

VERBESSERUNG DER SCHLAMMENTWÄSSERUNG DURCH AUFBRINGEN VON HACHSPANNUNG VOR DER POLYMERDOSIERUNG

Helma Köster, hanseWasser Bremen GmbH, Birkenfelsstraße 5, 28217 Bremen Bernd Simbach, Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, Lünener Str. 2c, 59379 Selm

1 TEIL 1: VORSTELLUNG HOCHSPANNUNGSSYSTEM

Herr Simbach, Fa. Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH

Die Entwässerung von Klärschlämmen ist eine der wichtigsten Grundoperationen der gesamten Klärschlammbehandlung (Merkblatt DWA-M 366). Mit zunehmender Verpflichtung zur thermischen Verwertung entwässerter Klärschlämme in Abhängigkeit Qualität der Schlämme (Klärschlammverordnung, Düngeverordnung, Düngemittelverordnung) kommt den TR-Werten größere Bedeutung zu. Für die Reduzierung der Mengen zu entsorgender Klärschlämme sind unabhängig von der eingesetzten Verfahrenstechnik zur thermischen Behandlung (Mitverbrennung, Monoverbrennung, Pyrolyse) höhere TR-Werte erforderlich. Auch auf die Reduzierung der Transportkosten wirken sich höhere TR-Werte positiv aus, insbesondere bei größeren Distanzen zwischen jeweiligen Schlammentwässerung der und Klärschlammverwertung/-entsorgung.

Für die Wasserabgabe eines zu entwässernden Klärschlamms sind diverse Faktoren zu berücksichtigen, deren Auswirkungen nicht immer beeinflusst werden können. Das ζ -Potential (Zeta-Potential, **elektrokinetisches Potential**) verhindert bei Partikeln mit einer Teilchengröße von weniger als 20 μ m die Agglomeration, so dass diese mit wirtschaftlichen Verfahren nicht abscheidbar sind. Die Abb. 1 verdeutlicht in einer stark vereinfachten Darstellung die abstoßenden Kräfte zwischen zwei Schlammpartikeln infolge der stark ausgeprägten, negativen Oberflächenladung1.

© DWA 2018 Seite 1/18

-

¹ ZetaOptimizer – Optimierung der Schlammentwässerung, Verfahrens- und Produktbeschreibung, Poll Umweltund Verfahrenstechnik GmbH, 07.06.2016



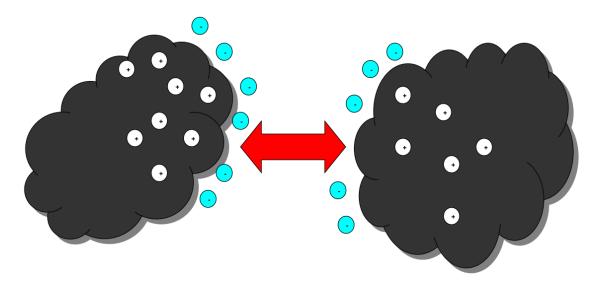


Abb. 1 Abstoßende Kräfte zwischen zwei Schlammpartikeln durch ausgeprägte Negativladung an den Oberflächen – stark vereinfacht dargestellt. Quelle: Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, 59379 Selm.

Im Hochspannungssystem ZetaOptimizer wird mittels variabel einstellbarer Hochspannung im Bereich zwischen 0 und 80.000 V ein elektrisches Feld erzeugt. Der zu entwässernde Klärschlamm durchströmt dabei einen Durchflussreaktor und somit auch das elektrische Feld. Der Rohrreaktor ist im vom Schlamm durchströmten Innenbereich frei von Einbauten, Verstopfungen bzw. Zopfbildungen sind dadurch ausgeschlossen. Bei einer sehr niedrigen Stromstärke von nur max. 0,1 mA kann die Optimierung der Schlammentwässerung mit nur sehr geringer elektrischer Leistung von max. 1 Wh / m3 (z.B. 20 Wh / 20 m3/h Dünnschlamm) zu behandelndem Klärschlamm realisiert werden. Durch das elektrische Feld erfolgt eine Ladungsverschiebung an der Oberfläche der Schlammflocken, deren abstoßende Kräfte dadurch vermindert werden.



Abb. 2 Hochspannungssystem ZetaOptimizer – parallel installierte Durchflussreaktoren zur Behandlung eines Volumenstroms von ca. 40 ± x m³/h zu entwässernden Dünnschlamms. Im

© DWA 2018 Seite 2/18



Vordergrund sind die beiden Generatoren zur Erzeugung des elektrischen Feldes über die Hochspannung zu erkennen. Quelle: Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, 59379 Selm.

