



Abb. 1a: Strömungstechnisch optimiertes Theta Rührerelement.



Abb. 1b: Flach angestelltes Rührerelement mit hoher Verzopfungseigung und verminderter Förderwirkung.

Rührend für die Umwelt

Prozesstechnische Auslegung von Rührwerken für Biogasfermenter – Teil 3: Strömungstechnisch optimierte Rührerelemente

Dipl.-Ing. J.-P. Lindner,
Stelzer Rührtechnik
International



Nach den beiden Folgen mit dem Inhalt "Rührwerksaufgaben und Rheologie" sowie „Materialeinzug und Verhinderung von Schwimmschichten“ in Biogasfermentern beschäftigt sich der 3. Teil des Artikels mit der Frage, wie man die Rührerelemente selbst so optimieren kann, dass diese strömungstechnisch optimal funktionieren, den mechanischen Belastungen stand halten und welche Rolle die richtige Materialauswahl spielt.

Je nach Hersteller werden voneinander erheblich abweichende Rührerelemententwicklungen eingesetzt, wobei es auch erhebliche Abweichungen im Prozessresultat gibt.

bilden können, die nicht nur die Strömung negativ beeinflussen, sondern auch zu erheblichen Unwuchten am Rührwerk mit mechanischen Schäden führen können.

Abbildung 1a zeigt ein strömungstechnisch und verzopfungsarm gestaltetes Rührerelement Theta – Rührer mit optimierter Distanz der Rührerflügel zur Rührerwelle und sauberer

Verschiedene Rührerelemente

Rührerelemente mit niedrigem Anstellwinkel und damit auch niedrigem Leistungsbeiwert weisen z.T. eine nicht ausreichende Axialströmung im Behälter auf. Material wird durch fehlenden Axialschub nicht ausreichend weit gefördert, Strömungsabrisse ergeben sich im Mischverhalten und Bodenströmungsgeschwindigkeiten reichen nicht aus zum Suspendieren.

Dazu hat ein Rührwerkshersteller seine Rührerelemente Typ Theta – Rührer strömungsmechanisch optimiert, um die Rotation in eine maximal axiale Geschwindigkeit überzuführen bei primären Förderbeiwerten $Nq > 0.7$.

Weiterhin sind die Rührerelemente so zu gestalten, dass diese möglichst verzopfungsarm sind, da sich ansonsten vor allem bei faserigem Produkt schnell große Agglomerate am Rührer

Abb. 2a: Korrodierte und gebrochene, verkleidete Stahlwelle nach geringer Einsatzzeit in einem Biogasfermenter.



Abb. 2b: An der Kupplung gebrochene Rührerwelle.





Abb. 3a+b: Schwingungsbrüche an Rührelementen durch Fehlkonstruktion.

Produktumströmung. Dazu im Vergleich Abbildung 1b ein Rührelement von Verschraubungen, Querstreben und Befestigung direkt an der Rührerwelle.

Mechanische Auslegung und Werkstoffe

Zur Minimierung von Investitionskosten werden Biogasrührwerke anstatt in Edelstahl tatsächlich von einigen Herstellern nur in Normalstahl gebaut, lackiertem Normalstahl, beschichtetem Stahl, plattierten Stahl oder niedrig legiertem Edelstahl ohne Beachtung von z.B. dem Chlorid- Ionenanteil im Produkt.

Dass es keinen Sauerstoff in einem Biogasfermenter gibt und damit keine Korrosion ist leider eine dramatische Unkenntnis. Es wird die sogenannte Biokorrosion vollkommen außer Betracht gelassen. Die Auswirkungen können bei Verwendung falscher Konstruktionswerkstoffe dramatisch sein bis hin zu Brüchen an Rührwellen und Rührelementen.

Da die Rührwerke im Prozess hohen und wechselnden Belastungen ausgesetzt sind, müssen diese auf Dauerstandsfestigkeit ausgelegt werden. Tatsächlich werden vielen Kunden aber Rührwellen und Rührelemente als Verschleißteile verkauft. Der eigentliche Grund für derart geringe Standzeiten liegt allerdings in Fehlkonstruktionen.

