



Dr.-Ing. Julia Kopp

07.04.2021

Kopp, Hintere Str. 10, 38268 Lengede

Stadt Oelde  
z. Hd. Herrn Link  
Fachdienst Tiefbauamt und Umwelt  
Ratsstiege 1  
**D-59302 Oelde**

## **Bilanzierung der Kläranlage Oelde 2021 Bewertung der Auslastung & Abbauleistung der Abwasserreinigung und Schlammbehandlung**

Sehr geehrter Herr Link,

hiermit übersende ich Ihnen eine zusammenfassende Bewertung hinsichtlich der Bewertung der Auslastung & Abbauleistung der Abwasserreinigung und Schlammbehandlung.

Für die Bilanzierung des Betriebszustandes Abwasser / Schlamm wurde in einem ca. 3 wöchigen Zeitraum (05.01.2021 – 21.01.2021) vom Labor der KA Oelde intensiv gemessen, so dass eine dezidierte Bilanzierung der Abwasser- und Schlammbehandlung möglich war. Neben der üblichen TR- und oTR Frachtbilanz, wurden Daten für eine CSB- und ges-P Bilanz um die Faulung aufgenommen.

Die Auswertung und Bewertung der Analysendaten erfolgte bei KBKopp.

Im Vordergrund standen:

- Ausweisen der Kenndaten und Reinigungsleitung der Kläranlage
- Kontrolle der Auslastung und Abgleich mit DWA A-131 (DWA Belebungsexpert Version 3.00+, 2016)
- Abgleich mit den Bilanzen 2008 / 2016 (Pharma-Action)

Außerdem erfolgte eine

- Beurteilung des Nitrifikantenanteils & Atmungsaktivität des Belebtschlammes – Kontrolle der P-Fällung  
Abgleich Fällmittelpfan 2012 (ISV basiert)

sowie die

- Beurteilung der Entwässerung – Kennwert TR(A)<sub>KBKopp</sub> Probe 18.01.2021

Hintere Str. 10  
D-38268 Lengede

Tel. +49-5174-922 043  
Mobil +49-171-4964 066  
Fax +49-5174-922 045  
Email: [jk@kbkopp.de](mailto:jk@kbkopp.de)  
WWW: [www.kbkopp.de](http://www.kbkopp.de)

Bankverbindung:  
Commerzbank  
IBAN: DE3827080060  
0253188400  
SWIFT-BIC: DRESDEFF

Steuernummer  
Finanzamt Peine  
38-123-02634



## 1. Bilanzierung der Kläranlage Oelde

Im Vergleich zur Bilanz 2008 sind verfahrenstechnisch deutliche Änderungen vorgenommen worden:

- Außerbetriebnahme von Bio-P (nur noch Depho I und Selektorbecken ( $V = 220 + 480 = 700 \text{ m}^3$ ) sind in Betrieb, und für die Rücklaufschlammführung erforderlich. Dennoch ergibt sich eine hydraulische Verweilzeit von  $\sim 0,5 - 0,6 \text{ h}$ , die für eine gezielte biologische P-Elimination bereits ausreichend wäre.
- Dephobecken II mit  $1.350 \text{ m}^3$  ist nicht mehr in Betrieb
- Inbetriebnahme der Bio-II: somit steigt das (aktive) Volumen der Biologie von  $8.551 \text{ m}^3$  auf  $11.031 \text{ m}^3$ , dieses war mit Anstieg der Belastung auf  $\sim 51.000 \text{ EW}_{\text{CSB}}$  auch erforderlich.
- Die Eindickung des ÜS-Schlammes mechanisch (Eindickzentrifuge) zur Verbesserung der Eindickleistung, des Abscheidegrades (zuvor Abzug des ÜSS über die Vorklärung mit deutlicher Kreislaufführung des ÜSS) und auch zur Vergrößerung der Faulzeit durch Reduktion der Menge des eingedickten Überschussschlammes.
- Eine gemeinsame Zwischenspeicherung des eingedickten ÜS-Schlammes mit dem Primärschlamm erfolgt dennoch nach wie vor. Es wird empfohlen, den eingedickten ÜS-Schlamm direkt in die Faulbehälter zu dosieren.
- Inbetriebnahme des zweiten Faulbehälters (Verlängerung der Faulzeit auf ca. 29 Tage), Betrieb der Behälter  $2 \times 1.200 \text{ m}^3$  in Reihenschaltung, beide Behälter werden auf  $\sim 38^\circ\text{C}$  beheizt.

In Abb. 1, Seite 3 ist das Bilanzbild für die Datenbilanzierung Januar 2021 zu sehen. Im Folgenden werden wesentliche Kenndaten näher betrachtet, zudem erfolgt der Abgleich mit den Bilanzzeiträumen 2008 und 2013-2015.



## 1.1 Zulauf Kläranlage

**Zulauf  $Q(\text{Zul}) = 10.841 \text{ m}^3/\text{d} = 451 \text{ m}^3/\text{h}$**   
 $Q_{15} = 723 \text{ m}^3/\text{h}$

CSB = 570 mg/l = 6.150 kg/d □ 51.300 EW  
 CSBf = 156 mg/l = 1.617 kg/d  
 TOC = 190 mg/l = 1.974 kg/d  
 AFS\* ~ 225 mg/l = 2.420 kg/d  
 latoN = 61,5 mg/l = 650 kg/d □ 59.000 EW  
 NH<sub>4</sub>-N = 33,7 mg/l = 350 kg/d  
 ges P = 7,9 mg/l = 82 kg/d □ 45.500 EW  
 PO<sub>4</sub>-P = 4,0 mg/l = 42 kg/d  
 SO<sub>4</sub> = 104 mg/l = 1.105 kg/d  
 Cl = 145 mg/l = 1.570 kg/d  
 CSB : N : P = 100 : 11 : 1,3 (ungünstig)  
 pH = 7,9; Temp. = 10,8 °C;  
 el.LF = 906 µS/cm



BTB 2020	Abwassermenge Q [m³/d]
Mittelwert	8.704
Min	4.141
Max	30.014
Q <sub>85</sub>	13.160
Mittel 2019	8.689

Abb. 2: Kennwerte Zulauf Kläranlage Oelde Januar 2021

Die KA Oelde war im Bilanzzeitraum Januar 2021 mit ~ 51.000 EW CSB belastet. Im Mittel entsprach das auch den Belastungen für Stickstoff (59.000 EW) und gesP (45.500 EW). Die Auslastung ist ähnlich zu den Betriebswerten 2013 – 2015 und seitdem nicht weiter gestiegen.

Bereits im Zulauf ist zu erkennen, dass das CSB : N : P Nährstoffverhältnis mit 100 : 11 : 1,3 ungünstig ist (optimal 100 : 10 : 2) und sich durch den Aufenthalt in der Vorklärung noch verschlechtert.

Die el. LF im Zulauf ist unauffällig und im Vergleich zu den Betriebsjahren 2013 – 2015 nicht weiter angestiegen, im Betriebsjahr 2020 sind 1,1 mS/cm im Mittel und schwankende Chlorid Konzentrationen von 25 – 425 mgCl/l im Zulauf gemessen worden (nur ~ vier Messwerte pro Monat!), häufig entsprachen die Monatsmittelwerte denen vom Januar 2021.



Ablauf VKB	Abnahmen
CSB = 340 mg/l = 3.730 kg/d	CSB = 40 %
CSBf = 165 mg/l = 1.780 kg/d	TOC = 45 %
TOC = 99 mg/l = 1.100 kg/d	BSB <sub>5</sub> = -- %
BSB <sub>5</sub> = 191 mg/l = 2.170 kg/d	AFS ~ 51 %
AFS* ~ 110 mg/l = 1.190 kg/d	ges.N = 13 %
latoN = 54 mg/l = 583 kg/d	NH <sub>4</sub> -N = - 2%
NH <sub>4</sub> -N = 34,2 mg/l = 363 kg/d	ges.P = 30 %
ges P = 5,3 mg/l = 57 kg/d	PO <sub>4</sub> -P = 15%
PO <sub>4</sub> -P = 3,4 mg/l = 36 kg/d	
CSB : BSB = 1,80 : 1	
AFS : BSB ~ 0,58	
CSB : N : P = 100 : 16 : 1,5	
BSB <sub>5</sub> : N = 5,8 (3,7 für latoN)	

Abb. 3: Kennwerte Ablauf VKB Kläranlage Oelde 2021

Primärschlamm Anfall von 1.230 kgTR/d lag entsprechend der Vorklärzeit (~ 1 h) und unter Berücksichtigung eines Bypass von 1/3 der Zulaufmenge bei 24 g/EW x d – 28 g/EW x d (bezogen auf EW<sub>P</sub>). Der Literaturwert von ~35 g/EW x d (85-Perzentile) gemäß DWA M-368 „Biologische Stabilisierung von Klärschlamm“ ist gültig für kommunal geprägtes Abwasser.

