

# E-VENT: Pilotversuche zur thermischen Hydrolyse

*Vahid Toutian, Kompetenzzentrum Wasser Berlin*

49. Berliner Wasserwerkstatt, 02.07.2020



Projekt finanziert durch:



*BENE-Projekt 1158-B5-O*



# Einleitung

Belebtschlamm



Zu viel

Überschussschlamm (ÜS)

ÜS (~1% TR)



Maschinelle Eindickung

Eingedickter ÜS (~7% TR)

Biogas

Eingedickter ÜS (~7% TR)

Primärschlamm (~4% TR)



Faalschlamm

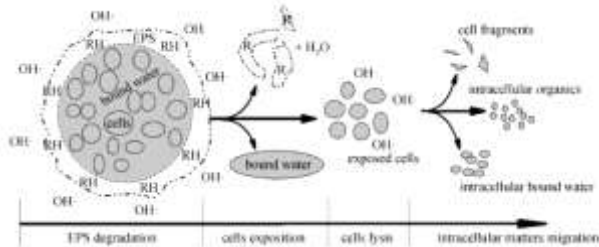
Entwässerung

Entwässerter ausgefauter Schlamm zu Entsorgung

Rücklauf zu KA

Steigerung des Energieverbrauchs, Kapazität?

# Definition des Problems



Überschussschlamm

(DWA M-383)



(DWA M-368)

Niedrig

Abbaugrad in Faulung

~38%

Niedrig

Entwässerungsgrad nach der Faulung

~15%



Resultat: Hohe Entsorgungskosten und geringer Biogasertrag



Lösung: Vorbehandlung des Überschussschlamm

Ziel: mehr Biogas, weniger Schlamm zu Entsorgung



Nachteil: Erhöhung der Rückbelastung

N, P, Refraktären CSB im Ablauf der KA?



1

# Thermo-Druck Hydrolyse Cambi® (Labor)

# Versuchsschritte im Labor

1

Hydrolyse



Thermo-Druck Hydrolyse

2

Faulung



BMP Test (AMPTS II)

4

Refraktären  
CSB



Zahn-Wellens Test (ISO 9888)

