

Bernd Goldberg

# Klärschlamm- entwässerung mit Filtersäcken

Für Kläranlagen mit einer Kapazität von bis zu 1.000 EW kann eine Schlammentwässerung mit Filtersäcken eine technisch interessante und wirtschaftlich günstige Lösung sein.

In den 70-er Jahren des vorigen Jahrhunderts haben sich die Verfahrensführungen der Abwasserbehandlung und der Schlammbehandlung bei kleinen Kläranlagen und Kläranlagen mittlerer Größe gegenüber den vorangehenden „klassischen“ Verfahren deutlich verändert.

Die Abwasservorbehandlung mit einer sedimentativen Abtrennung absetzbarer Stoffe in Vorklärbecken wurde schrittweise durch eine Grobstoffabtrennung mit mechanischen Siebpressen verdrängt. Dadurch ist der Anfall von Primärschlamm zurückgegangen.

Die Erweiterung der Belebtschlamm-Verfahrensführung vom Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe um die Nitrifikation, die Denitrifikation und die biologische Phosphoreliminierung hatte Veränderungen der Beschaffenheit des „Bioschlamm“ hin zu einem aerob stabilisierten Belebtschlamm zur Folge. Unabhängig von der Verwertung oder Entsorgung des Klärschlammes ist die Schlammentwässerung auf

Schlamm-trockenbeeten rasch der maschinellen Schlammentwässerung gewichen. Sie ist bis auf die Ausnahmen der landwirtschaftlichen Nassschlammverwertung und die Nassschlammverbrennung aber auch weiterhin ein wesentlicher Verfahrensschritt zur Minderung der Schlammmenge für eine folgende Entsorgung.

Die Eindickung von Klärschlämmen auf sedimentativem Wege, teilweise unterstützt, durch sich langsam drehende mechanische Komponenten (Krälwerke) ist nur noch in Einzelfällen anzutreffen.

Die Schlammentwässerung bleibt sicher auch künftig mehrheitlich fester Bestandteil der Anlagenkonfiguration von Kläranlagen. Dabei soll das Volumen des bei der biologischen Abwasserbehandlung anfallenden Überschussschlammes reduziert, seine Feststoffkonzentration erhöht und die Handlungsfähigkeit für eine folgende Schlammverwertung verbessert werden. Die Schlammentwässerung besteht grundsätzlich aus den beiden Phasen:

- Kompaktierung der Schlammflocken durch Zugabe/Einwirkung eines polymeren Flockungsmittels
- Trennung der kompaktierten Schlammflocken von der wässrigen Phase, die eigentliche Schlammentwässerung.

Bei der Flockung werden durch die meist polymeren Flockungsmittel (FM) durch Entstabilisierung und Verknüpfung sehr vieler Einzelpartikel großvolumige, leicht aus der Suspension abtrennbare Makroflocken gebildet.

Der Vorgang der Phasentrennung erfolgt entweder nach dem Prinzip der Schwerkraftentwässerung oder mittels kinetischer Energie (Filterpressen oder Zentrifugen). Auf letztere wird in diesem Beitrag nicht eingegangen.

Beim Prinzip der Schwerkraftentwässerung erfolgen der Trennvorgang durch Rückhalt der kompaktierten Schlammflocken auf einem siebartigen Gewebe und der Abfluss der wässrigen Phase durch das siebartige Gewebe. Die technische Umsetzung der Schwerkraftentwässerung erfolgt häufig mit Siebtrommeln und Siebbändern. Sie sind grundsätzlich mit Vorrichtungen zur Reinigung des siebartigen Gewebes mit Druckwasser (Sprühdüsen) ausgestattet. Das siebartige Gewebe wird fortlaufend für die Phasentrennung der kompaktierten Schlammflocken und des Wassers genutzt. Eine ausreichende Phasentrennung wird über die Geschwindigkeit der Drehbewegung (Siebtrommeln) bzw. der linearen Bewegung (Siebbänder) gesteuert.

