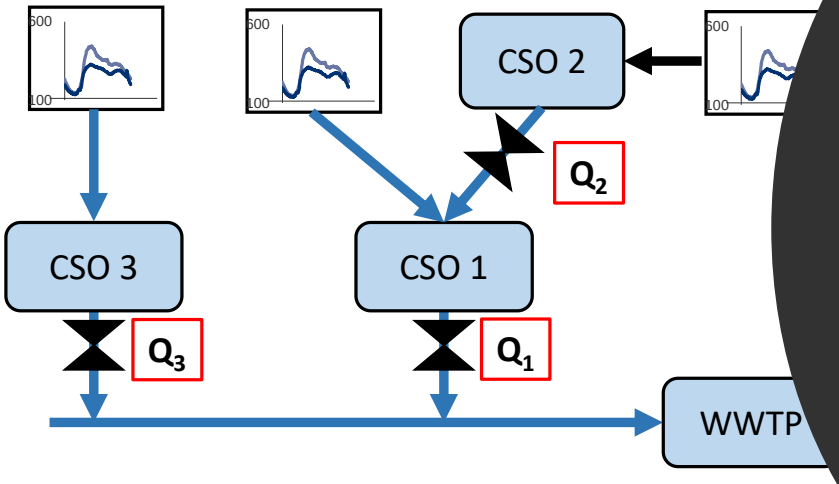
University of Stuttgart
Germany



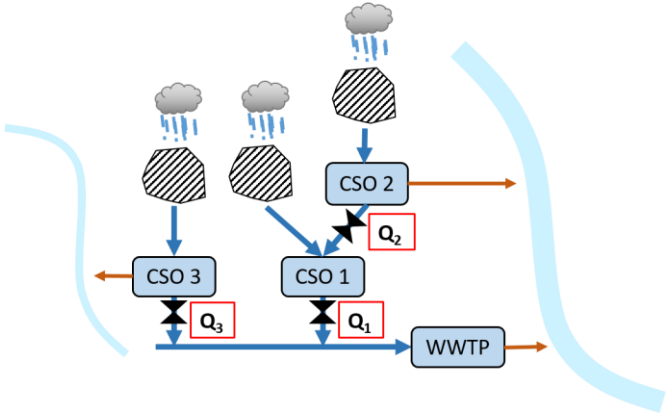
Messdatenbasierte Optimierung von Drosselabflüssen im Mischsystem

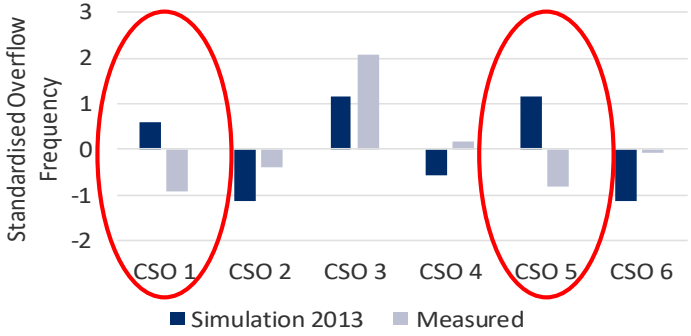
Yannic Brüning, Anna Bachmann-Machnik,
Amin Ebrahim Bakhshipour, Ulrich Dittmer

