

Leistungssteigerung bestehender Faulbehälter durch den Einsatz von Mikrosieben

Lydia Jahn¹, Karl Svardal², Jörg Krampe²

¹ Linz AG, RKL Linz-Asten

² Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement, TU Wien

Abstract: Mikrosiebe basieren auf dem Prinzip der Feinstsiegung und können je nach Maschenweite sowohl Schwebstoffe als auch gröbere Partikel aus dem Abwasser herausfiltern. Mikrosiebe eignen sich für die mechanische Abwasserreinigung und bilden eine Alternative zur herkömmlichen Vorklärung. Die Siebung und Entfrachtung des Abwassers reduziert den Energiebedarf in der Belebung, zusätzlich kann durch die Mitbehandlung des abgeschiedenen Siebgutes im Faulbehälter eine wesentliche Steigerung der Methanproduktion erwartet werden. Aus früheren Studien zum Einsatz von Mikrosieben ist bereits bekannt, dass die Abscheidung je nach Art des Abwassers im Bereich von 50 bis 70% und somit deutlich über dem Wirkungsgrad konventioneller Vorklärbecken liegt. Der vorliegende Beitrag fasst Erkenntnisse aus einem großtechnischen Versuch mit einem Mikrosieb zusammen und beschreibt die Auswirkungen der Mitbehandlung des Siebgutes auf die Faulung. Abschließend wird die energetische Situation der Abwasserreinigung mit Vorklärung und Mikrosieb gegenübergestellt.

Key Words: Feinstsiegung, anaerobe Stabilisierung, Abbauverhalten

1 Mikrosiegung auf kommunalen Kläranlagen

1.1 Einsatzmöglichkeiten und Grenzen

Mikro- oder auch Feinstsiebe werden bereits seit vielen Jahren im Rahmen der Abwasserreinigung in kommunalen Kläranlagen eingesetzt. Insbesondere zur Nachbehandlung des Kläranlagenablaufs durch den Rückhalt von Schwebstoffen haben sich Mikrosiebe, vor allem in Form von Scheibenfiltern, bewährt. So kann die Mikrosiegung als letzte Reinigungsstufe auch unter ungünstigen Betriebsbedingungen und schlechten Absetzeigenschaften des Belebtschlammes eine hohe Ablaufqualität gewährleisten.

Seit einigen Jahren finden Mikrosiebe auch zunehmend im Bereich der mechanischen Vorreinigung Anwendung. Hierbei können Mikrosiebe alternativ zu Vorklärbecken in das Anlagenkonzept integriert werden. Bei der Mikrosiebung werden grobe Abwasserinhaltsstoffe aufgrund ihrer Größe an einer Siebfläche zurückgehalten und somit aus dem Abwasser entfernt. Das anfallende Siebgut weist einen hohen organischen Anteil auf und ist in seiner Beschaffenheit vergleichbar mit Primärschlamm der Vorklärung.

In früheren Studien wurde bereits davon berichtet, dass die Mikrosiebung im Vergleich zur Vorklärung eine erhöhte Abscheidung von CSB und abfiltrierbaren Stoffen (AFS) ermöglicht. Tabelle 1 fasst die erreichten Entfernungen von CSB und AFS durch unterschiedliche Mikrosiebe und Maschenweiten zusammen. Die untersuchten Mikrosiebe weisen einen hohen Wirkungsgrad auf, wobei eine höhere Entfrachtung tendenziell mit kleiner werdender Maschenweite zu verzeichnen ist. Kaleß et al. (2018) berichten zudem, dass eine Steigerung des Wirkungsgrades mit der Zugabe von Eisen-(III)-chlorid und Polymer möglich war.