3

Entwässerung



Zentrifugation

Kuchen

TR-Bestimmung

Zentrat



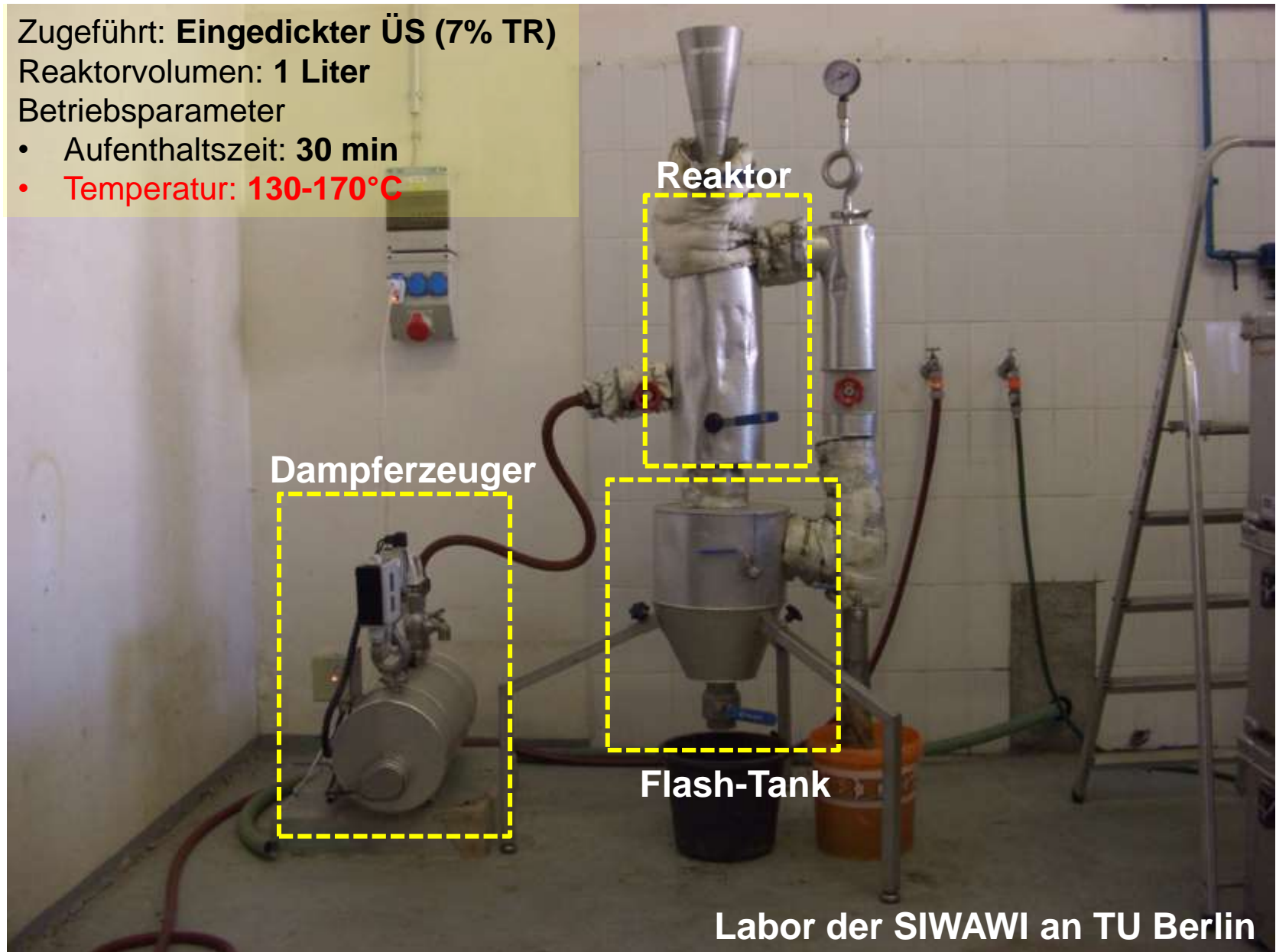
# Cambi Anlage

Zugeführt: **Eingedickter ÜS (7% TR)**

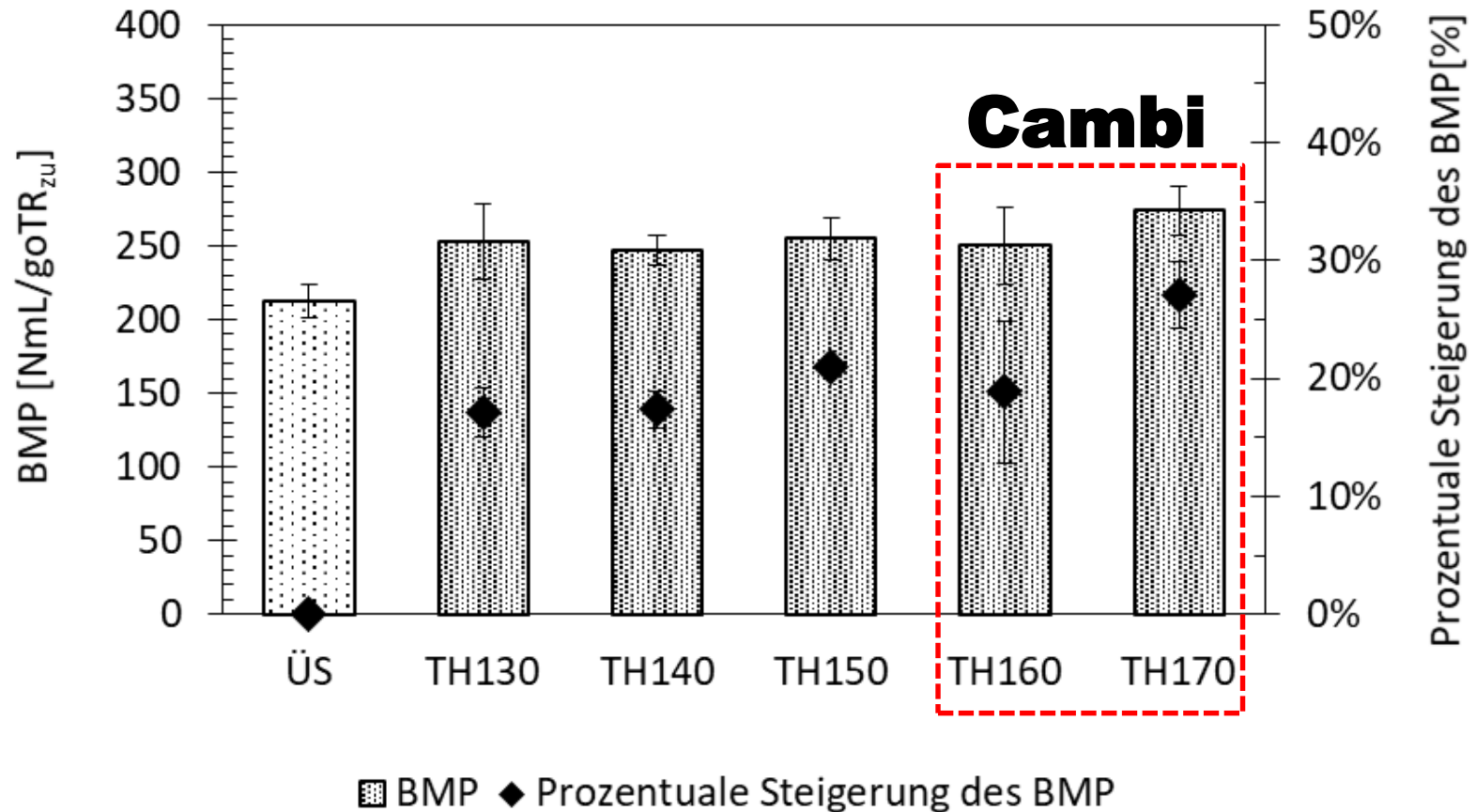
Reaktorvolumen: **1 Liter**

Betriebsparameter

- Aufenthaltszeit: **30 min**
- Temperatur: **130-170°C**



# Biomethanpotential Test



Gassteigerung maximal → +27% (nur ÜS)

TH: Thermische Hydrolyse

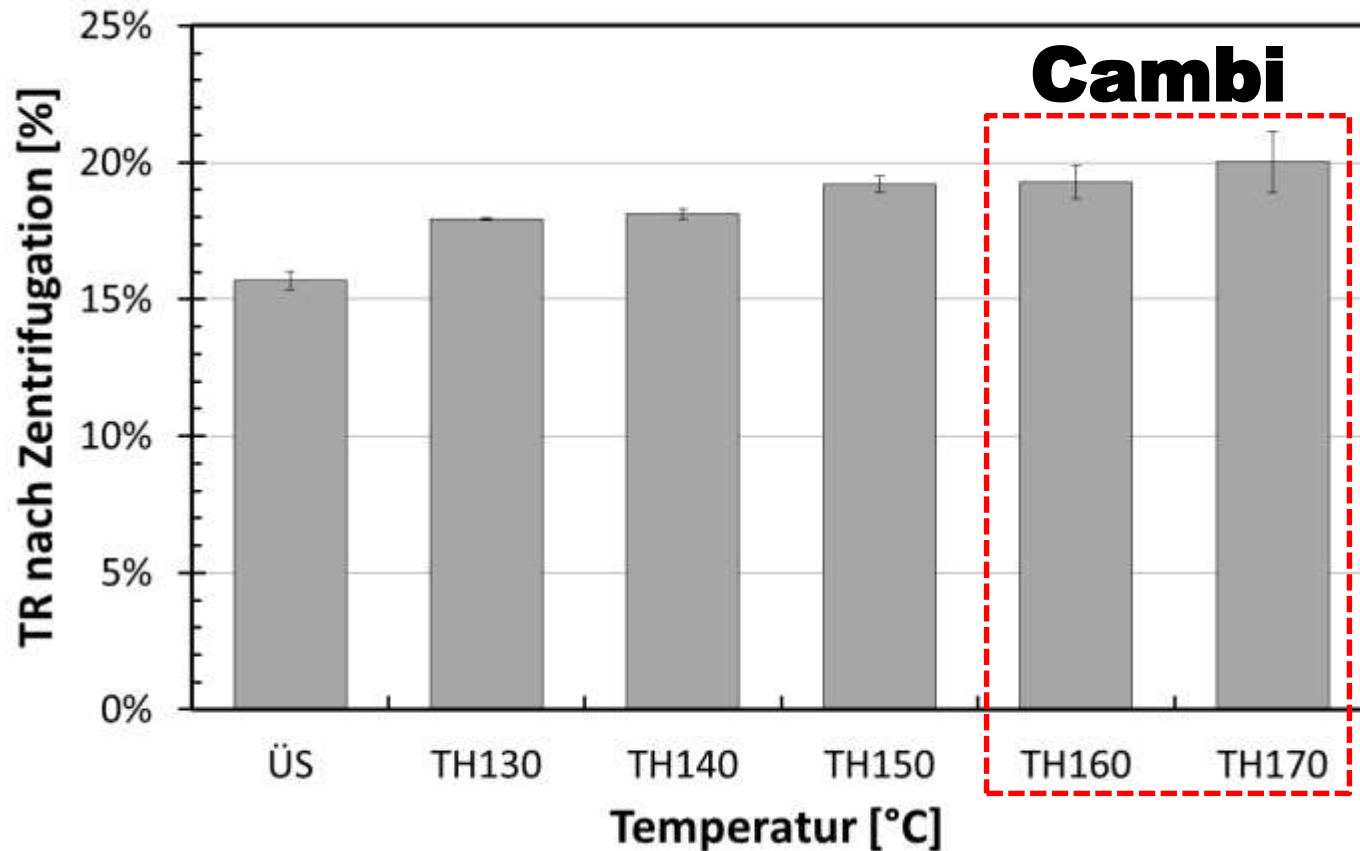
BMP: Biomethanpotential

Quelle: Toutian, V. et al (2020) Water Research 171: 115383.