Case study

Einleitung

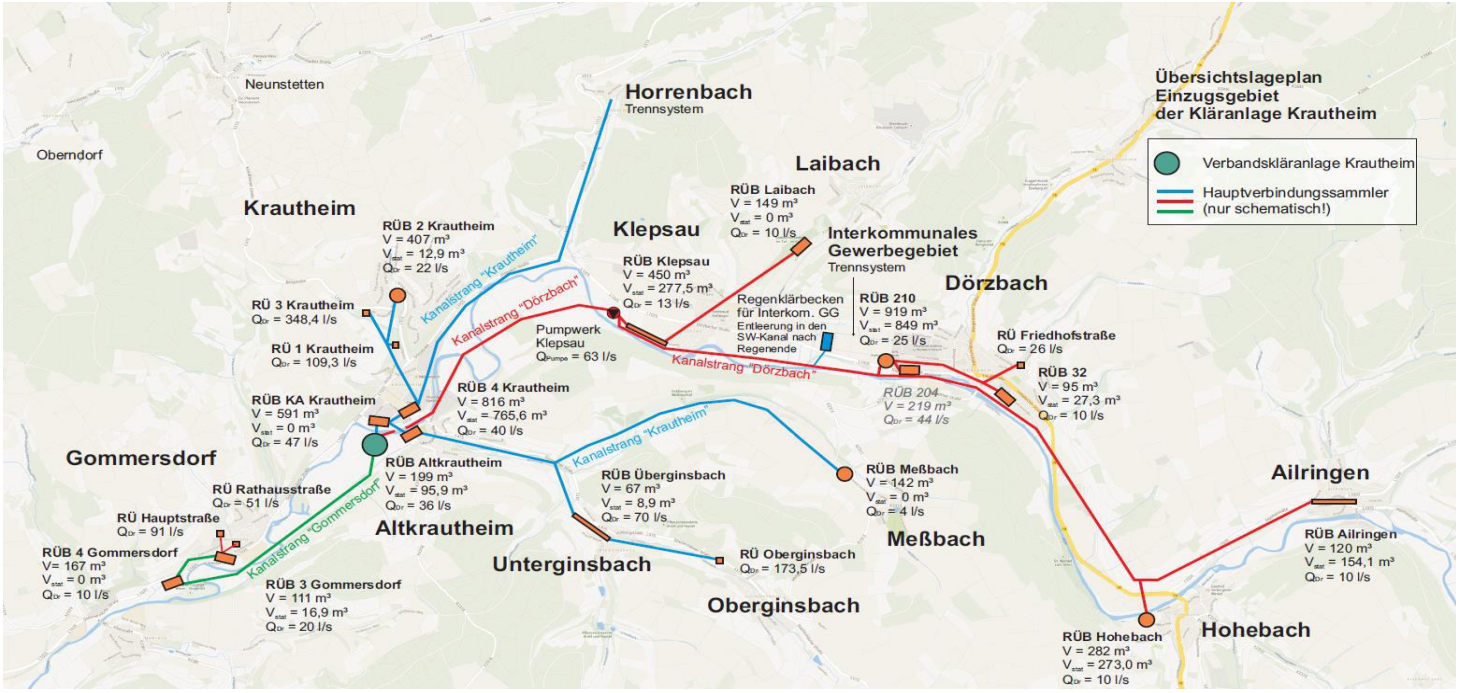
- Optimaler Betrieb
  - Aktivierung des gesamten Speichervolumens vor einer Entlastung
- In der Praxis oft nicht gegeben
  - Geplant (Schutz des Gewässers)
  - Unsicherheiten in der N-A Simulation
  - Planungshorizonte > 10 Jahre
- Einfluss auf Betrieb im bestehenden System
  - Einstellung der Drosselabflüsse
- Ab 2024 Protokollierung durch Betreiber





Einleitung

Pilotgebiet und Messeinrichtungen



Einleitung

Ziel:

Minimierung von Entlastungs**volumen** und –dauern des bestehenden Systems

Hypothese:

1. Eine optimale **statische** Drosseleinstellung existiert
2. Diese kann mit Hilfe von Messdaten identifiziert werden
3. Dieses Optimum gilt für einen bestimmten Zeitraum in der Zukunft

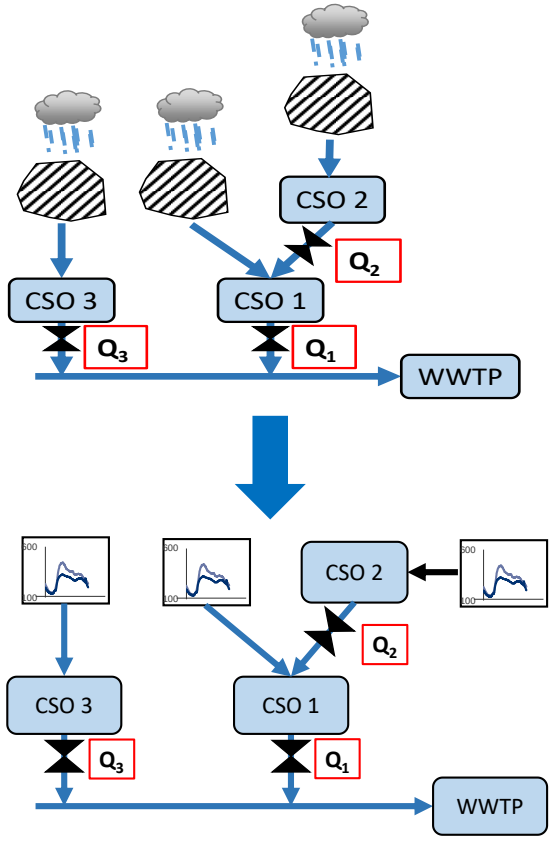
Fragen:

