

Dipl.-Ing. Robert SCHÄFER; Dipl.-Ing. Michael V. KAMP

# Solare Klärschlamm-Trocknung auf hohem Niveau

Sonnenenergie effizient genutzt: Aus dem einstigen Problemabfall wird heute ein nachwachsender Energieträger der Zukunft.

Über Jahrhunderte hinweg hat man häusliche und gewerbliche Abwässer im besten Fall landwirtschaftlich verwertet, zu meist jedoch einfach im Boden versickern lassen oder in fließende Gewässer abgeleitet und auf die natürliche Selbstreinigungskraft des Wassers vertraut. Bei der heutigen Besiedlungs- und Industriedichte sind die Gewässer damit jedoch weit überfordert, was in den 70-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts in Deutschland beinahe zu einem Kollaps des Rheins und des Bodensees geführt hätte. Seit Mitte der 70er Jahre setzte ein Umdenken ein, und Anfang der 90er Jahre hatte der Rhein bereits schon fast wieder seine Sauerstoff-Sättigungsgrenze erreicht.

Die Qualität der deutschen Oberflächengewässer ist seit der Jahrtausendwende so hoch wie nie zuvor in den zurückliegenden

sechzig Jahren, und der vormals als Problemabfall angesehene Klärschlamm wird – statt deponiert zu werden – heute als hochwertiger, CO<sub>2</sub>-neutraler Brennstoff genutzt. Erreicht wurde dies durch den Ausbau der kommunalen Abwasseranlagen und den Einsatz modernster Klärschlamm-Trocknungstechnologie – in Deutschland entwickelt und in der Praxis erprobt.

## Erfahrungen des Abwasserverbandes Wieseverband

Der Wieseverband wurde im Jahr 1957 als erster Abwasserverband im Regierungsbezirk Freiburg gegründet. Ziel war es, das häusliche und gewerbliche Abwasser der Städte Weil am Rhein und Lörrach sowie der umliegenden, damals noch selbstständigen Gemeinden zu sammeln und zentral in einer Kläranlage zu reinigen, bevor sie in

den Rhein eingeleitet werden. Die Anlage ist ausgelegt auf den Abwasserzulauf von bis zu 290.000 Einwohnerwerten und ermöglicht daher auch die Abwasseraufbereitung des Abwasserverbandes Unteres Kandertal, des Einzugsgebietes Efringen-Kirchen und großer industrieller Mitglieder im Einzugsgebiet. Die Güte des in den Rhein eingeleiteten Wassers ist von so hoher Qualität, dass im Zulaufbereich inzwischen sogar wieder Lachse heimisch geworden sind.

In der heutigen Ausbaustufe der Anlage werden 12.000.000 m<sup>3</sup> Abwasser pro Jahr geklärt. Bei der mechanischen, biologischen und weitergehenden Abwasserbehandlung fällt Klärschlamm mit einem Wasseranteil von etwa 98 % an, der entsorgt werden muss. Um das zur weitergehenden Behandlung in den so genannten Faulturn eingebrachte Volumen und die Energie zum Aufheizen des Schlammes möglichst gering zu halten, wird dieser durch Eindickung bereits das erste Mal mechanisch vorentwässert. Dabei führt allein der verringerte Wasseranteil von 98 auf 96 % zu einer Halbierung des ursprünglichen Schlammvolumens.

Der vorentwässerte Schlamm wird im Faulbehälter über einen Zeitraum von etwa 20 Tagen durch Bakterien bei einer Temperatur von 37 °C anaerob zersetzt. Der ausgefaulte Schlamm ist danach praktisch geruchlos, enthält jedoch immer noch einen hohen Wasseranteil. Um das zu entsorgende Volumen weiter zu verringern, wird das freie Wasser in einem ersten Prozessschritt durch Schwerkraft vom Schlamm abge-

Solare Klärschlamm-Trocknungsanlage des Wieseverband Abwasserverbandes in Weil am Rhein

Bild 1



trennt und danach in einer Kammerfilterpresse weiter auf ein Gehalt von etwa 22 bis 28 % an Trockensubstanz (TS) im Klärschlamm entwässert. Das verbleibende und zu entsorgende Volumen an Reststoffen betrug 2007 etwa 9.000 t. Die Kosten für die Entsorgung summierten sich im selben Jahr auf etwa 800.000 Euro.

Die Klärschlamm Entsorgung stellt allgemein ein zunehmendes Problem für die Gemeinden und Kommunen dar – weniger aus entsorgungstechnischer als aus finanzieller Sicht.

Mit der mechanischen Entwässerung (d. h. durch den Einsatz von Filtern, Zentrifugen und/oder Pressen) lässt sich ein TS-Gehalt im Klärschlamm von bis zu maximal 30 % erreichen; in einer Tonne des sog. Filterkuchens befinden sich somit immer noch mindestens 700 kg Wasser.

