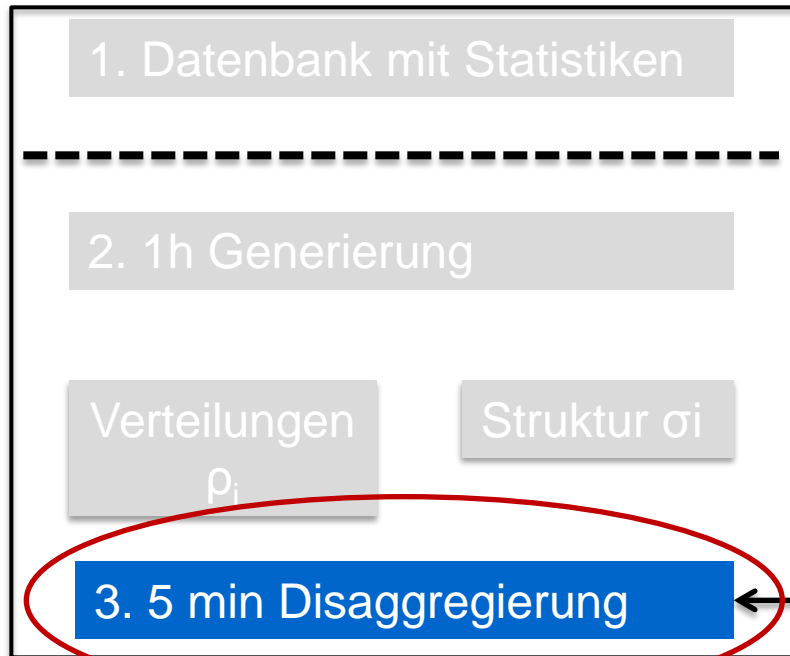
Problem Lokalisierung



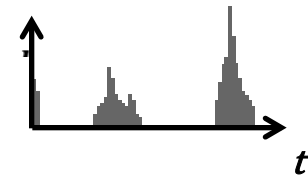
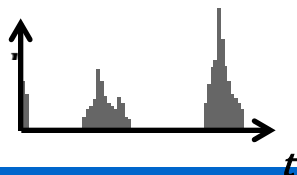
?



Problem Lokalisierung



Niederschlagszeitreihe



gemessene Zeitreihe 5 min

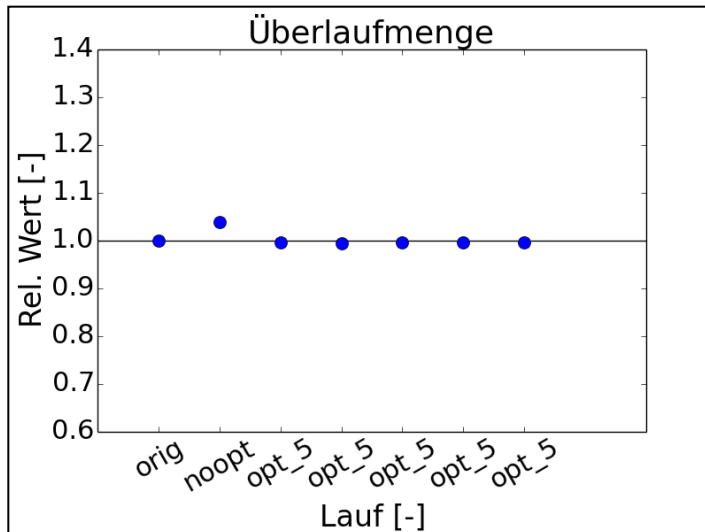
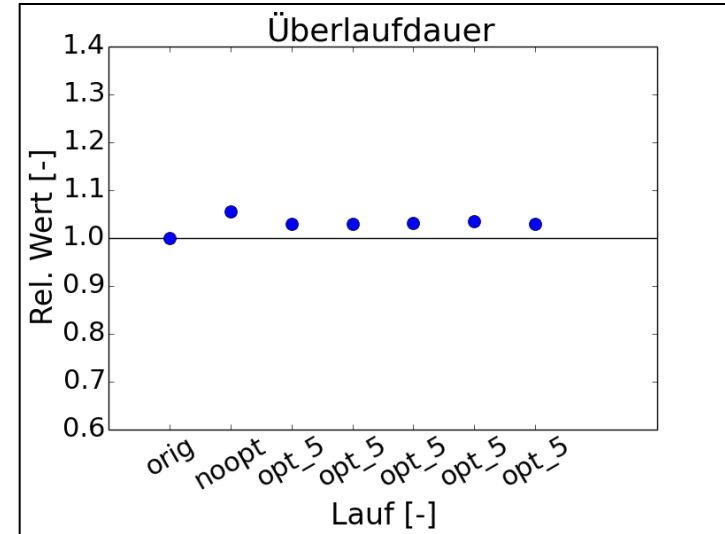
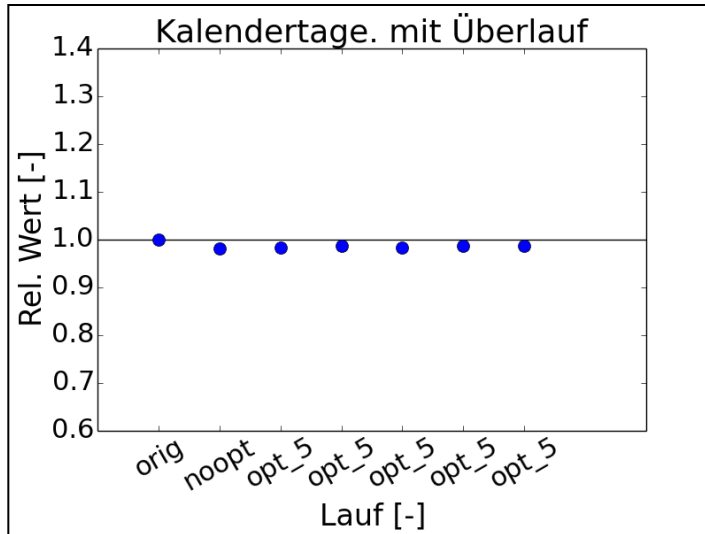