1. Wieviel und welche Daten werden benötigt?
2. Wie lange gilt das Optimum?

Methode

Allgemeiner Ansatz (Bachmann et al. 2019)

1. Datenevaluierung und detaillierte Betrachtung des Einzugsgebiets
2. Erstellung der Zulaufganglinien
3. Simulation und Validierung des Status quo
4. Optimierung der Drosselabflüsse
5. Erforderlicher Datenumfang

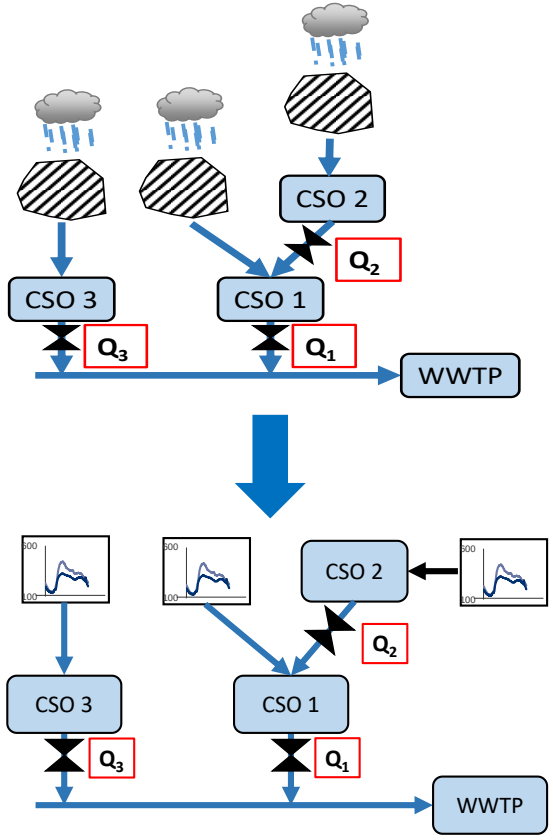


Bachmann-Machnik, A., Brüning, Y., Bakhshipour, A.E., Dittmer, U.:
Optimal setting of controlled outflows based on highly resolved online data, Lyon, France (2019)

Methode

Allgemeiner Ansatz (Bachmann et al. 2019)