**Verdunstetes Wasser bringt Geld**

Eine weitere Steigerung des TS-Gehalts (und damit eine Massenreduzierung) lässt sich nur durch eine zusätzliche thermische Trocknung unter hohem Energieeinsatz erreichen. Dadurch verringern sich einerseits das Transportvolumen und die Entsorgungskosten. Andererseits erhöht sich der Wert des Reststoffes als Brennstoff. Insofern lautet die einfach aufzustellende Gleichung für Klärwerksbetreiber:

Verdunstetes Wasser muss nicht transportiert und entsorgt werden. Entsprechend gespartes Geld ist guter Verdienst.

**Investition in neue Anlage**

Im Jahr 2008 entschloss sich der Wieseverband daher nach eingehender Analyse der technischen Möglichkeiten und sorgfältiger Kalkulation zum Bau einer solaren Klärschlamm-Trocknungsanlage vom Typ Wendewolf. Die Gesamthöhe der Investitionskosten betrug 2,4 Millionen Euro.

Solare Klärschlamm-Trocknungsverfahren lassen sich zur Behandlung sowohl bereits vorentwässerten als auch flüssigen Schlamms einsetzen. Allgemein gebräuchlich, weil effizienter ist jedoch eine dem solaren Trocknungsverfahren vorgeschaltete Entwässerung durch Pressen oder Zentrifugen.

Das Funktionsprinzip der solaren Trocknung beruht auf dem natürlichen Feuchtigkeits-Aufnahmepotenzial der Umgebungsluft und der Nutzung von Sonnenenergie. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen Konvektions- und Strahlungstrocknung /1/. Die Strahlungstrocknung überwiegt, wenn die solare Strahlung (d. h. die kurzweilige Strahlungsenergie der Sonne) größer ist als etwa 300 W/m².

Eine wirksame Konvektionstrocknung erfolgt in Abhängigkeit zur relativen Luftfeuchtigkeit. Somit kann auch nachts und in den Wintermonaten eine – wenn auch geringere – Trocknungswirkung erzielt werden, wobei sich die Verdunstung durch eine gesteuerte Be- und Entlüftung wesentlich optimieren lässt.

Solare Trocknungsanlagen sind durch einen vergleichsweise geringen verfahrenstechnischen und maschinellen Aufwand gekennzeichnet. Die zur Trocknung eingesetzten

transparenten Leichtbauhallen (Bild 1, S. 27) basieren auf dem Prinzip des Gewächshauses. Das bei der Kläranlage Bandlegrund verwendete System besteht aus

- der Bodenplatte (aus Asphalt)
- dem Gewächshaus-Fundament (aus Ortbeton)
- der Laufbahn für die Wende- und Förderanlage (aus Ortbeton)
- dem Gewächshaus (eine Trägerkonstruktion mit transparenter Abdeckung)
- dem Lüftungssystem
- der Wende- und Förderanlage Wendewolf und
- der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) der Anlage.

Der vorentwässerte Schlamm wird bei der beschriebenen Anlage – statt nass abgefahren – über eine Trogförderschnecke automatisch ins Gewächshaus transportiert und fällt dort über Auswurfschächte vorverteilt auf den Boden. Eine spezielle Wende- und Förderanlage (Bild 2) übernimmt das Ausbreiten und Wenden des Filterkuchens sowie den Transport innerhalb der Trocknungshalle. Be- und Entlüftung der Trockenhalle und damit der Austrag der mit Wasserdampf gesättigten Luft erfolgen über Umluftventilatoren und eine gezielte Ansteuerung der Belüftungsklappen.

Um einerseits einen vollautomatischen Betrieb der Anlage zu gewährleisten und andererseits Probleme beim Betrieb zu vermeiden, ist nicht nur eine entsprechende, auf die Gegebenheiten vor Ort angepasste Auslegung der Anlage erforderlich, sondern auch ein auf die spezifischen Parameter ab-



Die Wende- und Förderanlage vom Typ Wendewolf® Fotos 1+2 mit freundlicher Genehmigung der IST-Anlagenbau Bild 2



gestimmtes Steuerungssystem. Die Steuerung des hier eingesetzten Systems mit seiner bedienerfreundlichen Benutzeroberfläche erlaubt sowohl die vollautomatische Überwachung und Regelung des Klimas innerhalb der Halle als auch die benutzergesteuerte Bedienung der Wende- und Förderanlage. Alternativ ermöglicht ein vollautomatisches Programm die Steuerung der Wendezyklen anhand von Zeitvorgaben oder entsprechend der aktuellen Wettersituation auch ohne jeglichen Eingriff des Bedieners. Das Hallenklima wird dabei unter Berücksichtigung der Wetterdaten automatisch so angepasst, dass ein idealer Trocknungsprozess stattfinden kann.

### Ergebnisse lassen aufhorchen

Während konventionelle Schlammtrockner mit bis zu 1.000 kWh pro Tonne Wasserentzug einen sehr hohen Energiebedarf aufweisen, benötigt das bei dieser Anlage eingesetzte System dafür gerade einmal 30 bis 50 kWh elektrischen Stroms; den restlichen Energieanteil liefert die Sonne. In Abhängigkeit vom gewählten Verfahren und den klimatischen Randbedingungen kann in Deutschland mit solaren Trocknungsverfahren eine spezifische jährliche Verdunstungsleistung von etwa 1.000 kg H<sub>2</sub>O pro m<sup>2</sup> Trocknungsfläche erreicht werden. Unter günstigeren klimatischen Bedingungen (zum Beispiel in Südeuropa) lässt sich sogar eine Verdunstungsleistung von mehr als dem Doppelten erreichen, wenn die Anlage professionell ausgelegt und angesteuert wird.