Die Einstellung der Stärke des elektrischen Feldes erfolgt individuell auf den jeweils zu behandelnden Schlamm. Entsprechend der unterschiedlichen Schlammeigenschaften gleichen sich dabei die Verlaufskurven, bei denen der jeweils ermittelte TR-Wert im entwässerten Klärschlamm über der eingestellten Feldstärke aufgetragen ist, nur sehr selten. Die Abb. 3 und Abb. 4 zeigen beispielhaft die Darstellungen für zwei unterschiedliche kommunale Klärschlämme. In beiden Fällen sind die aus den Untersuchungen ermittelten TR-Werte, jeweils zwei parallel betriebenen Dekantern ermittelt, über der jeweils eingestellten elektrischen Feldstärke aufgetragen. In beiden Versuchsreihen ist einem der beiden Dekanter ein Hochspannungssystem ZetaOptimizer vorgeschaltet, während bei dem jeweils anderen Dekanter die Schlammentwässerung entsprechend der üblichen Betriebsweise erfolgt. Beide Dekanter sind jeweils zum Beginn der Versuchsreihen auf optimale Betriebsbedingungen (bestmöglicher TR-Wert, bestmögliche Zentratqualität, minimal erforderlicher Polymerverbrauch) eingestellt.

Bei dem in Abb. 3 dargestellten Kurvenverlauf lässt sich bereits im Bereich einer geringen Stärke des elektrischen Feldes die Steigerung des TR-Wertes erkennen, die mit größerer Intensität der elektrischen Feldstärke wieder leicht abnimmt. Dekanter 2, ohne Hochspannungssystem ZetaOptimizer, liefert während der Untersuchungen zur Optimierung der Schlammentwässerung konstante Austragswerte.

Einen anderen Kurvenverlauf zeigt Abbildung 4. Der hier dargestellte Kurvenverlauf beginnt zunächst mit einen leicht negativen Einfluss auf das Ergebnis der Schlammentwässerung, welches mit zunehmender Stärke des elektrischen Feldes in ein positives Resultat überführt werden kann.

© DWA 2018 Seite 3/18



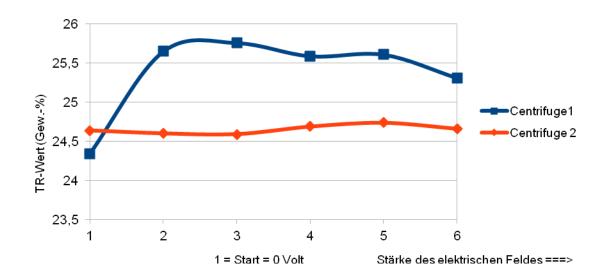


Abb. 3 TR-Wert in Abhängigkeit zur Stärke des elektrischen Feldes bei zwei parallel betriebenen Dekantern. Dekanter I mit Hochspannungssystem ZetaOptimizer (blaue Kurve) und Dekanter II ohne Hochspannungssystem ZetaOptimizer (rote Kurve). Quelle: Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, 59379 Selm.

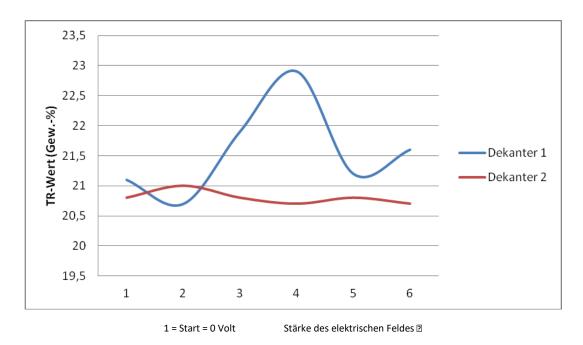


Abb. 4 TR-Wert in Abhängigkeit zur Stärke des elektrischen Feldes bei zwei parallel betriebenen Dekantern. Dekanter I mit Hochspannungssystem ZetaOptimizer (blaue Kurve) und Dekanter II ohne Hochspannungssystem ZetaOptimizer (rote Kurve). Quelle: Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, 59379 Selm.

© DWA 2018 Seite 4/18



Die ersten Messpunkte lassen bei einer geringen Stärke des elektrischen Feldes zunächst kaum einen Einfluss auf die Ergebnisse der Schlammentwässerung erkennen. Nach dem Überschreiten des Maximums fällt der TR-Wert im entwässerten Klärschlamm bei einer größeren Intensität der elektrischen Feldstärke wieder auf das Ausgangsniveau zurück. Am letzten Messpunkt ist noch einmal eine leichte Steigerung zu erkennen, die allerdings nicht das Maximum bei Messpunkt 4 erreicht. Auch in dieser Messreihe liefert Dekanter 2, ohne Hochspannungssystem ZetaOptimizer, während der Untersuchungen zur Optimierung der Schlammentwässerung konstante Austragswerte.