# Test der Entwässerbarkeit

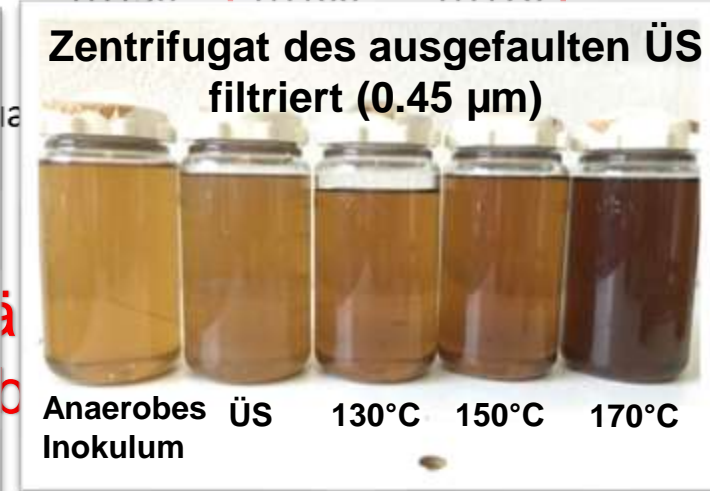
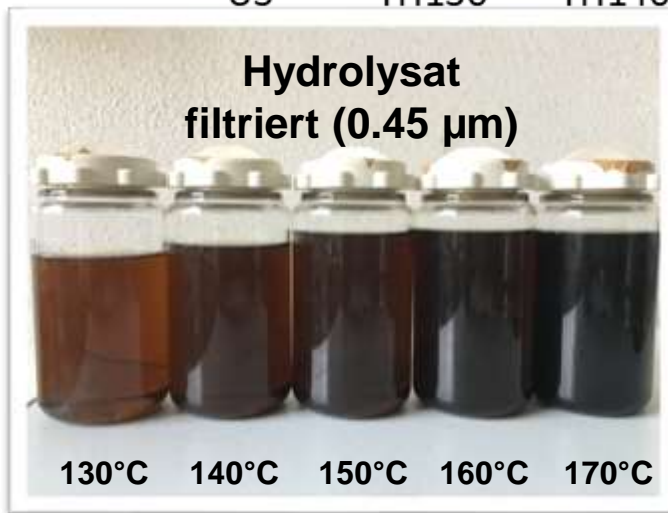
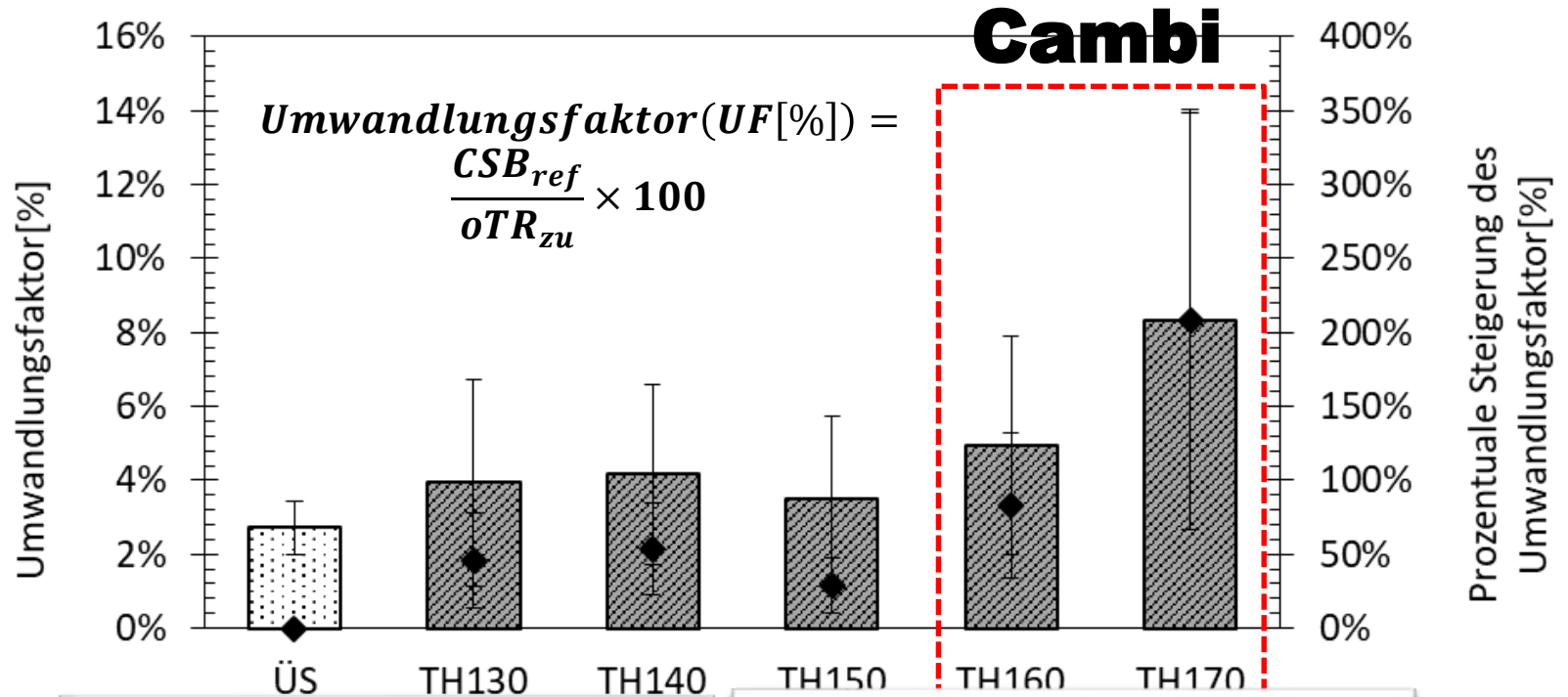
- Zentrifugation mit 25000G (30 min)
- Polymerzugabe 12 g WS/kg TR