aggregierte Zeitreihe 60 min



gleichverteilte Zeitreihe 5 min

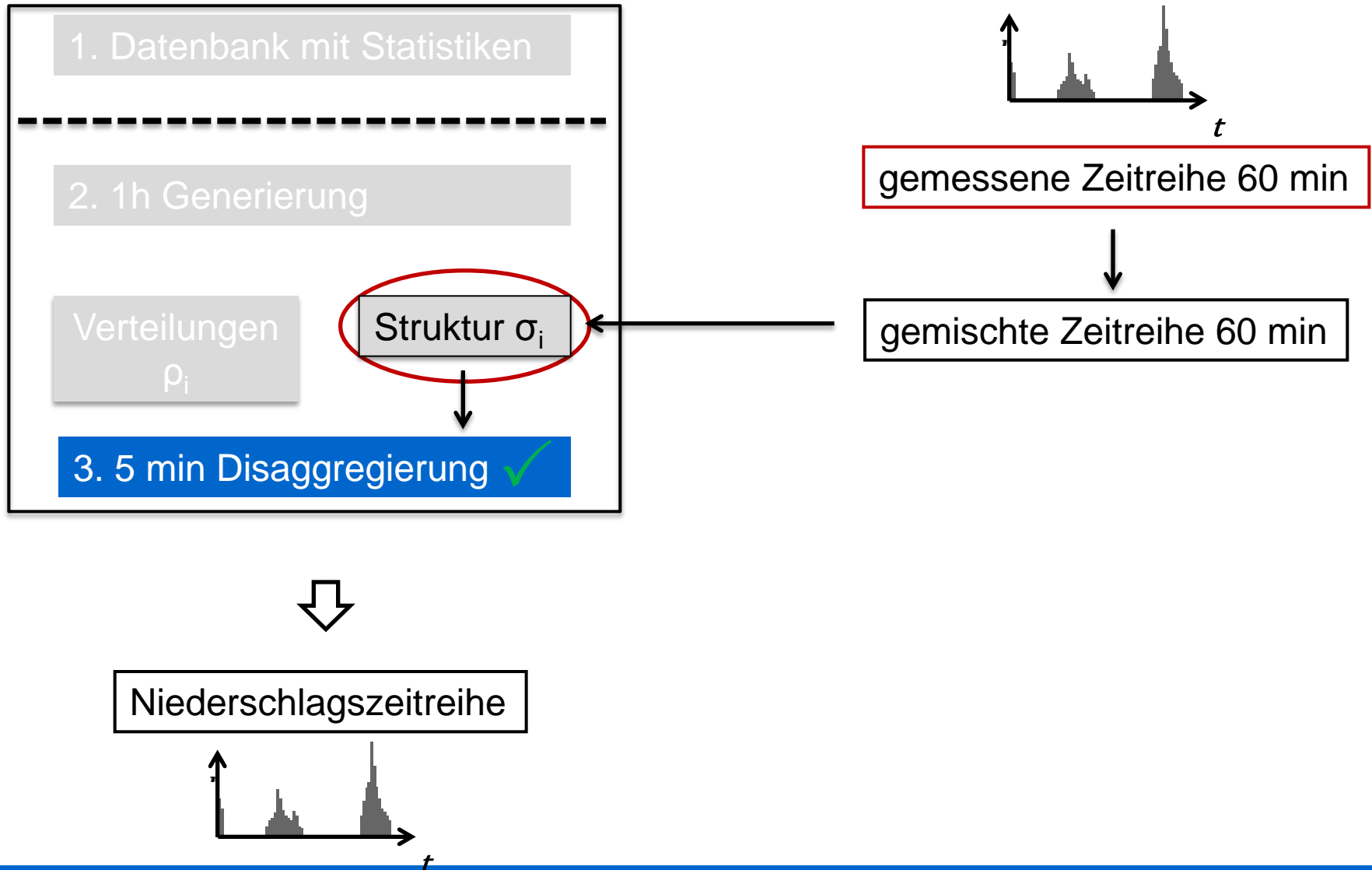
Ergebnisse - 5 min Disaggregation



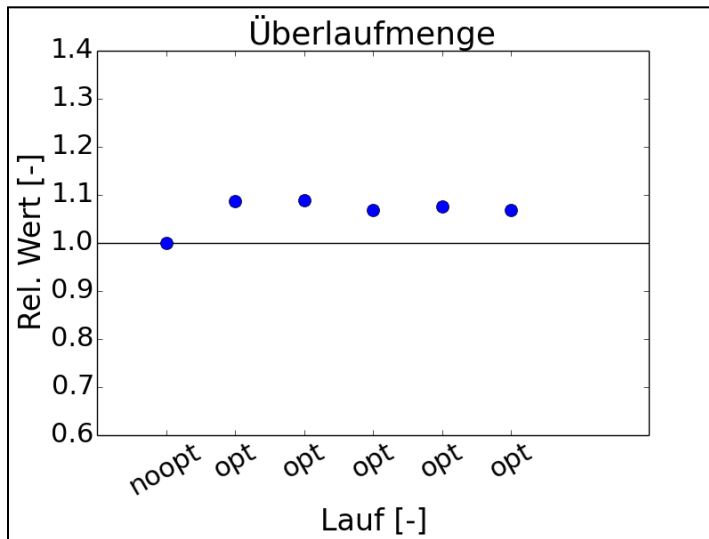
