

Anwendung von Strategien zur Optimierung der anaeroben Schlammfaulung an Beispielanlagen

Gefördert vom



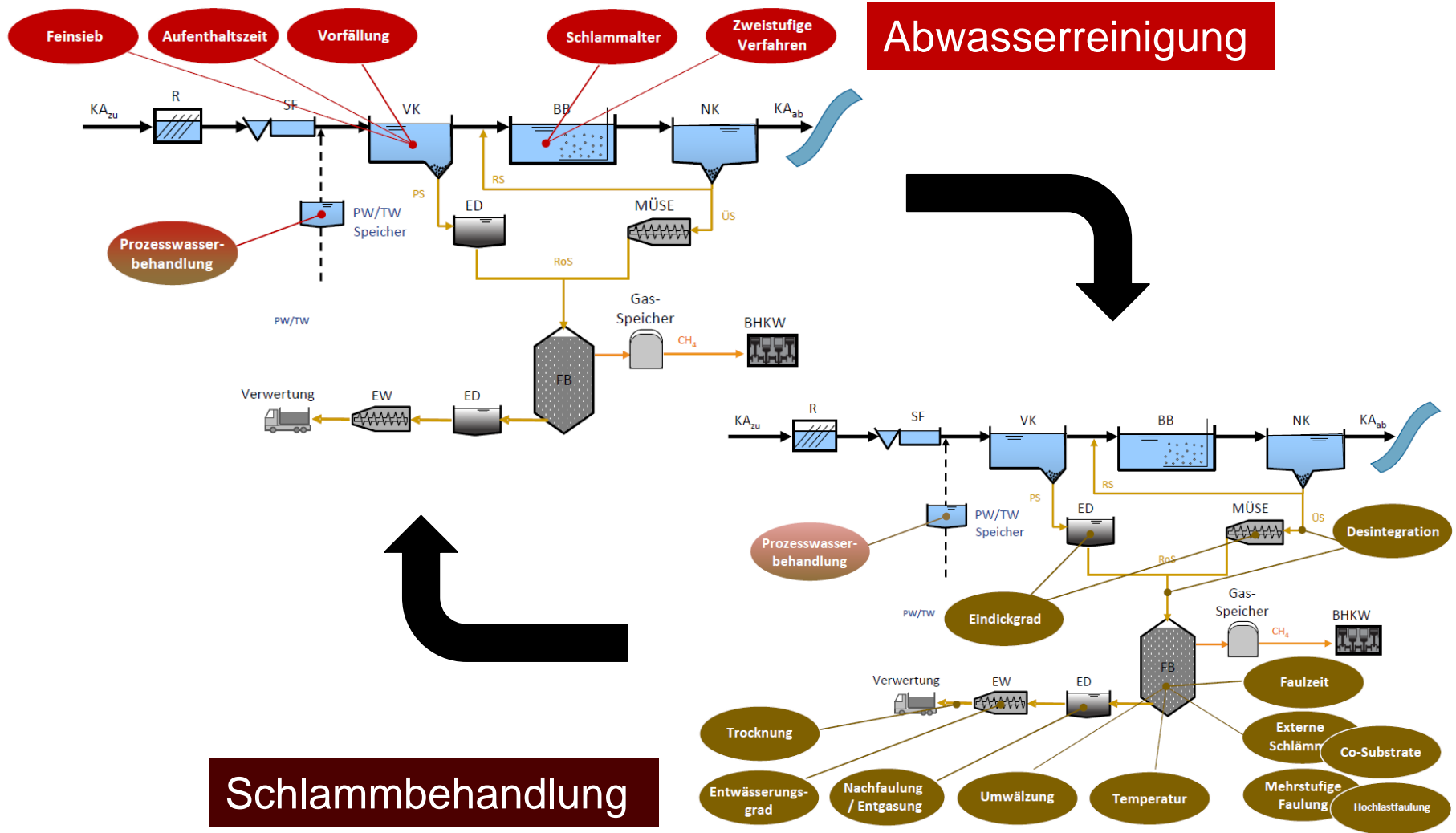
Fachtagung Kläranlagen in der Energiewende: Faulung optimieren & Flexibilität wagen