Dem Vorteil der wiederkehrenden Nutzung des siebartigen Gewebes stehen der erhebliche konstruktive Aufwand und der ständige Energiebedarf für den Antrieb entgegen. Die Auslegung für die zu entwässernde Schlammmenge ist nach oben relativ

unbegrenzt. Für geringe Schlammengen ( $\leq 2 \text{ m}^3/\text{d}$ ) ergibt sich dagegen eine untere Begrenzung zur technischen Umsetzung für einen Praxisbetrieb.

**Schlamm entwässerung mit Filtersäcken für kleine Kläranlagen**

Für kleine Kläranlagen und Kläranlagen mit einer Kapazität von bis zu 1.000 EW kann die Schlamm entwässerung als reine Schwerkraft entwässerung mit Filtersäcken, d. h. ohne maschinelle Komponenten, eine technisch interessante und wirtschaftlich günstige Lösung sein. Kennzeichnend für derartige Lösungen ist:

- I Der Nassschlamm wird wie bei allen anderen Schlamm entwässerungsverfahren mit einem Flockungsmittel konditioniert.
- I Für die Schlamm entwässerung wird das mit einem Flockungsmittel konditionierte Schlamm-Wassergemisch in Einweg-Filtersäcke gefüllt.

Das Klarwasser oder Abtropfwasser ist wie bei allen Schlamm entwässerungsverfahren in die Kläranlage zurück zu führen.

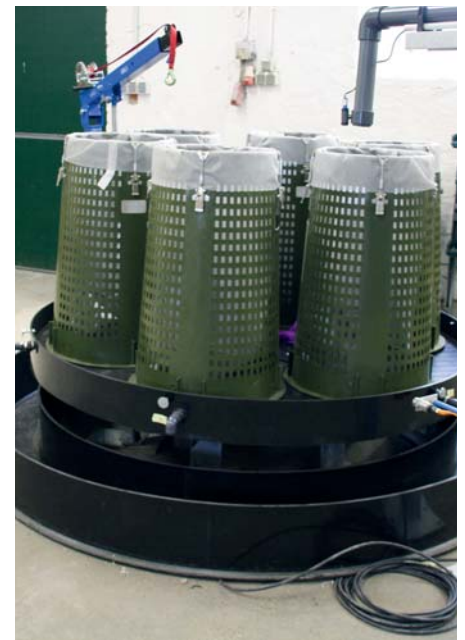
Der Prozess der Schlamm entwässerung mit Filtersäcken verläuft in mehreren Schritten. Die erste Phase ist eine reine Schwerkraft entwässerung durch das Material des Filtersackes. Bei organischen Schlämmen wird mit dieser ersten Phase in einer „Abtropfzeit“ von ca. 5 Stunden eine Schlammkonzentration von 10 bis 12 % erzielt. Mit

einem höheren mineralischen Anteil sind Schlammkonzentrationen von 15 bis 18 % erreichbar. In Abhängigkeit von der Größe der eingesetzten Filtersäcke und dem Volumenstrom der Förderpumpe für den konditionierten Schlamm sollten die Filtersäcke für eine optimale Ausnutzung ihrer Aufnahmekapazität nach einer ersten Füllung 2 bis 3 mal nachgefüllt werden.

Nach der ersten Entwässerungsphase sind die Filtersäcke praktisch abtropffrei und können aus der Halterung für die Befüllung abgenommen werden. Jeweils 6 entwässerte Filtersäcke werden für den Transport und die Zwischenlagerung auf Europaletten gepackt.

Die zweite Phase der Schlamm entwässerung erfolgt bei der Zwischenlagerung als Verdunstungstrocknung. Die dabei erzielbaren Trockensubstanzanteile sind neben der Lagerzeit abhängig von der Schlammmart und den Witterungsverhältnissen. Durch diese Schlamm trocknung sind Konzentrationen wie bei maschinellen Schlamm entwässerungsverfahren erreichbar.