Tabelle 1. Literaturangaben zur CSB- und AFS-Entfernung des Abwassers durch den Einsatz von Mikrosieben

Referenz	AFS	CSB	Maschenweite
Kaleß et al. (2018)	50-90%	30-70%	300 µm
Kink et al. (2016)	53-60%	34-41%	300 µm
Walder et al. (2015)	65%	40%	250 µm
Razafimanantsoa et al. (2014)	43%	28%	150 µm
Boulestreau et al. (2014)	95%	70-80%	100 µm
DWA-A 131	50-65%	30-40 %	

Das anfallende Siebgut kann im Faulbehälter kommunaler Kläranlagen verwertet und die Gasausbeute somit wesentlich gesteigert werden. Faulbehälter verfügen meist über Kapazitäten zur Mitbehandlung weiterer biologisch abbaubarer Substrate. Neben einer gesteigerten Gasproduktion kann durch die erhöhte Entfrachtung des Abwassers Belüftungsenergie in der biologischen Stufe eingespart und folglich Behandlungskapazitäten generiert werden. Aufgrund ihrer kompakten Bauweise eignen sich Mikrosiebe zur Nachrüstung bestehender Kläranlagen. Vor allem bei der Umstellung der Betriebsweise von einer aeroben auf eine anaerobe Schlammstabilisierung können Mikrosiebe nachträglich in das Anlagenkonzept integriert werden.

Trotz der zahlreichen Möglichkeiten, die der Einsatz von Mikrosieben im Rahmen der mechanischen Vorreinigung mit sich bringt, handelt es sich um einen zusätzlichen Prozess, der einen erhöhten Wartungs- und Personalaufwand verursacht. Vor allem die intensive und regelmäßige Abreinigung der Siebfläche ist für den Reinigungserfolg bedeutend. Eine verblockte Siebfläche reduziert den hydraulischen Durchsatz und damit letztendlich die Behandlungskapazität und die Entfrachtung des Abwasserstromes. Zu berücksichtigen ist auch das N/CSB-Verhältnis nach der Siebung. In Vorversuchen muss sichergestellt werden, dass mit der eingesetzten Maschenweite auch nach der Siebung noch ausreichend Kohlenstoff in der biologischen Stufe verfügbar und die weitergehende Stickstoffentfernung nicht gefährdet ist.

1.2 Konstruktion

Bisher sind verschiedene Modelle und Ausführungen von Mikrosieben erhältlich. Mikrosiebe, die im Rahmen einer mechanischen Vorreinigung eingesetzt werden, umfassen meist eine horizontal gelagerte Siebtrommel, welche von innen nach außen mit Abwasser durchströmt wird (Abbildung 1, links). Die Siebfläche kann aus unterschiedlichen Materialien und Siebgeweben bestehen, wobei üblicherweise Maschenweiten von 50 bis 400 μm eingesetzt werden. Durch die Rotation des Siebkorb erfolgt die Abreinigung der Siebfläche und der Austrag der anhaftenden Feststoffe. Die Abreinigung der Siebfläche vom Siebgut wird meist durch Spritzdüsen am Scheitel des Siebkorb unterstützt. Die Länge der Siebtrommel richtet sich nach der zu behandelten Abwassermenge und liegt meist im Bereich von 2 bis 4 m.

Der Wirkungsgrad des Siebes hängt neben dem zu behandelnden Abwasser auch von der Ausführung und der Betriebsweise des Siebes ab. Neben Verfahren, in denen der Siebkorb kontinuierlich rotiert, gibt es auch diskontinuierliche Betriebsweisen, die einen gezielten Aufstau des Abwassers innerhalb der Trommel erlauben. Hierbei entsteht ein Filterkuchen an der Siebfläche und somit eine zusätzliche Filterschicht, welche den Wirkungsgrad der Abscheidung erhöht. Für das ausgetragene Siebgut besteht häufig die Möglichkeit einer zusätzlichen Entwässerung über eine integrierte Schneckenpresse. Die intensive Abreinigung der Siebfläche erfolgt üblicherweise mittels Hochdruck oder einer chemischen Reinigung.

