

# E-VENT: Pilotversuche mit granuliertem Belebtschlamm

*Rabea Schubert, Kompetenzzentrum Wasser Berlin*

49. Berliner Wasserwerkstatt, 02.07.2020



Projekt finanziert durch:

Senatsverwaltung  
für Umwelt, Verkehr  
und Klimaschutz



*BENE-Projekt 1158-B5-O*



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung



**KOMPETENZ**ZENTRUM  
WasserBerlin

# Inhalt

Was ist granulierter Schlamm/ das „Nereda Verfahren“?

Verfahrenstechnische Fragen

Übersicht Pilotversuche

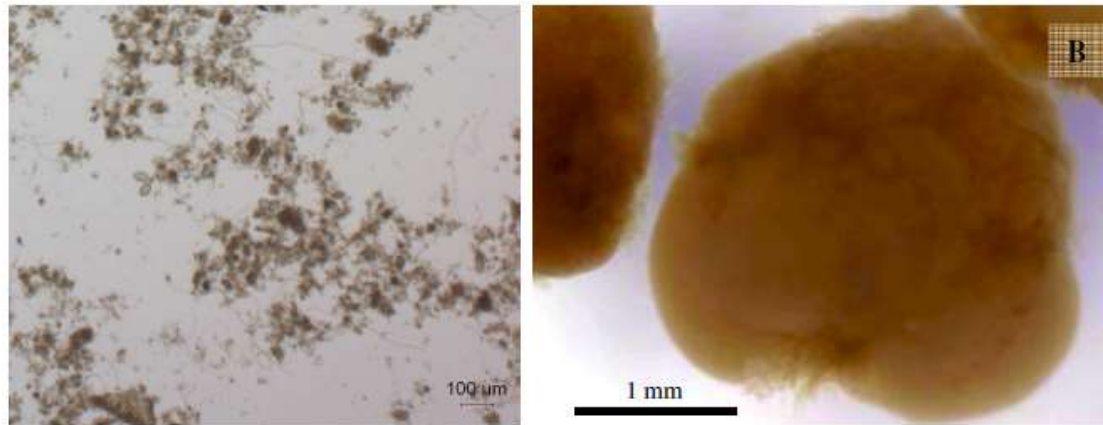
Ergebnisse

Fazit der Pilotversuche

# Was ist granulierter Schlamm / das „Nereda Verfahren“?

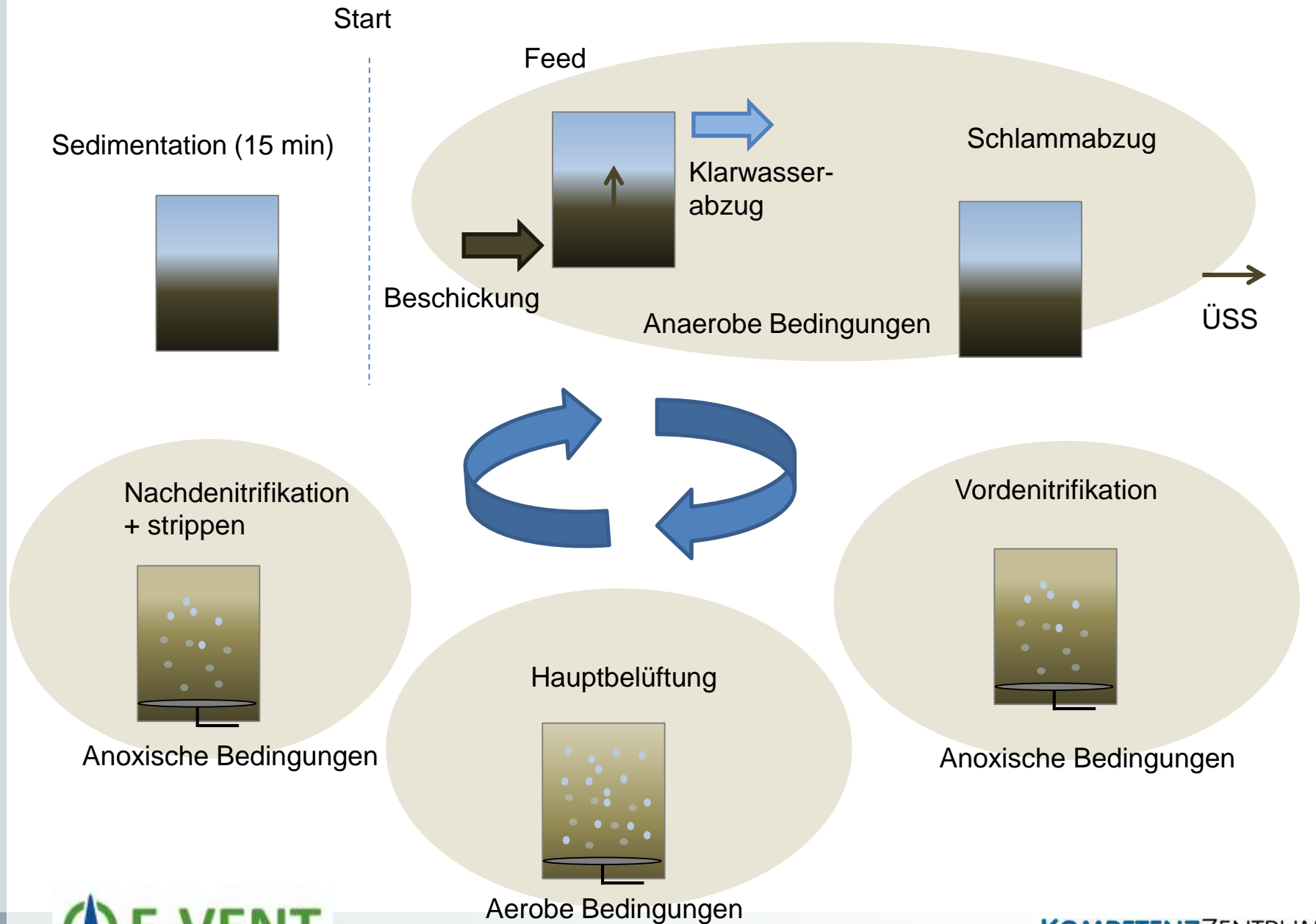
## Was ist granulierter Schlamm (per Literaturdefinition im Unterschied zum konventionellem Belebtschlamm)?

	Konv. Belebtschlamm	Gran. Belebtschlamm
Größe	100 $\mu\text{m}$	> 200 $\mu\text{m}$
Schlammkonzentration	2-5 g/l	8 - 10 g/l
Sedimentationszeit	0,5 – 2,0 h	< 0,5 h



→ Erkenntnis: Hochkomplexes Verfahren mit anspruchsvoller Steuerung!!!

# Nereda Zyklus – Verfahren von RHDHV entwickelt



# Verfahrenstechnische Fragen

# Verfahrenstechnische Fragen

## Granulierung/ Schlammeigenschaften :

- Funktioniert die Granulierung mit Berliner Abwasser?
- Wie lange dauert es bis ein stabiler Zustand erreicht ist?
- Welche Biomassekonzentration kann erreicht werden?
- Welche Mengen/ Qualität (TS und BMP) ÜSS werden erwartet?

## Abwasserreinigung:

- Wie zuverlässig können die Ablaufgrenzwerte eingehalten werden?

**Lachgasemissionen:** Mit welchen Mengen/ Emissionsfaktoren ist zu rechnen?

# Übersicht Pilotversuche



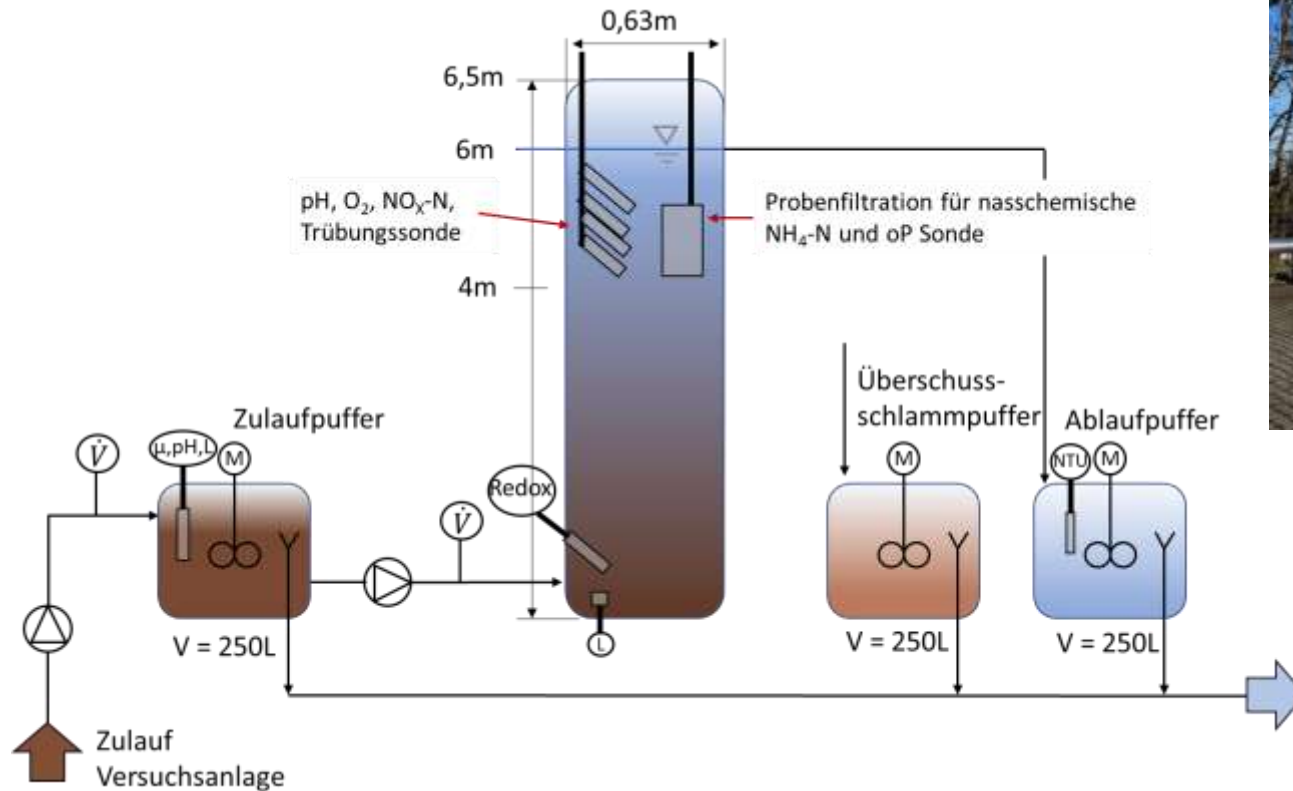
# Aufbau der Pilotanlage auf der Kläranlage Stahnsdorf

Ab Juni 2019:

$Q_d$  Trockenwetter  $\approx 1.5 \text{ m}^3/\text{d}$

Raumbelastung  $\approx 0.6 \text{ kg CSB}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$

Schlammbelastung  $\approx 0.2 \text{ kg CSB}/(\text{kg TS} \cdot \text{d})$



# Ablauf der Pilotversuche



## Phase 1 + 2:

Jul 2018 bis Nov 2018 (Einfahrphase mit Animpfen)

+ Nov 2018 bis Feb 2019 (stabiler Betrieb)

**Zeitproportionale Beschickung mit vorgeklärtem Abwasser**

## Phase 3 :

Feb 2019 – Jun 2019

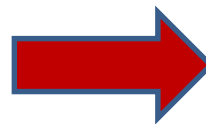
**Durchflussproportionale Beschickung Abwasser**

**mit vorgeklärtem Abwasser**

## Phase 4:

Jun 2019 - Nov 2019

**Beschickung mit „Roh“abwasser (nach Rechen und Sandfang)**



**Übertragung der Ergebnisse auf großtechnische Auslegung**

# Trouble Shooting Siebbox

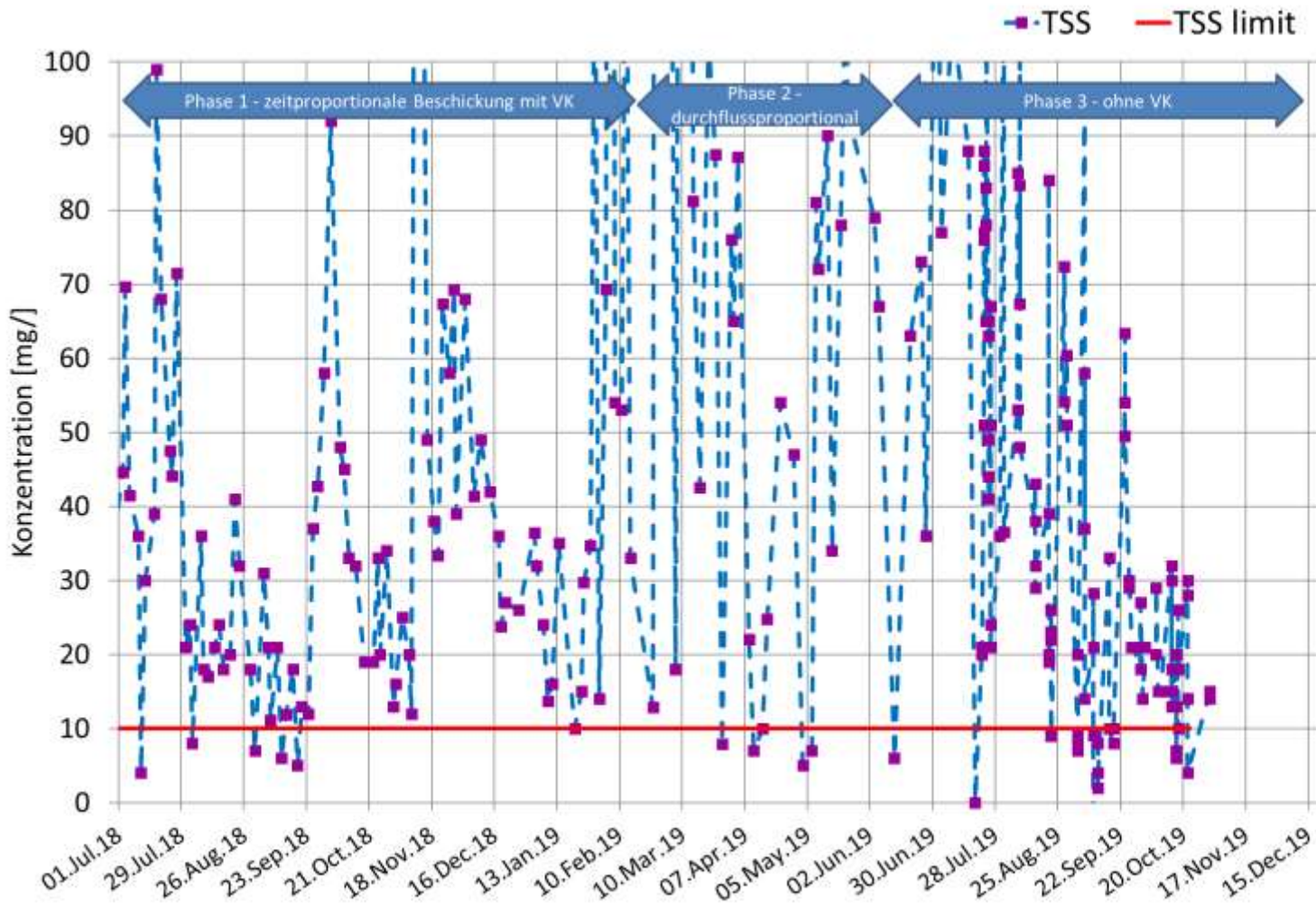
nach drei Tagen Betrieb



# Ergebnisse



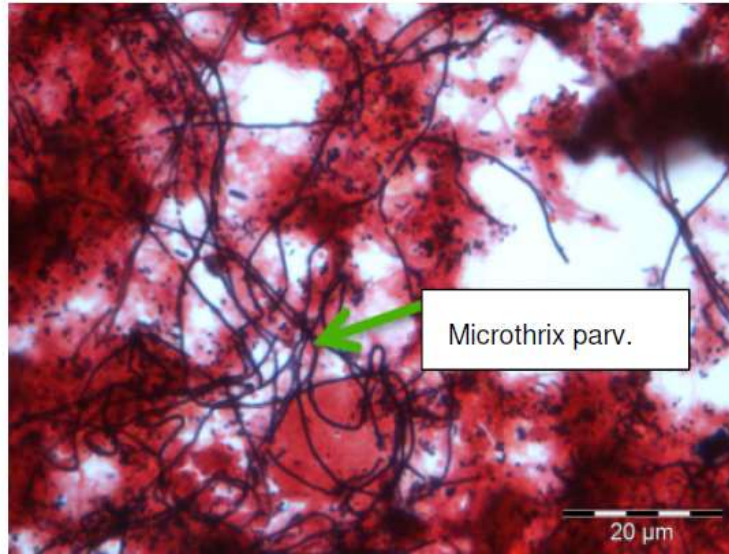
# Feststoffe im Ablauf der Pilotanlage → nachfolgende Filtration notwendig!



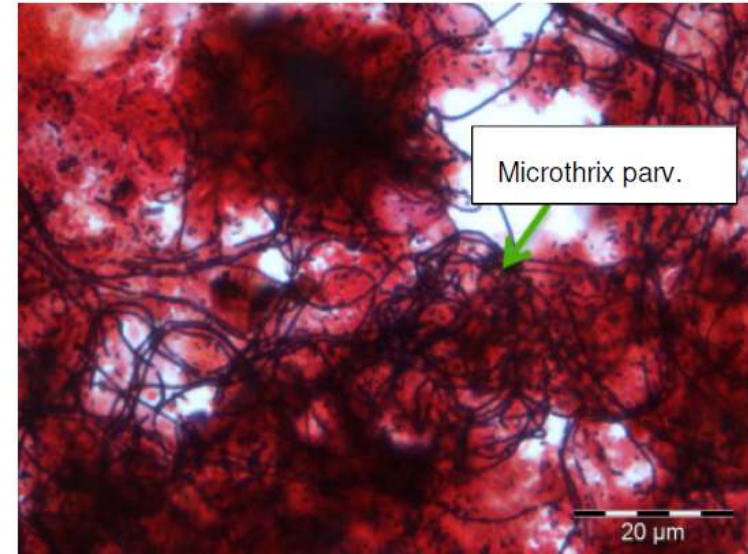
Negativer Einfluss auf alle Parameter mit partikulärem Anteil (CSB, P)!

# Mikrobiologische Untersuchung des Schlamm

## Gram-Färbung



Auszug aus dem Bericht der mikroskopischen Analyse vom 16.10.2019



Messbalken gilt für alle Bilder 20µm

In der Gram-Färbung ist deutlich zu erkennen das *Microthrix parv.* das dominante Fadenbakterium im Reaktor ist.

Die Fädigkeit ist „mäßig bis stark“ (1=gering, 2=mäßig,3=stark,4=sehr stark).

Möglicher Grund hierfür: Zugabe von Überschussschlamm in den Zulauf  
→ Schlechtere Absetzbarkeit durch Fadenbakterien?!

# Ergebnisse: Zu- und Ablaufqualität CSB

Mittelwert [mg/l]

554

109

237

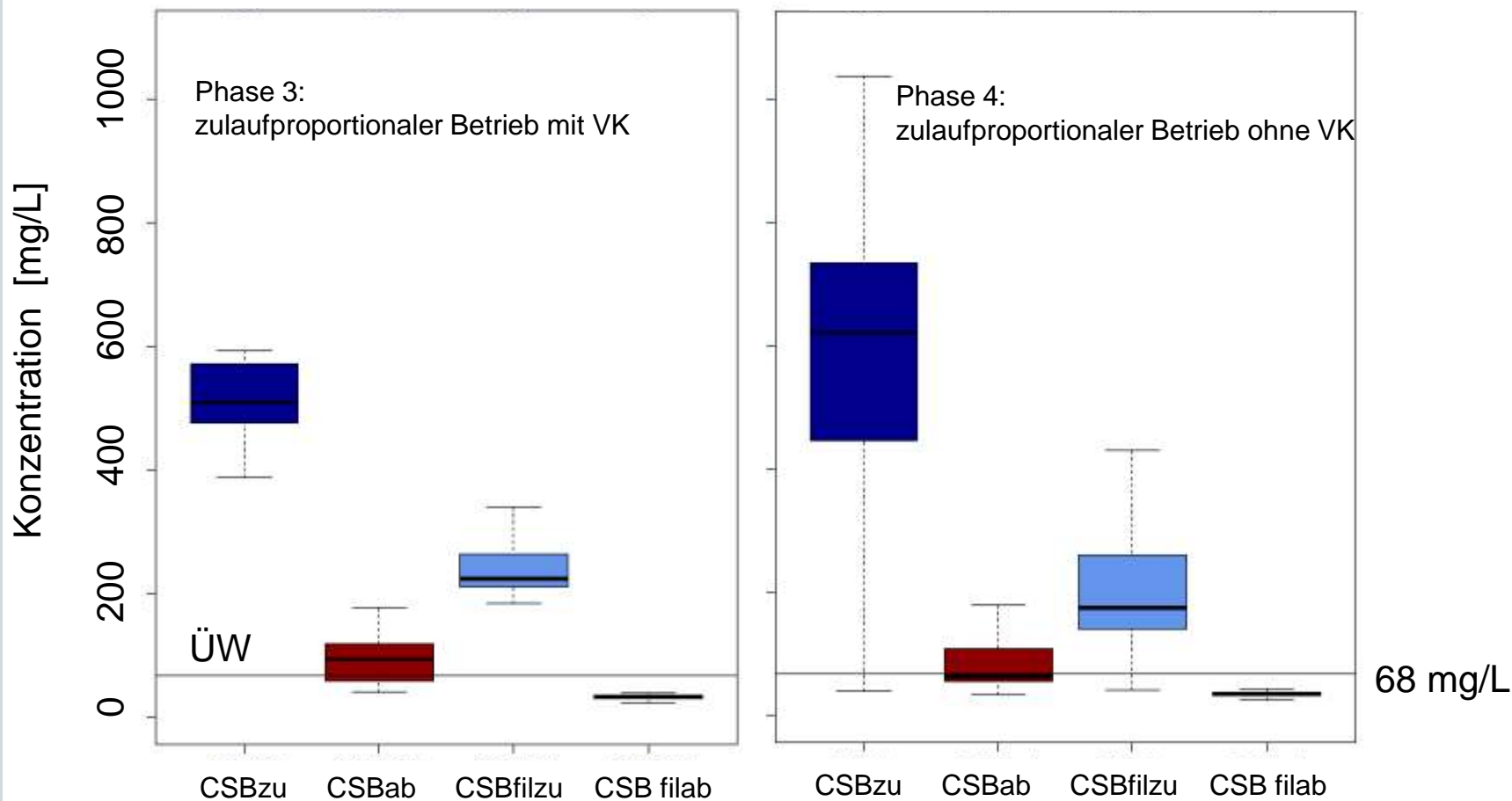
35

589

86

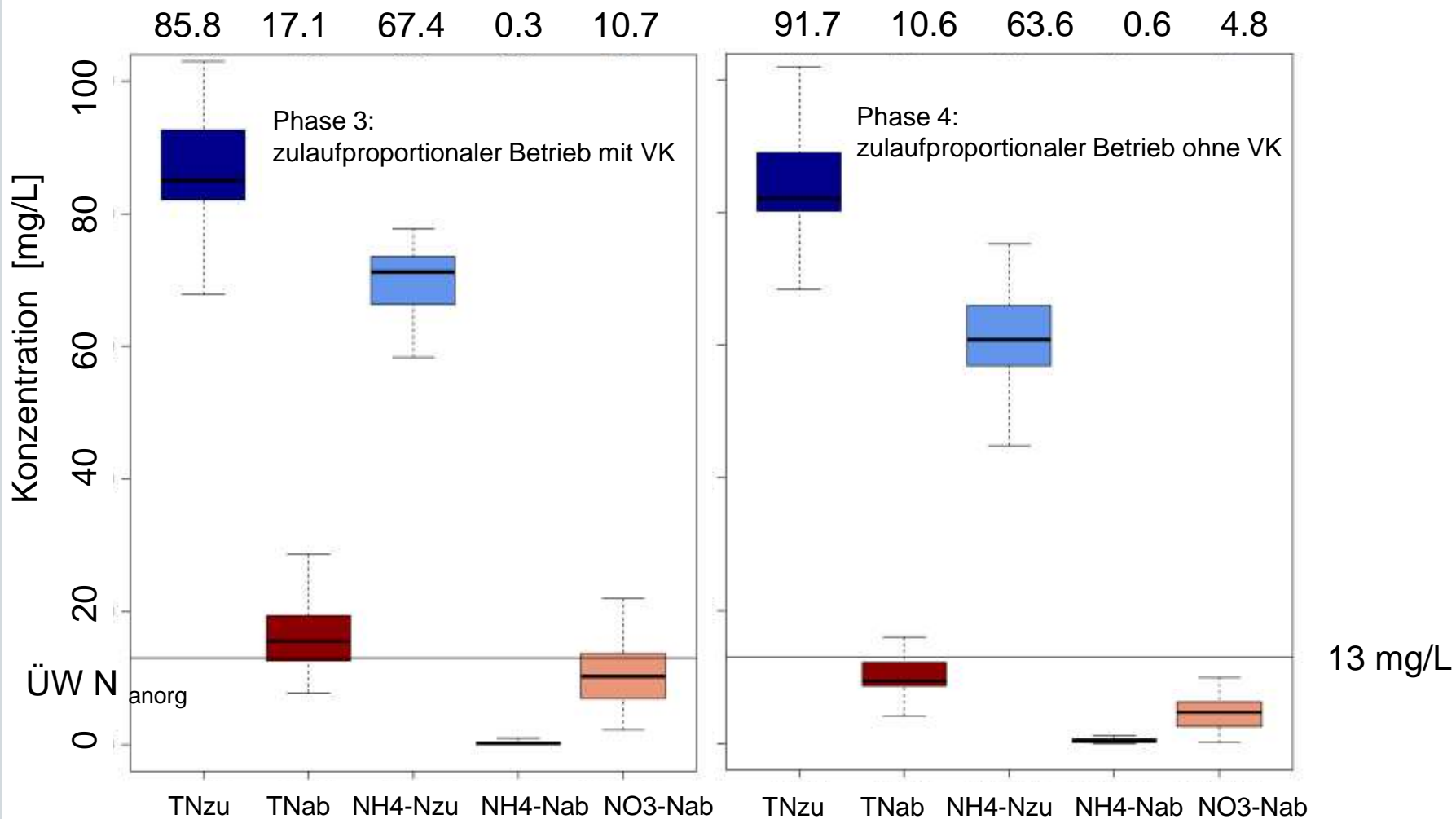
209

36



# Ergebnisse: Zu- und Ablaufqualität Stickstoff

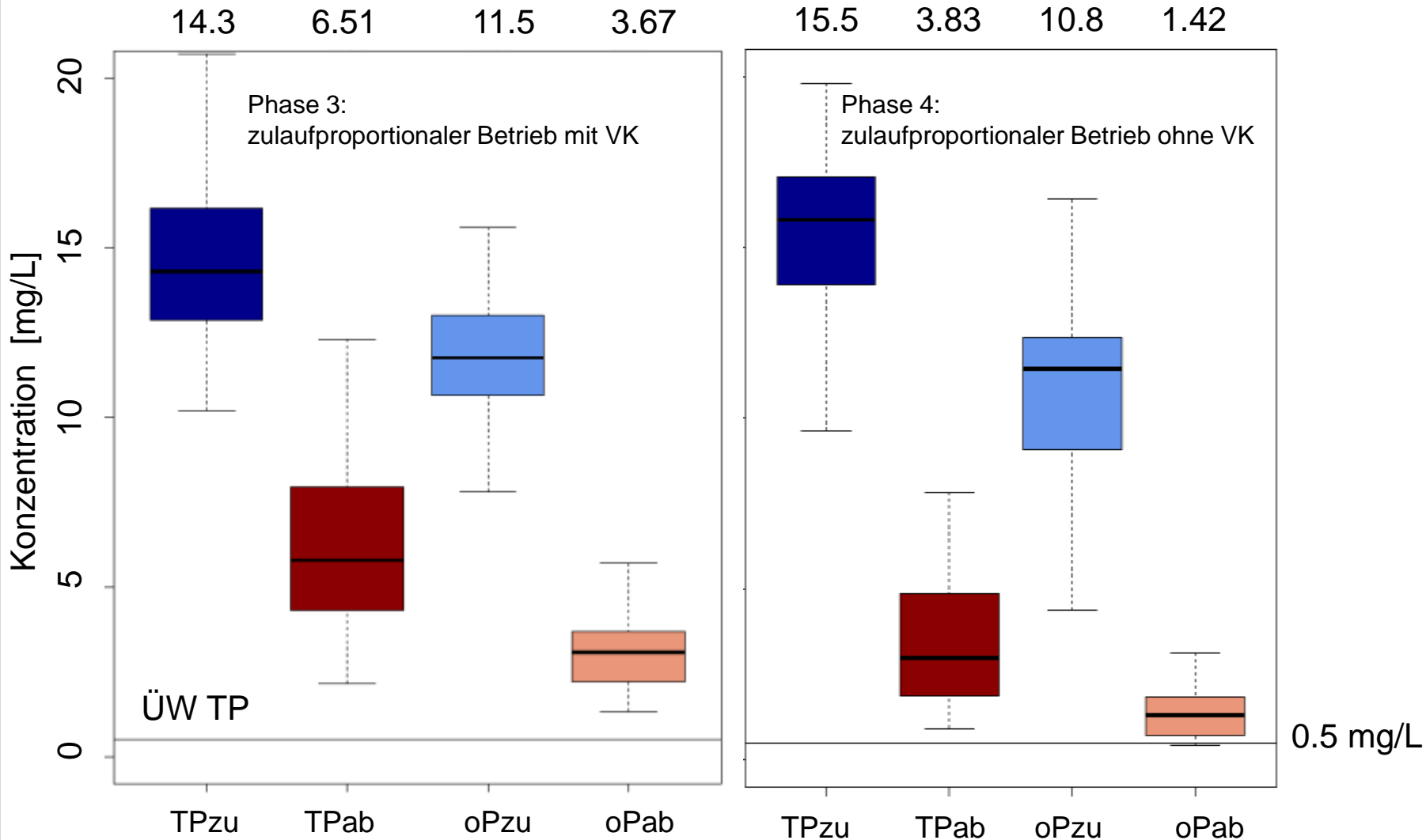
Mittelwert [mg/l]



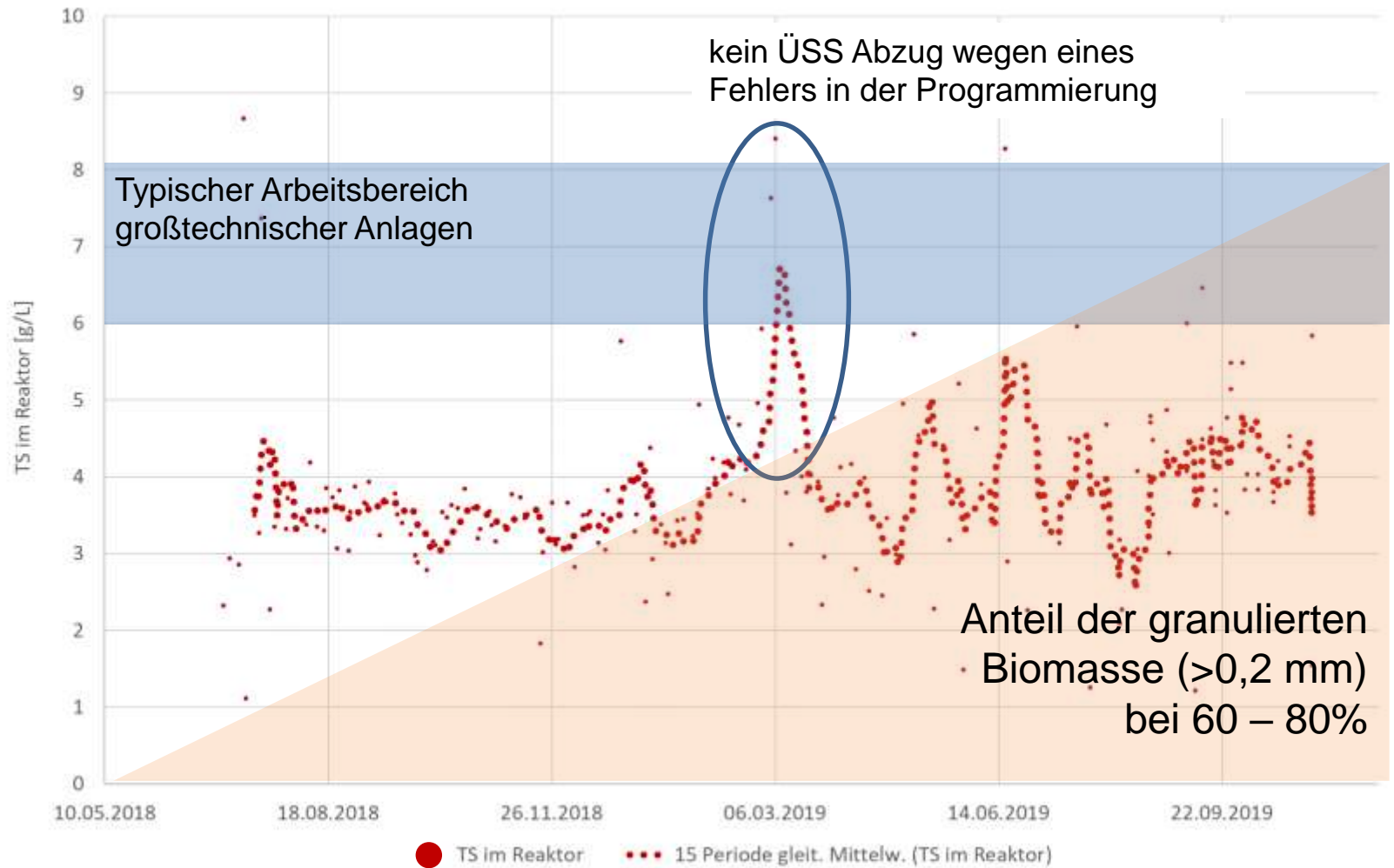


# Ergebnisse: Zu- und Ablaufqualität Phosphor (ohne Fällung!)

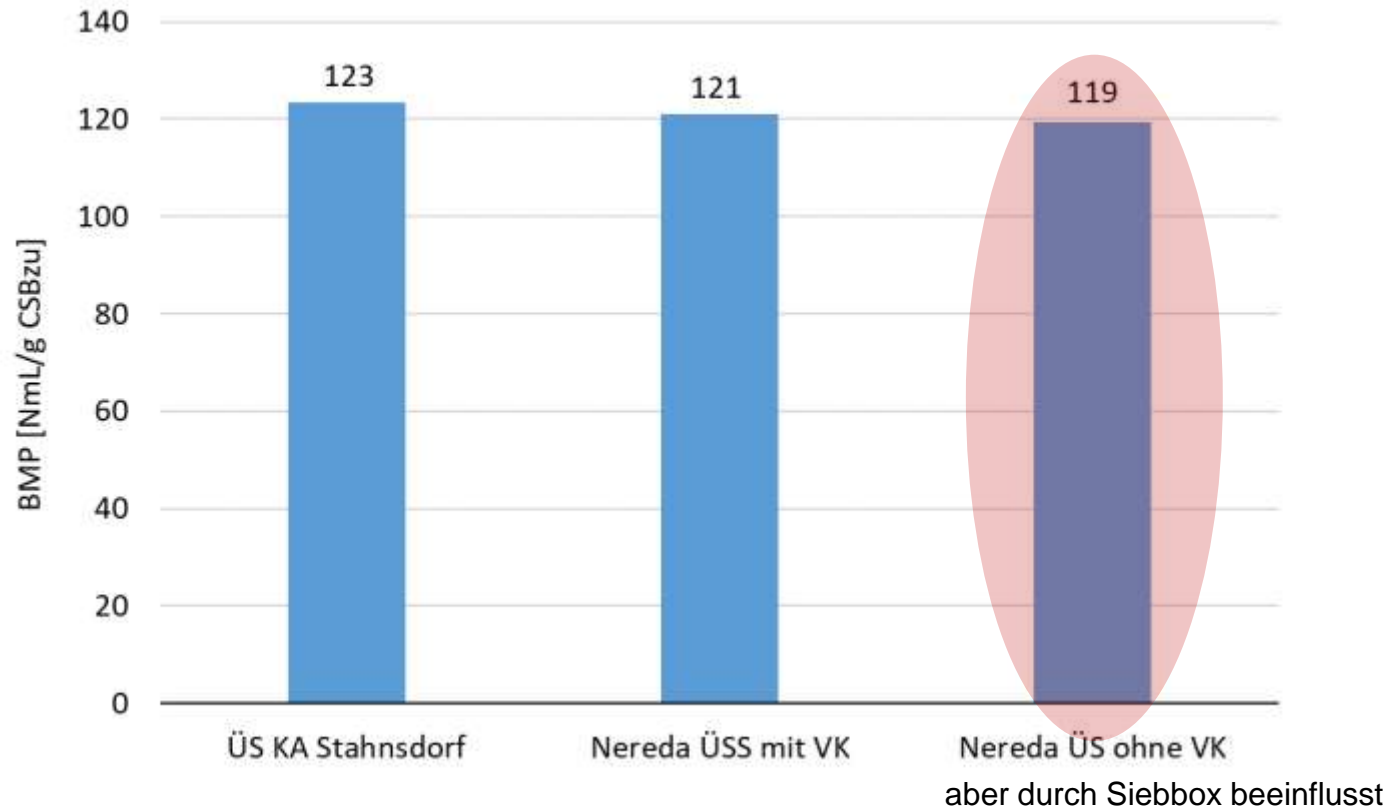
Mittelwert [mg/l]



# Biomassekonzentration im Reaktor



# Biomethanpotential des biologischen Schlammes



- Mir vorheriger Desintegration (Pondus) max. 136 NmL/gCSB<sub>zu</sub> BMP im Betrieb mit VK
- Keine Desintegration beim Betrieb ohne VK getestet

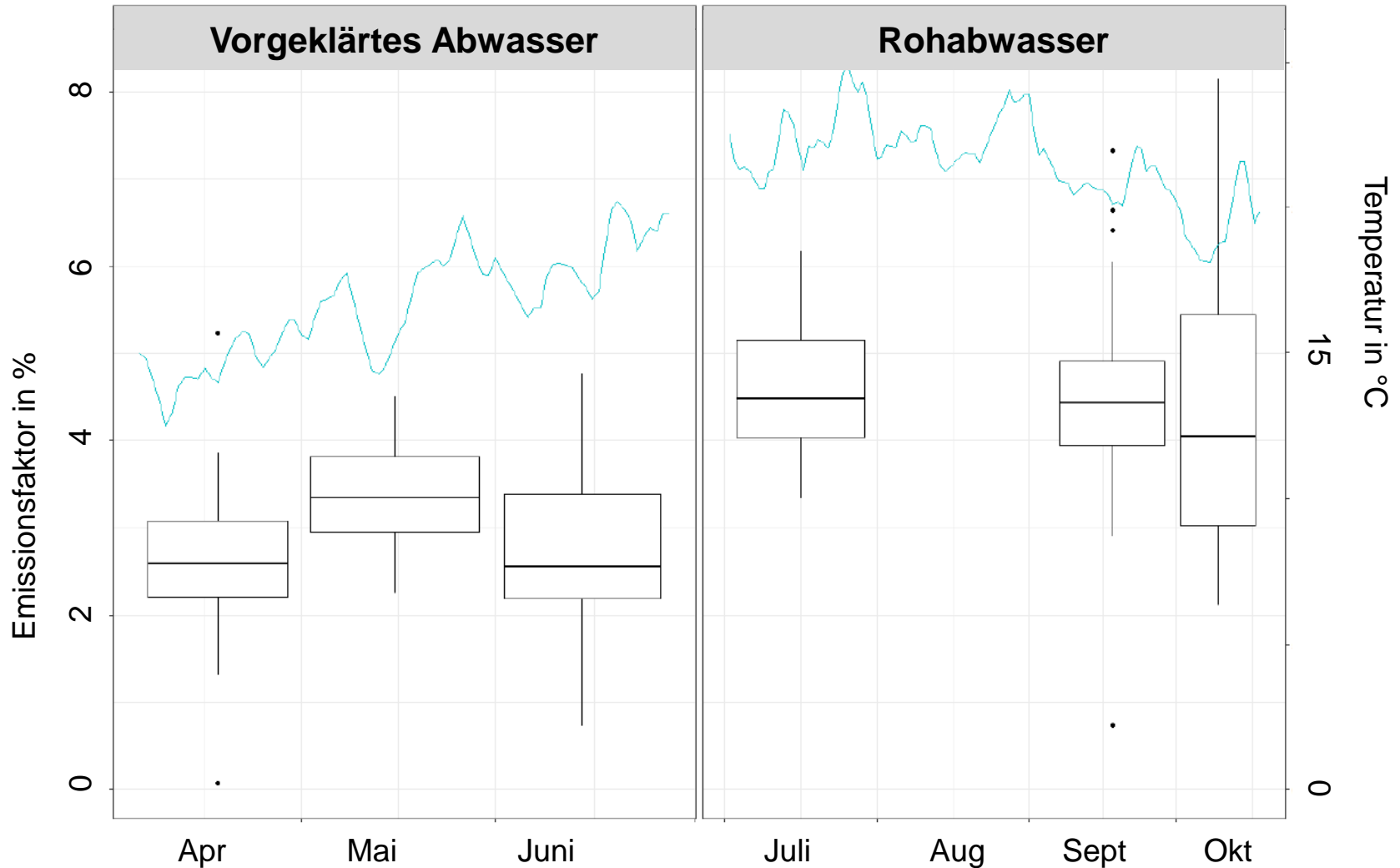
## Methodisches Vorgehen bei der N<sub>2</sub>O Messung



- Gesamter Reaktor mit einer Haube abgedeckt  
→ keine Umgebungsluft angesaugt  
→ keine Verdünnung der gemessenen Konzentration
- Bestimmung der N<sub>2</sub>O Konzentration in der Abluft mittels Gasanalysator (kontinuierliche Onlinemessung) über einen Zeitraum mehr als sechs Monaten
- Bestimmung der emittierten Abgasmenge mittels Trommelgaszähler und Anemometer

# Ergebnisse der Lachgasmessung (N<sub>2</sub>O)

## Monatliche N<sub>2</sub>O Emissionsfaktoren und Temperaturverlauf



## Vergleich mit Literaturwerten

EF* in % (N <sub>2</sub> O-N / N Zulauftracht)	Abwasserqualität (CSB und NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N Konz. in mg/L)	Quelle
<b>Großtechnische AGS** Anlagen</b>		
0,062	Kommunal	Baeten, J.E. (2020)
0,69	Kommunal	De Bruin et al. (2013)
<b>Labor AGS Anlagen</b>		
52,5	Kartoffel	Dobbeleers et al. (2017b)
0,7 – 12,9	Synthetisch (400; 50)	Lochmatter et al. (2014)
7,0-22	Synthetisch (300; 45)	Zhang et al. (2015)
7 – 9	Synthetisch (400; 50)	Lochmatter et al. (2013)
2,8	Kommunal	Guimarães et al. (2017)
2,72	Synthetisch (800; 100)	Gao et al. (2016)
1,6	Kommunal	Velho et al. (2017)
0,6	Synthetisch (1047; 63)	Kong et al. (2013)
0,12	Schlachthof	Dobbeleers et al. (2018)
<b>Großtechnische Belebtschlammanlagen</b>		
0 – 11,2		Foley et al. (2011)

\*Emissionsfaktor \*\*aerober granulierter Schlamm

# Fazit der Pilotversuche

## Granulierung/ Schlammeigenschaften :

- Funktioniert die Granulierung mit Berliner Abwasser? **ja**
- Wie lange dauert es bis ein stabiler Zustand erreicht ist? **4 - 6 Monate**
- Welche Biomassekonzentration kann erreicht werden? **3.5 - 4 g/L (niedrig!)**
- Welche Mengen/ Qualität (TS und BMP) ÜSS werden erwartet?

**Schlammmenge ähnlich wie konventionelle Anlage, BMP vergleichbar**

## Abwasserreinigung:

- Wie zuverlässig können die Ablaufgrenzwerte im Trockenwetterfall eingehalten werden?

**Sicher für  $\text{NH}_4^+$ - N, z.T. für  $\text{N}_{\text{anorg}}$ , nicht für CSB/TSS (Zielwert)/P (ohne Zugabe von Chemikalien zur Fällung!)**

**Lachgasemissionen:** Mit welchen Mengen/ Emissionsfaktoren ist zu rechnen?

**mit und ohne Vorklärung relativ hoch 2 – 5% ( $\text{kg N}_2\text{O} -\text{N} / \text{kg N}$ ) → Piloteffekt?**





KWB

KOMPETENZZENTRUM  
Wasser Berlin



Senatsverwaltung  
für Umwelt, Verkehr  
und Klimaschutz

be Berlin



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung

[www.kompetenz-wasser.de](http://www.kompetenz-wasser.de)  
[Rabea-luisa.schubert@kompetenz-wasser.de](mailto:Rabea-luisa.schubert@kompetenz-wasser.de)

**Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!**