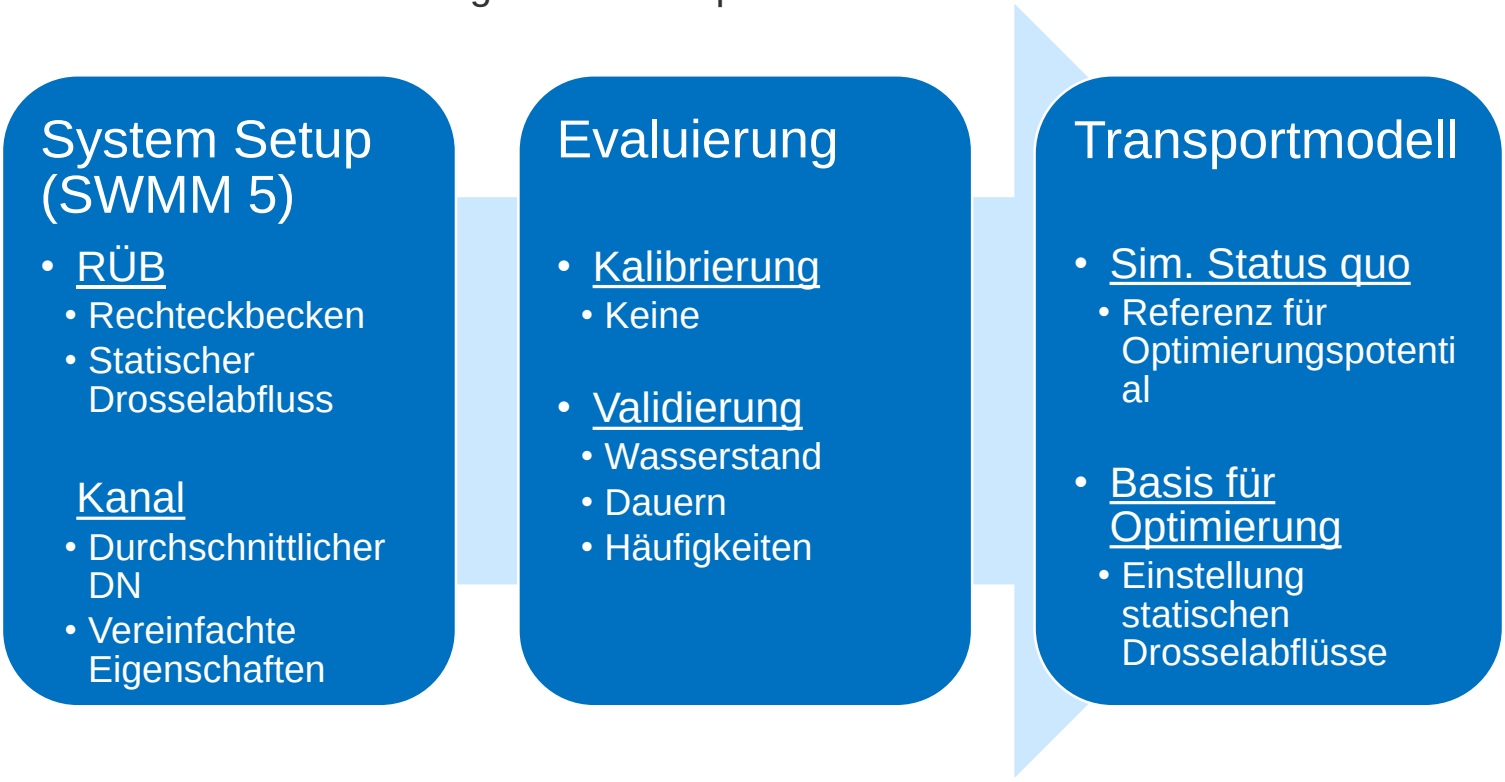
1. Datenevaluierung und detaillierte Betrachtung des Einzugsgebiets
2. Erstellung der Zulaufganglinien
3. Simulation und Validierung des Status quo
4. Optimierung der Drosselabflüsse
5. Erforderlicher Datenumfang



Bachmann-Machnik, A., Brüning, Y., Bakhshipour, A.E., Dittmer, U.:
Optimal setting of controlled outflows based on highly resolved online data, Lyon, France (2019)

Methode

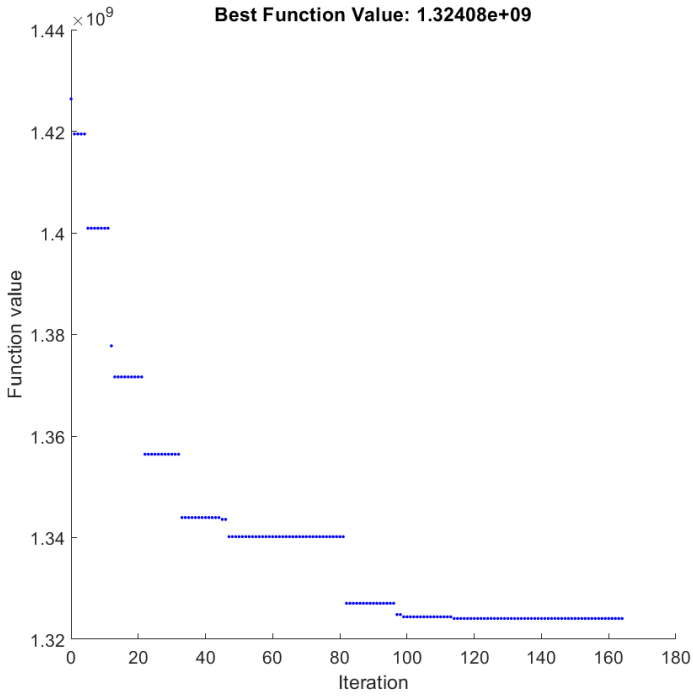
Simulation und Validierung des Status quo