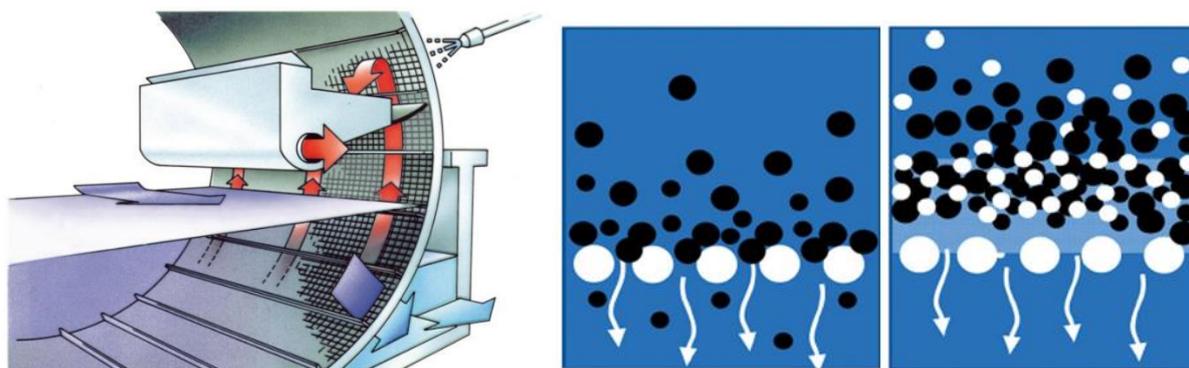


Abbildung 1. links: Prinzip der Abwassersiebung über ein Trommelsieb (Pellicer-Nächer et al., 2016), rechts: Aufbau eines Flockenfilters (Jahn et al., 2016)

2 Pilotversuche

2.1 Versuchsstandort

Ein Mikrosieb der Firma Huber SE (Trommelsieb Liquid) wurde für den Zeitraum von 3,5 Monaten auf der Kläranlage des Wasserverbandes Wulkatal getestet. Bei der Kläranlage handelt es sich um eine mechanisch-biologische Kläranlage mit einer Ausbaugröße von 110.000 EW. Zum Zeitpunkt der Versuche wurde der Konsens der Anlage mit einer Auslastung von ca. 65.000 EW deutlich unterschritten. In den vergangenen Jahren wurde die Anlagen um zwei Faulbehälter erweitert und die Schlammbehandlung von einer aeroben auf eine anaerobe Stabilisierung umgestellt. In den Faulbehältern wird der auf der Kläranlage anfallende Schlamm sowie Überschussschlamm der Kläranlage des AWV Eisenstadt-Eisbachtal stabilisiert. Die Nachrüstung der Anlagen um eine Vorklärung ist bislang nicht erfolgt. Der Kläranlagenzulauf wird maßgeblich von kommunalem Abwasser dominiert. Im Rahmen des KAN-Projektes „Mikrosiebung als Verfahrenstechnik für die energetische Nutzung des Abwassers“ erfolgten Untersuchungen zu Auswirkungen der Mikrosiebung auf den Kläranlagenbetrieb, wobei ein Teilstrom aus dem Ablauf des Sandfanges über das bereitgestellte Mikrosieb gereinigt wurde. Der Durchmesser der verwendeten Siebtrommel betrug 2,2 m bei einer Länge von 2,0 m. Das verwendete Siebgewebe umfasste eine Maschenweite von 300 μm . Die Rotation der Siebtrommel kann auf 1 bis 3 U/min eingestellt werden. Das Mikrosieb wurde während der Versuche hauptsächlich mit 3 U/min betrieben, was den Empfehlungen des Herstellers entspricht. Der hydraulische Durchsatz lag mit diesen Einstellungen bei 130 bis 180 m^3/h . Das Sieb war während der Versuche auf 85 bis 95% eingestaut.

2.2 Entfernungen

Über den Zeitraum April bis Juli 2016 wurden 79 Tagesmischproben aus dem Zu- und Ablauf des Mikrosiebes entnommen und die Entfernungen von CSB, AFS, Ges.N. und Ges.P. bestimmt. Im Mittel konnte mit dem Mikrosieb eine CSB-Entfernung von 65% erreicht werden. Eine ähnlich hohe Abscheidung wurde für die AFS-Fraktion mit durchschnittlich 70% festgestellt. Die Ges.N. und Ges.P.-Entfernungen lagen im Durchschnitt bei 25 bzw. 49%. Durch die hohe CSB-Entfrachtung ergab sich allerdings für ca. die Hälfte der Tage ein N/CSB-Verhältnis von größer 0,15; wobei für die Sicherstellung einer ausreichenden Stickstoffentfernung die Gewährleistung eines N/CSB-Verhältnisses von kleiner 0,15 erforderlich ist. Der für diese Anlage errechnete optimale Wirkungsgrad der Vorreinigung liegt folglich bei einer CSB-Entfernung von 50%.