Die Mengenmessung des Primärschlammes ist abzugleichen. Derzeit ist ein deutlicher Unterschied zwischen den gemessenen 25,5 m<sup>3</sup>/d (laut Aufzeichnungen mit MID alt) und den rechnerisch anfallenden 51 m<sup>3</sup>/d Primärschlamm! Es wird empfohlen, die Mengenmessungen des neuen MID für das PS Pumpwerk zu übermitteln (inkl. gemessener TR-Werte).

Nachtrag vom 06.04.2021: Die aktuell gemessenen Fördermengen (KW12-KW13/2021) des neuen MID für das PS Pumpwerk teilte Herr Link vom Klärwerk Oelde per Mail mit. Je nach Zulaufwassermenge wurden mit dem neuen MID 50m<sup>3</sup>/d bis 65 m<sup>3</sup>/d gemessen, so dass die für den Bilanzzeitraum rechnerisch anfallenden 51 m<sup>3</sup>/d sehr plausibel erscheinen.

Für die Ermittlung der Schlammengen wurde das Faulschlamm MID Zulauf Dekanter, bzw. die Schlammengen zum Faulbehälter (~ 81 m<sup>3</sup>/d) als plausibel angenommen. Die ÜS-Schlammfracht wurde zum einen aus den dünn abgezogenen Mengen des Überschussschlammes ermittelt und durch die Belastung der biologischen Stufe gem. DWA A-131 rechnerisch kontrolliert und ebenfalls plausibilisiert. Demnach beträgt der ÜS Schlammanfall im Bilanzzeitraum 28,3 gÜS/EWxd.



## 1.2 Anmerkungen zum Nährstoffverhältnis

Das Nährstoffverhältnis CSB : N : P wäre ideal bei 100 : 10 : 2 und ist mit 100 : 16 : 1,5 im Zulauf der Biologie als ungünstig zu bewerten. Stickstoff ist anteilig als hoch im Abwasser der Kläranlage Oelde zu bewerten.

Das BSB<sub>5</sub> : N Verhältnis beträgt 5,8 (bezogen auf NH<sub>4</sub>-N) und ist nur knapp ausreichend bezogen auf I<sub>ato</sub>N mit 3,8 : 1. Für eine vollständige N-Elimination ist ein BSB<sub>5</sub> : N Verhältnis  $\geq 3,8$  erforderlich.

Die Verweilzeit von  $\sim 0,5 - 0,6$  h des RLS zusammen mit dem Ablauf VK führt sehr wahrscheinlich zu ungewollten Bio-P Prozessen, die zudem in Konkurrenz zur Denitrifikation stehen, da ebenfalls Kohlenstoff eliminiert wird. Sollen beide Prozesse parallel stattfinden, ist ein Nährstoffverhältnis von BSB<sub>5</sub>:N  $\geq 5 : 1$  erforderlich.

Ohne den Bypass um die VK (anstelle von ext. C-Quellen) ist daher eine stabile N-Elimination sehr wahrscheinlich nicht möglich.

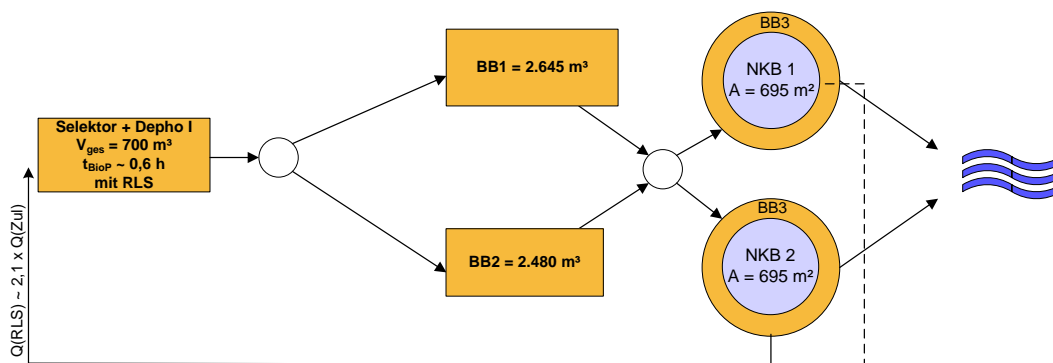
Der Bypass führt aber dazu, dass anteilig mehr Überschussschlamm produziert wird und wiederum dadurch (weniger Primärschlamm) die Entwässerbarkeit des Faulschlammes abnimmt.

Verfahrenstechnisch wäre eine Umfahrung des Selektors / Depho I zur permanenten Unterdrückung der Bio-P Prozesse die sinnvollste Lösung! Alternativ könnte eine Verkleinerung des Beckenvolumens (baulich) zur Verkürzung der Aufenthaltszeit umgesetzt werden.

Bio-P. wird bewusst nicht mehr betrieben. Die anaerobe Verweilzeit von ca. 0,6 h ist trotz allem recht hoch, lange Verweilzeiten fördern das Wachstum von fädigen Bakterien.

Die Fällmitteldosierung im Bilanzzeitraum = 391 l/d entspricht dem Bedarf für eine Simultanfällung mit einem  $\beta$ -Wert der Fällung von 1,68 (üblich 1,5). Der Fällmittelverbrauch im Bilanzzeitraum ist demnach höher als erforderlich, jedoch nicht ungewöhnlich. Die Ablaufwerte für gesP werden sicher eingehalten, trotz allem werden zeitweise Messwerte für gelösten Phosphat im Bereich von 20 – 40 mg/l im Faulschlamm gemessen. Rein rechnerisch wäre die Einsparung von  $\sim 10\%$  der Fällmittelmenge (Dosierung  $\sim 350$  l/d) möglich, um mit einem  $\beta$ -Wert = 1,5 zu fällen.





**Belebung:**  $V_{BB} = (220 + 480) + 2.645 + 2.480 + 2 \times 2.953 \text{ m}^3 = (700) + 11.031 = 11.731 \text{ m}^3$

Temp. = 10 °C  
ISV = 233 ml/g (hoch in allen Becken)  
 $TS_{BB} = 2,75 \text{ g/l}$   
 $M(TS) = 33,0 \text{ t}$   
 $Q(RLS) \sim 2,0 - 2,2 \times Q$   
 $TS (RLS) = 6 \text{ g/l}$   
 $V_D/V_N = 56 / 44$   
Schlammalter = 22,8 d (10 d aerob)  
Schlammbelastung = 0,07 kg/kgxd  
Fällmitteldosis  $\text{FeClSO}_4 = 391 \text{ l/h}$   
 $\beta_{Fäll} = 1,68$

- Alle Becken (bis auf Depho II) sind in Betrieb
- P-Fällung simultan mit  $\text{FeClSO}_4$  (ohne Bio.-P) mit  $\beta\text{-Fäll} = 1,68$

Abb. 4: Kennwerte Biologie Kläranlage Oelde 2021

### 1.3 Kontrolle Belastung der biol. Stufe mit dem DWA-Belebungsexpert

Die Belebungsbeckenkapazität wurde bereits 2016 mit dem DWA Belebungs-expert (damals noch Version 1.29) kontrolliert. Die Bilanzdaten 2021, als auch die früheren Betriebsdaten der KA Oelde wurden nun mit Version 3.00+ des Programmes genutzt, um den Grad der Auslastung der biologischen Stufe zu kontrollieren.

Das vorhandene Volumen der Biologie der KA Oelde ist mit Inbetriebnahme Bio II ausreichend, erforderlich wären  $\sim 8.700 \text{ m}^3$  bzw. ca.  $10.000 \text{ m}^3$  (bei 85%-Werten).

Die Tabelle 1 stellt alle Ergebnisse des Belebungs-expert zusammen. Die Auslastung (in %) entspricht dabei dem Verhältnis des vorhandenen Belebungsbeckenvolumens der KA Oelde (z.B.  $V = 8.551 \text{ m}^3$ , bzw.  $11.031 \text{ m}^3$ ) zum minimal erforderlichen Beckenvolumen gem. DWA Belebungs-expert.