Eine dritte Entwässerungsphase ist eine Kältetrocknung durch eine überwinternde Lagerung der Filtersäcke in länger anhaltenden Frostperioden. Ein Durchfrieren der Filtersäcke bewirkt ein Platzen der Zellkerne der Schlammbestandteile. Nach dem Auftauen fließt das frei gewordene Zellwasser aus den Filtersäcken ab. Nach einer Frostlagerung im Flachland sind TS-Gehalte von



**Entwässerungsgerät der Firma Panholzer für sechs Filtersackstellplätze und automatische Befüllung** Bild 2

60 % durchaus erreichbar, in alpinen Höhenlagen wurden schon TS-Gehalte von 90 % erzielt.

Die Verwendung der Filtersäcke kann nur einmalig erfolgen. Die Kosten für das Filtermaterial liegen jedoch signifikant unter den Kosten der Siebgewebe maschineller Anlagen.

**Die Drainbag-Filtersack entwässerung**

Eine über 20 Jahre praxiserprobte Lösung zur Filtersack entwässerung von Klärschlämmen kleiner Kläranlagen wird von der Panholzer GbR – Drintec unter dem Handelsnamen „Drainbag“ angeboten.

Die Filtersäcke dieses Schlamm entwässerungssystems haben ein Volumen von 100 l. Sie werden aus Polypropylen-Vlies mit zwei seitlichen und einer unteren Kettelnäht gefertigt. Von der Innenseite können Wasser und Feuchtigkeit das Vlies nach außen durchdringen – ein auf die Außenseite einwirkender Regen durchdringt das Vliesmaterial aber nicht nach innen.

Für die Befüllung mit dem konditionierten Schlamm werden bei der Standardkonfiguration die Filtersäcke in kreisrunde Filterkörbe aus einem gelochten, stabilen Kunststoff eingehangen, am oberen Rand umgeschlagen und mit Schnellspanverschlüssen arretiert. Die röhrenförmigen Filterkörbe stehen in passenden Öffnungen eines Schlamm entwässerungsgeräts mit einem Rostboden, einer Wanne zur Aufnahme des Tropfwassers und einem Ablaufstutzen (DN 80) für die Ableitung des Filtrats (Bild 1).

Standardmäßig werden die Entwässerungsgeräte als rechteckige Gestelle mit zwei oder drei in Reihe oder als Karussell mit



**Probetrieb der Filtersack entwässerung für die KA Werther mit einem stationären, rechteckigen Entwässerungsgestell für zwei Filtersäcke** Bild 1



**Mit Schlamm gefüllte Filtersäcke am Gestelloberteil – Einzelbefüllung der Säcke** Bild 3

sechs sternförmig angeordneten Filtersackplätzen angeboten (Bilder 2 und 3). Bestandteil der Entwässerungsgeräte ist die Schlammzuführungsleitung (PVC-U, DN 32 mm) mit Absperrhähnen. Das Entwässerungsgerät mit sechs sternförmig angeordneten Filtersackstellplätzen ist auch für eine automatische Befüllung der Filtersäcke ausgestattet. Bei dieser Version gibt es nur eine Zuführungsleitung mit einem Ultraschall-Niveausensor am Auslauf. Bei Erreichen eines vorbestimmten Füllstandniveaus in dem zu befüllenden ersten Filtersack wird die Schlammzuführung unterbrochen und das karussellartige Entwässerungsgerät automatisch um 60° für die Befüllung des nächsten Filtersacks gedreht. Nach der Erstbefüllung der sechs Filtersäcke erfolgt automatisch eine Nachbefüllung bis zur Erreichung einer Sollfüllhöhe. Nach Abschluss der Filtrationsphase werden die Filtersäcke mit einem Rödeldraht verschlossen und die Entwässerungskörbe nach oben abgehoben. Die vorentwässerten Filtersäcke werden vorzugsweise auf Europaletten abgelegt und mit einem Hubwagen zur Verdunstungstrocknung (Freiflächenlagerung) gefahren. Für die Konditionierung des zu entwässern den Schlammes steht eine Kompaktanlage mit folgenden Anlagenkomponenten zur Verfügung:

- Schlamm-pufferbehälter mit einem Rührwerk  
Inhalt: 1.000 l  
Durchmesser: 1.100 mm  
Höhe: 1.240 mm
- Flockungsmittelaufbereitungsstation mit Lösetrichter, Wassereinspeisung und einem Rührwerk

