

**Fortschritt bei der Aufbereitung und
Nutzung von Gülle und Gärprodukten /
Progress in the treatment and application
of manure and digestate products**

Abstractsheft / Abstracts booklet

Fortschritt bei der Aufbereitung und Nutzung von Gülle- und Gärprodukten /
Progress in the treatment and application of manure and digestate products
Abstractsheft / Abstracts booklet

Oktober 16. & 17. 2018
October 16th & 17th 2018
Schwäbisch Hall, Deutschland

herausgegeben von:
Fördergesellschaft für nachhaltige Biogas- und Bioenergienutzung (FnBB e.V.)

Edited by:
German Society for Sustainable Biogas and Bioenergy Utilisation (GERBIO)

Die in den Beiträgen dieses Tagungsbandes dargestellten Ideen, Meinungen und Informationen sind die der Autoren der einzelnen Beiträge. Die Herausgeber tragen keine Verantwortung für die Rechtmäßigkeit der Informationen über Produkte und Dienstleistungen, die in den Beiträgen aufgeführt werden. Die Nennung einer Dienstleistung oder eines Produktes in einem Vortrag bedeutet weder eine positive noch eine negative Bewertung durch die Herausgeber.

The ideas, opinions and information provided in the abstracts of this book are those of the original authors of the abstracts. The editors bear no responsibility regarding the validity of information on commercial products and services presented in this book. A reference to a commercial product / service does not imply any positive or negative disposition of the editors towards it.

© FnBB e.V., Kirchberg an der Jagst, Oktober 2018
German Biogas and Bioenergy Society (GERBIO), October 2018

Federführende Organisation / Leading Organisation:

IBBK Fachgruppe Biogas GmbH
Am Feuersee 6, 74592 Kirchberg an der Jagst, Germany
Tel.: 0049 / (0) 7954 926203, Fax: 0049 / (0) 7954 926204
www.biogas-zentrum.de , info@biogas-zentrum.de

Mitveranstalter / Co-organisers:

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
BioPro Baden-Württemberg

Kooperationspartner / In cooperation with:

Fördergesellschaft für nachhaltige Biogas- und Bioenergienutzung (FnBB e.V.)
Universität Hohenheim
University of Science and Technology Beijing
No Agro Waste Project (NoAW)
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

Mit finanzieller Unterstützung / With financial support of the:

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
BioPro Baden-Württemberg

Sponsoren / Sponsors:

Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall



VP – Hobe BV





Progress Manure & Digestate 2018 / Fortschritt Gülle & Gärrest 2018

Program / Programm

Tuesday / Dienstag
16.10.2018

08:15 - 09:15 Registration / Anmeldung

WELCOME / BEGRÜßUNG (Moderation: Michael KÖTTNER)

- 09:15 - 09:40 Welcome and short introduction of IBBK Fachgruppe Biogas, Michael KÖTTNER, BIOPRO, Dr. Barbara JONISCHKEIT and Jutta NIEMANN MdL, Landtagsfraktion Bündnis 90 / Die Grünen
- 09:40 - 10:05 Status and perspectives of the European biogas & biomethane sectors: the benefiting contributions to reaching EU targets / [Status und Perspektiven der europäischen Biogas- und Biomethanbranche: die positiven Beiträge zur Erreichung der EU-Ziele](#), Harm GROBRÜGGE, European Biogas Association (DE)
- 10:05 - 10:30 State of the art in the biogas sector / [Stand der Technik im Biogassektor](#), Dr.-Ing. Jan LIEBETRAU, Head of the Biochemical Conversion Division, Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ)

10:30 - 11:00 Coffee break / Pause

STATE OF ART / STAND DER TECHNIK (Moderation: Dr. Jan LIEBETRAU)

- 11:00 - 11:25 10 years of operating experience with the treatment of digestate using the MPS process / [10 Jahre Betriebserfahrung mit der Aufbereitung von Gärresten mittels MPS Verfahren](#), Nils POLNIK
- 11:25 - 11:50 Nitrogen removal and hygienisation of agricultural fertilizer with the aid of quicklime / [Stickstoffentfrachtung und Hygienisierung von Wirtschaftsdünger mit Hilfe von Branntkalk](#), Daniel BAUMKÖTTER (DE)
- 11:50 - 12:15 Manure treatment with the Membrane Filtration System MemFis / [Gülleaufbereitung mit dem Membran-Filtrationssystem MemFis](#), Matthias RABENER (EN)
- 12:15 - 12:40 EU Fertilizer Regulation / [EU-Düngemittelverordnung](#), Ramona FRUHNER-WEIß (EN)

12:40 - 13:40 Lunch / Mittagessen

RESULTS FROM PRACTICAL EXPERIENCE / ERBEGNISSE AUS PRAXISERFAHRUNG (Moderation: Prof. Urs BAIER)

- 13:40 - 14:05 Vapogant - digestate evaporator / [Vapogant - Gärrestverdampfung](#), Clemens MAIER (DE)
- 14:05 - 14:30 Evaluation of liquid digestate for organic cultivation of field vegetables / [Beurteilung von flüssigem Gärgut als Dünger im Bio Gemüsebau im Feld](#), Dr. Jacques FUCHS (DE)
- 14:30 - 14:55 Next-generation digestate treatment / [Gärproduktaufbereitung der nächsten Generation](#), Stephan KÜHNE, agriKomp GmbH (DE)
- 14:55 - 15:20 Life Optimal 2012 and Biogas Wipptal experience - case history presentation / [Life Optimal 2012 und Biogas Wipptal Erlebnisse - Erfahrungsbericht](#), Walter HUBER (DE)

15:20 - 15:50 Coffee break /Pause

BIOECONOMY / BIOÖKONOMIE (Moderation: Alexander MÖNDEL)

- 15:50 - 16:15 Regional nutrient management with fermentation residue processing for the dissolution of nutrient surpluses in animal husbandry regions / [Regionales Nährstoffmanagement mit Gärrestverarbeitungsverfahren zur Auflösung der Nährstoffüberhänge in Tierhaltungsregionen](#), Helmut DÖHLER
- 16:15 - 16:40 SEQUESTA - Innovative fermentation residue evaporation process for nutrient recovery and posttreatment / [SEQUESTA - Innovatives Gärrest-Eindampfungsverfahren zur Nährstoffrückgewinnung und Nachbehandlung](#), Christopher SPEIER (EN)

INNOVATIONS, OUTLOOK / INNOVATIONEN, BLICK IN DIE ZUKUNFT (Moderation: Ursula ROTH)

- 16:40 - 17:10 Optimization of digestate treatment with membranes / [Optimierung der Gärrest-Vollaufbereitung durch Membranverfahren](#), Prof. Dr.-Ing. Sandra ROSENBERGER (DE)
- 17:10 - 17:35 Innovative processes for the treatment of manure and digestate - First practical experience and outlook / [Innovative Verfahren zur Aufbereitung von Gülle und Gärrest -Erste Praxiserfahrungen und Ausblick](#), Dr. Christian BÖSE (DE)
- 17:35 - 18:00 Vacuum evaporation as system provider for flexible biogas plants / [Vakuumverdampfung als Sytemdienstleister für flexible Biogasanlagen](#), Florian CORDES (EN)

18:00 End of the first day / Ende des ersten Tages

Program subject to change

Wednesday / Mittwoch

17.10.2018

ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY ASPECTS / UMWELT- UND NACHHALTIGKEITSASPEKTE (Moderation: Michael KÖTTNER)

- 09:00 - 09:25 Greenhouse gas emissions and costs of digestate processing / [Treibhausgasemissionen und Kosten der Gärrestaufbereitung](#), Ursula ROTH (DE)
- 09:25 - 09:50 Water protection and special rules for biogas plants under German law / [Gewässerschutz und besondere Anforderungen an Biogasanlagen in der AwSV](#), Anja BARTSCH (DE)
- 09:50 - 10:15 Heavy metals in organic wastes in Switzerland and their effect on digestate quality / [Schwermetallkonzentrationen in Grüngut und ihre Auswirkungen auf die Gärgutqualität](#), Prof. Dr. Urs BAIER (DE)
- 10:15 - 10:40 Manure Use in Japan, a Questionnaire Based Estimation / [Gülleverwertung in Japan, eine Umfrage-basierte Kalkulation](#), Shin-Ichiro MISHIMA (EN)
- 10:40 - 11:10 Coffee break / Pause

BUSINESS FORUM / FIRMENFORUM (Moderation: Dr. Simón González Martínez)

- 11:10 - 11:20 OB Impianti - designer and manufacturer of simple, compact, reliable Plug & Play Plants for water and wastewater treatment / [OB Impianti - Entwickler und Hersteller von einfachen, kompakten und zuverlässigen Plug & Play Anlagen für die Wasser- und Abwasseraufbereitung](#), Dr. Elena BONADEI (EN)
- 11:20 - 11:30 Presentation Kumac manure and digestate treatment / [Vorstellung Kumac Gülle- und Gärrestaufbereitung](#), Jens FLERLAGE (DE)
- 11:30 - 11:40 Gas analysis systems for process control and optimization / [Gasanalyseysteme zur Prozessüberwachung und -optimierung](#), Philipp RÖHRER (DE)
- 11:40 - 11:45 Discussion / Diskussion
- 11:45 - 11:55 Concentration of nutrients from digestate with vacuum evaporation and belt dryer / [Konzentration von Nährstoffen aus Gärprodukt durch Vakuumverdampfung mit Bandrockner und Pelletierung](#), Andreas FERCH (DE)
- 11:55 - 12:05 Compact belt drying plants - The solution for storage and nutrient problems / [Kompakte Bandrocknungsanlagen - Die Lösung für die Lager- und Nährstoffproblematik](#), Hans ALT (DE)
- 12:05 - 12:15 Drying technology by Fliegl - The RondoDry / [Trocknungstechnologie von Fliegl - Der RondoDry](#), Karl-Heinz LUTZ (DE)
- 12:15 - 12:20 Discussion / Diskussion
- 12:20 - 12:30 Biogas storage / [Biogasspeicher](#), Johannes FISCHER (DE)
- 12:30 - 12:40 Tlow process psychrophilic mono-fermentation of poultry manure / [Tlow psychrophile Monovergärung von Geflügelmist](#), Alfons HIMMELSTOSS (DE)
- 12:40 - 12:45 Discussion / Diskussion
- 12:45 - 13:45 Lunch / Mittagessen

ENVIRONMENT & SUSTAINABILITY ASPECTS / UMWELT- & NACHHALTIGKEITSASPEKTE (Moderation: Dr. Brigitte KEMPTER-REGEL)

- 13:45 - 14:10 The fertilizing potential of separated biogas digestates in annual and perennial biomass production systems / [Das Düngepotenzial getrennter Biogasgärreste in einjährigen und mehrjährigen Systemen zur Biomasseproduktion](#), Andrea EHMANN (EN)
- 14:10 - 14:35 A commercial acidification method to fertilize with sulphate while reducing animal slurry ammonia emission. Compliance with EU directives on ammonia emission / [Ein kommerzielles Versauerungsverfahren zur Düngung mit Sulfat bei gleichzeitiger Reduzierung des Ammoniakausstoßes von Tiermist. Einhaltung der EU-Richtlinien zu Ammoniakemissionen](#), Morten TOFT (EN)
- 14:35 - 15:00 Interest and acceptance of the manure acidification process in the stable - results of an online survey / [Interesse und Akzeptanz des Verfahrens der Gülleansäuerung im Stall - Ergebnisse einer Onlineumfrage](#), Susanne HÖCHERL (DE)
- 15:00 - 15:25 Studies on the influence of moulded feedstocks on the biogas process and the mycotoxicological status of digestates / [Einfluss verpilzter Einsatzstoffe auf den Biogasprozess und die hygienischen Eigenschaften von Gärresten](#), Mathias HARTEL (DE)

15:25 - 15:45 POSTER EXHIBITION / POSTERAUSSTELLUNG

15:45 - 16:15 Coffee break / Pause

INNOVATIONS, OUTLOOK / INNOVATIONEN, BLICK IN DIE ZUKUNFT (Moderation: Mark PATERSON)

- 16:15 - 16:40 Poultry profit®: biomas upgrading / [Poultry profit®: Biomasseaufbereitung](#), Benjamin FRANKE (DE)
- 16:40 - 17:05 Barriers to a cross-border market for organic fertilisers / [Hemmnisse eines grenzüberschreitenden Marktes für organische Düngeprodukte](#), Katharina LAUB (DE)
- 17:05 - 17:30 Effect of Actipost® treatment in an agricultural biogas plant in France / [Wirkung der Actipost®-Behandlung in einer landwirtschaftlichen Biogasanlage in Frankreich](#), Guillaume SALOME (EN)
- 17:30 End of the second day / Ende des zweiten Tages

Co-organisers / Mitveranstalter



Sponsors / Sponsoren



BÄUERLICHE
ERZEUGERGEMEINSCHAFT
SCHWÄBISCH HALL



INHALTSVERZEICHNIS / TABLE OF CONTENTS

Präsentationen / Presentations _____	1
10 Jahre Betriebserfahrung mit der Aufbereitung von Gärresten mittels MPS Verfahren ____	2
<i>Ulrich Brüß</i>	
Stickstoffentfrachtung und Hygienisierung von Wirtschaftsdünger mit Hilfe von Branntkalk _	4
<i>Daniel Baumkötter M.Eng., Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter, Dr.-Ing. Elmar Brüggling</i>	
Gülleaufbereitung mit dem Membran-Filtrationssystem MemFis _____	6
<i>Matthias Rabener</i>	
EU Fertiliser Regulation _____	8
<i>Ramona Fruhner-Weiß</i>	
Die Innovation Gärrestverdampfung "Vapogant" - anhand der Praxisanlage der NATURA GmbH&Co.KG in Herrieden _____	10
<i>Clemens Maier</i>	
Beurteilung von flüssigem Gärgut als Dünger im bio Gemüsebau im Feld _____	12
<i>Dr. Jacques G. Fuchs, Samuel Hauenstein, Martin Koller</i>	
Gärproduktaufbereitung der nächsten Generation _____	13
<i>Dipl. Ing. Agr. Stephan Kühne</i>	
Life Optimal 2012 and Biogas Wipptal experience - case history presentation _____	15
<i>Dr. Walter Huber</i>	
Regionales Nährstoffmanagement mit Gärrestverarbeitungsverfahren zur Auflösung der Nährstoffüberhänge in Tierhaltungsregionen _____	17
<i>Dipl.-Ing.agr. Helmut Döhler</i>	
SEQUESTA - Innovatives Gärrest-Eindampfungsverfahren zur Nährstoffrückgewinnung und Nachbehandlung _____	18
<i>Dr. P. Stopp, C. Speier, M. Martsch, PD Dr. D. Weichgrebe, Prof. Dr. S. Köster</i>	
Optimierung der Gärrest-Vollaufbereitung durch Membranverfahren _____	20
<i>Prof. Dr.-Ing. Sandra Rosenberger, Tobias Gienau M.Sc.</i>	
Innovative Verfahren zur Aufbereitung von Gülle und Gärrest –Erste Praxiserfahrungen und Ausblick _____	22
<i>Dr. Christian Böse</i>	
Vakuumverdampfung als Systemdienstleister für flexible Biogasanlagen _____	24
<i>Florian Cordes Dipl.-Ing.(FH)</i>	
Greenhouse gas emissions and costs of digestate processing _____	26
<i>Ursula Roth, Sebastian Wulf, Maximilian Fechter, Johannes Dahlin</i>	
Gewässerschutz und besondere Anforderungen an Biogasanlagen in der AwSV _____	28
<i>Anja Bartsch</i>	
Schwermetallkonzentrationen in Grüngut und ihre Auswirkungen auf die Gärgutqualität ____	30
<i>Prof. Dr. Urs Baier, Dr. Konrad Schleiss</i>	
Manure Use in Japan, a Questionnaire Based Estimation _____	32

<i>Dr. Shin-ichiro Mishima, Dr. Sadao Eguchi, Dr. Yasuhito Shirato</i>	
The fertilising potential of separated biogas digestates in annual and perennial biomass production systems _____	33
<i>Andrea Ehmann, Dr. Ulrich Thumm, Prof. Dr. Iris Lewandowski</i>	
A commercial acidification method to fertilize with sulphate while reducing animal slurry ammonia emission. Compliance with EU directives on ammonia emission _____	35
<i>Morten Toft</i>	
Interesse und Akzeptanz des Verfahrens der Gülleansäuerung im Stall – Ergebnisse einer Onlineumfrage _____	37
<i>M. Sc. Susanne Höcherl, Dr. Fabian Lichti</i>	
Einfluss verpilzter Einsatzstoffe auf den Biogasprozess und die hygienischen Eigenschaften von Gärresten _____	39
<i>Dipl. Ing. Mathias Hartel</i>	
Poultry profit®: Verfahren zur Aufwertung ammoniumreicher Reststoffe _____	40
<i>Herr Benjamin Franke, Herr Werner Schemmann</i>	
Hemmnisse eines grenzüberschreitenden Marktes für organische Düngeprodukte _____	43
<i>Katharina Laub, Dipl. Wirtschaftsingenieur, Renata Sultanbaeva, MSc</i>	
Effect of Actipost® treatment in an agricultural biogas plant in France _____	45
<i>Guillaume Salome, Anca Lucia Laza Knoerr</i>	
Poster _____	46
Mest op Maat – Nachhaltiger Dünger nach Maß _____	47
<i>Daniel Baumkötter M.Eng, Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter, Dr.-Ing. Elmar Brüggling</i>	
Development of a novel vacuum evaporator for liquid digestate _____	49
<i>Marek Vondra, Vít zslav Máša, Michal Touš, Eva Kone ná</i>	
The effect of slurry treated by biological additives (Actiglen® and Actipost®) for production of biogas based on the maize silage at laboratory batch biological tests _____	50
<i>Guillaume Salome, Anca Lucia Laza Knoerr</i>	
Experience of process optimization of a rural biogas plant using a mobile pilot scale system _____	51
<i>Medina Berbic, M.Sc., Oliver Höcker, M.Sc., Prof. Dr. Christian Neusüß, Prof. Dr.-Ing Electrical Engineering Martina Hofmann</i>	
Bestimmung des Restgaspotenzials zur Beurteilung von Methanemissionen aus Gärgut _	53
<i>Prof. Dr. Urs Baier, Dr. Hajo Nägele, Florian Rüsck</i>	
Monovergärung von Maissilage: Einfluss von Rindergülle als Cosubstrat _____	56
<i>Dr. Brigitte Kempter-Regel, Nadja Präg, Tobias Zerrer, Dr. Kai Sohn, Dr. Christian Grumaz</i>	
Biogas process stability when producing digestate for fertilizing purposes _____	58
<i>Ievgeniia Morozova, M. Sc., Dr. sc. Agr. Andreas Lemmer</i>	
OB-Slurless 100 _____	60
<i>Dr. Eng. Elena Bonadei</i>	
Optimierung einer Feinseparation für die Aufbereitung von Rindergülle und Gärresten - OptiSep _____	62
<i>Lukas Wettwer, B.Eng., Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter, Dr.-Ing. Elmar Brüggling</i>	

Large scale eco-innovation to advance circular economy and mineral recovery from organic waste in Europe: H2020 Systemic _____ 64

Marieke Verbeke, Ir Msc, Emilie Snauwaert, Ir Msc, Dr. O. F. Schoumans, Dr. Inge Regelink, Prof. Dr.Ir. Erik Meers, Ludwig Hermann, Annabelle Williams

Second-generation fertilizers and carbonaceous materials via Hydrothermal Carbonization (HTC) of biogas digestate _____ 67

Becker, Gero C., Wüst, D., Rodriguez Correa, C., Zhao, X., Kruse, A.

Macronutrients mass balances during digestate deployment for microalgae cultivation and biogas upgrading _____ 68

Mariana Franco-Morgado, PhD, Armando González-Sánchez, PhD

PRÄSENTATIONEN / PRESENTATIONS

10 JAHRE BETRIEBSERFAHRUNG MIT DER AUFBEREITUNG VON GÄRRESTEN MITTELS MPS VERFAHREN

Ulrich Brüß

Geschäftsführer A3 Water Solutions GmbH, Boschstr. 2; 48369 Saerbeck, +49-257488758211, ulrich-bruess@a3-gmbh.com

Keywords: Gärrest, Gülle, Membrantechnik, Betriebserfahrung, MPS-Verfahren

ABSTRACT

Die Aufbereitung von Gülle und Gärresten rückt in Europa aber auch in Deutschland verstärkt in den Fokus der Biogasanlagenbetreiber und der Landwirtschaft. Hintergrund des Interesses ist dabei das Überangebot an Gülle, Gärresten in den Regionen mit hohen Viehbestandsdichten. Die bis heute übliche Praxis der landwirtschaftlichen Ausbringung auf Agrarflächen ist nur noch begrenzt anwendbar, da die rechtlichen Rahmenbedingungen in den letzten Jahren stark verschärft wurden und die Ausbringung mittlerweile stark reglementiert ist. Der Abtransport der Überschüsse aus den Erzeugerregionen in die landwirtschaftlichen Anbauggebiete führt zu einer starken Zunahme des LKW Transportverkehrs sowie zu unwirtschaftlichen Transport und Ausbringkosten.

Das Multi Phase Separation (MPS) Verfahren löst diese Problematik indem es die in der Gülle und dem Gärrest enthaltenen Pflanzennährstoffe soweit aufkonzentriert das transportwürdige Düngestoffe entstehen und der Transport minimiert wird. Das anfallende Wasser ist so sauber, dass es ortsnah eingeleitet oder wiederverwendet werden kann.

Diese Situation ist in der Schweiz aufgrund der spezifischen geografischen und rechtlichen Bedingungen bereits seit langem Realität. Bereits im Jahr 2007 wurde daher mit dem Bau der SFPI (Swiss Farmer Power Inwil) Biogasanlage inklusive einer Vollaufbereitung der anfallenden Gärreste begonnen. Seit 2008 ist die Anlage im Betrieb. In der Biogasanlage werden jährlich ca. 60.000 t Gartenabfälle, Essensreste, Industrieabfälle aus der Lebensmittelproduktion und landwirtschaftlichen Abgänge wie Gülle und Mist jährlich in einer Trocken- und einer Nassfermentationslinie verarbeitet. Die jährlich produzierten 2,5 Mio m³ Biogas werden ins örtliche Gasnetz eingespeist.

Die Aufbereitung der Gärreste erfolgt nach dem MPS Verfahren. Dazu erfolgt zunächst eine Fest Flüssig Separation mittels Siebpressen, anschließend eine Ultrafiltration mit keramischen Filtrationsmembranen und abschließend eine mehrstufige Umkehrosiose um eine hohe Ausbeute und hohe Ablaufwasser Qualität zu gewährleisten.

Die Produkte des Behandlungsverfahrens sind fester organischer Dünger sowie ein NK-Düngekonzentrat die beide landwirtschaftlich verwertet werden. Das gereinigte Ablaufwasser wird derzeit noch an die benachbarte kommunale Kläranlage abgegeben. Diese Art der Ableitung war aufgrund der fehlenden Erfahrung mit dem Verfahren zum Zeitpunkt der Anlagengenehmigung behördlicherseits zwingend vorgegeben.

Mittlerweile liegen 10 Jahren Anlagenbetrieb hinter uns und dies gibt uns die Möglichkeit über die Erfahrungen mit dem Verfahren zu berichten. Im Einzelnen wir auf die nachfolgenden Bereiche eingegangen:

-Ablaufwasser Qualität

10 Jahre Betriebserfahrung mit der Aufbereitung von Gärresten mittels MPS Verfahren

- Qualität der weiteren Abprodukte
- Massenbilanzen
- Betriebsstabilität
- Energieverbräuche
- Standzeiten der eingesetzten Aggregate, Werkstoffe und Membranen
- Allgemeine Erfahrungen aus Betrieb und Wartung

STICKSTOFFENTFRACHTUNG UND HYGIENISIERUNG VON WIRTSCHAFTSDÜNGER MIT HILFE VON BRANNTKALK

Daniel Baumkötter M.Eng.¹, Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter², Dr.-Ing. Elmar Brüggling³

¹FH Münster, Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt, Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt, 02551/962422, baumkoetter@fh-muenster.de

²FH Münster, Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt, Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt, 02551/962725, wetter@fh-muenster.de

³FH Münster, Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt, Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt, 02551/962420, bruegging@fh-muenster.de

Keywords: Geflügelmist, Ammoniakentfernung, Branntkalk, Hygienisierung

ABSTRACT

Einleitung

Im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes „Entwicklung einer Anlage zur Hygienisierung und Trocknung von schlammartigen Biomassen mit Hilfe von Branntkalk“ unterstützte die FH Münster die Fa. Thiel bei der Entwicklung einer technischen Anlage, in der mit Hilfe von Branntkalk Stickstoff aus Wirtschaftsdünger in Form von Ammoniak gezielt entfernt wird. Zur Ausschleusung des enthaltenen Ammonium-Stickstoffs als Ammoniak wird die Temperaturerhöhung aus der Reaktion von Branntkalk mit dem Wasseranteil aus dem Substrat und die Anhebung des pH-Wertes im Material genutzt. Durch die Freisetzung in Form von Ammoniak besteht die Möglichkeit einer gezielten Abtrennung des Ammoniumstickstoffs und die Produktion eines handelsfähigen Mineraldüngers in Form von Ammoniumsulfat mit Hilfe eines Schwefelsäurewäschers. Bei einer Anpassung der Prozessführung besteht zudem die Möglichkeit zur Hygienisierung. Zudem reduziert sich für eine mögliche anschließende Trocknung die benötigte thermische Energie.

Insbesondere bei ammoniumreichen Reststoffen wird damit eine aufgewertete, weiter nutzbare Biomasse gewonnen. Aufgrund der hemmenden Wirkung von Ammoniak auf den Biogasprozess, waren bisher größere Mengen solcher Reststoffe nicht zu vergären. Somit ist es erstmals möglich, ammoniumreiche Reststoffe wie zum Beispiel Geflügelmist, nach einer entsprechenden Aufbereitung nun auch im großen Maßstab in Biogasanlagen energetisch zu verwerten.

