

# AQUA URBANICA 2017

Urbanes Niederschlagswassermanagement  
im Spannungsfeld zwischen zentralen und dezentralen Maßnahmen



## **Schmutzfrachtdynamik des Zentralen Speicherkanals ZSK bei Mischwasserereignissen im Zulauf zur Kläranlage Graz**

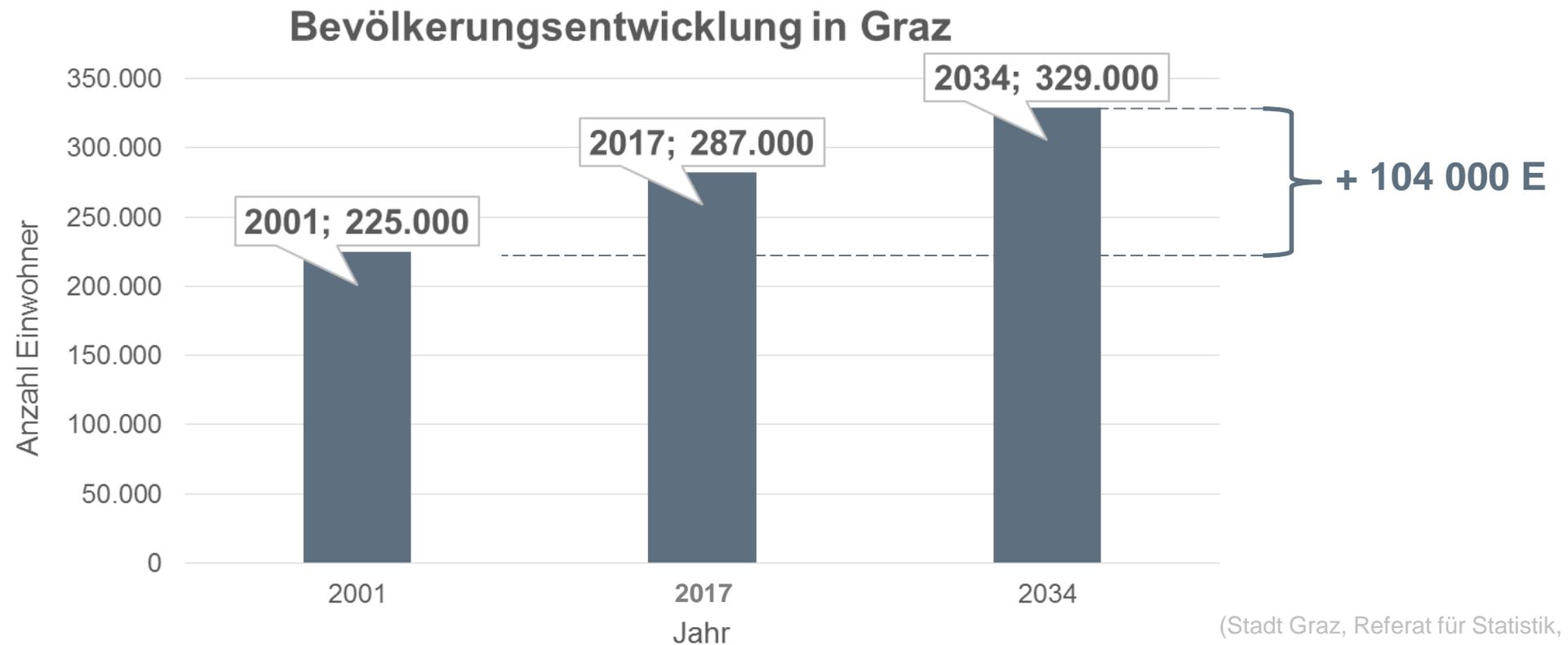
Thomas Hofer, Günter Gruber, Dirk Muschalla

# Einleitung



# Einleitung

- Herausforderung 1: Zunahme der Bevölkerung



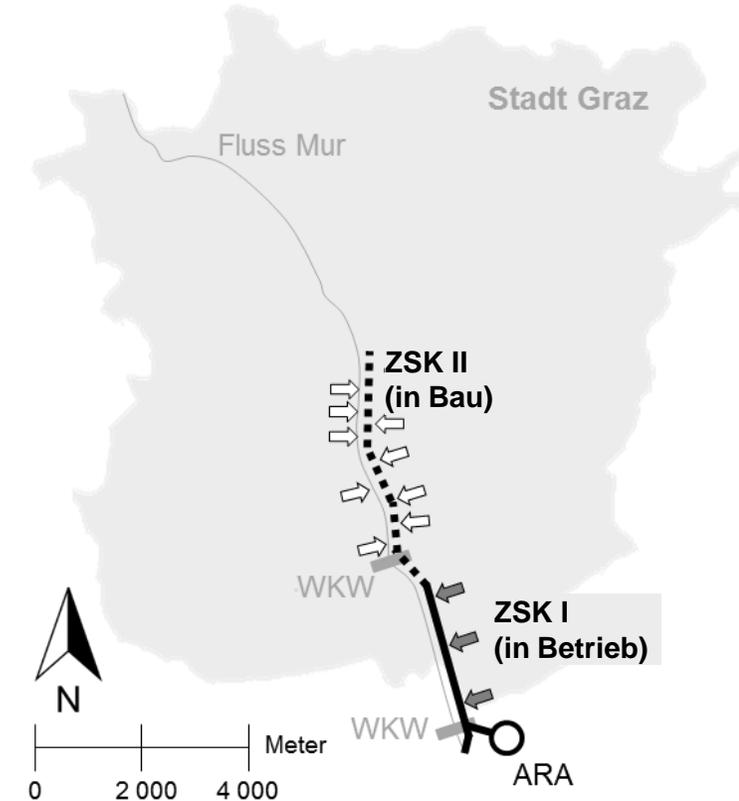
# Einleitung

- Herausforderung 2: Zentraler Speicherkanal ZSK
  - Sammlung von Entlastungsabflüssen aus **3 + 18 = 21 von 38** Mischwasserüberläufen (MÜs) entlang der Mur



© Butler & Davis (2010)

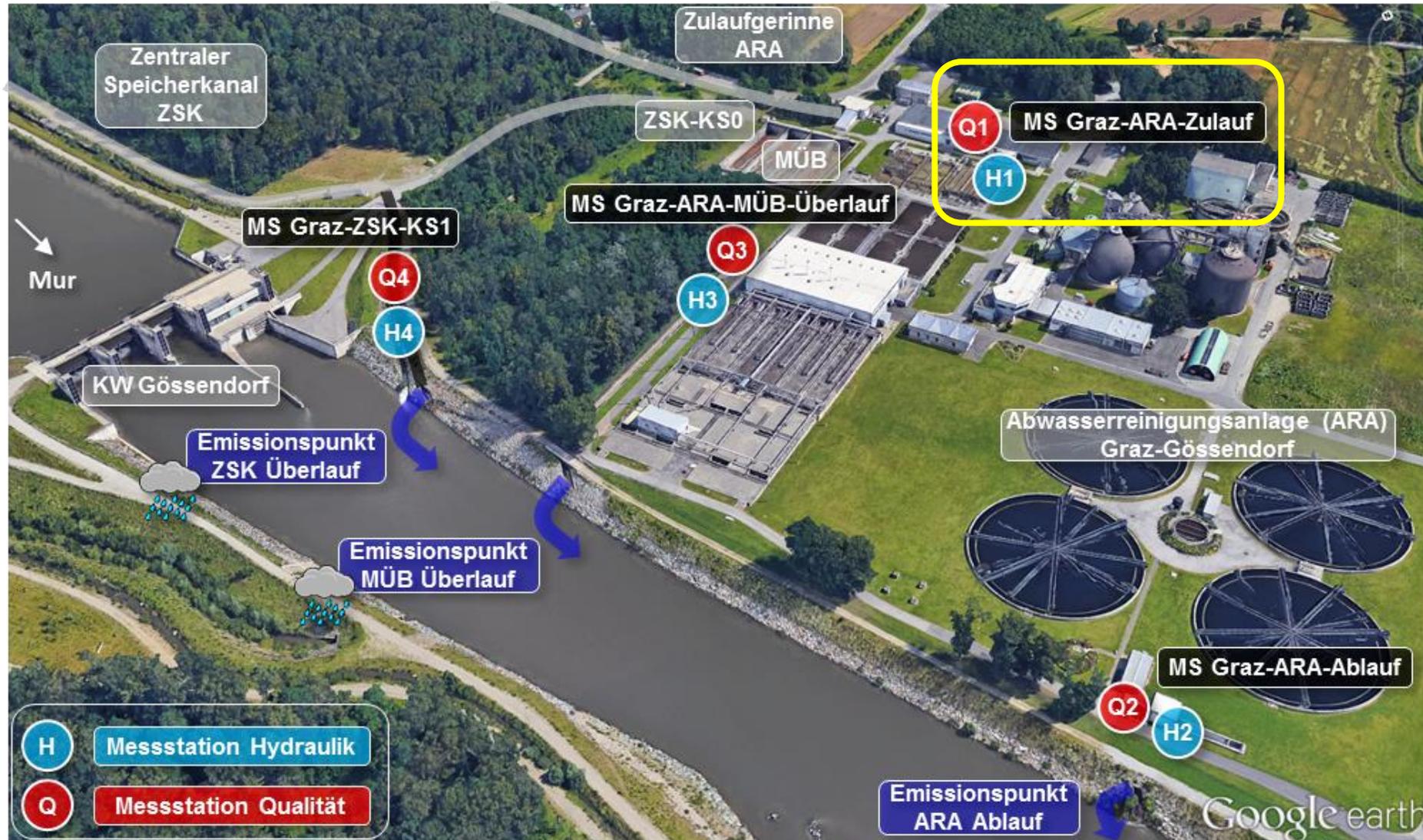
- Weiterleitung und Behandlung des Speichervolumens auf der ARA Graz
- 94 000 m<sup>3</sup> zusätzliches Speichervolumen
- **ZSK I** (in Betrieb): 25 000 m<sup>3</sup>
- **ZSK II** (in Bau): 69 000 m<sup>3</sup>