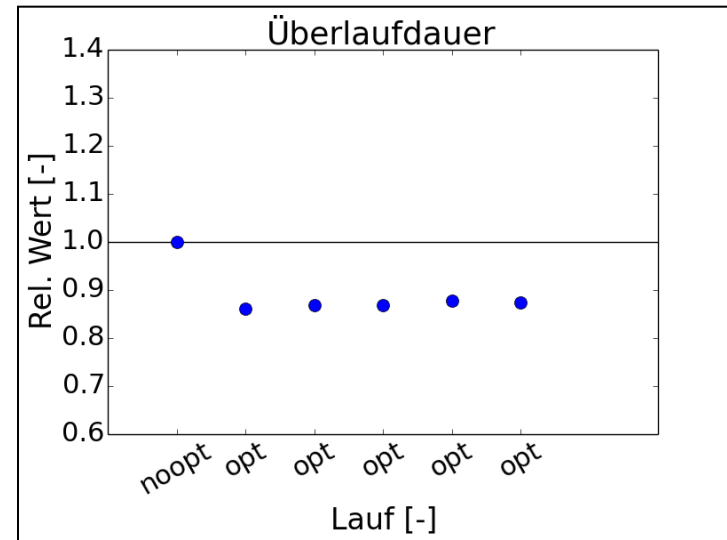
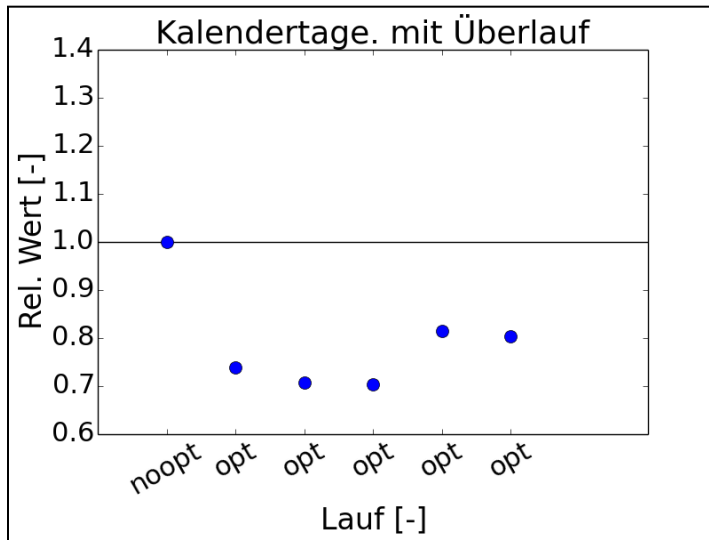
orig: gemessen
 noopt: gleichverteilt
 opt_5: NiedSim 5min disaggregiert