Ergebnisse

Für die Entwicklung des Verfahrens wurden im Labor verschiedene Biomassen und deren Reaktion mit Branntkalk untersucht. Ergänzt wurden diese Untersuchungen um Versuche an einem halbtechnischen Aufbau mit Umsatzmengen von etwa 300 kg Biomasse und am Ende an einer Anlage im großtechnischen Maßstab mit Umsatzmengen von etwa 500 kg Biomasse pro Charge (Abbildung 1). Dabei wurden vor allem die Erwärmung des Materials und die Freisetzung des enthaltenen Ammonium-Stickstoffs in Form von Ammoniak untersucht. Ergänzt wurden die Untersuchungen mit Betrachtungen zu Stromverbrauch und Biogaspotenzial.

Wesentliche Herausforderung bei der Entwicklung und Konstruktion einer technischen Anlage stellte die richtige Zusammensetzung und Dimensionierung der Misch- und Fördertechnik für einen zuverlässigen Betrieb dar. Die einzelnen Anlagenkomponenten sind zwar erprobt und vielfach eingesetzt, jedoch noch nie in dieser Zusammenstellung in Kombination mit verschiedenen schlammartigen Biomassen.



Abbildung 1: Großtechnische Versuchsanlage / Hähnchenmist unbehandelt (links) und nach der Konditionierung mit Branntkalk (rechts)

Es zeigte sich, dass die freigesetzte Menge an Ammoniak im Wesentlichen vom Substrat, der zugegebenen Menge Branntkalk und von der Verweilzeit abhängt. So konnten Ammoniumreduktionen von bis zu 70 % bei Hühnertrockenkot und Putenmist unter Zugabe von 8 % Branntkalk erzielt werden. Dabei erhitze sich der Hühnertrockenkot innerhalb von weniger als 5 Minuten auf über 80 °C.

Um die Verwertbarkeit der so veredelten Biomassen als Biogassubstrat zu untersuchen, wurde das Biogaspotenzial in Eudiometer-Versuchsständen bestimmt. Dabei zeigten sich bei kurzen Verweilzeiten (15 Minuten) keine Unterschiede zwischen unbehandeltem und mit Branntkalk versetztem Geflügelmist. Lediglich bei längeren Verweilzeiten (60 Minuten) wurden in Abhängigkeit vom Substrat geringere Biogaspotenziale ermittelt.

Vorteile des Verfahrens

In diesem Verfahren wird der stickstoffreiche Reststoff direkt an Ammonium entfrachtet. Dabei geschieht dies ohne Verflüssigung und vor Einbringung in den Biogasfermenter. Zudem besteht bei dem entwickelten Anlagenkonzept die Option der Hygienisierung des Feststoffs, die bei idealer Betriebsweise ohne zusätzliche Beheizung auskommt. Ein weiterer Vorteil der Anlage ist der flexible Einsatz. Die Anlage kann sowohl am Standort des Reststoffanfalls, als auch am Standort der Verwertung aufgebaut werden. Durch den modularen Aufbau ist darüber hinaus zukünftig neben dem stationären auch ein mobiler Einsatz der Anlage vorstellbar.

Fazit und Ausblick

Es wurde eine Anlagentechnik entwickelt, mit der marktfähige und hygienisch einwandfreie Düngemittel aus schlammartigen Biomassen produziert werden können. Durch die Erhöhung der Transportwürdigkeit und der Produktion eines Mineraldüngerersatzes kann damit auch eine Nährstoffsänke für die Region gebildet werden. Zusätzlich können mit Hilfe dieses Verfahrens ammoniakreiche Reststoffe, wie zum Beispiel Geflügelmist, nun auch in größeren Mengen in Biogasanlagen energetisch verwertet werden.

Im nächsten Schritt gilt es nun, die erfolgreiche Kooperation weiter zu führen und die entwickelte Anlage zu optimieren, um die Effizienz bei der Ammoniakentfernung bzw. Hygienisierung von verschiedenen Stoffen zu steigern und die wirtschaftlichen Risiken zu senken.

GÜLLEAUFBEREITUNG MIT DEM MEMBRAN-FILTRATIONSSYSTEM MEMFIS

Matthias Rabener

BD BlueSystems GmbH & Co. KG, Postfach 1163, 49360 Vechta, Tel.: 04447/801-4766, e-mail: mrabener@bdbluesystems.de

Keywords: Membranfiltration, Gülleaufbereitung, MemFis

ABSTRACT

Big Dutchman, Weltmarktführer für Fütterungsanlagen und Stalleinrichtungen für die moderne Haltung von Schweinen und Geflügel, entwickelt seit über zehn Jahren eine Vollaufbereitung für Schweinegülle. Bereits seit 2012 wird auch eine Pilotanlage mit einer Kapazität von etwa 7.000 t/a betrieben. Der Anlass zum Start des Projektes war schon damals der steigende Druck zur effizienteren Nutzung der Gülle und die wachsenden Kosten zur Verbringung der Gülle. Bei Start des Projektes war kein passendes und marktreifes System verfügbar und man entschloss sich eine eigene Entwicklung zu beginnen und in der BD BlueSystems GmbH zu bündeln.

Es sollte eine dezentrale Anlage für Schweinemastbetriebe und Ferkelerzeuger entwickelt werden. Dadurch war es klar, dass die Anlage selbst vollautomatisch laufen muss um den Tagesablauf der Tierhaltung nicht zu stören. Eine Nutzung einer externen Wärmequelle wie die Abwärme eines BHKW konnte nicht vorausgesetzt werden. Zudem sollte die gesamte Anlage für den internationalen Vertrieb auch in einigen Seecontainern Platz finden. Die Güllemenge sollte mindestens auf die Hälfte reduziert und die beiden Hauptnährstoffe Stickstoff und Phosphor in verschiedenen Fraktionen anfallen um eine bedarfsgerechte Düngung zu ermöglichen. Aufgrund dieser Vorgaben entschied man sich für ein dreistufiges Trennsystem mit Separation / Ultrafiltration / Umkehrosmose.

Erste Stufe: es zeigte sich während der Entwicklungsphase, dass die Separation ganz entscheidend für ein gut funktionierendes Gesamtsystem ist. Nach einigen Test mit verschiedenen Gülleseparatoren und anderer Siebtechnik betreiben wir nun eine speziell umgebaute Schneckenpresse in Verbindung mit einem Polyelektrolyt zur Flockung. Die geschlossene Schneckenpresse passt gut zu unserer Anlagengröße, benötigt deutlich weniger als 1 kW elektrischer Leistung, ist wartungsarm und robust. Wir verzichten gänzlich auf die Dosierung von Metallsalzen. Nach der Schneckenpresse durchläuft das Zentrat noch eine kleine Sedimentation zur Abscheidung von möglicherweise abrasiven mineralischen Partikeln.

Zweite Stufe: die zweite Stufe besteht aus einer Anzahl von Ultrafiltrationsmodulen. Die Module sind eine eigene Entwicklung. Im Inneren der Module befindet sich ein Paket aus Polyethersulphon-Membranen. Das Membranpaket wird von unten nach oben durchströmt. Zusätzlich zu der Überströmung durch eine Pumpe nutzen wir eine Oszillation des Membranpaketes. Dazu wird der äußere Rahmen des Moduls durch einen Unwuchtmotor angeregt. Durch ein genau abgestimmtes Schwingungssystem schwingt aber nur das innere Paket, welches durch Spiralfedern in dem Rahmen aufgehängt ist. Dadurch erreichen wir ohne großen Energieeintrag eine zusätzliche Relativbewegung zwischen der zur filternden Flüssigkeit und der Membranoberfläche. Diese wirkt sich entscheidend auf die Leistung aus und erlaubt längere Intervalle zwischen den Spülzyklen.

Dritte Stufe: das nun partikelfreie Filtrat der Ultrafiltration wird in einer klassischen dreistufigen Umkehrosmose weiter aufbereitet. Je nach Anforderung und Verwendung des Permeats (Vorfluter, Bewässerung, Brauchwasser) werden noch weitere einfache Prozessschritte nachgeschaltet (CO₂-Abtrennung, Kationentauscher, Entsäuerungsfilter).

Mit unserer Anlage trennen wir die Gülle in vier verschiedene Fraktionen auf. Die erste Stufe trennt einen Feststoff ab, die anderen beiden Stufen produzieren jeweils ein flüssiges Konzentrat und als Ablauf der Umkehrosmose verbleibt der größte Anteil als Wasser. Die Massenanteile der Fraktionen hängen stark von der behandelten Gülle ab. Mit einer typischen Sauengülle erreichen wir bis zu 70% Wasser während mit Mastschweingülle nur etwa 50% erreicht wird. Der Feststoff enthält bis zu 70-85% des Phosphates, etwa 30-40% des Stickstoffs sowie den Großteil der organischen Trockensubstanz der Gülle und fällt mit einer Restfeuchte von 70% an. Der Feststoff eignet sich damit zur energetischen Nutzung als Input für Biogasanlagen in nährstoffunterversorgten Regionen. Wegen des Energie- und Nährstoffgehaltes lohnt sich auch ein längerer Transport. Das Konzentrat der Ultrafiltration hat einen Trockensubstanzanteil von 2-3% und enthält alle Feinpartikel. Diese Fraktion hat eine ähnliche Nährstoffzusammensetzung wie Gülle und sollte möglichst lokal als Wirtschaftsdünger verbleiben. Für das Konzentrat der Umkehrosmose haben wir bisher noch keine zufriedenstellende Lösung gefunden. Das aus unserer Sicht hochwertige Produkt fällt immer mit einer gleichbleibenden Qualität an und enthält ca. 10 kg/t Ammonium, 9 kg/t Kali und 4 kg/t Schwefel. Wegen des geringen Phosphatgehalts von weniger als 0,5 kg/t und dem hohen Ammoniumgehalt würde es sich perfekt für die Frühjahrsdüngung auf phosphatübertersorgten Flächen eignen. Eine Ausbringung über einen Gülleverteiler oder eine Feldspritze ist möglich. Ebenso interessant könnte eine weitere thermische Aufbereitung dieses Konzentrates zu höher konzentriertem Düngerkonzentrat sein. Diese Aufbereitung kann aus wirtschaftlichen Gründen allerdings nicht Bestandteil unserer vergleichsweise kleinen Anlage sein.

Nach über 10 Jahren Entwicklung und 5 Jahren Erfahrung mit einer Pilotanlage gehen wir nun mit der ersten Anlage auf den Markt. Die praxisnahe Entwicklung an der Pilotanlage ist so gut wie abgeschlossen. Wir projektieren z.Zt. eine Anlage für etwa 15-20.000 t/a im Oldenburger Münsterland und wollen noch 2018 mit dem Bau beginnen. Diese Anlagengröße reicht zur Behandlung der Gülle von etwa 10.000 Mastplätzen oder einem Betrieb mit 2.500 Sauen. Für eine solche Anlagengröße kann man mit Kosten von 10-12 €/t rechnen. Darin enthalten sind die Kapitalkosten, alle Betriebsmittel, die elektrische Energie, eigene Wartung, ein umfangreicher Wartungsvertrag sowie alle Ersatz- und Verschleißteile. Bisher können wir MemFis nur für Schweinegülle anbieten. Für andere Gülle und Gärsubstrate reichen unsere Betriebserfahrungen noch nicht aus.

Für unsere Kunden bedeutet MemFis in erster Linie eine Standortsicherung. Sie machen sich damit weitgehend unabhängig von den schwankenden Gülleentsorgungskosten und können damit langfristig ihre Kosten kalkulieren. Im Gegensatz zu Großanlagen kann MemFis auch bei Ausbruch von Tierseuchen weiter betrieben werden, da durch die Reduzierung der flüssigen Fraktionen bestehender Lagerraum deutlich länger ausreicht und kein regelmäßiger Transport von und zu der Anlage erfolgen muss. Die Reduktion der Güllemenge, die energetische und nährstoffliche Nutzung der Feststoffe in Biogasanlagen sowie eine bedarfsgerechte Düngung mit dem Konzentrat der Umkehrosmose, kann einen deutlichen Beitrag zur effizienteren Nutzung von Gülle leisten. Mittelfristig gehen wir daher von einer steigenden Nachfrage für solche Anlagen aus.

EU FERTILISER REGULATION

Ramona Fruhner-Weiß

Angerbrunnenstraße 12, 85356 Freising, +49 (0)8161 98 46 820, ramona.weiss@biogas.org

Keywords: EU Fertiliser Regulation, Düngemittel, Europäische Düngemittelverordnung

ABSTRACT

Im Sommer 2016 hat die Europäische Kommission den Entwurf für die Europäische Düngemittelverordnung vorgelegt. Damit sollen vor allem einheitliche Standards für Düngemittel innerhalb der EU geschaffen, die Vermarktung von Gärprodukten verbessert und unterschiedliche nationale Kriterien harmonisiert werden.

Innerhalb der letzten zwei Jahre wurden diverse Stellungnahmen von Fachgremien eingeholt, die derzeit in einem Trilog zwischen Europäischer Kommission, Parlament und Rat diskutiert werden. Dabei geht es hauptsächlich um Anforderungen für Düngemittel. Die Festlegung des Geltungsbereichs, aber auch zulässige Grenzwerte für Inhaltsstoffe wird teilweise noch kontrovers zwischen den drei Stakeholdern diskutiert und Fachgremien versuchen noch ihren Einfluss in letzter Instanz geltend zu machen.

In einem ca. 25-30 minütigen Vortrag sollen Ziele, Inhalt und der aktuelle Stand der Europäischen Düngemittelverordnung erläutert werden.

Im Rahmen des freien Handelsverkehrs innerhalb Europa dürfen Düngemittel, die in einem Land zugelassen sind, auch in jedem anderen Land in Verkehr gebracht werden. Das führt zu großen Ungleichheiten in Bezug auf Herkunft und Inhalt des Produkts. Diese Tatsache wurde erkannt, es sollen bald EU-weit einheitlich angepasste Anforderungen für Düngemittel gelten. Die Vermarktung soll mit einer EU-zertifizierten Kennzeichnung verbessert werden und auch organische Düngemittel wie Kompost und Gärprodukte sollen in den Geltungsbereich fallen.

Nach der neu entstehenden Europäischen Düngemittelverordnung müssen Düngeprodukte mit CE-Kennzeichnung spezielle Anforderungen erfüllen und entsprechend gekennzeichnet werden, um auf dem Markt EU-weit in Verkehr gebracht werden zu dürfen.

Im Anhang der Europäischen Düngemittelverordnung werden sieben Produktfunktionskategorien beschrieben, denen Düngeprodukte mit CE-Kennzeichnung zugeordnet sind. Gülle als tierisches Nebenprodukt ist nach Kapitel 1 Artikel 1 vom Geltungsbereich der Europäischen Düngemittelverordnung ausgeschlossen, d.h. diese kann nicht über Landesgrenzen hinaus vermarktet werden.

Gärprodukte fallen zumeist in die Kategorie 1 der Düngemittel und Kategorie 5 der Bodenverbesserungsmittel. Ein Düngeprodukt mit CE-Kennzeichnung darf nur aus Komponentenmaterialien bestehen, welche die Anforderungen an mindestens eine der 11 Komponentenmaterialkategorien erfüllt.

Während feste Gärprodukte bei Nichterfüllung der Nährstoffgehalte für die Kategorie der organischen festen Düngemittel auch in die Kategorie Bodenverbesserer fallen können (sofern sie den Trockenmassegehalt erfüllen), wird es für flüssige Gärprodukte problematisch.

	DM	N _{total}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Org. C
	% FM	% FM	% FM	% FM	% FM
Lower range	2.6	0.28	0.08	0.14	1.38
Medium	4.9	0.53	0.17	0.25	3.07
Upper range	14.7	0.76	0.42	0.67	7.27

Abb 1: Typische Standardwerte für flüssige organische Gärprodukte

Diese erfüllen wegen ihres hohen Wassergehalts die Nährstoffmindestgehalte oft nicht (s. Abb.2).

Damit ist das Ende der Abfalleigenschaft hin zum Produktstatus für flüssige Gärprodukte ohne Nachbereitung nicht gewährleistet. Gerade deshalb werden Aufbereitungsmethoden wie z.B. die Separation, Pelletierung, Kompostierung, Trocknung oder flüssige Aufwertung für Gärprodukte in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen.

Aktuell finden Trilog-Gespräche zwischen Europäischer Kommission, Parlament und Rat statt. Innerhalb der Produktfunktionskategorien als auch Komponentenmaterialkategorien gibt es noch einige Diskussionspunkte, was die Grenzwerte für Nährstoffe und Schadstoffe angeht.

PFC1(A)(II) – Requirements Organic fertiliser liquid

	COM	EP	Council
Criteria	PFC 1 (A)(II)	PFC 1 (A)(II)	PFC 1 (A)(II)
Dry matter	< 40 %	Dito COM	New definition
Corg	≥ 5 %	≥ 5 %	≥ 5 %
Nitrogen (N)	≥ 2 %*	≥ 1 %	≥ 2 %*
Phosphorus (P ₂ O ₅)	≥ 1 %*	≥ 2%	≥ 1 %*
Potassium (K ₂ O)	≥ 2%*	≥ 1%	≥ 2 %*
SUM (NPK)		≥ 6,5 %	≥ 1 % N, 1 % P ₂ O ₅ , 1 % K ₂ O Sum ≥ 3 %
All values based on fresh matter			
* As a minimum one of the three nutrient contents have to be reached			

Source: ECN

Abb 2: Diskussionsbedarf über die Nährstoffgehalte für organische Flüssiggärprodukte

DIE INNOVATION GÄRRESTVERDAMPFUNG "VAPOGANT" - ANHAND DER PRAXISANLAGE DER NATURA GMBH&CO.KG IN HERRIEDEN

Clemens Maier

Biogastechnik Süd GmbH, Am Schäferhof 2, DE-88316 Isny im Allgäu, Tel.:
+49(0)7562/97085-40, E-Mail:c.maier@biogastechnik-sued.de

Keywords: Gärrestaufbereitung/-eindampfung mit anschließender Granulierung und ASL Bildung

ABSTRACT

Die Präsentation der Biogastechnik Süd ist über die im Jahre 2015 eingeführte Gärrestverdampfung „Vapogant“. Die Anlage bereitet Gärreste der Biogasanlage soweit auf, dass ein nutzfähiger konzentrierter Dünger entsteht. Dies geschieht durch die Vakuumverdampfung, welche mit der Abwärme des BHKWs dem Gärrest den Wasseranteil entzieht.

Der Vapogant nutzt die Abwärme des BHKW's und macht die sonst oft ungenutzte Restwärme KWK- fähig, sofern die Biogasanlage bis 2012 in Betrieb gegangen ist. Die Wärme kann zudem auch zur Beheizung der Fermenter ausgekoppelt werden und anschließend wieder dem Vapoganten zugeführt werden. Somit findet eine Wärmerückgewinnung statt bei welcher die Wärme mehrfach genutzt wird. Der zweite Verdampfer wird mit dem warmen Dampf des ersten Verdampfers aufgeheizt. Das Substrat wird im Gegenstrom gefahren. Der heiße Dampf wird über den Brüdenwäscher geleitet und mit Schwefelsäure gestrippt, sodass hier als Endprodukt eine konzentrierte Ammoniumsulfatlösung entsteht. Weiterhin entsteht ein Dickschlamm welcher wieder aufs Feld ausgebracht werden kann, mit erhöhter Nährstoffdichte und Einsparungen bei Transport und Ausbringung aufgrund der Reduzierung der Gärrestmenge um bis zu 70%, wodurch wiederum Gärrestlagerkapazität eingespart werden kann. Der Gärrest kann auf bis zu 14% TS eingedickt werden. Das entstehende Wasser wird entweder über den Kühlturm verdunstet oder vernebelt. Eine Direkteinleitung in den Vorfluter ist unter bestimmten Umständen und Einhalten der wasserrechtlichen Vorschriften möglich.

Ein weiterer Vorteil des Systems ist, dass es 100% geschlossen ist und somit keine Emissionen aufweist in Form von Gerüchen, Abgasen oder Feinstaub.

Bei der Verdampfung der Natura GmbH & Co. KG in Herrieden handelt es sich um eine mehrstufige Gärrestaufbereitung (siehe Abb.1).

Zwei zweistufige Vapoganten werden parallel mit dem separierten, flüssigen Gärrest beschickt und danach durch eine weitere einstufige Anlage gefahren. Hiermit ergibt sich sozusagen ein dreistufiger Verfahrensprozess.

Anschließend wird ein Teil des Feststoffes, welcher nach der Separation entsteht, zusammen mit dem eingedickten Gärrest einem Bandrockner zugeführt, welcher den Gärrest weiter zu Granulat trocknet.

Eine Besonderheit dieser Anlage ist mit Sicherheit auch, abgesehen von dem mehrstufigen Aufbau und der großen zur Verfügung stehenden Wärmemenge, dass in Stufe 3 die komplette Wärme rückgewonnen wird. Dies geschieht indem bei der Verdampfung der heiße Dampf ausgekoppelt wird und auf entsprechendem Temperaturniveau dieser anschließend zu einer Hälfte für den Bandrockner und zur anderen Hälfte für die Fermenterheizung genutzt wird.

Die Innovation Gärrestverdampfung "Vapogant" - anhand der Praxisanlage der NATURA GmbH&Co.KG in Herrieden

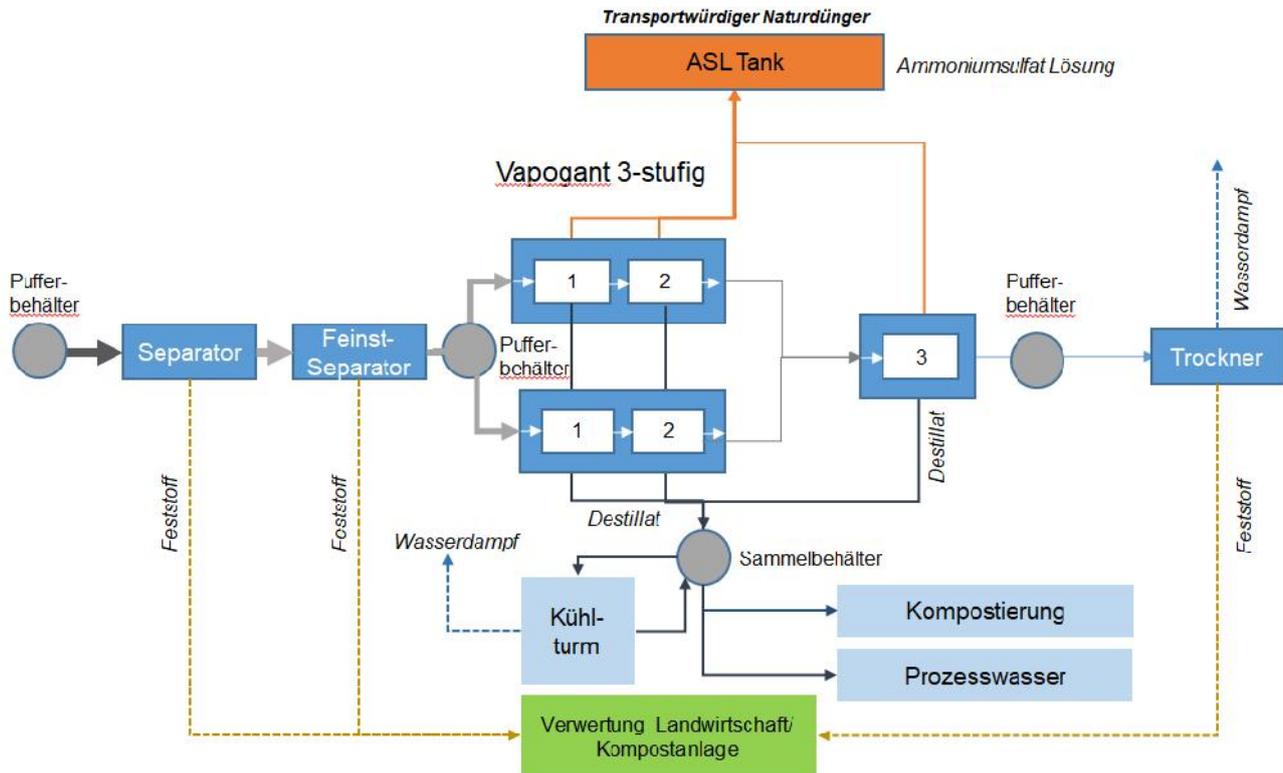


Abb. 1: Verfahrensschema der Gärrestverdampfung Vapogant der Natura GmbH & Co. KG

BEURTEILUNG VON FLÜSSIGEM GÄRGUT ALS DÜNGER IM BIO GEMÜSEBAU IM FELD

Dr. Jacques G. Fuchs¹, Samuel Hauenstein², Martin Koller³

¹ FiBL, Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick, Telefone +41 62 865 72 30, Handy: +41 79 216 11 35, jacques.fuchs@fibl.org

²FiBL, Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick, samuel.hauenstein@fibl.org

³FiBL, Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick, martin.koller@fibl.org

Keywords: Flüssiges Gärgut, Knollensellerie, organische Düngung, Wirtschaftlichkeit

ABSTRACT

Eine bedeutende Menge an flüssigem Gärgut wird jährlich von industriellen thermophilen Vergärungsanlagen produziert. Dieser Recyclingdünger ist nährstoffreich, auch in Bezug auf Stickstoff. Stickstoff ist oft ein limitierender Faktor bei der Produktion von Bio Gemüse, und biotaugliche Stickstoff-Handelsdünger sind sehr teuer. Flüssiges Gärgut könnte eine interessante Alternative sein. Gleichzeitig könnte die Anwendung von flüssigem Gärgut im Gemüsebau eine gute Möglichkeit für die Rezyklierung von organischen Reststoffen darstellen.

In einem Feldversuch unter Praxisbedingungen wurden bei Knollensellerie die Vor- und Nachteile der Anwendung vom flüssigen Gärgut als Alternative zu Bio Handelsdüngern untersucht

Verschiedene Anwendungsstrategien wurden dabei getestet. Beurteilt wurden die technischen Aspekte der Gärgutanwendung, Auswirkungen auf Pflanzenwachstum, Erntequantität und den Boden, sowie die ökonomischen Aspekte.

