

# **ENERGIEEFFIZIENTE KLÄRANLAGEN – HOCHLASTFAULUNG FÜR KLÄRSCHLAMM**

**KÜRZERE VERWEILZEIT – MEHR BIOGAS – GERINGERE KOSTEN**





# ENERGIEEFFIZIENTE KLÄRANLAGEN – HOCHLASTFAULUNG FÜR KLÄRSCHLAMM

**KÜRZERE VERWEILZEIT – MEHR BIOGAS – GERINGERE KOSTEN**

Kläranlagen entfernen organische Inhaltsstoffe aus dem Abwasser. Verfault der dabei anfallende Schlamm, entsteht als Produkt Biogas. Allerdings verfügen nur gut ein Zehntel der über 10 000 Kläranlagen in Deutschland über einen Faulturm. Vor allem kleinere Betreiber scheuen die Kosten, die durch den Neubau eines Faulturms entstehen. Stattdessen reichern sie den Klärschlamm im ohnehin vorhandenen Belebungsbecken mit Sauerstoff an und stabilisieren ihn. Die Belebungsbecken benötigen allerdings sehr viel Strom und machen die Kläranlagen zum größten kommunalen Stromverbraucher. Gleichzeitig geht ein enormes Potenzial an Energie verloren, da bei der aeroben Schlammstabilisierung kein nutzbares Biogas entsteht. Auch viele größere Kläranlagen, deren Faultürme mittlerweile veraltet sind, könnten mit moderner Technologie mehr Biogas produzieren und so Kosten- und Energieeffizienz verbessern.

## **Hochlastfaulung für Klärschlamm**

Für die Vergärung von Klärschlamm zu Biogas hat das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB ein besonders effizientes Hochlastverfahren entwickelt. 1994 wurde es erstmals auf der Kläranlage Leonberg in Betrieb genommen. Inzwischen wird dieses Verfahren von vier weiteren kommunalen Kläranlagen erfolgreich betrieben. Die Bilanz zeigt: Die Hochlastfaulung setzt den Schlamm sehr viel schneller und kostengünstiger zu Biogas um als herkömmliche Faultürme.

**Wesentliche Vorteile der Hochlastfaulung sind:**

- kürzere Verweilzeiten
- kleinerer Faulraum
- höherer Abbaugrad
- höhere Biogausausbeute
- keine Schaumprobleme
- bessere Entwässerbarkeit des ausgefaulten Schlammes
- geringere Betriebs- und Entsorgungskosten

## **Eingeschränkte Entsorgungsmöglichkeiten**

Die Entsorgungswege für Klärschlamm aus der kommunalen Abwasserreinigung werden zunehmend weiter eingeschränkt. Für die Verwertung im Landschaftsbau wird es zukünftig keinen Bedarf mehr geben, die Verwertung in der Landwirtschaft ist umstritten, die Technische Anleitung Siedlungsabfall (TASi) hat die Deponierung für viele Schlämme ausgeschlossen. Die Verbrennung des Klärschlammes wird weiter an Bedeutung gewinnen, Preise für die Entsorgung werden steigen. Die aerobe Schlammstabilisierung ist teuer, oft unzureichend und für Kläranlagen > 10 000 EW keine adäquate Alternative.