Freiburg (2007 - 2012)

Problem Lokalisierung



Ergebnisse - 1h Optimierung

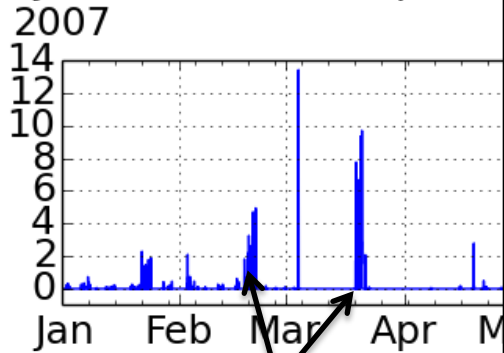
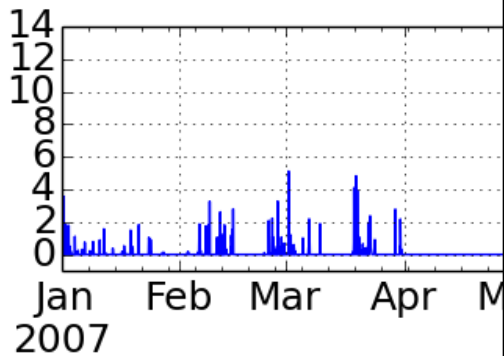


noopt: gemessen (gleichverteilt)
 opt: NiedSim 1h optimiert

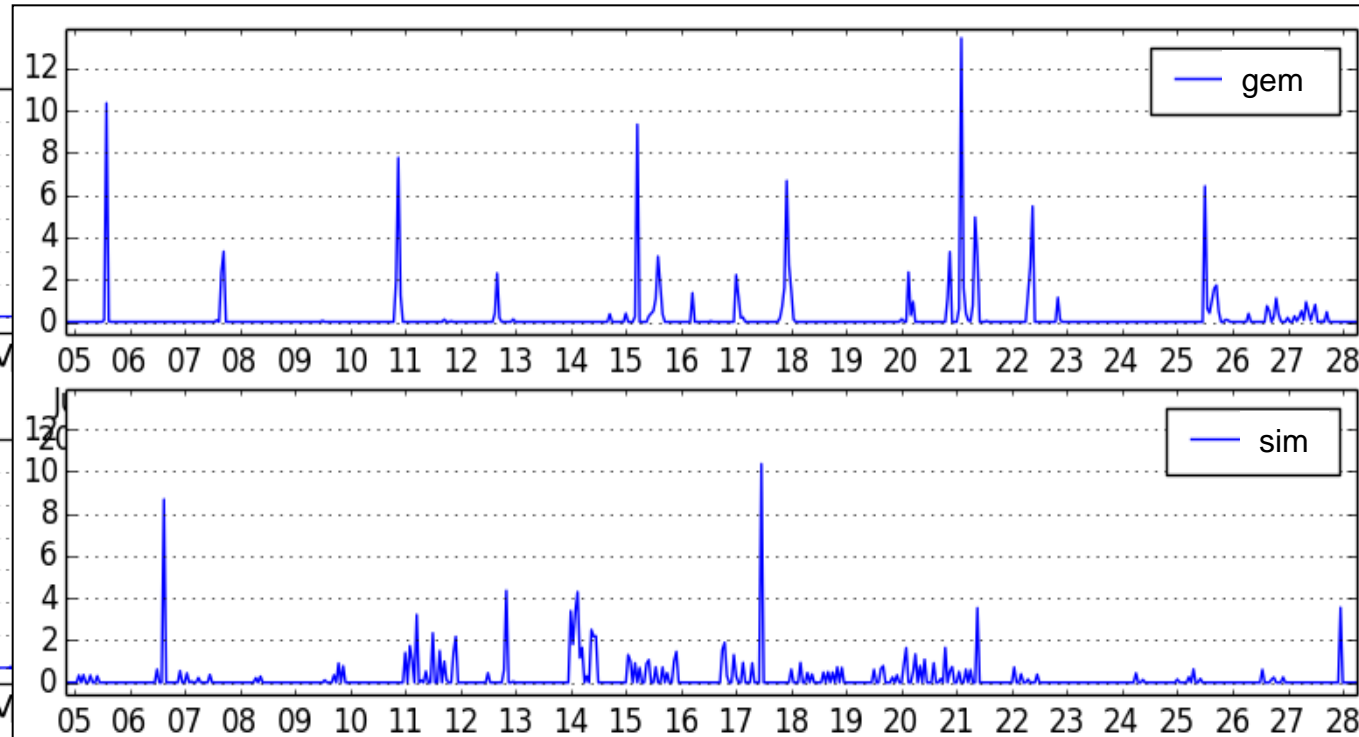
Freiburg (2007 - 2012)