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hansen
Universität du Luxembourg



Einführung

Vortrag Dilly: Vielfältige Möglichkeiten, den Faulprozess zu verbessern



eine wesentliche `Stellschraube`: **Abscheideleistung der VK**



Erhöhung der Primärschlammabscheidung (durch Erhöhung der Aufenthaltszeit oder Verfahren wie Vorfällung/Mikrosiebung) kann positive Auswirkungen auf Energiebilanz von KA haben

→ **Integration eines Bausteins `Abscheideleistung` in ZEBRAS**

Schwierigkeit:

Veränderung der Abscheideleistung hat vielfältige Auswirkungen (positiv, negativ) auf nachgeschaltete Prozesse

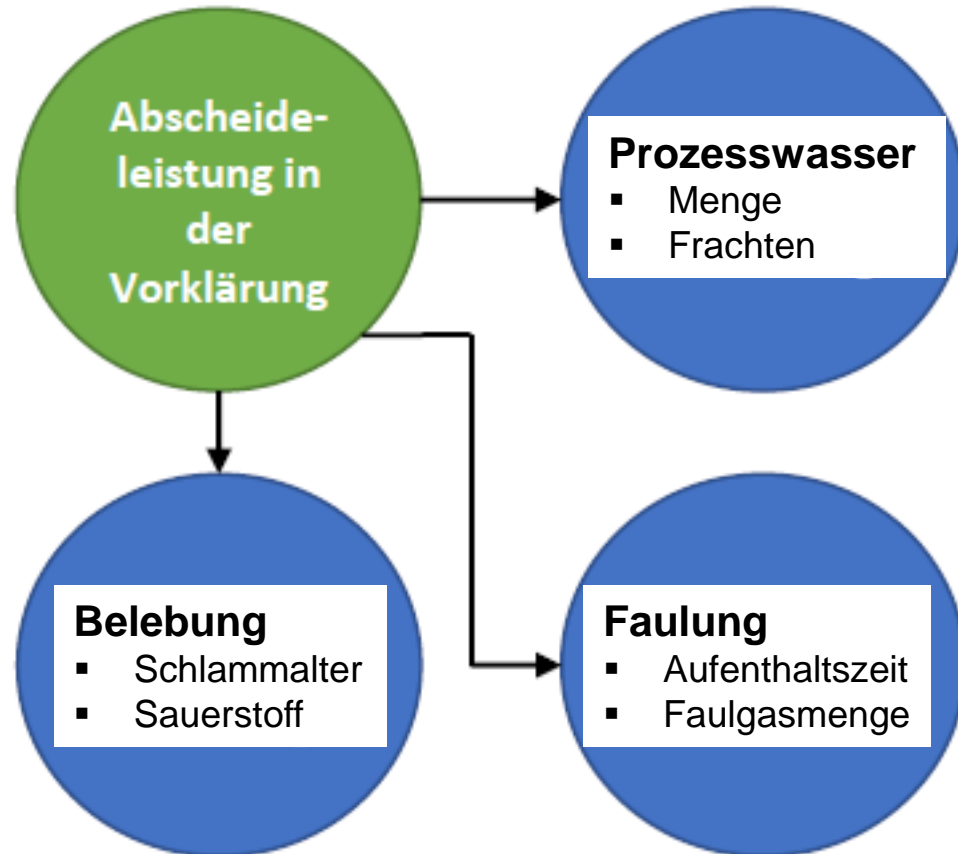
→ **Diese müssen bei Gesamtbewertung berücksichtigt werden**

Im Rahmen des Vortrags:

- Darstellung der wesentlichen Zusammenhänge
- Erläuterung des Flussdiagramms `Abscheideleistung`
- Verdeutlichung der positiven und negativen Auswirkungen an zwei Fallbeispielen