Methode

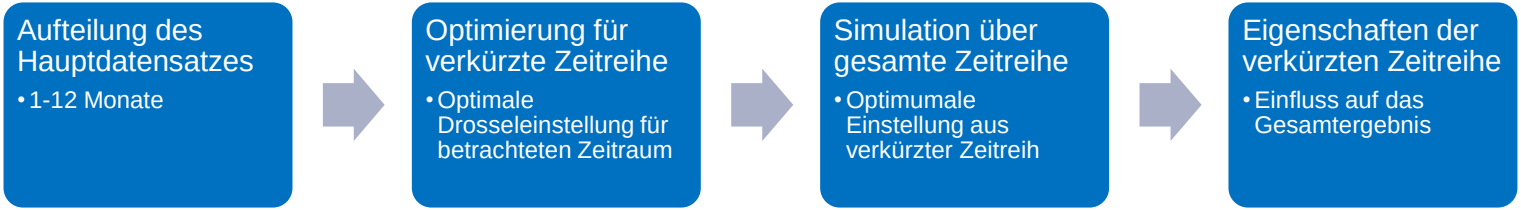
Messdatenbasierte Optimierung

- Zielfunktion: $\min \sum_i w_i * CSO_i$
- Anpassung der Drosselabflüsse
  - MatLab & SWMM
  - Algorithmus: Simulated annealing
- Einschränkungen
  - $Q_{out,i} \geq 1\ l/s$
  - $Q_{comb} \leq Q_{max}$ KA / Pumpstation
- Priorisierung einzelner Becken (w_i)



Methode

Erforderlicher Datenumfang

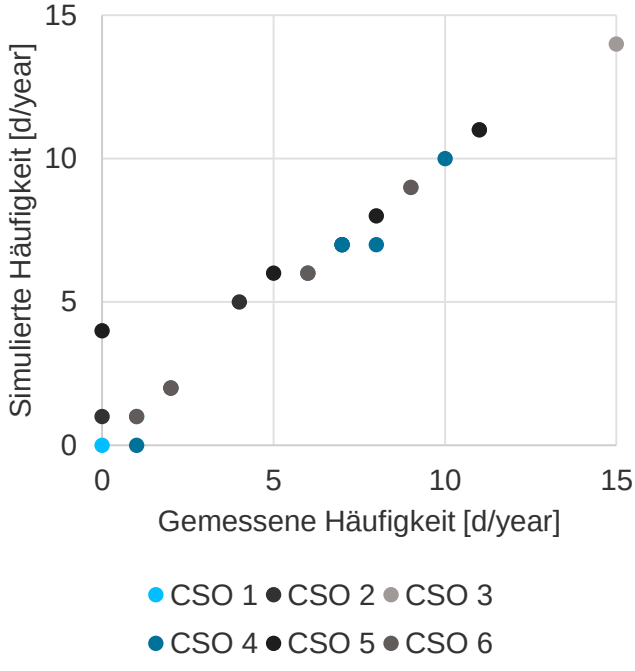


Ergebnisse

Validierung des Status quo

- Abweichung zum Realzustand
  - 4.4 % Häufigkeit
  - 1.3 % Dauer
- Wasserstände vor allem während der Entlastung nahezu deckungsgleich

