

# DIE ENERGIENEUTRALE KLÄRANLAGE

## ENERGIEOPTIMIERUNGEN AUF DER VERBANDS- KLÄRANLAGE BIBERACH/BADEN

Durch Stromeinsparungen und durch die Steigerung der eigenen Stromerzeugung ist die Verbandskläranlage Biberach/Baden energieneutral geworden. Das heisst, der rechnerische Eigenversorgungsgrad der Kläranlage Biberach liegt heute bei über 100%. Dem voraus ging die Erweiterung der Kläranlage und die Vergrößerung um ca. 100% des Belebungsbeckens in den Jahren 2000–2003. Anschliessend wurde bis 2009 der Bestand saniert und verschiedene Modifizierungsarbeiten durchgeführt. Seit 2009 ist die Kläranlage wieder in einem stabilen Betrieb.

*Aldrin Mattes, Abwasserzweckverband Kinzig- und Harmersbachtal*

### RÉSUMÉ

#### LA STATION D'ÉPURATION AVEC BILAN ÉNERGÉTIQUE NEUTRE – OPTIMISATIONS DE L'ÉNERGIE DANS UNE STATION D'ÉPURATION ASSOCIATIVE

La station d'épuration de Biberach présente désormais un bilan énergétique neutre en économisant de l'électricité et en augmentant la production propre d'électricité. En d'autres termes, cela signifie: sur une année, la consommation de courant est identique à la production d'électricité (globalement) ou la station produit plus d'électricité qu'elle n'en consomme. Avant d'arriver à ce résultat, il a fallu construire une extension de la station d'épuration et agrandir le bassin d'activation d'env. 100% de 2002 à 2003. Puis, jusqu'en 2009, une rénovation ainsi que divers travaux de modification ont eu lieu. Depuis 2009, la station fonctionne de nouveau de manière stable. L'objectif pour l'avenir est de produire plus d'électricité pour la consommation propre de la station, ce qui est difficile au vu de la faible capacité de stockage de gaz (600 m<sup>3</sup>). Grâce à une technique mûrement réfléchie pour la commande de la centrale de cogénération et également des grands consommateurs (centrifugeuse), cet objectif sera, nous l'espérons, bientôt atteint. L'électricité alimentée dans le réseau quant à elle ne doit pas augmenter, en raison des subventions actuellement faibles.

En se basant sur l'état actuel de la technique, il est presque improbable de pouvoir obtenir une station d'épuration autonome en énergie. Au contraire: pour garantir le fonctionnement, il est indispensable de se raccorder au réseau électrique public. L'énergie

### EINLEITUNG

Die Verbandskläranlage in Biberach/Baden ist eine kommunale, mechanisch-biologische Kläranlage mit anaerober Schlammstabilisierung zur Reinigung des häuslichen und gewerblichen Abwassers aus dem gesamten Verbandsgebiet. Betrieben und unterhalten wird sie, zusammen mit dem Verbandssammler von Steinach nach Biberach, vom Abwasserzweckverband Kinzig- und Harmersbachtal (AZV). Dieser setzt sich zusammen aus den Städten Haslach i. K. und Zell a. H. sowie den Gemeinden Biberach/Baden, Fischerbach, Hofstetten, Mühlenbach, Nordrach, Oberharmersbach und Steinach. Beratend in Fragen «Abwasser» steht der Verband den beiden Verwaltungsgemeinschaften, den Mitgliedsgemeinden und deren Bürgern zur Verfügung.

### VORSTELLUNG KLÄRANLAGE

In den Jahren 2000–2003 wurde die Kläranlage zur gezielten Stickstoffelimination erweitert, nachdem verschiedene Versuche gescheitert waren, die Nitrifikation und gleichzeitig die Denitrifikation zu betreiben.

Die Belebung wurde versuchsweise als Umlaufbecken umgebaut und ein Versuch mit Reinsauerstoffbelüftung wurde durch-

*\* Kontakt: aldrin.mattes@azv-kinzig.de*

geführt. Auch wurde eine Vorbehandlung für das Zentratwasser eingerichtet. Keine der Varianten brachte jedoch den gewünschten Erfolg. So entschied sich der Verband, in Zusammenarbeit mit der Behörde, Ende der 1990er-Jahre, das Belebungsbecken um ca. 100 % zu vergrössern. In den Jahren 2000–2003 wurde dann ein neues Denitrifikationsbecken mit drei Kaskaden (Belebung 1) zwischen das Vorklärbecken und das alte Belebungsbecken eingefügt. Das Becken wurde so konzipiert, dass zu einem späteren Zeitpunkt einzelne Kaskaden zur Nitrifikation mit Belüftern ausgestattet werden konnten.