In Vergleich zu den mit Handelsdünger gedüngten Verfahren waren die Erntemenge und die Qualität des Knollensellersies in den mit flüssigem Gärgut gedüngten Verfahren mindestens gleich gut.

In Bezug auf die Anwendungsstrategie wurde beim Verfahren mit einmaliger Gabe der gesamten Gärgutmenge die Bildung einer Düngerkruste auf der Bodenoberfläche beobachtet. Dies konnte durch die Verteilung der gedüngten Menge auf 2 oder 3 Gaben vermieden werden. Es konnten keine negativen Effekte des flüssigen Gärgutes auf den Boden beobachtet werden, ebenso wurde keine Auswaschung des Stickstoffes festgestellt. In Bezug auf die Kosten für die Dünger und deren Anwendung war flüssiges Gärgut deutlich günstiger als Handelsdünger. Es konnte somit pro Tonne produzierte Knollen mehr als 75.- CHF gespart werden, was 1'350.- CHF pro Hektar entsprach.

Als Schlussfolgerung kann klar gesagt werden, dass flüssiges Gärgut eine interessante Alternative für die kommerzielle Produktion von Knollensellerie und wahrscheinlich auch für andere Feldgemüse darstellt.

GÄRPRODUKTAUFBEREITUNG DER NÄCHSTEN GENERATION

Dipl. Ing. Agr. Stephan Kühne

Energiepark 2 91732, Merkendorf, 0173 3267773, s.kuehne@agrikomp.de

Keywords: Gärproduktaufbereitung, Vakuumverdampfung, Düngemittelverordnung

ABSTRACT

Der Vortrag stellt die Vakuumverdampfertechnik der agriKomp GmbH, die ariFer® vor. Anhand eines Beispiels einer laufenden Anlage wird der technische Ablauf sowie das Nährstoffmanagement erläutert. Vorteile des Systems werden im Hinblick auf die Gesetzlichkeiten der Düngemittelverordnung, sowie Kosten im Vergleich zu unbehandelten Gärresten werden betrachtet.

Die Anlage, die gemeinsam mit unserem französischen Partner K-Revert, Tochterfirma von Veolia, entwickelt wurde, ist bereits seit 2010 im Einsatz. Die Erste Anlage in Deutschland wurde im Februar 2018 in Betrieb genommen. Die Stadtwerke Mühlacker bereiten so erfolgreich die Gärprodukte ihrer 1,5 MW Biomethananlage auf. Es wird eine Reduktion des Volumens um 63% erreicht.

Die Aufbereitung des Gärproduktes beginnt zunächst mit der Separation mittels eines Pressschneckenseparators die Feststoffe mit einem TS von 25% können dann als Feststoffdünger gelagert bzw. ausgebracht werden. Durch den hohen Anteil an organischem Stickstoff wird teilweise langfristig in kleinen Mengen (1-3 % pro Jahr abgegeben. Die Düngung mit Feststoff aus der Gärproduktseparation stellt eine hochwirksame und langfristige Grunddüngung mit Phosphor und Kali dar. Dabei entsteht ein positiver Effekt im Sinne einer hervorragenden Humusbildung und Aktivierung entsprechender Bodenlebewesen, im besonderen Maße Regenwürmer und Enchytraeiden.

Das Presswasser kann im Prozess der agriFer® weiter aufbereitet werden. Der thermische Leistungsbedarf bei der zweistufigen Anlage in Mühlacker liegt bei 1kW Wärme 2,8 Liter Verdampferleistung. Durch mehrfache Wärmerückgewinnung auf verschiedenen Temperaturniveaus beträgt die notwendige thermische Leistung zum Verdampfen von 1100 Liter/h bei dieser zweistufigen Anlage in Mühlacker 380 – 400 KW Thermisch

Die agriFer® nutzt die Abwärme des BHKWs in einem ein bis dreistufigen Verfahren um zunächst das Material in einer Vakuumverdampfung in einen sog. Dickschlamm und das Kondensat zu trennen. Der Dickschlamm wird semikontinuierlich ausgeschleust. Das entstandene Kondensat wird abgekühlt und mit Schwefelsäure angesäuert um den Stickstoff zu binden. Anschließend wird dem angesäuerten Kondensat durch Umkehrosmose Wasser entzogen. Als Membrane kommen Meerwassermembrane zum Einsatz.

Das entzogene Wasser ist reines Wasser. Es hält garantiert durch die agriKomp alle Grenzwerte die Voraussetzung sind für eine Einleitung in Vorfluter ein. Sollte es dennoch nicht möglich sein das gesamte bzw. Teile des Wassers einzuleiten besteht die Möglichkeit mit Hilfe eines Kühlturms und Nasskühler das Wasser ebenfalls zu entsorgen.

Das entstandene Konzentrat hat einen Trockensubstanzanteil von bis zu 20% und enthält nur den Hauptanteil des mineralischen Stickstoffs. Zusammengeführt mit dem zuvor der

Gärproduktaufbereitung der nächsten Generation

Vakuumverdampfung entnommenem Dickschlamm entsteht ein konzentrierter Dünger mit nur noch 30% des Volumens des vorherigen Presswassers.

Die Lagerung vereinfacht sich nicht nur durch das geringere Volumen, sondern auch durch die (fehlende) Struktur des Material. Die geringere Menge hilft so die geforderten Lagerkapazitäten vorzuhalten. Der Bau eines zusätzlichen Lagers ist somit nicht notwendig. Die Nährstoffe können außerdem gezielter zu Wachstumsperioden ausgebracht werden.

Die Transportwürdigkeit kann durch die erhebliche Volumenreduktion ebenfalls erhöht werden.

Ebenfalls kann durch deutlich weniger Fahrten zur Ausbringung der hochkonzentrierten Gärprodukte auf dem Feld effizienter und zeitnaher gedüngt werden.

So können mit Hilfe der Eindampftechnik Kosten für Lagerung, Transport und Ausbringung zusammengefasst auf rund 4€/t Gärprodukt reduziert werden. Geht man von einem nach Vorgaben der Düngemittelverordnung entsprechenden Lagerzubau aus können die Kosten 10 -12€/t Gärprodukt erreichen.

Die Aufbereitung des Gärproduktes mit diesem Verfahren ist gegenüber der konventionellen Lagerung und Ausbringung somit wesentlich wirtschaftlicher. Konkrete Werte hängen natürlich von mehreren Faktoren ab, wie bspw. verfügbare Wärme, vorhandene Lagerkapazität und die Möglichkeit der Inanspruchnahme von KWK-Förderung.

LIFE OPTIMAL 2012 AND BIOGAS WIPPTAL EXPERIENCE - CASE HISTORY PRESENTATION

Dr. Walter Huber

Project Manager of Biogas Wipptal; Mühlbachpromenade 5, 39100 Bozen, Italy +39 335 5603000, walter.huber@iit.bz.it

Keywords: Biogas, environment, mountainous region, fertilizer pellets

ABSTRACT

Biogas Wipptal collects excrements of livestock from more than 60 small and medium sized farms to ferment it, no co-ferments are used. The plant is located in the mountainous area of South Tyrol, Italy near Sterzing/Vipiteno, where cattle are growing located in areas from 700 meters up to 1900 m a.s.l. The plant is operating since 2017, has a capacity to serve 9.000 livestock units, and at the moment treats around 1/3 of it.

This particular geographical situation creates many new aspects in comparison to a biogas plant positioned in flat surroundings. Another point is the very intensively used region as touristic area; nasty odors from agricultural works are not welcome. Furthermore, the area of Biogas Wipptal has very strong winters lasting 4-5 months with temperatures down to -20°C and frozen soils covered with snow. All these aspects must be respected and therefore particular solutions and problems to be resolved.

The objectives of the plant are:

- Increase the quality of raw material to transform it to an environmental friendly product, to be reused as organic fertilizer in the farms own meadows, this is the basic and common scope of every biogas plant.
- In the middle of the Alps at higher altitudes there are many environmental aspects to be watched more intensively, p.e. it is not permitted to spread the fertilizer on frozen soil, so that drain off cannot occur. Drained fertilizer would flow down to the rivers polluting it.
- Dimension of the deposits for the raw dung in the farms itself must be planned to contain the slurry at least during the winter time.
- The number of livestock units often is bigger than the available area of the grassland to be fertilized, therefore easily an over fertilizing of the meadows occur.
- The cattle breeding progress of the last few decades leads to a more intensive feeding need which also increases the amount of cow dung and increase the difference between the produced and the needed dung amount.
- 40-50% of the meadows are slopes and cannot be treated and fertilized with the same intensity as the flat ones
- Over fertilizing can lead to drainage and washout of nutrients, leaching and contamination of groundwater in that very sensitive regions can occur, over fertilizing is also damaging the fertility and the biodiversity of the sensitive meadows.
- The higher in the mountains the meadows are located, the less fertilizer is needed to satisfy the specific need of the grassland
- The middle size of the farmers ground is very small, often not more than 5 to 10 livestock units.

All these critical aspects must be brought to a satisfying solution. Reducing the amount of livestock numbers means, reducing the income of farmer and prepares the end of his farm live. But the small farms play an important role in maintaining the landscape and the

grassland in the high mountain areas. To keep the farms alive the possibility must be given to get the income from the farming activities and not become dependent only from public subsidies.

With the objectives mentioned and explained above, the biogas plant plays a basic role to collect the dung produced in the farms, to ferment it to a fertilizer with higher quality than before and return it to the farmers' meadows, but only the amount he needs to fertilize his grasslands. The treated fertilizer is odorless, no superficial drainage occurs preventing the contamination of the ground water.

That fact means, that the amount of dung collected by Biogas Wipptal is bigger than the amount each farmer needs in his particular case to fertilize. That was the reason that the plant is producing three kinds of fertilizers:

- the primary digested liquid form the fermentation, used to fertilize mainly the grasslands in vicinity of the plant.
- a second liquid part contains the nutrients in a 3fold concentrated form, two thirds of the water is eliminated with reversed osmosis techniques. The eliminated water guarantees a purity so it can fed into the river without further purification treatment. This concentrated part, still in liquid form, is preferentially used in farms on longer distance to the plant, because the transport costs can be reduced
- The solid parts of the anaerobic treatment is dried and pelletized to a dry fertilizer and sold for other fertilizing purposes. Its markets are public greening areas for flower and lettuce growing and others. For apple and vineyard applications a pure organic fertilizer without any further additive is appreciated. With its specific characteristics it is declared as a biological fertilizer.
- The collecting process is done as service from the plant with appropriate machinery and vessels, also the distribution is done with specific machinery.
- The produced biogas is partially needed in the plant itself, producing electricity and heat. The surplus of biogas is sold to nearby companies to substitute fossil energies with renewal ones, being neutral against climate change.

The Biogas Wipptal plant therefore has in first line some important environmental and social effects: it guarantees the correct fertilizing amounts defined and needed for a specific meadow absolute odorless. With that, the farmers in the high mountain areas produce their income, maintain the landscape, no drainage of fertilizer to rivers or to the groundwater occur polluting it. Odorless fertilizer application has positive social and touristic effects. The biogas and its solid fertilizer pellets produce some positive income, all of that create advantages to the environment, the farming situation and maintain economically self-standing farmers.

REGIONALES NÄHRSTOFFMANAGEMENT MIT GÄRRESTVERARBEITUNGSVERFAHREN ZUR AUFLÖSUNG DER NÄHRSTOFFÜBERHÄNGE IN TIERHALTUNGSREGIONEN

Dipl.-Ing.agr. Helmut Döhler

96190 Untermerzbach, 09533 921101, helmut.doehler@doehler-agrar.de

Keywords: Nährstoffüberhänge, Gülleverarbeitung, regionales Nährstoffmanagement

ABSTRACT

Mehrere Regionen Deutschlands und Europas sind gekennzeichnet durch massive Nährstoffüberhänge, die durch die Tierhaltung als auch durch Biogasanlagen verursacht werden. Die EU Nitrat-Richtlinie und die NEC Richtlinie zwingen zur Reduzierung der N und P Frachten sowie zur Minderung von Ammoniak- und Nitratemissionen in die Atmo- und Hydrosphäre.

Die Möglichkeiten zur schadlosen Lagerung und Ausbringung von Gärresten und Gülle sind weitgehend ausgeschöpft, signifikante Fortschritte bei der technischen Emissionsminderung bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung oder Erhöhung der Schlagkraft sind nicht mehr zu erwarten.

Dementsprechend sind weitergehende Maßnahmen für die Behandlung und Verwertung von Gärresten und Gülle erforderlich, die in vielen Fällen einzelbetrieblich umgesetzt werden können (z.B. Säurezugaben zur Emissionsminderung), überwiegend jedoch mit der technischen Aufarbeitung von Gülle mit dem Ziel der Nährstoffrückgewinnung und dazu passenden regionalen Logistikkonzepten sowie regional und überregional zu erarbeitenden Verbringungs- bzw. Vermarktungskonzepten anzugehen sind.

Die technische Verarbeitung hat nunmehr mit einigen Pilotprojekten in Europa den Durchbruch geschafft. Anhand einiger Beispiele (einschließlich des Pilotprojekts der DöhlerAgrar Unternehmensberatung konzipierten Vorhabens EU LifeOptimal) und weitergehenden Überlegungen wird im Vortrag dargestellt, welche Möglichkeiten der Nährstoffrückgewinnung derzeit gute Potenziale aufweisen und mit welchen Konzepten in den kommenden Jahren die Nährstoffüberhänge abgebaut werden können.

Konzepten zur Verarbeitung und Rückführung von Nährstoffen aus Gärresten in den landwirtschaftlichen oder außerlandwirtschaftlichen Kreislauf stellen einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit dar und sind Musterbeispiele für die „Grüne Ökonomie“.

SEQUESTA - INNOVATIVES GÄRREST-EINDAMPFUNGSMETHODEN FÜR DIE NÄHRSTOFFRÜCKGEWINNUNG UND NACHBEHANDLUNG

Dr. P. Stopp¹, C. Speier¹, M. Martsch¹, PD Dr. D. Weichgrebe¹, Prof. Dr. S. Köster¹

¹ISAH, LUH, Appelstr. 9a, 30167 Hannover, 0511 762 19411, stopp@isah.uni-hannover.de

Keywords: Gärrestbehandlung, Sequentielle Eindampfung, Nährstoffrückgewinnung, Säurefrei

ABSTRACT

Die Fortschritte der Anaerobtechnik führten in den vergangenen zwei Jahrzehnten zu einem weltweiten Anstieg der Anzahl von Vergärungsanlagen, die einen signifikanten Beitrag zu Klimaschutz und Abfallverwertung leisten. Die bei der Vergärung anfallenden Gärreste können dabei vielfach als ergiebiger Pflanzendünger eingesetzt werden. Aufgrund der Beschaffenheit der Inputstoffe oder fehlenden Ausbringflächen ist jedoch häufig eine landwirtschaftliche Verwendung nicht möglich. In Deutschland sind besonders Regionen mit hoher Viehdichte von einem Stickstoffüberschuss betroffen. Gärreste bedürfen in diesem Fall einer Behandlung mit dem Ziel der Nährstoff-Rückgewinnung in einer möglichst transportwürdigen und vermarktungsfähigen Form.

Die mechanische Fest-Flüssig-Separation von Gärresten gehört auf den meisten Vergärungsanlagen zum Stand der Technik. Die feste Fraktion enthält nach der Separation eine höhere Konzentration an Phosphor und Kali als der Input. Die Flüssigphase wird von etwa 80-90% des Gärrestvolumens gebildet und weist eine höhere Konzentration an Ammoniumstickstoff (NH₄-N) auf. Um den Stickstoff aus der flüssigen Fraktion effizient zu nutzen, ist eine weitere Behandlung der Flüssigphase erforderlich.

Das in diesem Artikel vorgestellte innovative Verfahren SEQUESTA (sequencing sludge to ammonia) ermöglicht eine effiziente Rückgewinnung von Nährstoffen durch sequenzielle Verdampfung in Kombination mit mechanischer Separation und Umkehrosmose. Abbildung 1 zeigt den Verlauf der Volumenströme und die Verteilung des Gesamtstickstoffes (TKN) während der Gärrestbehandlung.

SEQUESTA - Innovatives Gärrest-Eindampfungsverfahren zur Nährstoffrückgewinnung und Nachbehandlung

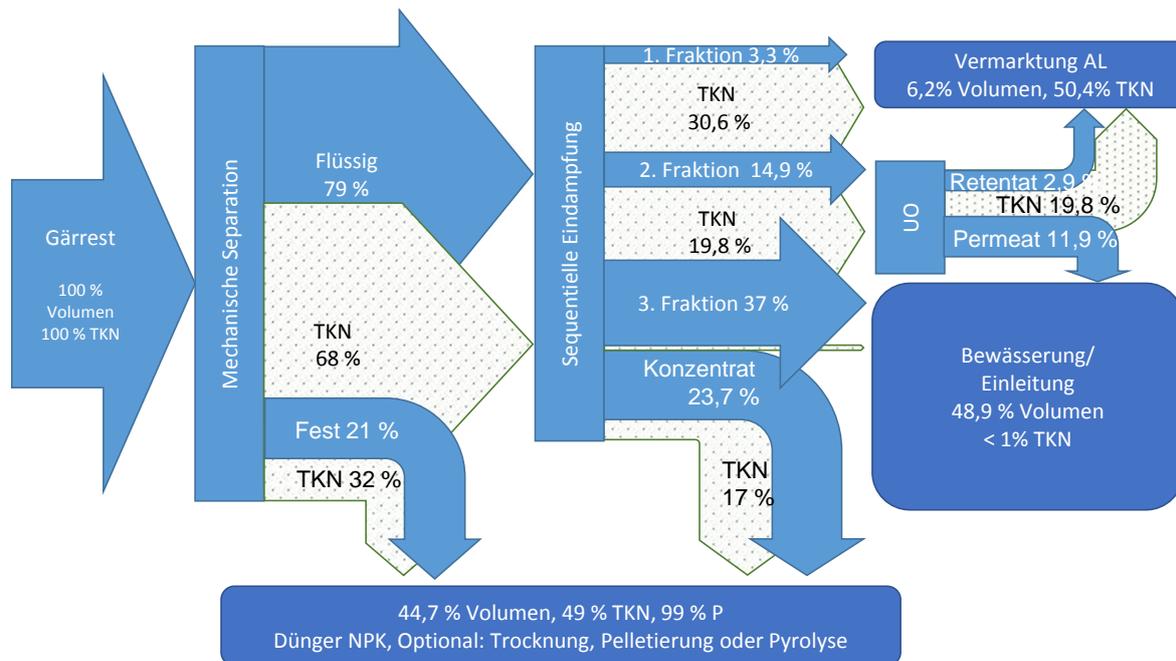


Abbildung 1: Volumenströme bei der Gärrestbehandlung mit dem SEQUESTA-Verfahren (AL – Ammoniaklösung, NPK – Stickstoff, Phosphor, Kalium, TKN – Gesamtstickstoff, UO – Umkehrosmose)

Nach der mechanischen Separation werden mittels sequentieller Eindampfung bei dem SEQUESTA-Verfahren drei Kondensatfraktionen mit einstellbarer $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration erzeugt. Dabei weist die erste Fraktion die höchste $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration (bis 10%) auf und ist somit unmittelbar vermarktungsfähig. Da hier der Stickstoff als reines Ammonium vorliegt, reicht der Absatzmarkt dieses Produkts über die Grenzen der Landwirtschaft hinaus und erzielt somit einen höheren Marktwert als alternative Produkte wie Ammoniumsulfat (ASL). Die zweite Fraktion enthält ca. 1% $\text{NH}_4\text{-N}$ und kann mittels Umkehrosmose weiter behandelt werden. Die dritte Fraktion ist nahezu frei von Stickstoff und ggf. direkt einleitungsfähig.

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurden Gärrestproben verschiedener Vergärungsanlagen (drei Biogasanlagen, sieben Faulbehälter auf Kläranlagen) im Labormaßstab durch sequentielle Eindampfung mit einem Rotationsverdampfer bei unterschiedlichen Drücken untersucht. Weiterhin wurde die Dynamik der NH_3 -Verdampfung mittels Fouriertransformations-Infrarotspektroskopie (FT-IR) untersucht, gekoppelt mit einer Analyse der CSB- und Konzentrationen an kurzkettigen Fettsäuren. Anschließend wurde mithilfe von Literaturdaten und Informationen von Industrielieferern zu mechanischer Trennung und Umkehrosmose ein komplettes Gärrestaufbereitungssystem als statisches Modell konzipiert.

Berechnungen des spezifischen Energiebedarfs zeigten, dass das SEQUESTA-Verfahren mit $7,82 \text{ kWh}_e/\text{m}^3$ Input im Vergleich zu anderen Verdampfungstechnologien etwa 10-30% der elektrischen Energie einspart. Da Säuredosierung und -beschaffung entfallen, betragen die Einsparungen bei den Betriebskosten etwa 10% und den Investitionskosten etwa 13% im Vergleich zu gängigen Behandlungsanlagen. Die Behandlungsendprodukte des SEQUESTA-Verfahrens sind: Vermarktungsfähige Ammoniak-Lösung, Wasser und ein NPK-Dünger mit konstanter Zusammensetzung. Die Gesamtbehandlungskosten wurden auf ca. 12 €/m^3 Input geschätzt. Der Bau einer Demonstrationsanlage ist in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner für 2019 geplant.

OPTIMIERUNG DER GÄRREST-VOLLAUFBEREITUNG DURCH MEMBRANVERFAHREN

Prof. Dr.-Ing. Sandra Rosenberger¹, Tobias Gienau M.Sc.²

¹Hochschule Osnabrück, Albrechtstraße 30, 49076 Osnabrück, 0541-969-2957, s.rosenberger@hs-osnabrueck.de

²Hochschule Osnabrück, Albrechtstraße 30, 49076 Osnabrück, tobias.gienau@hs-osnabrueck.de

Keywords: Gärrest, Vollaufbereitung, Membranverfahren, Nährstoffrückgewinnung

ABSTRACT

Ein mögliches Verfahren zur Vollaufbereitung von Gärresten ist die Prozesskette aus Fest-/Flüssigtrennung und Membranverfahren. Vorteil des Verfahrens ist die deutliche Volumenreduktion, da ungefähr die Hälfte des Gärrestes den Prozess als gereinigtes Wasser verlässt. Weitere Produkte sind ein Feststoffdünger, der neben organischen Bestandteilen vor allem Stickstoff und Phosphor enthält, sowie ein Flüssigdünger, der im wesentlichen mineralische Bestandteile wie Ammoniumstickstoff und Kalium enthält. Abbildung 1 zeigt ein vereinfachtes Fließschema des Verfahrens.

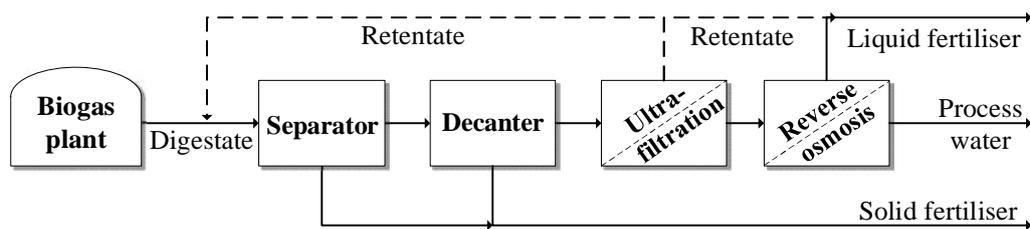


Abbildung 1: Vereinfachtes Fließschema der membrangestützten Gärrest-Vollaufbereitung

Die Anlagentechnik ist technisch erprobt und seit ca. 10 Jahren erfolgreich im Einsatz. Allerdings führt der bislang hohe spezifische Energiebedarf des Gesamtprozesses von 20 – 30 kWh/m³ zu Aufbereitungskosten von ca. 8 €/m³ Gärrest.

Bislang gibt es nur sehr wenig installierte Referenzanlagen, so dass entsprechend wenig Informationen in der Literatur verfügbar sind. In einem durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten vierjährigen Forschungsprojekt wurde an der Hochschule Osnabrück gemeinsam mit der Firma A3 Water Solutions die Leistungsfähigkeit des Gesamtverfahrens in Hinblick auf die erzielbaren Prozessströme bei Einsatz unterschiedlichster Gärreste untersucht sowie eine Verfahrensoptimierung zur deutlichen Senkung der Betriebskosten entwickelt.

Zunächst wurden in einem umfassenden Screening 42 Gärrestproben aus 12 NaWaRo- und 7 Abfall-Biogasanlagen auf ihre Zusammensetzung und ihr Verhalten bei der Fest-/Flüssigtrennung und bei der Membranfiltration untersucht. Im Fokus der Untersuchung war dabei die Ultrafiltrationsstufe, die über 50% der Betriebskosten des Verfahrens verursacht. Im Screening zeigte sich, dass der in der Ultrafiltrationseinheit erzielbare Permeatfluss deutlich von den nach der Fest-/Flüssigtrennung im Zentrat verbleibenden organischen Makromolekülen abhängt. Diese sind in Abbildung 2 als Summe der Proteine und Polysaccharide (EPS) zusammengefasst. Die organischen Makromoleküle sorgen darüber

hinaus für erhöhte Viskositäten und ein strukturviskoses rheologisches Verhalten des Dekanterzentrats.

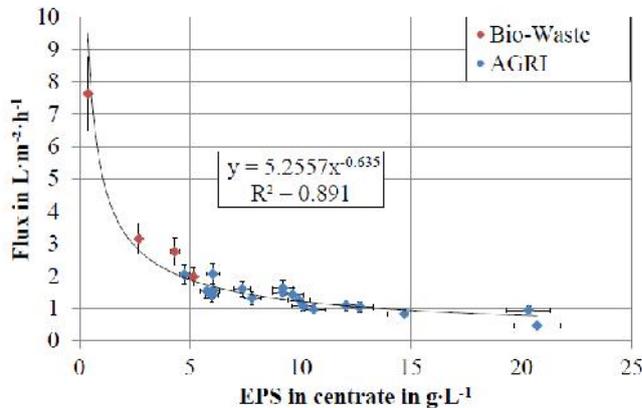


Abbildung 2: Abhängigkeit des Membranflusses der Ultrafiltrationsstufe (hier als Ergebnisse einer Labor-Filtrationseinheit dargestellt) von der Summe der Proteine und Polysaccharide (hier analog zu Erfahrungen aus der Abwasserbehandlung als EPS dargestellt).