Lastfall:	Bemessung	Min. Temp.
<b>ZULAUF:</b>		
Abwassermenge	Q <sub>D</sub> <b>10800</b>	<b>10800 m<sup>3</sup>/d</b>
	Q <sub>t</sub> <b>580</b>	<b>580 m<sup>3</sup>/h</b>
CSB	C <sub>CSB,ZB</sub> <b>340</b>	<b>340 mg/l</b>
Gelöster CSB	S <sub>CSB,ZB</sub> <b>170</b>	<b>170 mg/l</b>
Abfiltrierbare Stoffe	X <sub>TS,ZB</sub> <b>110</b>	<b>110 mg/l</b>
Kjeldahl-Stickstoff	C <sub>TKN,ZB</sub> <b>54,3</b>	<b>54,3 mg/l</b>
Ammoniumstickstoff	S <sub>NH4,ZB</sub> <b>35,0</b>	<b>35,0 mg/l</b>
Nitratstickstoff	S <sub>NO3,ZB</sub> <b>1,0</b>	<b>1,0 mg/l</b>
Phosphor	C <sub>p,ZB</sub> <b>5,5</b>	<b>5,5 mg/l</b>
Säurekapazität	S <sub>Ks,ZB</sub> <b>5,0</b>	<b>5,0 mmol/l</b>

<b>ABLAUF:</b>		
Ammoniumstickstoff	S <sub>NH4,AN</sub>	
Nitratstickstoff	S <sub>NO3,AN</sub>	
Phosphor	C <sub>p,AN</sub>	
Säurekapazität	S <sub>Ks,AN</sub>	

Volumen und Schlammalter

Belebungsbecken	
Volumen V <sub>BB</sub>	
Minimum: 8609 m <sup>3</sup>	
Gewählt:	<input type="text" value="11031"/> m <sup>3</sup>

Ergebnis:			
Erforderliches Schlammalter	15,23 d	Schlammproduktion aus Kohlenstoffabbau	1317 kg/d
Vorhandenes Schlammalter	20,54 d	aus ext. C-Dosierung	0 kg/d
Schlamm Trockensubstanz	2,80 kg/m <sup>3</sup>	aus biolog. P-Elimination	22 kg/d
Erforderlicher Prozessfaktor	1,50	aus Fällung	154 kg/d
Vorhandener Prozessfaktor	2,02	<b>Gesamt</b>	<b>1493 kg/d</b>
Nitrifikationsvolumen	4964 m <sup>3</sup>		
Denitrifikationsvolumen	6067 m <sup>3</sup>		

Tabelle 1 : Berechnungsergebnisse Belebungs expert

Zeitraum	2008	2008	2013 / 2015	2013 / 2015	2020	2020	2021	2021	Zukunft
Bexpert Ergebnisse	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Mittel	85%	Sommer	Winter	MAXIMAL
Q [m <sup>3</sup> /d]	8500	8500	9325	9325	8684	8684	10800	10800	~ 9000
EW CSB KA	43783	43783	51667	51667	50873	61900	51300	51300	55000
EWCSB VK	22242	22242	31860	31860	25375	34050	31083	31083	33000
TS(BB) [g/l]	2,6	2,8	<b>3</b>	<b>3,5</b>	2,7	<b>3,2</b>	2,6	2,8	2,8
V anaerob [m <sup>3</sup> ]	1830	1830	1830	1830	700	700	700	700	700
VBB min [m <sup>3</sup> ]	6650	6161	8233	7961	8223	10700	8609	9290	10490
VBB Ist [m <sup>3</sup> ]	8551	8551	8551	8551	11031	11031	11031	11031	11031
ÜS [kg/d]	1062	1040	1500	1799	1360	2225	1493	1785	1900
t <sub>TS</sub> [d]	20,9	23,0	17,0	16,6	21,9	15,8	20,5	17,3	16,0
Auslastung [%]	78	72	96	93	75	97	78	84	95

Bei einer Eliminationsleistung der Vorklärung von 50 - 55% und der bisherigen mittleren Auslastung von ~51.000 EW<sub>CSB</sub> könnten überschlägig weitere ~5.000 EW<sub>CSB</sub> angeschlossen werden.

Die eigentliche Nennkapazität der KA Oelde beträgt 47.000 EW und ist bereits erschöpft.

Wird mit den 85% Werten des BTB 2020 gerechnet (~ 61.900 EW) ist laut Belebungs expert die biologische Stufe zu 97% ausgelastet. Zudem wäre es in diesem Fall erforderlich, den TS im Belebungsbecken auf 3,2 g/l zu steigern, welches im Hinblick auf die hydraulische Kapazität der Nachklärung **nicht** empfohlen wird.





Laut den Berechnungsergebnissen des Belebungs-Expert wird daher empfohlen, die Belastung nicht dauerhaft um mehr als + 4.700 EW auf **max. 55.000** EW zuzulassen. Dieses liegt bereits 17% über der Nennkapazität der KA Oelde. Das erforderliche Beckenvolumen bei TS(BB) = 2,8 g/l beträgt dann ca. 10.500 m<sup>3</sup> und entspricht 95% der vorhandenen Belebungsbecken Kapazität.

#### 1.4 Ablauf Nachklärung

Die Reinigungsleistung der KA Oelde hat sich im Vergleich zu 2008 nicht verschlechtert.

Die aktuellen Überwachungswerte werden sicher eingehalten.

Ablauf NKB	Abnahmen	Überwachungswerte KA Oelde Stand aktuell
CSB = 24 mg/l = 269 kg/d	CSB = 96,0 %	CSB ≤ 48 mg/l
CSB <sub>f</sub> = 20 mg/l = 216 kg/d	TOC = 90 %	BSB ≤ 10 mg/l
TOC = 7,8 mg/l = 61,1 kg/d	AFS ~ 98,0 %	Nges ≤ 15 mg/l
AFS = 5,0 mg/l = 53 kg/d	latoN = 87 %	NH <sub>4</sub> -N ≤ 4 mg/l
latoN = 4,6 mg/l = 74 kg/d	ges.P = 97 %	Chlorid ≤ 300 mg/l
NH <sub>4</sub> -N = 1,1 mg/l = 11,8 kg/d	PO <sub>4</sub> -P = 98 %	Pges ≤ 0,8 mg/l
NO <sub>3</sub> -N = 4,2 mg/l = 47 kg/d	SO <sub>4</sub> = 9,0 %	
NO <sub>2</sub> -N = 0,1 mg/l = 0,7 kg/d	Cl = - 0,6%	
ges P = 0,2 mg/l = 2,5 kg/d		
PO <sub>4</sub> -P = 0,1 mg/l = 0,8 kg/d		
SO <sub>4</sub> = 88 mg/l = 1.006 kg/d		
Cl = 146 mg/l = 1.580 kg/d		
pH = 7,0; el. LF = 654 µS/cm		
Temp. = 9,6 °C;		
KS <sub>4,3</sub> = 3,8 mmol/l		

Abb. 5: Kennwerte Ablauf NKB Kläranlage Oelde 2021

In Bezug auf Chlorid (wird in der Abwasserreinigung nicht verändert) oder harten CSB (siehe Betrachtungen zum Abwasser Pharma Action) ist somit kein Anstieg zu verzeichnen.

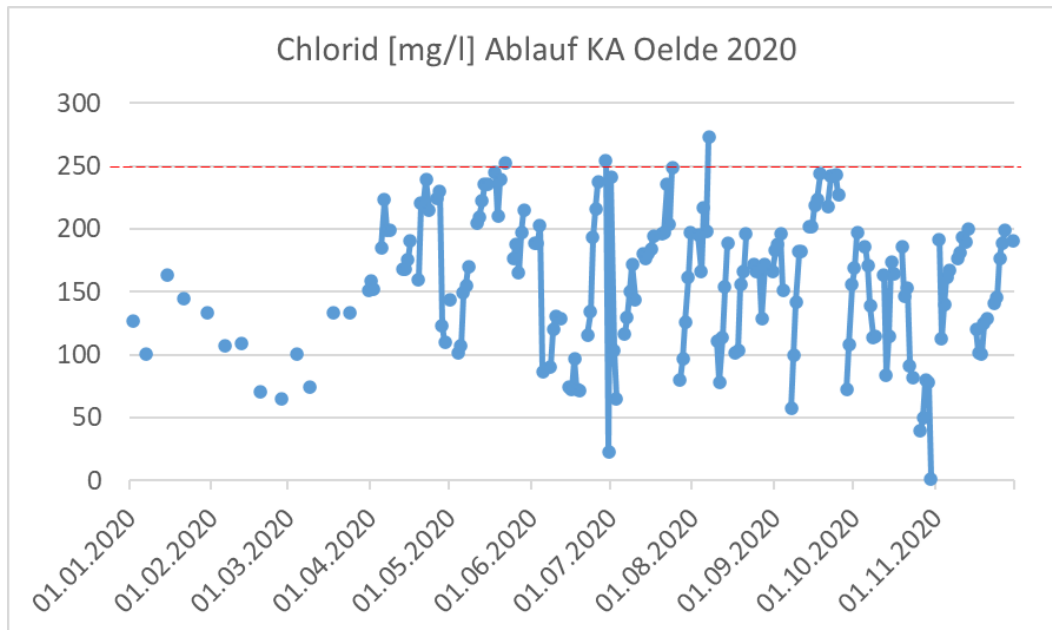


Abb. 6: Ablaufkonzentrationen Chlorid NKB KA Oelde 2020

Zur Sicherstellung eines guten ökologischen Zustandes des Axtbaches sollte unter Berücksichtigung der Wasserführung, der Hintergrundbelastung oberhalb der Einleitung (30 mg Cl/l) die Chlorid-Konzentration im gereinigten Abwasser 250 mg/l Chlorid nicht regelmäßig überschreiten. Der Überwachungswert der Kläranlage für Chlorid beträgt 300 mg/l und sollte stets unterschritten werden.