Anschliessend wurde bei der in die Jahre gekommenen Kläranlage bis 2009 der Bestand saniert und verschiedene Modifizierungsarbeiten durchgeführt. Zu den grössten Massnahmen zählten die Erneuerung der Rechenanlage und der BHKW-Anlage, Umbau und Sanierung der Faulschlammbehandlung, Verkleinerung der Vorklärung, Bau einer Überschussschlamm-entwässerung, Teilerneuerung der Elektrotechnik inkl. Prozessleitsystem und verschiedene Betonsanierungen. Bei den Umbauarbeiten wurde auch berücksichtigt, dass die Kläranlage auf den Zuwachs der Bevölkerung im Verbandsgebiet gewappnet ist: Die Ausbaugrösse der Kläranlage Biberach wurde von 41 200 auf 46 100 Einwohnerwerte (EW) erhöht. Im Verbandsgebiet leben über 30 000 Einwohner, die restlichen EW sind Einwohnergleichwerte aus der Industrie. Die Entwässerung im Verbandsgebiet ist im Trennsystem (ca. 75%) und im Mischsystem (ca. 25%) ausgeführt.

## ABWASSERREINIGUNG

### Zulauf

In Abhängigkeit der Tages-, Jahreszeiten und der Witterung schwankt der Zulauf sehr stark. Der Fremdwasseranteil liegt bei 44%.

- Trockenwetterzulauf ca. 7000 m<sup>3</sup>
- Regenwetterzulauf bis zu 20 000 m<sup>3</sup> pro Tag
- Jahresmenge 3,8 Mio. m<sup>3</sup>

### Zulaufpumpwerk

Das Zulaufpumpwerk hebt das Abwasser 5,5 m zur Rechenanlage an. Auch bei Hochwasser der Kinzig kann das Abwasser alle Reinigungsstufen im freien Gefälle durchfliessen.

- 3 Förderschnecken mit einer Leistung von je 220 l/s

### Rechenanlage

Die Rechenanlage besteht aus zwei Rechen und zwei nachgeschalteten Rechengutwaschpressen. Das Rechengut wird ausgewaschen, gepresst und in Endlossäcke verpackt.

- 2 Flachsiebmaschinen mit 6 mm Spaltenbreite

### Sand-/Fettfang

Längs durchströmtes Becken mit abgeschrägter Sohle und Sandrinne am Boden. Der Sand wird einer weiteren Verwertung zugeführt. Das Fett wird in die Faulbehälter gefördert.

- 1 Rechteckbecken mit 350 m<sup>3</sup>

### Vorklärbecken

Zwei Rechteckbecken mit einem Zwillingsräumer. Der Rohschlamm wird ohne zusätzliches Eindicken in die Faulbehälter gefördert.

- 2 Rechteckbecken mit je 225 m<sup>3</sup>

### Anaerobbecken

Im Zuge der Modifizierungsarbeiten durch die Verkleinerung der Vorklärbecken wurden die Anaerobbecken geschaffen. Hier wird der Rücklaufschlamm zugegeben. Bio-P-Elimination: 50%.

- 2 Rechteckbecken mit je 275 m<sup>3</sup>

### Denitrifikationsbecken

Das Denitrifikationsbecken (Belebung 1) besteht aus drei Kaskaden, von denen bei Bedarf zwei als Nitrifikationsvolumen belüftet werden können. Die Einschaltung der Belüftung erfolgt vollautomatisch über die Belastung der Belebung 2 und/oder Ammoniumkonzentration am Ablauf der Belebung 2.

- 1 Rechteckbecken mit 3 Kaskaden à 1000 m<sup>3</sup>

### Nitrifikationsbecken

Das Nitrifikationsbecken (Belebung 2) besteht aus vier Strassen mit jeweils zwei Zonen. Die Regelung des Sauerstoffes erfolgt in jeder Zone getrennt. Der Mittelwert steuert das Gebläse.

- 4 Rechteckbeckenstrassen mit je 750 m<sup>3</sup>

### Nachklärbecken

Die Nachklärbecken sind rund und bei der Überlaufschwelle 2,3 m tief. Die hydraulische Auslastung ist sehr gut.

- 2 Rundbecken mit je 2200 m<sup>3</sup>

### Phosphatfällung

Die Phosphatfällung erfolgt in den Ablauf der Belebung. Wegen des sehr weichen Wassers im Einzugsgebiet kommt Natriumaluminat zum Einsatz. Die Dosierung erfolgt phosphatabhängig.

- 2 doppelwandige PE-Behälter mit je 15 m<sup>3</sup>

### Ablaufkonzentration

Die Ablaufkonzentrationen liegen deutlich unter den Vorgaben der wasserrechtlichen Genehmigung. Die Grenzwerte wurden immer eingehalten. Einleitungsgrenzwerte in Klammern.

- |                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| - CSB                    | 23,1 mg/l (48)  |
| - Gesamtphosphor         | 1,14 mg/l (2,0) |
| - Stickstoff anorganisch | 9,9 mg/l (18)   |
| - Ammonium-Stickstoff    | 0,35 mg/l (10)  |

### Abbaugrad

Der Abbaugrad der Kläranlage liegt über den Richtlinien der EU bzw. der Behörde. Mindestanforderung in Klammern:

- |                    |          |
|--------------------|----------|
| - CSB              | 95% (75) |
| - Gesamtphosphor   | 83% (80) |
| - Gesamtstickstoff | 73% (70) |

## SCHLAMMBEHANDLUNG

### Schlammfäulung

In zwei, hintereinander geschalteten Faulbehältern, die beide auf ca. 39 °C beheizt werden, hält sich der Schlamm über 40 Tage (rechnerische Aufenthaltszeit).