Aus den Erkenntnissen des Gärrestscreenings wurden Optimierungsansätze abgeleitet, die über verschiedene Veränderungen der Fluideigenschaften z.B. durch die Zugabe von Enzymen, durch Oxidierung oder durch thermische Behandlung die Struktur der Makromoleküle verändern und die Zentralkonzentration senken.

Sowohl das in der Technik übliche Referenzverfahren als auch verschiedene Optimierungsansätze wurden abschließend in einem einjährigen Demonstrationsbetrieb an zwei verschiedenen Biogasanlagen getestet.

Abbildung 3 zeigt die Nährstoffbilanz bei der Auftrennung des Gärrestes einer NaWaRo-Biogasanlage. Je nach Konfiguration der finalen Umkehrosioseanlage können 35 – 50 % des Gärrestes als wiederverwendbares oder einleitfähige Wasser aufbereitet werden.

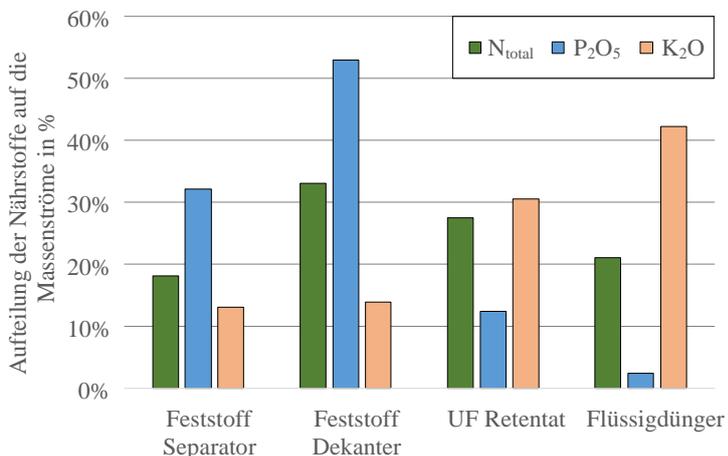


Abbildung 3: Nährstoffbilanz einer Pilotanlage bei der Aufbereitung von Gärrest aus einer NaWaRo-Biogasanlage

Der Permeatfluss der Ultrafiltrationsstufe in der Pilotanlage konnte durch gezielte Prozessoptimierung von ca. 20 L/m²/h auf bis zu 30 L/m²/h erhöht werden. Gleichzeitig wurde der Energieverbrauch der Umkehrosiosestufe halbiert. Durch die Optimierung lassen sich die Gesamtkosten der Verfahrenskette (inkl. laufende Betriebskosten für Strom, Chemikalien und Polymere, Rückstellung für Wartung, Instandhaltung und Membranersatz sowie die Abschreibung auf die Investition der Anlage) damit von 8 €/m³ Gärrest auf 5-6 €/m³ Gärrest reduzieren.

INNOVATIVE VERFAHREN ZUR AUFBEREITUNG VON GÜLLE UND GÄRREST –ERSTE PRAXISERFAHRUNGEN UND AUSBLICK

Dr. Christian Böse

Geschäftsführer, Renew-Sources GmbH, Am Kottengrover Maar 100, D-53913 Swisttal, Tel.:
+ 49 2254-839900-4, E-Mail: ch.boese@renew-sources.de

ABSTRACT

Rund 150 000 landwirtschaftliche Betriebe bringen auf ihren Flächen flüssigen Wirtschaftsdünger, also Gülle, Jauche oder flüssigen Gärrest aus. Dies sind rund 55 % aller Betriebe in Deutschland (Quelle Destatis).

Mit einem Anteil von etwa 52 % wurde am häufigsten mit Rindergülle gedüngt. Es folgen mit 31 % flüssige Biogas-Gärreste sowie mit 15 % Schweinegülle. Die restlichen 2 % entfielen auf Jauche und sonstige Gülle. Die novellierte Düngeverordnung 2017 begrenzt die Menge an Wirtschaftsdünger und die Zeiträume für die Ausbringung gegenüber der vorhergehenden Regelung deutlich.

Aufgrund der neuen Düngeverordnung und der starken Niederschläge konnten im Herbst und Winter 2017/18 nur deutlich weniger Gülle und Gärrest auf die dafür vorgesehenen Flächen ausgebracht werden.

Die obigen Zahlen machen deutlich, dass immer noch über 40% aller landwirtschaftlichen Betriebe keinen Wirtschaftsdünger auf ihren Flächen einsetzen. Diese Betriebe setzen stattdessen Mineraldünger ein, der aufwendig und mit hohem Klimagasausstoß produziert wird. Zudem verzichten diese Betriebe auf die Zufuhr von organischer Substanz, die für den Humusaufbau und das Bodenleben essentiell sind.

Zahlreiche viehhaltende Betriebe aus Regionen mit Nährstoffüberschüssen „exportieren“ ihre Gülle bereits heute mit teils hohem Kostenaufwand in nährstoffarme Regionen.

Nun kommt es darauf an, durch effiziente Aufbereitungsverfahren und eine optimierte Transportlogistik Gülle- und Gärreste so aufzubereiten, dass sie von den Wirtschaftsdüngerüberschussgebieten in die Regionen mit Defizit an organischem Dünger „exportiert“ werden können.

Neue Techniken der Vollaufbereitung beginnen bereits bei Mengen von ca. 15.000 m³ aufzubereitender Gülle oder Gärresten rentabel zu werden. Trotz der dafür erforderlichen hohen Investitionen ist die Vollaufbereitung von Gülle oder Gärrest bei größeren Jahresdurchsätzen wirtschaftlich.

Es gibt keine für die Belange aller landwirtschaftlichen Betriebe und Biogasanlagen gleichermaßen passende Aufbereitungsanlage von der Stange:

- Einstufigen Separationsanlagen, die eine Fest- Flüssigtrennung durch Feststoffabtrennung zum Ziel haben, helfen bereits bei der zeitweisen Lösung von Lagerengpässen in den vorhandenen Gärrest- und Güllebehältern. Zudem nutzen Biogasanlagen die separierte flüssige Phase oft zur Verdünnung des Fermenterinhalt.
- Zweistufige Aufbereitungsverfahren ergänzen die Fest-Flüssig-Separation um eine weitergehende Teilaufbereitung der flüssigen Phase zu nahezu feststofffreiem Prozess- oder Beregnungswasser

Innovative Verfahren zur Aufbereitung von Gülle und Gärrest –Erste Praxiserfahrungen und Ausblick

- Eine mehrstufigen Vollaufbereitung, die die 50% und mehr reines einleitfähiges Wasser abtrennen kann und neben dem in der Separation abgetrennten Feststoff ein flüssiges Nährstoffkonzentrat erzeugt, reduziert die Transportkosten für Gülle- und Gärreste deutlich und kann teure Investitionen in zusätzlichen Lagerraum einsparen.
- Verbunden mit einer weiteren Aufkonzentration und Trocknung der Feststoffe und Nährstoffkonzentrate kann eine Vollaufbereitung handelbaren Dünger erzeugen.

In diesem Beitrag liegt der Fokus auf dem Vergleich von 3 in ersten Praxisanlagen laufenden Anlagenkonzepten:

1. So liegen für Anlagen, die als Herzstück das in den USA entwickelte Vibrations-Membranverfahren (VSEP) einsetzen erste Erfahrungen aus Biogasanlagen in Litauen und Italien vor.
2. Das aus den Niederlanden entwickelte Kumac-Verfahren wird dort in mehreren Anlagen eingesetzt.
3. Das sogenannte MPS-Verfahren (Multi-Phase-Separation) mit einer Ultrafiltrationsstufe auf Basis keramischer Membrankörper als zentralem Aufbereitungsschritt und einer nachfolgenden Umkehrosmostufe wird ebenfalls bereits in der Praxis betrieben.

VAKUUMVERDAMPFUNG ALS SYSTEMDIENSTLEISTER FÜR FLEXIBLE BIOGASANLAGEN

Vacuum evaporation as system service provider for flexible biogas plants

Florian Cordes Dipl.-Ing.(FH)

Lüder-von-Bentheim-Str. 27, +49 152 21990232, mix@rovi-energie.ch

Keywords: Vakuumverdampfung, Gärrestaubbereitung, Nährstoffmanagement, Effizienz, Flexibilität

ABSTRACT

Die bedarfsgerechte Energieerzeugung ist das wichtigste Kriterium für den weiteren Ausbau der Bioenergie in Deutschland. Das Gesamtsystem Biogasanlage muss flexible ausgelegt sein, um diesem zu genügen. Eine besondere Bedeutung hierfür hat die Lagerung und Behandlung von Gärresten. Durch aktuelle gesetzliche Änderungen sind die Anforderungen an Lagerzeit und Nährstofffrachten verschärft worden. Für den Biogasanlagenbetreiber ergibt sich hierdurch ein Spannungsfeld zwischen einer möglichst hohen Auslastung der Anlage und einer flexiblen Gärrestverwertung.

Die Vakuumverdampfung für flüssige Gärreste hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt. Seit der ersten Pilotanlage von MKR Metzger aus Monheim aus dem Jahre 2010 wurde das Verfahren und die Anlagentechnik ständig weiterentwickelt. Die Ansprüche des Verfahrens waren zunächst eine möglichst vollständige und ganzjährige Wärmenutzung, eine hohe Effizienz und geringe Stickstoffverluste. Durch die verschärfte Düngemittelverordnung gewann das Nährstoffmanagement an Bedeutung. Die zunächst einstufigen Anlagen bis zu 300 kW Wärmeleistung für rein landwirtschaftliche Biogasanlagen wurden hierfür neu konzipiert. Heute stehen mehrstufige, modulare Verdampfersysteme für bis zu 600 kW zur Verfügung, die eine Destillatleistung von bis zu 4,4 l/kWh aufweisen.

Der modulare Aufbau mit bis zu vier Stufen ermöglicht den nachträglichen Ausbau der Anlage, z.B. von zwei auf vier Stufen, wodurch sich die Behandlungsleistung verdoppelt. Durch die ausgereifte Verfahrenstechnik werden bis zu 80% des Ammonium-Stickstoffs in die Ammoniumsulfatlösung (ASL) überführt und gleichzeitig ein geruchfreies, einleitfähiges Destillat erzeugt. Die Menge an Wasser und damit das Volumen des flüssigen Gärrestes wird um mindestens die Hälfte reduziert. Der Flächenbedarf für die Ausbringung und das Lagervolumen werden dadurch maßgeblich gesenkt. Gleichzeitig erhöht dies die Flexibilität des Betreibers hinsichtlich Substrateinsatz und Energieerzeugung. Auch die Wärmeabnahme durch den Verdampfer kann flexibel gestaltet werden, um z.B. Wärmespitzen gezielt abzufahren.

Beim Nährstoffmanagement durch MKR-Vakuumverdampfung entfällt die Ansäuerung des Gärproduktes. Stickstoff wird gezielt nach dem Verdampfungsschritt aus dem Dampf gebunden. Hierdurch entsteht eine nach der Düngemittelverordnung deklarationsfähige ASL mit rund 7% Stickstoff und 8% Schwefel. Der pH-Wert kann ohne Zusatzstoffe auf pH 6,5 angehoben und die schwebstofffreie ASL kann überregional gehandelt werden. Der Säurebedarf im Gesamtprozess wird geringgehalten, da das Puffersystem für Säuren nicht überwunden werden muss.

Was macht die Verdampfung zum Systemdienstleister? Trotz begrenztem Wärmeangebot wird die auszubringende Menge an Gärrest durch das mehrstufige Verfahren drastisch reduziert. Der modulare Aufbau ermöglicht die Anpassung auf sich ändernde Rahmenbedingungen und die Zeit nach dem EEG. Abwärme im Niedertemperaturbereich kann ganzjährig abgenommen. Das Abfahren von Wärmespitzen ist möglich. Das Nährstoffmanagement hält Phosphor im Feststoff und überführt Stickstoff in die ASL. Ausbringfläche und Lagerkapazität werden gesenkt. Die heutige Generation der MKR Verdampfungssysteme ist damit ein echter Systemdienstleister für den flexiblen Betrieb von Biogasanlagen.

GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND COSTS OF DIGESTATE PROCESSING

Ursula Roth¹, Sebastian Wulf², Maximilian Fechter³, Johannes Dahlin⁴

¹KTBL e.V., Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt, +49 6151 7001-231, u.roth@ktbl.de

²KTBL e.V., Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt, +49 6151 7001-231, s.wulf@ktbl.de

³Technical University of Berlin (formerly), Ackerstraße 76, 13355 Berlin,
maximilian.fechter@tu-berlin.de

⁴HfWU Nürtingen-Geislingen University (formerly), Neckarsteige 6-10, 72622
Nürtingen, johannes.dahlin@hfwu.de

Keywords: digestate treatment, nutrient export, greenhouse gas emissions, costs, nutrient surplus

ABSTRACT

Intensive livestock production has led to an increasing need for nutrient export in some European regions. Biogas production from energy crops may add to these nutrient surpluses and in such regions biogas digestates compete with livestock manure for available land for landspreading. Against this background, manure and digestate treatment have recently received increasing attention as an option to optimize nutrient export from surplus regions. Volume reduction and effective separation of nutrient flows are considered to help in certain circumstances compensate for the additional investment and operation costs of manure/digestate treatment. Currently numerous initiatives are active in developing new or newly combined treatment techniques and a number of centralized treatment plants are planned or under construction, especially in the Netherlands and in North-Western Germany.

In order to assess the potential of different digestate processing technologies to reduce the costs of nutrient export as well as their effect on the greenhouse gas emissions a calculation model was developed taking into account the processing of the digestate itself, but also storage, transport and landspreading of the processing products. Nutrients applied with the products are assumed to substitute mineral fertilizers. The most common techniques currently established in practice are considered: belt dryer with exhaust air treatment, direct ammonia stripping, vacuum evaporation including ammonia stripping from the exhaust vapour as well as membrane technologies. Costs and greenhouse gas emissions of storage, transport and landspreading of untreated digestate are used as a reference. Beside an export of all nutrients (100 %) additional scenarios assuming 50 % N and 50 % P as an export target, respectively, were calculated. Transport distance was varied between 10 and 300 km, thus reflecting different geographical scales of the surplus region. Results are related to the initial amount of digestate (expressed as e.g. Euro per cubic meter untreated digestate).

Assuming sufficient availability of excess CHP heat, investment costs are the most important cost factor for all treatment techniques together with operation costs, especially from electricity demand. Stripping and membrane techniques are the most cost intensive treatments. For the first, this is mainly due to high investment costs, while for the latter both investment as well as electricity costs are rather high. Drying combined with exhaust air treatment is also quite energy demanding. Vacuum evaporation on the contrary shows to be rather electricity efficient.

Compared to untreated digestate, savings in transport costs are achieved in most of the investigated cases, the extent depending on treatment technique, export target, and above all the necessary transport distance. However, in case of rather small-scale surplus regions, savings due to reduced transport volumes cannot counterbalance the additional costs of digestate treatment, even if no costs do occur for process heat. Vacuum evaporation shows best results for all export targets (100 %, 50 % P, 50 % N) under these conditions. Also belt drying with exhaust air treatment can save costs for large-scale surplus regions with long-distance transports, if all the excess heat is used for drying.

In contrast, if heat costs have to be considered, the only scenario where transport savings can counterbalance processing costs is for a total nutrient export (100 %) and a distance of 300 km using vacuum evaporation or membrane technology. This means at the same time that, if electricity efficiency for membrane technology could be improved in the future, this would be an option for biogas plants where the excess CHP heat is already used otherwise. This is e.g. the case for many German plants.

For greenhouse gas emissions construction of the plant does not play a role in the overall balance. Most additional emissions are due to plant operation, again mainly for electricity, if heat is assumed to be available. Concerning gaseous losses of N_2O , CH_4 or NH_3 from storage and landspreading, digestate treatment can have opposing effects. Emissions from fresh solid fractions during storage are e.g. supposed to be higher than from untreated digestate, whereas after landspreading of the liquid fractions they should be lower due to an enhanced infiltration into the soil. However, no finally agreed-on emission factors for products from digestate treatment do exist so far.

Like for costs, vacuum vaporization and belt drying with exhaust air treatment show best results for greenhouse gas emissions due to high savings from transport compared to untreated digestate, if heat availability is provided. In case of total nutrient export, fewer emissions than from landspreading of untreated digestate are achieved already at transport distances of 20-25 km. Again, membrane technology is an option especially for large-scale surplus regions and complete nutrient removal in case of heat deficiency.

In addition to cost or emission effects, processed digestates are often easier to handle or better fit the demands of farmers or other users. Still, energy efficiency of digestate processing and emissions during processing and storage need to be focused on in order to further improve cost and climate performance of digestate treatment. Moreover, further development should concentrate on P separation and the development of modulated technology combinations. This would allow for a plant-specific digestate and nutrient management taking into account individual circumstances such as heat availability, surplus nutrient and regional surplus extent.

Acknowledgements

We acknowledge the supporting by FachagenturNachwachsendeRohstoffe.V. (FNR) on behalf of the German Federal Ministry of Food and Agriculture.

GEWÄSSERSCHUTZ UND BESONDERE ANFORDERUNGEN AN BIOGASANLAGEN IN DER AWSV

Anja Bartsch

Ass. iur, Residenzstr. 8, 1522 Ansbach, 0981 203 633 31, anja.bartsch@hs-ansbach.de

Keywords: Gewässerschutz, Haftungsrisiken, Biogasanlagen, Leckageerkennung, Umwallung

ABSTRACT

Die „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (AwSV) trat am 01.08.2017 in Kraft.¹ Mit der AwSV wurde das Anlagenrecht zum Schutz der Gewässer erstmals bundesweit vereinheitlicht, die bisherigen entsprechenden Landesregelungen wurden durch die Verordnung abgelöst.² Das Gesetz enthält zum einen Vorgaben für die Einordnung von Stoffen in Wassergefährdungsklassen. Zum anderen werden die technischen und organisatorischen Anforderungen an die betroffenen Anlagen sowie bestimmte Pflichten für deren Betreiber festgelegt. Rechtsgrundlage für den Erlass der Verordnung ist das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) – insbesondere wird der in § 62 Abs. 1 S. 1 WHG festgelegte Besorgnisgrundsatz konkretisiert, wonach beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen „eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern nicht zu besorgen“ sein darf.

In Bezug auf Biogasanlagen sowie Jauche-, Gülle- und Silagesickersaftanlagen (sog. JGS-Anlagen) sind in der AwSV einige Spezialregelungen enthalten. Insbesondere werden die in diesen Anlagen verwendeten Stoffe – z.B. Wirtschaftsdünger, Jauche, tierische Ausscheidungen, Silage, Silagesickersaft, Gärsubstrate – in § 3 Abs. 2 AwSV als „allgemein wassergefährdend“ eingestuft und fallen somit nicht unter das in der Verordnung geschaffene System der Wassergefährdungsklassen. Für die Anlagenbetreiber hat dies vor allem zur Folge, dass keine Selbsteinstufung der verwendeten Stoffe vorgenommen werden muss. Der Hintergrund dieser Regelung besteht darin, dass bei bestimmten Stoffgemischen eine genaue Einstufung sehr aufwändig wäre und sich zudem ständig die Zusammensetzung ändert – der Gesetzgeber wollte hier einem vielfach geäußerten Wunsch aus der Wirtschaft nachkommen und eine Erleichterung für die Betreiber entsprechender Anlagen, welche sich überwiegend im landwirtschaftlichen Bereich befinden, schaffen.³

Dennoch gelten die in der Verordnung enthaltenen technischen und organisatorischen Anforderungen auch für die o.g. Anlagen. Unter anderem treffen die Anlagenbetreiber bestimmte Dokumentationspflichten (§ 14 AwSV). Die Anlagen müssen darüber hinaus gem. § 62 Abs. 2 WHG i.V.m. § 15 AwSV den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ entsprechen, wobei auch Normen aus anderen europäischen Ländern einschlägig sein können. Es bestehen gewisse Anzeigepflichten, vgl. z.B. §§ 24 Abs. 2, 40 AwSV, und die Verpflichtung, eine geeignete Betriebsanweisung vorzuhalten, vgl. § 44 AwSV. Vor allem aber dürfen bestimmte Arbeiten an den Anlagen – auch an Biogasanlagen – nur noch durch im Sinne der Verordnung zertifizierte Fachbetriebe vorgenommen werden. Entsprechende Schulungen werden bereits angeboten.

¹ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr. 22, ausgegeben zu Bonn am 21. April 2017, www.bundesgesetzblatt.de

² vgl. Verordnungsentwurf des Bundesrates, Drucksache 144/16 (Beschluss) vom 31.03.2017, S. 136

³ vgl. Verordnungsentwurf des Bundesrates, Drucksache 144/16 (Beschluss) vom 31.03.2017, S. 211

Spezielle Regelungen für Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft sind darüber hinaus vor allem im Hinblick auf Leckageerkennung und Umwallung in § 37 AwSV enthalten.⁴In der Vorschrift wird zunächst für einwandige Anlagen ein Leckageerkennungssystem vorgeschrieben. Bei Anlagen, in welchen feste Gärsubstrate gelagert werden, ist dagegen eine flüssigkeitsundurchlässige Lagerfläche erforderlich. Sofern Leckagen oberhalb der Geländeoberkante denkbar sind, ist zudem eine ausreichende Umwallung erforderlich, wobei ggf. mehrere Anlagen zusammengefasst werden können. Mit diesen Anforderungen sollen Unfälle im Zusammenhang mit Biogasanlagen vermieden werden, welche teilweise mit schweren Auswirkungen für die umliegenden Gewässer einhergingen.⁵ Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen traten zudem zumindest vor Erlass der Verordnung hauptsächlich in Zusammenhang mit in der Landwirtschaft anfallenden Stoffen auf⁶, sodass der Gesetzgeber hier Handlungsbedarf sah. Weiterhin sind Erdbecken für die Lagerung von Gärresten aus dem Betrieb von Biogasanlagen generell nicht zulässig. Nach der Gesetzesbegründung haben sich diese Systeme in der Praxis nicht bewährt.⁷

Zuletzt sind in der Verordnung zur Durchsetzung der neuen Bestimmungen zahlreiche Ordnungswidrigkeitstatbestände vorgesehen, vgl. § 65 AwSV, wodurch sich jedoch andererseits neue Haftungsrisiken für die Anlagenbetreiber ergeben. In § 68 Abs. 10 AwSV ist eine Übergangsregelung für bereits bestehende Biogasanlagen enthalten. Nach dieser Vorschrift ist eine Nachrüstung mit Umwallungen bis zum 01.08.2022 erforderlich. Mit behördlicher Genehmigung kann hiervon eine Ausnahme gemacht werden, insbesondere wenn eine Umwallung aus räumlichen Gründen unmöglich ist. Weitere Anpassungen auf Anordnungen der Behörden sind dagegen erst nach dem 01.08.2022 zu verwirklichen. Welche Auswirkungen die noch relativ junge Verordnung in der Praxis tatsächlich haben wird, kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht abschließend beurteilt werden, eventuell lassen sich jedoch bis zum Oktober 2018 bereits erste Tendenzen erkennen, sodass auf der Konferenz eine entsprechend ausgewählte Darstellung der neuen Regelungen und deren Anforderungen an die Anlagenbetreiber erfolgen kann.

⁴ vgl. Verordnungsentwurf des Bundesrates, Drucksache 144/16 (Beschluss) vom 31.03.2017, S. 174 a.E.

⁵ vgl. Verordnungsentwurf des Bundesrates, Drucksache 144/16 (Beschluss) vom 31.03.2017, S. 260

⁶ Umwelt Fachserie 19, Reihe 2.3, Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen, Statistisches Bundesamt 2017, S. 17

⁷ vgl. Verordnungsentwurf des Bundesrates, Drucksache 144/16 (Beschluss) vom 31.03.2017, S. 261

SCHWERMETALLKONZENTRATIONEN IN GRÜNGUT UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DIE GÄRGUTQUALITÄT

Prof. Dr. Urs Baier¹, Dr. Konrad Schleiss²

¹ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachstelle Umweltbiotechnologie, CH-8820 Wädenswil, burs@zhaw.ch, +41 (0)79 744 43 57

²Umwelt- und Kompostberatung, Weinbergstrasse 49, CH-2540 Grenchen, +41 32 653 29 20, k.Schleiss@bluewin.ch

Keywords: Schwermetalle, Grüngut, Gärgut Kompostqualität

ABSTRACT

Der Eintrag von Schwermetallen in Böden hat in der Schweiz in den letzten Jahrzehnten abgenommen, nicht zuletzt als Folge einer konsequenten Reduktion schwermetallhaltiger Produkte an der Quelle der Eintragspfade. Eine beinahe flächendeckende Analyse der Schwermetallgehalte von Recyclingdüngern erlaubt zudem eine wirksame Dokumentation des verbleibenden Schwermetalleintrages in Schweizer Böden.

2009 wurde in der Schweiz eine Studie zur Erfassung von Schadstoffen in Biogenen Gütern durchgeführt. Diese stellte fest, dass die Datenlage für Schwermetalle in Grüngut lückenhaft ist und mehrheitlich auf Analysen aus den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts basiert. Für viele Stoffflüsse fehlen Schadstoffdaten oder sind teilweise veraltet und nicht mehr aktuell oder lokal nicht auf Schweizer Verhältnisse übertragbar. Die Studie 2009 empfahl daher, eine Erweiterung der Datenbasis für Schwermetallgehalte in Grüngut.