Probleme

- Überlaufvolumen überschätzt
- Überlaufdauer/-häufigkeit unterschätzt



Niederschlagswerte
zu stark gehäuft



Nass-/Trockenintervalle
unrealistisch

Problemlösung

Einbau von Ereignis basierten Statistiken

1. Nass-/ Trockenintervalle

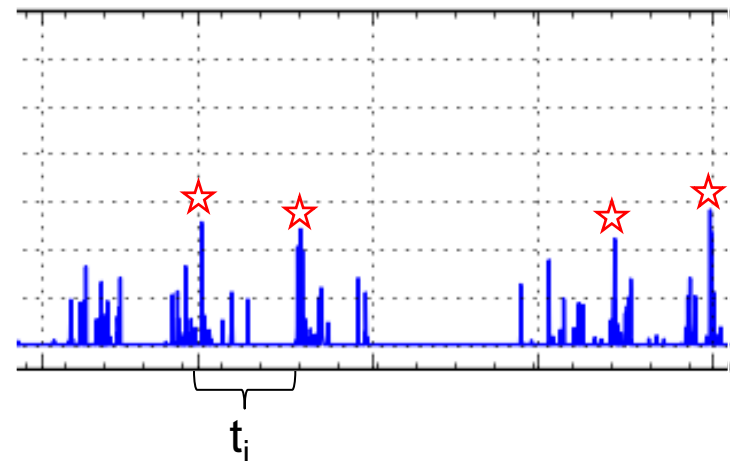
Einführung als Zielparameter in der Optimierung.

2. Poisson Prozess

n größte Niederschläge werden vor der Optimierung in der Zeitreihe positioniert.