In Abb. 5 sind einige Daten zur Optimierung der Schlammentwässerung mittels Hochspannungssystem ZetaOptimizer aus der betrieblichen Praxis aufgeführt. In allen Fällen handelt es sich um ausgefaulte, kommunale Klärschlämme. Die Schlammentwässerung erfolgt jeweils über einen Dekanter

Steigerung des TR-Wertes im entwässerten Klärschlamm

Dünnschlamm 20 m³/h

Hochspannungssystem ZetaOptimizer	ohne	/ mit
TR _{Feststoff} (Gew%) Steigerung des TS-Wertes um 10 %	20,6	22,9
TR _{Feststoff} (Gew%) Steigerung des TS-Wertes um 11 %	20,12	22,58
TR _{Feststoff} (Gew%) Steigerung des TS-Wertes um 14 %	20,3	23,6

Abb. 5 TR-Werte im entwässerten Klärschlamm mit / ohne Hochspannungssystem ZetaOptimizer. Quelle: Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, 59379 Selm.

Erhebliche Steigerungen der TR-Werte im entwässerten Klärschlamm sind durch zusätzliche Anpassung des Polymers an die neuen Ladungsverhältnisse an der Oberfläche des zu entwässernden Klärschlamms realisierbar. Die nachfolgenden Daten zeigen den Einfluss der Ladungsverschiebung sowie der Polymeranpassung bei einem ausgefaulten, kommunalen Klärschlamm:

1) Ausgangssituation:	TR = 24 - 25%
2) Polymerwechsel:	TR = 27%
3) Polymerwechsel + ZetaOptimizer :	TR = 29%
4) Polymerwechsel + Verdünnung des Dünnschlamms:	TR = 26 - 27%

5) Polymerwechsel + Verdünnung des Dünnschlamms

+ ZetaOptimizer: TR = 30 - 31%

Neben der Steigerung der TR-Werte im entwässerten Klärschlamm ist auch die Reduzierung des Polymerverbrauchs möglich. Hier kann bei einigen Faulschlämmen wahlweise ein höherer TR-

© DWA 2018 Seite 5/18



Wert im entwässerten Klärschlamm bei unverändertem Polymereinsatz oder eine deutliche Reduzierung des Polymerbedarfs bei konstantem TR-Wert erreicht werden. Ein Beispiel hierzu ist Abb. 6 zu entnehmen.

Polymereinsparung bei der Schlammentwässerung (Dekanter)

<u>ZetaOptimizer</u>	Polymer (kg/t TS)	TR _{Austrag} Zentrat (% TS)	
eingeschaltet	8,9	0,33	26,35
eingeschaltet	8,9	0,33	28,31
eingeschaltet	6,0	0,32	26,82

Polymereinsparung 32,6 %

Abb. 6 Reduzierung des Polymerverbrauchs bei der Schlammentwässerung bei min. konstantem TR-Wert im entwässerten Klärschlamm. Quelle: Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, 59379 Selm.

Die hohen Zentratbelastungen um ca. 0,32% resultieren aus der hohen Salzfracht des zu entwässernden Klärschlamms. Bei diesem Anwendungsbeispiel werden dem Faulturm erhebliche Menge an Co-Fermenten, u.a. Speisereste, zugeführt.

Selbst bei reduzierter Polymerdosierung sind neben konstanten Austragswerten (TR) Verbesserungen der Zentratqualität darstellbar. Die Abb. 7 und Abb. 8 zeigen trotz einer ursprünglich bereits guten Zentratqualität noch Verbesserungen, die zur Reduzierung der Rückbelastung und somit zur Kosteneinsparung in der Belebung führen.



Abb. 7 Vergleich der Zentratqualität eines Dekanter bei einem Volumenstrom von 40 m³/h und reduzierter Polymerdosierung von ursprünglich 13,5 kg/t TS auf 11,5 kg/t TS. Quelle: Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, 59379 Selm.

© DWA 2018 Seite 6/18





TR- und Zentratvergleich bei reduzierter Polymerdosierung

TR _{Austrag}	Polymer	(kg/t TS)
25,28	12,8	links
25,38	9,1	rechts

Polymereinsparung 28,9 %

Abb. 8 Vergleich der Zentratqualität eines Dekanter bei reduzierter Polymerdosierung von ursprünglich 12,8 kg/t TS auf 9,1 kg/t TS. Quelle: Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH, 59379 Selm.