- 2 eiförmige Behälter mit je 1600 m<sup>3</sup>

### Beschickung

Die Beschickung der Faulbehälter mit Rohschlamm, Brennschlempe, Fett und Speiseresten erfolgt halbautomatisch. Für diese Stoffe stehen vier Speicher zur Verfügung.

- 3 Rechteckbehälter mit je 25 und einer mit 45 m<sup>3</sup>



## ENERGIEEFFIZIENZKONZEPT

Im vorliegenden Beitrag werden Potenziale und Konzepte vorgestellt, mit denen man unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit eine energieneutrale Kläranlage betreiben kann. Oberstes Ziel und Aufgabe einer Kläranlage ist und bleibt die Abwasserreinigung. Die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen hat höchste Priorität. In Anbetracht der derzeit geführten Diskussionen über Massnahmen zur Energieeinsparung auf Kläranlagen scheint dies etwas in den Hintergrund geraten zu sein.

Die Abwasserreinigung funktioniert nun mal nicht ohne Energie, um das Abwasser zu reinigen, das 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr anfällt. Mit 20 Prozent Anteil [1] sind Kläranlagen in der Regel die grössten Stromverbraucher im kommunalen Bereich.

Nach Angaben des Umwelt-Bundesamtes [1] erreichen Kläranlagen mit Faulgasverstromung einen Eigenversorgungsgrad von etwa 33% des Strombedarfes. Durch ständige Betriebsoptimierungen und seit 2011 auch durch Zugabe von Co-Substraten zur Verbesserung der Gaserzeugung konnte in der eigenen BHKW-Anlage erstmals 2012 mehr Strom erzeugt werden, als die Kläranlage Biberach benötigt hat. Der Überschuss wurde in das öffentliche Netz eingespeist. Der rechnerische Eigenversorgungsgrad der Kläranlage Biberach liegt bei über 100%.

In den Jahren 2000–2003 wurde die Kläranlage erweitert und das Belebungsbecken um ca. 100% vergrössert. Anschliessend wurde bis 2009 der Bestand saniert und verschiedene Modifizierungsarbeiten durchgeführt. Seit 2009 ist die Kläranlage wieder in einem stabilen Betrieb. In *Figur 2* ist der Eigenversorgungsgrad der letzten vier Jahre abgebildet.

Bei Kläranlagen der Grössenklasse 4, zu der auch die Kläranlage Biberach gehört, beträgt der durchschnittliche Stromverbrauch 35 kWh/EW<sub>x</sub>a (Kilowattstunden pro Einwohner im Jahr) [1]. Durch verschiedene Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz hat die Kläranlage Biberach im letzten Jahr einen Stromverbrauch von 23,3 kWh/EW<sub>x</sub>a erreicht. Zu erwähnen ist, dass sich gleichzeitig die Reinigungsleistung in den letzten Jahren sogar verbessert hat. Die gesetzlichen Vorgaben werden gesichert eingehalten. Die Differenzen der Jahre 2011 und 2012

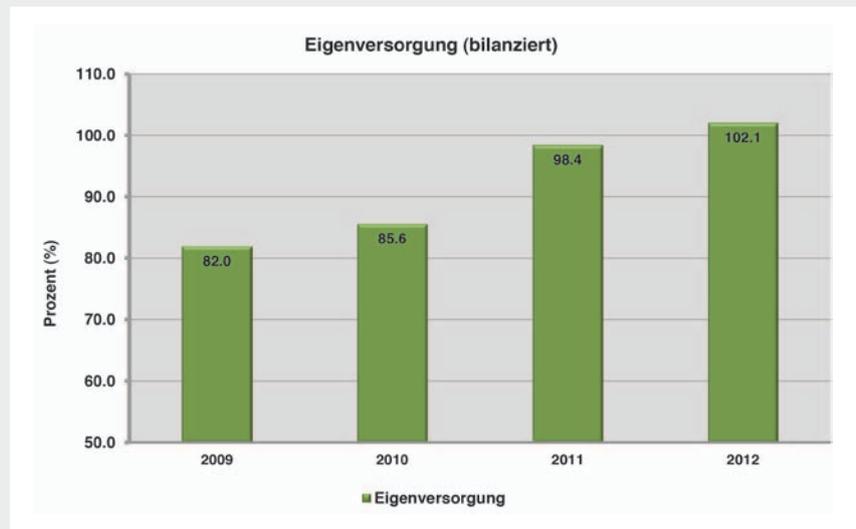


Fig. 2 Entwicklung des Eigenversorgungsgrades über die letzten vier Jahre  
Développement du taux d'alimentation propre au cours des 4 dernières années