Verfahrenstechnische Zusammenhänge

Auswirkungen auf andere Prozessbereiche



→ Aufzeigen der konkreten Zusammenhänge

durch Erhöhung der Abscheideleistung der Vorklärung wird der Primärschlammfall erhöht

$t_{A, VK}$ (h)	η_{TSS} (%)	Primärschlamm zur Faulung oTM (g/(E x d))
0,5 - 1	50	35
1,5 - 2	60	42
> 2,5	65	46
Vorfällung	80	56
Mikrosiebung mit Fällung/Flockung	95	67

→ Erhöhung des Faulgasanfalls aus Primärschlamm (570 L/kg oTM)

durch Erhöhung der Abscheideleistung der Vorklärung wird der BSB- und N-Vorabbau erhöht

$t_{A, VK}$ (h)	η_{BSB} (%)	η_{TKN} (%)
0,5 - 1	25	10
1,5 - 2	35	10
> 2,5	40	10
Vorfällung	70	38
Mikrosiebung	75	20

Wirkungsgrade nach Dilly et al. 2017

→ **verminderte C- und N-Frachten zum Belebungsreaktor**

→ **Verringerung des Verhältnisses BSB/N (Denitrifikation)**

Erhöhte Primärschlammabscheidung in VK verringert Frachten zum Belebungsbecken



- **Erhöhung des Schlammalters**
- **Verringerung des Sauerstoffbedarfs im Belebungsbecken**
- **Verringerung der Überschussschlammproduktion (330 L/kg oTM)**
- **Verringerung Biogasproduktion aus Überschussschlamm**

Erhöhte Primärschlammzuführung zur Faulung erhöht Rückbelastungen aus Prozesswasser



→ **Erhöhung des Sauerstoffbedarfs im Belebungsbecken**

Vorgehensweise anhand Flussdiagramm ZEBRAS

Ist Erhöhung der Abscheideleistung in Vorklärung möglich und sinnvoll?

Eingangsdaten

$b_{TM,PS,d}$: Einwohnerspezifische Primärschlammanfall
 t_{VK} : Aufenthaltszeit in der Vorklärung bei Trockenwetter

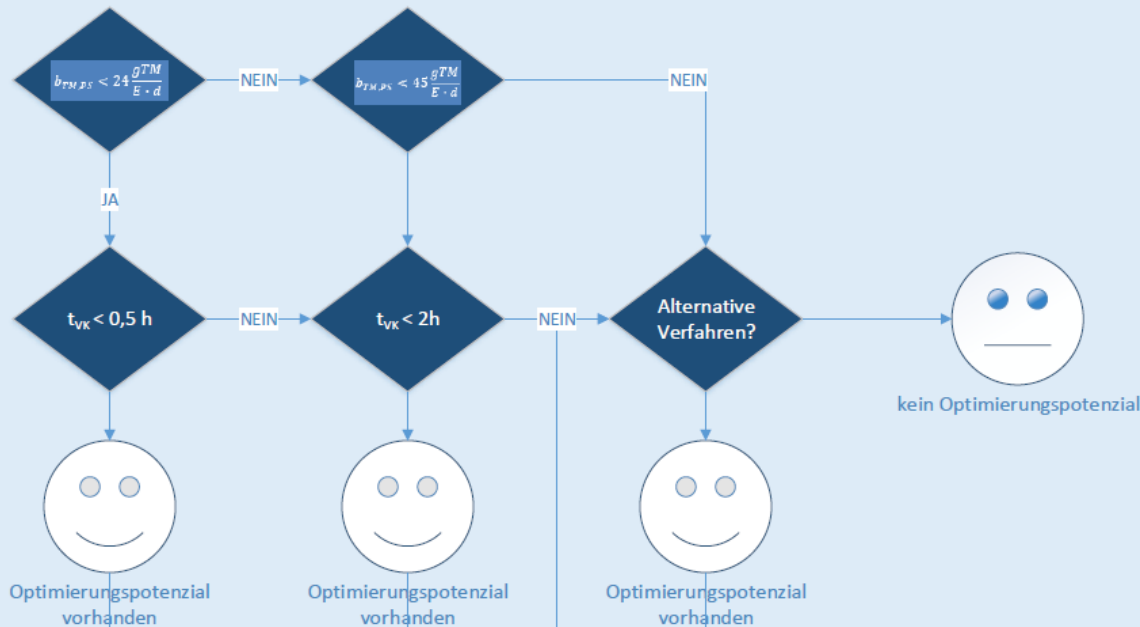
- Einwohnerspez. Primärschlammanfall
- Aufenthaltszeit VK