→ Validiertes Modell des Status quo

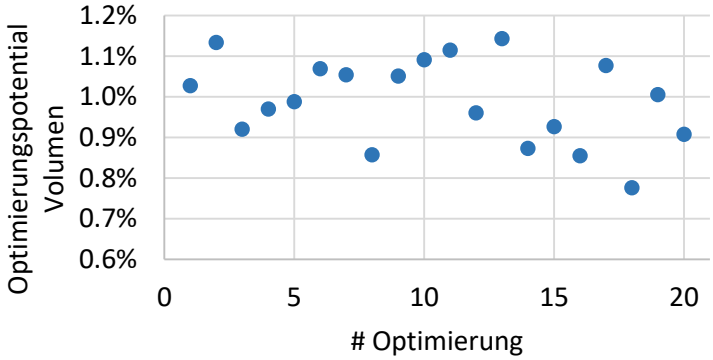


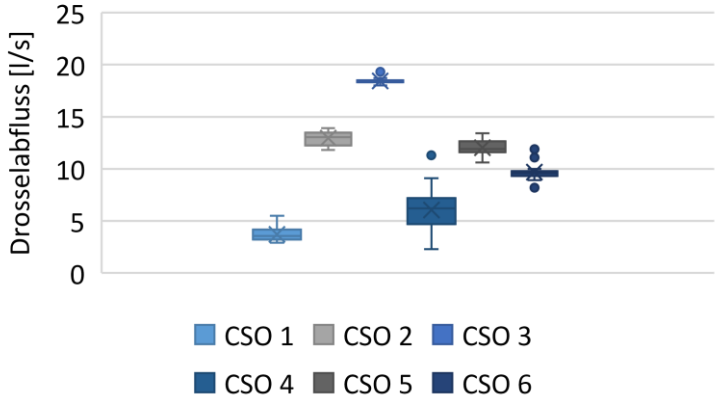
Ergebnisse

Messdatengetriebene Optimierung

- Optimierungspotential
  - Häufigkeit: ~ 1 %
  - Dauer: ~ 8 %
- Mehrfachoptimierung
  - Spannbreite der optimalen Abflüsse
  - Mediane → durchschnittliches Optimierungspotential

Wie lange muss ich messen?

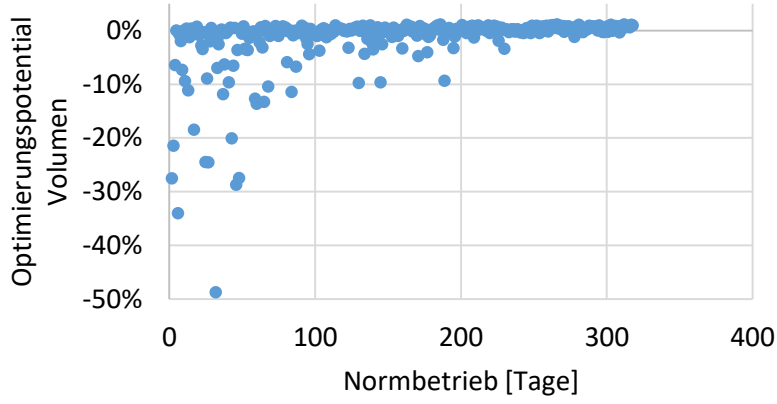


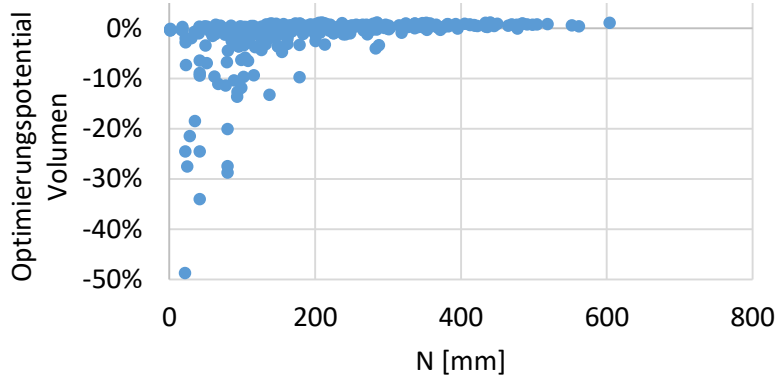


Ergebnisse

Erforderlicher Datenumfang

- Anforderung im Pilotgebiet
  - > 200 Tage im Normbetrieb
  - > 200 mm Niederschlag
  - > 20 Entlastungsereignisse (Gesamtsystem)
  - > 90 Std Entlastungsdauer (Gesamtsystem)
- Im Pilotgebiet müssen drei von vier erfüllt sein
  - Untersuchungen dauern an