3 Anaerobe Versuche

3.1 Methodik

Das abgeschiedene Siebgut wurde in zwei anaeroben Reaktoren behandelt und die Abbaubarkeit und spezifische Methanausbeute aus dem Siebgut bestimmt. Die Reaktoren umfassten ein Volumen von 3 L und wurden kontinuierlich gerührt. Reaktor 1 wurde ausschließlich mit eingedicktem Überschussschlamm nach der MÜSE beschickt. Reaktor 2 erhielt eine Mischung aus MÜSE Schlamm und Siebgut (50/50). Die Faultemperatur betrug 37 °C bei einer hydraulischen Verweilzeit von 25 d. Die Reaktoren wurden für einen Zeitraum von 34 d beschickt. Die CSB-Bilanz wurde für beide Reaktoren mit Hilfe der ermittelten Zu- und Ablaufrachten sowie der Methanproduktion erstellt.

3.2 Charakterisierung des Siebgutes

Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke. zeigt die Beschaffenheit des untersuchten Siebgutes sowie des MÜSE Schlammes der Kläranlage. Beim Siebgut zeigte sich im Vergleich zum MÜSE Schlamm ein deutlich erhöhtes Verhältnis von CSB zu organischer Trockensubstanz (oTS). Ebenso erhöht war der organische Trockensubstanz-gehalt (oTS/TS) mit ca. 87%. Primärschlamm aus der Vorklärung besitzt üblicherweise einen oTS-Gehalt von 65 bis 70%. Insgesamt wurde somit eine deutlich höhere Abscheidung von organischem Material durch das Trommelsieb festgestellt.

Tabelle 2. Beschaffenheit des Rohschlammes (Schlamm nach der MÜSE) und Siebgutes im Vergleich zu Erfahrungswerten für Primärschlamm

Probe	CSB [g/kg]	TS [g/kg]	oTS [g/kg]	CSB/oTS [-]	oTS/TS [%]
Siebgut	29,3	20,7	18,0	1,63	87,0
MÜSE Schlamm	62,6	57,4	40,7	1,54	70,9
Primärschlamm		25 – 60			65 – 70

3.3 Ergebnisse

Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke. fasst die Ergebnisse der anaeroben Versuche zusammen. Der Abbau des Siebgutes lag mit 51,7% geringfügig über dem Abbau des eingedicktem Rohschlammes der Anlage. Ebenso konnte eine geringfügig höhere Methanproduktion festgestellt werden. Die Ergebnisse decken sich mit Untersuchungen von Kink et al. (2015), die für das Siebgut eine spezifische Methangasproduktion von ca. 300 mlCH₄/g oTS angeben. Ghasimi et al. (2015) ermittelten eine Methangasproduktion von 309 mlCH₄/g oTS bei einer Faultemperatur von 35 °C. Zum Abschluss der Versuche wurde die NH₄-N-Konzentration im ausgefaulten Schlamm beider Reaktoren analysiert, diese lagen für Reaktor 1 bei 1.955 mg /kg (TKN-Gehalte von 3,2 g/kg) und für Reaktor 2 bei 1.542 mg/kg (TKN-Gehalte von 2,3 g/kg).

Tabelle 3. Ergebnisse zum Abbau und der Gasproduktion aus dem Siebgut und dem MÜSE Schlamm

Probe	CSB-Abbau [%]	oTS-Abbau [%]	spez. CH ₄ [ml/g oTS]	Spez. CH ₄ [ml/g CSB]
Siebgut	51,7	50,1	333	197
MÜSE Schlamm	50,3	47,5	279	176

4 Auswirkungen auf den Faulbehälter

4.1 Faulbehälter der ARA Wulkatal

Die Faulbehälter der ARA Wulkatal umfassen ein Gesamtvolumen von 5.500 m³ und sind auf die Behandlung der Schlämme der ARA Wulkatal und ARA Eisenstadt-Eisbachtal ausgelegt. Das abgetrennte Siebgut wurde nicht in den Faulbehältern mitbehandelt, sondern die Auswirkungen auf den Faulbetrieb lediglich anhand der ermittelten Kennwerte abgeschätzt.