Erkennen Optimierungspotenzial

Primärschlamm
anfall < SW?

Aufenthaltszeit
in VK: t_A ?

Optimierungs-
potenzial?



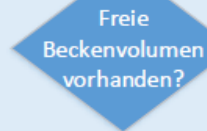
Alternative
Verfahren
gewollt?

Maßnahmen zur Optimierung

Prüfung Becken-
volumen VK



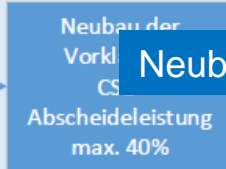
NEIN



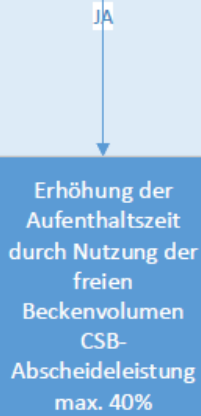
NEIN



NEIN

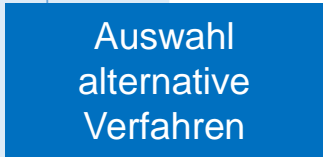
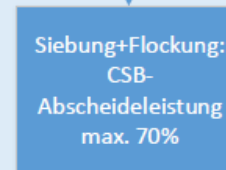
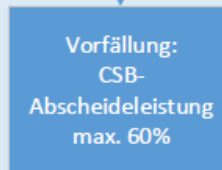


Neubau VK?

