

Bonn, den 29. Januar 2007

## **Energienutzungspotenzial durch Co-Vergärung für Kläranlagen mittlerer Größe**

Dr.-Ing. Oliver Christ  
Dr.-Ing. Ralf Mitsdoerffer

GFM Beratende Ingenieure GmbH,  
München

Akademiestraße 7  
80799 München  
Tel: (089) 380178-0  
Fax: (089) 380178-30  
info@gfm.com  
http://www.gfm.com

## *Ziele und Zielerreichung der Abwasserbehandlung*

- **Bestmögliche Reinigungsleistung**
  - Planung, Bau und Betrieb der Anlage nach den a.a.R.d.T.
- **Minimierung des Strombedarfs**
  - Stromsparende Aggregate, frachtabhängige Betriebsweise, Vermeidung von energieintensiven Verfahrenstechniken
- **Weitestgehende Eigenversorgung mit Strom und Wärme**
  - Strom- und Wärmegegewinnung dezentral auf der Anlage durch BHKW (zukünftig Brennstoffzellen?)
- **CO<sub>2</sub>-schonende Energiegewinnung**
  - Faulung des Klärschlammes, Mitvergärung von Biomasse
- **Nachhaltige Verwertung der Reststoffe**
  - Thermische Verwertung der Reststoffe – vorzugsweise mit P-Recycling aus der KS-Asche

Akademiestraße 7  
80799 München  
Tel: (089) 380178-0  
Fax: (089) 380178-30  
info@gfm.com  
http://www.gfm.com

## Ziele und Zielerreichung der Abwasserbehandlung

- Minimierung des Strombedarfs
  - Stromsparende Aggregate, frachtabhängige Betriebsweise, Vermeidung von energieintensiven Verfahrenstechniken
- Weitestgehende Eigenversorgung mit Strom und Wärme
  - Strom- und Wärmegewinnung dezentral auf der Anlage durch BHKW (zukünftig Brennstoffzellen?)
- CO<sub>2</sub>-schonende Energiegewinnung
  - Faulung des Klärschlammes, Mitvergärung von Biomasse

## Anlagen mittlerer Größe

- Kläranlagen mit simultaner aerober Schlammstabilisierung
- Kläranlagen ohne Faulung und/oder ohne BHKW
- Kläranlagengröße zwischen 10.000 bis 25.000 EW
- Situation in Bayern bei 283 befragten Kläranlagenbetreibern von 5.000 bis 50.000 EW

Anlagen mit simultaner aerober Schlammstabilisierung nach Größe:

27 Anlagen	≥	10.000 EW
	<	15.000 EW
16 Anlagen	≥	15.000 EW
	<	20.000 EW
13 Anlagen	≥	20.000 EW
	<	35.000 EW

## Energetische Optimierung durch Faulung

- **Problem:**  
Unzureichende Wirtschaftlichkeit einer Faulung bei mittelgroßen Kläranlagen (10.000 – 25.000 EW)
- **Problemlösung:**  
Zugabe von Co-Substraten zur Steigerung des Faulgasmenge

## Co-Substrat: Bioabfall

- 1 Mg Bioabfall
- 110 m<sup>3</sup> Gas
- 230 kWh<sub>elektr.</sub>
- Substitution an Stromkosten auf KA (0,12 €/kWh): 28 €
- Bioabfallmenge nach Schlammbehandlung: 400 kg
- Maximale Verwertungskosten: 70 €/Mg

→ Bis zu etwa 70 €/Mg Verwertungskosten ist die Mitbehandlung von Bioabfällen im Faulbehälter einer Kläranlage wirtschaftlich

- obwohl keine Einnahmeerlöse berücksichtigt wurden
- Wenn Bau- und Maschinenteknik zur Mitbehandlung auf der Kläranlage vorhanden sind (Faulbehälter, BHKW, Entwässerung, Zentratbehandlung)

Voraussetzung:  $TR_0 = 25 \%$ ,  $GV = 80 \%$ ,  $h_{gTR} = 0,6$   
 $g_{Gas} = 550 \text{ l/kg}_{gTRzu}$ ,  $TR_e = 28 \%$

## Fallbeispiel 1

- Baujahr der Kläranlage: 1983
- Ausbaugröße: 15.000 EW
- damaliges Reinigungsziel: Stabilisierung (wird nicht mehr erreicht)
- Verfahren: simultane aerobe Schlammstabilisierung
- Derzeitige Bemessungsbelastung: 20.000 EW
- Aktuelles Reinigungsziel: Stabilisierung, N-Elimination

