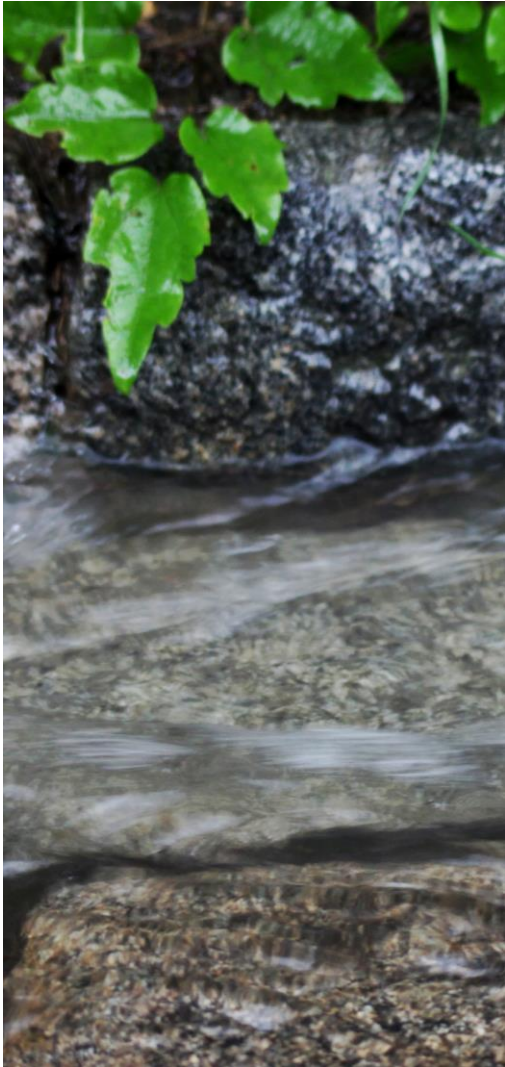




Optimierung des Betriebs von Kanalnetzen im Mischsystem auf Basis von Online- Messdaten

Anna Bachmann-Machnik

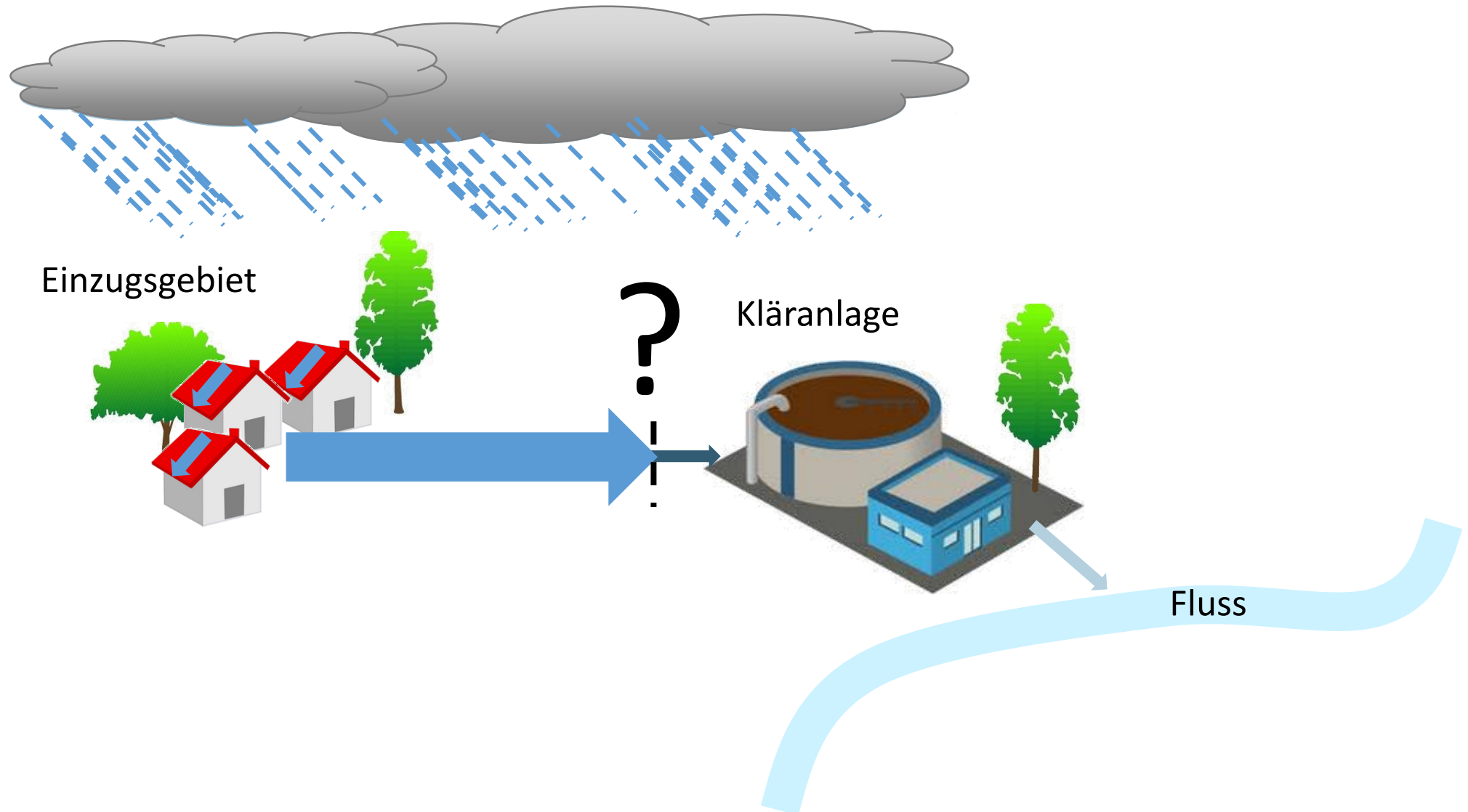
Hauptberichter: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Dittmer