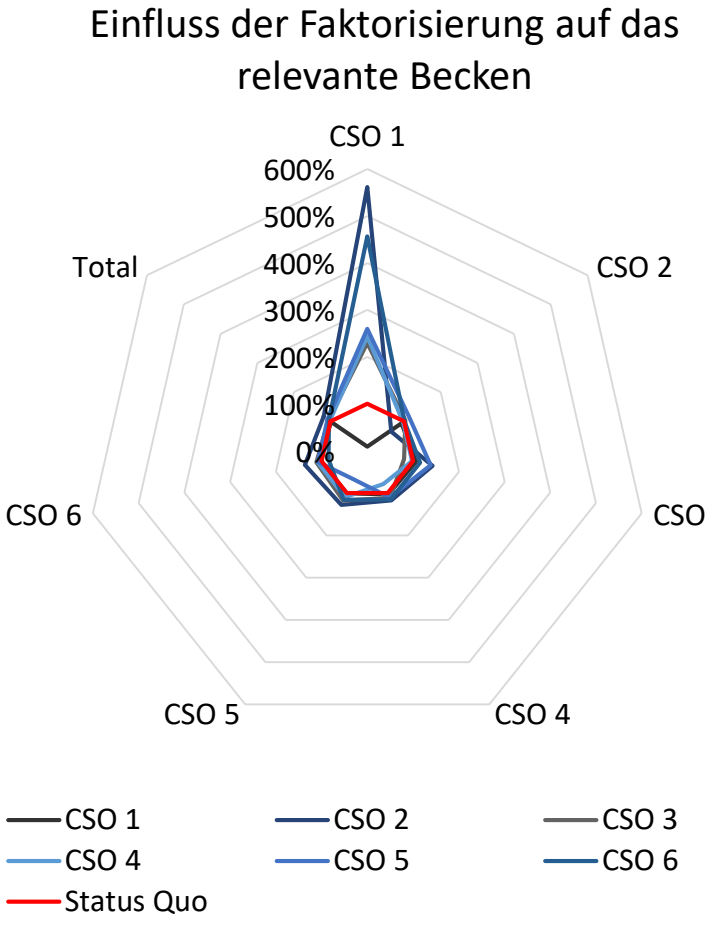




Ergebnisse

Faktorisierung

- Gesamtergebnis ≤ Status quo
- Volumen wird umverteilt
  - Weg von einem RÜB → Reduktion
  - Hin zu einem RÜB → Behandlung
- Andauernd
  - Weitere Kriterien
  - Einflüsse untereinander



Schlussfolgerungen/Ausblick

- Vielzahl an statischen Optima
- Identifikation über messdatenbasierte Optimierung möglich
- Zeitreihen müssen Länge, N und Aktivitätskriterien erfüllen
- Entlastungsaktivität kann umverteilt werden
- Weitere Fragen
  - Anforderungen an Zeitreihen
  - Gültigkeit der optimalen Drosseleinstellung

Schlussfolgerungen/Ausblick

- Vielzahl an statischen Optima
- Identifikation über messdatenbasierte Optimierung möglich
- Zeitreihen müssen Länge, N und Aktivitätskriterien erfüllen
- **Entlastungsaktivität kann umverteilt werden**
- Weitere Fragen
  - Anforderungen an Zeitreihen
  - Gültigkeit der optimalen Drosseleinstellung

Schlussfolgerungen/Ausblick

- Vielzahl an statischen Optima
- Identifikation über messdatenbasierte Optimierung möglich
- Zeitreihen müssen Länge, N und Aktivitätskriterien erfüllen
- **Entlastungsaktivität kann umverteilt werden**
- Weitere Fragen
  - Anforderungen an Zeitreihen
  - Gültigkeit der optimalen Drosseleinstellung

Mehr validierte Zeitreihen!

University of Stuttgart
Institute for Sanitary Engineering, Water Quality and
Solid Waste Managements (ISWA)

Vielen Dank!

Yannic Brüning, M.Sc.

e-mail yannic.bruening@iswa.uni-stuttgart.de
phone +49 (0) 711 685-654-39
fax +49 (0) 711 685-637-29

University of Stuttgart
ISWA, SE
Im Bandtäle 2
70569 Stuttgart
Germany

Förderung durch:
Ministerium für Umwelt-, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Im Rahmen des Aktionsprogramm Jagst