Ausgelöst durch diese Empfehlungen wurden in den letzten Jahren ausgedehnte Schwermetallanalysen in unterschiedlichsten Grüngut – Monochargen und von Material aus dem Grünflächenunterhalt und der Landschaftspflege durchgeführt. Es wurde eine Datenbasis für die neue Abfallgesetzgebung VVEA Verordnung über die Verwertung und Entsorgung von Abfällen geschaffen. Die Aktualisierung der Schwermetallgehalte von Grüngut wird es in Zukunft erlauben, „neue Stoffe“, d.h. Bioabfall- oder Grüngutfraktionen aus bisher unbekanntem oder nicht erschlossenen Quellen mit bekannten Ausgangsmaterialien zu vergleichen und entsprechend einzuordnen. Die Erhebung der Schwermetalle umfasst dabei sämtliche Schwermetalle, welche in Recyclingdüngern (gemäss ChemRRV) Grenzwerte aufweisen. Es handelt sich um die Schwermetalle Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Blei (Pb) und Zink (Zn). Die erhaltenen Messdaten wurden statistisch ausgewertet und nach Region, Saison und Grünguttyp ausgewertet. Anhand der Daten werden verschiedene Modellrechnungen bzw. Szenarien zu Eintragspfaden von Schwermetallen in Böden dargestellt.

Aus der Auswertung der Stichproben geht hervor, dass keine der insgesamt über 120 analysierten Grüngutproben die geltenden Grenzwerte für einzelne Schwermetalle überschreitet. Die Standardabweichungen weisen zum Teil relativ hohe Werte auf. Die erstellten Frachtbilanzen der einzelnen Schwermetalle zeigen, dass Zink und Kupfer bei allen Betrachtungen den grössten Anteil ausmachen. Nickel und Blei bewegen sich in der gleichen Grössenordnung und Cadmium macht mit Abstand den kleinsten Frachtanteil aus. Im Verlaufe der Jahreszeiten ist für Cadmium und Blei eine abnehmende Tendenz der Schwermetallkonzentrationen auszumachen. Zink und Nickel stellen eine Ausnahme dar und die Kupferwerte unterscheiden sich nicht signifikant. Emissionen von Schwermetallen können als über das Jahr hinweg konstant angenommen werden. So ist eine erhöhte

Schwermetallkonzentration zu Beginn des Jahres im Frühling durch die Vegetationszeit der Pflanzen erklärbar. Im Frühling während der Keim-, Austreibs- und Wachstumsphase werden nebst Nährstoffen auch Schwermetalle aufgenommen. Im Herbst werden tiefere Konzentrationen gemessen. In der Ruhephase stellen Pflanzen ihr Wachstum ein und nehmen dementsprechend weniger oder keine Schwermetalle vom Boden auf.

In städtischen Gebieten liegt die Konzentration immer höher als auf dem Land. Dies liegt daran, dass Industriegebiete zwar am Rande von Städten angesiedelt wurden, sich aber durch Zersiedelung und Agglomerationen nun doch wieder in städtischen Gebieten befinden. Zudem ist die Verkehrsdichte in städtischen Gebieten grösser als auf dem Land. Zubeachten ist, dass sich die Kupfer- und Nickelwerte nicht signifikant voneinander unterscheiden.

Durch die Modellrechnungen wurden drei verschiedene Szenarien erarbeitet welche anhand von Frachtrechnungen aufzeigen wie hoch die Schwermetallkonzentrationen in Co-Substraten von Vergärungsanlagen zur Abfallverwertung maximal sein können, um die aktuellen Grenzwerte in den Endprodukten auszuschöpfen. Schwermetalle werden auf verschiedenste Pfade in Böden eingetragen. Der häufigste Eintrag erfolgt durch Luftverunreinigungen. Schwermetalle gelangen dabei über die Wurzeln oder über die Blätter in die Pflanze und stammen entweder aus natürlichen Quellen wie Ausgangsgesteinen oder aus anthropogenen Quellen wie z.B. aus Industrie und Verkehr. Es kann für jedes Schwermetall die Industriebranche mit den grössten Emissionen beschrieben werden. Dazu gehören vor allem die Herstellung und Verarbeitung von Metallen und die Abfall- und Abwasserbewirtschaftung. Ein weiterer wichtiger Eintrag von Schwermetallen stammt aus schwer lokalisierbaren diffusen Quellen.

MANURE USE IN JAPAN, A QUESTIONNAIRE BASED ESTIMATION

Dr. Shin-ichiro Mishima¹, Dr. Sadao Eguchi², Dr. Yasuhito Shirato³

¹Kannondai 3-1-3 Tsukubalbaraki 305-8604 Japan, +81-29-838-8326, shin@affrc.go.jp

³ Kannondai 3-1-3 Tsukubalbaraki 305-8604 Japan,+81-29-838-8326, sadao@affrc.go.jp

³ Kannondai 3-1-3 Tsukubalbaraki 305-8604 Japan,+81-29-838-8235, yshirato@affrc.go.jp

Keywords: manure use, national and district scales, nutrient cycling, nutrient use efficiency

ABSTRACT

Traditionally, composting has been thought as the easy and low cost methods for processing livestock wastes in Japan. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF) enforced "Livestock Waste Act" fully in 2004 after 5 years moratorium. This Act oblige livestock farms appropriate processing of livestock wastes, such as composting, making slurry, sewage treatment, etc. To archive these obligations, many livestock farms set those facilities with governmental cost support during moratorium and government support to set compost distribution center for enhancement of manure use by crop farms. However, there are no assessment about manure use quantitatively.

Aim of this study is assessment of how much livestock waste manure was utilized in 2010 in Japanese national and district scales. In addition, we will refer several technologies and regional trials to process livestock wastes for too intensive livestock production area and Japanese style circular phosphorus economy.

A questionnaire done with survey about soil carbon change was employed for estimation of manure use. Number of questionnaire was more than 15,000. For estimation, 5 hypothesis were set as follows, application level is different between crop and livestock farm, application level is different between full and part-time farm, application level is different within 7 districts even if same crop and application level is different within 7 crop groups (paddy rice, upland crop, vegetable, orchard, tea, forage and fodder) even if same districts. The questionnaire data was divided into 196 (= 2*2*7*7) group then numerical average and standard deviation was calculated. Considering the difference of cultivating area by crop and livestock farm, amount of applied manure was estimated as fresh weight of cattle, swine and poultry manure in national and 7districts scales for 7 crop groups. Manure contain various kinds of elements, therefore only phosphorus (P) was refereed, because P loss during composting is only several percent.

Total P applied to farmland was 52,995Mg in Japan. Here, chemical P fertilizer demand in 2010 was 168,041Mg, therefore, manure P was less than 1/3 of chemical P fertilizer. Manure might be said as additional P source for crop production and might not substitute all chemical P fertilizer. This amount was only 42% of total P in livestock wastes. Cattle manure was the largest manure P source (46,687 Mg) of which amount accounted for 88% of total applied manure P. The largest P user on crop production was upland crop (19,172 Mg, occupation was 36%). However, per planted area basis, fodder was the most intensive user (21kg ha⁻¹), because of local land use for cattle and fulltime livestock farm applied largest amount of P for fodder field.

THE FERTILISING POTENTIAL OF SEPARATED BIOGAS DIGESTATES IN ANNUAL AND PERENNIAL BIOMASS PRODUCTION SYSTEMS

Andrea Ehmann¹, Dr. Ulrich Thumm², Prof. Dr. Iris Lewandowski³

¹University of Hohenheim, Institute of Crop Science, Department Biobased Products and Energy Crops, Fruwirthstr.23, 70599 Stuttgart, Germany, +49 711 459 22379, a.ehmann@uni-hohenheim.de

²Ulrich.Thumm@uni-hohenheim.de

³Iris_Lewandowski@uni-hohenheim.de

Keywords: biogas digestate; solid/liquid separation; fertilisation; residues, alternative biogas substrates

ABSTRACT

Digestates produced by the increasing number of biogas plants require appropriate treatment or recycling. This study investigates the fertilising potential of separated biogas digestates. They contain valuable plant nutrients and can be used in agriculture to close the nutrient cycle. Multi-year field experiments with separated digestates were established at two challenging sites in south-west Germany (at base and top of Swabian Alb) in 2010; results from six years are shown here. The objectives were to 1) determine whether separated digestates can complement or substitute mineral fertilisers and 2) how they affect the long-term yield performance in different biomass cropping and fertilization systems. Recommendations for the practical implementation of efficient digestate use are given at the end.

The fertilising performance of digestates was assessed in a split-plot design with four replications using three cropping systems: 1) perennial grassland; 2) intercropping of triticale and clovergrass; 3) silage maize. Five different nitrogen fertilisation treatments were applied, each at 150 kg total N ha⁻¹:

- mineral fertiliser (calcium ammonium nitrate)
- combined solid digestate fraction and mineral fertiliser (2:1)
- solid digestate fraction
- combined liquid digestate fraction and mineral fertiliser (2:1)
- liquid digestate fraction.

The influences of site, cropping system, year and fertilisation treatment were highly significant. The mineral fertiliser treatment and the combination of liquid digestate fraction and mineral fertiliser mostly led to the highest quantitative biomass yields in all cropping systems at both sites. Fertilisation with the solid digestate fraction produced lowest yields in all fertilised plots, with results very often not significantly different from the untreated control. Maize achieved relatively high yields in years with favourable weather conditions; unfavourable conditions (cold, wet spring; dry heat periods in summer) led to low yields. The grassland and intercropping systems were less susceptible to weather conditions, producing a constant biomass supply irrespective of site, treatment and year.

The results showed that, in terms of biomass yield, separated biogas digestates have a comparable effect to mineral fertiliser, but this varies with the cropping system. In the intercropping system, complete substitution was possible. The solid fraction is more likely to contribute positively to the soil humus content and other soil characteristics. In general, the

The fertilising potential of separated biogas digestates in annual and perennial biomass production systems

combined application of digestate and mineral fertiliser is highly recommendable to meet crops' short- and long-term nitrogen demand, even on challenging sites. In this study, it allowed a considerable mineral fertiliser input reduction.

A commercial acidification method to fertilize with sulphate while reducing animal slurry ammonia emission. Compliance with EU directives on ammonia emission

A COMMERCIAL ACIDIFICATION METHOD TO FERTILIZE WITH SULPHATE WHILE REDUCING ANIMAL SLURRY AMMONIA EMISSION. COMPLIANCE WITH EU DIRECTIVES ON AMMONIA EMISSION

Morten Toft

BioCover A/S, Veerstskevej 6, 6600 Vejen Denmark, mt@biocover.dk

Keywords: Acidification, ammonia emission, slurry application, sulphuric acid, air quality

ABSTRACT

Development of system for fertilization with sulphur, reduction of ammonia emission and leaching of nitrate from slurry application and experiences with 8 years use in Denmark

Objectives

Development of a system for fertilization with Sulphur, reduction of ammonia emission and leaching of nitrate from slurry during application to fields.

Methodology

Initiated by BioCover A/S, a group of companies were assembled (Aarhus university, SEGES, Grundfos) and committed to a joint development project – SyreN - with support from the Danish ministry for development and innovation.

The group defined and created a demand specification for using sulphuric acid together with a slurry tanker during application with the purpose of being able to adjust the sulphur- and ammonium nutrient values in the slurry. Following a successful research evaluation, the system was jointly developed to a pilot scale system for tests and following used in commercial slurry application.

Results

The system was tested according to the VERA protocol for ammonia emission. The extensive emission tests concluded an effectiveness of up to 70% reduction of ammonia emissions using sulphuric acid for acidification of slurry during application. Average reduction at pH 6.4 of 49%. App. 60% of all commercial applications results in following the recommended sulphur fertilization rates from the Danish extension services together with application of slurry at pH 6.4. 5 years of certified yield tests in winter wheat have concluded an average increase in yield of 2.2 hkg/ha. A total of 20 % of all slurry in Denmark is now being treated with acidification prior- or during application, with 128 SyreN systems operative in Denmark, using 16.000 m³ of sulphuric acid, without any reports of accidents over 8 years. Yield tests have shown up to 1.9 ton increased yield where sulphur deficiencies could be identified. Denmark is now committed to 24% ammonia emission reduction by 2020, compared to average 6% in EU. From 2016, an EU interreg project – Baltic sea acidification project, are establishing 7 pilot projects in the Baltic sea states including Germany.

A commercial acidification method to fertilize with sulphate while reducing animal slurry ammonia emission. Compliance with EU directives on ammonia emission

Software has been developed to allow the user to quantify amounts of sulphuric acid to be used and the nutrient values in the combined application. It also identifies the economy in using the system to optimise the effectiveness of organic fertilisers.

Conclusion

A successful demonstration of commercial scale system to reduce both ammonia emission through acidification and reduction in leaching of nitrate through converting ammonia into ammonium. In addition, Sulphur fertilization through slurry application eliminates necessity of using NS fertilizers in certain crops, reducing traffic in fields. EU NEC directive and the EU IED directive will be important drivers in introducing this technology into Germany, starting in 2017 and with 3 operating systems in 2018. Full compliance with German legislation has been achieved.

References

Acidification of animal slurry: a review

David Fanguero a, *, MaibrittHjorth b, FabrizioGioelli c

a UIQA/LEAF-Instituto Superior de Agronomia, Ulisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

b Department of Engineering, Aarhus University, Høngøvej 2, 8200 Århus N, Denmark

c Dipartimento di ScienzeAgrarieForestali e Alimentari, Universit_adeegliStudi di Torino, Largo Paolo Braccini, 2, 10095 Grugliasco (To), Italy

INTERESSE UND AKZEPTANZ DES VERFAHRENS DER GÜLLEANSÄUERUNG IM STALL – ERGEBNISSE EINER ONLINEUMFRAGE

M. Sc. Susanne Höcherl¹, Dr. Fabian Lichti²

¹Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Vöttinger Straße 36, 85354 Freising, ++49-8161-71-3796, e-mail.- susanne.hoecherl@lfl.bayern.de

²Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Vöttinger Straße 36, 85354 Freising, ++49-8161-71-3453, e-mail.- fabian.lichti@lfl.bayern.de

Keywords: Akzeptanz, Ansäuerung im Stall, Gülle, Ammoniakemissionen, Umfrage

ABSTRACT

Die neue NEC-Richtlinie (Richtlinie EU 2016/2284) sieht eine Senkung der Ammoniakemissionen um 29 % bis 2030 gegenüber dem Referenzjahr 2005 vor. Die Landwirtschaft gilt als der Hauptemittent von Ammoniak, insbesondere im Bereich der Tierhaltung. Dort fallen vor allem bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern erhebliche Stickstoffverluste in Form von Ammoniak an. Bei der Ausbringung greifen bereits bodennahe Ausbringtechniken zur Emissionsminderung. Doch auch im Stallbereich werden Maßnahmen mit einem hohem Reduktionspotential benötigt, um bereits von Beginn an die Stickstoffverluste zu minimieren und um sich den Zielwert der NEC-Richtlinie zu nähern. Das aus Dänemark bekannte Verfahren der Ansäuerung von Gülle im Stall verspricht ein Ammoniakminderungspotential von 64 % in Mastschweinställen (VERA). Dabei wird der pH-Wert der Gülle auf pH 5,5 durch die Zugabe von Schwefelsäure gesenkt, wodurch die Ammoniakausgasung reduziert wird. In Dänemark gibt es bereits über 150 Anlagen, wobei die Berichte der Landwirte aus Dänemark durchwegs positiv sind. Ziel dieses Projektes ist es zu überprüfen, ob dieses Verfahren auch unter den bayerischen Strukturbedingungen und Betriebsverhältnissen eingeführt werden kann. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei das Interesse an der Technologie und die Akzeptanz des Verfahrens.

Dies wurde mithilfe einer Onlineumfrage in Deutschland ermittelt. Der Fragebogen unterteilte sich in die Bereiche soziodemographische Merkmale, landwirtschaftliche Betriebskennzahlen, Einsatz emissionsmindernder Maßnahmen und Interesse und Akzeptanz der Ansäuerung im Stall. Befragt wurden Landwirte, Berater, Interessensvertreter und Schüler und Studenten im Bereich Landwirtschaft oder ähnlicher Studiengänge. Insgesamt nahmen 277 Teilnehmer teil, darunter überwiegend Landwirte (61 %) und Studenten (19 %). Diese kamen vorwiegend aus Bayern (n=201). Der Großteil der Teilnehmer (86%) befürwortete die Technologie, womit nur eine geringe Ablehnung ermittelt werden konnte (Abbildung 1). Dabei sahen alle Teilnehmer den wichtigsten Vorteil in der Erhöhung der Düngeneffizienz der Gülle durch eine Reduzierung der Stickstoffverluste und damit der Ammoniakausgasung. Ein deutlicher Ablehnungsgrund ist für sie die Gefahr einer möglichen Korrosion von Beton und Bauteilen durch die angesäuerte Gülle. Die Beeinträchtigung der Arbeitssicherheit durch den Umgang mit Säure erlangte hingegen nur bei der Hälfte der Teilnehmer eine hohe Priorität als Ablehnungsgrund. Die Investitionskosten für den Bau der Anlage dürfen maximal 100.000 € betragen, was sich gut mit den Literaturwerten deckt. Die kleineren Betriebe (77 %) sind nach der Umfrage nur bereit 25.000 € in den Bau der Ansäuerungsanlage zu investieren. Die laufenden Kosten (Säure, Stromkosten, etc.) pro Jahr dürften sich auf maximal 5.000 €/Jahr belaufen.

Interesse und Akzeptanz des Verfahrens der Gülleensäuerung im Stall – Ergebnisse einer Onlineumfrage



Abbildung 2: Meinungsäußerung der Teilnehmer zu Ansäuerungsverfahren im Stall.

Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

EINFLUSS VERPILZTER EINSATZSTOFFE AUF DEN BIOGASPROZESS UND DIE HYGIENISCHEN EIGENSCHAFTEN VON GÄRRESTEN

Dipl. Ing. Mathias Hartel

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung,
VöttingerStrasse 36, 85354 Freising, ++49-8161-71-3796, e-mail.-
mathias.hartel@lfl.bayern.de

Keywords: Mykotoxine, Biogasprozess, Schimmelpilze, Gärrest

ABSTRACT

Durch die Vergärung von landwirtschaftlichen Produkten und tierischen Ausscheidungen entstehen neben der Biogasproduktion auch hochwertige Wirtschaftsdünger, die zur Nährstoffversorgung auf landwirtschaftlichen Kulturen ausgebracht werden. Durch die aktuelle Forderung zunehmend auch Reststoffe als Einsatzstoff zu nutzen, bieten sich nicht nur aus umweltrelevanter Sicht verschiedene Vorteile. So kann mit Hilfe der Biogastechnologie für die Tierernährung ungeeignetes Futter weiterhin eine gesicherte Verwendung beibehalten werden. Hinweise aus der Praxis deuten jedoch darauf hin, dass verpilzte Silagen den Biogasprozess beeinträchtigen können. Die bei der Verschimmelung gebildeten Sekundärmetabolite können sowohl toxische als auch antibiotisch wirksame Substanzen enthalten. Der Metabolismus der Verbindungen im komplexen Biogasprozess und ihr Verbleib im Gärrest sind jedoch weitgehend unbekannt.

Für die Untersuchungen wurden zunächst Mykotoxine als Reinsubstanz im Minibatchverfahren getestet. Hierzu sind verschiedenen Gärgemischen Toxine in unterschiedlichen Konzentrationen hinzugegeben worden. Anschließend erfolgten Belastungstests in Durchflussfermentern. Die dabei eingesetzten Maissilagen sind im Vorfeld artifiziell mit Schimmelpilzkulturen kontaminiert worden. Dabei handelte es sich um die sehr häufig vorkommenden Lagerschimmel *Monascus ruber*, *Penicillium roqueforti* und *Aspergillus fumigatus*. Versuchsbegleitend sind neben der Messung von Kenngrößen zur Bewertung der Gasproduktion und -qualität auch mikrobielle und laborchemische Untersuchungen der Gärreste durchgeführt worden.

Die Ergebnisse aus den Minbatchversuchen lassen erkennen, dass der Zustand eines Gärgemisches und die Konzentration der zugegebenen Substanz relevant sein können. Lediglich die Mykophenolsäure zeigte im Bereich der ausgewählten Konzentrationen einen inhibierenden Effekt auf die Biogasproduktion. Bei den Durchfluss-Belastungstests wurde bei der Variante *M. ruber* als erstes und danach bei *P. roqueforti* eine Prozessstörung beobachtet. Die Kontrolle wies als letztes eine Prozessstörung auf und konnte am längsten betrieben werden. In den verwendeten Silagen wurde vor allem eine Bildung der Mykotoxine Monakolin KS+KL und Roquefortin C festgestellt. Die Untersuchung der Gärreste ergab sowohl für Monakolin KS+KL, als auch für Roquefortin C eine Zunahme der Konzentration über den gesamten Versuchsverlauf. Die weiteren Ergebnisse zur Gaszusammensetzung, zu den nasschemischen Analyseparametern und den mikrobiologischen Analysen zeigten keine Unterschiede zwischen den getesteten Varianten und den Kontrollen. Sie können somit keine Erklärung für den Einbruch der Methanproduktivität durch die Bildung der detektierten Toxine liefern, da die Kontrolle ebenfalls eine Prozessstörung anzeigte. Die Frage, ob bei der Ausbringung der Gärreste ein hygienisch-toxikologisches Risiko wegen angereicherter Toxine besteht, kann noch nicht beantwortet werden. Das Projekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie gefördert.

POULTRY PROFIT®: VERFAHREN ZUR AUFWERTUNG AMMONIUMREICHER RESTSTOFFE

Herr Benjamin Franke¹, Herr Werner Schemmann²

¹01703739413, b.franke@revis-bioenergy.de

²0170339414, w.schemmann@revis-bioenergy.de

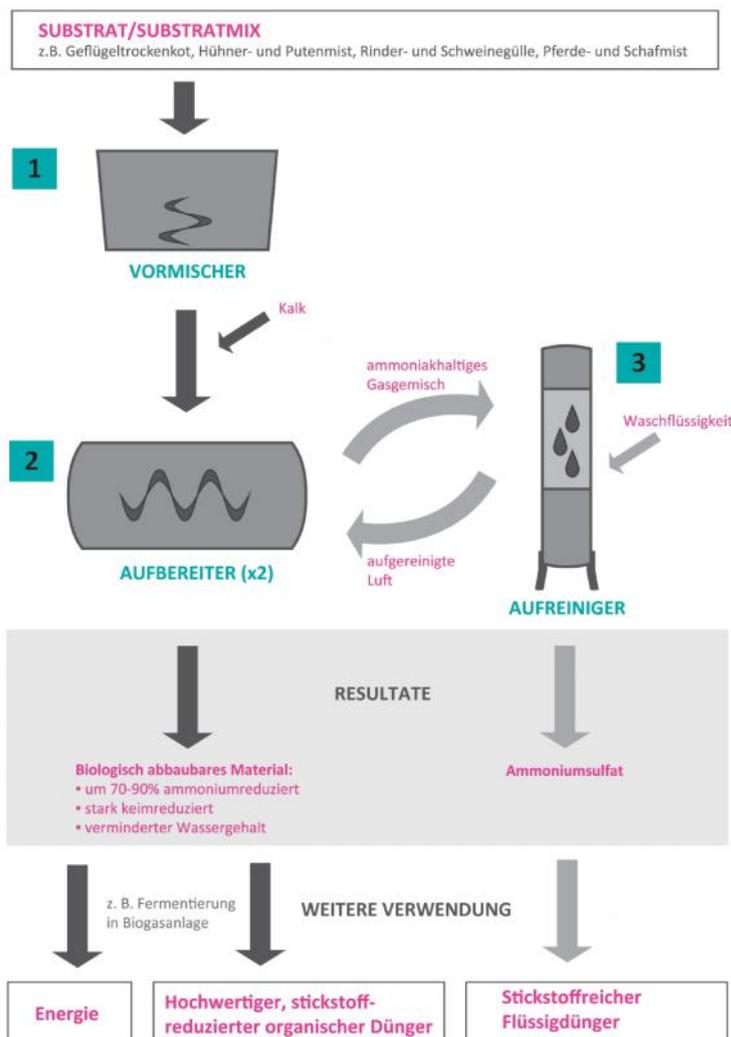
Keywords: Gärrestveredelung, Biomasseaufwertung, 70–90% ammoniumreduzierte Biomasse,

ABSTRACT

In Deutschland werden rund 1,4 Mio. Hektar Energiepflanzen für den Einsatz in Biogasanlagen angebaut. Durch die immer größer werdende Flächenkonkurrenz zu Viehbetrieben (u.ä), sind die Preise für z.B. Mais in vielen Regionen auf ein Maximum gestiegen. Insbesondere in veredelungs-starken Regionen entstand in den letzten Jahren eine Konkurrenz von Biogasanlagen und Vieh-haltung. Beide Produktionszweige konkurrieren zum einem um Anbauflächen für Ihr Futter und zum zweiten, um die Ausbringflächen für die am Ende jedes Produktionszweiges stehenden Nähr-stoffe. Beide sehen sich gleichzeitig dem Vorwurf der Nitratverunreinigung des Grundwassers, auf-grund von Überdüngung, ausgesetzt. Die steigende Nachfrage nach Geflügel in den letzten Jahren, führte zu einem starken Zuwachs an Wirtschaftsdüngern aus der Geflügelhaltung. Gerade diese Wirtschaftsdünger zeichnen sich durch hohe Nährstofffrachten aus. Die oben beschriebene Problematik verschärft sich dadurch weiter. Gleichzeitig haben Wirtschaftsdünger aus Geflügel-haltung eine mehrfach höhere Energiedichte als andere Wirtschaftdünger, wie Schweine- oder Rinder Gülle. Energetisch betrachtet wären somit Wirtschaftsdünger aus Geflügelhaltung ein idealer Rohstoff für Biogasanlagen. Dennoch ist der Einsatz von Wirtschaftsdüngern aus Geflügel-haltung nur in sehr überschaubaren Mengen/Anteilen zu beobachten. Der Grund hierfür liegt in der o.g. hohen Nährstoff- insbesondere Stickstoffkonzentration. Hohe Stickstoffkonzentrationen bzw. der sich daraus ergebende Ammoniakgehalt führt zu Hemmungen im Vergärungsprozess einer Biogasanlage. Somit landet ein Großteil der stickstoffhaltigen Wirtschaftsdünger direkt und unbe-handelt auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Häufig müssen die Nährstoffe aufgrund der oben beschriebenen Flächenkonkurrenz, zusätzlich aus den Regionen exportiert werden, was zu Transportaufwand samt weiteren negativen Auswirkungen auf Klima und Umwelt führt.