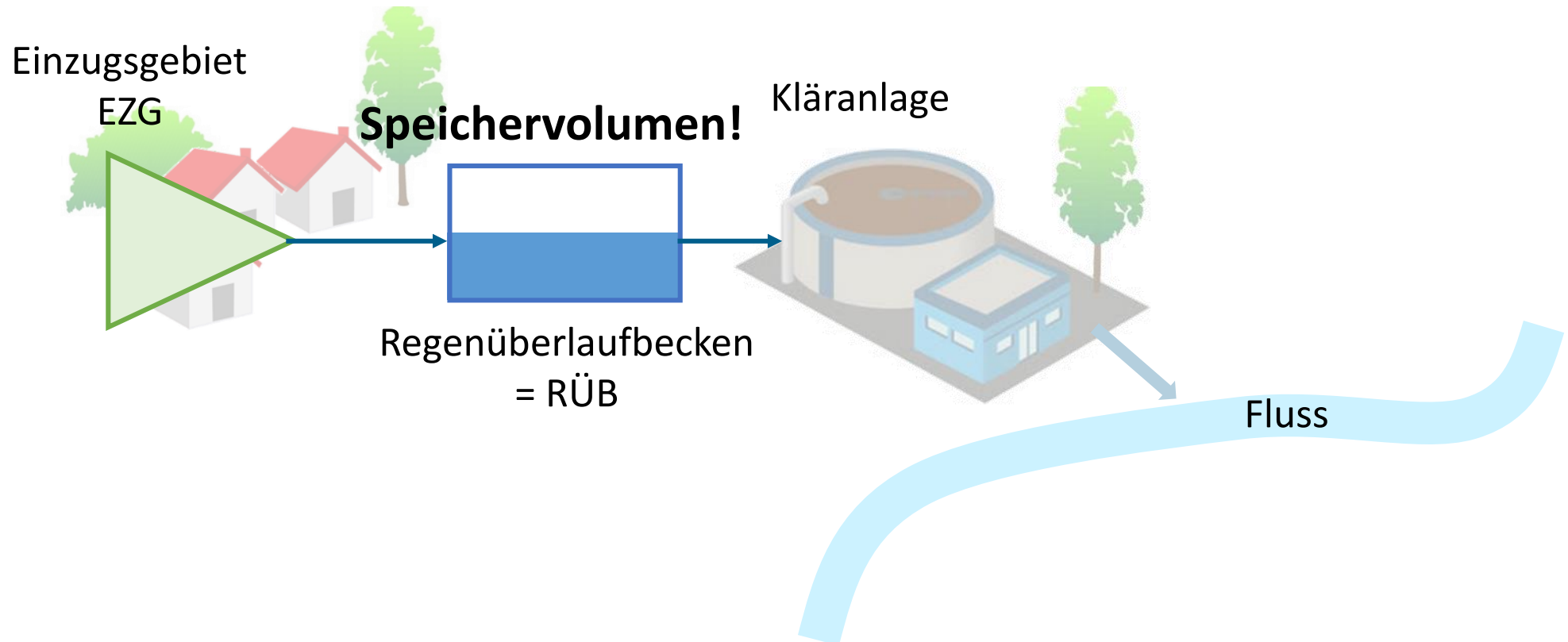
Mitberichter: Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. András Bárdossy

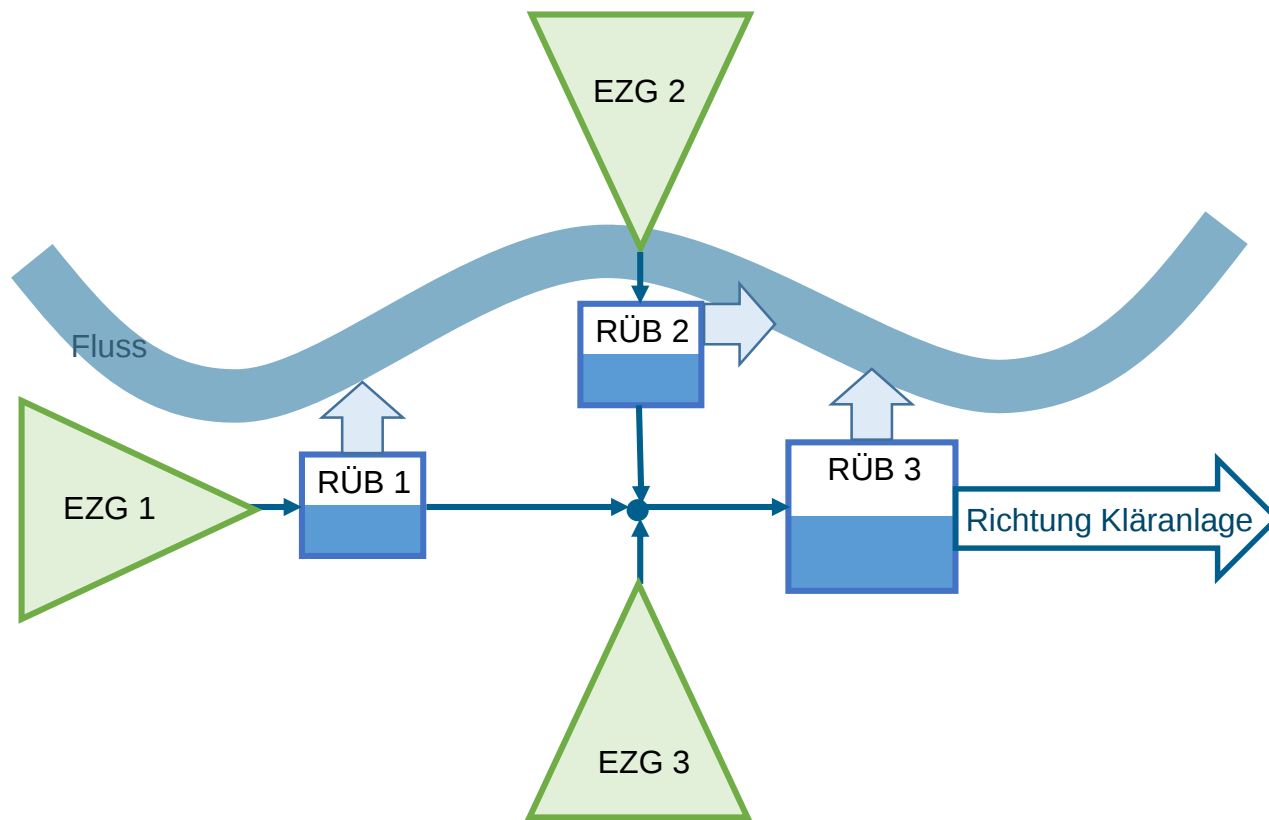
Vorsitzende: Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz

Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft
TU Kaiserslautern



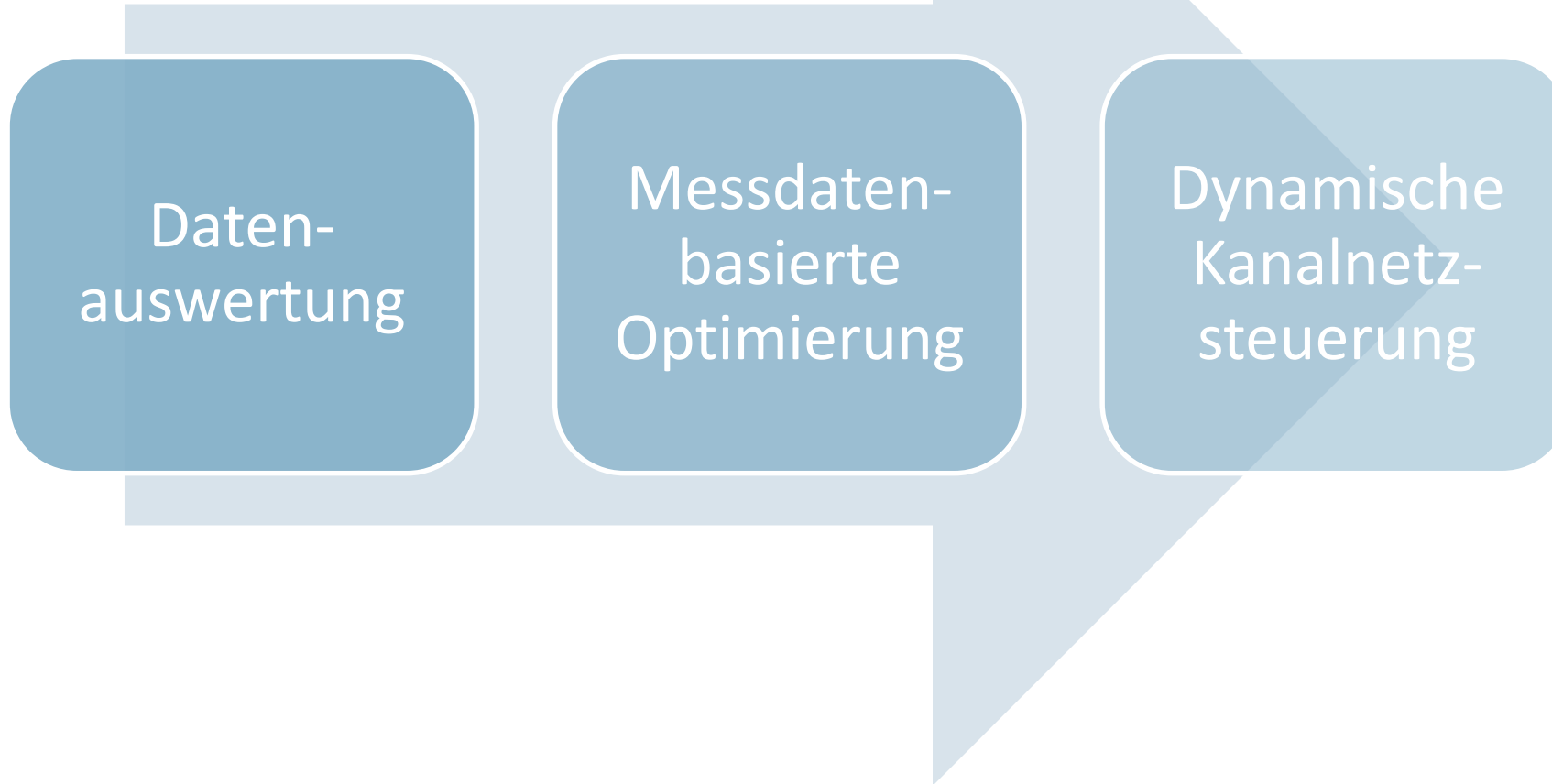






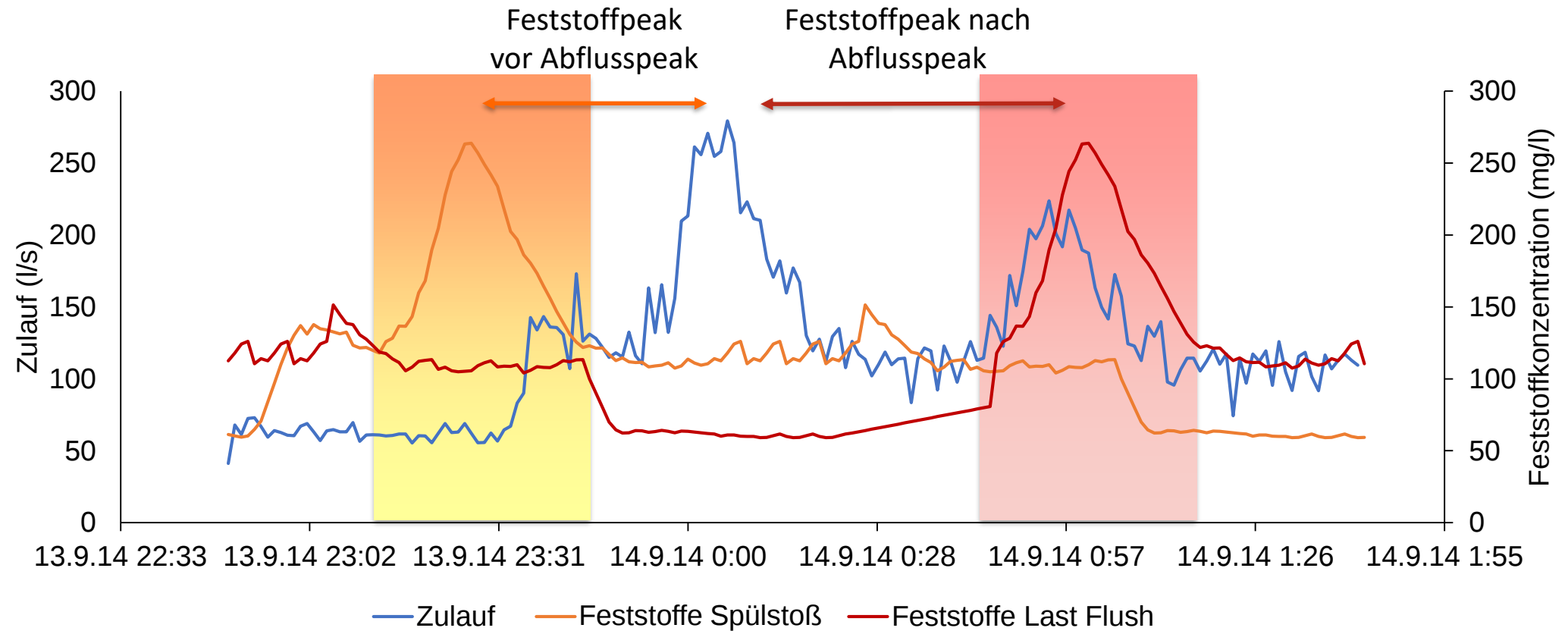
- Speichervolumen im Gebiet verteilt
 - Laufen nach Vollfüllung ins Gewässer über
- Ziel ist optimale, gleichmäßige Ausnutzung der Speicherräume
 - Volumenbezogene Betrachtung
- Volumen der Speicherbecken ist baulich gegeben
- Stellschraube: Abfluss aus Becken (Drosselabfluss)