Hydraulische Verweilzeit

Empfehlungen zum Betrieb kommunaler Faulbehälter liegen bei einer hydraulischen Verweilzeit (hydraulic retention time, kurz: HRT) von 18 bis 25 d (DWA 2014), wobei die hydraulische Verweilzeit dem Schlammalter im Faulbehälter gleichzusetzen ist. Untersuchungen von Jahn et al. (2016) ergaben, dass die HRT von Faulbehältern ohne negative Auswirkungen auf den Abbau auf 15 d gesenkt werden kann. Erst bei einer HRT von 10 d konnte eine Anreicherung organischer Säuren und eine Abnahme des Abbaus festgestellt werden. Die hydraulische Verweilzeit in den Faulbehältern der ARA Wulkatal lag während der Versuche bei ca. 25 d.

In einem weiteren Versuch wurde der Siebvorgang für den Zeitraum von einer Stunde bilanziert und alle Zu- und Ablaufströmen auf CSB, AFS, Ges.N. und Ges.P. beprobt. Während dieses Zeitraumes wurden 135 m³ Abwasser behandelt und 2,6 m³ Siebgut erfasst. Der TS-Gehalt im Siebgut lag ohne einer nachgeschalteten Entwässerung bei 7,2 g/L. Bei einem täglichen Abwasseranfall von ca. 24.000 m³ kann somit ein Siebgutanfall von ca. 460 m³/d abgeschätzt werden. Die Mitbehandlung eines nicht entwässerten Siebgutes würde eine erhebliche Reduktion der HRT bedeuten, was die Notwendigkeit einer nachgeschalteten Entwässerung verdeutlicht. Zu berücksichtigen sei auch, dass die Entwässerung des Siebgutes mitunter zusätzliche Mengen an Polymer erfordert und daher erhöhte Kosten für die Betriebsmittel nicht auszuschließen sind.

Abbildung 2 zeigt die Auswirkung der Entwässerung des Siebgutes auf die HRT der Faulung unter der Annahme einer Beschickung von MÜSE Schlamm mit 220 m³/d (HRT ~ 25 d) und 270 m³/d (HRT ~ 20 d) sowie der Mitbehandlung von unterschiedlich stark eingedicktem Siebgut. Der grau hinterlegte Bereich zeigt die empfohlene HRT für den Betrieb kommunaler Faulbehälter. Mit der Entwässerung des Siebgutes auf über 4% TS wäre es möglich im empfohlenen Bereich der hydraulischen Verweilzeit zu bleiben, sofern nicht mehr als 220 m³/d MÜSE Schlamm beschickt werden. Bei einer Beschickungsmenge von 270 m³/d (MÜSE Schlamm) und einer HRT von 20 d wäre eine nicht mehr wirtschaftliche Eindickung des Siebgutes erforderlich, um einen stabilen Betrieb und anaeroben Abbau sicherzustellen. Alternativ müsste eine erhöhte Eindickung des MÜSE Schlamms realisiert werden. Abbildung 2 verdeutlicht, dass die Kapazitäten im Faulbehältervolumen der untersuchten Anlage begrenzt sind. Die vorhandenen Faulbehälterreserven müssen im Vorfeld genau bekannt sein, um eine optimale Stabilisierung unter ausreichend Verweilzeit zu gewährleisten.