Inhalt: 200 l  
Durchmesser: 600 mm  
Höhe: 880 mm

- Schlamm-pumpe zum Beschicken der Filtersäcke:  
Excenterschneckenpumpe mit einem direkt gekoppeltem Stirnrad-Getriebemotor, 220/400 V, 0,55 kW, 197 U/min, Förderleistung ca. 60 l/min

- Dosierpumpe für die Flockungsmittellösung:  
Excenterschneckenpumpe mit einem direkt gekoppeltem Stirnrad-Getriebemotor, 220/400 V, 0,37 kW, 197 U/min

- Statischer Mischer, Verrohrung der Gesamtanlage, Steuerpaneel.

Die Dosierstation ist für die Beschickung von sechs Filtersäcken dimensioniert. Neben der standardmäßigen stationären Installation können die Dosierstation und die Entwässerungsgeräte auch für einen mobilen Einsatz auf einem Pkw-Anhänger aufgebaut und so auf mehreren Kläranlagen genutzt werden.

### Drainbag-Entwässerung beim AZV „Goldene Aue“

Der AZV „Goldene Aue“ mit Sitz im thüringischen Uthleben betreibt neben seiner „großen“ Gruppenkläranlage Aumühle mit einer Kapazität von 10.000 EW sechs weitere kleine Kläranlagen, eine davon als Abwasserteichanlage.

Auf der Kläranlage (KA) Werther wendet der Verband seit 2010 für die Entwässerung des aerob stabilisierten Überschussschlammes die Drainbag-Filter-sackentwässerung an. Die KA Werther wurde für eine Kapazität von 850 EW errichtet. Sie hatte 2011 einen Jahresabwasserzufluss von 16.540 m<sup>3</sup>. Der mittlere Tageszufluss von 45,3 m<sup>3</sup> entspricht bei einem spezifischen täglichen Abwasseranfall von 100 l/EW einer Belastung von ca. 450 EW.

Die KA Werther und die anderen kleinen Kläranlagen des AZV haben folgende Anlagenkonfiguration:

- Zulauf zur Kläranlage durch Pumpförderung
- Grobstoffentfernung mit Siebschnecke
- Biologische Abwasserbehandlung mit Belebtschlammverfahren
- Nachklärung mit Rücklaufschlammförderung in die Belebtschlammkammer und Überschussschlammförderung in einen Schlamm-speicher.

Die Nachklärkammer ist mittig in der ringförmigen Belebtschlammkammer des gemeinsamen Schachtbauwerks angeordnet. Das zu behandelnde Abwasser ist mäßig belastet. Die mittlere Zulaufbelastung betrug 2011 für die Parameter BSB<sub>5</sub> 428 mg/l und CSB 832 mg/l.

Die Belebtschlamm-situation für die biologische Abwasserbehandlung ist durch folgende Kenngrößen gekennzeichnet:



**Mobile Anlage zur Konditionierung des aerob stabilisierten Schlammes**

Bild 4

Schlammvolumen 565 ml/l, Schlammkonzentration 4 g TS/l. Der Belebtschlamm ist mäßig voluminös und hatte 2011 bei den vorgenannten mittleren Schlammwerten im Mittel einen recht hohen Schlammvolumenindex von 141 ml/l. Mit der Betriebsweise der KA Werther für die Rücklauf- und Überschussschlammförderung, die Einstellung einer geringen Schlammhöhe in der Nachklärkammer und die verfügbare Nach-

klärkapazität wird eine gute Trennwirkung Belebtschlamm/Abwasser erzielt. Es tritt kein Schlammabtrieb auf. Die KA Werther weist eine sehr gute Ablaufbeschaffenheit auf (Tab. 1).