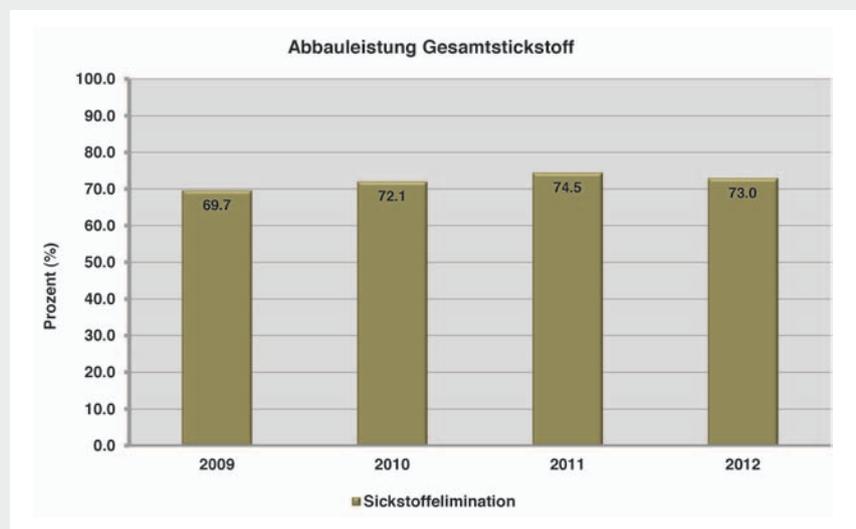


Fig. 3 Abbauleistung Gesamtstickstoff  
Performances d'élimination azote total

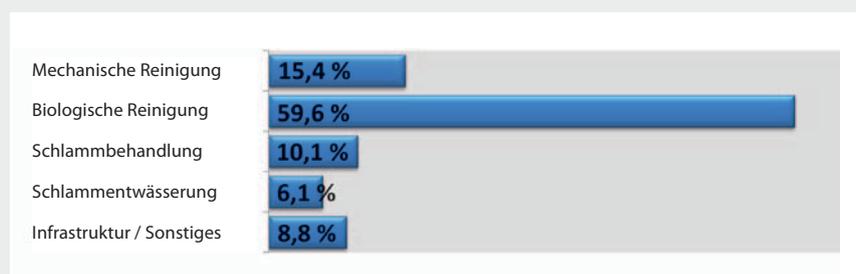


Fig. 4 Anteil des Stromverbrauchs der einzelnen Verfahrensschritte  
Part de la consommation d'énergie des différentes étapes du procédé

sind mit höchster Wahrscheinlichkeit auf die Abwassermengen zurückzuführen (Verdünnungseffekt). In *Figur 3* ist eine Übersicht gegeben. Der entscheidende Faktor bei dem Stromverbrauch einer Kläranlage ist die Stickstoffelimination. Durch die Nitrifikation, aber auch durch die Rezirkulation der Denitrifikation (bei

Kläranlagen mit vorgeschalteter Denitrifikation) wird mit Abstand der meiste Strom verbraucht. In *Figur 4* sind die Stromverbräuche der einzelnen Verfahrensschritte der Kläranlage Biberach abgebildet. Der Stromverbrauch des Zulaufpumpwerkes ist in der mechanischen Reinigung enthalten.

## BETRIEBSOPTIMIERUNGEN

Zur Senkung des Stromverbrauchs auf der Kläranlage wurden in den letzten Jahren verschiedene Massnahmen zur Stromersparung durchgeführt:

- Senkung des eigenen Betriebswasserverbrauches durch Beseitigung von Leckagen und Betriebsoptimierung wasserintensiver Maschinen.
- Bei Sanierungen wurden energieeffiziente Antriebe eingesetzt.
- Sandfanggebläse und Rührwerke werden intermittierend gefahren (Zeitschaltprogramm).
- Alle relevanten Antriebe wurden mit Frequenzumrichter ausgerüstet und werden drehzahlgesteuert, automatisch über Onlinemessungen geregelt (Zulaufpumpwerk, Rücklaufschlamm, Rezirkulation, Gebläse etc.).
- Die Rezirkulation wird nitratabhängig gesteuert.
- Die Vorgabe des Sauerstoffsollwertes in der Nitrifikation erfolgt ammoniumabhängig
- Die Umschaltung der Belebungs-Kaskaden von Denitrifikation auf Nitrifikation erfolgt über die Belastung (Luftmenge Gebläse) bzw. über den Ammoniumwert am Ende der Nitrifikation.
- Die BHKW-Anlagen werden auf den aktuellen Strombedarf ausgeregelt, sodass der Bezug aus dem öffentlichen Netz nach Möglichkeit «0» ist.
- Im gesamten Stromverteilernetz auf der Kläranlage wurden zwölf elektronische Stromzähler eingebaut, um von jedem Anlagenteil bzw. jeder Maschine den Stromverbrauch getrennt zu erfassen und dadurch Stromfresser aufzuspüren und zu optimieren (Fig. 5).

Seit 2012 betreibt die Kläranlage ein neues BHKW mit einer Leistung von 50 kW für die Grundlast. Die Abwärme dieser Anlage wird zu 100 % für die Beheizung der Faulbehälter und der Gebäude genutzt. Aus diesem Grund wurde diese Anlage vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle als KWK-Anlage anerkannt. Der Abwasserzweckverband erhält für die nächsten zehn Jahre 5,11 Cent/kWh für den selbst erzeugten und verbrauchten Strom.