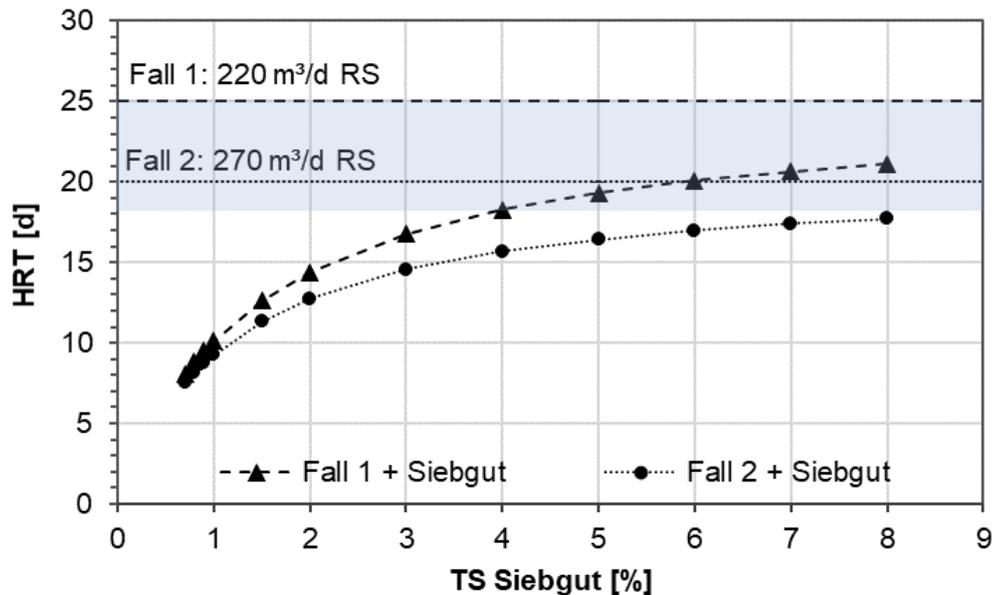


Abbildung 2. Auswirkung der Mitbehandlung von Siebgut auf die HRT der Faulung in Abhängigkeit zur Eindickung des Siebgutes (RS: Rohschlamm nach MÜSE)

4.2 Raumbelastung

Die Raumbelastung ist definiert als die täglich beschickte Menge an oTS im Verhältnis zum Faulbehältervolumen. Für Faulbehälter von Kläranlagen größer 100.000 EW wird eine gleichmäßige Beschickung und Raumbelastungen zwischen 1,2 bis 1,7 kg oTS/(m³·d) (DWA 2014) empfohlen. Die Raumbelastung der Faulung der ARA Wulkatal lag während der Versuche bei ca. 0,9 kg oTS/(m³·d). Auf Basis der im Versuch ermittelten Kennwerte kann abgeschätzt werden, dass durch die Mitbehandlung des Siebgutes mit einer Erhöhung der Raumbelastung um 0,5 kg oTS/(m³·d) zu rechnen ist. Die Raumbelastung würde demnach auch mit der Mitbehandlung des Siebgutes im empfohlenen Bereich für den Betrieb kommunaler Faulbehälter liegen.

5 Energetische Betrachtung

Abbildung 3 zeigt die energetische Betrachtung (CSB-Bilanz) für eine Vorreinigung mit Mikrosieb im Vergleich zu einer Vorbehandlung mittels konventioneller Vorklärung. Die Berechnungen basieren auf einer CSB-Jahresfracht von 2.900 t und der Annahme, dass 10% der Zulauffracht als refraktärer CSB in den Kläranlagenablauf gelangen. Weiters wird angenommen, dass ca. 55% der CSB-Fracht in der Belebung abgebaut werden und der übrige CSB mit dem Überschussschlamm abgezogen und der Faulung zugeführt wird. Aufgrund der höheren Entfrachtung durch das Mikrosieb gelangt deutlich mehr CSB in die Faulung. In der Folge kann eine Gasausbeute von 30 L/(EW·d)

abgeschätzt werden, was einer Erhöhung um 36% entspricht. Die Entfrachtung ermöglicht eine zusätzliche Reduktion der notwendigen Belüftungsenergie um ca. 30% im Vergleich zum Betrieb einer Vorklärung.