Die kleinen Kläranlagen des Verbandes sind für die Schlammbehandlung jeweils mit einem Schlammspeicher mit Trübwasserrückführung in die Biostufe ausgestattet. Der sedimentativ aufkonzentrierte, aerob stabilisierte Schlamm wird gemäß Anlagenplanung gegenwärtig noch teilweise mobil zur Gruppenkläranlage Aumühle transportiert und dort vor der Entsorgung maschinell entwässert. Der hohe Transportaufwand für den Nassschlamm war für den AZV Anlass zur Erprobung und Einführung der Schlamm-entwässerung als Filtersackentwässerung auf der KA Werther. Die Erprobung erfolgte mit einer stationären Standardanlage der

**Mittelwerte der Ablaufbeschaffenheit der Kläranlage Werther (2011)** Tab. 1

BSB5	4 mg/l
CSB	27,9 mg/l
NH <sub>4</sub> -N	5,2 mg/l
NO <sub>3</sub> -N	1,5 mg/l
NO <sub>2</sub> -N	0,1 mg/l
P <sub>ges.</sub>	5,8 mg/l (keine P-Elimination)
absetzbare Stoffe	< 0,1 ml/l



**Entwässerungsgestell für die gleichzeitige Befüllung aller Filtersäcke – Gestelloberteil mit HT-Rohrformstücken zur Schlammverteilung**

Bild 5

Firma Panholzer. Aufgrund der guten Ergebnisse bei der Erprobung hat der Verband in Zusammenarbeit mit dem Anlagenhersteller eine auf seine Bedürfnisse zugeschnittene technische Anlagenkonfiguration entwickelt und realisiert.

**Anlage zur Konditionierung des Schlammes**

Alle Komponenten dieser Anlage sind auf einer Lafette für den Transport mit einem Pkw-Anhänger angeordnet.

Für den Schlammvorlagebehälter und den Behälter für die Flockungsmittelaufbereitung wird je ein 1000 l Standard-Transportbehälter in einer Gitterbox eingesetzt (Bild 4). Beide Behälter haben neben den Leitungsanschlüssen je ein Rührwerk und eine min-Niveau-Erfassung zur Verhinderung eines Trockenlaufs der Förderpumpen. Die beiden Excenterschneckenpumpen für die Schlamm- und Flockungsmittelförderung entsprechen der Standardausbildung des Herstellers.

Der statische Mischer für die Einmischung der Flockungsmittellösung in den zu konditionierenden Schlamm wurde aus mehreren in Reihe miteinander verbundenen Kugelhähnen ausgebildet.

**Entwässerungsgeräte**

Die Filtersackanhängung wurde für 7 Filtersäcke aus einem steckbaren Stahlprofilgestell mit einem Bodenrahmen, 4 Stielen und einem Gestelloberteil mit den sieben Sackanhängungen und einer Schlammverteilung aus HT-Rohrformstücken ausgebildet.

Die Filtersäcke hängen bei der Schlammbefüllung und der Entwässerung frei an den einzelnen Rohranschlüssen und sind je mit einem Spanngurt mit Klickverschluss arretiert. Es werden alle sieben Filtersäcke gleichzeitig befüllt (Bild 5).



**PROBEBETRIEB: Filtratablauf in der Befüllungsphase von zwei Filtersäcken im Rechengebäude der KA**

Bild 6

Nach dem manuellen Ansatz der Flockungsmittellösung und der Füllung des Schlammvorlagebehälters mit einer Schlammpumpe über einen Schlauch, sowie der Verlegung und dem Anschluss eines Schlauchs für den konditionierten Schlamm von der mobilen Anlage zu einem vorbereiteten Entwässerungsgerät mit sieben Filtersäcken kann durch manuelles Einschalten die Anlage gestartet werden. Nach Entleerung des Schlammvorlagebehälters bis auf den min-Füllstand wird die Anlage automatisch ausgeschaltet. Während der Schlammmentwässerung der 1 m<sup>3</sup>-Charge kann der ausführende Mitarbeiter andere Arbeiten ausführen. Die Schlammmentwässerung mit Filtersäcken für die KA Werther erfolgt auf einer befestigten Freifläche. Das ablaufende Filtratwasser wird in die Kläranlage zurückgeführt (Bild 6).

### Verlauf der Schlamm-entwässerung

Der im Schlamm Speicher eingedickte Schlamm hat eine Konzentration von ca. 4 % TS. Für die Schlammkonditionierung wird ein flüssiges polymeres Flockungsmittel mit einer Wirkstoffkonzentration von 45 % eingesetzt. Es wird für die Flockung auf die Gebrauchslösungskonzentration verdünnt.