Das poultryprofit - Verfahren wurde in Zusammenarbeit mit der FH Münster unter der Leitung von Prof. Dr. Wetter entwickelt und zum Patent angemeldet. Gefördert und unterstützt wurde das Projekt von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Das Resultat der Entwicklung ist eine Produktlinie die seit Anfang 2018 exklusiv vom Biogasspezialisten revisbioenergy GmbH Münster unter dem Markennamen poultryprofit® vermarktet wird. Das vorgestellte Verfahren entzieht gezielt die hemmenden Ammoniumanteile stark stickstoffhaltiger Reststoffe, um diese dem verstärkten Einsatz in Biogasanlagen zugänglich zu machen. poultryprofit® ermöglicht erstmals den umfassenden Ersatz von Mais und anderen Rohstoffen, durch vorhandene, kostengünstige Reststoffe und reduziert gleichzeitig den (Nährstoff-) Druck, insbesondere in viehstarken Regionen. Die Technik kann problemlos in die vorhandene Anlagentechnik eingebunden werden, was Sie für einen breiten Einsatzbereich attraktiv macht. **Verfahrensbeschreibung-** In einem mehrstufigen, geschlossenem Prozess wird organischen, stickstoffhaltigen Reststoffen Branntkalk zu

dosiert. Durch die Zugabe von Branntkalk wird eine starke exotherme Reaktion ausgelöst. Der Branntkalk reagiert mit Wasser zu Kalziumhydroxid. Der ph-Wert wird weiter in den basischen Bereich verschoben. Wärme und ph-Wert Verschiebung bewirken eine starke Verschiebung des Ammonium-Ammoniak Gleichgewichtes zum Ammoniak. Das gasförmige Ammoniak wird über die im Kreislauf geführte Prozessluft ausgetragen. Durch die im Kreislauf eingebauten Staubabscheider und sauren Wäscher, wird die Prozessluft regeneriert und kann erneut in den Prozess zurückgeführt werden. Die aus der Luft ausgewaschenen Schmutzstoffe werden ebenfalls in den Prozess zurückgeführt. Im sauren Wäscher wird dann das Ammoniak mit einer schwefelsauren Lösung ausgewaschen. Die entstandene ASL –Lösung kann wirtschaftlich in vielen Prozessen weiter verwertet werden oder direkt als Ersatz für „Kunstdünger“ eingesetzt werden.



Ergebnis- Aus dem Aufbereitungsprozess gehen hervor:

Die um bis zu 70–90% ammoniumreduzierte Biomasse: Sie zeichnet sich überdies durch einen niedrigen Wassergehalt, eine stark verminderte Keimbelastung und Geruchsentwicklung aus. Durch die reduzierte Stickstoffkonzentration, können organische Reststoff mit hohen Stickstofffrachten in höheren Konzentrationen in Biogasanlagen zur Energieerzeugung genutzt werden. **Das bei der Aufreinigung anfallende Ammoniumsulfat:** Es kann z. B. als handelsüblicher flüssiger Stickstoffdünger einen energieintensiv produzierten Mineraldünger direkt ersetzen. **Vorteile von poultryprofit®**

Ziel von poultryprofit® ist die Nutzbarmachung von heute weitgehend ungenutzten Reststoffen, für marktübliche Biogasanlagen. Dieser Markt wird, unserer Ansicht nach, von keinem vergleichbaren Produkt oder Verfahren bedient. Auf eine detaillierte Wettbewerbsbetrachtung wird daher verzichtet. Der Fokus soll abschließend auf die Möglichkeiten des Einsatzes des poultryprofit Verfahrens gelegt werden. Sowohl einzelbetrieblich als auch volkswirtschaftlich lassen sich wesentliche Vorteile erzielen. **Reduzierte Substratpreise in Biogasanlagen durch den stark verringerten Maiseinsatz:** Aus Sicht der Biogasanlagebetreiber führt der Einsatz von poultryprofit vor allem zu einer deutlichen wirtschaftlichen Verbesserung. Es werden kostengünstige Reststoffquellen für die Vergärung nutzbar gemacht. Der Ersatz von Mais durch Geflügelmist, führt zu starken Kostenreduktionen bei gleichzeitig steigendem Ertrag. Durch die Reduzierung der Ammoniumgehalte und gleichzeitiger Zerkleinerung/Homogenisierung des Geflügelmist, steht Geflügelmist jetzt auch „marktüblichen“ Nassvergärungsanlagen“ als Rohstoff in großem Umfang zur Verfügung.

Somit handelt es sich nicht nur um eine ressourcen- und umweltschonende, sondern gleichzeitig auch wirtschaftlich sehr attraktive Investition.



HEMMNISSE EINES GRENZÜBERSCHREITENDEN MARKTES FÜR ORGANISCHE DÜNGEPRODUKTE

Katharina Laub Dipl. Wirtschaftsingenieur¹, *Renata Sultanbaeva*, MSc²

¹IzesgGmbH Altenkesselerstraße 17 A1 66115 Saarbrücken, 0681-844972 13, laub@izes.de

²IzesgGmbH Altenkesselerstraße 17 A1 66115 Saarbrücken, 0681-844972 47, sultanbaeva@izes.de

Keywords: Marktpotential, Nährstoffüberschuss, Recht, Ökonomie, Praxisanforderung

ABSTRACT

In Nordwesteuropa werden derzeit 5,4 Mt Stickstoff und 0,4 Mt Phosphor an Mineraldünger auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht. Die angewendeten Mineraldünger werden zu fast 100 % aus dem Ausland importiert. Nur ca. 5 % der in Nordwesteuropa ausgebrachten Düngermengen bestehen aus organisch recycelten Materialien. Das Interreg VB Projekt ReNu2Farm (Nutrient Recycling - from pilot production to farms and fields) fokussiert eine Mineraldünger substitution durch die Schließung vorhandener Stoffstromkreisläufe und die Anpassung der Nährstoffausbringung. Die gezielte Steigerung der Verwendung organisch basierter Dünger erfordert eine detaillierte Analyse der Marktgegebenheiten, Herstellungsprozesse und nicht zuletzt der anwenderspezifischen Anforderungen. Diese können je nach Region und Nutzungszweck variieren. Ein gutes Beispiel für die mangelnde Verwertung organisch basierter Nährstoffe liefert die Problematik der Nährstoffüberschussregionen. An über 50% der Messstellen in Deutschland ist der Grenzwert von 50 mg Nitrat pro Liter Wasser überschritten. Das Nitrat stammt größtenteils aus der Landwirtschaft: Aus Mineraldüngern für den Ackerbau und Wirtschaftsdüngern aus der Viehhaltung.

Die Bildung von sogenannten Nährstoffüberschuss- und Nährstoffmangelregionen ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Ein Faktor ist die langjährige Fokussierung einer Spezialisierung der Landwirtschaft, welche sich heute in der (regionalen) Trennung von Ackerbau und Viehhaltung widerspiegelt. Insbesondere in den Veredelungsregionen mit hohen Viehdichten liegen zum Teil massive Nährstoffüberschüsse (N, P) vor. Diese Regionen versuchen durch Aufbereitung oder (grenzüberschreitenden) Export das Überangebot zu reduzieren. Allerdings zeigte sich, dass insbesondere die Transportwürdigkeit von Wirtschaftsdünger (Gülle, Gärrest) im Vergleich zum vorhandenen Nährstoffanteil ein Problem darstellt. Grundsätzlich kann sich ein Export dieser Überschüsse in z.B. Ackerbauregionen, die bisher Mineraldünger zukaufen, für beide Seiten positiv auswirken. Im Projekt INEMAD (Verbessertes Nährstoff- und Energie- Management durch Anaerobe Gärung) wurden verschiedene Möglichkeiten u.a. des überbetrieblichen Austauschs von Nährstoffen untersucht. Es zeigte sich, dass insbesondere hinsichtlich der Anwendung von organisch basierter Dünger Hemmungen auf Seiten der Zielgruppe (Landwirte) bestehen. ReNu2Farm konzentriert sich auf die Etablierung eines Marktes für organisch basierte Dünger. Die verschiedenen Hindernisse rechtlicher, ökonomischer,

Hemmnisse eines grenzüberschreitenden Marktes für organische Düngeprodukte

ökologischer und technischer Art werden für die verschiedenen Regionen Nord-West Europas untersucht und hinsichtlich ihres Hinderungspotenzials zur Etablierung nationaler sowie grenzüberschreitender Märkte bewertet. Die Erhebung der Anforderungen der Landwirte im ersten Schritt sowie die Analyse der rechtlichen Barrieren bildet die Basis für die Entwicklung eines marktfähigen Produktes.



EFFECT OF ACTIPOST® TREATMENT IN AN AGRICULTURAL BIOGAS PLANT IN FRANCE

Guillaume Salome¹, Anca Lucia Laza Knoerr²

¹Development engineer, Centre Mondial de l'Innovation Roullier, 18 Avenue Franklin Roosevelt, 35400 Saint Malo France, guillaume.salome@roullier.com, +33 643 430 367

² Head of R&D of the animal Nutrition department, Centre Mondial de l'Innovation Roullier, 18 Avenue Franklin Roosevelt, 35400 Saint Malo France, ancalucia.lazaknoerr@roullier.com, +33 097 798 296

Keywords: Biogas, Digestate, Treatment, Actipost®, Analysis

ABSTRACT

The aim of the present study is to confirm the effect of the Actipost® product for the Digestate treatment in agricultural biogas plant, which is commercialized by the Timac Agro Company as a litter additives at the moment. Preliminary studies has been performed in 2015 (1) in in vitro digester in Czech Republic and revealed that Actipost has some effect on the biogas and bio methane enhancement. The present study was performed in Magoar (France) at the Kehorong farm where a recent biogas plant has been set up in 2016. A comparison between a control Digestate and a treated Digestate has been performed every month since March to July. The records of the gas production has also been analyzed during four months of control period and four month of the treated period. Digestate which was back to the ground as fertilizer was also looked at. Results has shown a good efficiency of our product on media valorization ($P < 0.0001$) for the capititation of macro minerals as Calcium (Ca), Nitrogen (N), Ammonia (NH₃), Phosphorus (P) or also Potassium (K). A good enhancement was also observed on Dry matter, pH and methane production. ($P < 0.0001$) These results are really encouraging for the product development and other study are going to be performed to validate the effect on the ground or the effect on various Digestate.

References:

SALOME G., JAMBOR V., LAZA KNOERR A.L., 2017, The effect of slurry treated by biological additives (Actiglen® and Actipost®) for production of biogas based on the maize silage at laboratory batch biological tests, EMILI 2017, Inra, 4 p.

POSTER

MEST OP MAAT – NACHHALTIGER DÜNGER NACH MAß

Daniel Baumkötter M.Eng¹, Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter², Dr.-Ing. Elmar Brüggling³

¹FH Münster, Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt, Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt, 02551/962422, baumkoetter@fh-muenster.de

²FH Münster, Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt, Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt, 02551/962725, wetter@fh-muenster.de

³FH Münster, Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt, Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt, 02551/962420, bruegging@fh-muenster.de

Keywords: Organische Dünger, Nährstoffanfall und -transport, Optimierung Aufbereitungstechniken, NIRS-Analytik

ABSTRACT

Einleitung

Das Interreg VA-Projekt „Mestop Maat – Nachhaltiger Dünger nach Maß“ arbeitet entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Rohgülle, über die direkte Nutzung als Dünger oder Energiesubstrat, bis hin zu deren Aufbereitung zu Düngemitteln und Input-Substraten für Biogasanlagen in den viehveredlungsstarken Regionen in Deutschland und den Niederlanden. Dabei steht die transparente und bedarfsgerechte Verwertung der Gülle und Gärreste unter Zuhilfenahme effizienter Technologien im Mittelpunkt der Arbeiten.

Das Projektgebiet für Mestop Maat umfasst in Nordrhein-Westfalen die Kreise des Münsterlandes, in Niedersachsen die Landkreise Emsland und Grafschaft Bentheim sowie auf niederländischer Seite die Regionen Overijssel und Gelderland. Die zum Teil hohen regionalen Überschüsse an Nährstoffen müssen umweltverträglich verwertet werden und erzeugen dabei steigende Kosten. Gleichzeitig besteht in Ackerbauregionen ein Bedarf an Nährstoffen, wodurch sich in den letzten Jahren eine stetig wachsende Logistik für tierische Ausscheidungen entwickelt hat, die gerade auch grenzüberschreitend stattfindet. Diese ist jedoch oft nur wenig effizient und wirtschaftlich häufig nicht sehr sinnvoll.

Ergebnisse

Zentrales Element des Projektes ist die Homepage (www.mestopmaat.eu). Auf dieser wurden bereits erste Ergebnisse wie eine interaktive Karte mit den Akteuren im Projektgebiet und Übersichten zu den rechtlichen Grundlagen für Anfall, Verarbeitung, Transport sowie Anwendung von Dünger aus tierischen Ausscheidungen in Deutschland und den Niederlanden veröffentlicht. Neben den rechtlichen Rahmenbedingungen haben jedoch noch viele weitere Faktoren bei der Wahl des Verwertungs- bzw. Aufbereitungsweges für Gülle und Gärreste einen Einfluss (Abb. 1).

Schwerpunkt der Arbeiten im Projekt ist die Untersuchung bestehender und neuer Technologien und Konzepte zur Gülle- und Gärrestverwertung. Dazu werden diese im Labor- und Praxismaßstab für die Aufbereitung von Rinder- und Schweinegülle sowie Gärreste getestet. Durch die Versuche sollen Optimierungspotenziale bei bestehenden Techniken gehoben werden, neue Technologien weiterentwickelt und in technisch ausgereifte Konzepte überführt werden. Am Ende steht die Realisierung in Pilotanlagen im Praxismaßstab.

In einer Versuchsreihe wurden so vier Separationstechniken bei verschiedenen Einstellungen mit Gärrest, Mastschweine-, Sauen- und Rindergülle untersucht. In Abhängigkeit vom Anwendungszweck zeigte dabei jede Technik ihre Stärken und Schwächen. Bei der Abscheidung von Phosphor zum Beispiel erzielte die untersuchte

Dekanterzentrifuge in Schweinegülle einen Abscheidegrad von bis zu 80 % in den Feststoff. Mit den erzeugten Filtraten werden nun Versuche zur weiteren Behandlung im Labormaßstab fortgeführt. Dazu werden Verfahren zur Sedimentation, zur Ammoniakstrippung sowie zur Fällung und Flockung untersucht.

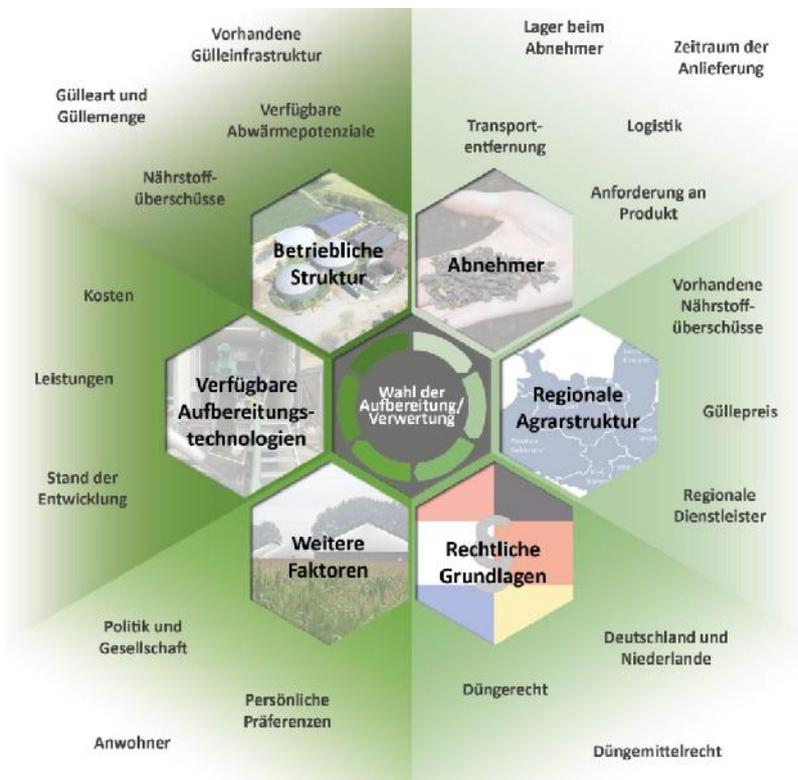


Abb. 1: Faktoren zur Wahl des Verwertungs- bzw. Aufbereitungsweges für Gülle und Gärreste

Neben Anlagen zur Aufbereitung werden im Projekt auch Logistik und Ausbringungstechnologien betrachtet. Durch eine gesteuerte und bedarfsgerechte Düngung können umweltschädliche Nährstoffüberschüsse reduziert werden. Möglich wird dies z.B. durch eine NIRS-gesteuerte Güllausbringung. Bei ersten Untersuchungen zur mobilen NIRS-Analytik mit unterschiedlichen Güllen zeigte sich vor allem beim Parameter Gesamtstickstoff für Schweine- und Rindergülle eine hohe Übereinstimmung mit der Schwankungsbreite der Ergebnisse aus vier Analytiklaboren.

Fazit und Ausblick

Im Rahmen des Projektes werden der weitere Anfall, Überschuss und tatsächlicher Transport tierischer Ausscheidungen und Nährstofffrachten in der Projektregion transparent dargestellt. Damit wird es möglich, für die Region angepasste Szenarien für eine effiziente und kostengünstige Nährstoffverwertung zu entwickeln.

Mit Hilfe gemeinsamer grenzüberschreitender Exkursionen und Expertenworkshops werden in dem Projekt innovative Aufbereitungstechnologien und Verwertungskonzepte untersucht und bewertet. Dabei steht vor allem auch die Ermittlung der Interessen und Bedarfe der Abnehmerseite im Mittelpunkt, um bedarfsoptimierte Konzepte entwickeln zu können.

DEVELOPMENT OF A NOVEL VACUUM EVAPORATOR FOR LIQUID DIGESTATE

Marek Vondra¹, Vít zslav Máša², Michal Touš³, Eva Kone ná⁴

¹Brno Univ. of Technology, NETME Centre & Inst. of Process Engineering, Technická 2, 616 69 Brno, Czech Republic, tel. +420 541144918, email: m.vondra@vut.cz

²Brno Univ. of Technology, NETME Centre & Inst. of Process Engineering, Technická 2, 616 69 Brno, Czech Republic, tel. +420 541144916, email: masa@fme.vutbr.cz

³Brno Univ. of Technology, NETME Centre & Inst. of Process Engineering, Technická 2, 616 69 Brno, Czech Republic, tel. +420 541144919, email: tous@fme.vutbr.cz

⁴Brno Univ. of Technology, NETME Centre & Inst. of Process Engineering, Technická 2, 616 69 Brno, Czech Republic, tel. +420 541144917, email: konecna@fme.vutbr.cz

Keywords: liquid digestate, vacuum evaporation, waste heat, anaerobic digestion, ammonia

ABSTRACT

Vacuum evaporation is a proven technology for a liquid digestate treatment with the advantage of simple construction, robust operation and waste heat utilization. Evaporators are capable of significant dewatering of the liquid digestate up to the 15 % of dry matter content (without a stirrer). However, high investment cost, chemicals consumption and utilization of subsidized and thus expensive electricity are the main obstacles for its expansion in the Czech Republic. To be acceptable for plant operators, beside price and reliability, a vacuum evaporator must meet all requirements for its product's (concentrate, separated water) quality. Separated water should be purified enough so it could be directly discharged. The concentrate should contain most of original nutrients and must be usable as a fertilizer.

To meet rising demand for feasible digestate treatment technology in the Czech Republic, a multi-stage flash (MSF) evaporator has been subjected to an extensive development, which is further described in this study. The reasons for the choice of the MSF evaporator are as follows: low energy consumption, good operational experience in the field of desalination, its simple construction, modularity and evaporation outside the heat transfer surface. The MSF prototype, which is currently under development, consists of three evaporation chambers and is capable of a stable liquid digestate flow rate (0.4–0.5 m³/h) and continuous distillate production (5 to 10 kg/h). In the full-scale projection, the evaporator should consume approx. 14 kWh_{el} and 240 kWh_{th} per m³ of the distillate produced. To reach the desired product's quality, the MSF evaporator had to be supplemented by a system for ammonia degassing and absorption. This study presents obtained experimental results as well as future work, which will consist mainly of the technology optimization and investment cost reduction.

The effect of slurry treated by biological additives (Actiglen® and Actipost®) for production of biogas based on the maize silage at laboratory batch biological tests

THE EFFECT OF SLURRY TREATED BY BIOLOGICAL ADDITIVES (ACTIGLEN® AND ACTIPOST®) FOR PRODUCTION OF BIOGAS BASED ON THE MAIZE SILAGE AT LABORATORY BATCH BIOLOGICAL TESTS

Guillaume Salome¹, Anca Lucia Laza Knoerr²

¹Development engineer, Centre Mondial de l'Innovation Roullier, 18 Avenue Franklin Roosevelt, 35400 Saint Malo France, guillaume.salome@roullier.com, +33 643 430 367

Qualification, address, phone, e-mail

²Head of R&D of the animal Nutrition department, Centre Mondial de l'Innovation Roullier, 18 Avenue Franklin Roosevelt, 35400 Saint Malo France, ancalucia.lazaknoerr@roullier.com, +33 097 798 296

Keywords: CH₄, Slurry, additives, biogas production

ABSTRACT

The present study is about the positive effects of two products, made by Timac Agro, on biogas production. Actiglène® and Actipost® are two biological additives which are used to treat slurry. The focus of the study was about two areas of work: the Digestat analysis and the biogas production recording. The treatment's effect from both additives were investigated in different kind of support such as: Digestat from a local Czech biogas plant, slurry from pig farm and maize silage. They were also compared to a control without additives in the slurry. The Digestat analysis, have demonstrated some positive tendencies on pH stabilization but also on enhancement of propionic acid production. A positive effect was observed on Dry Matter (DM) into both treated Digestat, with a significant raise of DM ($P < 0.001^{***}$), the values obtained for this characteristic are in accordance with the recommendation from the global literature. Moreover, the results obtained from the gas production recording showed also some good effects from the additives. We could observed an increase of the production of CH₄ by 15.2% for the slurry and silage treated by Actiglène® and a performance characterized by a raise of 20.1% of the production of CH₄ for the treatment with Actipost®. Moreover, we also observed a reduction of the production of H₂S for the treatment with additives compared to the control. These results are really interesting in terms of efficiency of our products and news studies are conducted in order to check and confirm the activity of our products at different stages of using (Higher temperature, various inoculum etc.).

EXPERIENCE OF PROCESS OPTIMIZATION OF A RURAL BIOGAS PLANT USING A MOBILE PILOT SCALE SYSTEM

Medina Berbic, M.Sc.¹, Oliver Höcker, M.Sc.², Prof. Dr. Christian Neusüß³, Prof. Dr.-Ing Electrical Engineering Martina Hofmann⁴

¹Chemical Engineering, Hochschule Aalen, Anton-Huber Straße 25, Phone: +49 (0) 7361 576-4246, E-mail: medina.berbic@hs-aalen.de

²Analytical and Bioanalytical Chemistry, Hochschule Aalen, Beethovenstraße 1, Phone: +49 (0) 7361 576-2505, E-mail: oliver.hoecker@hs-aalen.de

³ Analytical Chemistry, Hochschule Aalen, Beethovenstraße 1, Phone: +49 (0) 7361 576-2399, E-mail: christian.neusuess@hs-aalen.de

⁴Hochschule Aalen, Anton-Huber-Straße 25, Phone: +49 (0) 7361 576-4101, E-mail: martina.hofmann@hs-aalen.de

Keywords: process optimization, conventional biogas plant, mobile laboratory pilot scale system, maize, silphiumperfoliatum.

Abstract

In Germany, currently more than 9,000 biogas plants for biogas production are in operation with different biogas utilization. A high percentage of these existing biogas plants are privately owned and operate on a conventional way with single or two-stage fermentation using continuously operated stirred tank reactor (CSTR). So far, the most common usage of the produced biogas is for the generation of electricity and heat in a combined heat and power unit (CHP). Based on the unique conditions of the German "Erneuerbare Energien Gesetz" (EEG), biogas plants are financed mainly through subvention of electricity for a period of 20 years. Thus, in the next 5 years, almost 20% of the existing biogas plants will lose their basic financing [1].

Commercial biogas plants often operate far below their optimal performances due to a variety of factors. Economic reasons (e.g. the prospective loss of basic financing by EEG) force the owners to improve the technical and digester operating conditions of their plants and to find alternatives for biogas utilization. Nowadays, there are many possibilities, but only big sized plants are able to economically operate with an upgrading unit for biomethane production (for gas grid injection or vehicle fuel usage), or can afford a trigeneration unit (CCHP) for production of cooling, heating and power for industrial areas or nearby villages.

This study shows a practical example of the process optimization of a conventional biogas plant from different researching perspectives using a mobile pilot scale system installed nearby the biogas plant. Here, the potential of upgrading a two-stage into a multi-stage system and the potential of using *Silphiumperfoliatum* in feedstock mixture for two-stage systems are investigated. The results of methane yield were 257 l_N/kg VS (volatile solid) for a multi-stage system with 57% of methane and 274 l_N/kg VS for a two-stage system with 56% of methane. For a multi stage system, the results show advantages in methane concentration but not in gas quantity, while testing *Silphiumperfoliatum* in co-digestion for a two-stage system showed only low methane yield with 200 l_N/ kg VS with 56% of methane. The organic load ratio (OLR) for all tests was 2 kg VS/m³/day. Testing with the mobile pilot scale system can increase the confidence in necessary investments and reduces the risk of miscalculation.