 - Nur wenn der Drosselabfluss an jedem Becken korrekt eingestellt ist, wird das vorhandene Volumen optimal ausgenutzt.

3 Säulen der Arbeit



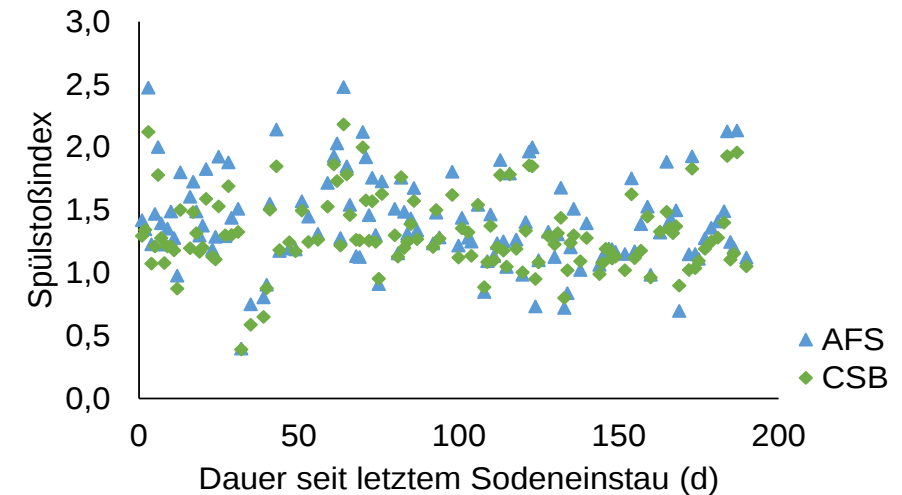
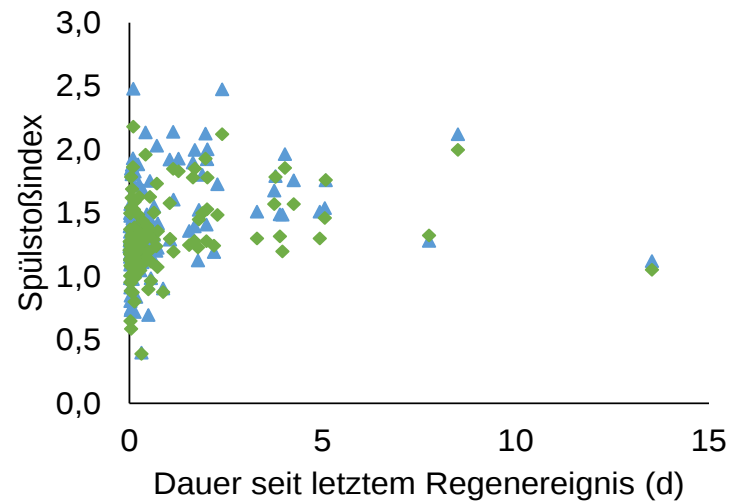
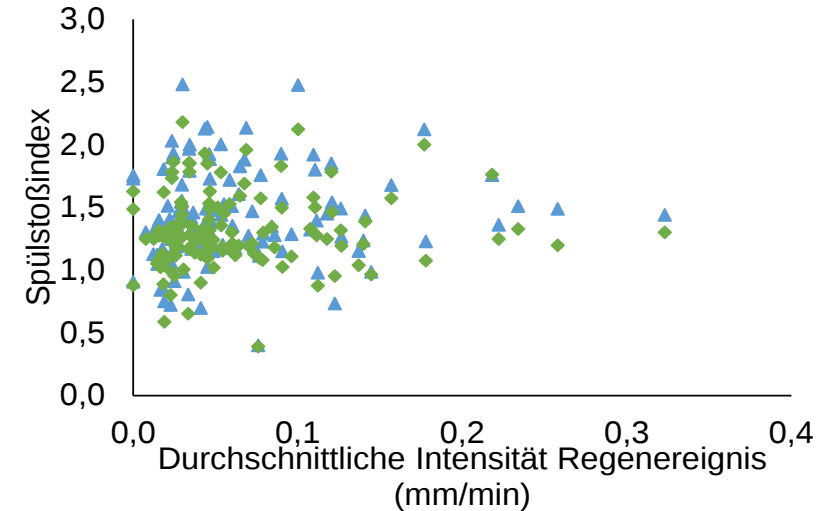
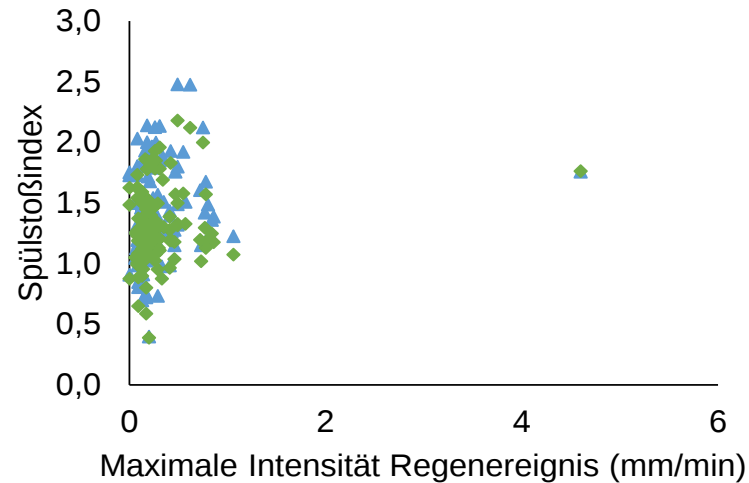
- Hoch aufgelöste Messdaten von Aug 2014 bis Okt 2016 im Zulauf von 2 Regenüberlaufbecken
 - Durchflussdaten (1 min)
 - Qualitätsdaten (5 min)
 - Feststoffe
 - Chemischer Sauerstoffbedarf
 - Nitrat