Die beim Wieseverband eingesetzte solare Trocknungsanlage wurde – den Wünschen des Betreibers entsprechend – in Bezug auf die Kapazität so ausgelegt, dass der gesamte in den Sommermonaten anfallende Klärschlamm getrocknet werden kann. In den Wintermonaten muss bei gleichbleibendem anfallendem Abwasserzufluss dementsprechend auch nicht nachgetrockneter Filterkuchen abgefahren werden. Die Anlage erzielt in der realisierten Konfiguration nachstehende Ergebnisse:

- eine Verringerung der jährlichen Entsorgungsmenge an Klärschlamm um etwa 30 % (von 9.000 t/a reduziert auf 6.000 t/a)
- hierdurch eine Einsparung von 130 Lkw-Fahrten pro Jahr (Transport zum Kraftwerk), resultierend in einer Einsparung von etwa 20.000 Liter Diesel
- bei der nachfolgenden Verbrennung eine Ersparnis von etwa 200.000 Liter Heizöl pro Jahr (durch den erhöhten Heizwert des Filterkuchens), gemäß einer Entlastung der Umwelt um mindestens 500 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.

Der Brennwert des nachgetrockneten Filterkuchens entspricht dabei in etwa dem von Braunkohle und kann damit pro Tonne etwa



**Granulat als Ergebnis der solaren Trocknung und hochwertiger Energieträger**

Bild 3

350 Liter Heizöl ersetzen. Der zweite, aus ökologischer Sicht noch größere Vorteil besteht darin, dass der aus Klärschlamm gewonnene Filterkuchen – im Gegensatz zu Kohle und Heizöl – CO<sub>2</sub>-neutral verbrennt.

Die Anlage senkt somit nicht nur die jährlichen Betriebskosten, sondern stellt einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz dar.

### Ausblick

Aufgrund der Einschränkungen bei der Deponierung und der landwirtschaftlichen Verwertung gewinnt die thermische Behandlung von Klärschlämmen zunehmend an Bedeutung. Durch die der mechanischen Entwässerung nachgeschaltete aktive Trocknung des Filterkuchens lassen sich die zu entsorgenden Mengen an Klärschlamm und damit die Transportkosten deutlich reduzieren, der Heizwert des Filterkuchens erhöhen und die Kosten für Entsorgung insgesamt wesentlich verringern.

Im Jahr 2011 erreichte der Wieseverband durch den Einsatz der neuen Technologie eine Kosteneinsparung in Höhe von etwa 250.000 Euro und damit annähernd den gleichen Betrag wie jeweils bereits in den beiden Jahren zuvor. Die Einsparungen erfüllten damit vollständig die Erwartungen des Betreibers.

Die Anlage läuft problemlos, und die Wartungskosten sind minimal. Bei gleichbleibenden Einsparungen dürfte sich die Anlage damit – unter Berücksichtigung der Finanzierungs-, Betriebs- und Unterhaltskosten – nach einer Laufzeit von etwa 12 Jahren amortisiert haben.

Klärschlamm ist Biomasse, die in Klärbecken nachwächst. Die solare Trocknung

macht daraus bei geringem Energieeinsatz einen Bio-Brennstoff, der einen Brennwert ähnlich dem von Braunkohle besitzt, jedoch im Gegensatz dazu CO<sub>2</sub>-neutral verbrennt (Bild 3).

Je höher zudem der TS-Gehalt des Klärschlamms ist, desto höher sein Heizwert und seine Verwendungsmöglichkeit als Energieträger. Aus einem ehemals Problemabfall wird somit ein nachwachsender Energieträger der Zukunft. Solare Klärschlamm-trocknung ist damit auch ein aktiver Beitrag zum Umweltschutz und wird im Rahmen der Wende hin zu erneuerbaren Energien in naher Zukunft sicher eine gesteigerte Würdigung erfahren.

### LITERATUR

- /1/ Wittmaier, M.; Meyer, U.; Sawilla, B: Mit der Kraft der Sonne; Institut für Kreislaufwirtschaft GmbH; Artikel erschienen beim Deutschen Fachverlag (DFV), 26. Juni 2006
- /2/ N.N.: Kläranlage Bändlegrund mit solarer Klärschlamm-trocknungsanlage. In: Informationsblatt des Wieseverband Abwasserverbandes, Weil am Rhein, April 2011

### KONTAKT

#### Wieseverband

Dipl.-Ing. Robert Schäfer  
 Alte Straße 120 | 79576 Weil am Rhein  
 E-Mail: wieseverband@loerrach.de  
 www.wendewolf.de

#### Dipl.-Ing. Michael V. Kamp

Freier Journalist  
 Eichbuckweg 9 | 79410 Badenweiler  
 Tel.: 07632-823014  
 E-Mail: bond.michael@yahoo.com