## CO-VERGÄRUNG

### Brennschlempe

Im Kinzig- und Harmersbachtal betreiben viele Landwirte eine Schnapsdestillation. Die sogenannte Brennschlempe wird wegen der sauren Konsistenz nicht auf die Felder gebracht, sondern



Fig. 6 Anlieferung der Brennschlempe  
Livraison des résidus à brûler

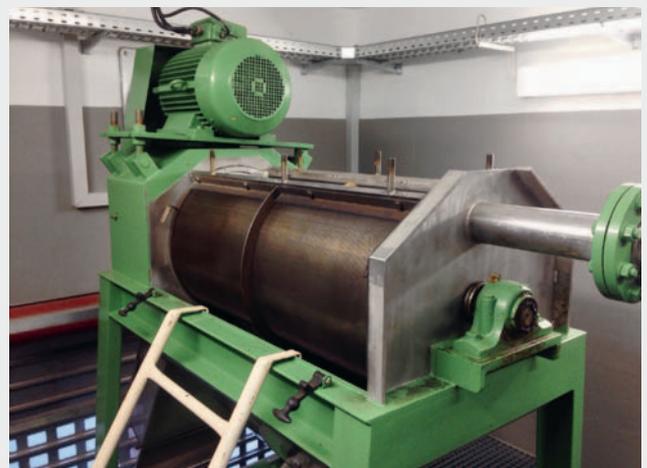


Fig. 7 Entkernungsmaschine für die Brennschlempe aus Steinobst  
Dénoyauteuse pour les résidus à brûler avec fruits à noyau

in der Kläranlage angeliefert. Die Brennschlempen enthalten, wegen dem hohen organischen Anteil, noch Energie, die im Faulbehälter in Form von Faulgas gewonnen wird. Bereits 1983 bei dem Bau der Kläranlage wurde dies berücksichtigt und die dazu notwendigen Einrichtungen geschaffen. Seit 2009 werden die Mengen und Gewichte genau bilanziert.

Die Anlieferung erfolgt zu den normalen Öffnungszeiten, ohne vorherige Anmeldung, durch die Landwirte selbst. Die Einfüllöffnung (Fig. 6) befindet sich direkt über dem Speicher in ca. 25 cm Höhe über dem Gelände und ist ca. 1 x 1 m gross. Die Landwirte füllen selbständig die Schlempe aus dem Pumpfass oder Container ab. Ein Gitterrost mit ca. 25 mm Stababstand filtert Sperrstoffe heraus. Die Reinigung der Annahmestation wird von den meisten Landwirten, wenn notwendig, übernommen. Ein Schlauch mit Betriebswasseranschluss und verschiedene Abfüllhilfen stehen zur Verfügung.

Die Brennschlempe aus Steinobst wird in einen getrennten Speicher abgefüllt und später mit einer Entkernungsmaschine (Fig. 7) entsteht. Nach Bedarf wird zur Anhebung des pH-Wertes Natronlauge zugegeben. Die Kosten der Natronlauge belaufen sich auf ca. 1500 Euro im Jahr.

Eine vertragliche Bindung zwischen dem AZV und den Landwirten besteht nicht. Der AZV kann bei Betriebsstörungen die Annahme von Brennschlempe verweigern.

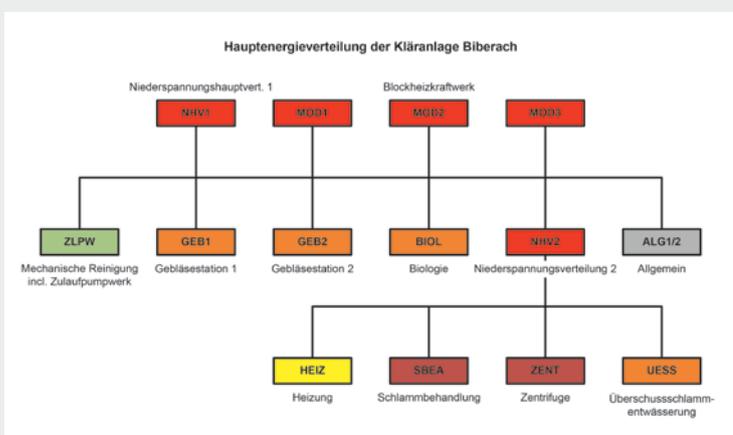


Fig. 5 Hauptenergieverteilung der Kläranlage Biberach  
Distribution électrique principale de la station d'épuration Biberach

## Gärsubstrat

Bei der Sanierung und Modifizierung der Schlammbehandlung in den vergangenen Jahren wurden bereits die Weichen für eine Annahmestation für Gärsubstrat (Fett und Speisereste) gestellt:

- Es wurden bei den Faulbehälter-Beschickungspumpen Zerkleinerer (Fig. 8, rechts) eingebaut, die verhindern, dass Sperrstoffe aus den Co-Substraten in die Faulbehälter gelangen.
- Die Gärsubstrat-Leitung (Fig. 8, links) beträgt nur 50 cm bis zur Rohschlammleitung – dadurch sind Ablagerungen fast ausgeschlossen.
- Einrichtung einer automatischen Steuerung der Gärsubstratdosierung mit Hilfe von Pneumatikschiebern (Fig. 8, oben).
- Der alte Fäkalien Speicher (Fig. 9) wurde zum Gärsubstrat-speicher umfunktioniert.
- Es wurden Gas-Einpresslanzen (Fig. 10) in die Faulbehälter eingebaut, die für eine bessere Durchmischung des Schlammes sorgen und die Gasproduktion verbessern.
- Bei der Sanierung der Faulbehälterfassade wurde eine hochwertige Wärmedämmung angebracht. Dadurch können nun beide Faulbehälter über das ganze Jahr beheizt werden, was zu einem besseren Abbau führt. Die Aufenthaltszeit bei ca. 39 °C ist somit auf 40 Tage gestiegen.

Seit 2011 besteht die Möglichkeit, mehr Fett aus Fettabscheidern anzunehmen und den Faulbehältern zuzugeben. Die hygienerechtliche Genehmigung zur Annahme und Verwertung von Speiseresten der Kategorie 3 wurde vom Veterinäramt 2012 erteilt. Die Anlieferung der Fette erfolgt durch zertifizierte Fuhrunternehmer aus der Region, die überwiegend Fettabscheider aus dem Verbandsgebiet und dem Raum Offenburg abfahren. Speisereste werden aus einer nahe gelegenen Pasteurisierungsanlage im Tanklastzug angeliefert. Die Transporteur ist zum Transport von Material der Kategorie 3 zugelassen. Bei grösseren Mengen müssen die Fuhrunternehmen die Anlieferung beim Betriebspersonal abfragen bzw. anmelden. Priorität haben Anlieferungen aus dem Verbandsgebiet. Der AZV kann, z. B. bei Betriebsstörungen, die Annahme von Gärsubstrat komplett abstellen. Eine schriftliche Vereinbarung zwischen AZV und Abfallerzeuger bzw. Abfallbeförderer gibt es nicht.



Fig. 8 Faulbehälter-Beschickungspumpe mit Zerkleinerer (unten rechts), Leitung fürs Gärsubstrat (links aussen) und Pneumatikschiebern (oben links)

Pompe d'alimentation du réservoir de pourrissement avec broyeur (en bas à droite), conduite pour substrat de fermentation (extérieur gauche) et coulisseaux pneumatiques (en haut à gauche)



Fig. 9 Anlieferung des Gärsubstrats

Livraison du substrat de fermentation



Fig. 10 Gas-Einpresslanzen im Faulbehälter sorgen für eine bessere Durchmischung des Schlammes

Lances de compression de gaz dans le réservoir de pourrissement pour un meilleur mélange des boues

Das Abladen erfolgt in einem geschlossenen System (Fig. 9). Der Gärsubstratspeicher umfasst 45 m<sup>3</sup>. Die Homogenisierung erfolgt mit einem kräftigen Rührwerk (9 kW), das über einen Rechts- und Linkslauf verfügt. Somit sind Verzopfungen weitgehend ausgeschlossen bzw. leicht zu entfernen. Der Gärsubstratspeicher und der Zerkleinerer werden alle 6–8 Wochen komplett entleert und gereinigt (ausgespritzt).

Sowohl das Fett als auch die Speisereste (vereinfacht Gärsubstrat genannt) enthalten einen sehr hohen organischen Anteil und sind somit hervorragend zur Faulgasproduktion geeignet. Das Gärsubstrat ist für die Methanbakterien sehr schnell verfügbar und kann spontan zur Verbesserung der Gaserzeugung/Stromerzeugung eingesetzt werden. Diese Vorgehensweise wird auch so umgesetzt. Die Jahresmengen 2012 in Tonnen oTS (organischer Trockensubstanzgehalt) sind in Figur 11 dargestellt.

Bemerkenswert ist, dass mit einer so geringen Menge Co-Substrate (6,7% des gesamten Faulbehälter-Inputs) die Energiebilanz der Kläranlage erheblich verbessert werden konnte.

Die Gasausbeute liegt bei 640l/kg oTS, was als sehr gut zu bezeichnen ist. Durch die gute Abbaubarkeit des Gärsubstrats ist keine Zunahme des entwässerten Schlammes (Stand: Oktober 2013) festzustellen. Der Glühverlust des Faulschlammes liegt unverändert bei 57% - der entwässerte Schlamm hat im Jahresmittel 25% Trockensubstanz.

Die Ammoniumfracht im Zentratwasser ist um 11% angestiegen. Dies entspricht 1,7% der Gesamtstickstofffracht 2012 der Kläranlage und fällt somit nicht besonders ins Gewicht. Inwieweit der Anstieg allein auf die Zugabe von Gärsubstrat zurückzuführen ist, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht genau gesagt werden. Durch die Speisereste, die teilweise aus entpackten Lebensmitteln bestehen, sind Folien Schnipsel im entwässerten Klärschlamm und im Zentratwasser als Schwimmstoffe vorhanden. Negative Auswirkungen sind dadurch nicht festzustellen. Der Klärschlamm wird thermisch verwertet und der Überlauf des Zentratbehälters führt in den Zulauf der Kläranlage und somit vor die Rechenanlage. Durch die intensive Durchmischung der Faulbehälter mittels Gas-Einpresslanzen ist die Bildung einer Schwimmstoffdecke in den Faulbehälter so gut wie ausgeschlossen.