Im Betriebsjahr 2020 (Mittelwert Chlorid = 159 mg/l im Ablauf NKB) wurden maximal

273 mg/l Chlorid am 07. August gemessen betrug ansonsten nur an sehr wenigen Tagen im Jahr ~ 250 mg/l. Dieses passierte vornehmlich dann, wenn wenig Abwasser (Trockenwetterlage) die Kläranlage erreicht, also die Chloridfracht nur gering verdünnt wird.

Langfristig ist davon auszugehen, dass extreme Wetterphänomene, wie lange Trockenperioden und auf der anderen Seite auch Starkregenereignisse, die Zulaufmengen und Konzentrationen und somit auch die hydraulische Leistungsfähigkeit der Kläranlage beeinflussen werden.

### 1.5 Kontrolle der hydraulischen Kapazität der Nachklärung

Die hydraulische Kapazität der Nachklärung ist entsprechend des geringeren TS(BB) im Vergleich zu 2012 höher und wurde bereits (max. 180 ml/g) im anzustrebenden ISV Bereich angepasst.



Achtung: mit steigendem ISV und/oder Anstieg des TS(BB) von z.B. 2,8 g/l auf 3,5 g/l wird die hydraulische Leistungsfähigkeit der Nachklärung um ~ 20% verringert.

Der TS(BB) im Belebtschlamm kann seit der Einbindung der maschinellen Überschussschlammeindickung mittels Eindickzentrifuge viel besser reguliert werden und wird im Sommer im Schnitt bei ~ 2,6 g/l und im Winter bei ~ 2,8 g/l gefahren.

Der ISV schwankt zwischen 150 bis 200 ml/g (max. 240 ml/g) in der Belebung und bei Bedarf mit einem VTA Aluminiumchlorid (Combiflock 60-20) reguliert. Der geringere TS(BB) von im Mittel 2,7 lässt höhere ISV Werte zu, bei denen der relevante Zulauf von 650 m³/h betriebssicher abgeleitet werden kann.

Für die im Bilanzzeitraum Schlammvolumenindizes von 230 ml/g und mehr wird jedoch der Fällmitteleinsatz (Aluminium) empfohlen, um sich im ISV Bereich von 100 bis maximal 180 ml/g zu bewegen.

Der Einsatzzeitraum von aluminiumhaltigen Fällmitteln sollte effektiv & möglichst kurz gehalten werden, da die Entwässerbarkeit des Faulschlammes durch diese Art der Fällmitteleinsätze abnehmen wird.

- **Anzustreben ist ein Indexbereich von 100-180 ml/g, in dem bei TS(BB) = 2,8 die relevante Abwassermenge von 650 m³/h sicher abgeleitet werden!**
- **ACHTUNG** ab ISV > 180 ml/g im Wochenmittel
- **Start der PAC-Dosierung zur Bekämpfung von Microthrix P und Steuerung des ISV ab 200 ml/g - 220 ml/g**

Langfristig ist die Einplanung von zusätzlichen Maßnahmen zur Verringerung des Einflusses von Starkregenereignissen vorzunehmen.

Hydr. Kapazität d. Nachklärung [m³/h]			
ISV ml/g	TSBB = 2,5	TSBB = 2,8	TSBB = 3,6
85	2132	1903	1480
90	2013	1798	1398
110	1647	1471	1144
130	1394	1245	968
150	1208	1079	839
160	1133	1011	786
170	1066	952	740
180	1007	899	699
200	906	809	629
210	863	770	599
220	824	735	572
230	788	703	547
240	755	674	524
250	725	647	503

Optimal → (rows 85-170)  
Achtung! → (rows 180-220)  
Start PAC → (rows 200-220)  
Kritisch → (rows 230-250)



Abb. 8 : Nachklärbecken ½ KA Oelde mit jeweils  $A = 695 \text{ m}^3$  Oberfläche