Experience of process optimization of a rural biogas plant using a mobile pilot scale system

It can help to improve the efficiency and profitability of existing biogas plants in order to achieve an economical operation after EEG subvention.

[1] Fachverband Biogas, 2017: *Branchenzahlen 2016 und Prognose der Branchenentwicklung 2016/2017.*

Retrieved from [https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/17-11-29_Biogas_Branchenzahlen-2016_Prognose-2017.pdf](https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/17-11-29_Biogas_Branchenzahlen-2016_Prognose-2017.pdf), Version: 10/2017

BESTIMMUNG DES RESTGASPOTENZIALS ZUR BEURTEILUNG VON METHANEMISSIONEN AUS GÄRGUT

Prof. Dr. Urs Baier¹, Dr. Hajo Nägele², Florian Rüschi³

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachstelle Umweltbiotechnologie, CH-8820 Wädenswil, burs@zhaw.ch, +41 (0)79 744 43 57

²ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachstelle Umweltbiotechnologie, CH-8820 Wädenswil, naeh@zhaw.ch, +41 (0)79 830 46 51

³ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachstelle Umweltbiotechnologie, CH-8820 Wädenswil, rucc@zhaw.ch, +41 79 277 41 68

Keywords: Restgaspotential, Abfallvergärung, Anaerobic Digestion, BMP-Test, Emissionen

ABSTRACT

Einleitung und Problemstellung

Schweizer Biogasanlagen verwerten ausschließlich Hofdünger sowie Abfälle aus der Siedlungswirtschaft und aus landwirtschaftlicher oder industrieller Produktion. Ein besonderes Merkmal dieser Anlagen ist die oft sehr kurze Verweilzeit im gasdichten System. Daraus resultiert bei der an die Produktion angeschlossene Lagerung des Gärgutes die Emission von Methan. In Abhängigkeit der Jahreszeit, der Einsatzstoffe und Einsatzstoffmengen sind starke Schwankungen des Restgaspotentials zu erwarten. Zur Reduktion von Methanemissionen auf Biogasanlagen bestehen in der Schweiz weder für die Fermentation noch für die Lagerung des Gärrestes bindende Vorgaben.

Aufgrund der unzureichenden Kenntnis über die tatsächlich emittierten Methanmengen können keine verlässlichen Aussagen über die tatsächlichen Umweltwirkungen getroffen werden. Der Einfluss der Temperatur auf den anaeroben Abbau wird in der Literatur nur ungenügend und zu wenig spezifisch diskutiert. Zusätzlich entstehen Betreibern von Biogasanlagen wirtschaftlicher Schaden, wenn die dem Fermentationssystem zugeführten Substrate nicht vollständig ausgenutzt werden. Da eine Erhöhung der Hydraulischen Verweilzeit (HRT) aufgrund der hohen Baukosten nicht in jedem Fall zu realisieren ist stellt sich die Frage nach weiteren Alternativen zur Emissionsminderung.

Ziel dieses Beitrages ist es verschiedene Möglichkeiten zur Bestimmung des Restgaspotentials darzustellen, zu vergleichen und zu bewerten. In einem ersten Schritt wird der Einfluss der Temperatur bei der Lagerung des Gärgutes auf das Restgaspotential von schweizerischen Anlagen dargestellt und mit realen Anlagendaten verglichen. Die im Labor gewonnenen Daten wurden mit Messdaten realer Anlagen mittels Bilanzierung verifiziert. In einem weiteren Schritt wird eine alternative Messmethode zur Schnell-Bestimmung des Restgaspotentials mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) dargestellt. Ein Vergleich zwischen analytischer Bestimmung des Restgaspotentials und rechnerischer Modellierung rundet das Thema ab und zeigt Möglichkeiten mathematischer Methoden auf.

Material und Methoden

Auf vier verschiedenen, thermophil betriebenen, gewerblich-industriellen Biogasanlagen (Abfallanlagen) wurden Gärrestproben (separierter, flüssiger Gärrestanteil) gezogen, welche unmittelbar anschließend in standardisierten Biogaspotenzialtests bei vier unterschiedlichen

Inkubationstemperaturen weitervergoren wurden. Die hydraulischen Verweilzeiten der Pfropfstromreaktoren zur Vergärung von kommunalem Grüngut lagen zwischen 7 und 16 Tagen.

Der Versuchsaufbau und die Durchführung lehnte sich an die Vorgaben der Richtlinie VDI 4630 bzw. DIN EN ISO 11734. Die Inkubationstemperaturen lagen bei 17°C, 27°C, 37°C und 47°C, die Inkubationszeit lag bei 48 Tagen. Der aktuelle Stand der Technik auf Schweizer landwirtschaftlichen Hofdünger- und Co-Substrat-Anlagen sowie auf gewerblich-industriellen Anlagen gemäß Definition des Schweizerischen Bundesamtes für Statistik wurde aufgenommen. Anschließend wurden zur Reduktion der Methanemissionen drei technische Maßnahmen definiert und einander gegenübergestellt.

Zur Schnellbestimmung des Restgaspotentials werden Proben aus Praxisanlagen bei 105°C getrocknet und mit dem NIRS DS2500 Analyzer und der Flash BMP Methode (Methrom AG, Herisau, Schweiz) gemessen. Diese Ergebnisse werden durch korrespondierende Analysen mit dem konventionellen AMPTS validiert.

Um einen rechnerischen Nachweis des Restgaspotenzials von vergorenem Gärgut zu erbringen wurde das Restgaspotential von Einzelsubstraten eines realen Betriebes aufgrund theoretischer Abbaukurven berechnet. Die Einzelwerte der 7 Substrate wurden zum gesamten Restgaspotential aufsummiert. Dieses wird als Referenzwert auf die gesamte produzierte Biogasmenge bezogen und dargestellt.

Ergebnisse

Nach 48 Versuchstagen lag die durchschnittliche spezifische Biogasbildung bei 17°C zwischen 4 und 16, bei 27°C zwischen 34 und 51, bei 37°C zwischen 73 und 99 und bei 47°C zwischen 87 und 133 NL Biogas/kg oTS. Im Vergleich zu den Proben, die bei 47°C vergoren wurden, betrug die Biogasproduktion bei 37°C also ca. 75%, bei 27°C rund 33% und bei 17°C bei ca. 5%. Mit höherer Inkubationstemperatur nahm folglich sowohl die spezifische Biogasbildung, als auch die Abbaugeschwindigkeit signifikant zu. Der Einfluss der Lagertemperatur auf die Methanemission ist signifikant. Zur Reduktion der Emissionen bei der Lagerung von flüssigem Gärrest stehen drei technische Massnahmen im Vordergrund:

- Eine gasdichte Abdeckung des Lagerbehälters und Rückführung des emittierten Gases in den Gasspeicher mit Verwertung im BHKW.
- Eine markante Abkühlung des Gärguts vor der Fest-Flüssig-Separierung zur Reduktion der biologischen Aktivität. Für eine deutliche Emissionsreduktion sind Lagertemperaturen unter 20 – 24 °C erforderlich.
- Eine Regenerative thermische Oxidation, bei der das Schwachgas einer mit Stützfeuer geführten Verbrennung zugeführt wird.

Der rechnerische Nachweis für das Restgaspotential zeigt, dass das aus industriell - gewerblichen Abfällen errechnete Restgaspotential aufgrund der langen hydraulischen Verweilzeit im mesophilen Fermenter nahe Null liegt und vernachlässigt werden kann. Das Restgaspotential aus der Hofdüngerfraktion liegt bei ca. 0.9 % der aus diesen Substraten gewonnenen Biogasmenge. In der Summe aller Substrate kann mit einem Restgas- / Restmethanpotential von 0.8 % der gesamten Biogasmenge gerechnet werden. Das Restgaspotential wird zu über 90 % durch die Festmistfraktionen verursacht.

Zur Minimierung der Methanemissionen bei der Lagerung der Flüssigfraktion von mechanisch entwässertem Gärgut ist die Temperaturabsenkung eine technisch gangbare aber ökonomisch wenig interessante Variante. Die Abdeckung des flüssigen Gärguts ist die Variante, welche die beste ökonomische Performance aufweist, jedoch mit einem Verlust an Methanertrag einhergeht. Mit dieser Massnahme können Methanemissionen einer solchen

Bestimmung des Restgaspotenzials zur Beurteilung von Methanemissionen aus Gärgut

Anlage um ca. 50% reduziert werden. Die regenerative thermische Oxidation scheidet aus Kostengründen ebenfalls aus.

Biologische BMP-Tests sind eine verlässliche Methode zur Bestimmung des Restgaspotentials aus Gärresten. Nachteilig sind die hohen Kosten und die lange Analysedauer. Messmethoden zur Schnell-Bestimmung von Restgaspotential dienen werden derzeit validiert und stehen dem Markt noch nicht zur Verfügung. Rechnerische Nachweise zur Restgaspotentialbestimmung sind ebenfalls eine einfache Methode die jedoch noch nicht ausreichend validiert sind.

Bei kurzen Verweilzeiten im Fermentersystem sind hohe Methanemissionen im Gärgut zu erwarten, welche mit Hilfe der Bestimmung des Restgaspotentials gemessen und beurteilt werden können. Basierend auf den vorgestellten Methoden können emissionsmindernde Massnahmen abgeleitet und bewertet werden.

MONOVERGÄRUNG VON MAISSILAGE: EINFLUSS VON RINDERGÜLLE ALS COSUBSTRAT

Dr. Brigitte Kempter-Regel¹, Nadja Präg², Tobias Zerrer², Dr. Kai Sohn², Dr. Christian Grumaz²

¹Fraunhofer IGB Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, 0711/9704128, brigitte.kempter-regel@igb.fraunhofer.de

²Fraunhofer IGB Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart

Keywords: Maissilage, Cosubstrat Rindergülle, Leistungssteigerung, Produktivität

ABSTRACT

1 Einführung

Im Forschungsprojekt HoLaFlor wurde der Betrieb einer Biogasanlage mit Maissilage als Monosubstrat im Technikumsmaßstab mit kurzen Verweilzeiten realisiert mit Nachweis einer erhöhten Abbauleistung. Zum Vergleich dazu wurde eine weitere Technikumsanlage mit herkömmlichem Verfahren (lange Verweilzeit von 70 Tagen) als Referenz parallel betrieben. Die Analyse der Mikroorganismenflora wurde für beide Betriebsweisen vergleichend durchgeführt. Mit Rindergülle als Cosubstrat soll untersucht werden, ob die Abbauleistung der beiden Anlagen gesteigert werden kann.

2 Vorgehen

Mit einem ausgewählten, geeigneten Inokulum wurden zwei Biogasanlagen im Technikumsmaßstab in Betrieb genommen und mit Maissilage als Monosubstrat gefüttert. Eine Anlage wurde sukzessive durch Verkürzen der Verweilzeit mit einer erhöhten Raumbelastung betrieben und an die Lastgrenze gebracht. Die Leistungssteigerung wurde durch Quantifizierung der steigenden Produktivität bei gleichbleibender, substratspezifischer Biogausbeute nachgewiesen. Als Referenz wurde eine baugleiche Biogasanlage mit gleichem Inokulum und Substrat, jedoch herkömmlicher Betriebsweise mit vergleichsweise langer Verweilzeit (70 Tagen) betrieben. Für jeden Betriebspunkt wurde die Zusammensetzung der Mikroorganismenpopulation analysiert und mit der Referenzanlage verglichen. Um den Einfluss von Rindergülle auf die Leistungsfähigkeit der Biogasanlage mit kurzer Verweilzeit im Vergleich zu ihrem Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der herkömmlich betriebenen Biogasanlage zu quantifizieren, wird in beiden Biogasanlagen der Abbau von Rindergülle als Cosubstrat mit dem bisherigen Monosubstrat Maissilage untersucht. Dazu wird über einen ausreichend langen Zeitraum in beiden kontinuierlich betriebenen Biogasanlagen Rindergülle als Cosubstrat dem bisherigen Substrat Maissilage zugesetzt. Die Anlagen werden hinsichtlich der Biogausbeute sowie der Biogasproduktivität verglichen, und der Einfluss von Rindergülle auf beide Betriebsweisen wird hinsichtlich dieser Parameter vergleichend untersucht.

3 Durchführung

Zwei baugleiche einstufige Anlagen mit einem Volumen von jeweils 130 l wurden zunächst mit Maissilage als Monosubstrat und anschließend zum Vergleich mit Rindergülle als Cosubstrat bei unterschiedlichen Verweilzeiten betrieben. Den beiden Anlagen ist ein gemeinsamer Vorratsbehälter vorgeschaltet, in dem das Substrat bevorratet wird und von dem aus es automatisiert den beiden Anlagen regelmäßig mehrmals täglich zugeführt wird.

Die Maissilage, bzw. die Maissilage mit Rindergülle als Cosubstrat, wurde vor der Vergärung zerkleinert, mit Wasser angemaischt und mit Supplementen (Spurenelement- und Vitaminlösung) versetzt. Die Anlagen werden thermophil bei 51 °C betrieben (Tab.1). Die Biogasbildung wurde sowohl quantitativ als auch qualitativ online für beide Verweilzeiten erfasst.

Tab. 1: Betriebsparameter der beiden Anlagen

	Einheit	Anlage 1	Referenzanlage
Inokulum		Gärrest aus der 1. Stufe einer Biogasanlage	Gärrest aus der 1. Stufe einer Biogasanlage
Temperatur	°C	51	51
Substrat		Maissilage Rindergülle als Coubstrat	Maissilage Rindergülle als Coubstrat
Verweilzeit	d	20 - 25	70
TR in	g/kg	85	85
oTR in	g/kg	80	80

4 Ergebnisse

Der Betrieb der beiden Anlagen wird vergleichend dargestellt. Insbesondere Ergebnisse der Biogas- und Methanproduktion sowie Ausbeuten für Maissilage als Monosubstrat im Vergleich zu den Ergebnissen unter Einsatz des Cosubstrates Rindergülle werden für die verschiedenen Verweilzeiten beider Anlagen vergleichend dargestellt.

Literatur

Brigitte Kempter-Regel B., Görner S., Grohmann A., Sohn K., Schließmann U. (2017): Biogas production from maize with different inocula in batch reactor. 3rd International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Plants (CMP) March 29–30, 2017 in Leipzig

Wir danken dem Projektträger FNR und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft für die Förderung des Projekts HoLaFlor „Effizienzsteigerung von Biogasanlagen durch Etablieren der Hochlastfaulung (am Beispiel von Mais) mit Nachweis der Mikroorganismenflora“. Förderkennzeichen FKZ 22011613, im Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“, Fördergebiet „Gasförmige Energieträger (Biogas)“, Förderschwerpunkt zum Thema: „Mikrobiologische Prozesse in Biogasanlagen“

BIOGAS PROCESS STABILITY WHEN PRODUCING DIGESTATE FOR FERTILIZING PURPOSES

Ievgeniia Morozova, M. Sc.¹, Dr. sc. Agr. Andreas Lemmer²

¹Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart, +49 (0)711 459 23348, ievgeniia.morozova@uni-hohenheim.de

²Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart, +49 (0)711 459 22684, andreas.lemmer@uni-hohenheim.de

Keywords: Biogas, process stability, nitrogen, inhibition, microorganisms' adaptation

Digestate is commonly applied as a fertilizer in autumn or winter seasons. For this period, there is a strong demand in digestate with high rates of N, P, and K to meet the cultivation needs. It is well known that digestate composition fully depends on the feedstock supplied to reactor. When producing N-rich digestate, anaerobic digestion (AD) process disturbances with further complete failure may take place. The challenge is to adapt AD process to changing fertilizing demand throughout a year. This will allow to meet the requirements of the EU Nitrates Directive, by reducing GHG emissions and preventing nutrients leaching in soil.

For stable biogas production, constant monitoring should take place. The signals of biogas process can be high volatile fatty acids' (VFA) level (especially acetate and propionate), pH value fluctuations, high ammonia and/or ionized ammonium nitrogen concentrations, availability of sulphide compounds and heavy metals (Fe, Zn, Ni, Co, Mo, Cu, Pb), presence of organic toxicants [1-4]. High concentrations of light metal ions, such as Na, K, Mg, Ca, Al, and their salt compounds are among other serious inhibiting factors [3]. The complex approach, including different operating parameters, should be used for determining instability [5]. To preserve stability of the process, the composition of substrate/-es, and its concentration have to be taken into account [3, 6].

By applying additives or polymers to support AD, the significant improvement in biogas yield is expected. Zeolite particles, biochar, activated carbon, chitosan are suggested in literature [7]. Trace elements addition is the other way to sustain the stable process, especially under high organic loads. The addition of ferum, nickel, selenium, cobalt, and tungsten is recommended in literature [8-11]. Different recovery methods are proposed to recover from AD instability: for instance, dilution with distilled water or dilution with reactor's effluent, changing of feeding ratio with reduced level of N-rich substrate [13-14] etc.

In our research experiment, microorganisms' adaptation to different speeds of nitrogen increase in feeding was investigated in CSTR lab-scale installation. We observed the significant positive effect of trace elements on the process stability. When starting anaerobic digestion (AD) with high N-content, the serious inhibition caused by high propionate levels was observed. Such fact was also confirmed in literature by [12]. For our experiment, when serious inhibition and high rates of propionate until 3 g/kg took place, we gave the process time for self-recovery. It was done, by stopping feeding of N-rich substrates (soybean meal) for some time, but continuing feeding with fresh manure. Usage of secondary metabolites with mineral substrates did not have any significant positive effect on process stabilization or biogas yield increase. Microorganisms' adaptation period to high N in feeding took 1-2 months (depending on starting nitrogen concentration in reactor). Inoculum with high N-concentration caused more problems and instabilities at the initial AD phase. After adaptation period and with the regular application of necessary trace elements, the stable biogas production lasted for almost six months. In result, maximum N-feeding concentrations of 10 and 12 g N / kg FM, for inoculums with low and high N-contents respectfully, were achieved.

References:

1. Rajagopal R, Massé DI, Singh G. A critical review on inhibition of anaerobic digestion process by excess ammonia. *Bioresour Technol.* 2013, 143: pp. 632-641. doi:10.1016/j.biortech.2013.06.030.
2. Chen H, Wang W, Xue L, Chen C, Liu G, Zhang R. Effects of Ammonia on Anaerobic Digestion of Food Waste : Process Performance and Microbial Community, *Energy Fuels*, 2016; 30: pp. 5749-5757, doi:10.1021/acs.energyfuels.6b00715.
3. Chen Y, Cheng J.J., Creamer K.S. Inhibition of anaerobic digestion process: A review. 2008, 99: p. 4044-4064. doi:10.1016/j.biortech.2007.01.057.
4. Angelidaki I., Ellegaard L., Ahring B.K. A mathematical Model for Dynamic Simulation of Anaerobic Digestion of Complex Substrates: Focusing on Ammonia Inhibition, 1993, 42: pp. 159-166.
5. Korres, N.E., O'Kiely, P., Benzie, J.A.H. and West, J.S. (eds). *Bioenergy Production by Anaerobic Digestion: Using Agricultural Biomass and Organic Wastes*. Routledge: London and New York, 2013, 472 p., ISBN 9781136489648.
6. E. E. Ziganshina, E. M. Ibragimov, P. Y. Vankov, V. A. Miluykov, and A. M. Ziganshin, "Comparison of anaerobic digestion strategies of nitrogen-rich substrates: Performance of anaerobic reactors and microbial community diversity," *Waste Manag.*, vol. 59: pp. 160-171, 2017.
7. Poirier S, Madigou C, Bouchez T, Chapleur O. Bioresource Technology Improving anaerobic digestion with support media : Mitigation of ammonia inhibition and effect on microbial communities. *Bioresour Technol.* 2017; 235, pp. 229-239. doi:10.1016/j.biortech.2017.03.099.
8. Molaey R, Bayrakdar A, Önder R. Biomass and Bioenergy Anaerobic digestion of chicken manure : Mitigating process inhibition at high ammonia concentrations by selenium supplementation. 2018; 108 (May 2017): pp. 439-446. doi:10.1016/j.biombioe.2017.10.050.
9. Yaw Y, Norli I, Zuhairi A, Firdaus M. Bioresource Technology. Impacts of trace element supplementation on the performance of anaerobic digestion process : A critical review. *Bioresour Technol.* 2016, 209: pp.369-379. doi:10.1016/j.biortech.2016.03.028.
10. Matheri AN, Belaid M. The Role of Trace Elements on Anaerobic Co-digestion in Biogas Production. *World Congress on Engineering (WCE) 2016*, Vol. 2224: pp. 784-789.
11. Wintsche B, Glaser K, Sträuber H, et al. Trace Elements Induce Predominance among Methanogenic Activity in Anaerobic Digestion. 2016; 7 (December): pp. 1-12. doi:10.3389/fmicb.2016.02034.
12. Sun, C., Cao, W., Banks, C.J., Heaven, S. and Liu, R., 2016. Biogas production from undiluted chicken manure and maize silage: A study of ammonia inhibition in high solids anaerobic digestion. *Bioresource Technology*, 218: pp. 1215-1223. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.07.082.
13. Bangsø H, Angelidaki I. Bioresource Technology. Strategies for optimizing recovery of the biogas process following ammonia inhibition. 2008, 99: pp. 7995-8001. doi:10.1016/j.biortech.2008.03.049.
14. Yenigün O, Demirel B. Ammonia inhibition in anaerobic digestion : A review. *Process Biochem.* 2013, 48 (5-6): pp. 901-911. doi:10.1016/j.procbio.2013.04.012.

OB-SLURLESS 100

Dr. Eng. Elena Bonadei

Process Engineer at OB Impianti, Via Adua, 52 – I-25034 Orzinuovi (BS) –Italy, Ph.
+393296514855, elena.bonadei@obimpianti.com

Keywords: OB-SLURLESS 100: the problem transformed into opportunity!

ABSTRACT

OB-SLURLESS 100 is an innovative plant, able to treat both directly or modified cow and pig manure, both digestate from different anaerobic digesters.

The process is based on a series of mechanical treatments of separation and concentration via reverse osmosis membranes which uses a combination of Vibratory Shear Enhanced Processing (VSEP), a patented, fouling-resistant membrane filtration system and spiral RO stages, that allows obtaining from one side purified water suitable for surface bodies discharge or for reuse in the Farm and from the other side a Nitrogen and Phosphorus concentrate in a very reduced volume compared with the initial liquid quantity which becomes easy for transportation, storage or transformation in an high content ammonia and phosphorus fertilizer.

The plant, first and unique full-scale operating example in Italy, in Europe and in the world for digested dairy cow manure using the above-mentioned technologies, has been installed between December 2016 and March 2017 and it is working since March, 15th 2017 at Biogas Wipptal GmbH facility in the North Eastern Italy.

OB designed a sequence of three RO (reverse osmosis) stages using a totally mechanical and automatic process without chemical addiction that separates the digestate into three parts:

1. SOLIDS bigger than 0.30 mm that can be dried and transformed into organic fertilizers (in pellet);
2. PERMEATE: clean and purified water that respects the law limits for the disposal into surface bodies (15 mg/l of N-NH₄) and that can be reused in the agricultural farm circuit (irrigation, animal feeding, etc.);
3. CONCENTRATE: liquid rich in nutritive substances already contained in the inlet manure or digestate (Nitrogen above all under the aspect of Ammonia and Phosphorus), that can be stored, hauled in a reduced volume or reused for agricultural purposes, dried or sold as liquid fertilizer.

Using RO vibrating membranes as first stage, the most common problem of membrane fouling and clogging often found inside other kind of manure and digestate treatments using membranes, is totally deleted and forgotten.

The consumption of the OB-SLURLESS 100 plant are very low compared with similar systems and can be resumed as follows:

- Operating power consumption equal to about 35 kWh;
- Operation Costs equal to about 2.0-2.5 eur/m³;
- No use of chemicals for the treatment (apart from those for membrane cleanings).

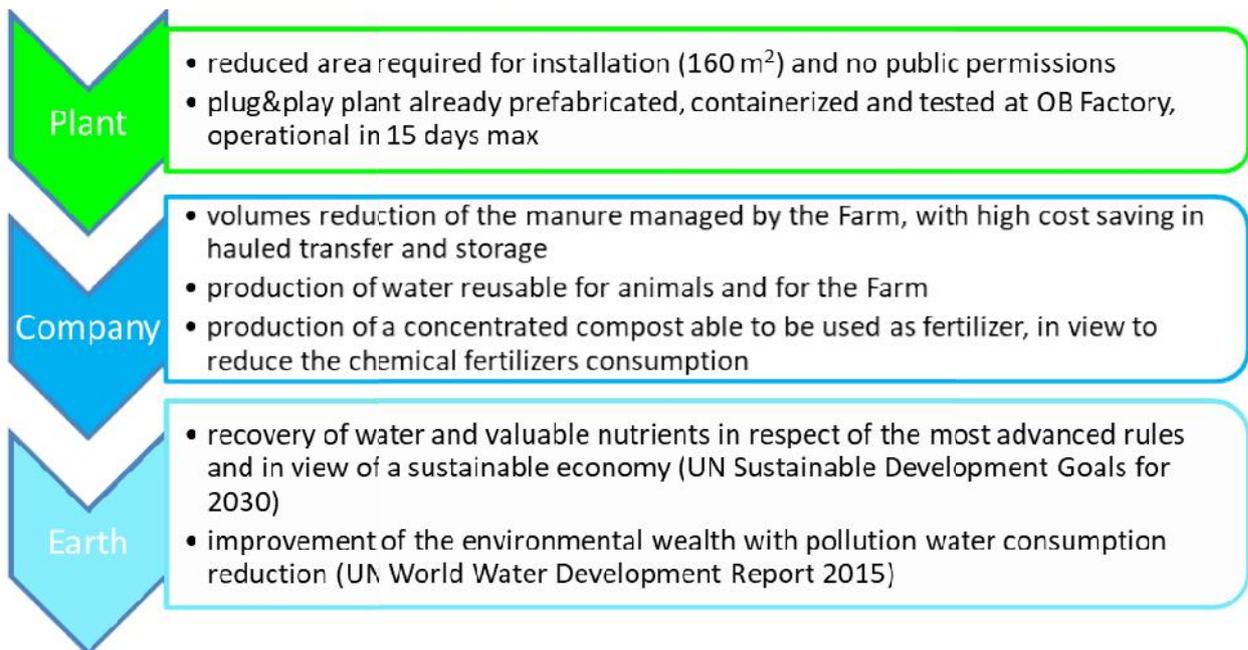
The solid organic fertilizer in pellet and the liquid organic fertilizer produced using OB-SLURLESS 100 are officially registered in the Italian National Register of Fertilizers and are proposed as new frontier and new horizon of renewable and sustainable fertilizers, valid for

allowing the full activity of our farms, for reducing the environmental impact in agriculture and for improving the quality of our agricultural lands.