Durch die Annahme der Fettabseiderinhalte seit 2011 und der Speisereste ab 2012 hat sich der Personalaufwand für die Verwaltung und den Betrieb der Co-Vergärung geringfügig erhöht. Der Gesamtaufwand der Co-Vergärung beträgt unter 100 Stunden pro Jahr. Dies entspricht ca. 1% der Personalkosten des Abwasserzweckverbandes.

**ERGEBNIS**

In *Figur 12* sind die Strommengen in kWh der Jahre 2009-2012 abgebildet. Es ist deutlich zu erkennen, dass sowohl der Stromverbrauch der Kläranlage als auch der Anteil des Strombezugs zurückgegangen ist. Zeitgleich hat sowohl die Stromerzeugung (Stromverkauf) als auch die Stromerzeugung zugenommen. Letzteres aufgrund der Zugabe von Gärsubstrat.

Auch das neue 50-kW-BHKW trägt, durch den besseren Wirkungsgrad, zur Verbesserung der Strombilanz bei. Die Summe der Einnahmen durch den Stromverkauf

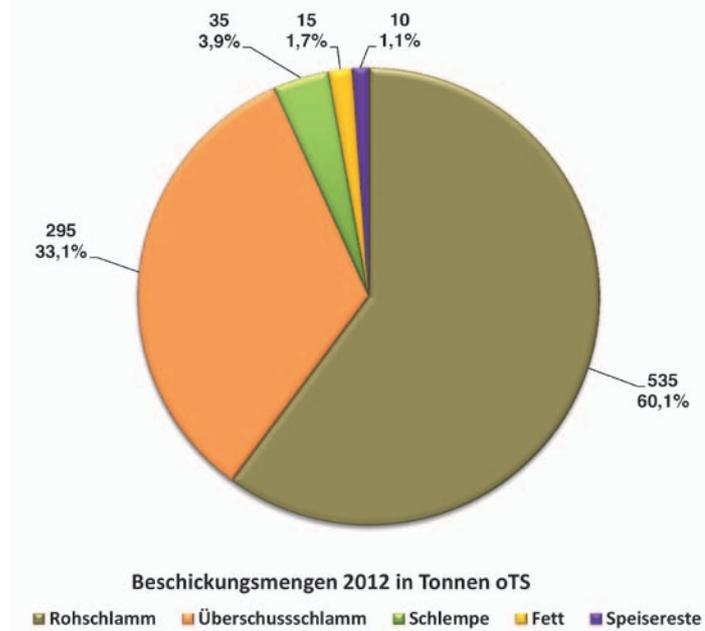


Fig. 11 Beschickungsmengen 2012 in Tonnen oTS (organische Trockensubstanz)  
Quantités approvisionnées en 2012 en tonnes MSO (matières sèches organiques)

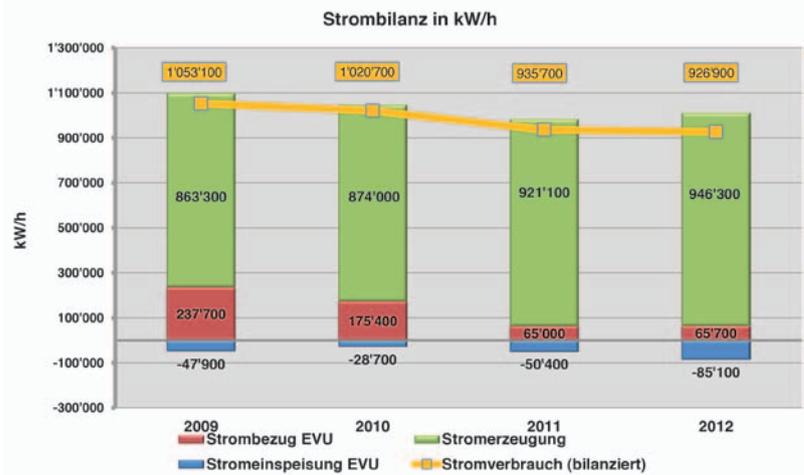


Fig. 12 Strombilanz 2009-2012  
Bilan électrique 2009-2012

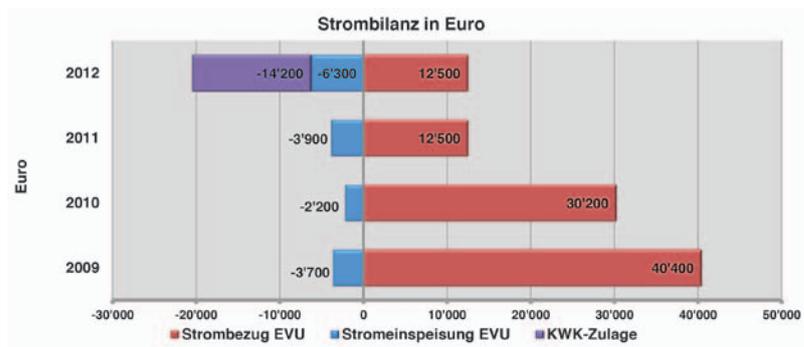


Fig. 13 Strombilanz 2009-2012 in Euro  
Bilan électrique 2009-2012 en euros

und der KWK-Zulage sind erstmals 2012 höher als die Ausgaben für den Strombezug (Fig. 13).