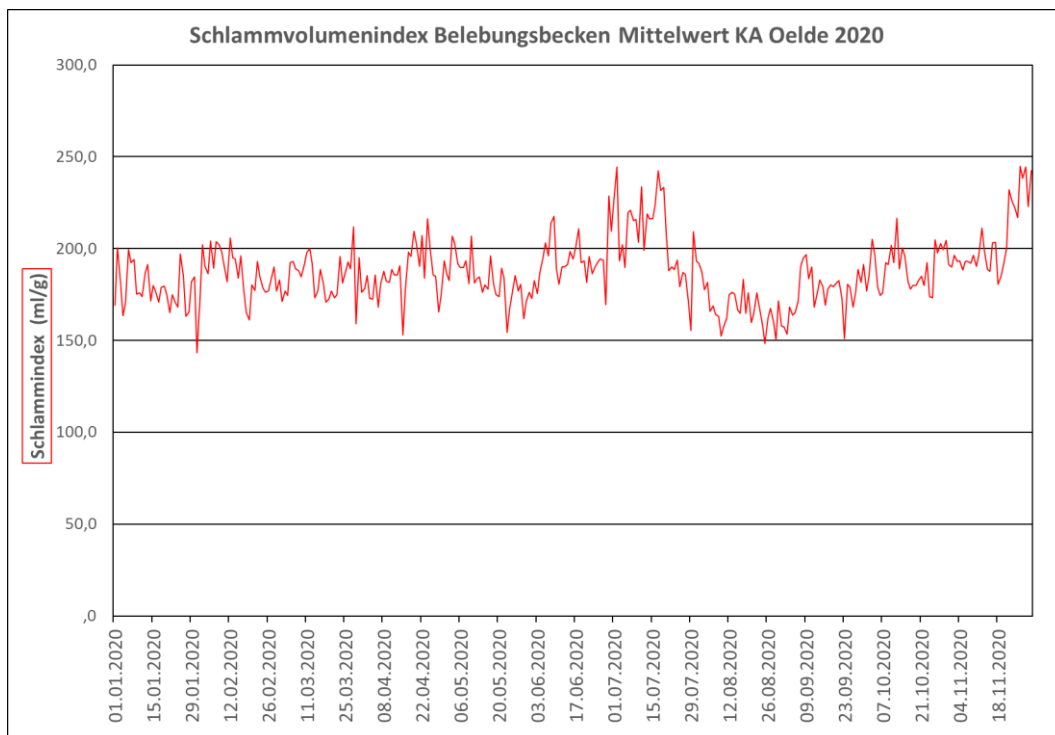


Abb. 9 : ISV (gemittelter Wert aller Belebungsbecken) im Betriebsjahr 2020

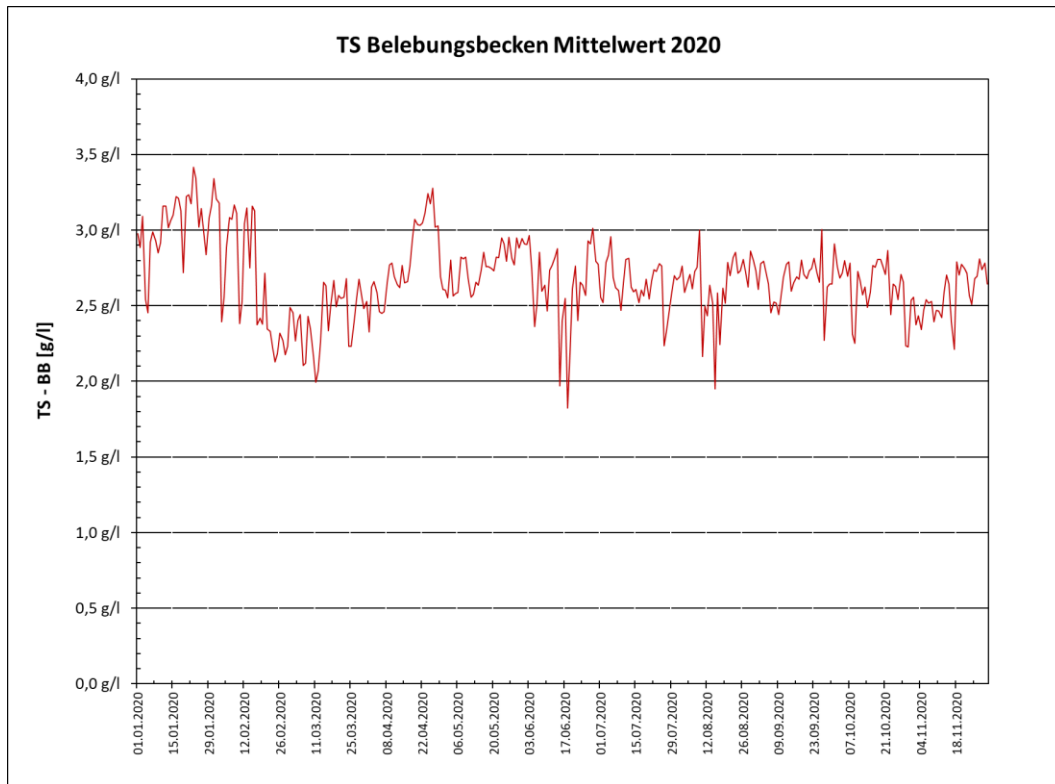


Abb. 10 :TS(BB) als gemittelter Wert aller Belebungsbecken im Betriebsjahr 2020

## 2. Schlammbehandlung KA Oelde 2021 Bilanzierung der Schlammbehandlung

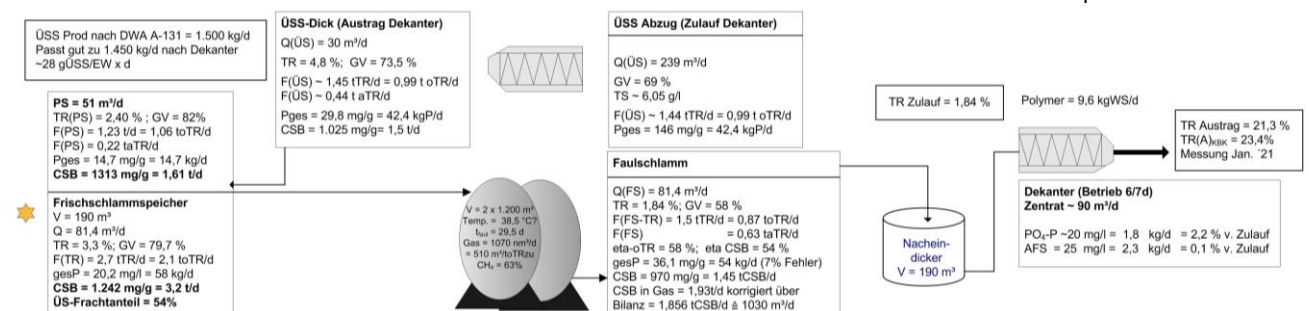


Abb. 11: Kennwerte Schlammbehandlung KA Oelde 2021

In der Schlammbehandlung erfolgte eine Umstellung vom Betrieb der Faulung von einem Faulbehälter auf zwei Behälter (identische Faultürme mit  $V = 2 \times 1.200 \text{ m}^3$ ) in Reihenschaltung. Entsprechend ist ein Anstieg des org. Abbaugrades von 50% auf ~ 58% und der Gasproduktion eingetreten.



Die Schlammströme im Input und Output der Faulung wurden mit Hilfe der aTR- und P-Fracht Bilanz und einer CSB-Bilanz um die Faulung kontrolliert.

Damit die Input und Output Mengen sinnvoll zueinander passen, mussten Anpassungen sowohl für die ÜSS-Menge (gegenüber den Handaufzeichnungen für ÜS-dick), als auch deutlich für die Primärschlammmenge (nahezu Verdoppelung gegenüber den alten MID Mengen von 26 m<sup>3</sup>PS/d) vorgenommen werden. Die Faulschlammmenge (~ 81 m<sup>3</sup>/d) im Verhältnis zur entwässerten Faulschlammmenge erscheint plausibel. Auch die abgefahrene Schlammmenge von ~ 1,45 tTR/d passt sehr gut zur Faulschlammfracht von 1,49 tTR/d im Bilanzzeitraum.

Die nun zweistufig betriebene Faulung hat nicht nur den Vorteil, dass eine geringere Raumbelastung (im Mittel derzeit ~0,9 kg oTR/m<sup>3</sup>, durch die Reihenschaltung der Behälter in FB1 jedoch bei 1,8 kg oTR) vorliegt, sondern i.d.R. sind auch weniger Probleme mit Schaum im 2. Faulbehälter zu erwarten.

Der Abbaugrad und die Gasproduktion haben merklich im Vergleich zur Einstufigen Fahrweise mit nur einem Behälter zugenommen. Gemäß DWA M - 368 sind bei zweistufiger Fahrweise relativ + 10% mehr Faulgas und + 10% höherer organischer Abbaugrad zu erwarten, der Abbaugrad hat sogar um 17% zugenommen.

Substratbedingte Störungen des Abbaus und der Gasproduktion können am ersten Behälter frühzeitig erkannt werden und es besteht oftmals die Möglichkeit, den zweiten Behälter somit rechtzeitig zu schützen.

Trotz zweistufiger Faulung Zunahme des GV im Faulschlamm festzustellen, welches aufgrund von Messwerterhöhung bei höherem TR zurückzuführen ist (siehe Abbildung 12).



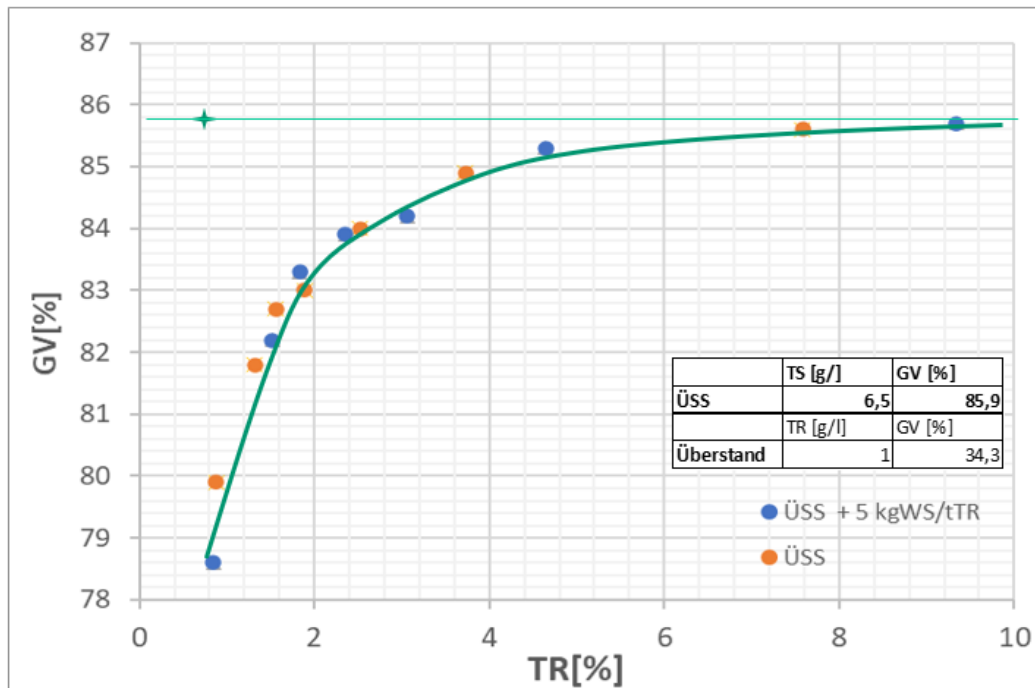


Abb. 12: Beispiel Messwerterhöhung Glühverlust bei zunehmendem TR von ÜSS

Die ÜSS Produktion rechnerisch, sowie die dünn abgezogene ÜS Fracht erscheinen mit 1,45 tTR/d (~30 gÜSS/EW x d) plausibel, folglich beträgt die eingedickte ÜS Menge 30 m<sup>3</sup>/d bei einem TR nach Eindickung von 4,8%TR. Der ÜSS sollte möglichst direkt in die Faulung gefördert werden. Die Kontrolle der ÜS-Produktion nach A-131 ergab ebenfalls eine Produktion an Überschussschlamm von 1.450 kgTS/d. Dazu wurde die Konzentration der AFS im Zulauf der Biologie zu 110 mg/l angenommen, da dieser Parameter nicht mitbestimmt werden konnte.

Der Primärschlamm mit TR = 2,4% fällt mit einer mittleren Fracht von 1,23 tTR/d an, welches einem spez. Schlammanfall von 24 – 28 gPS/EW x d entspricht (gering bis üblich, da ein Bypass gefahren wird, daher auch ein höherer ÜS-Frachtanteil im Vergleich zu 2013-2015).

Ein Vergleich zu 2008 mit dem gemeinsamen Abzug aus der VK ist schwierig, jedoch erscheinen die in 2008 erfassten ca. 57 g/EW x d ÜSS + PS ebenfalls plausibel.

Mit den o.g. Mengen und Frachten, schließt sich die Bilanz 2021 um die Faulung für aTR-Fracht und die Pges Fracht in den Schlammströmen mit einem akzeptablen Fehler. (30 kg aTR /d mehr im Input = 4,5% Abweichung bzw. ~ 4 kgP/d mehr im Input = 7% Abweichung).

Der erreichte organische Abbaugrad  $\eta_{\text{oTR}}$  der Faulung beträgt 58 % und ist deutlich höher, als in den vorherigen Bilanzen, welches bei der Reihenschaltung und Verdopplung der Faulraumkapazität auch zu erwarten war. Der Abbaugrad des CSB passt mit 54% gut dazu, erscheint jedoch zu gering, wenn die Gasproduktion näher betrachtet wird.

