

Rührwerke für Gärbehälter und Gärrestlager

Die in landwirtschaftlichen Biogasanlagen eingesetzte Rührtechnik stammt ursprünglich aus der Gülle- und Abwassertechnik. Mit dem Einsatz nachwachsender Rohstoffe, die zum Teil auch gänzlich ohne zusätzliche Zugabe von Flüssigkeiten in Biogasanlagen vergoren werden, stiegen die Trockensubstanz- und Fasergehalte der Gärgemische stark an. Damit veränderten sich auch die Anforderungen an die Rührtechnik.



Gegenüberstellung von neuem und verschlissenen Propeller eines Schnellläufers.

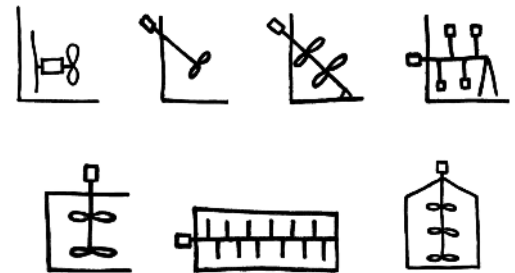
Während in der Gülletechnik eine möglichst hohe Rührflügel-drehzahl mit großer Schubkraft für ein rasches Aufrühren von Schwimmschichten in Güllelagern gefragt ist, fokussiert sich der Anspruch an die Rührtechnik in Gärbehältern eher auf eine schonende und konstante Homogenisierung der Suspension. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurden großdimensionierte, eher langsam laufende Rührwerke entwickelt. Stationäre Güllerrührtechnik findet heutzutage in erster Linie in Gärrestlagern Verwendung.

In den Gärbehältern und Gärrestlagern einer Biogasanlage (BGA) erfolgt das Rühren vor allem zu den folgenden Zwecken:

- Ausgleich von Temperatur- und Konzentrationsunterschieden im Gärgemisch

- Vermischung von Feststoffen und Flüssigkeiten
- Vermeidung der Bildung von Schwimm- und Sinkschichten
- Verbesserung des Wärmeaustausches an den Heizflächen
- Erleichterung des Gasaustritts aus dem Gärgemisch.

Da Gärgemische typischerweise eine sogenannte Pseudoplastizität aufweisen, kann kein eindeutiger Wert für die Viskosität angegeben werden, was die Auslegung der Rührwerke erschwert. Des Weiteren hängen die Viskosität und andere rührtechnisch relevante Eigenschaften eines Gärgemisches maßgeblich von den Einsatzstoffen ab. Bei der Auswahl der Rührwerke für Gärbehälter sollte daher immer die jeweilige Einsatzstoffkonstellation das zentrale Entscheidungskriterium sein. In der Summe hängen Erfolg und Effi-



Die verschiedenen Rührwerkstypen in der Übersicht.

zienz eines Rührvorganges von einer Interaktion folgender Faktoren ab:

- installierte Leistung der Rührwerke
- Konstellation der Rührwerke (Schnellläufer ↔ Langsamläufer, ziehend ↔ schiebend, vertikal ↔ horizontal)
- Behältergeometrie
- Beschaffenheit des Mediums Trockensubstanz (TS) - Gehalt, Struktur, Viskosität).

Auslegung und Eignung

Rührwerke in Gärbehältern von Biogasanlagen verbrauchen einen Großteil der für den Anlagenbetrieb notwendigen elektrischen Energie. Untersuchungen an bayerischen Biogas-Pilotanlagen haben ergeben, dass der Stromverbrauch zur Durchmischung der Gär suspension in der ersten Vergärungsstufe im Mittel etwa 25 % des Gesamtverbrauchs ausmacht. Der breite Schwankungsbereich des Stromverbrauchsanteils von 6 % bis maximal 58 % zeigt, dass es beim Energieaufwand für das Rühren erhebliche Einsparpotentiale gibt.

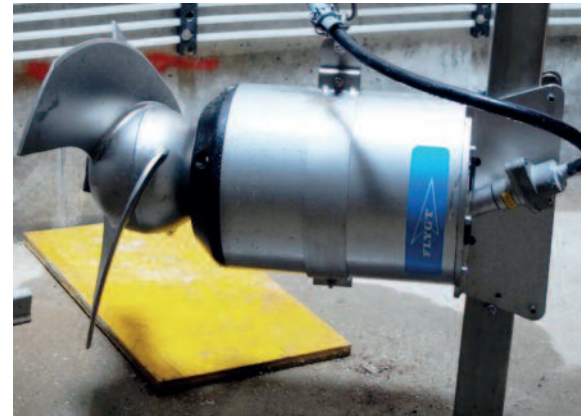
Eine zentrale Rolle im Hinblick auf den Stromverbrauch der Rührwerke spielt die Interaktion zwischen eingesetzter Rührtechnik und den Eigenschaften des Mediums. Dünneflüssige Gärgemische (z.B. bei hohem Schweinegüllean teil), denen faserreiches Material (z.B. Ladewagengras) beigemischt wird, neigen stark zur Entmischung. Schneller

laufende Rührwerke sind hier besser geeignet als langsam laufende Rührwerke, um die aufschwimmenden Fasern in kurzer Zeit wieder effektiv einzumischen. Grund dafür ist die hohe Schubleistung der schnell drehenden kleineren Propeller, die Schwimmschichten schneller auflösen können als langsam laufende Rührwerke. Charakteristisches Rührbild ist in diesem Fall ein Drehen des ganzen Gärbehälterinhalts. Wie Messungen belegen, gilt für schnell- und mittelschnelllaufende Rührwerke: Je dünnflüssiger ein zu durchmischendes Medium ist, umso mehr Masse muss von dem Rührwerk in kurzer Zeit in Bewegung gebracht werden. Um diese enorme Kraft aufzubringen, ist die Stromaufnahme des Rührwerks während des Rührvorganges sehr hoch. Im Gegenzug können aber die Rührzeiten relativ kurz gehalten werden.

Trockensubstanz- und faserreiche Suspensionen entmischen sich deutlich langsamer als dünnflüssige. Ziel eines Rührvorganges ist hier ein intensives Durchmischen des Gärgemisches sowie die Erleichterung des Gasaustritts aus dem Medium. Langsamer laufende Rührwerke mit großen Flügeldurchmessern wurden speziell für diesen

Zweck entwickelt. Schnellläufer mit kleineren Rührflügeln erreichen die gewünschte Wirkung schlechter. Dickflüssige Gärgemische sind zu träge, um mit dem punktuellen Schub eines Schnellläufers eine intensive Durchmischung wie bei großdimensionierten Langsamläufern erzielen zu können. Beobachtungen in der Praxis belegen zudem, dass hohe Propellerdrehzahlen in dickflüssigen Gärgemischen zu einem erhöhten Verschleiß der Rührflügel führen.

Auch das Gärbehältervolumen spielt im Hinblick auf den Rühraufwand eine wichtige Rolle: Je kleiner der Gärraum, desto kleiner auch der notwendige Aufwand für das Durchmischen des Behälters. Gegebenenfalls kann es sinnvoll sein, anstelle eines großen Fermenters zwei kleinere zu errichten. Grundsätzlich sollten die Rührwerke in jedem Fall so ausgelegt werden, dass eine ausreichende Leistungsreserve vorhanden ist, um Änderungen in der Substratzusammensetzung oder Prozessstörungen effektiv begegnen zu können. Zur flexiblen Anpassung der Rührleistung an unterschiedliche Substratzusammensetzungen kann es in vielen Fällen sinnvoll sein, die Rührwerke mit Frequenzumrichtern zu be-



Schnelllaufendes Tauchmotor-Propeller-rührwerk mit Kabelführung am Tragecil.

treiben und so trotz der Leistungsreserve den Stromverbrauch niedrig zu halten.

Vor der Investition in neue Rührtechnik ist mit dem Hersteller abzuklären, ob bzw. für welche unterschiedlich explosionsgefährdeten Bereiche das Rührwerk eine entsprechende ATEX-Zulassung hat und entsprechend gekennzeichnet ist.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, auf den bei der Anschaffung und Installation neuer Rührtechnik geachtet werden sollte, ist der Lärmschutz. Rührwerksmotoren verursachen mehr oder weniger laute Geräusche. Ob die Geräusche

Gasspeicher-Optimierung
Biogasanlagen Sanierung

Alle Infos im Web ...

Biogasspeicher.info BAURFOLIEN

Osterrieder

Über 50 Jahre Erfahrung

- Güllegruben
- Biogasbehälter
- Stahlbetonsilos
- Fahrsilos
- Stallunterbauten

Ein Partner auf den Verlass ist.

OSTERRIEDER BAU GmbH
Silo- und Betonbau
87772 Pfaffenhausen
Tel. 08265/1051, Fax 7798
info@osterrieder-bau.de
www.osterrieder-bau.de

Entschwefeln mit Kompetenz



Die Vorteile von **NECA|active®sulfo max** gegenüber imprägnierter Steinkohle

- ✓ Weitaus höhere Beladungskapazitäten
- ✓ Deutlich längere Nutzungszeit
- ✓ Der Aktivkohleverbrauch wird fast halbiert
- ✓ Weniger Aktivkohlewechsel (geringere Kosten!)
- ✓ Kein gefährlicher Abfall gem. AVV

NECA|active®sulfo max - denn sauberes Gas schützt den teuren Motor Ihrer Anlage!

NECA|sorb®100 - hochreines Eisen für maximale Effizienz

- ✓ Ungefährlich
- ✓ 600 kg Eisen pro Tonne
- ✓ Reines Eisenoxidhydroxid
- ✓ Garantiert kein Abfall

Lieferung in fermentierbaren 20 kg Säcken (o. Naht).

NECATEC AG
new carbon + technologies

Sie haben Fragen? Wir informieren Sie gerne.

Wittenbergstr. 12 | 45131 Essen | Tel.: 0 201 . 720 85 - 41
info@necatec.de | www.necatec.de

beim Betrieb von Rührwerken zu einer Lärmbelastung für Anwohner werden, hängt von mehreren Faktoren ab. Dazu zählen der räumliche Abstand der Biogasanlage zur Siedlung, der Geräuschpegel des Rührwerksmotors sowie eine ausreichende Wartung der Rührwerke. Häufig treten insbesondere bei einem permanenten Betrieb von Rührwerken mit Frequenzumrichtern lautere Surregeräusche auf, die auch über weitere Distanzen vernehmbar sind. Besonders in Siedlungsnähe sind daher entsprechende Lärmschutzvorkehrungen zu treffen.

Betriebsstörungen und Wartung

Ein Totalausfall der Rührtechnik in einem Gärbehälter unterbricht den Regelbetrieb der Biogasanlage und kann damit erhebliche Kosten nach sich ziehen. Um diesem vorzubeugen, sollte für den Fall eines Stromausfalls eine Notstromversorgung vorhanden sein. Des Weiteren ist dafür zu sorgen, dass in Gärbehältern je Meter Füllhöhe mindestens 10 cm Freibord unterhalb der Wandkrone vorgesehen sind. Dies verschafft im Störfall zeitlichen Spielraum, um eine Havarie durch aufquellendes Gärgemisch vermeiden zu können. Ein aufquellender Fermenterinhalt kann eine Betondecke anheben, sodass die Dichtigkeit des Gärbehälters nicht mehr gewährleistet werden kann.

Um einen weitgehend störungsfreien Betrieb der Rührwerke sicherstellen zu können, sollten diese entsprechend den Herstellerangaben regelmäßig gewartet werden. Zudem sind die Rührflügel im Gärgemisch Verschleiß ausge-



Wand-Stabmixer mit hydraulischer Vorrichtung zur Verstellung der Wellenneigung. Fotos: LfL

setzt, was die Intensität und Effizienz des Rührvorgangs im Laufe der Zeit deutlich reduziert.

Der Verschleiß der Rührflügel hängt von folgenden Faktoren ab:

- Material des Rührflügels (Stahl verzinkt / Stahl gehärtet / VA)
- Tägliche Laufzeit
- Drehzahl des Propellers
- Konsistenz des Mediums (TS-Gehalt, Struktur, Viskosität)

Bei hohen Drehzahlen und hoher Viskosität des Gärgemisches können Rührflügel bereits nach ein bis zwei Jahren so verschlissen sein, dass ein Tausch notwendig wird. Praxiserfahrungen belegen, dass die Entwicklung der Stromaufnahme eines Rührwerks als Indikator für den Rührflügelverschleiß herangezogen werden kann. Die Stromaufnahme eines Rührwerks in einem relativ gleichbleibend beschaffenen Gärmedium reduziert sich in dem Maße, wie sich der Rührflügeldurchmesser durch Abrieb verringert. Zur Vermeidung längerer Betriebsausfälle der Biogasanlage und damit verbundener Kosten sollte bereits beim Bau des Gärbehälters oder Gärrestla-

gers darauf geachtet werden, dass die Rührtechnik so installiert wird, dass sie möglichst während des regulären Anlagenbetriebs gewartet werden kann, ohne den Gärbehälter vollständig entleeren zu müssen.

Die wichtigsten Rührwerkstypen

Tauchmotor-Propellerrührwerke: Dieser Rührwerkstyp ist in der Biogasproduktion schon seit sehr langer Zeit im Einsatz und wird noch immer häufig verwendet. Tauchmotor-Propellerrührwerke (TMPR) finden sowohl in vollaufgemischten Gärbehältern als auch Gärrestlagern mit wechselnden Füllständen Anwendung. In Gärbehältern werden TMPR meist in Kombination mit anderen Rührwerkstypen betrieben.

Der Rührflügel (Propeller) bildet mit dem Elektromotor eine Einheit, die komplett in das zu durchmischende Medium eintaucht. Daher muss das gesamte Rührwerksgehäuse druckwasserdicht und korrosionsfest ausgeführt werden. Das Rühraggregat ist an einer vertikal angeordneten Führungsstange befestigt und kann an dieser mit Hilfe einer Seilwinde in der Höhe verstellt werden. Optional kann die Führungsstange mithilfe einer Kurbel nach rechts oder links geschwenkt und damit die Wirkrichtung des Rührwerks verändert werden. Manche Hersteller bieten auch die Möglichkeit an, das Rührwerk mithilfe eines Steckbolzens um 30 Grad nach oben und unten zu schwenken.

Tauchmotorrührwerke waren bisher mit kleinen Rührflügeln (Ø 400 bis 600 mm) ausgestattet und wurden mit ho-

BIOGASBEHÄLTER

Wir sind Ihr kompetenter Partner für den Bau von Stahlbeton-Rundbehältern (Fermenter, Nachgärbehälter, Endlager, Gärrestlager, Vorlagebehälter, Anmischbehälter, uvm.)

Wolf System GmbH Am Stadtwald 20
94486 Osterhofen, Tel. 09932/37-0, Fax 2893
mail@wolfsystem.de, www.wolfsystem.de

WOLF SYSTEM HAUS

Tauchmotor-Mixer EW 3

Rührmixer

ER 2

Katzschke-Menz Isny
Tel. 07562-2033
www.katzschke-menz.de



Langachsührwerk mit Decken- und Wanddurchführung der Rührwelle.

Foto: LfL / Dyckhoff)

hen Propellerdrehzahlen (bis zu 600 U/Min.) betrieben. Sie zählen daher eigentlich zur Familie der Schnellläufer. Mit ihrer hohen Drehzahl erzeugen diese Rührwerke eine große, gerichtete Schubleistung, die gut für das Aufrühren von Gärrest oder das Durchmischen dünnflüssiger Gärgemische geeignet ist. In dickflüssigen Medien wurde der gewünschte Mischeffekt kaum oder nur bei sehr langen Rührzeiten erreicht, zudem führten die hohen Drehzahlen in Medien mit hoher Viskosität zu einem erhöhtem Verschleiß der Rührflügel.

Um diesen Rührwerkstyp auch in dickflüssigen Gärgemischen einsetzen zu können, wurden die Geräte in den letz-

ten Jahren durch eine Vergrößerung und veränderte Gestaltung der Rührflügel ($\varnothing > 1\,000\text{ mm}$) sowie eine Verringerung der Propellerdrehzahlen entsprechend modifiziert.

Mit kleinen Rührflügeldurchmessern ($< 700\text{ mm}$) und hohen Propellerdrehzahlen bis zu 600 U/Min. zählten Stabmixer lange Zeit ausschließlich zur Familie der Schnellläufer. Im Zuge der güllelosen Vergärung von NawaRos und dem damit verbundenen Anstieg der TS-Gehalte und Viskositäten der Gärgemische kamen dann langsam laufende Stabmixer ($< 100\text{ U/Min.}$) mit großdimensionierten Rührflügeln ($\varnothing > 1\,200\text{ mm}$) auf den Markt. Die Rührwellen sind je nach Behälter und Einsatzzweck in Längen von 1 bis 7 m erhältlich.

Durch eine geeignete Form und eine Änderung der Drehrichtung des Rührflügels lässt sich die Wirkungsweise des Rührwerks von schiebend auf ziehend verändern. In jedem Fall sollte darauf geachtet werden, dass die Form des Rührflügels, die Ausrichtung des Rührwerks im Behälter und die Drehrichtung aufeinander abgestimmt sind. Andernfalls reduzieren sich die Rührleistung und die Effizienz des Rührvorganges.

In der Regel werden die Rührwerke im oberen Bereich durch die Gärbehälterwand oder bei Behältern mit Betondecke durch die Gärbehälterdecke geführt. Je nach Hersteller darf aber bei einigen Stabmixern, die an der Gärbehälterwand installiert sind, zur Ge-

währleistung der Dichtigkeit der Wellendurchführung ein Flüssigkeitsniveau von 1 m über der Dichtung nicht überschritten werden. Die Rührwerke sind meist hydraulisch schwenkbar ausgeführt und können in der Neigung verstellt werden, um der Bildung von Schwimmschichten entgegenzuwirken.

Langachsührwerke: Dieser Rührwerkstyp stammt nicht aus der Gülletechnik, sondern wurde speziell für den Einsatz in Biogasanlagen entwickelt. Langachsührwerke finden ausschließlich in volldurchmischten Gärbehältern mit weitgehend konstanten Füllständen Anwendung und werden gerne in Kombination mit anderen Rührwerkstypen betrieben.

Langachsührwerke zeichnen sich durch ihre besonders großen Flügel-durchmesser ($> 1,5\text{ m}$) aus, die bei geringen Rührwellendrehzahlen ($< 40\text{ U/Min.}$) eine effektive Durchmischung des Mediums erzielen. Die An-



Paddelrührwerk mit horizontaler Welle.

Foto: LfL / agriKomp

BIO GAS SPEICHER

HOCH SILO DACH - REPOWERING

ERD BECKEN

SICHERHEIT, QUALITÄT UND SERVICE

Wir sind führend in der Herstellung von Membran-Technologien für Ihre Biogasanlage - **Setzen Sie auf unsere Erfahrung und Kompetenz!**

- wirtschaftliche Gasspeichererweiterung mit Doppelmembran-Gasspeicher
- kostengünstige Folienerdbecken für Gülle, Rübenmus und Gärrestlagererweiterung (auch gasdicht)
- effektiver Emissionsschutz für Güllelager mit Stützendächer oder schwimmende Abdeckungen
- einfache und wirkungsvolle Behältersanierung mit Innenauskleidung (Inlett)

Sattler Ceno Biogas GmbH
Sattlerstrasse 1, A-7571 Rudersdorf
T: +43 3382 733 0 | F: +43 3382 733 360 3199

Am Eggenkamp 14, D-48268 Greven
T: +49 2571 969 0 | F: +49 2571 969 1199

biogas@sattler-global.com
www.sattler-ceno-biogas.com



Paddelrührwerk mit vertikaler Welle in exzentrischer Anordnung.

zahl und Anordnung der Rührflügel auf der Rührwelle variiert von Hersteller zu Hersteller. Im Gegensatz zu Stabmixern sind Langachs-rührwerke nicht schwenkbar, weil sie sowohl am Behälterboden, als auch an der Behälter-

wand/-decke gelagert sind. An Gärbehältern mit Betondecke werden die Rührwellen bevorzugt durch die Decke geführt, während sie an Gärbehältern mit Gasspeicherhaube nur durch die Wand geführt werden können.

Der Antriebsmotor des Rührwerks sitzt außerhalb des Gärbehälters und ist damit im Falle von Störungen gut zugänglich. Meist werden Langachs-rührwerke mit Frequenzumrichtern betrieben, um die Drehzahl der Rührwelle den jeweiligen Anforderungen anpassen und den Stromverbrauch während des Rührvorgangs niedrig halten zu können..

Paddelrührwerke: Ähnlich den Langachs-rührwerken stammt auch dieser Rührwerkstyp nicht aus der Gülletechnik sondern wurde im Zuge der güllelosen Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen speziell für den Einsatz in Biogasanlagen entwickelt. Paddelrührwerke finden überwiegend in voll-durchmischten Gärbehältern mit weitgehend konstanten Füllständen Anwendung und werden gerne in Kombination mit anderen Rührwerkstypen betrieben. Paddelrührwerke sind in den Ausführungsvarianten vertikal

(stehend) oder horizontal (liegend) erhältlich. Die beiden Varianten werden in den nachfolgenden Abschnitten genauer spezifiziert.

Horizontale Paddelrührwerke: Bei einigen Anbietern schlüsselfertiger Biogasanlagen gehört dieser mit 1 bis 20 U/min äußerst langsam laufende Rührwerkstyp zum Standardsortiment. Die mit großdimensionierten Paddeln bestückte Rührwelle horizontaler Paddelrührwerke wird durch die Behälterwand geführt und ist auf einem Eisen-gestänge in der Mitte des Behälters sowie auch in der Behälterwand gelagert. Anzahl und Anordnung der Rührflügel auf der Rührwelle können von Hersteller zu Hersteller variieren.

Der Antriebsmotor des Rührwerks ist außerhalb des Behälters an die Rührwelle angeflanscht und mit einem Drehmomentanschlag versehen. Die elektrische Antriebseinheit ist damit im Fall von Störungen gut zugänglich. Horizontale Paddelrührwerke werden in der Regel mit Frequenzumrichtern betrieben, um die Drehzahl der Rührwelle den jeweiligen Anforderungen anpassen und den Stromverbrauch während des Rührvorgangs niedrig

Entwicklungsmöglichkeiten bei der Biogasproduktion

Bei der Biogasproduktion in Deutschland sehen die Wissenschaftler noch zahlreiche Entwicklungs- und Verbesserungsmöglichkeiten. Das wurde beim gemeinsamen Biogaskongress des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) vergangene Woche in Potsdam deutlich.

FNR-Geschäftsführer Dr. Andreas Schütte und die stellvertretende Hauptgeschäftsführerin des KTBL, Dr. Ulrike Klöble, hoben die anhaltende Bedeutung der Biogaserzeugung für die deutsche Landwirtschaft sowie für die Energiebereitstellung in Deutschland hervor. Die Stärken von Biogas, wie dessen bedarfsgerechte Energieerzeugung oder vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten, müsse man offensiver ausspielen, und ein größte-

res Augenmerk auf eine effizientere und nachhaltigere Biogasproduktion bei Bestandsanlagen und Neubauten richten. Veronika Dollhofer von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) stellte ein Forschungsprojekt zu anaeroben Pansenpilzen in Biogasanlagen vor. Durch deren Einsatz soll pflanzliches Gärsubstrat besser aufgeschlossen und verwertet werden. Die Entwicklung einer biologischen Vorbehandlungsstufe für einen Einsatz anaerober Pilze wäre ein weiterer Schritt weg von Energiepflanzen, wieder hin zu Biogasanlagen als Reststoffverwerter. Prof. Ludwig Theuvsen von der Universität Göttingen hofft mit seinem Projekt zum regionalen Nährstoffausgleich die Rentabilität von Biogasanlagen in Ackerbauregionen durch den Einsatz von Wirtschaftsdüngern nachhaltig zu steigern. Dies gelte zumindest dann, wenn

festen Wirtschaftsdüngern wie dekantierter Schweinegülle oder Geflügelmist eingesetzt würden, die Landwirte in Veredelungsregionen häufig kostenlos abgaben. Ohne eine Separierung sei die Nutzung von Schweinegülle dagegen wegen der höheren Transportkosten finanziell unattraktiv.

Prof. Frank Scholwin vom Institut für Biogas, Kreislaufwirtschaft und Energie analysierte die Perspektiven von Biogas im Erdgasnetz. Die Potentiale sind seiner Meinung nach bei Weitem nicht ausgeschöpft, was vor allem an den geänderten Förderbedingungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2014 liege. Die Rahmenbedingungen müssten nun so ausgestaltet werden, dass die spezifischen Vorteile von Biomethan noch besser zum Tragen kämen. AgE

halten zu können. Für Wartungsarbeiten an den Paddeln muss der Behälter großflächig geöffnet und der Füllstand so weit abgesenkt werden, dass die Paddel zugänglich sind. Um dies zu ermöglichen, sollten Gärbehälter mit Betondecke unbedingt mit Revisionsöffnungen oberhalb des Paddelrührwerks versehen werden. Bei Gasspeicherhauben empfiehlt sich die Verwendung eines Seegerverschlusses, um das Dach möglichst einfach öffnen und wieder verschließen zu können.

Vertikale Paddelrührwerke: Vertikale Paddelrührwerke werden auch als Axialrührwerke bezeichnet und können zentrisch (bei kleineren Gärbehältern mit Betondecke ohne Mittelpilz) oder exzentrisch angeordnet sein. Ähnlich den horizontalen Paddelrührwerken kamen auch diese Rührwerke auf den Markt, als die güllelose Vergärung nachwachsender Rohstoffe speziell vergütet und eine schlagkräftige Technik zur Behandlung von hochviskosen (dickflüssigen) Materialien notwendig wurde.

Der Einsatz stehender Paddelrührwerke ist technisch bedingt nur in Behältern mit Betondecke sinnvoll, da die Rührwelle durch die Behälterdecke geführt wird und am Boden des Behälters so wie in der Behälterdecke gelagert ist. Bei Behältern mit Gashaube ist eine Deckenlagerung technisch schlecht möglich. Anzahl und Anordnung der Rührflügel auf der Rührwelle können von Hersteller zu Hersteller variieren. In der Regel sind die Paddel auf der Rührwelle starr angebracht und können sowohl paarweise, als auch einzeln angeordnet sein.

Haspelrührwerke: Diese Rührwerke besitzen eine lange horizontale Rührwelle, an der in regelmäßigen Abständen große Rührarme angebracht sind. Im Gegensatz zu Paddelrührwerken erstreckt sich die Rührwelle durch den gesamten Gärbehälter. Die flüssigkeitsundurchlässigen Wellendurchführungen an den Behälterwänden dienen gleichzeitig als Wellenlager und befinden sich an den beiden Stirnseiten des Gärbehälters. Insbesondere in längeren Fermentern (> 12 m) ist eine Zwischenlagerung erforderlich, um ein Durchhängen der Rührwelle, welches zu Schäden vor allem an den Dichtungen führen würde, zu vermeiden.

Die Antriebsaggregate von Haspelrührwerken befinden sich außerhalb des Gärraumes und sind damit im Fall von Störungen gut zugänglich. Mit Drehzahlen von gerade einmal 1 bis 5 U/min laufen Haspelrührwerke sehr langsam. In der Regel werden die Aggregate gänzlich ohne Rührpausen betrieben. Ursprünglich wurden Haspelrührwerke speziell für den Einsatz in liegenden Fermentern entwickelt, die mit äußerst hohen Trockensubstanzgehalten (>14 %) im Gärgemisch betrieben werden. Strategie des Rührvorgangs ist dabei nicht eine vollständige Durchmischung des Fermenterinhalt, sondern eine Unterbindung der Durchmischung in horizontaler (axialer) Richtung. So kann eine räumliche Differenzierung der Abbauphasen erreicht werden. Der Substrattransport im liegenden Gärbehälter in horizontale Richtung erfolgt damit nicht mithilfe des Rührwerks, sondern durch den Materialvorschub im Behälter, verursacht durch den Substrateintrag (=Propfenstromprinzip). Vorteile dieses Systems liegen darin, dass der Gärraum höher belastet und Kurzschlussströme ver-

Wir stellen aus: Agritechnica Halle 23, Stand A35.



Repowering Pipe

MAIER
Fachbetrieb nach WHG

Effizienzsteigerung durch Repowering von Rührwerken
Einsparpotenzial bis 75% durch Hocheffizienz-Rührwerke
Einbau ohne Behälterentleerung

Maier Energie & Umwelt GmbH
Telefon: +49 (0) 82 61 / 738 945
www.maier-energie-umwelt.de

Ihr Partner in Sachen BHKW



Elektro Hagl

Motoren Generatoren
Notstromaggregate
Schaltanlagen
Installation

Im Gewerbegebiet 18
D- 85290 Geisenfeld

MAN
GAS UND DIESEL SERVICE

Telefon: + 49 8452 735 15- 0 Internet : www.biogas-hagl.de
Telefax: + 49 8452 735 15- 29 e-mail : info@elektrohagl.de

Servicetechniker für den Raum Süddeutschland gesucht.
Bewerbungen bitte an Herrn Heidersberger senden.

Professionelle Fermenterreinigung

- ✓ Erprobte und fachgerechte Reinigung
- ✓ Auspumpen - ausräumen - zurückpumpen
- ✓ Zuverlässiges Equipment
- ✓ Geschultes Personal
- ✓ Alles aus einer Hand



Klaus

Klaus GmbH & Co. KG | Siemensstraße 17 | 88353 Kisslegg
Tel. 0 75 63-91 55 61 | E-Mail: m.klaus@klaus-kisslegg.de



Eisele

Qualität setzt sich durch!
Biogas: Wir kennen uns aus!

Tauchmotorrührwerke in gasdichter Ausführung mit/ohne Ex-Schutz
Vertikalpumpen
Tauchmotorpumpen
Rotationspumpen
Über-/Unterdrucksicherung

Franz Eisele u. Söhne GmbH u. Co. KG
Hauptstraße 2-4
D-72488 Sigmaringen-Laiz
Tel. +49 (0) 75 71/109-0
info@eisele.de
www.eisele.de

100.1

mieden werden können. Hierfür werden Haspelrührwerke mit unterschiedlicher Paddelgeometrie gefertigt.

In die Rührwelle eines Haspelrührwerks kann auch die Behälterheizung integriert werden. Dabei wird die innen hohle Rührwelle mit Heißwasser durchströmt und so das Gärmedium aufgeheizt. Im Fall von Störungen an der Hei-

zung ist dieses Einkreisheizsystem aber nicht unproblematisch. Leckt die Heizleitung in der Rührwelle, so muss der gesamte Behälter für die Wartung entleert werden. Mittlerweile werden Haspelrührwerke auch für herkömmliche Güllegrubenfermenter zur intensiven Durchmischung hochviskoser und faserreicher Gärgemische angeboten.

Zentralrührwerke: Dieser Rührwerkstyp (auch: Axialrührwerke) wird selten eingesetzt. Die langsam laufenden Aggregate können zur Durchmischung von hochviskosen Gärsuspensionen verwendet werden und wurden für den Einsatz in speziellen Hochbehältern nach dänischer Bauweise (Behälterdurchmesser \approx Behälterhöhe) entwickelt.

Aktivkohlefilter gegen Schwefelwasserstoff

Biogas enthält giftigen Schwefelwasserstoff, der Gasmotoren (BHKW) schädigt. Durch das Hindurchleiten des Biogases über eine spezielle Aktivkohle kann man den Schwefelwasserstoff entfernen und dadurch den Gasmotor schützen und so die Lebensdauer des Motors verlängern.

Der Schwefelwasserstoff wird von der Aktivkohle vollständig zurückgehalten (0 ppm H_2S), der Rest des Biogases, vorwiegend Methan und Kohlendioxid, geht durch die Aktivkohle hindurch. Die Aktivkohle entfernt selbst die aggressiven kurzzeitigen starken Spitzen in der H_2S -Konzentration, die meist nur die Betreiber bemerken, die sehr häufig eine automatische Gasanalyse durchführen.

Nach einer gewissen Zeit ist die Aktivkohle erschöpft und muss ausgetauscht werden. Die Standzeit der Aktivkohle hängt im Wesentlichen vom Gehalt an Schwefelwasserstoff im Biogas und dem Biogas-Volumenstrom ab. Die erschöpfte Aktivkohle ist reich an elementarem Schwefel.

Hintergrund

Der gasförmige Schwefelwasserstoff (H_2S) entsteht bei der Fermentation der Biomasse aus schwefelhaltigen Eiweißstoffen. Kommt der Schwefelwasserstoff in Kontakt mit Luft und Wasser, entstehen Schwefeldioxid (SO_2), Schwefel (S) und schweflige Säure (H_2SO_3). Kommt Schwefelwasserstoff bei Feuchtigkeit und Wärme mit Metallen in Kontakt, bilden sich Metallsulfide und -sulfate (Korrosion!). Frisches Motoröl kann die sauer wirkenden Schwefelverbindungen anfangs neutralisieren. Wenn später aber nicht rechtzeitig das Öl gewech-

selt wird, kommt es zur Versauerung des Motoröls und anschließend zu raschen Motorschäden. Entfernt man jedoch den Schwefelwasserstoff aus dem Biogas, verlängern sich die Ölwechselintervalle erheblich. Durch die Verbrennung von Schwefelwasserstoff im Motor entsteht im Abgas Schwefelsäure. Diese kann Abgas-Wärmetauscher aus Edelstahl korrodieren. Im Wärmetauscher kommt es dadurch zur Ablagerung von Eisen-Chrom-Nickel-Sulfat, das die Wärmetauscher verstopft.

Die Konzentration von H_2S wird meist in ppm (= parts per million = Teile auf eine Million Teile = ml/m^3) angegeben. Zur Umrechnung in mg/m^3 verwendet man überschlägig den Faktor 1,4; z.B. 1 000 ppm H_2S = 1.400 mg/m^3 H_2S .

Die Entfernung von Schwefelwasserstoff aus Biogas wird zukünftig eine noch größerer Rolle spielen. Die Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz und die Abgasreinigung mit Katalysatoren erfordern sehr niedrige Schwefelgehalte.

Für Neubauten und Umrüstung

Wie sich nun vielfach gezeigt hat, können andere Technologien zur Schwefelwasserstoff-Entfernung nach einigen Monaten Betriebsdauer versagen. Die H_2S -Gehalte im Biogas steigen an und gefährden die Gasmotoren durch Korrosion. Die Betreiber von Biogasanlagen müssen dann um ihre teuren Gas-

motoren fürchten, wenn der H_2S -Grenzwert des Motorenherstellers nicht mehr eingehalten werden kann. Aktivkohlefilter garantieren dauerhaft geringste H_2S -Gehalte, wenn die Aktivkohle rechtzeitig ausgetauscht wird. Die Erschöpfung der Aktivkohle stellt man durch langsam ansteigende H_2S -Gehalte im gereinigten Biogas mit Hilfe der oft vorhandenen Gasanalysegeräte fest. Es gibt aber auch geeignete Gasprüfröhrchen, mit denen man die H_2S -Gehalte im reinen Biogas regelmäßig kontrollieren kann. Nach dem beginnenden »Durchbrechen« des Schwefelwasserstoffes hat man genügend Zeit, die Aktivkohle im Filter auszutauschen. Meist hält die Aktivkohle mehrere Monate. Eine Aktivkohlefilteranlage ist dauerhaft betriebssicher und nahezu wartungsfrei.

In der Abgasleitung von BHKW gibt es einen Abgaswärmetauscher und immer öfters auch einen Katalysator zur Reinigung des Abgases. Wärmetauscher und Katalysator vertragen keine schwefelhaltigen Ablagerungen (z.B. Calciumsulfat). Die Aktivkohlefilter entfernen den Schwefel aus dem Biogas vor der Verbrennung im Motor. Das schwefelfreie Motorabgas kann dann mit einem Katalysator gereinigt werden und der Wärmetauscher wird nicht mit Ablagerungen verstopft.

Aktivkohlefilter ermöglichen den Einsatz von Abgas-Katalysatoren gegen Formaldehyd und somit eine um 1 ct/kWh höhere Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (ab 1.1.2009). hs



Zentralrührwerk in Gärbehältern nach dänischer Bauweise (Behälterhöhe ~ Behälterbreite).
Foto: LfL

Hydraulisches Rühren: Hydraulisches Rühren bezeichnet bei Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Bereich die Durchmischung der Gär suspension mittels Umpumpen des Gärbehälterinhalts. Diese Art der Rührtechnik findet insbesondere für Gär gemische mit einem eher niedrigen Trockensubstanzgehalt und in eher kleineren Gärbehältern (< 1 500 m³) Anwendung.

Hydraulische Rührsysteme kommen in der Regel dort zum Einsatz, wo mechanische Rührwerke keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefern und es wiederholt zu Problemen durch hartnäckige Schwimmschichten mit hochviskosen Zonen kommt.

Pneumatisches Rühren: Beim pneumatischen Rühren wird die Gär suspension durch das Einleiten bzw. Einpressen von Biogas in den unteren Bereich des Gärbehälters durchmischt. Die Durchmischung resultiert aus dem Verdrängungseffekt der aufsteigenden Gasblasen. Hierzu muss der hydrostatische Druck des Gärbehälterinhalts überwunden werden. Da hierfür entsprechend dimensionierte Pumpen und Gasleitungen installiert werden müssen und eine zufriedenstellende Wirkung nur bei relativ niedrigen TS-Gehalten im Gär gemisch gewährleistet werden kann, ist diese Technik in landwirtschaftlichen Biogasanlagen nur sehr sporadisch anzutreffen.

Rührzeiten: Ein effektiver Rührprozess hängt nicht nur von der richtigen Technik für das entsprechende Gärmedium, sondern auch von der optimalen Konstellation aus Rührdauer und Rührpausen ab. Wesentlichen Einfluss auf die Auslegung der Rührintervalle haben sowohl die Beschaffenheit des Gärmediums, als auch die eingesetzte Technik. Da jedes Gär gemisch andere Eigenschaften aufweist, können keine pauschalen Aussagen zu den Rührzeiten getroffen werden. Das Optimum muss anlagenspezifisch »durch Probieren« gefunden werden.

Oberstes Ziel bei der Ermittlung der geeigneten Rührintervalle muss stets sein, die Bildung einer Schwimmschicht zu vermeiden und das Gär gemisch zu homogenisieren. Gleichzeitig sollte der Stromverbrauch für das Rühren auf dem geringstmöglichen Niveau gehalten werden.

Hilfestellung zu Rührwerken

Der vorliegende Artikel kann selbstverständlich nicht den erfahrenen Planer bzw. Anlagenbauer ersetzen, der ein Rührwerk für einen gegebenen Gärbehälter auf Basis von Erfahrungswerten auswählt und dimensioniert.



EEG 2016

Die Pläne des Bundeswirtschaftsministeriums für eine Weiterentwicklung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) sorgen im Agrarressort für Unmut. Dort wird das vorgelegte Eckpunktepapier für ein »EEG 2016« als unzureichend kritisiert. Es sei unerlässlich, die Biomasse von Anfang an in das Gesetzgebungsverfahren für ein neues EEG einzubeziehen, heißt es in einer Stellungnahme des Bundeslandwirtschaftsministeriums.

AgE



20-kV Netzanbindungen und Trafostationen für Biogas- und PV-Anlagen.

ELEKTROANLAGEN
Harald Hager
08289 Schneeberg
Tel. 03772-28923

www.elektroanlagen-hager.de

BETON BETZ GmbH
74912 Kirchartd (Heilbronn)
www.beton-betz.de

Weihenstephanplatten
1,50 bis 4,00 m Höhe

Traunsteiner Platten
1,30 bis 4,00 m Höhe

Platten für Güllekanäle
0,60 bis 4,00 m Höhe

Spaltenböden
bis 4,00 m Länge

Zubehör, Montage
und vieles mehr

Wir beraten Sie gerne. Telefon: 07266/9145-0
E-Mail: info@beton-betz.de Telefax: 07266/9145-18