## FAZIT

Zusammenfassend kann man sagen, dass durch Stromeinsparungen und Steigerung der eigenen Stromerzeugung die Kläranlage Biberach energieneutral geworden ist. Das heisst: Über ein Jahr bilanziert ist der Stromverbrauch mit der Stromerzeugung (unterm Strich) gleich bzw. es wird mehr Strom erzeugt als verbraucht. Allerdings wird bei Schwachlastzeiten Strom vom EVU bezogen, während in Hochlastzeiten Strom an das EVU abgegeben werden kann. In *Tabelle 1* sind die Stromparameter der Jahre 2009 und 2012 bilanziert gegenübergestellt.

In Zukunft wird angestrebt, mehr Strom für die Kläranlage selber zu erzeugen, was aber aufgrund der geringen Gasspeicherkapazität (600 m<sup>3</sup>) sehr schwierig wird. Durch eine ausgeklügelte Technik zur Steuerung der BHKW und auch der Grossverbraucher (Zentrifuge) wird dieses Ziel hoffentlich erreicht. Die Einspeisemenge soll jedoch wegen der zurzeit geringen Vergütungen nicht weiter gesteigert werden.

Aufgrund des heutigen Stands der Technik ist die energieautarke Kläranlage kaum möglich. Im Gegenteil: Für einen sicheren Betrieb ist ein Anschluss an das öffentliche Stromnetz unverzichtbar.

Auf die erzeugte thermische Energie wird nicht näher eingegangen, da ein Überschuss vorhanden ist. Fossile Brennstoffe werden seit einigen Jahren nicht mehr eingesetzt.

Das im Jahre 2005 gesetzte Ziel, zeitnah energieneutral zu sein, wurde erreicht. Auch aus finanzieller Sicht, unter Berücksichtigung aller Kosten (Investitions-/Abschreibungskosten, Betriebsaufwand sowie Einnahmen aus Fettabscheideranlieferungen), ist das Konzept erfolgreich. Dies kommt dem Abwassergebührenzahler zugute.

Ergebnisse Strombilanz 2009 / 2012	Prozent
Strombezug vom EVU (Einkauf)	- 72,4
Stromerzeugung (eigene BHKW)	+ 9,6
Stromeinspeisung (Verkauf)	+ 77,7
Stromverbrauch Kläranlage (berechnet)	- 12,0
Eigenstromversorgung (Jahresbilanz)	+ 20,1

Tab. 1 Bilanzierung der Stromparameter der Jahre 2009 und 2012

Bilan des paramètres du courant des années 2009 et 2012

Diese positiven Resultate waren und werden auch in Zukunft nur möglich sein, wenn:

- weitgehend alle Prozesse und Steuerungen vollautomatisch ablaufen,
- einwandfrei funktionierende Messtechnik sowie
- übersichtliche und vollständige Dokumentationen/Aufzeichnungen vorhanden sind,
- und vor allem das gesamte Kläranlagenpersonal aktiv mitwirkt (im Betrieb, bei Optimierungen und bei der Planung).

## BIBLIOGRAPHIE

[1] Fricke, K. (2009): *Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen*, Umweltbundesamt

## DANK

An dieser Stelle möchte der Autor ein Kompliment an das engagierte Kläranlagen-Team richten!

## > SUITE DU RÉSUMÉ

thermique produite ne fera l'objet de commentaires particuliers, car elle présente un surplus. Les carburants fossiles ne sont plus utilisés depuis plusieurs années.

L'objectif décidé en 2005 de présenter un bilan énergétique neutre au plus tôt a été atteint. Du point de vue financier, en tenant compte de tous les coûts (investissements/appel d'offres, temps de travail des entreprises et recettes des livraisons de séparateurs de graisse), le concept est une réussite. Cela profite au payeur des taxes sur les eaux usées.

Pour y arriver, les éléments suivants sont indispensables:

- pratiquement tous les processus et organes de commande fonctionnent de manière entièrement automatisée,
- une technique de mesure en parfait état de marche est présente,
- des documentations/enregistrements clairs et exhaustifs sont présents
- et avant tout, la participation active de l'ensemble du personnel de la station d'épuration (en termes de fonctionnement, d'optimisation et de planification) est requise.

# TOC on-line (LAR)

■ UV- und thermische Oxidation

■ Trinkwasser ■ Kühlwasser ■ Abwasser



**MBE AG**  
MESSTECHNIK ENGINEERING

CH-8623 Wetzikon 3  
Telefon 044 931 22 88  
www.mbe.ch