2 TEIL 2: PRAXISBEISPIEL

Dipl.-Ing. Helma Köster, hanseWasser Bremen GmbH

2.1 Einleitung

Die hanseWasser Bremen GmbH betreibt auf zwei Kläranlagenstandorten Anlagen zur Entwässerung von Faulschlamm. Auf dem Standort Bremen-Farge wurde im Jahre 2012/2013 eine Schlammentwässerung neu errichtet und in Betrieb genommen.

Von Anfang an wurde das Projekt verfahrenstechnisch eng begleitet, um die Anlage optimal betreiben zu können. Aus dem bisherigen Anlagenbetrieb wissen wir, dass die Qualität der Entwässerung saisonalen Einflüssen unterliegt. Während der Inbetriebnahme und auch später wurden begleitend TR(A)-Wert-Bestimmungen durchgeführt, um festzustellen, was technisch zum jeweiligen Zeitpunkt überhaupt machbar ist.

Da die Anlage nicht die aus technischer Sicht realisierbaren Entwässerungswerte erreicht, wurden seit der Inbetriebnahme verschiedene Versuche zur Optimierung durchgeführt. Hier werden nur die Ergebnisse der Versuche mit dem ZetaOptimizer vorgestellt.

2.2 Aufbau der Faulschlammentwässerung HB-Farge

Die Anlage entwässert ca. 90.000 m³/a Schlamm aus der eigenen Kläranlage. Dazu kommen ca. 10.000 m³/a externe Schlämme. Das entspricht ca. 2.000 MgTR Fracht.

© DWA 2018 Seite 7/18



2.2.1 Faulschlammentwässerung

Die Faulschlammentwässerung besteht aus den folgenden Komponenten:

- Dünnschlammpumpe Faulschlamm (FS)
- Zentrifuge
- pFM- Anlage FS
- Dickschlammförderung FS
- Zentratpumpe

Die Anlage wird mit Faulschlamm aus einem Vorlagesilo beschickt. Mit einer TS-Messung in der Faulschlamm-Leitung wird der Feststoffgehalt erfasst, der zwischen 15 und 50 g/L schwanken kann. Anhand des TS-Gehaltes wird die Menge des notwendigen polymeren Flockungsmittels errechnet und die Beschickungsmenge des Faulschlamms eingestellt. Beides wird automatisch nachgeführt, sobald sich die Randbedingungen ändern.

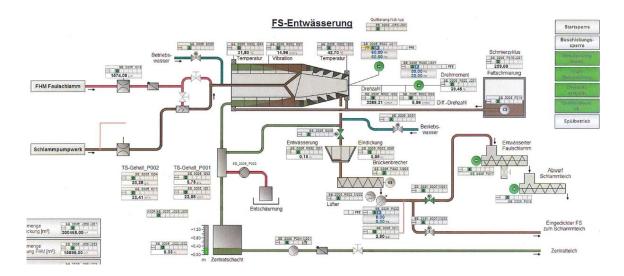


Abbildung 1 KA Bremen-Farge - Zentrifuge PLS-Bild

2.2.2 Dünnschlammpumpe Faulschlamm

Die Dünnschlammpumpe, eine Exzenterschneckenpumpe mit Drehstrommotor für Frequenzumformer-Betrieb, fördert den Faulschlamm vom Vorlagebehälter zur Zentrifuge und ist mit einem Trockenlaufschutz "TSA +" und einer Überdrucksicherung "PSA +" ausgestattet.

Die Durchflussmenge der Dünnschlammpumpe wird über einen magnetisch-induktiven Durchflussmesser erfasst. Der Dünnschlamm passiert vor der Zentrifuge einen Hohlwellenmischer, der eine feste Drehzahl von 1350 min⁻¹ hat.

2.2.3 Zentrifuge

Die Zentrifuge der Fa. Flottweg Typ C4E-4/454 HTS kann aufgrund der Automatisierung von Ferne gestartet und im 24h-Betrieb eingesetzt werden.

© DWA 2018 Seite 8/18



Im Januar 2014 wurde das Recuvane System nachgerüstet, das durch gezielte Abführung des Zentrates zur Unterstützung des Hauptantriebes beiträgt und so Energie einsparen hilft.