# Konsequenzen

- Erhöhung der hydraulischen und stofflichen Belastung zur ARA Graz.
- ARA Graz muss gesetzliche Ablauf-Grenzwerte einhalten.
- Betrieb des ZSK soll und wird zu einer deutlichen Reduktion der Entlastungsfrachten in die Mur führen.
- **→ Projekt ZSK-Monitoring seit 2016**

# Betrieb Online-Messnetz im Bereich ARA Graz



# Messstation Graz-ARA-Zulauf

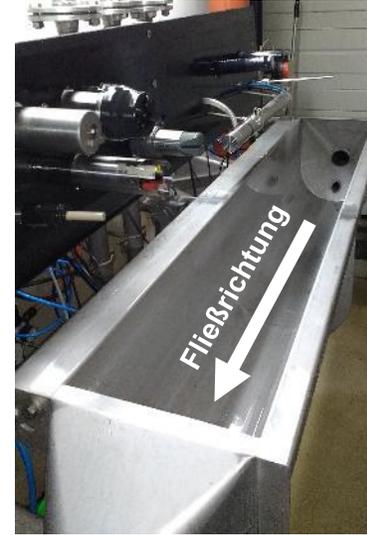
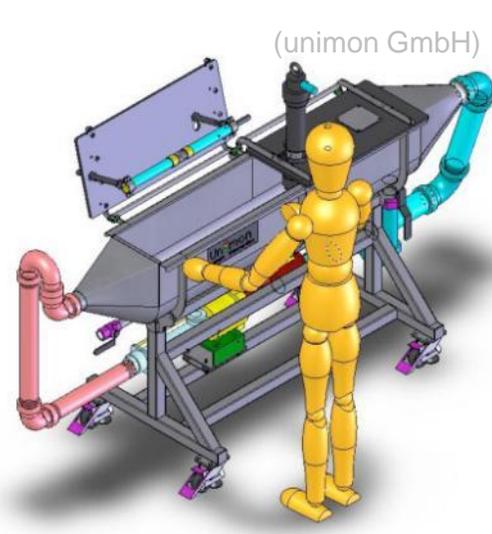
Bypass-System

Volumen = 120 L

$Q = 2 \text{ L/s}$

$v = 3 \text{ cm/s}$

$A = 600 \text{ cm}^2$



## Messgrößen

### Kohlenstoff:

CSB

CSB<sub>f</sub>

BSB<sub>5</sub>

TOC

DOC

### Stickstoff:

NH<sub>4</sub>-N

NO<sub>3</sub>-N

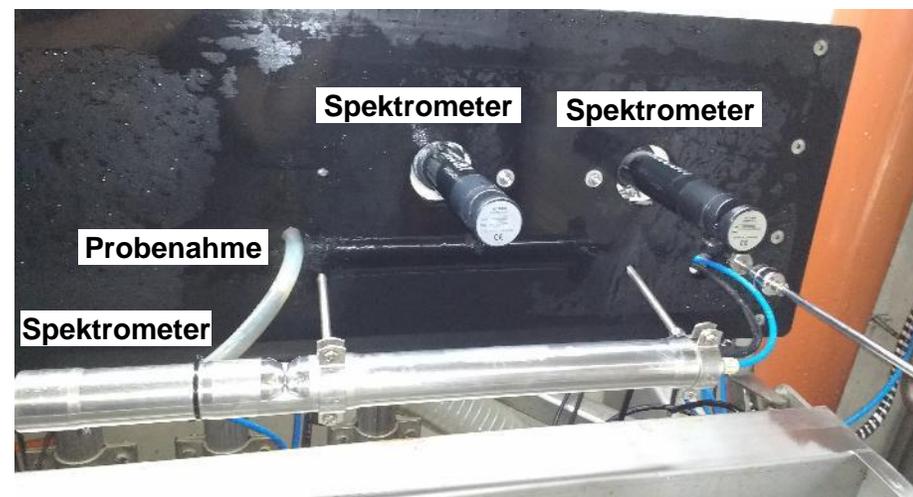
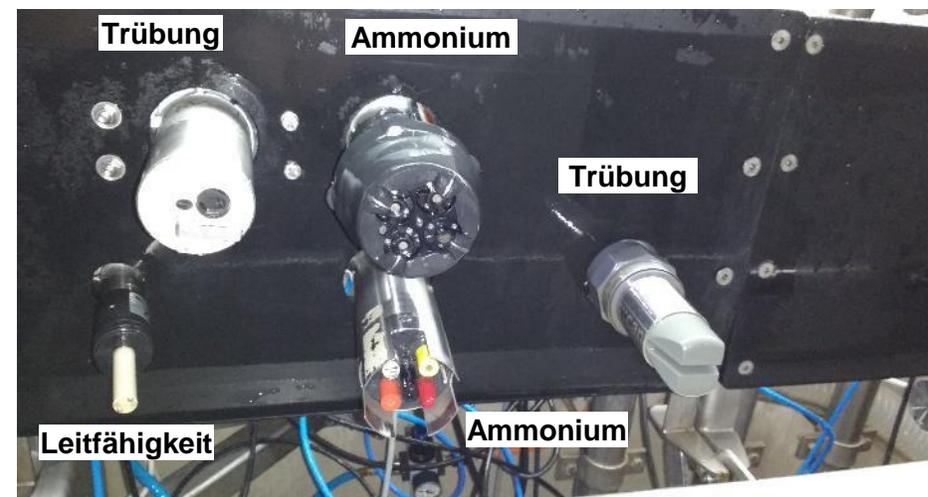
### Sonstige:

AFS

LF

Cl

T und pH



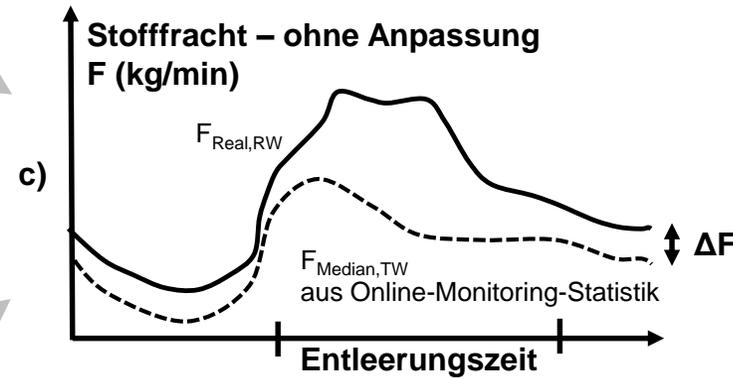
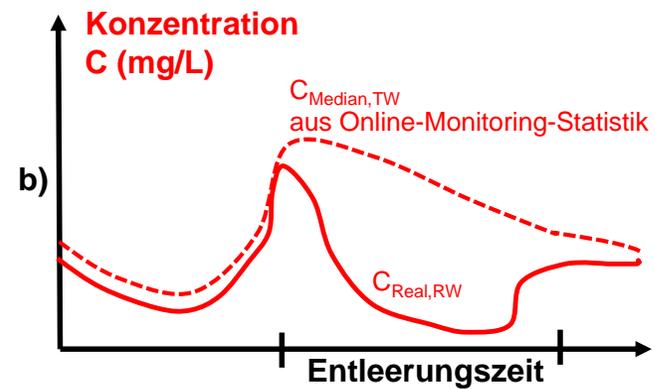
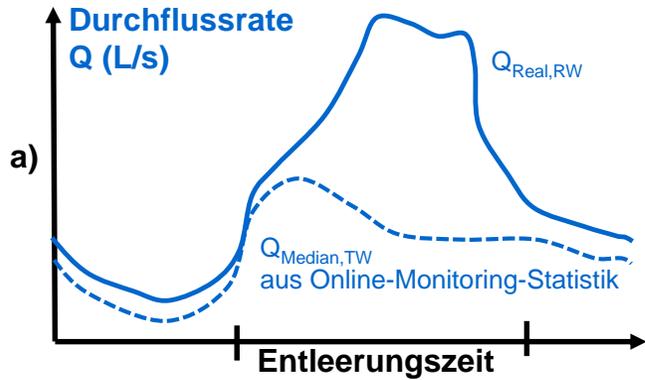
# Fragestellungen