Verbesserung der Entwässerbarkeit bis zu +4% TR-Gehalt

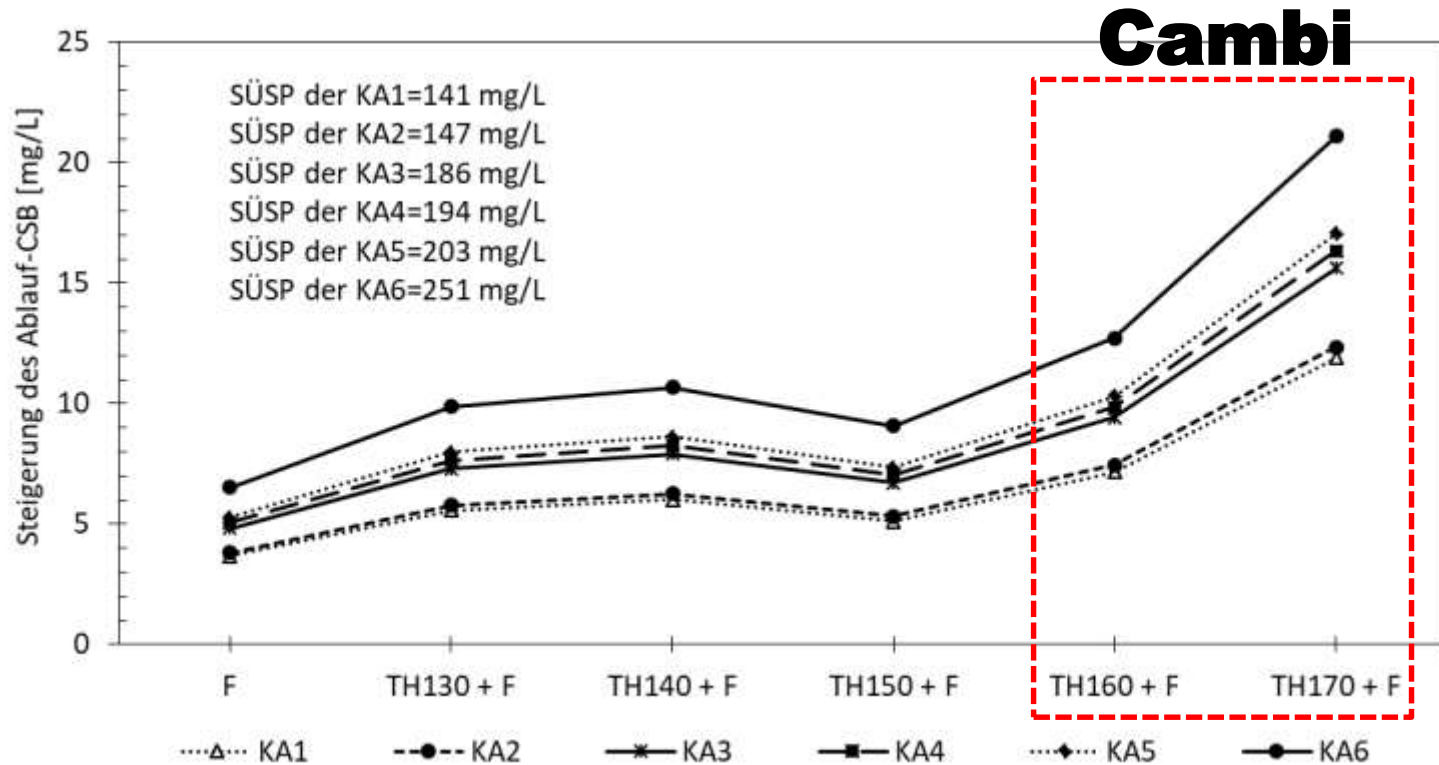
Quelle: Toutian, V. et al (2020) Water Research 171: 115383.

# Zahn-Wellens Test



Quelle: Toutian, V. et al (2020) Water Research 171: 115383.

# Modellierung der Steigerung des Ablauf-CSB




SÜSP: Spezifische ÜberschussSchlammPproduktion

$$\text{SÜSP} = \frac{\text{Produktion des ÜS (Tonne oTR/d)}}{\text{Durchfluss der KA (m}^3\text{/d)}} \times 10^6$$

# Modellierung der Steigerung des Ablauf-CSB

	Parameter	Unit	WWTP1	WWTP2	WWTP3	WWTP4	WWTP5	WWTP6
Known Data	Population equivalent	Million	0.423	0.245	1.402	1.275	0.266	0.677
	$Q_{l,ave}$	m <sup>3</sup> /d	63481	36803	210360	191252	39882	101536
	WAS as VS <sup>a</sup>	t/d	8.96	5.40	39.04	37.12	8.08	25.44
	SWASP	g/m <sup>3</sup>	141	147	186	194	203	251
	Influent COD	mg/L	975	1379	819	954	1069	886
	COD elimination	%	96	97	95	95	96	95
	Effluent COD	mg/L	40	47	43	52	42	41
	Effluent COD after AD	mg/L	40	47	48 <sup>b</sup>	52	42	41
Predictions	Effluent COD after AD + TH130	mg/L	42	49	50	55	45	44
	Effluent COD after AD + TH140	mg/L	42	49	51	55	45	45
	Effluent COD after AD + TH150	mg/L	41	48	50	54	44	44
	Effluent COD after AD + TH160	mg/L	43	51	52	57	47	47
	Effluent COD after AD + TH170	mg/L	48	56	59	63	54	56

Low  High

<sup>a</sup> VS/TS of WAS assumed to be 0.8 for all six WWTPs

<sup>b</sup> WWTP3 has no anaerobic digestion now

<sup>\*</sup> European Commission COD discharge limit=125 mg/L (EC 1991)

<sup>\*\*</sup> German national COD discharge limit=75 mg/L (Germany 1996)

<sup>\*\*\*</sup> Regional COD discharge limit=65 mg/L

Für 6 KA in Berlin: 2-15 mg/L Steigerung im Ablauf-CSB

Quelle: Toutian, V. et al (2020) Water Research 171: 115383.

2

# Thermo-alkalische Hydrolyse Pondus® (Pilot)

# Übersicht der Pilotversuche mit der Pondus-Anlage

**Dauerzeit:** Juli 2018-Juni 2019 (12 Monate)



Hydrolyse in  
Berlin

Transport Nach  
Freiberg (3 St.)

Faulung in  
Freiberg

Zurück nach  
Berlin(3 St.)