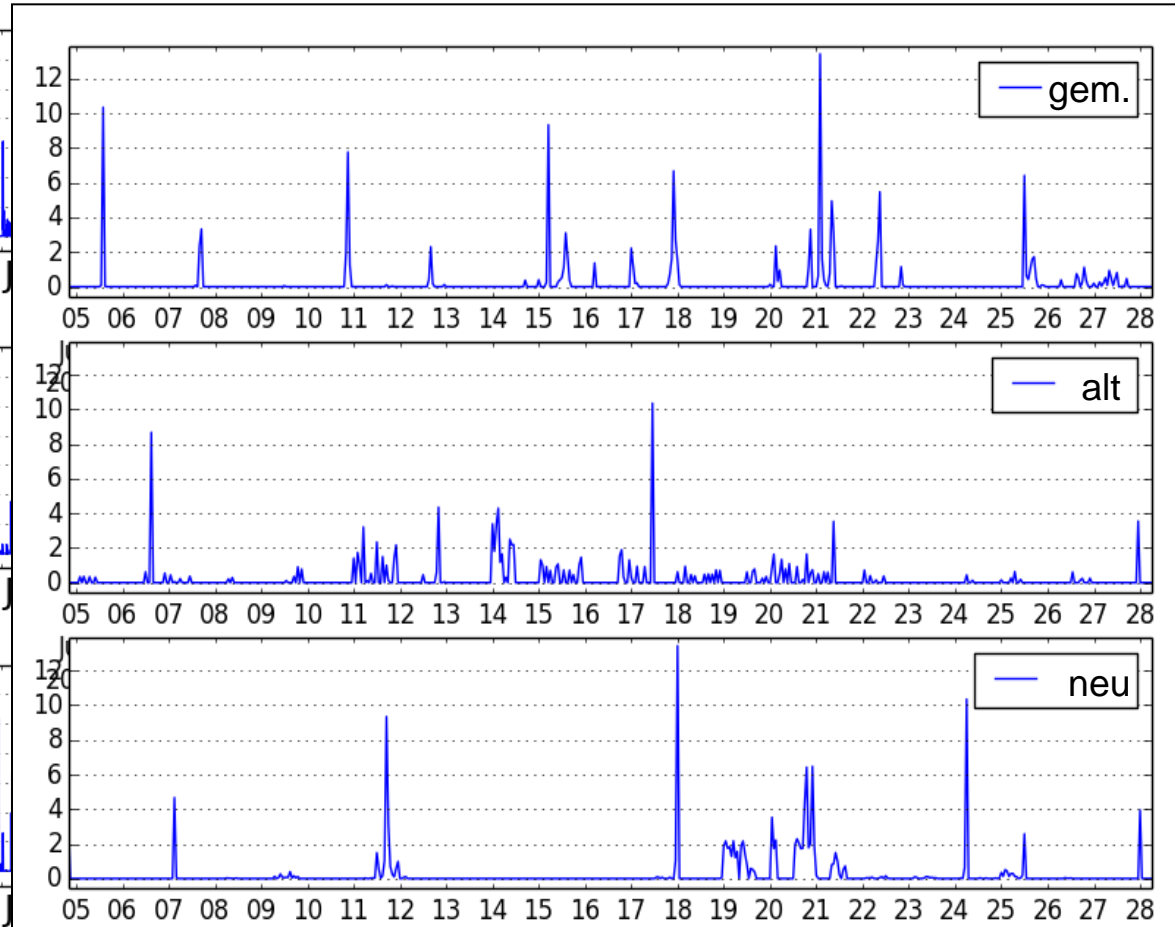
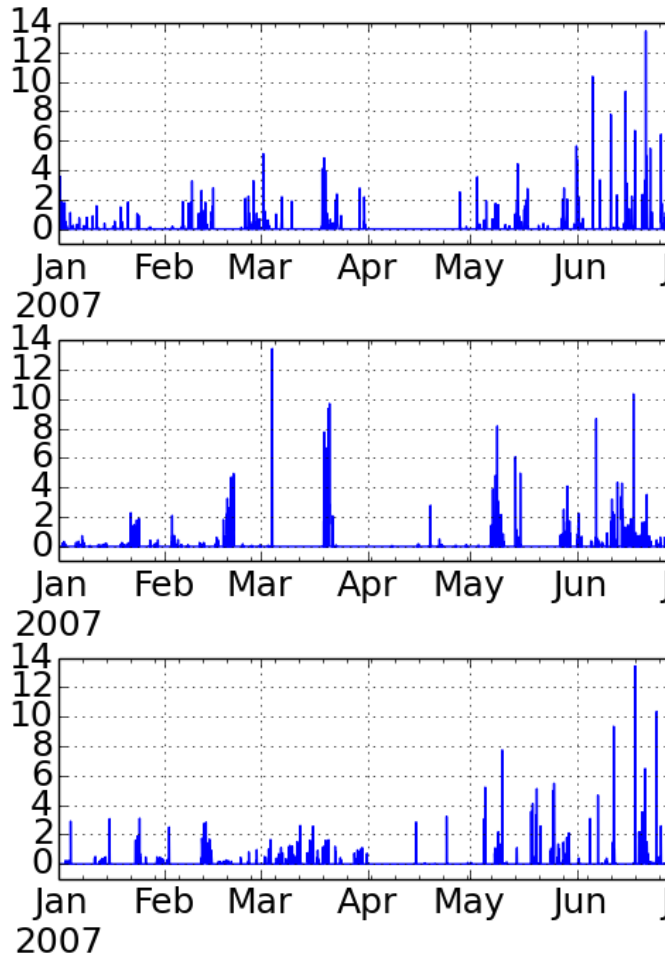
Exponentialverteilte