Vorhandenes Belegungsvolumen: 6.000 m<sup>3</sup>

## Ausbauvarianten

- Erweiterung der Anlage um zusätzliches Belegungsvolumen
  - zus. erforderliches Volumen: +  $V_{BB} = 2.500 \text{ m}^3$  -> 875.000 €
  - mittl. Stromverbrauch/-bezug: 560.000 kWh/a -> 67.000 €/a
  - mittl. Schlammmenge (28 %): 1.250 m<sup>3</sup>/d
  
  - Erweiterung der Anlage mit einer Faulung (+ Außerbetriebnahme von  $V_{BB} = 3.000 \text{ m}^3$ )
  - zus. FB + Gasverwertung: +  $V_{FB} = 1.000 \text{ m}^3$  -> 800.000 €
  - mittl. Stromverbrauch: 400.000 kWh/a
  - mittl. Stromproduktion: 200.000 kWh/a
  - mittl. Strombezug: 200.000 kWh/a -> 24.000 €/a
  - mittl. Schlammmenge (28 %): 960 m<sup>3</sup>/d
- ➔ **Bau der Faulung ist energetisch sinnvoll und wirtschaftlich**

## Fallbeispiel 2

- Aerobe simultane Schlammstabilisierung
- Ausbaugröße der Kläranlage mit 15.000 EW ausreichend

## Ausbauvarianten

- Erweiterung der Anlage um zusätzliches Belebungsvolumen
- zus. erforderliches Volumen:  $+ V_{BB} = 0 \text{ m}^3 \rightarrow 0 \text{ €}$
- mittl. Stromverbrauch/-bezug: 415.000 kWh/a  $\rightarrow 50.000 \text{ €/a}$
- mittl. Schlammmenge (28 %): 930 m<sup>3</sup>/d
  
- Erweiterung der Anlage mit einer Faulung (+ Außerbetriebnahme von  $V_{BB} = 3.000 \text{ m}^3$ )
- zus. Faulbehälter:  $+ V_{FB} = 800 \text{ m}^3 \rightarrow 640.000 \text{ €}$   
Jahreskosten FB: ca. 55.000 €/a
- mittl. Stromverbrauch: 316.000 kWh/a
- mittl. Stromproduktion: 150.000 kWh/a
- mittl. Strombezug: 166.000 kWh/a  $\rightarrow 20.000 \text{ €/a}$
- mittl. Schlammmenge (28 %): 680 m<sup>3</sup>/d

➔ **Bau der Faulung ist energetisch zwar sinnvoll aber unwirtschaftlich, da 25.000 € Mehrkosten im Jahr**

## Zugabe von Co-Substrat

- Vergütung von 750 Mg Bioabfall pro Jahr zu 25 €/Mg: 18.750 €/a
- Stromgewinnung: 172.500 kWh/a hier: 20.000 €/a
- Marge zur Reststoffverwertung (- 25.000 €): 13.750 €/a
- Reststoff-Menge: 300 Mg/a
- Maximale Verwertungskosten: 45 €/Mg

### Vorteile

- Kläranlage kann energieautark mit Biomasse betrieben werden
- Klärschlamm kann leichter gelagert werden (Geruchsemissionen, CH<sub>4</sub>-Bildung)
- Faulbehälter sicherer und effektiver als Biogasanlage

## Wunschliste

- Die Erweiterung von überlasteten Schlammstabilisierungsanlagen sollte – wenn wirtschaftlich darstellbar – mit einer Faulung erfolgen
- Die aerobe Stabilisierung von Schlämmen sollte sanktioniert werden (Vernichtung von Energiepotenzial durch erhöhten Energieeinsatz)
- Co-Substrate sollten vorzugsweise im Faulbehälter einer Kläranlage mitbehandelt werden, da die Sicherheitsstandards (Leckagen, Explosionen, Gasvergiftungen) und die Wirkungsgrade deutlich höher als bei Biogasanlagen liegen
- Die Vermischung von Klärschlämmen und Co-Substraten sollte im Hinblick auf die Verwertung gesetzlich eindeutig geregelt werden
- Erhöhung der Stromeinspeiserlöse aus Klärgas