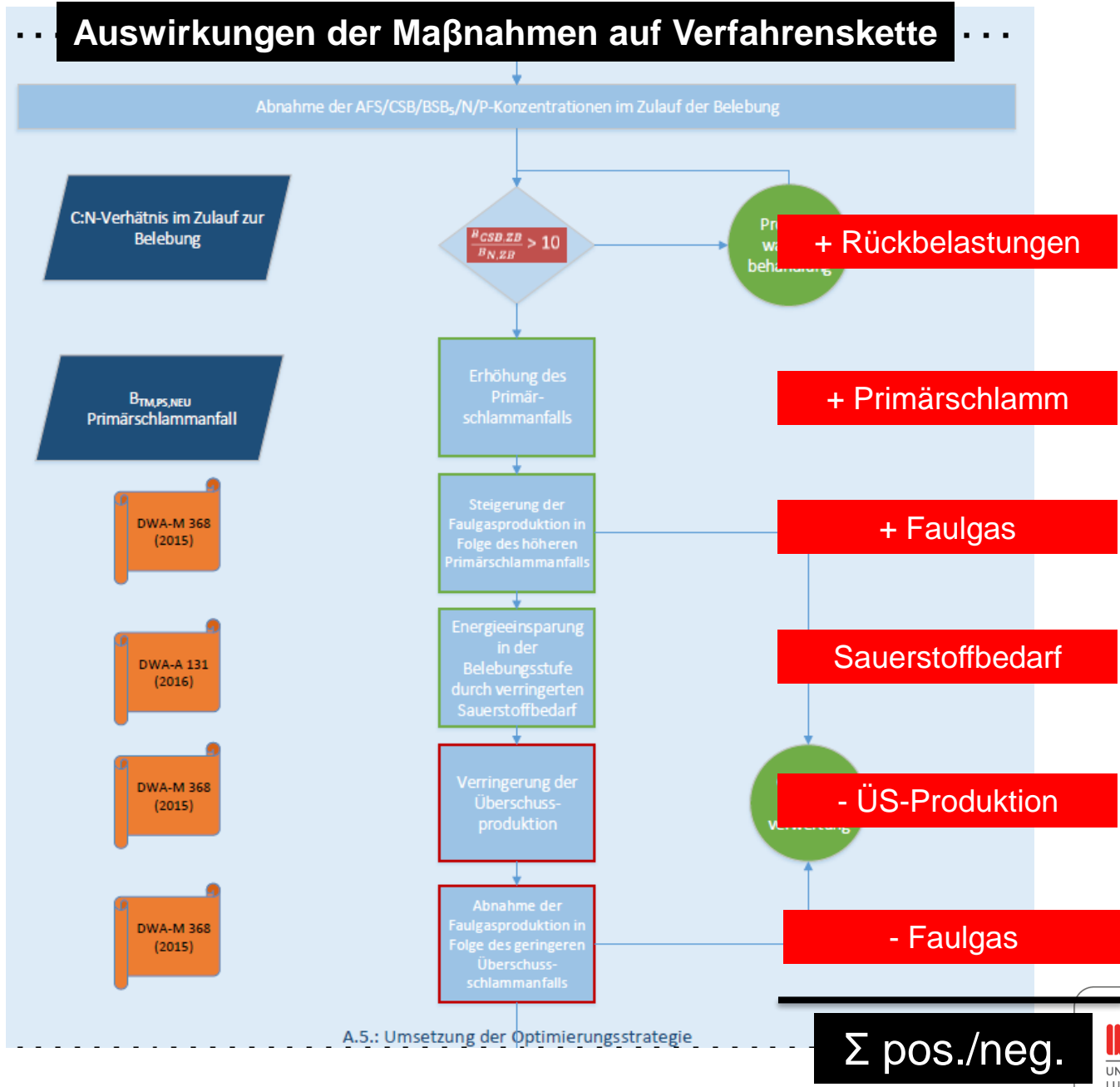


Erhöhung
Aufenthaltszeit

Auswahl
des Verfahrens



Auswirkungen der Maßnahmen auf Verfahrenskette



Fallbeispiele

1) Beispielanlage aus ZEBRAS-Pool

2) Anlage nach A131

Beispielanlage aus ZEBRAS-Pool

Charakteristik:

- Belastung: ca. 12. – 13.000 EW
- Schlammalter: 25 d
- Aufenthaltszeit VK: ca. 1,2 h; nur eine von zwei VK in Betrieb
- z.Z. sehr geringe Primärschlammproduktion von $16 \text{ gTM}/(\text{E} \times \text{d})$ aufgrund nur geringer Feststofffracht im Zulauf
- Ca. 1/3 des Zulaufs wird im Bypass um VK geleitet

Eingangsdaten für ZEBRAS-Ablaufschema:

- $t_{A,VK}$: 1 h
- $b_{TM,E,PS,d}$: $16 \text{ gTM}/(\text{E} \times \text{d})$

Optimierungspotenzial nach ZEBRAS:

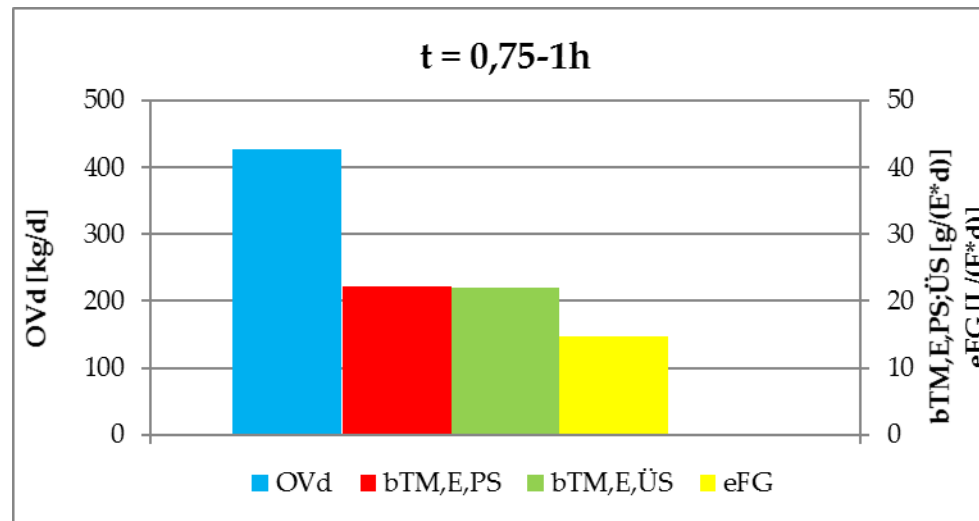
- Erhöhung der Aufenthaltszeit (1,5 – 2 h; > 2,5 h) durch Nutzung der zweiten Vorklärung
- Bypass einstellen