Zu weiteren  
Analysen

- Waßmannsdorf KA
- Wöchentliche Hydrolyse
- 24 Stunden Laufzeit
- 350 L ÜS pro Charge
- 3 IBCs zugeschickt
  - *Hydrolysierter ÜS*
  - *ÜS*
  - *PS*



- DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg
- 3 Vorlage-IBCs mit Rührwerke
- 4 Pumpen zur Beschickung
- 2 Faulbehälter(je ~2 m<sup>3</sup>)
- Kontinuierlicher Betrieb
- 20 Tage Verweilzeit
- Mesophile Faulung (37°C)
- Wöchentliche Rücksendung der Proben



# Pondus Anlage



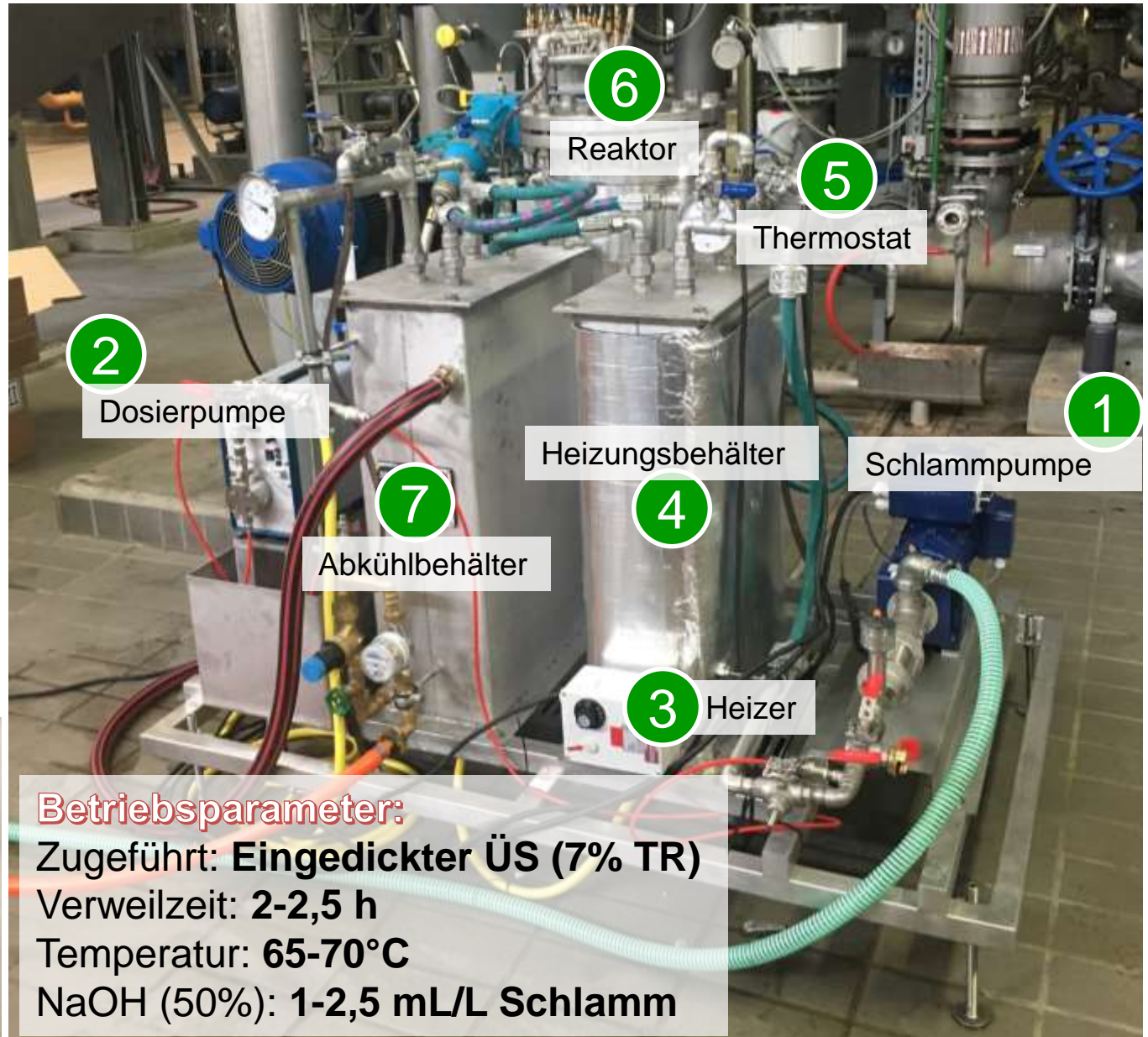