Aus der gemessenen Gasmenge von  $1.070 \text{ nm}^3/\text{d}$  resultiert eine spez. Gasproduktion von  $510 \text{ m}^3/\text{toTR}_{\text{zugeführt}}$ , laut CSB Bilanz ist jedoch die produzierte Gasmenge zu verringern auf  $970 \text{ m}^3/\text{d}$ , welches zur exakt identischen spez. Gasproduktion der Vorbilanz von 2008 führt.

Der vermutlich stimmige Gasverbrauch von  $1.030 \text{ nm}^3/\text{d}$  entspräche wiederum einem plausiblen CSB Abbaugrad von 58% und einer spez. Gasproduktion von  $490 \text{ m}^3/\text{toTR}_{\text{zugeführt}}$ .

In der folgenden Tabelle sind alle Kenndaten der bisherigen Bilanzzeiträume vergleichend zusammengestellt, die sich um die Bilanzierung der Schlammbehandlung drehen.



Abb. 13: Faulung der KA Oelde



Tabelle 2 : Kenndaten der bisherigen Bilanzzeiträume im Vergleich

Dr.-Ing. Julia Kopp

Kenndaten Bilanzzeiträume	2008	2013 -2015	2021	Anmerkungen
	Messprogramm	Betriebsdaten	Messprogramm	
V <sub>BB</sub> [m <sup>3</sup> ]	8.551	8.551	11.031	
CSB Fracht [t/d]	5,25	6,20	6,15	Belastung KA hat seit 2015 nicht zugenommen
el. LF Zulauf [mS/cm]	-	1,10	0,91	el.LF nicht weiter angestiegen (eher Abnehmend)
EW <sub>CSB</sub>	43.783	51.667	51.250	KA Oelde ist mit ca. 51.000 EW <sub>CSB</sub> ausgelastet
PS Menge [m <sup>3</sup> /d]	98,3	36,3	51	PS und ÜSS gemeinsam über VK in 2008
ÜS Menge [m <sup>3</sup> /d] dünn	261	-	239	
ÜS Menge [m <sup>3</sup> /d] dick	-	39,0	30,0	
ÜS TR Fracht [tTR/d]	1,41	1,14	1,45	
gÜS/EWxd	32,2	22,1	28,3	aber: 492 kg/d ÜSS 2008 im Kurzschluss VKB
ÜS oTR Fracht [toTR/d]	0,96	-	0,99	
ÜS-Fracht Anteil am Rohschlamm [%]	57	48	54	
PS TR Fracht [tTR/d]	2,49	1,22	1,23	
gPS/EWxd	56,9	23,7	24,0	*in 2008 gemeinsam PS + ÜS aus VKB
GV PS [%]	-	-	82	
PS oTR Fracht [toTR/d]	-	1,00	1,06	
Faulzeit [d]	13,0	16,0	29,0	Betrieb mit 2 Faultürmen in 2021
Faulraumtemperatur [°C]	37,0	-	38,5	o.K.
FS Menge [m <sup>3</sup> /d]	92,0	75,0	81,4	Schlammengen sind zu kontrollieren (PS und ÜS dick)
Gasproduktion [m <sup>3</sup> /t oTRzugeführt]	410	469	510	
CH <sub>4</sub> -Gehalt	63,7	67,0	63,0	
GV FS [%]	59,3	55,3	57,5	
org. Abbaugrad [%]	40,8	49,4	58,0	org. Abbaugrad durch 2. Faulturm gestiegen
TR entw [%TR] mit Dekanter	23,6	22,9	21,3	
TR(A) [%]	-	23,6	23,4	keine Verbesserung d. Entwässerbarkeit
PO <sub>4</sub> -P [mg/l] in Schlammwasser	-	13,5	37,6	
pFM Dosis[kgWS/tTR]	7,0	9,0	9,6	pFM Dosis passt nur bei 0,5er Lösung des pFM
<b>Rückbelastung in [kg/d] für :</b>				
CSB [kg/d]	-	29	30	o.K.
ges-P [kg/d]	1,9	3,1	2,2	o.K.
NH <sub>4</sub> -N [kg/d]	-	52	59	o.K.

## 2.1 Kontrolle der Entwässerbarkeit des Faulschlammes

Auch die Schlammmentwässerung, bzw. die Entwässerbarkeit des Faulschlammes der KA Oelde wurde mittels einer TR(A) Analyse untersucht. Diese Untersuchungen wurden bereits 2015 und auch in 2021 (Gutachten liegen separat vor) durchgeführt.

Es ist auffällig, dass sich über die Jahre die Entwässerbarkeit nicht wesentlich verbessert hat.



Trotz deutlicher Erhöhung der Faulzeit und vergleichsweise geringer  $\text{PO}_4\text{-P}$  Konzentration, sowie einem üblichen ÜS-Frachtanteil von  $\sim 54\%$  an der Rohschlammfracht, gehört der Faulschlamm der KA Oelde mit  $\sim 23 - 24\%$  maximaler Entwässerbarkeit zu den nur mäßig entwässerbaren Faulschlämmen.

Der Dekanter (GEA AD 1220, 458 mm Trommeldurchmesser) von 2003 ist zeitnah zu ersetzen, erreicht jedoch noch knapp ein ordnungsgemäßes Entwässerungsergebnis (im Mittel im Bilanzzeitraum  $21,3\%$ , also  $-0,6\%$  TR-Punkte unterhalb  $\text{TR(A)} - 1,5\%$  TR Punkten).

Zur Konditionierung wird eine Mischung aus Granulat und Emulsionspolymer gemeinsam aufbereitet und mit  $\sim 9,6 \text{ kgWS/MgTM}$  dosiert. Dieses ist laut BTB nur möglich, wenn die Lösung  $0,5\%$  WS aufweist. Die Konzentration soll laut Betriebsleitung jedoch nur  $0,2\%$ ig sein. Es ist zu prüfen, inwieweit die Konz. der Ansatzlösung, bzw. die aufgezeichnete Menge der verbrauchten Lösung ( $9,3 \text{ m}^3/\text{d}$ ) stimmen.

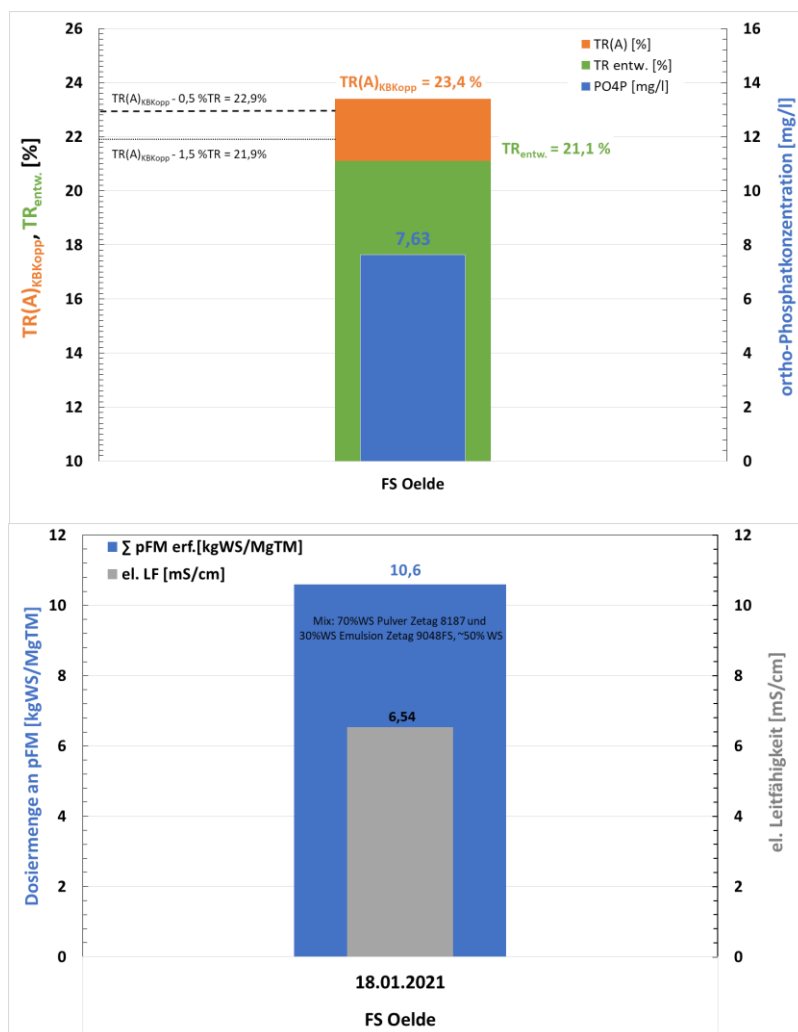


Abb. 14: TR(A), TR<sub>entw.</sub>, pFM Bedarf und PO<sub>4</sub>-P des FS Oelde vom 18.01.2021.