Szenarien:

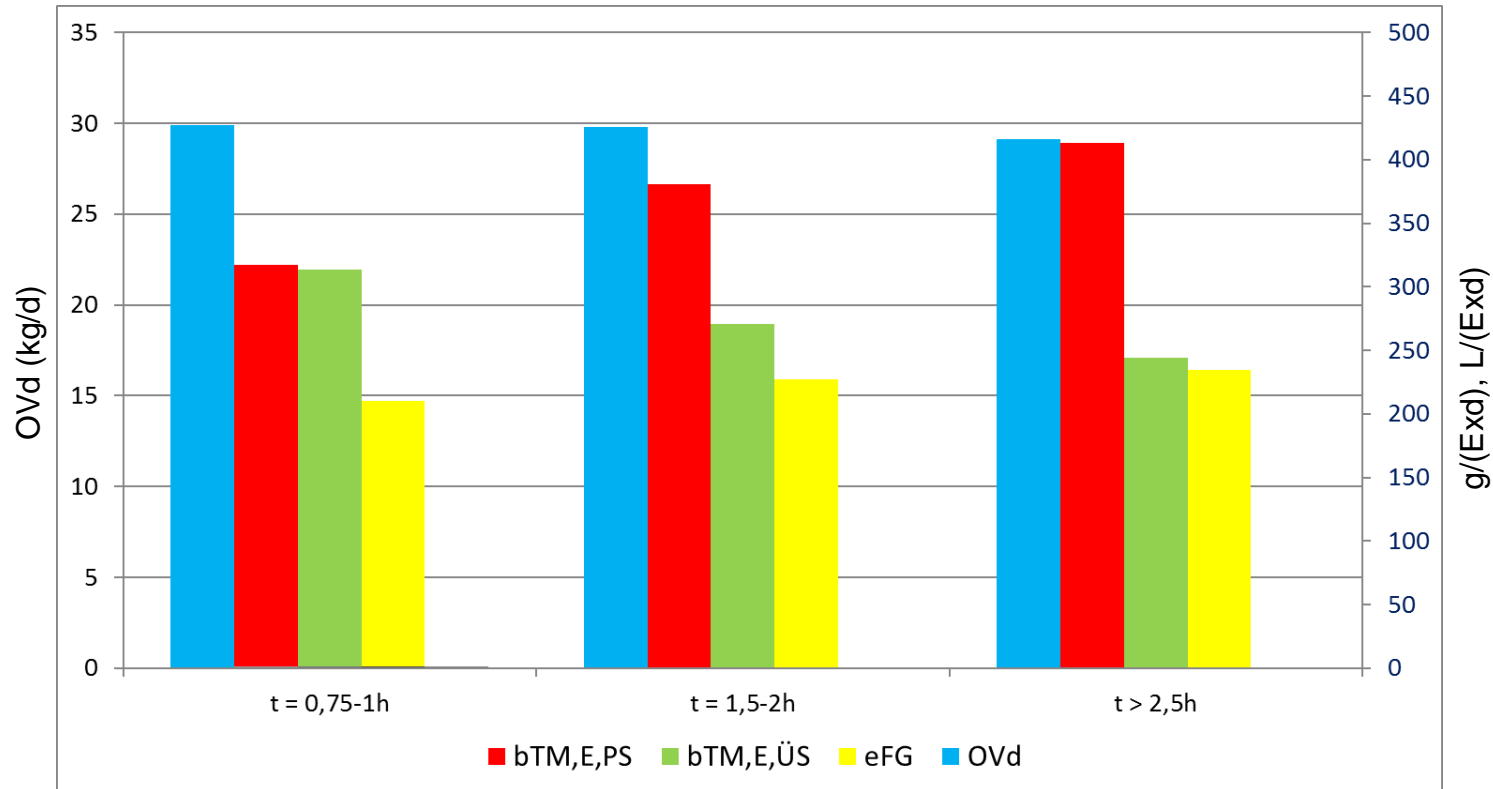
- Szenario 1: Ausgangsszenario/IST-Zustand ohne Bypass
- Szenario 2: Erhöhung der Aufenthaltszeit auf 1,5 – 2h
- Szenario 3: Erhöhung der Aufenthaltszeit auf > 2,5h (nicht mit derzeitigen VK realisierbar)