Spiraler Wärmeaustauscher



Reaktor



Sieb



## Betriebsparameter:

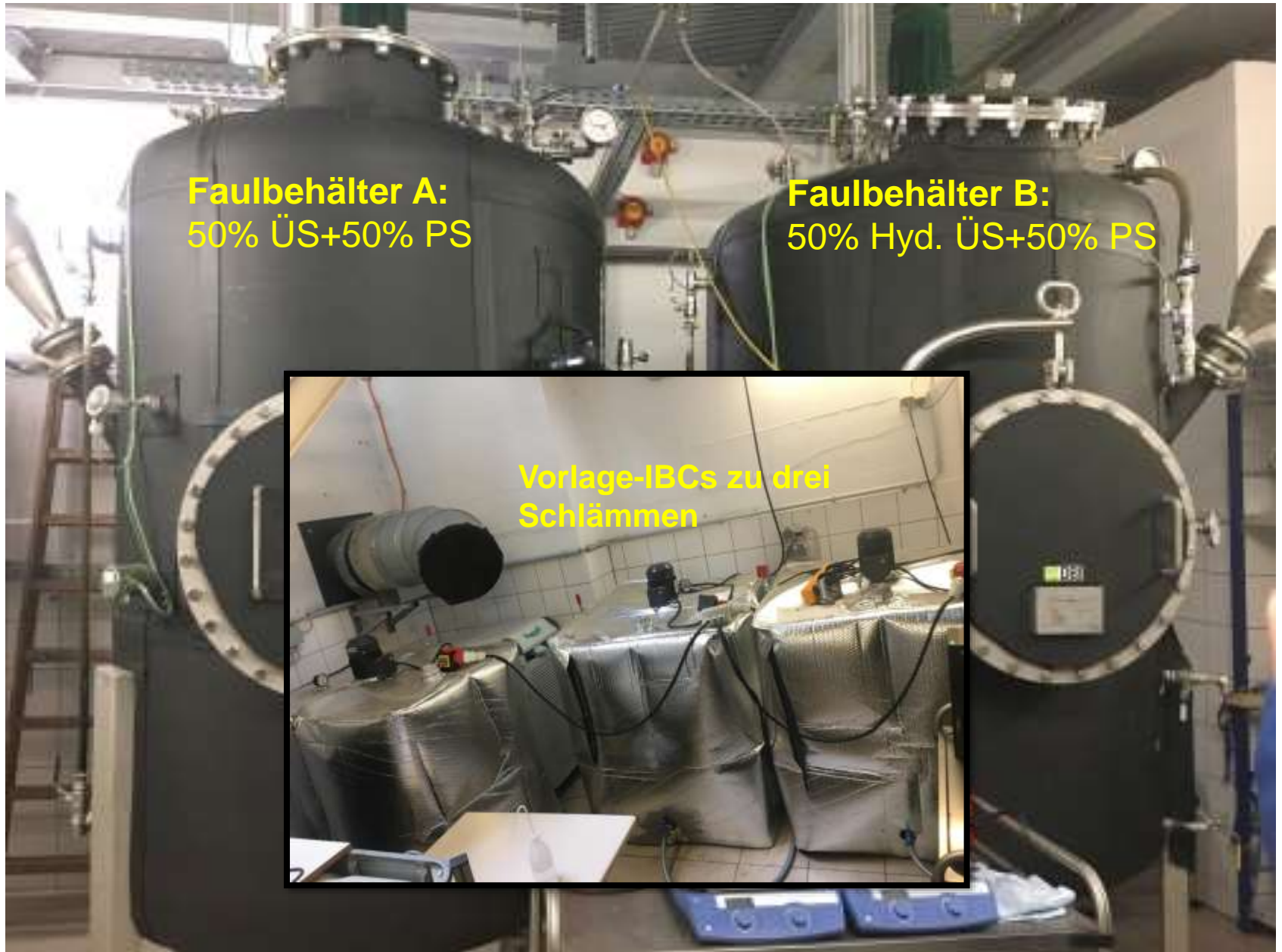
Zugeführt: **Eingedickter ÜS (7% TR)**

Verweilzeit: **2-2,5 h**

Temperatur: **65-70°C**

NaOH (50%): **1-2,5 mL/L Schlamm**

# Faulung in Freiberg



**Faulbehälter A:**  
50% ÜS+50% PS

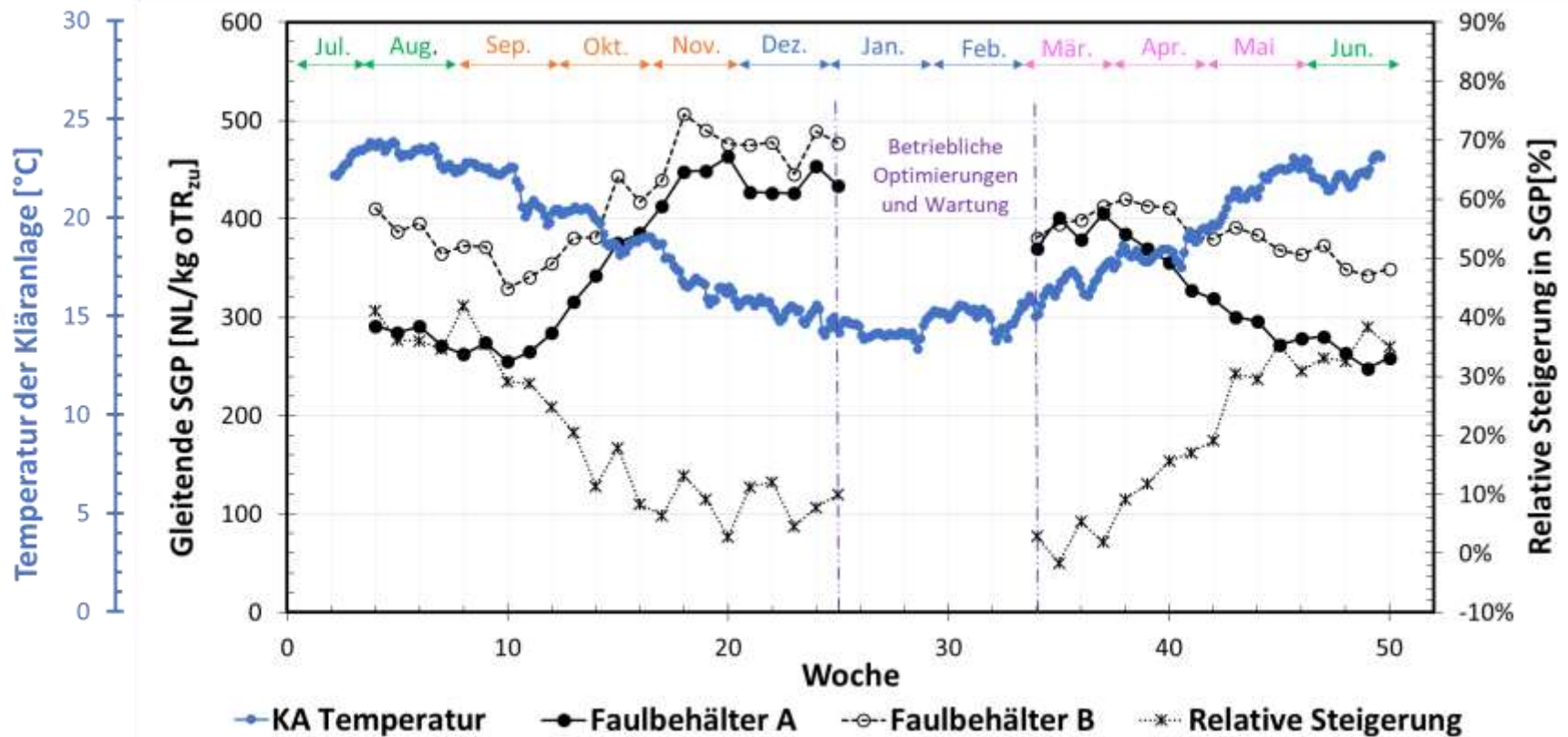
**Faulbehälter B:**  
50% Hyd. ÜS+50% PS

**Vorlage-IBCs zu drei  
Schlämmen**



# Biogasproduktion

- Gleitende SGP: Spezifische GasProduktion über 8 Wochen (3 HRTs)