**Welche Schmutzfrachtdynamik  
ist im Zulauf zur ARA Graz durch die  
Entleerungen des ZSK (I + II) zu erwarten?**

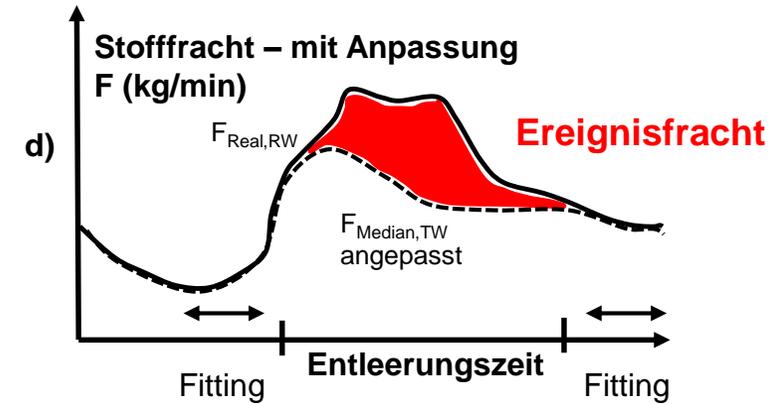
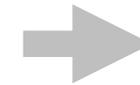
**Wie groß ist das Speicherpotenzial  
und damit der Rückhalt von Schmutzfrachten  
im ZSK (I + II) bei Regenereignissen?**

# Methodik

— Theoretischer TW-Verlauf aus Online-Monitoring-Statistik  
 - - - Realer RW-Verlauf aus Online-Monitoring  
 TW ... Trockenwetter  
 RW ... Regenwetter



$\Delta F$  ... Fracht-Abweichung  
 (basierend auf Metadier M. and Bertrand-Krajewski J. L. (2011))



Fitting-Periode: 60 min  
 Bedingung:  $\Delta F < 1\%$

# Ergebnisse

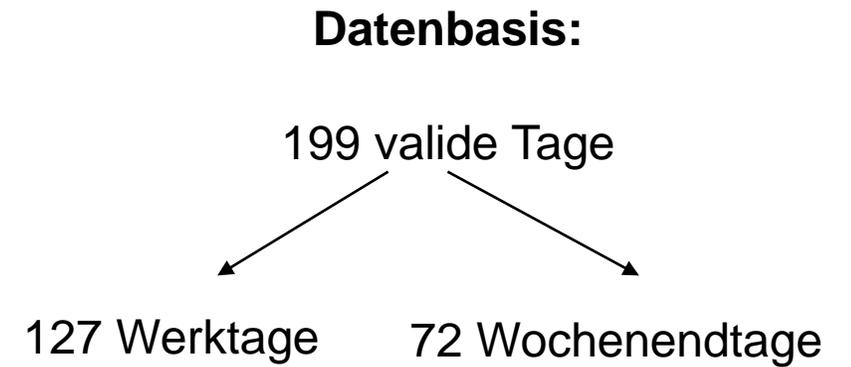
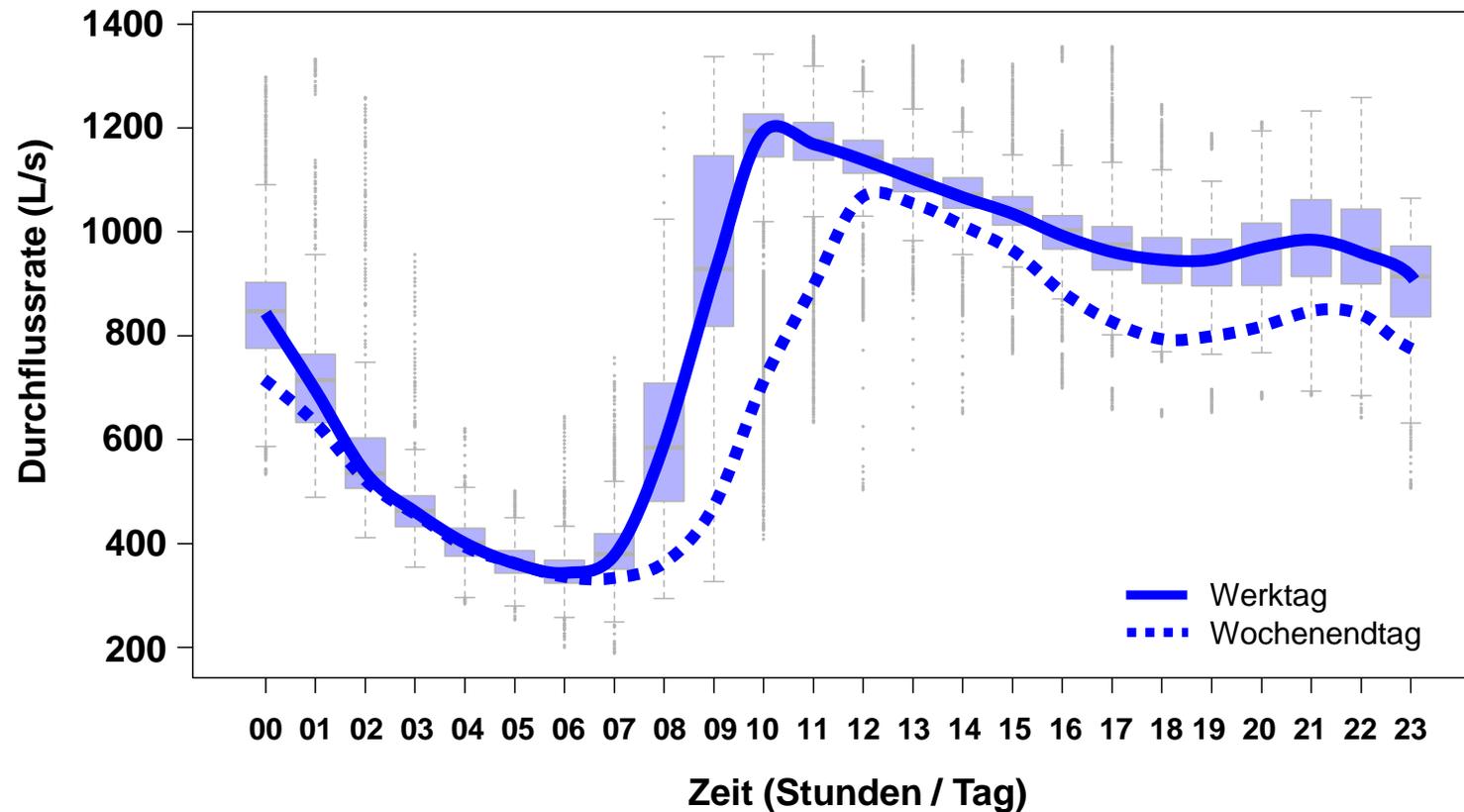
## Tagesgänge Trockenwetter

- Zwei Kriterien zur Definition von Trockenwettertagen
  - Kriterium 1: Maximale Durchflussrate  $Q_{\max} < 1.400 \text{ L/s}$
  - Kriterium 2: Maximales Zulaufvolumen  $Q_d < 80.000 \text{ m}^3/\text{d}$
- Betrachteter Monitoring-Zeitraum:
  - 30.04.2016 – 30.04.2017 (361 valide Tage)
  - Trockenwettertage: 199 Tage (127 Werktage, 72 Wochenendtage)
  - Tage mit Regenwettereinfluss: 162 Tage
- **Entleerung ZSK I:** (Seit 21.11.2016 bis 26.06.2017)  
**15 Ereignisse mit Entleerungseinfluss bisher analysiert**

