

Charakterisierung von Schlämmen aus rezirkulierenden Fischzuchtanlagen im Hinblick auf deren Vergärungs- und Co-Vergärungseigenschaften

Marcel Görmer

Motivation und Zielsetzung

Mit einer Produktionsmenge von mehr als 70 Mio. t/a und jährlichen Zuwachsraten von über 6% ist die Aquakultur gegenwärtig die am stärksten wachsende Nahrungsmittelbranche. Nahezu die gesamte aquakulturelle Produktion findet noch immer in überholten konventionellen Anlagen mit hohen Wasseraustauschraten, mangelnder oder gänzlich fehlender Abwasserreinigung sowie einem signifikanten Flächenbedarf statt. Daher besteht die dringende Notwendigkeit zur Modernisierung der Zuchtssysteme im Sinne der Nachhaltigkeit. Die Umrüstung auf Technologien mit Wasserkreislaufführung (engl. Recirculating Aquaculture Systems (kurz: RAS), siehe Abb. 1) gilt hierbei als besonders vielversprechend, da diese einen effizienten Umgang mit den natürlichen Ressourcen ermöglichen. Einer weitreichenden praktischen Implementierung derartiger Anlagen stehen bisher jedoch deren hohe Investitions- und Betriebskosten sowie das Fehlen eines geeigneten Entsorgungskonzeptes für die anfallenden, organikreichen Schlämme entgegen.

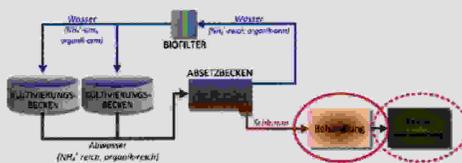


Abb. 1: Prinzip eines Aquakultursystems mit Wasserkreislaufführung (engl. Recirculating Aquaculture System, RAS) und Untersuchungsschwerpunkt der Arbeit

Forschungen zur anaeroben Verwertung von Aquakulturschlämmen sind noch immer rar. Gerade hier ergibt sich allerdings ein interessantes Potential: Die Entwicklung eines effizienten Behandlungskonzeptes könnte zu einer Senkung der laufenden Kosten von RAS beitragen und dadurch die breite Markteinführung erleichtern. Diese Vision im Blick, wurden folgende Schwerpunkte im Rahmen der Masterthesis bearbeitet:

- Kondensierung bisheriger Versuchsergebnisse und Ableitung von Schlüsselerkenntnissen für den praktischen Betrieb,
- erstmalige Analyse eines Schlamms einer Biofloc-basierten RAS-Pilotanlage hinsichtlich dessen Eigenschaften und Eignung zur Vergärbarkeit,
- Durchführung von Co-Vergärungstests zur Untersuchung des Potentials der Prozessstabilisierung und Erhöhung des Gasertrags durch Zugabe eines Substrates mit geeigneten physikochemischen Eigenschaften (Maniok).

Material und Methoden

Neben der Bestimmung der relevanten physikochemischen Materialparameter (Organoleptik, Wassergehalt, oTS, mTS, C:N, pH) wurden Gasertragstests auf Basis der VDI 4630 im Labormaßstab durchgeführt. In Vorversuchen wurde zunächst das optimale Substrat:Impfzuschlamm-Verhältnis (S:I) ermittelt. Auf dieser Grundlage wurden im Hauptversuch folgende Szenarien getestet:

- die Monovergärung des Schlamms mit und ohne Nährstoffzugabe,
- die Monovergärung von Maniok sowie
- die Co-Vergärung des Schlamms mit Maniok in verschiedenen Verhältnissen (80:20, 60:40, 40:60, 20:80 / oTS_{Schlamm}:oTS_{Maniok}).

Alle Proben wurden über eine Versuchsdauer von 31 Tagen bei 37°C inkubiert. Die ermittelten Gassummenkurven und die Anwendung kinetischer Modelle ermöglichten im Anschluss eine Bestimmung wesentlicher Parameter zur Charakterisierung des Schlamms sowie einen Vergleich der Co-Vergärungsansätze hinsichtlich des maximalen Gasertrags, der Umsatzgeschwindigkeit und des Prozessverlaufs (siehe Abb. 2).

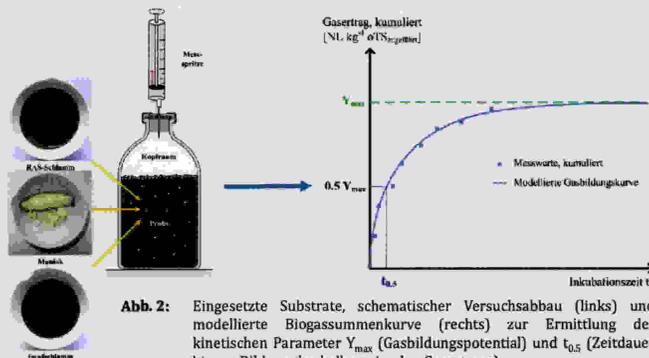


Abb. 2: Eingesetzte Substrate, schematischer Versuchsabbau (links) und modellierte Biogassummenkurve (rechts) zur Ermittlung der kinetischen Parameter Y_{max} (Gasbildungspotential) und $t_{0,5}$ (Zeitdauer bis zur Bildung des halbmaximalen Gasertrags)