Aufgrund geringer Feststoffgehalte im Zulauf erbringen Vorfällung und Mikrosiebung keine zusätzlichen positiven Effekte

Ausgangsszenario



Szenarienvergleich:



- Erhöhung Primärschlammanfall um 20 bzw. 30%
- Reduzierung des Überschussschlammanfalls um 13,8 resp. 22,0%
- Erhöhung des spez. Faulgasanfalls um 8 resp. 11,6%
- Reduzierung des Sauerstoffbedarfs um 0,2 resp. 2,6%

Zwischenfazit:

- Erhöhung der Aufenthaltszeit führt zu erhöhter Primärschlammabscheidung und Verminderung des Überschussschlammanfalls
- Erhöhung der spez. Faulgasproduktion mit max. 11,6% moderat
- Reduzierung des Sauerstoffbedarfs vernachlässigbar

→ Positive Effekte in Summe relativ gering

Grund: geringer Feststoffanteil im Zulauf der Anlage; Anlage nicht `typisch`

→ Untersuchung an `typischer` A131-Anlage

A131-Anlage

Charakteristik:

- Belastung: 60.000 EW
- Schlammalter: 12 d
- Zulaufkonzentrationen nach A131

Grundlegendaten für ZEBRAS-Ablaufschema:

- $t_{A,VK}$: 1 h
- $b_{TM,E,PS,d}$: 35 gTM/(E x d)