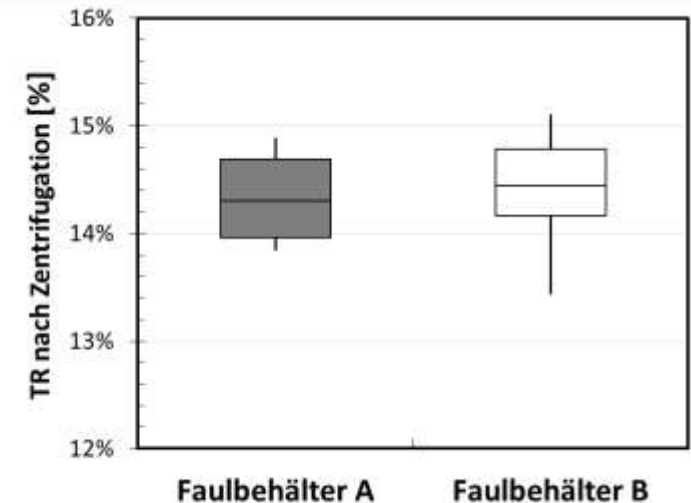
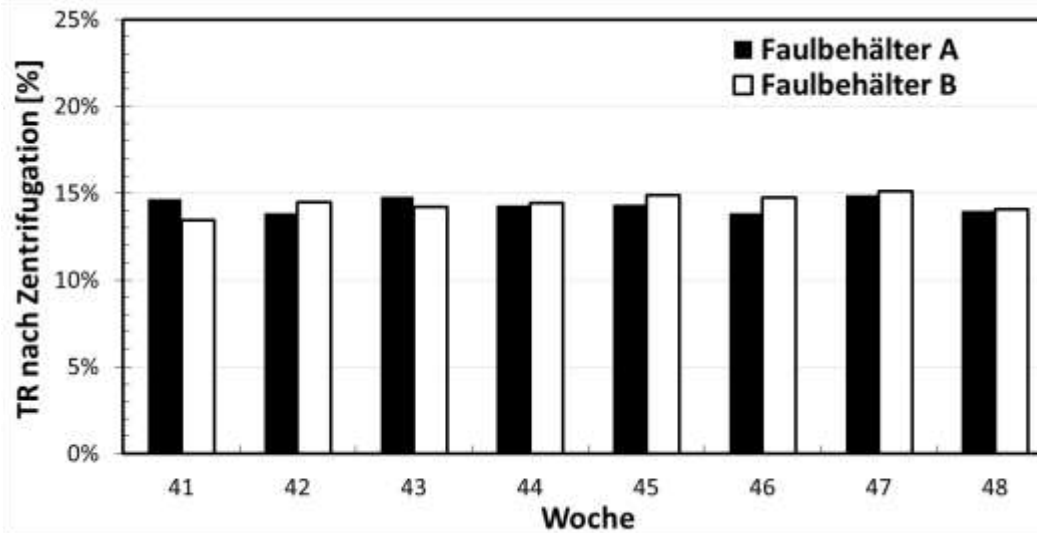
- Gassteigerung unterschiedlich im Verlauf des Jahres

Durchschnittliche jährliche Steigerung der Gasausbeute → +20% (PS+ÜS)

Quelle: Toutian, V. et al (2020) Water Research 182: 115910.

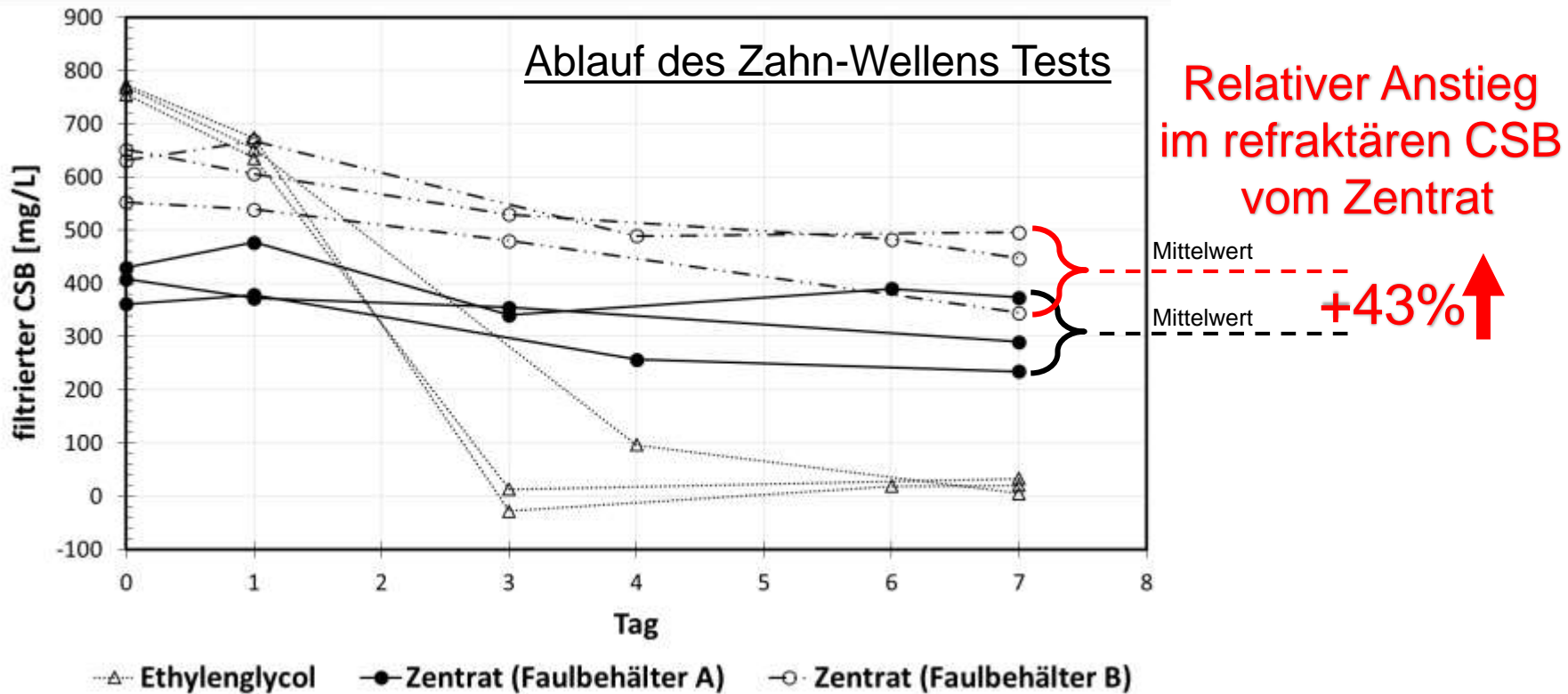
# Test der Entwässerbarkeit

- Zentrifugation mit 25000G (30 min)
- Polymerzugabe 12 g WS/kg TR



Keine Verbesserung der Entwässerbarkeit!

# Zahn-Wellens Test und Modelierung der Steigerung des Ablauf-CSB



Quelle: Toutian, V. et al (2020) Water Research 182: 115910.