Tabelle 2: Faulschlamm KA Oelde (18.01.2021)

Dr.-Ing. Julia Kopp

07.04.2021

KA Oelde - Faulschlamm	Probe vom 18.01.2021	Probe KW47/2015 November
TR [%]	1,87	2,35
GV [%]	61,4	60,3
TR(A) <sub>KBKopp</sub> [%]	23,4	23,6
TR(A) <sub>-0,5</sub> [%]	22,9	23,1
TR(A) <sub>mind -1,5</sub> [%]	21,9	22,1
TR <sub>entw.</sub> [%]	21,1	n.b.
AFS-Zentrat [mg/l]	24	n.b.
Abscheidegrad	99,9	n.b.
pH [-]	7,41	7,25
el. LF [mS/cm]	6,54	5,58
Polymer	Mix 70%WS Pulver Zetag 8187 + 30%WS Emulsion Zetag 9048FS	
Σ pFM erf. [kgWS/MgTM]	10,6	9,0
pFM – gelöst [kgWS/MgTM]	5,5	n.b.
Bedarf pFM [kgWS/MgTM]	10,1	n.b.
+ scherstabil [kgWS/MgTM]	+ 0,5	n.b.
PO <sub>4</sub> P [mg/l]	37,6	13,5
NH <sub>4</sub> N [mg/l]	712	n.b.
Calcium [mg/l]	109	n.b.
Magnesium [mg/l]	38,1	n.b.
Kationen-Index KI [-]	5,9	n.b.
Sandanteil* [% v. GR]	31,3	n.b.
Konz. PO <sub>4</sub> P und Kationen gemessen im Zentratwasser nach 1000 g x 30 min ohne		
*als salzsäureunlöslicher Rückstand vom Glührückstand gem. DWA M-383		
n.b. nicht bestimmt		

Die Entwässerbarkeit wurde ebenfalls mit Hilfe des von KBKopp entwickelten Rechenmodells untersucht. TR(Mod-A), Vorstellung siehe Korrespondenz Abwasser, Abfall 2019 (66) Nr. 8).

Die Modelldaten sollen dem Betrieb aufzeigen, wie ihr Faulschlamm „tickt“ und welche Einflüsse im Jahresgang zu berücksichtigen sind, mit dem Ziel, die erreichten Entwässerungsergebnisse den potentiell möglichen Werten gegenüber zu stellen. Dem Betrieb soll somit die Möglichkeit eröffnet werden, vor allem durch Anpassung der Durchsatzleistung des Entwässerungsaggregates im Rahmen der Möglichkeiten die Entwässerungsleistung zeitnah zu optimieren.

Das Modell basiert auf den drei dominanten Einflüssen auf die Wasserbindung im Faulschlamm:

- 1) dem Einfluss des ÜS-Anteils an der Rohschlammfracht,
- 2) dem Einfluss der Wasserbindung durch Phosphate und
- 3) dem organischen Anteil der Feststoffe (GV).

Bei Bedarf kann das Berechnungsmodell auch auf die Betriebsdaten der Kläranlage Oelde angewendet werden.

Ein erster Ansatz des Modells TR(Mod-A) mit den vorliegenden Betriebsdaten zeigte eine deutlich höhere Wasserbindung (~ + 30% höhere Wasserbindung im Überschussschlammanteil) des Faulschlammes der Kläranlage Oelde im Vergleich zu rein kommunalen ausgefaulten Schlämmen.



### Entwässerungsmodell für die KA Oelde (nicht nach-kalibriert)

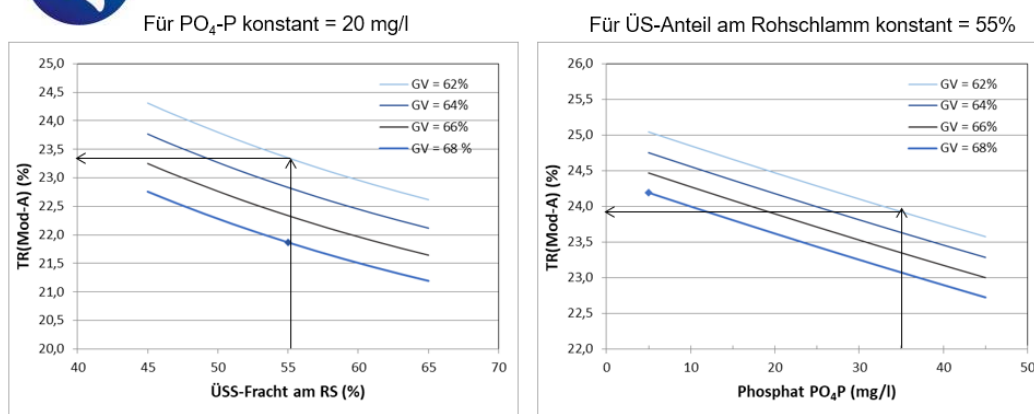


Abb. 15: Entwässerungsmodell KA Oelde 2021 nicht nach-kalibriert

Für den Faulschlamm der KA Oelde mit Glühverlust 62%, einem ÜS Frachtanteil von 55% und  $\text{PO}_4\text{-P}$  Anteil = 20 mg/l (linkes Diagramm), wäre ein Entwässerungsergebnis von 23,4% TR(Mod-A) möglich. Im rechten Diagramm ist der TR(Mod-A) für unterschiedliche  $\text{PO}_4\text{-P}$  Konzentrationen aufgezeigt.





Anhand bestehender Betriebsdaten ist es möglich, das Modell auch für die KA Oelde nutzbar zu machen. Eine weitere TR(A) Messung im Sommer 2021 würde die Genauigkeit erhöhen und bei der Kalibrierung des Berechnungsmodells helfen.

### 3. Ergebnisse Atmungsmessungen Belebtschlamm vom 17.02.2021

Im Zusammenhang mit der Bilanz wurde auch eine erneute Kontrolle der Atmungsaktivität und den Anteil der Nitrifikantenatmung an der Grundatmungszerhung des Belebtschlammes der KA Oelde durchgeführt.

Bezogen auf den organischen Anteil des Schlammes und unter Zugabe von ATH wurde eine Atmungsaktivität von  $\sim 60 \text{ gO}_2/(\text{kg oTS} \times \text{d})$  gemessen, so dass zum Zeitpunkt der Messung bereits von einem aerob stabilisierten Klärschlamm auszugehen ist. Hierfür ist ein Messwert von  $100 \text{ gO}_2/(\text{kgTS} \times \text{d})$  zu unterschreiten.

**Dieses ist für die KA Oelde jedoch nicht als zielführend anzusehen, so dass ein geringeres Schlammalter (aerobes Schlammalter  $\sim 8 - 9$  Tage, 18 Tage gesamt) anzustreben ist.**

Der Anteil der Nitrifikantenatmung von 41,5 % ist ausreichend für eine stabile Stickstoffelimination.

Im Hinblick auf das Kalk-Kohlensäure Gleichgewicht ist weiterhin auf einen stabilen pH-Wert von 6,9 – 7,0 (gemessen in der Nitrifikationszone!) zu achten, um Flockenzerfall zu verhindern.

Im Folienanhang sind auch die Ergebnisse der Messungen vom November 2015 zu finden, die nach Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit durch Zugabe von Natriumchlorid (NaCl) erfolgten. Es wurde keine Beeinträchtigung der Aktivität des Belebtschlammkörpers durch die Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit durch Natriumchlorid festgestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse Atmungsmessungen Belebtschlamm KA Oelde 17.02.2021

Probe	1. Messung	2.Messung	Mittelwert	TS	GV	oTS	Atmungsaktivität	Atmungsaktivität	Anteil Nitrifikantenatmung an GA [%]
RLS Oelde vom 17.02.2021	mgO <sub>2</sub> /min	mgO <sub>2</sub> /min	mgO <sub>2</sub> /min	g/l	%	g/l	gO <sub>2</sub> /(kg TS x d)	gO <sub>2</sub> /(kg oTS x d)	
Oelde Grundatmung	0.189	0.168	0.179	3.8	68.0	2.58	68	99	
Oelde + ATH	0.099	0.110	0.105	3.8	68.0	2.58	40	58	41.5%
Oelde + NaAC	0.437	0.449	0.443	3.8	68.0	2.58	168	247	
Oelde + Ablauf Vorklämung	0.466	0.461	0.464	2.8	68.0	1.9	238	351	



#### 4. Zusammenfassung

Für die KA Oelde wurde basierend auf einer Intensivmessphase im Januar 2021 die eine Abwasser- und Schlamm Bilanz erstellt, um die Auslastung & Abbauleistung der Abwasserreinigung und Schlammbehandlung zu bewerten.

##### 4.1 Fazit Abwasser

Seitens der bei der Abwasserreinigung anfallenden Primär- und Überschussschlammfrachten konnten plausible Werte festgestellt werden, jedoch sind sowohl die Mengen des eingedickten Primärschlammes, als auch die des eingedickten ÜS-Schlammes zu kontrollieren.