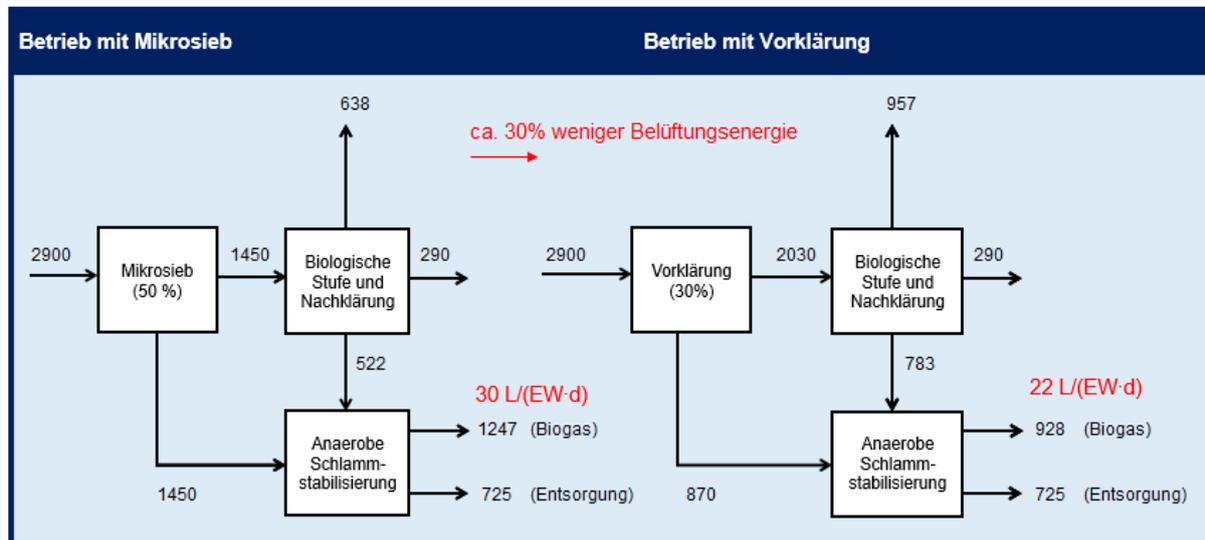


Abbildung 3. CSB-Bilanz für den Betrieb mit Mikrosieb im Vergleich zur konventionellen Vorklärung [t CSB/a]

Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke. vergleicht das Potential zur Energierückgewinnung mittels Vorbehandlung über ein Mikrosieb und einer Vorklärung. Für die Berechnung wurde der kalkulierte optimale Wirkungsgrad des Mikrosiebes von 50% angenommen. Das Ergebnis verdeutlicht, dass bei der Mikrosiebung erheblich mehr CSB in die Faulung gelangt und dort zu Methan umgesetzt werden kann. Unter der Annahme eines Wirkungsgrades des BHKW von 35% und dem aus den Versuchen ermittelten Abbaugrad kann die spezifische Energieerzeugung durch die Mitbehandlung eines Siebgutes mit $13,9 \text{ kWh}_{el}/(\text{EW}\cdot\text{a})$ abgeschätzt werden. Dies entspricht einer Steigerung der Energieerzeugung um $3,2 \text{ kWh}_{el}/(\text{EW}\cdot\text{a})$ im Vergleich zur Vorbehandlung über ein Vorklärbecken. Berechnungen von Kaleß et al. (2018) ergaben ein ähnliches Potential in der Energiegewinnung mit im Mittel $2,4 \text{ kWh}_{el}/(\text{EW}\cdot\text{a})$ bzw. 15,2%.

Der Energiebedarf der Mikrosiebung wird mit $0,01 \text{ kWh}/\text{m}^3$ angegeben (Kaleß et al. 2018). Unter der Annahme einer täglichen Zulaufmenge von 24.000 m^3 kann ein Energiebedarf für den Betrieb des Mikrosiebes mit 87.600 kWh pro Jahr bzw. $1,3 \text{ kWh}/(\text{EW}\cdot\text{a})$ abgeschätzt werden. Der Energiebedarf des Mikrosiebes ist somit mit dem einer Vorklärung ($0,5$ bis $1,0 \text{ kWh}/(\text{EW}\cdot\text{a})$) vergleichbar.