Therefore, thank to OB-SLURLESS 100 plant, the facilities of Biogas Wipptal do not produce any residual waste products. The associated livestock farms operate in an economical modern, efficient and ecologically sustainable way. The balance between ecological sustainability, economic autonomy and a positive social effect is the definition of sustainability, of which the "Biogas Wipptal" is a clear example.

This example of circular economy in agriculture has the capability to surpass the borders of South Tyrol.

The benefits of OB-SLURLESS 100 in brief:



OPTIMIERUNG EINER FEINSEPARATION FÜR DIE AUFBEREITUNG VON RINDERGÜLLE UND GÄRRESTEN - OPTISEP

Lukas Wettwer, B.Eng.¹, Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter², Dr.-Ing. Elmar Brüggling³

¹FH Münster, Stegerwaldstr. 39, 02511 962083, lukas.wettwer@fh-muenster.de

²FH Münster, Stegerwaldstr. 39, 02511 62725, wetter@fh-muenster.de

³FH Münster, Stegerwaldstr. 39, 02511 62420, bruegging@fh-muenster.de

Keywords: Separation, Phosphor, Aufbereitung

ABSTRACT

1 Projektbeschreibung

Phosphor ist eine endliche Ressource und eine wichtige Grundlage für Pflanzen und Lebewesen. Phosphorrecycling und die Umverteilung regionaler Gülleüberschüsse werden zu einem wichtigen Baustein bei der notwendigen Effizienzsteigerung in diesem Sektor. Um diesem Ziel näher zu kommen, widmet sich dieses Projekt der Optimierung einer kompakten Anlagentechnik für die effiziente hochgradige Separation von wertvollen Feststoffen aus der Frischgülle bis hin zur Entwicklung eines voll funktionsfähigen Separators mit breitem Anwendungsspektrum. Der Separator (VakuSep), der Fa. BeTeBe (s. Abb.1), soll nach Abschluss des Projektes sowohl für die Separation von Schweinegülle und Rindergülle als auch für die von Gärresten genutzt werden können. Besonderes Augenmerk liegt hierbei nicht nur auf der Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten in Bezug auf die zu separierenden Stoffe, sondern darüber hinaus auch auf der Flexibilität der Anlage durch Ihre modulare Bauweise.

2 Durchführung der Versuche



Abbildung 3: Versuchsserie mit dem „VakuSep“

Ziel der Optimierung ist vor allem ein möglichst hoher Abscheidegrad der Nährstoffe (insbesondere Phosphor) in den Feststoff und ein entfrachtetes Filtrat, sodass dieses anlagennah ausgebracht werden kann. Zur Erreichung dieser Ziele sollen in diesem Projekt sowohl eine vorgelagerte Grobseparation als auch eine nachgelagerte Reinigungsstufe, wie zum Beispiel eine Sedimentation über einen Schräglamellenklärer mit vorgeschalteter Flockung, integriert werden. Darüber hinaus wird über mehrere Versuchsreihen erforscht, welches die bestmöglichen Einstellungen für ein optimales Separationsergebnis sind. In Abbildung 1 ist der Feinseparator („VakuSep“) im laufenden Betrieb zu sehen. Der Auswurf der Feststoffe erfolgt über zwei Rutschen, das Filtrat wird direkt über ein Schlauchsystem abgeleitet.

3 Erste Ergebnisse und Aussichten

Durch die Analyse der Versuchsreihen wurden schon erste Ergebnisse zur Einstellungsoptimierung generiert. Über eine Nährstoffanalyse der separierten Phasen

Optimierung einer Feinseparation für die Aufbereitung von Rindergülle und Gärresten - OptiSep

(flüssig und fest) wurde ermittelt, welche Siebweiten für den Einsatz bei Gärresten am besten genutzt werden sollten. Anhand dieser Analysewerte konnte bestimmt werden, dass vor dem Hintergrund von Durchsatz, Energie-aufwand, Abscheidegrad und möglichen Einsatzfeldern eine Siebweite von 100 µm am besten geeignet ist. Ein grundsätzlicher Aufbau der Anlage ist schematisch in Abbildung 2 dargestellt:

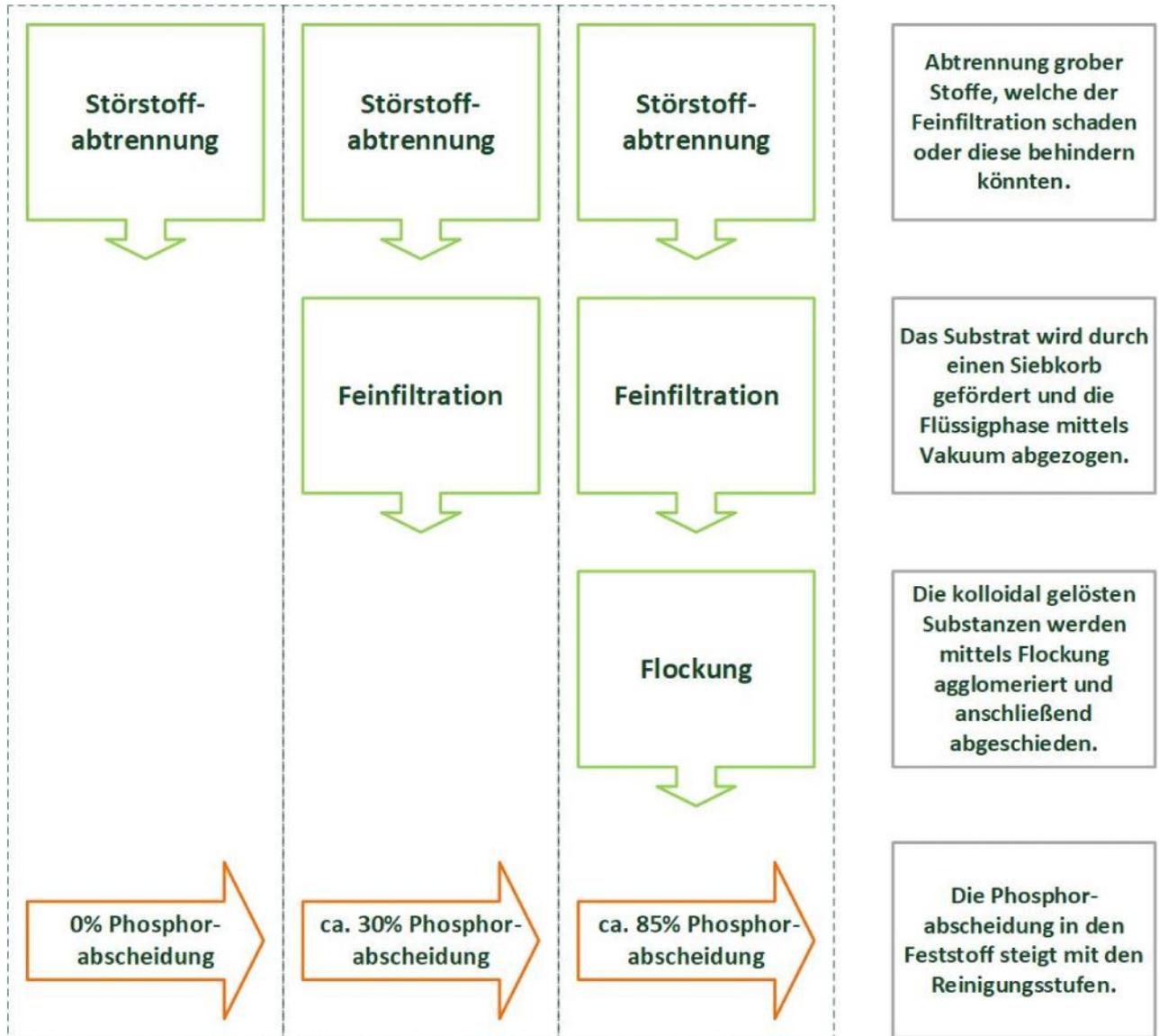


Abbildung 4: Schematischer Aufbau der Separationsanlage

Im Bereich der nachgeschalteten Sedimentation werden Versuche zur generellen Absinkfähigkeit, zur Sinkgeschwindigkeit und zu Flockungsmöglichkeiten durchgeführt. Gegenwärtig stellt der Einsatz von organisch abbaubaren Flockungsmitteln die beste Option zur weiteren Optimierung der Nachbehandlung dar.

LARGE SCALE ECO-INNOVATION TO ADVANCE CIRCULAR ECONOMY AND MINERALRECOVERY FROM ORGANIC WASTE IN EUROPE: H2020 SYSTEMIC

Marieke Verbeke, Ir Msc¹, Emilie Snauwaert, Ir Msc², Dr. O. F. Schoumans³, Dr. Inge Regelink⁴, Prof. Dr.Ir. Erik Meers⁵, Ludwig Hermann⁶, Annabelle Williams⁷

¹WP3 leader, Flemish Coordination Centre for manure processing (VCM vzw), Baron Ruzettelaan 1 B0.3, 8310 Bruges, Belgium, +32472865526, marieke.verbeke@vcm-mestverwerking.be

²WP3 member, Flemish Coordination Centre for manure processing (VCM vzw), Baron Ruzettelaan 1 B0.3, 8310 Bruges, Belgium, +, emilie.snauwaert@vcm-mestverwerking.be

³Project coordinator, Wageningen University and Research - Environmental Research, Droevendaalsesteeg 3, 6708PB, Wageningen, The Netherlands

+31 317 486446, oscar.schoumans@wur.nl

⁴Project coordinator, Wageningen University and Research - Environmental Research, Droevendaalsesteeg 3, 6708PB, Wageningen, The Netherlands, +31 317-486631, inge.regelink@wur.nl

⁵ WP1 leader, University of Ghent, Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium, +32 (0) 9 264 60 94, Erik.Meers@UGent.be

⁶WP2 leader, Proman Management GmbH, Weingartenstrasse 92, 2214 Auersthal, Austria, +43 2288 21101, l.hermann@proman.pro

⁷WP4 leader, RISE Foundation, Rue de Treves 67, 1040 Brussels, Belgium, +32 (0) 2 234 30 00, annabelle.williams@risefoundation.eu

Keywords: Nutrient Recovery and Reuse (NRR), organic waste, circular economy, mineral fertilizers, soil amendments

ABSTRACT

Manure, sewage sludge, food waste and biowaste are the most abundant nutrient-rich streams in Europe, containing large amounts of valuable components like phosphorus, nitrogen and organic matter. Within a circular economy, these nutrients should be reused in an efficient way. Current treatment and disposal practices however, are inefficient in terms of nutrient utilisation for food production due to inappropriate composition of organic biomass products or digestates.

For manure, inefficient use of nutrients is typically related to regions with intensive agriculture where the agricultural sector produces more manure than can be applied on nearby land within the application standards. These application limits have been introduced in the last decades to prevent emissions of nutrients to ground- and surface waters. To date, the excess amount of nutrients as manure is transported to regions with a demand for nutrients. This practice is however expensive and associated with GHG emissions because of the large volumes and long transport distances (up to 500-700 km).

Large scale eco-innovation to advance circular economy and mineral recovery from organic waste in Europe: H2020 Systemic

As a solution, nutrients (N,P,K) should be recovered in the form of mineral fertilizers which can be transported against low cost and can replace the purchase of industrially produced mineral fertilizers. Sewage sludge and biowaste contain also large amount of P, N, K and organic matter, but their current re-use as fertilizers is limited by regional legislation. In case sewage sludge is incinerated large amounts of these valuable nutrients and organic components are lost.

Recovery of N from biomass resources is an effective way to reduce GHG emissions and high energy costs related to N-fertilizer production. Recovery of P will largely reduce Europe's dependency on non-renewable P-reserves. Up till 40% of Europe's demand for mineral P fertilizers can be satisfied through recovery of P from sludge and household waste, showing the enormous potential of these waste streams as a resource for P (Van Dijk et al. unpublished data, 2015). Though technologies to recover and reuse nutrients from biomass exist, large-scale implementation of these technologies is hampered because of poor economic perspectives, low acceptance of recovered products and/or legislative barriers.

The H2020 project SYSTEMIC aims to develop and demonstrate viable business cases for processing of organic waste streams into valuable, customer-specific products. In order to facilitate a fast uptake of these new concepts, they should be built upon existing value-chains for waste and fertilizers and make use of proven state-of-the-art technologies for nutrient recovery and reuse. Through active dissemination of the project results and a continuous science-business-policy dialogue, SYSTEMIC will give a boost to the realisation of circular economy solutions in the EU. The project was launched on 1st June, 2017 and is funded by the European Commission under call CIRC-01-2016 'Eco-innovative approaches for the circular economy: large-scale demonstration projects' of its H2020 framework (project no. 730400).

In Europe, five existing Anaerobic Digestion (AD) plants will be enhanced with proven, novel nutrient recovery and reuse technologies. The five demonstration plants are located in different regions and will present a broad pallet of NRR technologies producing different types of products.

In the Netherlands, there is an urgent need for technical solutions to lower the P content of digestate because the application of manure on agricultural soil is mainly limited by its P content. This is also the case in the northern part of Belgium, where a surplus of manure in almost all the region of Flanders causes digestate to have a negative value. Therefore, the demo plant in the Netherlands (Groot ZeventVergisting) will process digested pig slurry into mineral N, K and P-fertilizers and a P-reduced organic fertilizer. N and K will be recovered from the liquid fraction (Genius technology) as concentrated liquid fertilizer and P will be recovered from the solid fraction (Re-P-eat technology). The demo plant in Belgium (AmPower) will invest in an evaporator and reversed osmosis technology and aspire to demonstrate that the production of concentrated liquid fertilizers from digested food waste is economically profitable. The demoplants in the UK (Fridays Eggs) and Germany (Benas) will demonstrate viable business cases for the conversion of poultry manure into mineral N and N-reduced digestate and furthermore the Benas plant will produce "biogas-fibres". The demoplant in Italy (Acqua&Sole) will invest in an enhanced N-stripper in order to produce sludge-based fertilizers with a reduced N-content. They will demonstrate the agronomic value and environmental quality of derived products in order to increase the market value and acceptance of these products.

To learn and facilitate the roll out these NRR concepts, SYSTEMICs strategy is to focus on partnerships, cooperation, good advice and experience exchange between practitioners, business and scientists. To facilitate this, the project aims to set up Living Labs.

In the SYSTEMIC project a Living Lab is considered as a real life innovation environment where Demo Plants, scientists and end users of recovered products can learn from each other. We believe that the key for success is to create a Living Lab around a digester plant,

Large scale eco-innovation to advance circular economy and mineral recovery from organic waste in Europe: H2020 Systemic

taking into account the composition of the feedstock from the region and to implement those nutrient recovery techniques to produce products that are required within the region for food production or as secondary resource for industries. The information and the experiences of nutrient recovery of the demonstration plants have to be transferred “Outreach Locations” within their own operational environment. Up till now, the 5 demo plants are intensively studied up close and the gained knowledge will be projected to 11 outreach locations, i.e. biogas installations that will act as the (first) followers.

This is an intensive learning experience which requires the adaptation of the specific demo plant NRR concept to fit the outreach location. This adaptation depends on different variables like social environment, economic feasibility, regional legislation, choice of technologies, market characterisation, etc. Therefore, SYSTEMIC will develop region-specific business cases for each individual outreach location plant taking into account the available resources and the need of minerals and organic amendments in the region.

After the first year of the project, the network of biogas installations interested in NRR and SYSTEMIC reaches even further than the 11 outreach locations with 17 additional “Associated Plants”.

All biogas plants in SYSTEMIC will help build up a real-life information database, from which the SYSTEMIC consortium will create a Business Development Package (BDP). This will include a web based tool, to help (starting) plant owners in deciding upon nutrient recovery technologies. The BDP will also include a characterisation of the regional policy and policy recommendations, LCA's of the recovered end products versus mineral fertilizers, a market study on potential end products, results from field trials, a road map to NRR with information on overcoming bottlenecks and barriers and success stories of all involved biogas plants.

www.systemicproject.eu

SECOND-GENERATION FERTILIZERS AND CARBONACEOUS MATERIALS VIA HYDROTHERMAL CARBONIZATION (HTC) OF BIOGAS DIGESTATE

Becker, Gero C.¹, Wüst, D¹., Rodriguez Correa, C.¹, Zhao, X.¹, Kruse, A.¹

¹University of Hohenheim, Stuttgart, Germany

Abstract

Operators of agricultural biogas plants are under considerable strain regarding balancing of fertilizing relevant elements such as Phosphorus (P) and Nitrogen (N) due to the amended german fertilizer ordinance. Surpluses in agricultural production sites have to be prevented and thus an alternative utilization is required. Separation and concentration of these nutrients enables a bigger distance to markets and to can help to achieve revenue instead of disposal costs.

Therefore, efficient processes for the utilization of biogas digestate are strongly in research and development.

A comparable situation can be seen in the german sewage sludge problem. Here, the AVAcleanphos process was developed to solve this problem by hydrothermal carbonization and subsequent acid leaching of P from the hydrochar.

The University Of Hohenheim has developed a comparable but improved process as the product is Magnesium-Ammonium-Phosphate. This inorganic compound is an accepted fertilizer.

The by-product is a nutrient-poor hydrochar which can be physically and chemically activated for adsorption applications such as biogas purification.

This study presents the process combination of HTC and biogas production and its synergy effects, especially concerning new products.

MACRONUTRIENTS MASS BALANCES DURING DIGESTATE DEPLOYMENT FOR MICROALGAE CULTIVATION AND BIOGAS UPGRADING

Mariana Franco-Morgado, PhD¹, Armando González-Sánchez, PhD²

¹Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 Mexico City, Mexico, phone 52 5556233600, e-mail: MFrancoM@iingen.unam.mx

²Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 Mexico City, Mexico, Phone 52 5556233600, e-mail: AGonzalezS@iingen.unam.mx

Keywords: Alkaline, microalgae, ammonia, biogas, mass balances

INTRODUCTION

Biogas is typically composed of methane (CH₄) 40-75 % v/v, carbon dioxide (CO₂) 25-60 %v/v, hydrogen sulfide (H₂S) 0.005-2% v/v, nitrogen (N₂) <2%v/v, carbon monoxide (CO) <0.6%v/v, ammonia (NH₃) <1%v/v, oxygen (O₂) <1%v/v, water (H₂O) 5-10%v/v among other compounds (de Arespachochaga et al., 2014). Depend on the biogas use; it is necessary to achieve certain quality, for example for heat and power generation its H₂S content must be diminished besides removing water, NH₃. The microalgal-bacterial systems have been successfully applied for biogas upgrading (both remove of CO₂ and H₂S) complemented with treatment of wastewater by nutrients removing (Bahr et al., 2014). A high pH enhances mass transfer rates of gaseous H₂S and CO₂ contained in biogas to the aqueous phase. Mostly of the microalgae based systems have been characterized and evaluated under indoor conditions treating synthetic effluents, then the conclusions about these experiences resulted limited. This work reports the performance of a microalgal based technology supplied with synthetic digestate, it was deployed for continuous biogas upgrading in an alkaline open-photobioreactor system. The fate of CO₂, NH₃ and PO₄³⁻ was assessed during the biogas upgrading in an alkaline (pH > 9) open-photobioreactor system and performed under steady state.

MATERIALS AND METHODS

An alkaliphilic microalgal consortium (AMC) and small proportion of alkaliphilic sulfide oxidizing bacteria (ASB) were used as a biological material throughout the entire experiment. The mixed culture (AMC/ASB) was grown in a mimicking digestate/carbonated medium according to Franco-Morgado et al., (2017), but using NH₄⁺ as sole nitrogen source with inlet concentration of 300 mg N-NH₄⁺ L⁻¹. The microalgal based technology consisted of a High Rate Algal Pond (HRAP) with 25 L of total volume with 0.28 m² of illuminated surface area exposed to outdoor conditions (Figure 1). HRAP was interconnected to a 0.35 L absorption bubble column (ABC). At the bottom of ABC synthetic biogas was continuously bubbled at 22 L d⁻¹ (CH₄ (69.5%v), CO₂ (30%v), H₂S (0.5%v)). Samples from the aqueous culture were taken for measuring the biomass (total suspended solids), dissolved inorganic carbon, total nitrogen, nitrate, ammonium and phosphate concentrations as well as gaseous samples for analysis of the synthetic biogas composition at the inlet and outlet of ABC.

RESULTS

During the steady state performance (lasting 25 days) of the HRAP/ABC system (table 1), the pH oscillated from 9.74 ± 0.32 (diurnal period) to 9.50 ± 0.27 (nocturnal period). The dissolved oxygen concentration remained higher than 2.5 mg L⁻¹ at diurnal and nocturnal periods of days, this condition allowed the nitrification of NH₄⁺ to N-NO₃⁻ (Wang et al., 2008). All the ammonia fed to the HRAP/ABC system was removed from the system, mainly promoted by the high pH reached in the culture broth (pH > 9). The mass balance for the

Macronutrients mass balances during digestate deployment for microalgae cultivation and biogas upgrading

nitrogen estimated that $63 \pm 5\%$ was removed by stripping as $\text{NH}_3(\text{g})$, while $21 \pm 3\%$ remained in the liquid as NO_3^- and $17 \pm 2\%$ was assimilated in the microalgae biomass.

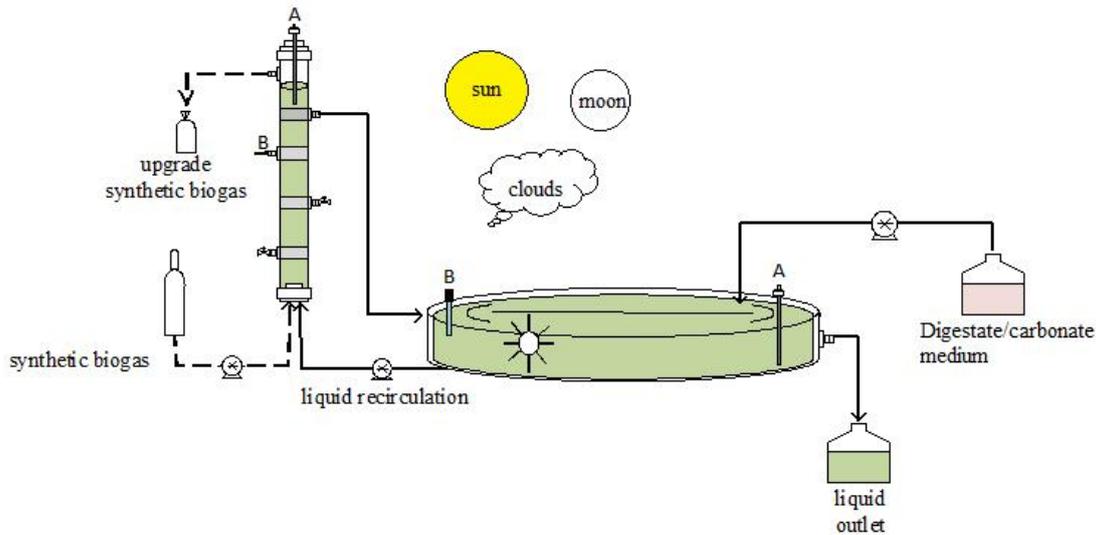


Figure 1. Experimental system for biogas upgrading operated at outdoor conditions. A and B represent dissolved oxygen probe and pH probe, respectively.

For the mass balance of the inorganic carbon $12 \pm 1\%$ was assimilated in biomass, $88 \pm 9\%$ stripped out in the HRAP. Finally, the mass of P-PO_4^{3-} supplied to the system, $29 \pm 6\%$ was assimilated in biomass while the rest remained as soluble anion in the aqueous system.

The table 1 summarizes the conditions under the nitrogen, carbon and phosphate mass balances were assessed. The biogas upgrading was successfully executed with the simultaneous digestate/carbonate treatment. The $\text{O}_2(\text{g})$ content in the upgraded biogas is still high as it does not comply with the content allowed for its usage in Mexico as natural gas ($\text{O}_2(\text{g})$ content $< 0.2\% \text{v}$; NOM-001-SECRE-2010), then further research is executed for improving the quality of the upgraded biogas.

Table 1. Steady state performance of the HRAP/ABC system deployed for the simultaneous treatment of digestate and biogas upgrading

Parameter	DAY	NIGHT
Biomass (g L^{-1})	1.06 ± 0.42	0.66 ± 0.22
T ($^{\circ}\text{C}$) HRAP	30.1 ± 5.4	12.1 ± 5.0
Removal efficiency CO_2 (%)	85 ± 9	90 ± 4
Removal efficiency H_2S (%)	$100\% \pm 0$	$100\% \pm 0$
O_2 biomethane (%v)	6 ± 1	3 ± 1
CH_4 biomethane (%v)	71 ± 4	81 ± 5

REFERENCES

- de Arespachoga, et al. 2014. *Chem. Eng. J.* 255, 593–603.
- Bahr, et al. 2014. *Environ. Sci. Technol.* 48, 573–81.
- Franco-Morgado et al. 2017. *Sci. Total Environ.* 592, 419–425.
- Wang et al. 2008. *Chinese J. Chem. Eng.* 16, 778–784.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by the Energy Ministry of Mexico/National Science Foundation of Mexico (SENER-Conacyt 247006) and by UNAM through DGAPA-IT-100317.