Der Dünnschlamm wird im Hohlwellenmischer mit Polymerlösung gemischt und in die Zentrifuge aufgegeben. Das anfallende Zentrat wird über den Ablauf an der Zentrifuge in den Zentratpumpensumpf geleitet. Von hier aus erfolgt die Weiterleitung durch eine Zentratpumpe in den Zentratteich. Der eingedickte bzw. entwässerte Schlamm wird über die Dickschlammförderung, bestehend aus Excenterschneckenpumpe und diversen Spiralförderern, in das Klärschlammsilo gefördert.

2.2.4 Ansetzstation für polymere Flockungsmittel

Bei der Ansetz- und Dosierstation handelt es sich um eine 2-Kammer-Pendelanlage. Das Volumen je Kammer beträgt ca. 1700 I und die Reifezeit mindestens 45 Minuten bei möglichen Wirksubstanzkonzentrationen der Gebrauchslösung von 0,25 – 1,0 %.

Die Dosierpumpe pFM FS (Q = 400 - 2.400 l/h) pumpt die Gebrauchslösung aus einem der Reifebehälter in den Hohlwellenmischer.

Die Gebrauchslösung kann vor Einbringung in den Hohlwellenmischer mit Brauchwasser nachverdünnt werden.

2.3 Durchgeführte Versuche mit ZetaOptimizer

2.3.1 Verfahrensbeschreibung ZetaOptimizer der Fa. Poll

Das System der Fa. POLL Umwelt- und Verfahrenstechnik, i. W. Fa. POLL genannt, erzeugt eine Gleichhochspannung, die eine Ladungsverschiebung an der Oberfläche von Feststoffpartikeln in Schlämmen erzeugt.

Ladungsverschiebung bewirkt ein Herabsetzen der gegenseitigen Abstoßung der Schlammteilchen und ermöglicht die Bildung einer scherstabileren Flocke und Reduzierung der Feinstpartikel im Zentrat.

Da sich die Ladungsverschiebung im Schlamm über die Zeit wieder abbaut, ist der ZetaOptimizer für eine optimale Wirkung direkt vor der Zugabestelle für das polymere Flockmittel positioniert worden.

2.3.2 Versuchsdurchführung, Bestimmung von Kennwerten und Ergebnisse

Zur Überprüfung der Wirksamkeit des Systems wurde vom Austrag der Zentrifuge jeweils eine Doppelbestimmung des TRs mit Trockenwaage bei 95 °C vor Ort vorgenommen. Aus den Ergebnissen wurde der Mittelwert gebildet. Daneben erfolgte eine optische Beurteilung der Zentratqualität vor Ort in Kategorien von klar über leicht trüb, trüb bis schwarz und Anmerkungen zu Bodensatz und aufschwimmenden Flocken. Wenn anhand der optischen Einschätzung die Zentratqualitiät gegenüber dem bisherigen Zustand als deutlich besser eingestuft wurde, wurde zur Gegenkontrolle im Labor der hanseWasser GmbH eine Bestimmung des TR nach DIN 12880 vorgenommen. Die jeweils dazugehörigen Zentratproben wurden ebenfalls im Labor der hanseWasser GmbH auf die

© DWA 2018 Seite 9/18



Parameter abfiltrierbare Stoffe, CSB, TOC, Stickstoff und Phosphor untersucht und ausgewertet. Des Weiteren wurde vor Ort immer die Konzentration des Flockmittelansatzes auf der Trockenwaage kontrolliert.







Abbildung 2: Zentratproben nach unterschiedlich starker Hochspannungseinwirkung (links 0 V, Mitte 25 kV, rechts 40 kV [12]

Insgesamt gab es bisher vier Versuchsphasen mit unterschiedlichen Anlagenkonstellationen.

Die Reduzierung der Zentratbelastung ist für uns in jedem Falle ein wesentlicher Faktor in der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Systems.

2.3.3 Juni und September 2014: Vorversuche mit ZetaOptimizer

Kurz vor Beginn der Versuche wurde im Vorlagesilo der Zentrifuge ein Rührwerk in Betrieb genommen. Wie erhofft, vergleichmässigte sich der Zulauf-TS wesentlich. Vor allem die Schichtenbildung im Vorlagesilo und daraus resultierende Sprünge im TS-Gehalt traten nicht mehr auf. Auch hohe TS-Gehalte in der Vorlage durch externe Lieferungen wurden gut abgefedert. In der Spitze gab es aber trotzdem noch TS-Gehalte um die 30 g/L.

Im **Juni 2014** wurde ein Hochspannungssystem, das aus zwei PVC-Rohrleitungen, die mit Hochspannungselektroden ausgestattet sind, und zwei Hochspannungserzeugern bestand, in unserer Anlage provisorisch installiert.