Tabelle 4. Abschätzung des Energieerzeugungspotentials für das abgetrennte Siebgut und dem Primärschlamm der Vorklärung

Parameter	Einheit	Mikrosieb	Vorklärung
CSB-Anfall	[kgCSB/(EW·a)]	43,8	43,8
CSB-Reduktion	[%]	50	35
CSB-Anfall	[kgCSB/(EW·a)]	21,9	15,33
Abbau	[%]	51,7	51,7
Energiegehalt	[kWh/Nm ³]	10	10
Methan aus CSB	[Nm ³ /kgCSB]	0,35	0,35
Energiepotential	[kWh/(EW·a)]	39,6	30,5
Wirkungsgrad BHKW	[%]	35	35
Energiepotential elektrisch	[kWh/(EW·a)]	13,9	10,7

6 Zusammenfassung

Die hier vorgestellten Versuche haben gezeigt, dass die Mikrosiebung maßgeblich zur Erhöhung der Gasproduktion und somit zur Leistungssteigerung bestehender Faulbehälter beitragen kann. Durch den Betrieb einer Mikrosiebung kann eine Verbesserung der energetischen Situation einer kommunalen Kläranlage angestrebt werden, welche auch durch Einsparungen an Belüftungsenergie getragen wird. Bevor eine Mikrosiebung zur mechanischen Vorreinigung in Betracht gezogen werden kann, sollte überprüft werden, inwiefern Kapazitäten im Faulbehältervolumen vorliegen. Zu beachten ist hierbei vor allem die hydraulische Verweilzeit der bestehenden Faulbehälter sowie die erforderliche Infrastruktur mit Kapazität der Gasspeicher und Gasverwertungsaggregate. Negative Auswirkungen auf den anaeroben Abbau wurden bei der Mitbehandlung des Siebgutes nicht festgestellt. Es wird empfohlen, den personellen Mehraufwand für die Wartung und Betreuung des Siebes sowie das Potential der Entfrachtung für einen jeweiligen Standort im Vorfeld abzuschätzen. Zudem sollte in der Gesamtbetrachtung auch der Bedarf zusätzlicher Polymermengen für die Eindickung des Siebgutes berücksichtigt werden.

7 Literatur

- Boulestreau M., Remy C. and Lesjean B. (2014). Recommendations for energy positive wastewater schemes, Project acronym: CARISMO, Kompetenzzentrum Wasser Berlin.
- DWA (2014). Merkblatt DWA-M 368 - Biologische Stabilisierung von Klärschlamm. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ISBN:978-3-944328-60-7.
- DWA (2016). Arbeitsblatt DWA-A 131 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., ISBN: 978-3-88721-331-2.
- Ghasimi, D. S. M., Tao, Y., de Kreuk, M., Zandvoort, M. H., Abbas, B., van Lier, J. B. (2015). Digester performance and microbial community changes in thermophilic and mesophilic sequencing batch reactors fed with the fine sieved fraction of municipal sewage. *Water research* 87, 483–93.
- Jahn, L., Baumgartner, T., Svardal, K., Krampe, J. (2016). The influence of temperature and SRT on high-solid digestion of municipal sewage sludge"; *Water Science and Technology* 74(4), 836–843.
- Kaleß, M., Palmowski L., Pinnekamp, J., Kink, M., Heindl, A. (2018). Energieeffiziente Abwasserreinigung durch Abwassersiebung *Korrespondenz Abwasser Abfall* 18(65), 210–216.
- Kink, M., Wittmann, F. (2016). Feinstsiebung - die intelligentere Vorklärung. *wwt* 10 – Special Klärschlamm.
- Pellicer-Nächer, C., Olsson, P., Kängsepp, P. (2016), Deliverable 1.1: Optimized design of microscreen and periphery for primary filtration, www.powerstep.eu.
- Razafimanantsoa, V. A., Ydstebo, L., Bilstad, T., Sahu, A. K., Rusten, B. (2014). Effect of selective organic fractions on denitrification rates using salsnes filter as primary treatment. *Water Science & Technology* 69(9), 1942–8.
- Walder, C., Proesl, A., Klegraf, F., Soerensen, K., Lahnsteiner, J. (2015). Enhanced Primary Treatment using Microsieving for Increased Removal Rates and Energy Recovery on WWTPs. In: International Water Association (Eds.), *Proceedings*, 358–360, 12th IWA Specialised Conference on Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants, Prague, SEP, 6–10.

Korrespondenz an:

DI Lydia Jahn

Mail: l.jahn@linzag.at

Linz AG - RKL Linz Asten, Ipfdorfer Str. 7, 4481 Asten