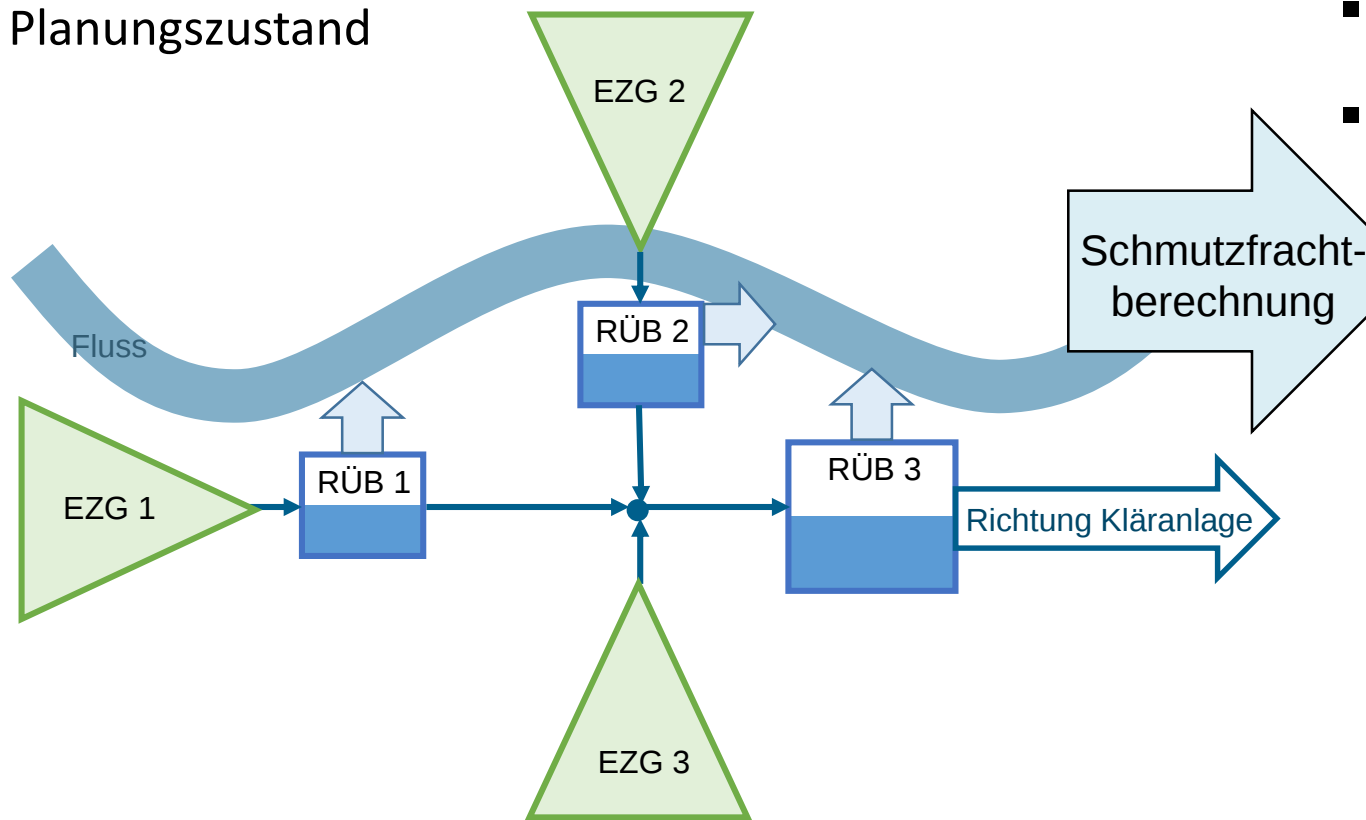


Korrelationen der Spülstoßindizes

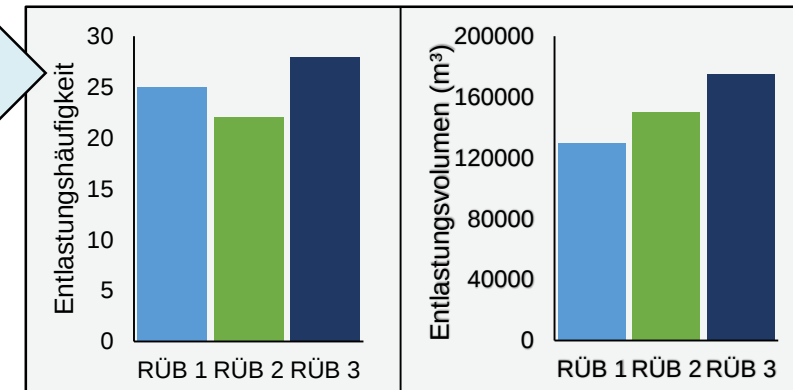
- Breite Streuung der Spülstoßausprägung
- **Keine Modell-zusammenhänge erkennbar!**
 - Auch nicht mit weiterführenden statistischen Methoden wie Cluster-, Faktorenanalysen oder Neuronalen Netzen
- **Untersuchte Variablen**