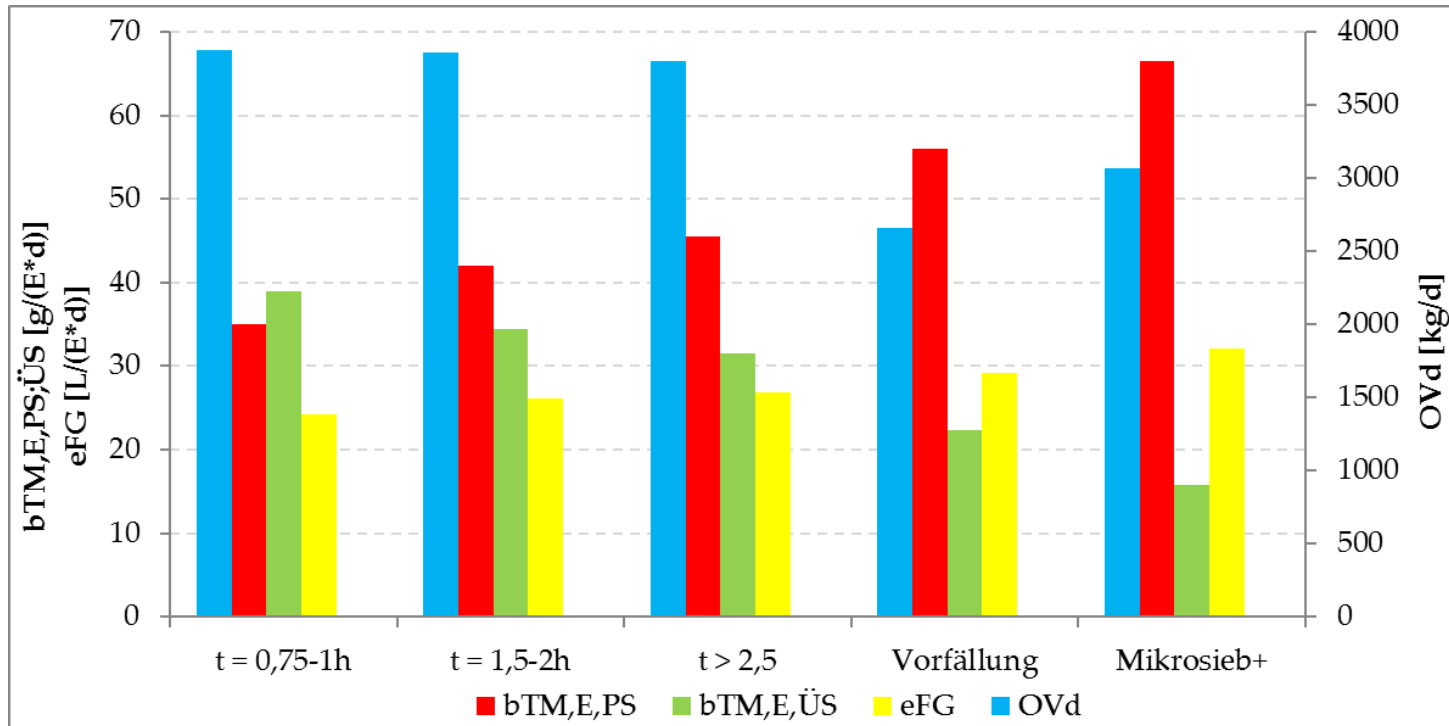
Optimierungspotenzial nach ZEBRAS:

- Erhöhung der Aufenthaltszeit
- Weitergehende Maßnahmen

Szenarien:

- Szenario 1: Ausgangsszenario/IST-Zustand mit $t_A = 1 \text{ h}$
- Szenario 2: Erhöhung der Aufenthaltszeit auf 1,5 – 2h
- Szenario 3: Erhöhung der Aufenthaltszeit auf > 2,5h
- Szenario 4: Vorfällung
- Szenario 5: Mikrosiebung in Kombination mit Fällung/Flockung

Szenarienvergleich:



- Erhöhung Primärschlammanfall um bis zu 90% (Mikrosiebung)
- Reduzierung des Überschussschlammanfalls um bis zu 60% (Mikrosiebung)
- Erhöhung des spez. Faulgasanfalls um bis zu 33% (Mikrosiebung)
- Reduzierung des Sauerstoffbedarfs um bis zu 32% (Vorfällung)

→ Deutlich größere (positive) Effekte als bei `ZEBRAS-Anlage`

Fazit

- Es existieren vielfältige Möglichkeiten, den Faulprozess zu optimieren:
indirekt – durch Maßnahmen im Bereich der Abwasserbehandlung
direkt – durch Maßnahmen in der Schlammfäulung
- Bei der Bewertung von Einzelmaßnahmen müssen vielfältige Wechselwirkungen zwischen den Prozessen berücksichtigt werden
- ZEBRAS bietet hier strukturierte Schemata, mit deren Hilfe die Auswirkungen abgeschätzt werden können
- Detaillierte Untersuchungen – z.B. Kosten-Nutzen-Betrachtung – muss dann zusammen mit Ingenieurbüro erfolgen

→ **ZEBRAS-Flussdiagramme haben Charakter einer Checkliste zu einer ersten Einschätzung, ob Maßnahmen für jeweilige Anlage erfolgversprechend sein können**

→ **Hilfestellung für Betreiber und Ingenieurbüros**