# Ergebnisse

## Tagesgänge Trockenwetter – Q (L/s)

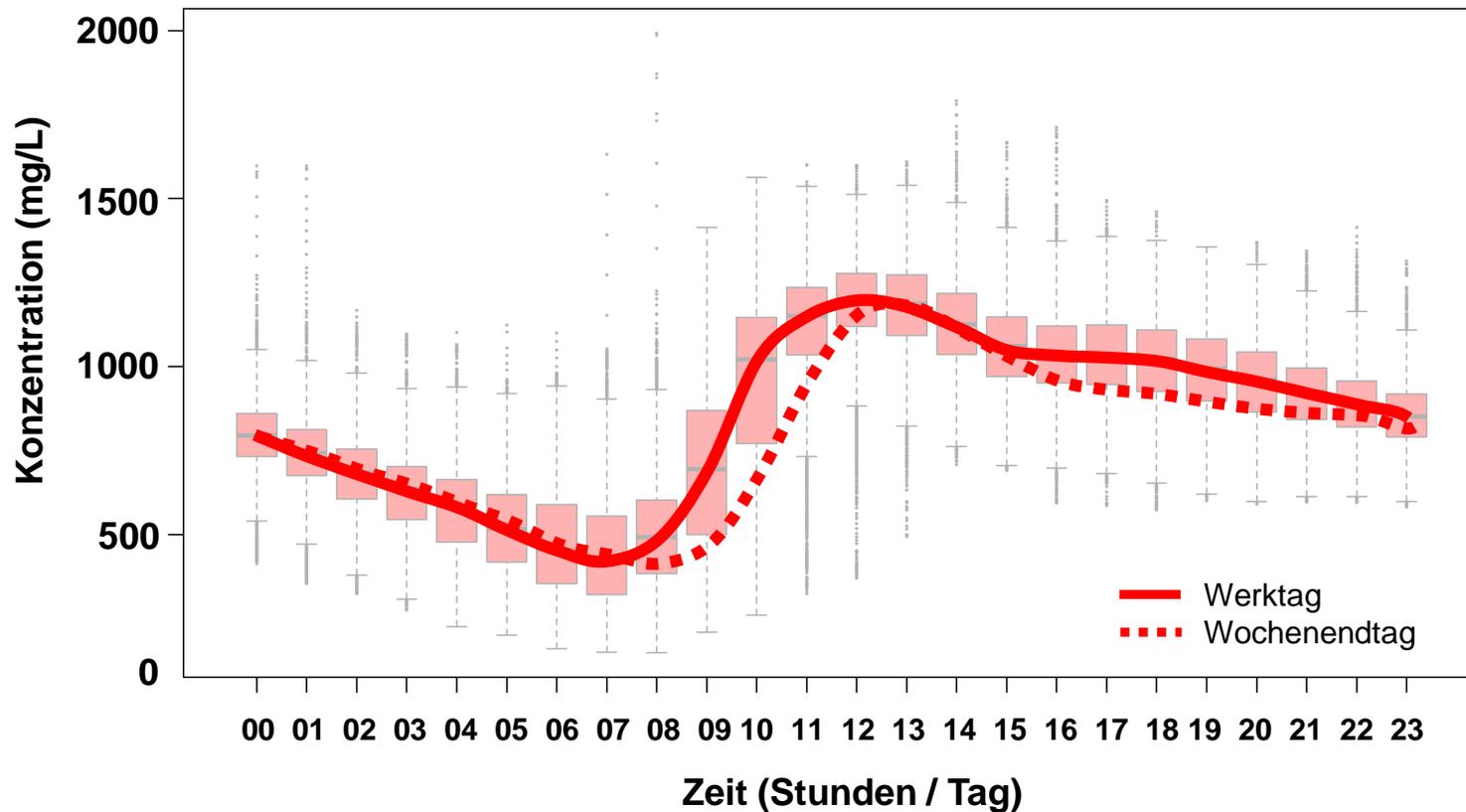
Durchflussrate Q (L/s) – Trockenwetter



# Ergebnisse

## Tagesgänge Trockenwetter – CSB (mg/L)

Konzentration CSB (mg/L) – Trockenwetter



Datenbasis:

199 valide Tage

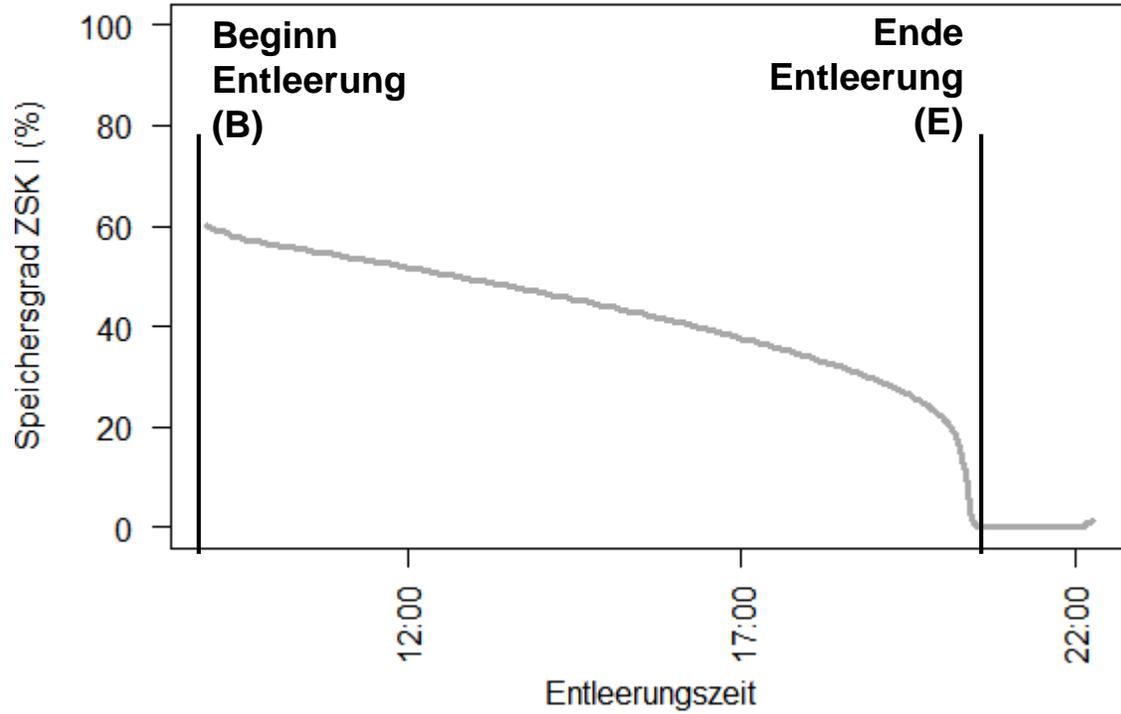
127 Werktage

72 Wochenendtage

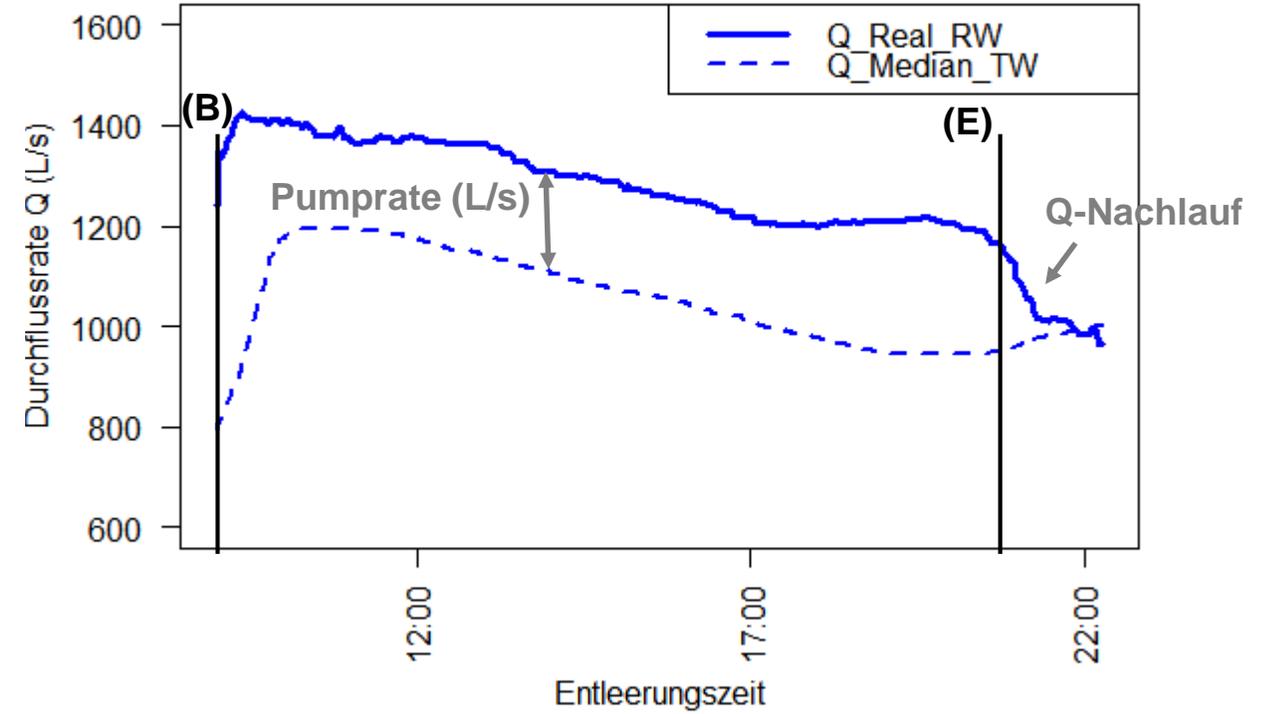
# Ergebnisse

## ZSK I – Entleerung #01 (21.11.2016 07:30 - 20:29 Uhr)

Speichergrad ZSK I (%)



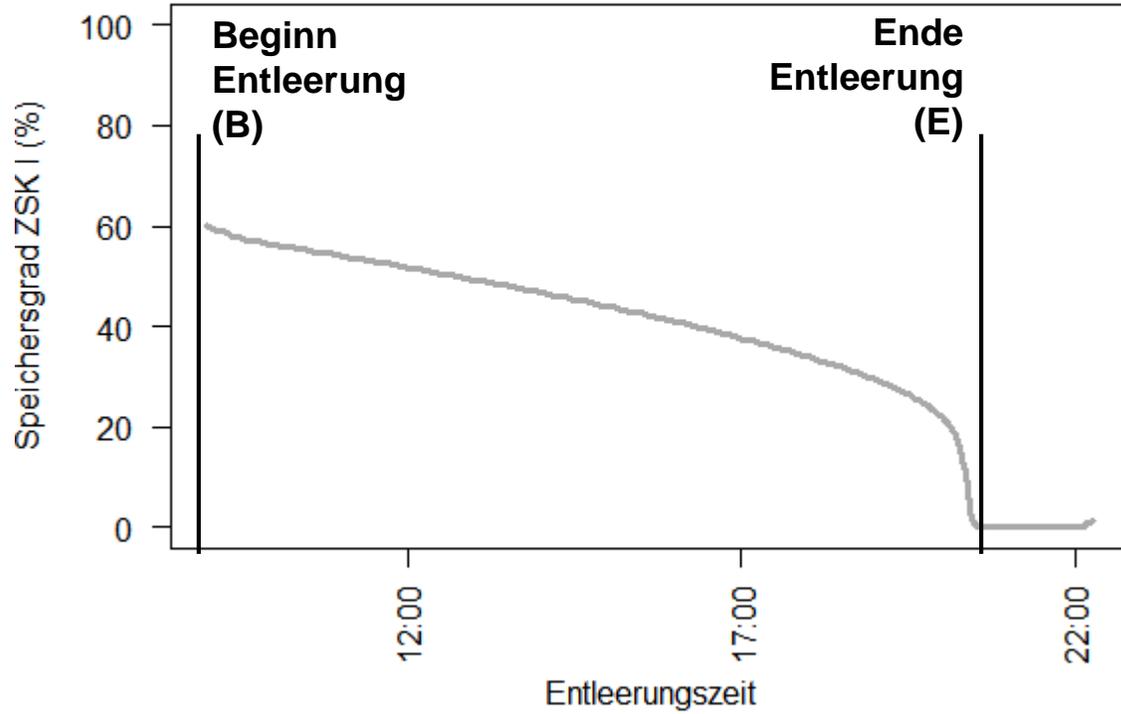
Durchflussrate Q (L/s)



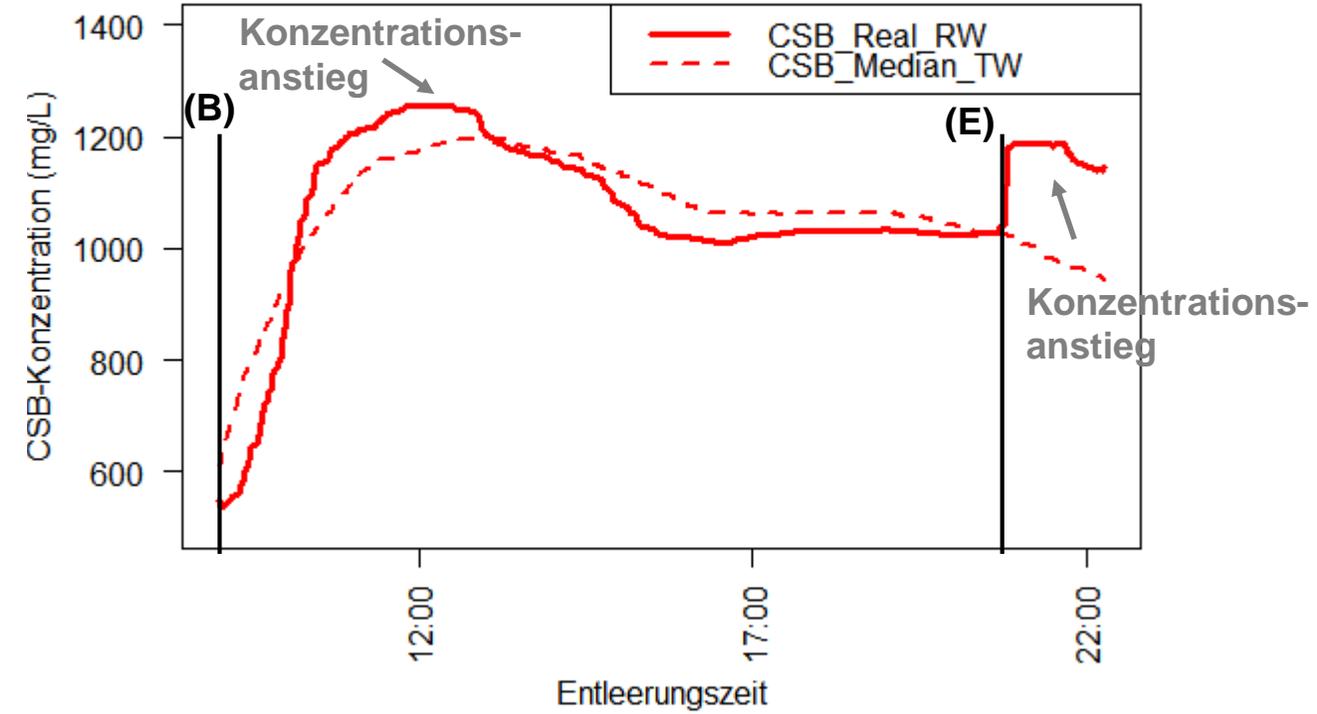
# Ergebnisse

## ZSK I – Entleerung #01 (21.11.2016 07:30 - 20:29 Uhr)

Speichergrad ZSK I (%)



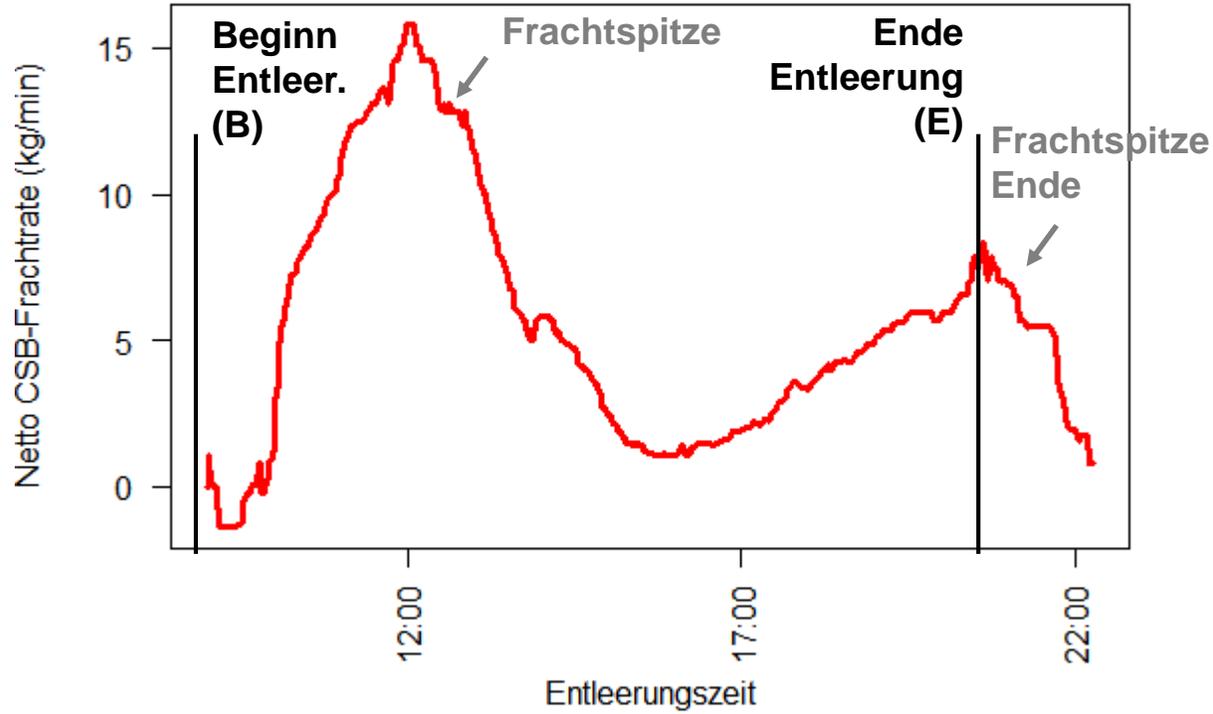
CSB-Konzentration (mg/L)



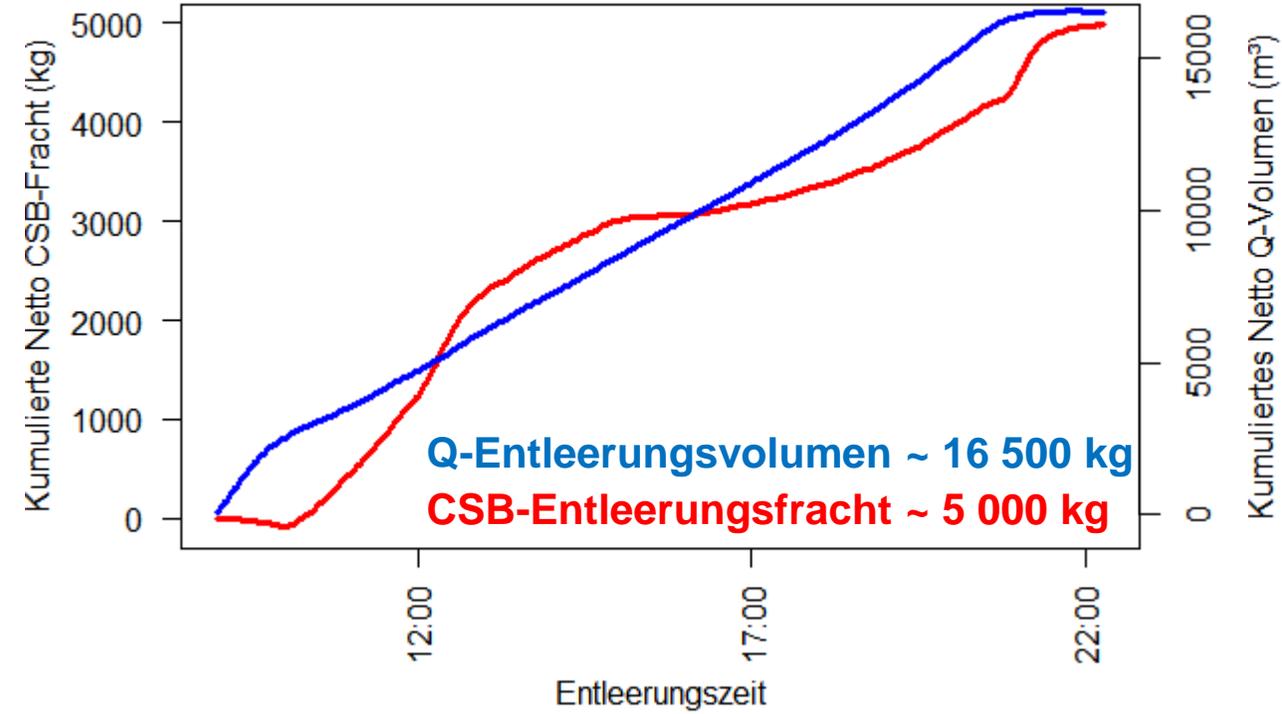
# Ergebnisse

## ZSK I – Entleerung #01 (21.11.2016 07:30 - 20:29 Uhr)

Netto CSB-Frachtrate (kg/min)

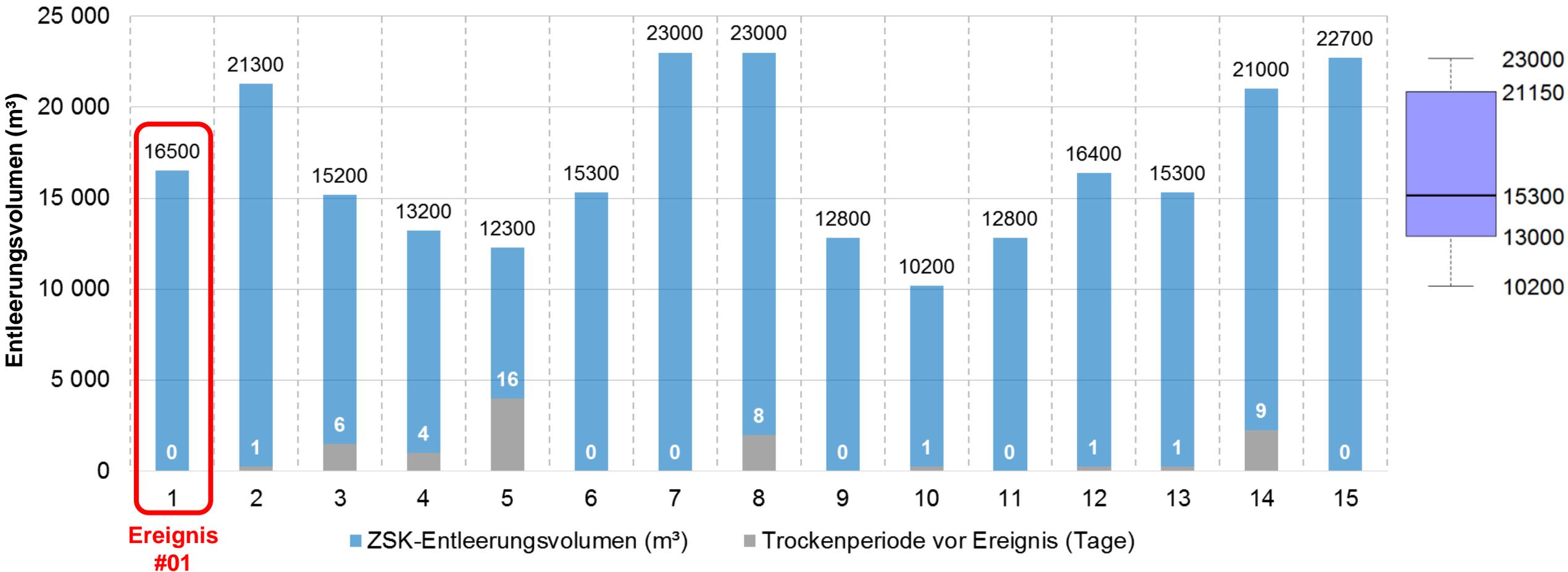


Q-Volumen (m<sup>3</sup>) vs. CSB-Fracht (kg) bei Entleerung



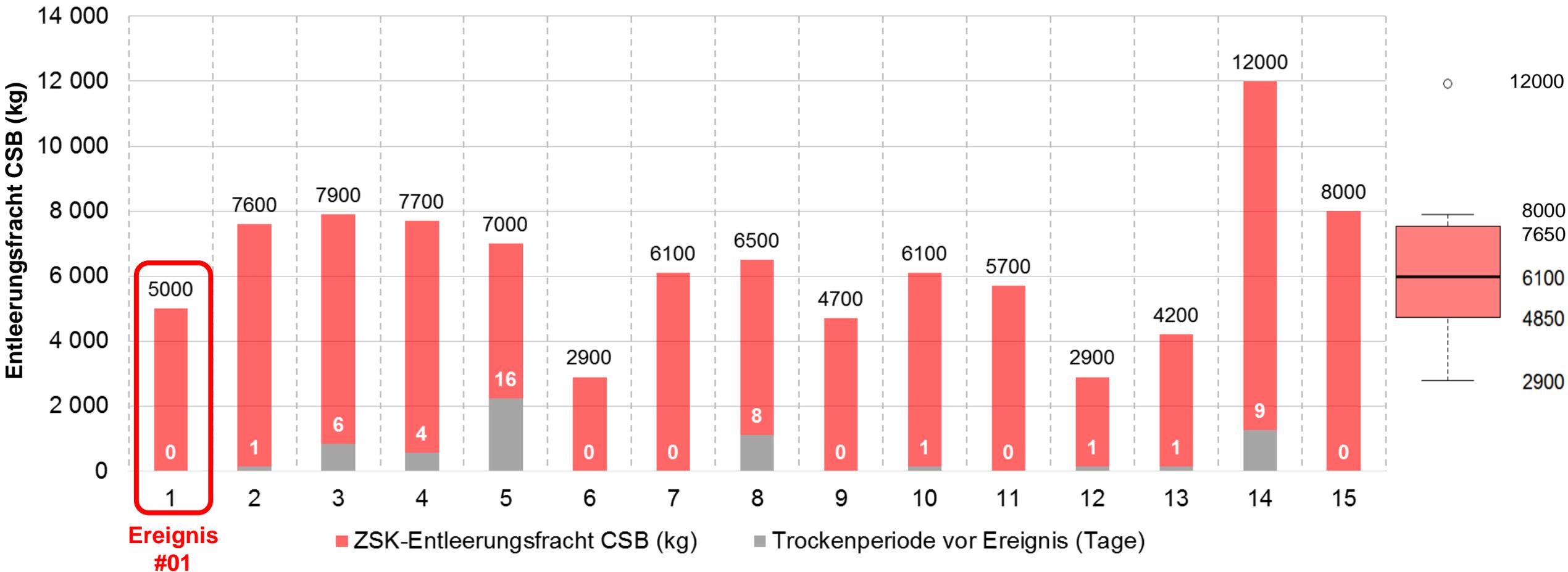
# Ergebnisse

## ZSK I – Entleerungen – Entlastungsvolumen je Ereignis (m<sup>3</sup>)



# Ergebnisse

## ZSK I – Entleerungen – CSB-Frachten je Ereignis (kg)



# Ergebnisse

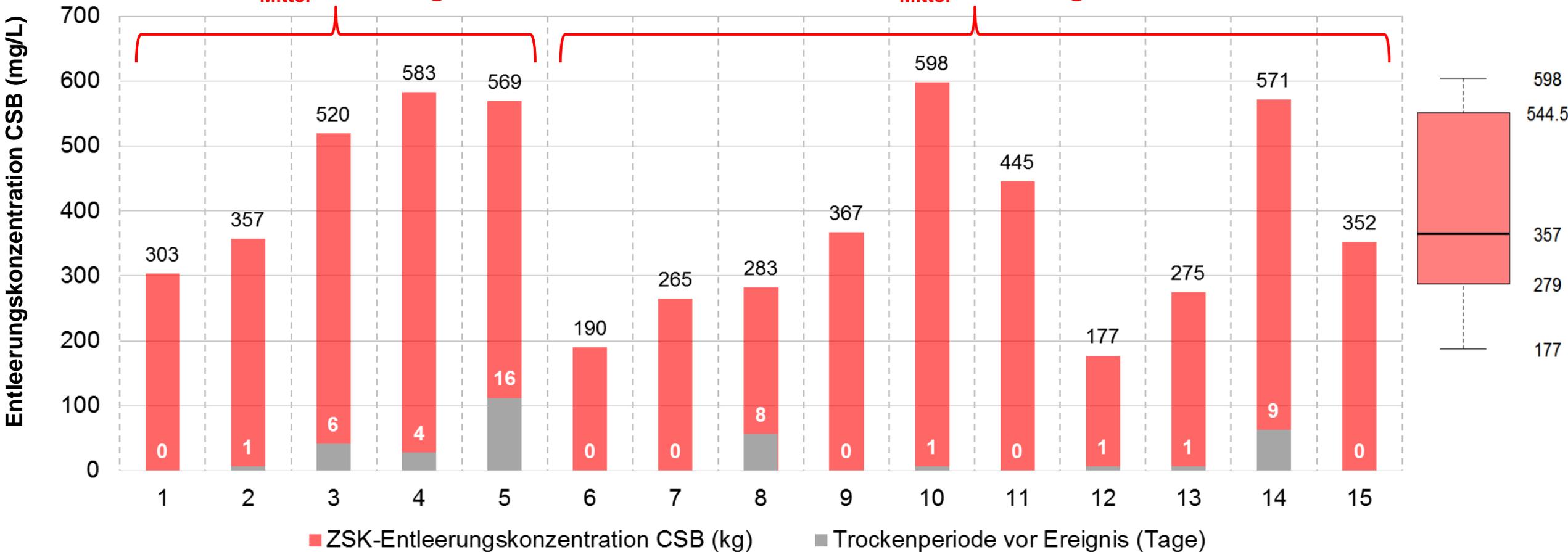
## ZSK I – Entleerungen – CSB-Konzentrationen je Ereignis (mg/L)

Entleerungsereignis #01 - #05 (Nov. – Apr.)

CSB<sub>Mittel</sub> = 466 mg/L

Entleerungsereignis #06 - #15 (Apr. – Jun.)

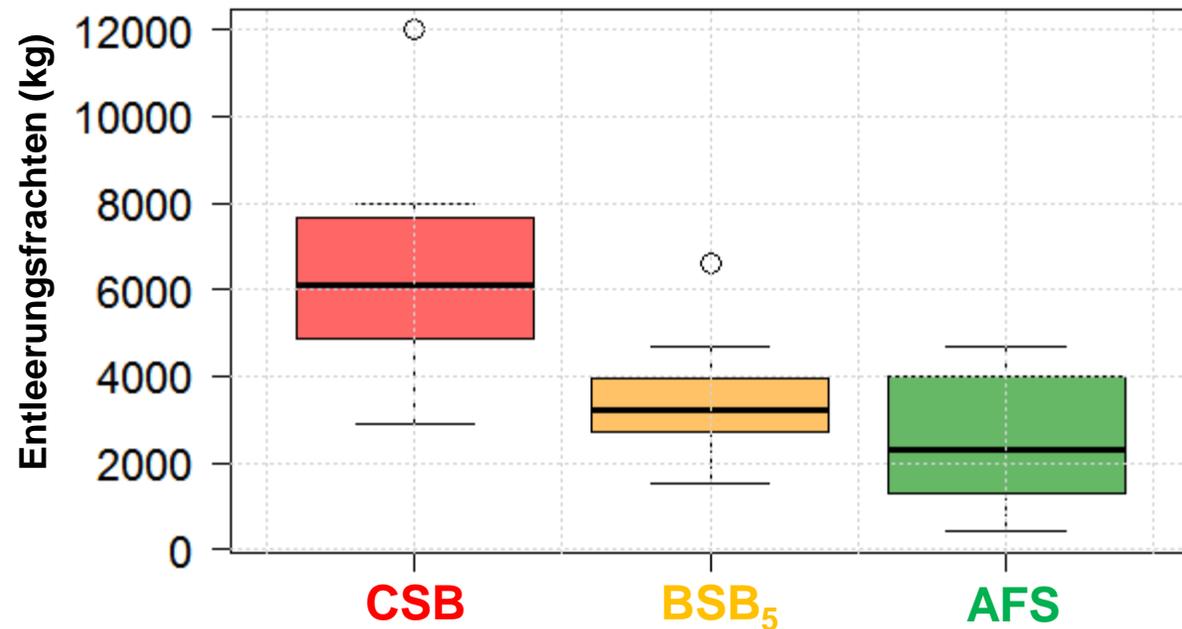
CSB<sub>Mittel</sub> = 352 mg/L



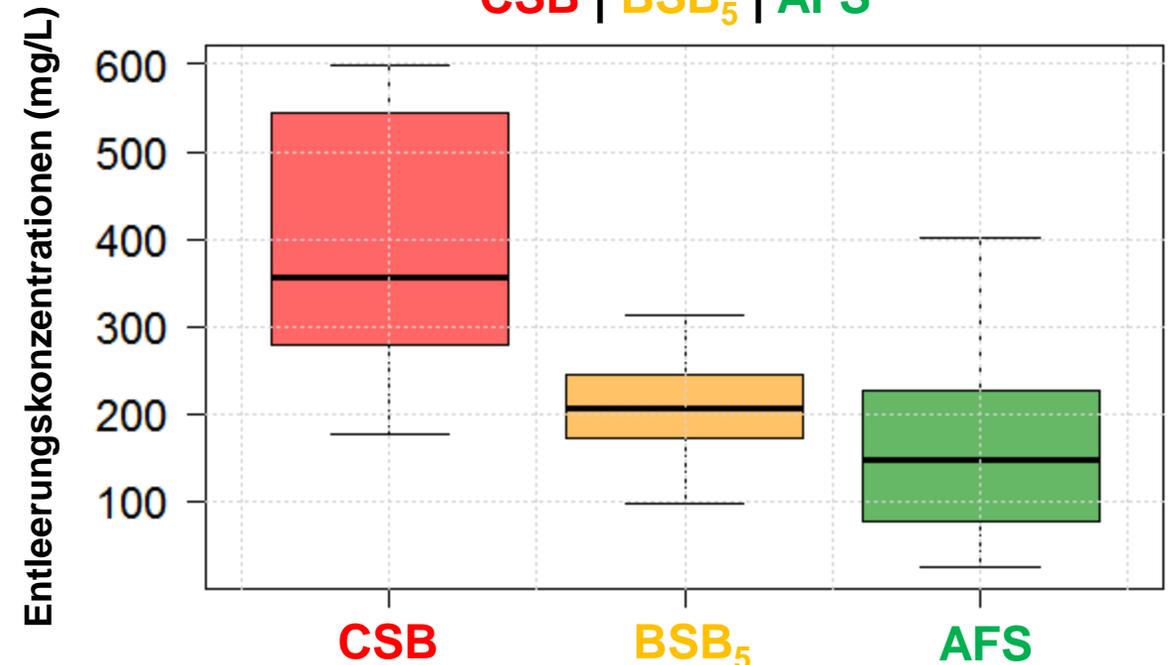
# Ergebnisse

## ZSK I – Entleerungen – Stoffvergleich CSB, BSB<sub>5</sub>, AFS

Verteilung  
Entleerungsfrachten (kg)  
CSB | BSB<sub>5</sub> | AFS



Verteilung  
Entleerungskonzentrationen (mg/L)  
CSB | BSB<sub>5</sub> | AFS



Mittelwert: **6 300 kg**    **3 400 kg**    **2 500 kg**                      **390 mg/L**    **210 mg/L**    **160 mg/L**

# Ergebnisse

## Speicherkapazität ZSK I (Derzeit)

- Verfügbare Speicherkapazität:

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| – Speicherkapazität ZSK I:   | 25 000 m <sup>3</sup> |
| – Speicherkapazität ARA-MÜB: | 12 000 m <sup>3</sup> |
| <hr/>                        |                       |
| – Speicherkapazität Gesamt:  | 37 000 m <sup>3</sup> |

- Kapazität für CSB-Stoffrückhalt:

- Bandbreite (basierend auf bisherigen Entleerungen): **10,5 – 14,4 t**
- Frachtanteil entspricht rund **18 – 25 %** der CSB-Tagesfracht zur ARA Graz bei Trockenwetter

# Ergebnisse

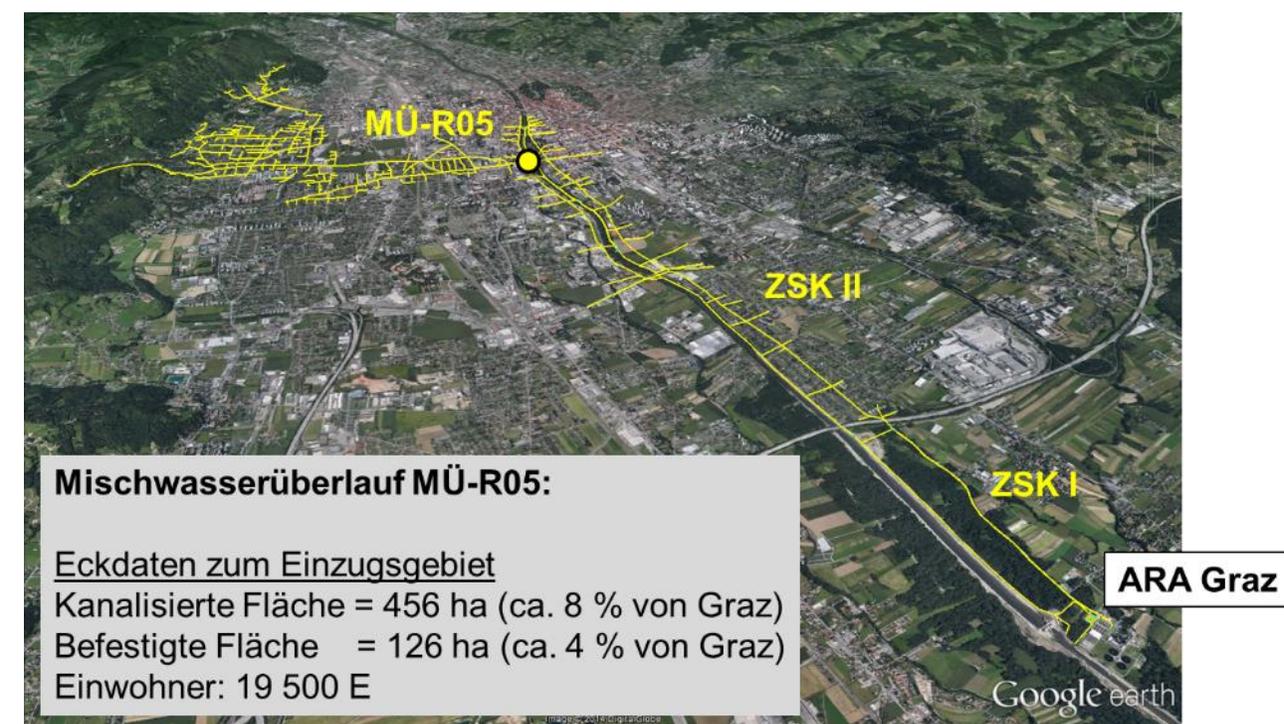
## Speicherkapazität ZSK II (Zukünftig)

- **Verfügbare Speicherkapazität:**

|                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| – Speicherkapazität ZSK I:   | 25 000 m <sup>3</sup>  |
| – Speicherkapazität ZSK II:  | 69 000 m <sup>3</sup>  |
| – Speicherkapazität ARA-MÜB: | 12 000 m <sup>3</sup>  |
| <hr/>                        |                        |
| – Speicherkapazität Gesamt:  | 106 000 m <sup>3</sup> |
  
- **Kapazität für CSB-Stoffrückhalt:**
  - Bandbreite (basierend auf bisherigen Entleerungen): **30,1 – 41,2 t**
  - Frachtanteil entspricht rund **51 – 71 %** der CSB-Tagesfracht zur ARA Graz bei Trockenwetter

# Ergebnisse

## Verifizierung der Entleerungskonzentration für CSB



- Analysezeitraum:
  - Jänner 2009 – Juli 2011
- Datengrundlage:
  - 47 Entlastungsereignisse
- **Ergebnis**
  - Entlastungskonzentration  
**CSB<sub>Mittel</sub> = 292 mg/L**  
(Bandbreite 110 – 920 mg/L)

# Schlussfolgerungen

- Methodik erlaubt eine Abschätzung von Stofffrachten und Dynamik im Mischsystem getrennt für Trockenwetter- und Regenwetterbedingungen.
- Methodik ist allgemein anwendbar und auf andere Monitoring-Standorte übertragbar.
- CSB-Konzentration von ZSK-Entleerungen liegt in einem vergleichbaren Bereich zu unabhängigen Messungen an einem einzelnen Mischwasserüberlauf (MÜ-R05) im Grazer Stadtgebiet.
- Kenntnis über die Größe und den zeitlichen Verlauf der zusätzlichen Stofffracht erlaubt die Entwicklung von angepassten ZSK-Entleerungsstrategien und Reinigungsstrategien für die ARA Graz.
- Durch eine zukünftige Echtzeit-Auswertung der Entleerungsereignisse kann die ARA Graz unmittelbar auf schwankende Stofffrachten reagieren.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Danke für die Unterstützung im Projekt:



Messtechnik-, Labor- und IT-Team des Instituts für  
Siedlungswasserwirtschaft der TU Graz

## Kontakt:

Thomas Hofer  
TU Graz

Institut für Siedlungswasserwirtschaft  
und Landschaftswasserbau

[thomas.hofer@tugraz.at](mailto:thomas.hofer@tugraz.at)

[www.sww.tugraz.at](http://www.sww.tugraz.at)