Die Anbindung an die Schlammzuführungsleitung erfolgte unkompliziert über Schlauchverbindungen mit B-Kupplung auf der Druckseite der Beschickungspumpe vor dem

© DWA 2018 Seite 10/18



Hohlwellenmischer, so dass die Polymerdosierung unverändert über die vorhandene Zugabestelle am Mischer erfolgte.



Fließrichtung des Schlamms

Abbildung 8: ZetaOptimizer mit zwei Rohrleitungselementen mit Hochspannungselektroden und dazugehörigen Hochspannungserzeugern [10]

Ergebnisse Juni 2014 [10]

In einem ersten Schritt wurde die optimale Hochspannung ermittelt, bei der sich ein verbesserter Austrags-TR in Verbindung mit einer guten Zentratqualität einstellte. Der für unseren Schlamm optimale Wert lag bei 25000 V.

"Im weiteren Verlauf der Untersuchungen [wurde] ausgehend von der zuvor ermittelten Hochspannung kontinuierlich die Polymerdosierung reduziert. [...] Wenn sich die Zentratqualität verschlechterte, [wurde] die Polymerdosierung wieder leicht erhöht" [7, gekürzt]. Auf diese Weise wurde der optimale Wert der polymeren Flockmittelmenge ermittelt.

In allen Versuchsabschnitten konnte eine deutliche Verbesserung der Zentratqualität erzielt werden (siehe Abbildung 11). Im zweiten Abschnitt wurde die Polymermenge um > 20 % reduziert bei mindestens gleichbleibendem oder gesteigertem Austrags-TR. Eine evtl. mögliche weitere Reduzierung des Polymerbedarfs konnte aufgrund des begrenzten Zeitrahmens von 3 Versuchstagen nicht weiter getestet werden.

Auswertung Ermittlung optimaler Hochspannungswert:

© DWA 2018 Seite 11/18



(MA30 und MA 35 sind die vor Ort benutzten Trockenwaagen.)

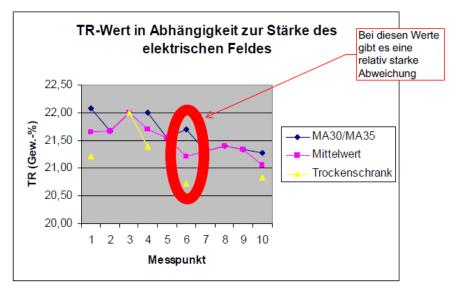


Diagramm 1: TR-Werte in Abhängigkeit zur eingestellten Stärke des elektrischen Feldes bei ca. 30 m³/h Dünnschlamm mit der Polymerdosierung von 12 kg/t TS.

Messpunkt	U (Volt)	Messpunkt	U (Volt)
1	0	6	40.000
2	10.000	7	50.000
3	20.000	8	60.000
4	25.000	9	70.000
5	30 000	10	80 000

Abbildung 9: Ermittlung der optimalen Hochspannungseinstellung [10]

Auswertung Optimierung pFM-Verbrauch:

Die eingesetzte pFM-Menge betrug ohne ZetaOptimizer 12 kg/Mg TR und konnte durch den Einsatz des ZetaOptimizers auf 9,5 kg/Mg TR abgesenkt werden.

© DWA 2018 Seite 12/18



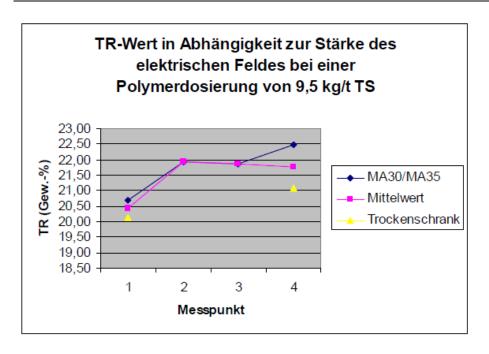


Diagramm 3: TR-Werte in Abhängigkeit zur eingestellten Stärke des elektrischen Feldes bei ca. 23 m³/h Dünnschlamm mit der Polymerdosierung von 9,5 kg/t TS.

Messpunkt	U (Volt)	
1	0	9,5
2	25.000	9,5
3	40.000	9,5
4	80.000	9.5

Ergebnisse September 2014 [11]

Aufgrund der positiven Ergebnisse im Juni 2014 und zur Festlegung der erforderlichen Anzahl und Länge der Hochspannungselemente wurde im September 2014 ein weiterer Versuch durchgeführt.