Wechselnde Belastungen führen zu Schwingungsbruch bei fehlerhafter Konstruktion. Abbildung 3 zeigt dazu ein Beispiel eines Rührflügels der direkt an die Nabe geschweißt und sogar mit zusätzlichen Versteifungsblechen versehen wurde. Durch Spannungsspitzen kam es hier schnell zu Brüchen.

Stelzer Rührtechnik hat in den letzten Jahren sowohl das Antriebs- und Servicekonzept seiner Biogasrührwerke der Typen SBR und SFR konstruktiv optimiert, sowie die Detailkonstruktion der eigentlichen Rührelemente so gestaltet, dass nach umfangreichen FEM Analysen Schwingungsbrüche bei fachgerechtem Betrieb ausgeschlossen werden können.

Modifiziertes Antriebs- und Servicekonzept

Durch das Entstehen von Methan ist der Antrieb grundsätzlich für Zone 1 auszulegen. Das bedingt druckfeste Ex- Motoren mit Frequenzumformer- Ansteuerung zur Prozessoptimierung.

Die Getriebe sind Industriegetriebe, die die erheblichen Biegemomente und Axialbelastungen auffangen müssen. Hierzu wird mit namhaften Herstellern in Deutschland und Europa zusammengearbeitet.

Da die Rührwerke auf Biogasanlagen im Freien aufgestellt werden, sind diese außen Korrosion ausgesetzt, vor allem in z.B. Asien kommt dann noch die Belastung durch Meeresklima dazu.

Stelzer hat dazu das Konzept der Antriebskupplung insofern geändert, dass im Gegensatz zu sonstigen Standardkonzepten am Markt der Antrieb nicht mit Hohlwellengetrieben, sondern mit Flachgetrieben und Zapfen ausgestattet werden.

Diese werden über eine eigens entwickelte Spezialkupplung mit der Rührerwelle verbunden,

Abb. 4: Biogasrührwerke der neuesten Generation mit modernem Service und Betriebskonzept während der Montage in Südost-Asien (total 12 Stück).



ohne den Einsatz von Hilfsmitteln wie Kränen für den Service einfach zur Seite geschwenkt, um Arbeiten z.B. an den Lagern der Rührwerkslaterne oder Wellendichtung etc. durchzuführen.

Die alten Ausführungen am Markt mit Hohlwellengetrieben haben den Nachteil, dass sich die Getriebe nach relativ kurzer Zeit gar nicht mehr von der Rührerwelle abziehen lassen, da die Hohlwelle des Getriebes selbst nicht in Edelstahl ausgeführt ist und rostet. Weiterhin muss jedes Mal bei derartigen Konstruktionen ein Kran an den Behälter gefahren werden, um die Antriebe – falls überhaupt möglich abziehen. Das kostet Ausfall von Betriebszeit und hohe Maintenance-Kosten.

Zusammenfassung

Rührtechnik in Biogasanlagen richtig gemacht erfordert umfangreiche Prozesskenntnisse und tiefes Verständnis für außergewöhnliches Fließverhalten von Slurries mit hohem TS- Gehalt auf organischer Basis. Ein Rührwerkshersteller hat sich in den letzten Jahren auf diese Prozesse spezialisiert und bietet Kunden im Bereich Faulturm-rührwerke, Biogasanlagen oder MBAs optimale verfahrenstechnische Lösungen für seine rührtechnischen Probleme an.

Der Autor

Dipl. -Ing. J.-P. Lindner,
Technischer Leiter / Leiter R&D,
Stelzer Rührtechnik International

alle Bilder © Stelzer Rührtechnik

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202001222>

Kontakt

Stelzer Rührtechnik International GmbH, Warburg
Sabrina Rechau · Tel.: +49 5641 90366
sabrina.rechau@utgmix.com · www.utgmix.com