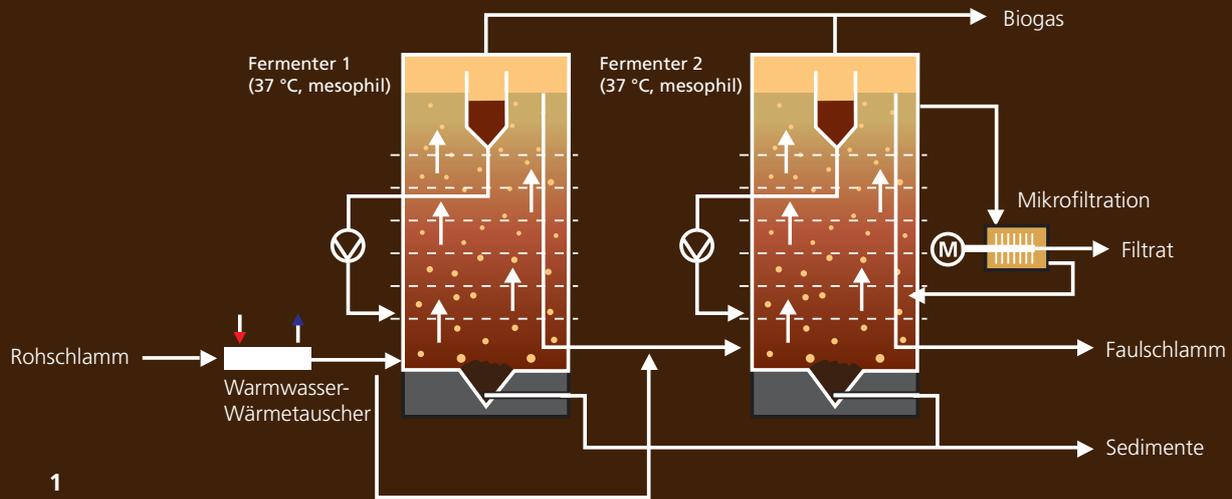


## **Intelligente Nutzung von Klärschlamm als Energieträger**

Die am Fraunhofer IGB entwickelte Hochlastfaulung macht die Klärschlammfaulung zu einem Verfahren, das durch die effiziente Umsetzung der Klärschlamm-inhaltsstoffe zu Biogas wesentlich zur Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz von Kläranlagen beitragen kann. Es ist deshalb auch ein geeignetes Verfahren für Kläranlagen mit 10 000 EW, die bisher den Schlamm mit hohem Strombedarf aerob stabilisieren.

Durch die Hochlastfaulung wird der Klärschlamm mit Nettoenergiegewinn stabilisiert, kann optimal entwässert und der Rest mit kleinstmöglichem Kostenaufwand thermisch entsorgt werden. Es entsteht der regenerative Energieträger Biogas als Produkt. Mit dem gewonnenen Biogas kann der thermische Energiebedarf der Kläranlage gedeckt und über Kraft-Wärme-Kopplung weitere Kosten eingespart werden. Die Hochlastfaulung stellt deshalb auch betriebswirtschaftlich eine intelligente Alternative dar und verbessert die Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen deutlich.

- 1 Kläranlage Schwerzen. Auch für kleinere Kläranlagen (10 000 EW) ist die Hochlastfaulung wirtschaftlich.*
- 2 Kläranlage in Tauberbischofsheim mit zweistufiger Hochlastfaulung und Mikrofiltration.*



# ZWEISTUFIGE HOCHLASTFAULUNG

## Das Verfahren

Die Optimierung der Betriebsbedingungen bei der Klärschlammfaulung war Gegenstand intensiver Forschungsarbeiten am Fraunhofer IGB. Ergebnis ist das zweistufige Schwarting-Uhde-Verfahren (heute Schwarting Biosystems GmbH), das bereits 1979 patentiert wurde. Das Verfahren mit wesentlich verbessertem Wirkungsgrad, kurzer Verweilzeit und hohem Abbaugrad wird zur anaeroben Umsetzung organisch abbaubarer Substrate wie Gülle, Bioabfall oder Klärschlamm eingesetzt. Aufgrund der wesentlich erhöhten Biogasausbeute gewinnt es zunehmend an Attraktivität.

## Betriebsdaten des Verfahrens im Vergleich zur herkömmlichen Faulung

### Kürzere Verweilzeit

Auch bei hohem Feststoffgehalt kann der Klärschlamm mit einer Verweilzeit von nur 5 bis 7 Tagen umgesetzt werden. Herkömmliche Faultürme werden mit durchschnittlich 20 bis 30 Tagen Verweilzeit betrieben. So werden organische Raumbelastungen von 8-10 kg oTR/m<sup>3</sup>·d statt 1-2 kg oTR/m<sup>3</sup>·d erreicht.

### Höhere Biogausbeute

Mit der Hochlastfaulung kann je nach Qualität der Rohschlämme die Biogasproduktion auf bis zu 23 Liter Biogas pro Einwohnerwert und Tag gesteigert werden. Mit einer herkömmlichen Faulung werden dagegen durchschnittlich nur 19,7 Liter Biogas pro Einwohnerwert und Tag erreicht [Haber Kern et al; Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen Umweltbundesamt Texte Nr. 11/08, Dessau-Roßlau, März 2008]. Das Gas kann zur Energieversorgung der Anlage oder zur Trocknung des Klärschlammes genutzt oder als technisch und kommerziell verwertbarer Energieträger abgegeben werden.

### Weniger Gärrückstände

Im Zuge der erhöhten Biogasproduktion reduziert die Hochlastfaulung auch den Gehalt an organischen Inhaltsstoffen – je nach spezifischer Verfahrenskombination um 50-70 Prozent. Der organische Anteil des Trockenrückstands beträgt nur noch weniger als 50 Prozent. Der Schlamm kann dadurch besser entwässert werden. So fallen weit geringere Schlamm-mengen an, die günstig entsorgt werden können.

- 1 Schema der zweistufigen Hochlastfaulung mit Mikrofiltration.  
2 Einstufige Anlage in Ilsfeld.



### **Weitere Verbesserung durch Mikrofiltration**

Die Erweiterung der Hochlastfaulung um eine Mikrofiltration mit dem Rotationsscheibenfilter, ein am Fraunhofer IGB entwickelter energieoptimierter und wartungsarmer Filter mit keramischen Membranen, führt zu weiteren erheblichen Verbesserungen: Infolge der Aufkonzentrierung der Biomasse kann die Feststoffverweilzeit verkürzt, der Umsatz und die erzielbare Biogasmenge zusätzlich erhöht werden. Weitere Vorteile sind eine verbesserte Entwässerung des Restschlammes, geringere Schlammengen und somit verringerte Kosten bei der Schlammentsorgung. Das partikelfreie Filtrat ist zudem reich an Ammonium und Phosphor, so dass es direkt als Düngewasser genutzt werden kann. Alternativ können Ammonium und Phosphor durch Strippung oder Fällung als Dünger zurückgewonnen werden.

### **Energieeffizienz auch bei kleinen Kläranlagen**

Am Beispiel einer Kläranlage für 28 000 Einwohner hat das Fraunhofer IGB in einer Kosten-Nutzen-Studie nachgewiesen, dass es sich auch für kleinere Klärwerke lohnt, auf das energieeffizientere Hochlastverfahren umzusteigen – selbst wenn sie dafür in eine Schlammfaulung investieren müssen. Die jährlichen Entsorgungskosten von ca. 200 000 Euro für den Faulschlamm könnten um bis zu 50 000 Euro reduziert werden, wenn der Schlamm nicht aerob, sondern in einer Hochlastfaulung mit Mikrofiltration abgebaut werden würde.

Rund 60 Prozent der Organik werden nach dem Hochlastverfahren mit Mikrofiltration zu Biogas umgesetzt – damit ist die Ausbeute etwa ein Drittel höher als beim herkömmlichen Faulungsprozess. Das gewonnene Biogas lässt sich über Kraft-Wärme-Kopplung im Blockheizkraftwerk für den Betrieb der Anlage nutzen. Im Fallbeispiel sinken die Energiekosten durch Einsparungen für den Sauerstoffeintrag und die Eigenstromerzeugung um weitere 50 000 Euro jährlich. Die Verwertung von Restschlamm in der Landwirtschaft ist umstritten und in Baden-Württemberg wird mittlerweile häufig schon darauf verzichtet. Schlämme dürfen auch nicht mehr deponiert werden. Die Alternative, den Schlamm zu verbrennen, ist jedoch nicht nachhaltig, da feuchter Schlamm keinen positiven Beitrag zur regenerativen Energieerzeugung liefert. Eine effektive Schlammreduzierung durch Faulung ist daher lohnend, gerade auch für kleinere Kläranlagen bis 30 000 EW, die bisher den Schlamm mit hohem energetischem Aufwand oft aerob stabilisieren.



## REFERENZEN

Die Hochlastfaulung wird derzeit von fünf kommunalen Klärwerken in Baden-Württemberg genutzt:

- Klärwerk Mittleres Glemstal, Leonberg:  
Dort wurde 1994 eine zweistufige Hochlastfaulung in Betrieb genommen.
- Klärwerk Heidelberg:  
2001 wurden die eiförmigen Faultürme um eine vorgeschaltete Hochlaststufe erweitert, ohne die Entsorgungslinie außer Kraft zu setzen. Eine Schaumbildung im Faulturm wurde hierdurch wirkungsvoll vermieden, die Betriebssicherheit gewährleistet und 50 Prozent Abbau in Stufe 1 erzielt.
- Klärwerk Tauberbischofsheim:  
Das Klärwerk betreibt eine zweistufige Hochlastfaulung mit Mikrofiltration, die stufenweise gebaut und in Betrieb genommen wurde.
- Klärwerk AZV Mittleres Wutachtal, Schwerzen:  
2007 wurde hier erstmals eine einstufige Hochlastfaulung mit Mikrofiltration für eine Kläranlage mit 10 000 EW in Betrieb genommen als Nachfolge für eine herkömmliche Faulung.
- Gruppenkläranlage Schozachtal, Ilsfeld:  
Eine einstufige Hochlastfaulung mit Mikrofiltration für 35 000 EW ging 2008 in Betrieb und ersetzt nun die aerobe Schlammstabilisierung.

## LEISTUNGSANGEBOT

Das Fraunhofer IGB entwickelt seit über 25 Jahren biotechnologische Verfahren für die Aufbereitung von Wasser und Abfall – von den mikrobiologischen Grundlagen bis hin zur Anlage im Technikums- und Pilotmaßstab.

- Verfahren zur aeroben und anaeroben Abwasserreinigung
- Stoffrecycling aus Abwasser
- Analyse von Kläranlagen zur Steigerung der Energieeffizienz
- Filtrationstechnik für die Abwasser- und Klärschlammbehandlung
- Untersuchungen zur Klärschlammvergärung für die Ermittlung von Auslegungsparametern
- Individuelle, kostensparende Erweiterung von Kläranlagen

1 Klärwerk Mittleres Glemstal, Leonberg.

2 Klärwerk Heidelberg.

## **FRAUNHOFER-ALLIANZ ENERGIE**

Die Allianz Energie bietet ein Portal für die Energietechnologie und Energiewirtschaft. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen, aber auch die Politik, profitieren von der Technologieführerschaft Deutschlands bei der effizienten Nutzung von Energie und der Erschließung erneuerbarer Energieträger. Das Fraunhofer IGB engagiert sich im Verbund mit der stofflich-energetischen Verwertung organischer Roh-, Rest- und Abfallstoffe zur Produktion von Biogas und mit Membranprozessen für die Gasreinigung/Reformierung und den Einsatz in Brennstoffzellen.

[www.energie.fraunhofer.de](http://www.energie.fraunhofer.de)

## **FRAUNHOFER-ALLIANZ SYSWASSER**

Unter Berücksichtigung der sozialen, ökonomischen und ökologischen Konsequenzen will die Allianz SysWasser nachhaltige Wassersystemtechnologien für Wassergewinnung, Infrastruktur und Abwasserreinigung entwickeln und in praxisorientierte Anwendungen überführen. Ziel ist auch eine systemische Vernetzung der Allianz zum Energie-, Abfall- und Landwirtschaftssektor.

[www.syswasser.de](http://www.syswasser.de)

### **Kontakt**

**Dr. Brigitte Kempter-Regel**

Telefon +49 711 970-4128

[brigitte.kempter@igb.fraunhofer.de](mailto:brigitte.kempter@igb.fraunhofer.de)

**Dr.-Ing. Werner Sternad**

Telefon +49 711 970-4110

[werner.sternad@igb.fraunhofer.de](mailto:werner.sternad@igb.fraunhofer.de)

**Dr.-Ing. Ursula Schließmann**

Abteilungsleiterin Umweltbiotechnologie  
und Bioverfahrenstechnik

Telefon +49 711 970-4222

[ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de](mailto:ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de)

**Fraunhofer-Institut  
für Grenzflächen- und  
Bioverfahrenstechnik IGB**  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-4401  
Fax +49 711 970-4200  
info@igb.fraunhofer.de  
[www.igb.fraunhofer.de](http://www.igb.fraunhofer.de)

**Institutsleiter**  
Prof. Dr. Thomas Hirth  
Telefon +49 711 970-4400  
thomas.hirth@igb.fraunhofer.de

#### **Fraunhofer IGB Kurzprofil**

Das Fraunhofer IGB entwickelt und optimiert Verfahren und Produkte für die Geschäftsfelder Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie. Wir verbinden höchste wissenschaftliche Qualität mit professionellem Know-how in den Kompetenzfeldern Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaft, Molekulare Biotechnologie, Physikalische Prozesstechnik, Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik sowie Zellsysteme – stets mit Blick auf Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Komplettlösungen vom Labor- bis zum Pilotmaßstab gehören dabei zu den Stärken des Instituts. Kunden profitieren auch vom konstruktiven Zusammenspiel der verschiedenen Disziplinen am IGB, das in Bereichen wie Medizintechnik, Nanotechnologie, industrieller Biotechnologie oder Abwasserreinigung neue Ansätze eröffnet. Mit mehr als 80 Forschungseinrichtungen in Deutschland ist die Fraunhofer-Gesellschaft Europas führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung.

[www.igb.fraunhofer.de](http://www.igb.fraunhofer.de)