Im Gegensatz zu den Versuchen im Juni 2014 kam im September 2014 nur ein Hochspannungssystem zum Einsatz. Es sollte gezeigt werden, dass auch bei höheren Durchflüssen ein System ausreichend ist, da bei den Versuchen im Juni erkennbar war, dass die Wirkung der Hochspannung nicht durch die Durchflussmenge begrenzt wurde. Diese Annahme konnte bestätigt werden und es wurde gezeigt, dass sich die Ergebnisse vom Juni 2014 reproduzieren ließen. Die beste Einstellung war wieder 25000 V mit einer Reduzierung des Polymerbedarfs von 11,7 auf 9,7 kg/ Mg TR. Der Austrags-TR konnte i. M. wieder um knapp 1 % gesteigert werden.

© DWA 2018 Seite 13/18



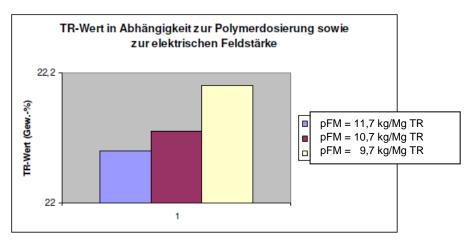


Diagramm 3: Identische TR-Werte in Abhängigkeit zur Polymerdosierung sowie zur elektrischen Feldstärke bei ca. 16 m³/h Dünnschlamm mit der Polymerdosierung von

11,7 kg/t TS bei U = 0 Volt 10,7 kg/t TS bei U = 30.000 Volt 9,7 kg/t TS bei U = 25.000 Volt



24.09.2014, 29 m3/h Dunnschlamm mit der Polymerdosierung von 10,7 kg/t TS

rechts: 10:45 Uhr, U = 0 V links: 11:10 Uhr, U = 10.000 V

Abbildung 11: Reproduzierbarkeit optimaler Einstellungen [11]

© DWA 2018 Seite 14/18



2.4 Betriebskontrollen Herbst 2017 und März 2018 nach Einbau

Angestrebte Ziele:

- Reduzierung der Kläranlagenrückbelastung um mindestens 10 % (bezogen auf Nges im Zentrat)
- Erhöhung des TR im Austrag Zentrifuge um 1-2%-Punkte

Ergebnisse Herbst 2017

Bei den Versuchen im Herbst 2017 konnte bezogen auf den Stickstoffwert nur eine Reduzierung um 4 % erzielt werden. Dies hatte sich in den Vorversuchen zum Projekt deutlich anders dargestellt.

Für die übrigen Parameter, bis auf Phosphat, liegen die erzielten Reduzierungen aber deutlich über den angestrebten 10 %.

Tabelle 2: Reduzierung Zentratbelastung durch ZetaOptimizer im Herbst 2017

	Zentrat					
Sept Nov. 2017	pH-Wert Abfitrierbar e Stoffe		CSB	TOC	Phosphat gesamt	Ges N
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
mit		195	492	164	84	559
ohne		252	610	194	82	584
Reduzierung		23%	19%	15%	-2%	4%

Der Austrags-TR konnte nach Inbetriebnahme des ZetaOptimizers im Februar 2018 im Laufe des Jahres gesteigert werden. Es wurde jedoch nur eine Verbesserung um 0,5 %-Punkte erreicht.

Dies kann tlw. auf sich ändernde Randbedingungen zurückgeführt werden:

- Im Laufe des Jahres stark schwankende Fremdschlammannahme
- Kurzfristig Schwankender Zulauf-TS
- Annahme eines neuen Co-Substrates
- Anstieg des ortho-P-Gehaltes im Faulschlamm von i. M. 65 mg/l auf > 100 mg/l infolge geänderter Betriebsweise der Biologie
- Probleme mit dem Hohlwellenmischer

© DWA 2018 Seite 15/18



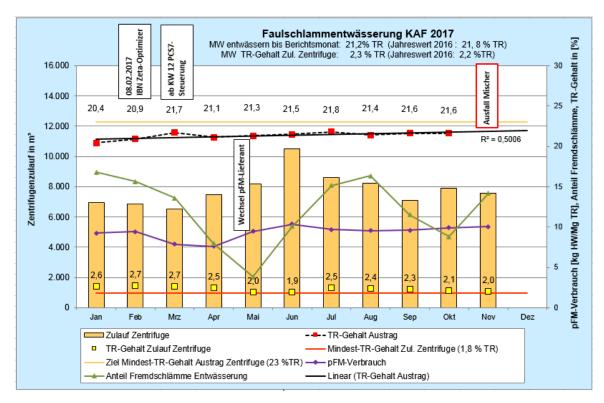


Abbildung 12: Veränderungen Schlammentwässerung KA Bremen Farge 2017

Ergebnisse März 2018

Bei erneuten Versuchen im März 2018 wurde durch den Einsatz des ZetaOptimizers die Zentratqualität um mehr als 20 % verbessert, bezogen auf den Stickstoff sogar um über 40 %:

Tabelle 3: Reduzierung Zentratbelastung durch ZetaOptimizer im März 2018

	Zentr	fugat Zentrat			Zentrifugat		Zentra		
März 2018	T _R mit ZetaOptimizer	T _R ohne ZetaOptimizer	pH-Wert	Leitfähigkeit K.AF	Abfiltrierbare Stoffe	eso	100	Phosphat gesamt	Ges N
	%	%		μs/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Ø	20,6	19,8	7,8	5430	293	577	223	78,8	662
mit ZetaOptimizer	20,6		7,8	5495	200	424	174	15,5	382
Verbesserung absolut	0,8				93	154	49	63	280
Verbesserung [%]	4%				32	27	22	80	42

Der TR im Austrag verbesserte sich um 0,8 %-Punkte.

© DWA 2018 Seite 16/18



2.5 Zusammenfassung

Durch die Versuche wurden u.a. folgende Veränderungen angestoßen und Verbesserungen erzielt:

- Reduzierung des pFM-Verbrauchs um 0,5 1 kg/Mg TR
- deutlich niedrigere Zentratbelastungen
- Verbesserung des Austrags-TR um 0,5 bis 0,8 %
- Stabilere Fahrweise der Zentrifuge und erreichen h\u00f6herer Drehmomente und Differenzdrehzahlen

Auf Basis der intensiven Versuche konnten für die wirtschaftliche Prüfung belastbare Aussagen und die Entscheidung getroffen werden, den ZetaOptimizer in der in den Versuchen ermittelten Größe einzubauen.

Für die hanseWasser Bremen GmbH hat sich der Einbau in jedem Fall gelohnt. Auch wenn die erhoffte Verbesserung des Austrags-TR's um 1-2 % bisher nicht ganz erreicht wurde, lässt sich der Einbau zusammen mit der Verbesserung der Zentratqualität wirtschaftlich darstellen. Darüber hinaus hat die Auseinandersetzung mit der vorhandenen Anlage in Verbindung mit der neuen Technik bei allen Beteiligten das Verständnis für den Prozess nachhaltig vertieft und dazu motiviert, weitere Verbesserungen zu erarbeiten.

© DWA 2018 Seite 17/18



2.6 Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN 12880 (2001): "Charakterisierung von Schlämmen Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehaltes", Deutsche Fassung EN 12880 2001-02
- [2] DWA-M383 (2008) "Kennwerte der Klärschlammentwässerung", DWA Merkblatt, Hennef, Deutschland
- [6] Kläranlagen Beratung Kopp (2015) "Untersuchung des Entwässerungsverhaltens des Faulschlammes der Kläranlage Farge, März 2015", Deutschland
- [7] Kläranlagen Beratung Kopp (2013) "Untersuchung des Entwässerungsverhaltens des anaerob stabilisierten Klärschlammes der Kläranlagen Farge ([h]anse[W]asser Bremen GmbH), Probe Juni 2013", Deutschland
- [8] Kläranlagen Beratung Kopp (2013) "Untersuchung des Entwässerungsverhaltens des anaerob stabilisierten Klärschlammes der Kläranlagen Farge ([h]anse[W]asser Bremen GmbH), Februar 2013", Deutschland
- [9] Kläranlagen Beratung Kopp (2009) "Untersuchung des Entwässerungsverhaltens des anaerob stabilisierten Klärschlammes der Kläranlagen Farge und Seehausen ([h]anse[W]asser Bremen GmbH), Dezember 2009", Deutschland
- [10] POLL Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH (2014) "Versuche zur Optimierung der Schlammentwässerung mitttels Hochspannungssystem ZetaOptimizer auf der Kläranlage Farge 24.-26.06.2015, Juni 2014", Deutschland
- [11] POLL Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH (2014) "Versuche zur Optimierung der Schlammentwässerung mitttels Hochspannungssystem ZetaOptimizer auf der Kläranlage Farge 23.-25.09.2015, Oktober 2014", Deutschland
- [12] POLL Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH (2015) "2015 Laborversuche Bremen-Farge 03-04-09032015, Deutschland

© DWA 2018 Seite 18/18