 - Maximale und durchschnittliche Niederschlagsintensitäten
 - Summe und Dauer des Niederschlags vom vorangegangenen und aktuellen Niederschlagsereignis
 - Trockenwetterdauer



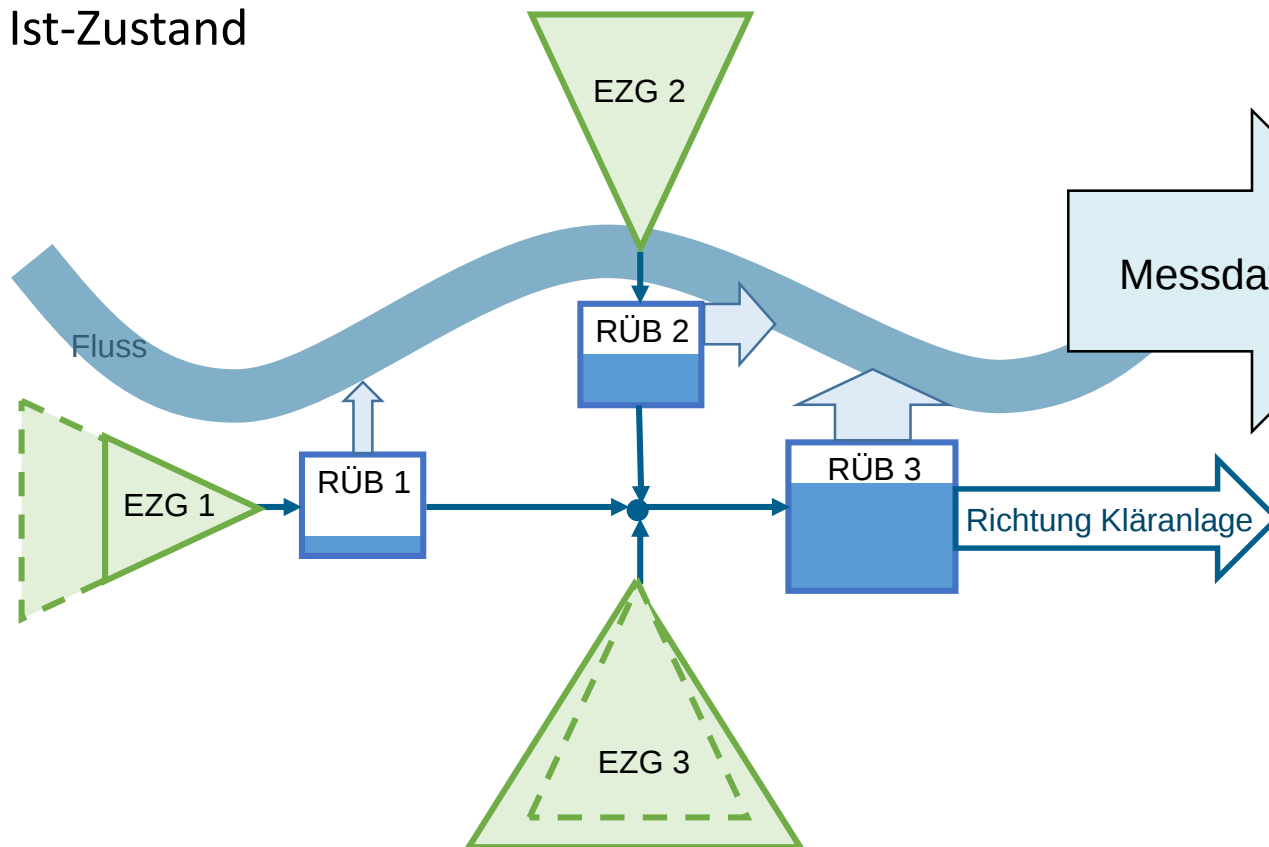
Planungszustand



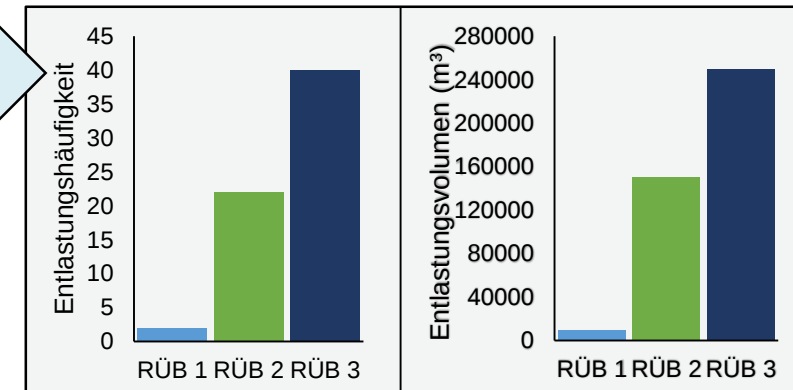
- Simulation des Planungszustands
- Weite Planungshorizonte (20-30 Jahre)