Für die Bilanz wurden die Beschickungsmengen zur Faulung und die entwässerte Faulschlammengen (je ca. 80 m<sup>3</sup>/d) als plausibel angenommen. Diese jedoch deutlich größer als die gemessenen Rohschlammmenge aus Primärschlamm und Überschussschlamm.

Nachtrag 1 vom 06.04.2021: Die aktuell gemessenen Fördermengen (KW12-KW13/2021) des neuen MID für das PS Pumpwerk teilte Herr Link vom Klärwerk Oelde per Mail mit. Je nach Zulaufwassermenge wurden mit dem neuen MID 50m<sup>3</sup>/d bis 65 m<sup>3</sup>/d gemessen, so dass die für den Bilanzzeitraum rechnerisch anfallenden 51 m<sup>3</sup>/d sehr plausibel erscheinen.

Das Schlammalter in der Biologie ist mit 23 Tagen (10 Tage aerob) hoch, eine durchgeführte Atmungszehrmessung mit dem Belebtschlamm (Feb. 2021) zeigte eine mehr als ausreichenden Anteil der Nitrifikantenatmung and der Grundatmungszehrmessung, jedoch ebenfalls, dass der Überschussschlamm der KA Oelde bereits als aerob stabilisiert einzustufen ist.

Da dieses für die KA Oelde jedoch nicht als zielführend anzusehen ist, sollte ein geringeres Schlammalter (aerobes Schlammalter ~ 8 Tage, 18 Tage gesamt) angestrebt werden.

Der  $\beta$ -Wert ( $\beta$ -Fäll = 1,68) des Fällmitteleinsatzes mit FeClSO<sub>4</sub> ist im Bilanzzeitraum etwas zu hoch. Die vermutlich ungewollte bio-P Prozesse durch die Rückleitung des RLS über Depho I und Selektorbecken (V = 700 m<sup>3</sup>) stehen in Konkurrenz zur Denitrifikation, da das ohnehin ungünstige Nährstoffverhältnis im Zulauf der Biologie noch weiter verschlechtert wird, da Kohlenstoff verbraucht wird.

Mit Hilfe des DWA Belebungs expert (Version 3.00+, 2016) wurde die derzeitige Belastungssituation der biologischen Stufe kontrolliert.



Die Belebungsbeckenkapazität der KA Oelde ist zwar mit dem Beckenvolumen von 11.031 m<sup>3</sup> ausreichend, jedoch ist bereits die Nennkapazität der KA Oelde von 47.000 EW bei derzeitiger Belastung überschritten.

Laut den Berechnungsergebnissen des Belebungsexpert wird daher empfohlen, die Belastung nicht dauerhaft um mehr als + 4.700 EW auf max. 55.000 EW zuzulassen. Dieses liegt bereits 17% über der Nennkapazität der KA Oelde. Das erforderliche Beckenvolumen bei TS(BB) = 2,8 g/l beträgt dann ca. 10.500 m<sup>3</sup> und entspricht 95% der vorhandenen Belebungsbecken Kapazität gemäß DWA Belebungsexpert.

Zukünftig ist kritisch zu überprüfen, wie sich der Klimawandel auf den Abwasseranfall auswirken wird (Trockenperioden – Chlorid und hoher Abwasseranfall bei Starkregenereignisse). Dazu lagen keine Daten vor.

#### 4.2 Fazit Schlammbehandlung

Die Frachtbilanzen für die Parameter oTR, P und CSB wurden um die Faulung aufgestellt.

Der organische Abbaugrad  $\eta_{oTR} = 58\%$  erscheint plausibel, die P-Bilanz ist mit geringer Abweichung (7%), wie auch die aTR Fracht Bilanz mit 4,5% Abweichung stimmig.

Aus der gemessenen Gasmenge von 1.070 nm<sup>3</sup>/d resultiert eine spez. Gasproduktion von 510 nm<sup>3</sup>/toTR<sub>zugeführt</sub>, laut CSB Bilanz ist jedoch die produzierte Gasmenge zu verringern auf 970 nm<sup>3</sup>/d, welches zur exakt identischen spez. Gasproduktion der Vorbilanz von 2008 führt.

Der vermutlich stimmige **Gasverbrauch** von 1.030 nm<sup>3</sup>/d entspräche wiederum einem plausiblen CSB Abbaugrad von 58% und einer spez. Gasproduktion von 490 nm<sup>3</sup>/toTR<sub>zugeführt</sub>.

Da auch die CSB Bilanz bei der Annahme Gasverbrauch = Gasproduktion einen Abbaugrad von 58% (wie die oTR Frachtbilanz) aufweist, ist von folgenden Kenndaten der Faulung der KA Oelde auszugehen.

#### Kenndaten Faulung Januar 2021

Faulzeit = 29,5 d

Temperatur = 38,5 °C

Abbaugrad oTR = 58 %

Abbaugrad CSB = 58 %

Gasproduktion korrigiert = 1.030 nm<sup>3</sup>/d = 491 m<sup>3</sup>/toTR<sub>zu</sub> = 840 nm<sup>3</sup>/toTR<sub>ab</sub>

Methananteil 63% (spez. Methanproduktion von 13-15 Liter CH<sub>4</sub>/EW x d)



Der Methananteil ist mit 63% im Faulgas üblich, wie auch die Methanproduktion von  $\sim 14 \text{ l CH}_4/\text{EWxd}$ .

Es wird empfohlen, den eingedickten Überschussschlamm direkt in die Faulung zu fördern, da hier (in der gemeinsamen Zwischenspeicherung mit dem PS) eine mögliche Ursache für das unkontrollierte Bio-P gesehen wird.

Im Januar 2021 wurde die Entwässerbarkeit und das Konditionierungsverhalten des Faulschlammes der Kläranlage Oelde mittels einer  $\text{TR(A)}_{\text{KBKopp}}$  Messung untersucht.

Die max. Entwässerbarkeit des Faulschlammes ist mit 23,4 % eher gering und deutet daraufhin, dass der Faulschlamm eine erhöhte Wasserbindung infolge der industriellen Prägung aufweist.

Auch der für die Abwasserreinigung (N-Abbau) erforderliche Bypass ist eine Ursache, die direkten Einfluss auf die Entwässerbarkeit des Faulschlammes hat, da sich dadurch der Überschussschlammfrachtanteil erhöht, bzw. der Primärschlammanteil verringert.

Großtechnisch werden im Mittel ca. 2 %TR-Punkte weniger (Januar 2021 = 21,3%) mit dem vorhandenen Dekanter (Baujahr 2003) erreicht. Es wird empfohlen, das Aggregat zeitnah zu ertüchtigen, bzw. zu erneuern.

Für die Konditionierung des Schlammes werden im Mittel  $\sim 10 \text{ kgWS/MgTM}$  des polymeren Flockungsmittelmix dosiert. Hier ist anzumerken, dass die im BTB hinterlegte pFM Lösungsmenge nicht zu der Aussage passt, dass die pFM Lösung 0,2%ig (bez. auf WS-Anteil) ist, sondern wäre nur stimmig, wenn die Lösung 0,5%ig, also deutlich dicker wäre.

Nachtrag 2 vom 06.04.2021: Herr Link merkte außerdem in seiner Nachricht vom 06.04.2021 an, dass die Polymeraufbereitungsanlage durch die Fa. GVV überprüft werden wird. Nach einer ersten Fehlersuche wurden Unstimmigkeiten festgestellt, welche nun durch GVV überprüft werden müssen. Es ist wahrscheinlich, dass die Lösungskonzentration des polymeren Flockungsmittels von 0,2 %WS nicht stimmt. Diese müsste weit höher liegen und sich im Rahmen der obigen Berechnungen bei ca. 0,5 %WS bewegen.

Das von KBKopp entwickelte Berechnungsmodell ( $\text{TR}(\text{Mod-A})$ , Vorstellung siehe Korrespondenz Abwasser, Abfall 2019 (66) Nr. 8) kann bei Bedarf auch auf die Betriebsdaten der Kläranlage Oelde angewendet werden. Eine weitere  $\text{TR(A)}$  Messung im Sommer 2021 wird hierzu empfohlen, um das Modell nachzukalibrieren.

Ein erster Ansatz des Modells TR(Mod-A) wurde im Zusammenhang mit der Datenbilanz hier vorgestellt und zeigte eine deutlich höhere Wasserbindung (~ + 30% höhere Wasserbindung im Überschussschlammanteil) des Faulschlammes der Kläranlage Oelde im Vergleich zu rein kommunalen ausgefaulten Schlämmen.

Ich hoffe mit Ihnen bei der Prüfung der Betriebsstabilität der KA Oelde weiterhin behilflich sein zu können und stehe für Rückfragen zur Verfügung.

Dr.-Ing. Julia Kopp

07.04.2021

Lengede, den 08.04.2021

(Dr.-Ing. J. Kopp)