Wartezeiten t_i

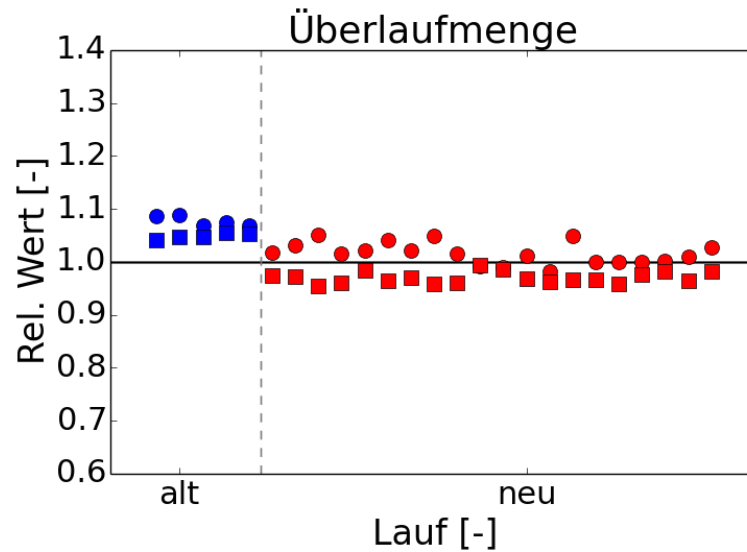
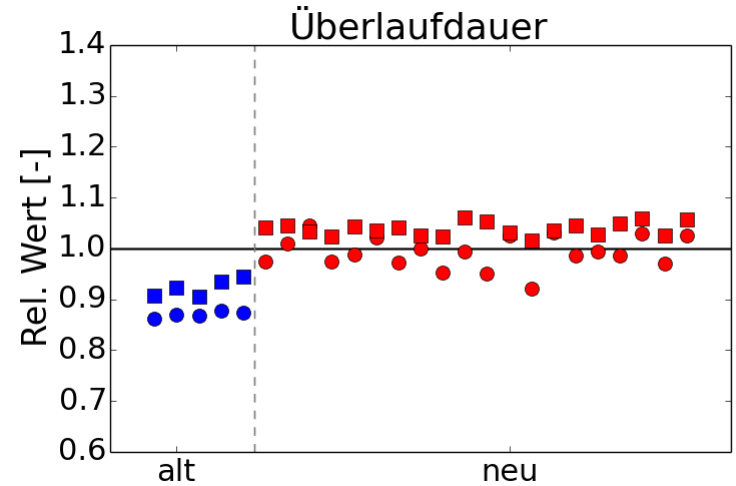
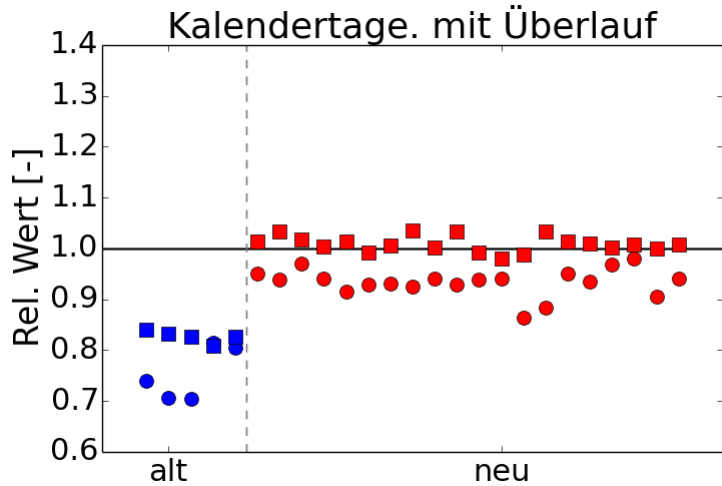