Ist-Zustand



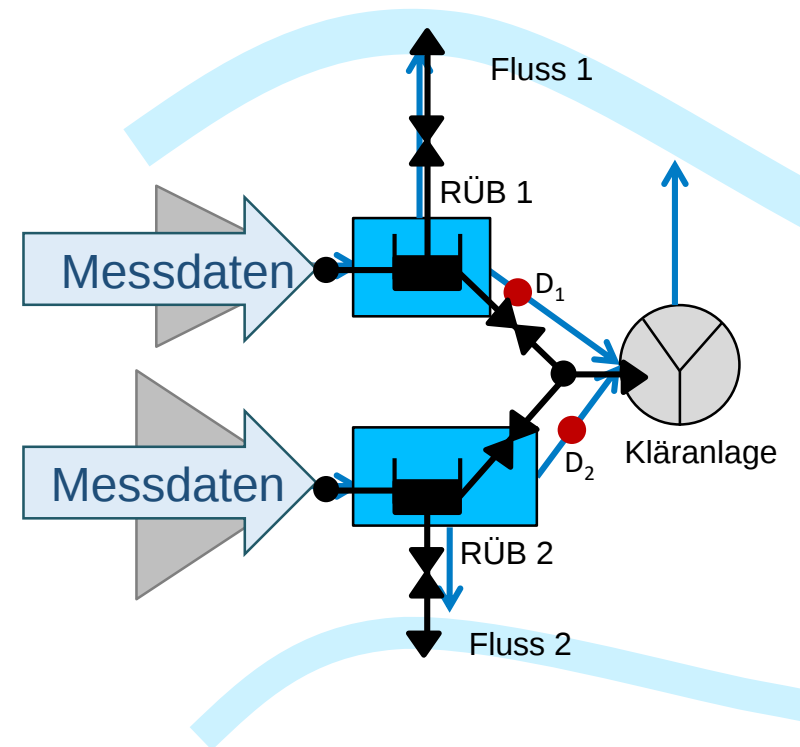
- Messdaten zeigen oft ein anderes Bild:
ungleichmäßige Systemauslastung



➡ Messdaten zur Optimierung des Betriebs nutzen!

Statische Drosseloptimierung

- Fiktives ideales System aus zwei RÜB
- Anstelle hydrologischer Niederschlags-Abflusssimulation gemessene Zeitreihen direkt als Systeminput
- Transportmodellierung in EPA-SWMM 5.1
- Optimierung durch Kopplung SWMM/Matlab
- Untersuchung des Optimierungspotenzials bei konstanten Mischwasserzufluss Q_M zur Kläranlage und verschiedenen Optimierungszielen (Minimierung Entlastungsfracht, -volumen, -dauer)



Statische Drosseloptimierung

- Randbedingung:

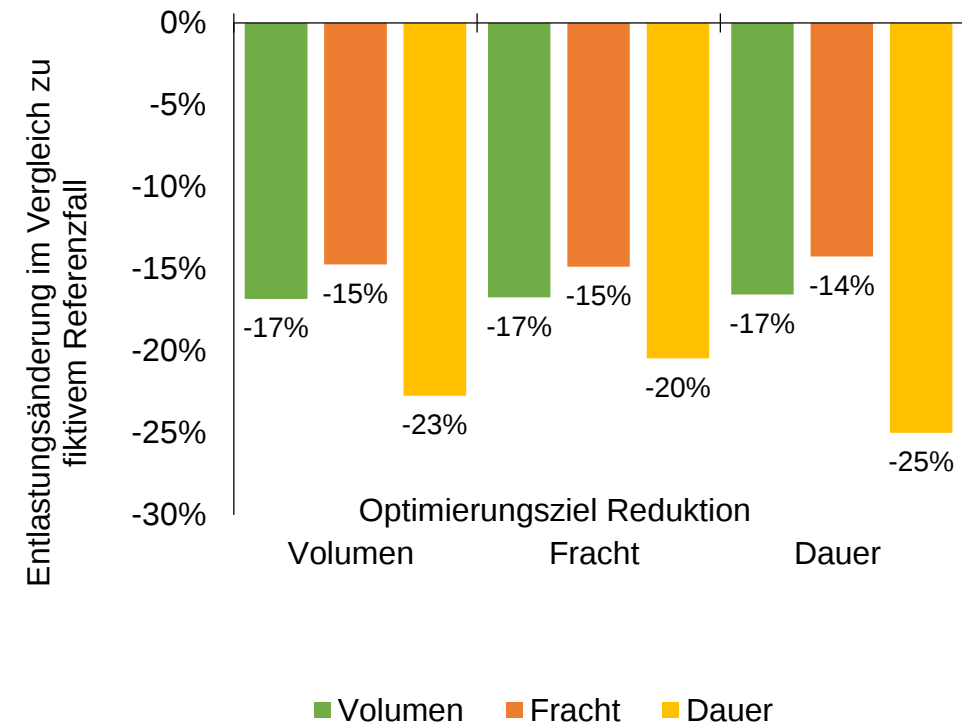
$$Q_m = konst. = D_1 + D_2 = 241 \text{ l/s}$$