# Modellierung der Steigerung des Ablauf-CSB

	Parameter	Unit	WWTP1	WWTP2	WWTP3	WWTP4	WWTP5	WWTP6
	Population equivalent	Million	0.423	0.245	1.402	1.275	0.266	0.677
	Total flow (Q)	m <sup>3</sup> /d	63481	36803	210360	191252	39882	101536
	Daily TS produced (PS+WAS)	t/d	33	19	89	86	20	59
Known data	Daily VS produced (PS+WAS)	t/d	26.4	15.2	71.2	68.8	16	47.2
	Influent COD	mg/L	975	1379	819	954	1069	886
	COD elimination	%	96	97	95	95	96	95
	Effluent COD	mg/L	40	47	43 <sup>a</sup>	52	42	41
	Daily sCOD <sub>ref</sub> produced (with AD)	g/d	143195	82445	386191	373174	86785	256015
	Increase in effluent sCOD (with AD)	mg/L	2.3	2.2	1.8	2.0	2.2	2.5
Predictions	Daily sCOD <sub>ref</sub> produced (with TAP+AD)	g/d	205453	118291	554101	535423	124517	367325
	Increase in effluent sCOD (with TAP+AD)	mg/L	3.2	3.2	2.6	2.8	3.1	3.6
	Increase in effluent sCOD caused by TAP	mg/L	1.0	1.0	0.8	0.8	0.9	1.1

<sup>a</sup> WWTP3 has no anaerobic digestion now

\*only WAS was pretreated by TAP

\*\*VS/TS of mixed sludge assumed to be 0.8 for all six WWTPs

\*\*\*European Commission COD discharge limit=125 mg/L (EC, 1991)

\*\*\*\*German national COD discharge limit=75 mg/L (Germany, 1996)

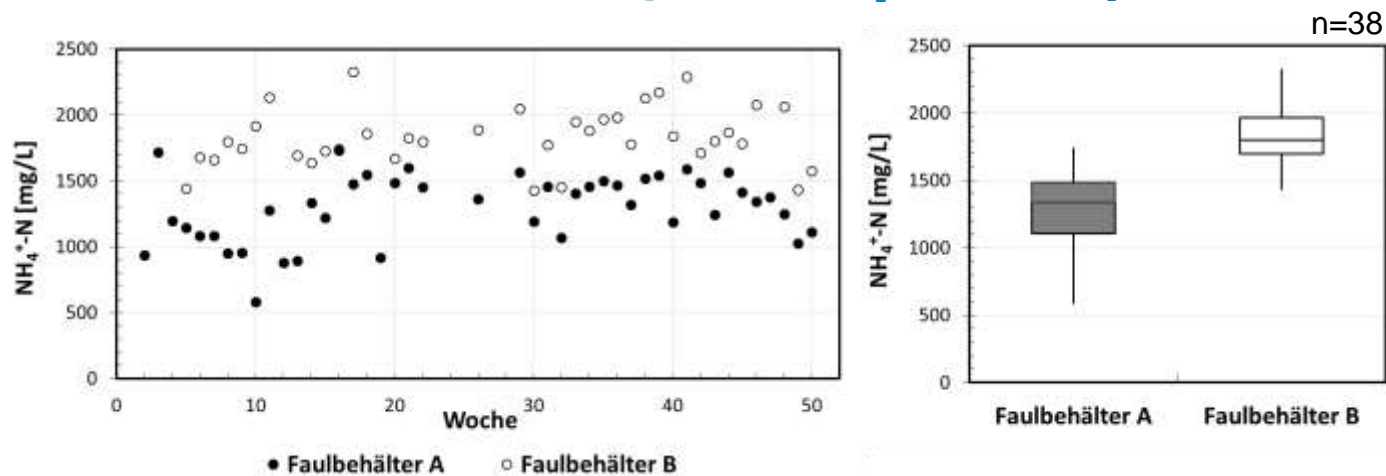
\*\*\*\*\*Regional COD discharge limit=65 mg/L

**Für 6 KA in Berlin: 0,8-1,1 mg/L Steigerung im Ablauf-CSB**

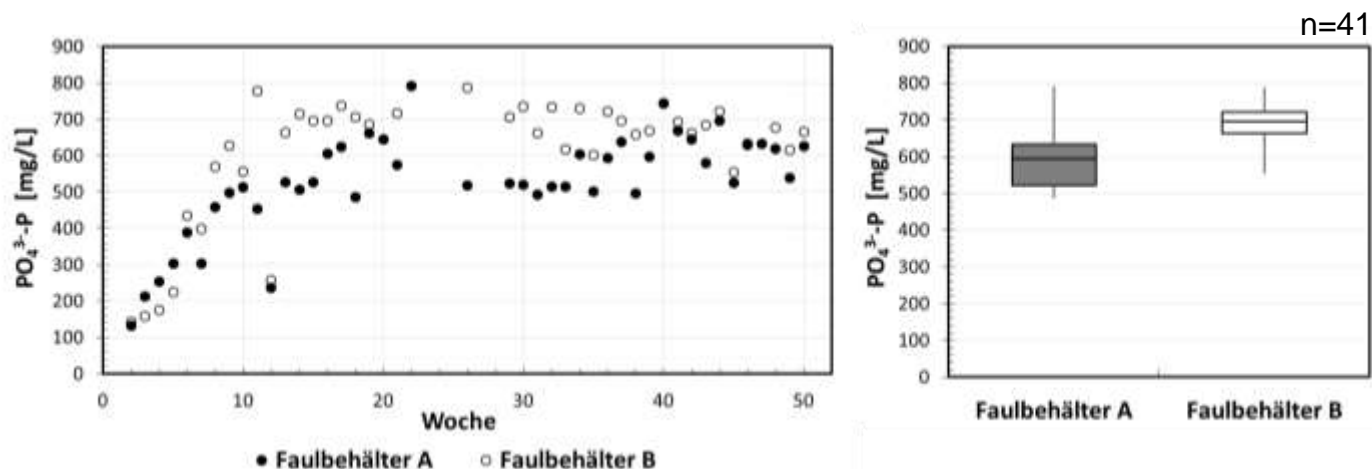
Quelle: Toutian, V. et al (2020) Water Research 182: 115910.



# Rückbelastung von $\text{NH}_4^+$ und $\text{PO}_4^{3-}$



Steigerung von  $\text{NH}_4^+$  im Zentrat bis zu +35%



Steigerung von  $\text{PO}_4^{3-}$  im Zentrat bis zu +17%

Quelle: Toutian, V. et al (2020) Water Research 182: 115910.

# Fazit

## Pondus im Labor (Thermo-alkalisch)







## Cambi im Labor (Thermo-druck)



## Pondus im Pilot (Thermo-alkalisch)



<b>Hydrolysiert</b>	ÜS	ÜS	ÜS
<b>Gefault</b>	Hydrolysierten ÜS	Hydrolysierten ÜS	Hydrolysierten ÜS + PS (1:1)
<b>Spezifischer Methanertrag</b>	+16% bis zu +26% (batch-tests)	Bis zu +27% (batch-tests) 	+20% (Jahresbasis) 
<b>Entwässerbarkeit (TR-Basis)</b>	Keinen Effekt	Bis zu +4% 	Keinen Effekt
<b>Anstieg des CSB im Ablauf der Berliner KA</b>	0,5-2,1 mg/L	2-15 mg/L	0,8-1,1 mg/L 

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit..**



**Fragen..**