Ergebnisse – 1h Optimierung

n = 50

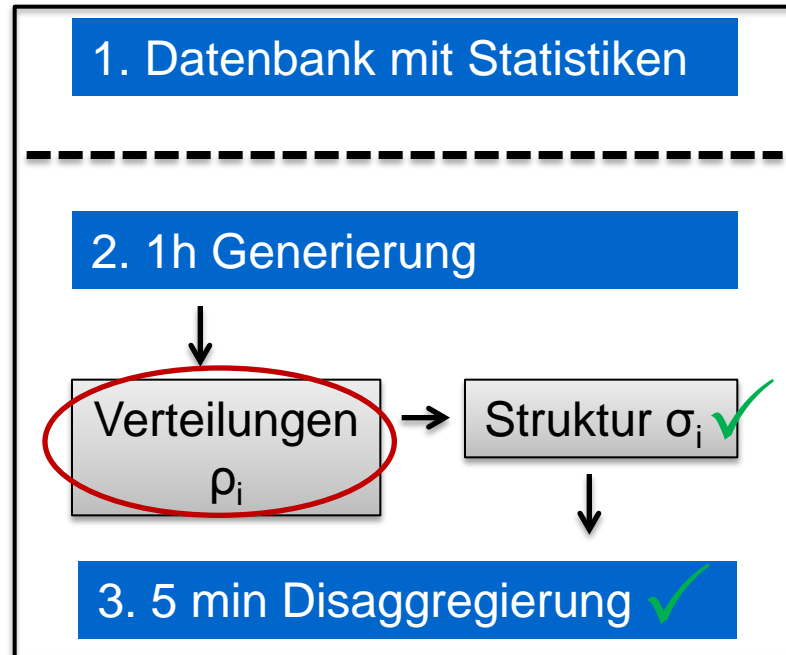


Ergebnisse – 1h Optimierung

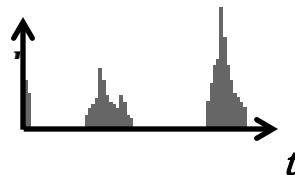


- • Freiburg
- ▪ Reutlingen

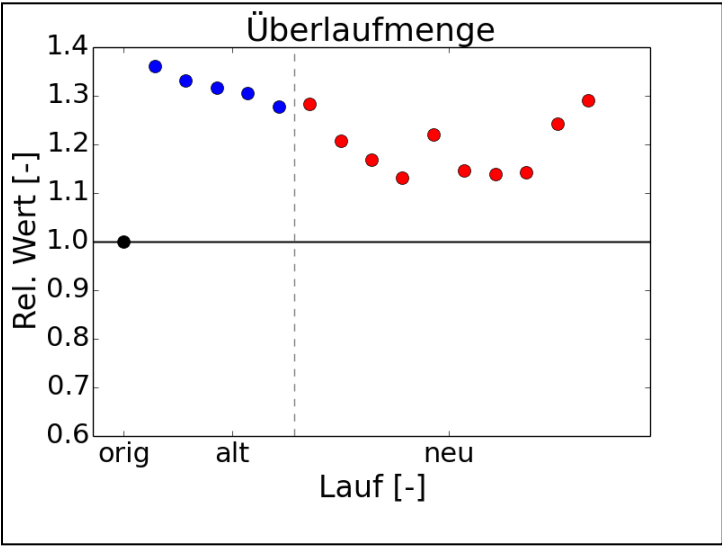
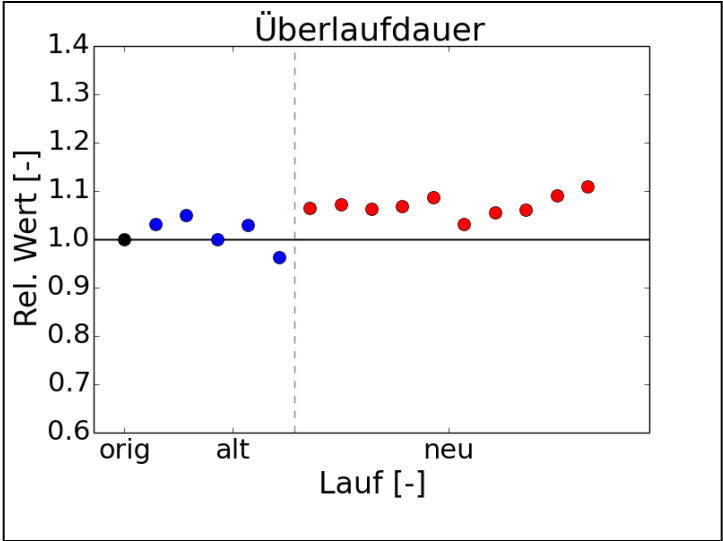
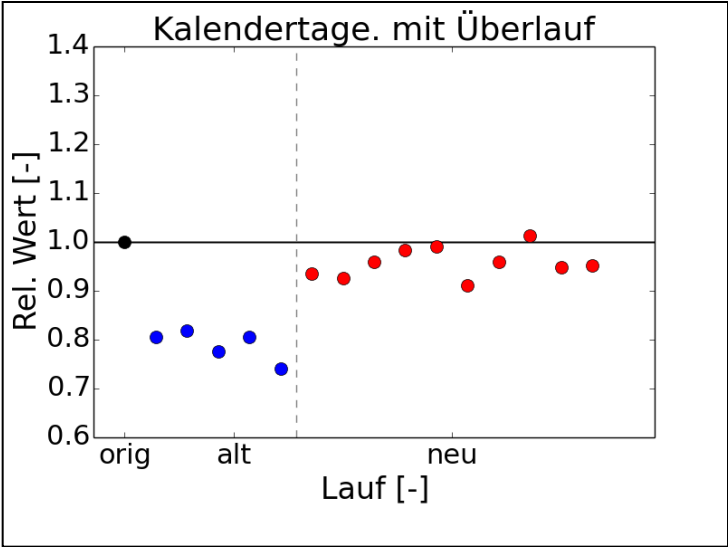
Neue NiedSim Simulation



Niederschlagszeitreihe



Ergebnisse - Neue Simulation



Zusammenfassung

- » Wichtige **Eigenschaften** des Niederschlags für die Schmutzfrachtsimulation wurden **nicht bedacht**:
 1. **Nass- / Trockenintervalle** als Optimierungsparameter
 2. **Poisson Prozess** für große Niederschlagswerte
- » Entscheidende Verbesserungen bei der Optimierung der **zeitlichen Struktur**
- » Noch Probleme bei der **Niederschlagsverteilung**

Ausblick

- » Optimierung der Niederschlagsverteilungen
- » Poisson Prozess nicht an Anzahl sondern an Niederschlagswert festlegen
- » Untersuchung mit anderem Model (z.B. SWMM)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Universität Stuttgart, Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung



Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft



Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserhaushalts



Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung