



KREUZFAHRTSCHIFFE

# Reststoffpotenziale zur Biogaserzeugung schlummern im Rumpf

FOTO: AIDA CRUISES

**Kreuzfahrten haben sich zu einer der beliebtesten Urlaubsreisen weltweit entwickelt. 2016 werden laut Kreuzfahrtverband CLIA 24 Millionen Menschen auf eine Kreuzfahrt gehen, 2 Millionen mehr als im Jahr 2014. Die Abfall- und Abwasserentsorgung ist auf großen Schiffen eine komplexe Angelegenheit. Grund genug, um sich über die bioenergetischen Nutzungsoptionen Gedanken zu machen.**

Von Jessica Hudde, Maik Orth und Thilo Seibicke

**E**xperten prognostizieren dem Trend Urlaub auf dem Schiff weiteres Wachstum. Um die notwendigen Passagierkapazitäten bereitstellen zu können, werden 2017 27 neue Hochsee-, Fluss- und Spezialkreuzfahrtschiffe in Dienst gestellt. Die größten Schiffe bieten heute Platz für über 5.000 Passagiere. Daher werden sie häufig auch als schwimmende Kleinstädte bezeichnet.

Neben dem eigentlichen Schiffsbetrieb muss auch der Hotelbetrieb an Bord aufrechterhalten werden. Der Bedarf an Energie ist enorm, ebenso das Aufkommen an Abwasser und Abfall. Die Kreuzfahrtreederei AIDA CRUISES ist Marktführer in Deutschland und hat sich zum Ziel gesetzt, sein unternehmerisches Handeln so umweltverträglich wie möglich zu gestalten.

Besondere Herausforderungen dabei bestehen in der Entsorgung der Abwasser- und Abfallmengen. Zwar existieren praktikable Entsorgungsmöglichkeiten an Land und leistungsfähige Behandlungsanlagen an Bord, diese gelangen aufgrund steigender Umweltanforderungen aber allmählich an ihre Grenzen, sind aus energetischer Sicht zum Teil ineffizient und kostenintensiv. Das Interesse an alternativen Entsorgungsmöglichkeiten ist daher sehr groß.

Das Innovations- und Bildungszentrum Hohen Luckow e.V. (IBZ) ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung mit Arbeitsschwerpunkten in den Bereichen:

- ▶ maritime Technologien,
- ▶ nachwachsende Rohstoffe/Erneuerbare Energien
- ▶ und Nachhaltige Entwicklung.

Das IBZ beschäftigt sich seit Jahren intensiv mit der Produkt- und Verfahrensentwicklung sowie der Prozessoptimierung im Bereich der Biogaserzeugung. Ende 2012 hat das IBZ gemeinsam mit der Kreuzfahrtreederei AIDA CRUISES eine Studie erarbeitet, in der die Biomassepotenziale an Bord eines Kreuzfahrtschiffes aufgedeckt und deren Energiegehalte hinsichtlich einer möglichen Biogaserzeugung und -verwertung ermittelt wurden. Die Stoffeigenschaften der anfallenden Biomasse eignen sich hervorragend für den Biogasprozess. Die Trockensubstanzgehalte liegen mit bis zu 15 Prozent in einem optimalen Bereich für den Betrieb mesophiler Biogasreaktoren. Aufwendige Trocknungsverfahren, sprich Energiekosten, könnten eingespart werden.

Bei dem betrachteten Kreuzliner der AIDA-Flotte handelt es sich um ein Schiff der Sphinxklasse mit einer Kapazität von 2.500 Passagieren. Im Rahmen der Studie wurde das bestehende Entsorgungssystem des Schiffs analysiert, es wurden Proben unterschiedlicher biogener Materialien zu unterschiedlichen Aufbereitungsstufen entnommen und stofflich charakterisiert, Gasertragstests durchgeführt und Möglichkeiten zur Verwertung des Gases an Bord aufgezeigt.

### Herausforderungen der Entsorgung an Bord

Derzeit wird das an Bord anfallende Abwasser durch leistungsfähige Kläranlagen gereinigt, bevor das Permeat ins Meer geleitet und der Abwasserschlamm gemeinsam mit Speiseresten gesammelt, entwässert, getrocknet und verbrannt wird. In geschützten Fahrgebieten, wie zum Beispiel der Ostsee, ist das Betreiben entsprechender Verbrennungsanlagen mittlerweile verboten. Der sogenannte Dried Biosludge muss in dem Fall gelagert und landseitig abgegeben werden.

Die zur Lagerung notwendige Trocknung an Bord bedingt einen sehr hohen Energiebedarf und führt zu Geruchsemissionen. Aufgrund der Abfallkategorisierung gemäß VO (EG) Nr. 1069/2009, in der Abfälle hinsichtlich ihres Risikos für die Gesundheit von Mensch und Tier eingestuft werden, handelt es sich bei Küchenabfällen aus internationalem Verkehr um Material der Kategorie 1, die bedenklichste Form mit besonders hohen Entsorgungsanforderungen.

Grundsätzlich können diese Abfälle an Land nicht energetisch genutzt und müssen in einer genehmigten Anlage verbrannt werden. Alternative Verarbeitungsmethoden sind in der Durchführungsverordnung (EG) Nr. 142/2011 verankert. Hier ist auch ein gesondertes Biogasverfahren aufgeführt, das aus energieeffizienter Sicht mit vorgeschalteter Drucksterilisation und Hydrolyse allerdings negativ eingeschätzt wird. Die

Entsorgung der Abfälle mit besonderer Abfallkategorie lassen sich die zuständigen Entsorger teuer bezahlen. Daher werden Speisereste vorzugsweise durch die Reedereien im Meer entsorgt. Nach MARPOL ANNEX V (Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe) ist das immer noch erlaubt.

Das Einleiten des Abwassers in die Ostsee wird künftig stark eingeschränkt. Der Meeresumweltausschuss der internationalen Schifffahrtsorganisation IMO (International Maritime Organisation) hat Anfang des Jahres neue Regularien zum Einleiten von Schiffsabwasser beschlossen. Die neuen Prüfvorschriften für Abwasseraufbereitungsanlagen [MEPC.227(64)] enthalten zur Reduzierung der Nährstoffeinträge in die Ostsee erstmals verbindliche Einleitgrenzwerte für Phosphor und Nitrat. Hinsichtlich der Einhaltung dieser Grenzwerte gelangen an Bord installierte Abwasseranlagen überwiegend an ihre Grenzen. Alternativ können Passagierschiffe ihr Abwasser künftig auch an speziellen Auffangeinrichtungen der Häfen entsorgen. Allerdings sind in vielen Häfen aufgrund der Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen Abwassermengen noch gar keine entsprechenden Einrichtungen geschaffen. Das Interesse an alternativen Behandlungsmöglichkeiten an Bord und Entsorgungsmöglichkeiten an Land seitens der Reedereien ist daher sehr groß. ▶



Fachverband  
Biogas e.V.



# Norand

## INDUSTRIESERVICE GmbH LÖBNITZ - LEUNA

- Behälterreinigung mittels Saugbagger
- Behälterentleerung durch Ausbaggern
- Molchung von Gasleitungen  
(Entleerung / Reinigung / Trocknung / Entfernung von Kondensat)



SICHERHEITS  
ZERTIFIKAT  
KONTRAKTOREN



Delitzscher Str. 27, 04509 Löbnitz, Tel. 03 42 08 / 72 134  
www.norand-industrieservice.de

## Ergebnisse

Während der Untersuchungen wurden folgende Materialströme beprobt:

- ▶ Schwarzwasser frisch aus dem Schwarzwassertank
- ▶ Grauwasser frisch aus dem Grauwassertank
- ▶ Speisereste zerkleinert aus der Vakuumunit
- ▶ Dried BioSludge als Gemisch aus Abwasserschlämme und Speiseresten
- ▶ Frittenfette
- ▶ Flotatfette aus dem Fettabscheider

Für alle Fraktionen wurde der Gasertrag im Batch-Maßstab nach VDI 4630 bestimmt. Die höchsten Gaserträge wurden mit den Fettfraktionen, dem BioSludge und den Speiseresten erzielt. Die Gaserträge aus dem Grau- und Schwarzwasser sind eher gering, allerdings fallen diese Stoffe in sehr großen Mengen an. Hinsichtlich des limitierten Platzbedarfes an Bord macht die Vergärung der frischen Abwasserfraktionen daher keinen Sinn, da große Lagerkapazitäten und Fermenter notwendig wären.

Die Behandlungsanlagen an Bord scheiden die Feststoffe der Abwasserfraktion mit zunehmendem Reinigungsgrad aber immer weiter ab, sodass die feste energiereiche Fraktion im Abwasserschlammtank wiederzufinden ist. Abwasserschlämme und Speisereste werden entwässert und zum BioSludge gemischt. Da die Speisereste auch einzeln beprobt wurden, ist vergleichend festzustellen, dass aus dem gesamten abgepressten Abwasserschlämme in etwa die gleiche Energiemenge erzeugt wird wie mit Speiseresten.

Daher sollte das Abwasserpotenzial unbedingt mit genutzt werden. Im Vergleich zu landwirtschaftlichen Biogasanlagen ist die zu erzielende Leistung mit einer mittleren Anlagenleistung zu vergleichen. Hinsichtlich des Energiebedarfes eines Kreuzfahrtschiffes macht diese Leistung aber nur einen sehr geringen Anteil aus. Daher ist die Reederei auch nicht unbedingt an der Energieerzeugung interessiert, sondern vielmehr an alternativen Entsorgungsmöglichkeiten unter Einhaltung der geforderten Umweltauflagen sowie an der Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems und Kosteneinsparungen.

Durch den Wegfall der notwendigen Trocknung und durch die Einsparung der Entsorgungskosten könnten auf nur einem Schiff etwa 160.000 Euro je Jahr eingespart werden. Die Leistungsseite könnte durch die Verwertung des erzeugten Biogases etwa um weitere 190.000 Euro je Jahr erhöht werden, wobei hier die Substitution von MDO (Marine Diesel Oil) als Kraftstoff durch Biogas zugrunde gelegt wurde. Die Nutzungsmöglichkeiten von Biogas an Bord der Schiffe sind sehr vielfältig. Sinnvoll wäre beispielsweise die Nutzung als thermische oder elektrische Hilfsenergie während der Hafenziegezeiten zur Reduktion gasförmiger Schiffsemissionen in den Häfen.

Auch die fortschreitenden LNG-Technologien in der Schifffahrt bieten Nutzungsmöglichkeiten. Um aber möglichst wenig Technologien an Bord zu installieren, die durch Fachpersonal aufwendig betreut und gewartet werden müssen, bevorzugt die Reederei eher die Abgabe der Abfälle an Land. Die Leistung einer Landanlage könnte in dem Fall sogar durch Abfälle anderer Schiffe ergänzt werden. Allein auf der Ostsee finden jedes Jahr etwa 350 Kreuzfahrten statt. Die Auswirkungen auf Kostenersparnisse, der Beitrag zu einer regenerativen Energieerzeugung und die positiven ökologischen Effekte wären beachtlich.

## Ausblick

Aufgrund der Vielfalt der Ideen zur Umsetzung einer maritimen Biogasanlage hat das IBZ Hohen Luckow e.V. das Netzwerk „Biogas Maritim“ gegründet. Hier arbeiten derzeit zwölf Unternehmen aus den Bereichen Energie und Umwelt gemeinsam an technischen Lösungen zur Nutzung der Abwasser- und Abfallpotenziale aus dem maritimen Sektor. Dabei werden sie von unterschiedlichen korrespondierenden Einrichtungen wie dem Fachverband Biogas, der Hafentwicklungsgesellschaft Rostock oder wissenschaftlichen Einrichtungen wie der FH Stralsund und der Universität Rostock unterstützt.

Die größten Hürden bei der Umsetzung der Ideen sehen die Unternehmen in den rechtlichen Anforderungen, insbesondere den eingeschränkten Möglichkeiten aufgrund der Abfallkategorisierung bei landseitiger Nutzung, aber auch in den Umweltauflagen des Anlagenbetriebs an Bord.

Daneben müssen strenge Sicherheitsvorschriften an Bord und Möglichkeiten der weitestgehend autarken Betriebsweise auf See berücksichtigt werden.

Die Technologieentwicklungen müssen zudem im Einklang mit den Bedürfnissen und Anforderungen der Reederein und Werften sowie den betreffenden Häfen stattfinden. Das Netzwerk arbeitet eng mit dem Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern als zulassende Behörde zusammen und hat beispielsweise eine gemeinsame Strategie für die landseitige anaerobe Verwertung unter Einhaltung der rechtlichen Abfalleinordnung nach EU-Recht erarbeitet. Ziel ist die Aufnahme des Verfahrens als alternative Verarbeitungsmethode in die VO (EG) Nr. 142/2011, um die Genehmigung eines energieeffizienten Verfahrens EU-weit zu vereinheitlichen und zu vereinfachen. Dazu ist Anfang Dezember 2016 das Projekt „Waste and Sludge to Energy (WAS2E)“ für eine Laufzeit von zwei Jahren gestartet.

Darüber hinaus arbeiten die Netzwerkpartner an einer Vielzahl anderer Vorhaben zusammen, zum Beispiel an der Entwicklung einer Abwasserbehandlungsanlage an Bord, gekoppelt mit einer Anaerobstufe, die neben dem Abwasserschlämme und organisch belastetem Abwasser auch Speisereste vergären soll. In einem EU-Projekt im Rahmen der EU-Strategy for the Baltic Sea Region werden die Technologien in die Ostseeanrainerstaaten übertragen. ◀

*Das Netzwerk wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert und ist offen für weitere kompetente Netzwerkpartner, die ihre Leistungen zugunsten der Netzwerkziele einbringen können.*

### Ansprechpartner

#### Jessica Hudde

IBZ Hohen Luckow e.V.

#### Maik Orth

IBZ Hohen Luckow e.V.

#### Thilo Seibicke

Carnival Maritime GmbH

Netzwerk Biogas Maritim

Bützower Str. 1a

18239 Hohen Luckow

Tel. 0 38 29/57 41 24

E-Mail: jessica.hudde@ibz-hl.de

www.biogas-maritim.ibz-hl.de