Ergebnisse

- Grundsätzlich lässt sich durch eine anaerobe Behandlung von RAS-Schlamm **Biogas gewinnen und nutzbar machen**, mit ca. **118 NL kg⁻¹ oTS** zugeführt reiht sich der untersuchte Schlamm hinsichtlich des Gaspotentials jedoch am **unteren Ende der Skala geeigneter Substrate** zur Biogasgewinnung ein.
- Der Abbau des Schlamms erfolgt **zweistufig** (siehe Abb. 3), was sich auf zwei verschieden stabilisierte Organik-Pools oder eine Prozesshemmung zurückführen lässt.
- Die Monovergärung ist **nährstofflimitiert** (Ansätze mit Nährstoff-Zugabe zeigten einen um ca. 24% gesteigerten max. Gasertrag und einen um ca. 21% höheren oTS-Abbaugrad).
- Durch die Zugabe eines C-reichen, lipidarmen Co-Substrates – selbst in geringen Mengen – lässt sich der **Gärprozess stabilisieren** (siehe Abb. 4). Wesentliche Ursache ist ein ausgeglicheneres C:N-Verhältnis des Substrat-Gemischs.

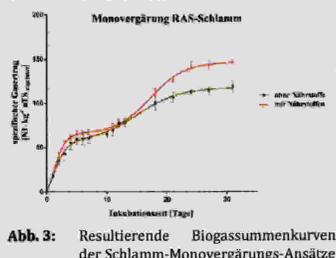


Abb. 3: Resultierende Biogassummenkurven der Schlamm-Monovergärungs-Ansätze

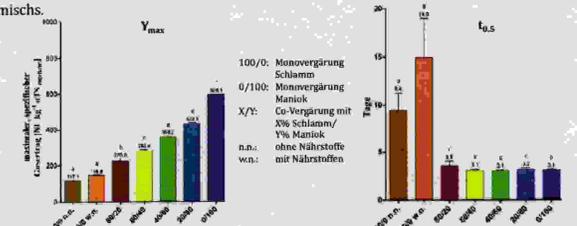


Abb. 4: Vergleich der maximalen Gaserträge Y_{max} (links) und Umsatzdauer $t_{0,5}$ (rechts) der getesteten Mono- und Co-Vergärungs-Ansätze

Fazit und Ausblick

Es kann festgehalten werden, dass die Vergärung die wohl effizienteste Methode zur Behandlung organischer Reststoffe aus kreislaufbetriebenen Fischzuchtanlagen darstellt. Bereits heute lassen sich durch den Einsatz der Vergärungstechnologie **Energieüberschüsse** erzielen, die sich zur anteiligen Kompensierung des **hohen Energiebedarfs von RAS** – noch dazu durch den erneuerbaren Energieträger Biogas – vor Ort nutzen lassen. Dadurch kann die Anaerobtechnik zukünftig einen **deutlichen Beitrag zur Modernisierung** des Aquakulturssektors im Speziellen und zur **Nachhaltigkeit der Nahrungsmittelherzeugung** im Allgemeinen leisten.

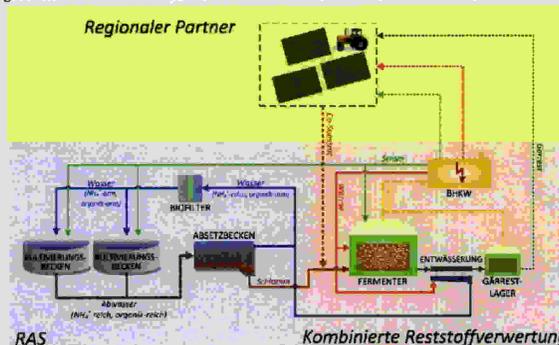


Abb. 5: Möglichkeit zur praktischen Implementierung der Anaerobtechnik zur Behandlung von RAS-Schlamm

Zur Steigerung der Gasausbeute und Gewährleistung eines stabilen Prozesses scheint die **Zugabe von Co-Substraten besonders bedeutsam**. Weitere Vorteile der kombinierten Verwertung (siehe Abb. 5) ergeben sich aus der **Teilung von Investitionskosten** und der Möglichkeit zur **regionalen Gärrest-Verwertung**. Dadurch wäre die Implementierung der Vergärungstechnik auch für kleinere RAS-Anlagen prinzipiell denkbar.

Informationen zur Masterthesis:

Originaltitel:
Characterization of sludge from recirculating aquaculture systems for anaerobic digestion and co-digestion through biochemical methane potential assay

Betreuer:
Prof. Dr.-Ing. Eckhard Kraft
(Bauhaus-Universität Weimar, Professur Biotechnologie in der Ressourcenwirtschaft)
Dr. Soravit Pongwongsook (Chulalongkorn University Bangkok, BIOTEC)
Dipl.-Ing. Laura Weitzke (Bauhaus-Universität Weimar)

Kontakt:

Marcel Görmer,
M.Sc. Umweltingenieurwissenschaften
Landwehrstr. 29
64293 Darmstadt
Tel.: (+49) 157 870 13531
E-Mail: marcel.gormer@gmx.de