- Optimierungsziele:

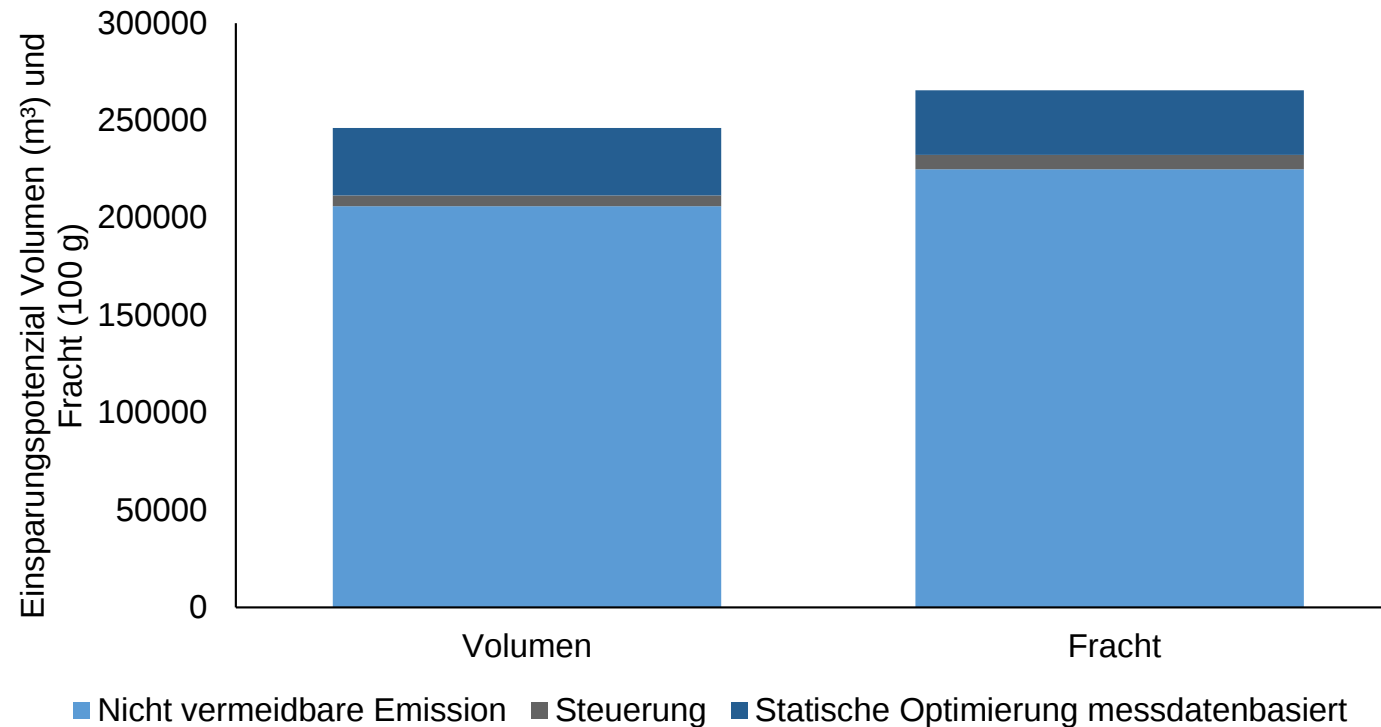
- Minimierung Entlastungsvolumen
- Minimierung AFS-Entlastungsfracht
- Minimierung Überlaufdauer

- Fiktives Referenzszenario mit realistischer Ungleichmäßigkeit im System

- Realistische Ungleichmäßigkeit aus vorherigen Untersuchungen



Vergleich statischer Drosseloptimierung und dynamischer Steuerung



- Durch statische Optimierung der Drosselabflüsse beachtliche Einsparung der Gesamtemission möglich
- Kleiner zusätzlicher Anteil (theoretisches Maximum 4%) der Emission kann durch dynamische Steuerung eingespart werden

Auswertung von Langzeit online-Qualitäts- und Durchflussdaten

- Keine Muster in der Ausprägung der Spülstoßindizes erkennbar
- Relativ gleichmäßige Fracht- und Volumenverteilung im untersuchten System
- Modelltechnische Nachbildung der Abflussqualität extrem schwierig
 - Stochastisch geprägte Prozesse
 - Keine direkte Ableitung von Modellparameter in diesem Untersuchungsgebiet möglich (Akkumulation/Abtrag)

 **Betriebsentscheidungen basierend auf (Qualitäts)-Modellergebnissen fragwürdig**

Messdatenbasierte statische Systemoptimierung

- Das größte Optimierungspotenzial besteht in Systemen mit mittlerer Auslastung (häufig in Deutschland!)
- Relativ robuste Methode, sorgfältige Datenprüfung ist dennoch notwendig
- **Verschiebung von Emissionsschwerpunkten beinahe ohne Änderung der Gesamtemissionen durch Änderung der Drosselabflüsse möglich**

Dynamische Steuerung

- Volumenabhängige Optimierungsstrategien erreichen fast so niedrige Entlastungsfrachten wie qualitätsabhängige Strategien
- Größeres Einsparungspotenzial durch statische Drosseloptimierung als durch dynamische Kanalnetzsteuerung im untersuchten fiktiven System

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Besonderer Dank an:

Amin Ebrahim Bakhshipour, Jonas Wetzel,
Valerie Beck, Moritz Wild, Thomas
Bierbaum, Maurizio Calandri,
den Kollegen vom ISWA der Uni Stuttgart
und vom Fachgebiet Siwawi der TU
Kaiserslautern

Gefördert durch das
Stipendienprogramm der



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de



Diese Arbeit wird gefördert vom Promotionsstipendienprogramm der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Die verwendeten Messdaten wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundforschungsprojekts SAMUWA (Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserkreislaufs www.samuwa.de) erhoben.