Die für die Flockung erforderliche Wirkstoffmenge des eingesetzten Flockungsmittels (FM) ist für den jeweiligen Schlamm mit Versuchen zu ermitteln. Die Gebrauchslösungskonzentration wird aus dem Flockungsmittelbedarf (g WS/m<sup>3</sup> Schlamm) unter Berücksichtigung der Förderleistungen der Schlammpumpe und der Dosierpumpe ermittelt und entsprechend eingestellt.

Für den auf 4 % TS eingedickten, aerob stabilisierten Schlamm der KA Werther beträgt der Flockungsmittelbedarf für die Schlammmentwässerung mit Filtersäcken

0,35 Liter Konzentrat mit einem Wirkstoffanteil von 45 % je m<sup>3</sup> Schlamm. Diese Menge entspricht einem FM-Einsatz von 157,5 g WS/m<sup>3</sup> Nassschlamm.

Für die maschinelle Schlammmentwässerung mit Zentrifugen, Siebbandpressen oder Filterkammerpressen gelten zur Erzielung eines von absetzbaren Stoffen freien Ablaufwassers Flockungsmittelmengen im Bereich von 50 bis 250 g WS/m<sup>3</sup> Nassschlamm. Unmittelbar nach Beginn der Füllung der Filtersäcke mit dem konditionierten Schlamm beginnt der Filtratablauf aus den Filtersäcken. Für die Erstfüllung der sieben Filtersäcke eines Entwässerungsgestells werden ca. 15 Minuten benötigt. Nach weiteren 15 Minuten ist der Filtratablauf praktisch abgeschlossen.

Bei dem verfügbaren Schlamm Speichervolumen von 200 m<sup>3</sup> werden bei der KA Werther an einem Tag alle 10 Entwässerungsgestelle mit je sieben Filtersäcken für die Schlammmentwässerung gefüllt und je nach der konkreten Arbeitssituation nachgefüllt. Nach dieser ersten Entwässerungs- und Abtropfphase beträgt die Schlammkonzentration 12 % TS.

Das Filtrat ist optisch klar. Die organische Belastung ist mit 195 mg CSB/l erstaunlich gering. Die Stickstoff- und Phosphatbelastung des Filtrats sind mit 45 mg P<sub>ges.</sub>/l und 150 mg NH<sub>4</sub>-N/l höher, werden aber noch als mäßig bewertet.

Die Befüllrahmen haben Anschlagstellen für ein Viererseiilgehänge. Mit dem Ladekran eines Multicar wird je ein Befüllrahmen mit sieben befüllten und entwässerten Filtersäcken von dem betreffenden Gestell abgehoben und zur Lagerstelle für die Trocknungsphase des Schlammes geschwenkt (Bild 7). Die entwässerten Filtersäcke werden dort einzeln per Hand abgelegt.

Nach einer Lagerzeit von 45 Tagen hat sich durch den Trocknungsvorgang im Herbst die Schlammkonzentration auf 35 % TS erhöht. Durch die Lagerung der Filtersäcke im Winter steigt durch Kältetrocknung die Schlammkonzentration auf nahezu 80 % TS. Gleiche TS-Werte wurden in den Sommermonaten nach ca. 80 Tagen Lagerzeit erreicht. Die Filtersäcke werden nach der Trocknungsphase zur Gruppenkläranlage Aumühle transportiert und dort entleert. Die Entsorgung erfolgt gemeinsam mit dem entwässerten Schlamm dieser Gruppenkläranlage.



**Abheben des Gestelloberteils** Bild 7 mit sieben Filtersäcken zur Lagerung für die Trocknungsphase (Herbst)

### KONTAKT

Ingenieurbüro Goldberg  
Umweltschutz und Analytik  
Dipl.-Ing. Bernd Goldberg  
Förstersteig 3 | 16348 Wandlitz  
Tel.: 033397/27792  
E-Mail: goldbergbernd@arcor.de