biogas.fnr.de

ONLINE-FACHTAGUNG

Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen

15. September 2020

IASP

TAGUNGS-
UNTERLAGEN

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

IMPRESSUM

Herausgeber
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Redaktion
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
Abteilung Öffentlichkeitsarbeit

Bilder
Titel: Daniel Saß

Gestaltung/Realisierung
www.tangram.de, Rostock

FNR 2020

ONLINE-FACHTAGUNG

Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen

15. September 2020

Tagungsunterlagen

EINLADUNG

Sehr geehrte Damen und Herren,
die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) lädt am 15. September 2020 zur Online-Fachtagung „Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen“ ein. Das Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin unterstützt die Veranstaltung als wissenschaftlicher Partner.

Um den steigenden Anforderungen an die Gärrestverwertung gerecht zu werden, die sich u. a. aus der Nitratrichtlinie, der Düngeverordnung sowie dem Klimaschutzplan ergeben, wächst der Bedarf an neuen Lösungen für Aufbereitung, Handling und bedarfsgerechte Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Gärprodukten. Längere Sperrfristen für die Ausbringung, die Begrenzung der Stickstoffgaben, die Reduzierung der Ammoniak- und Lachgasemissionen sowie daraus resultierend die notwendige Erweiterung der Lagerkapazitäten und die Abdeckung von Gärrestelagern gehören zu den wesentlichen Herausforderungen, denen sich Landwirte künftig stellen müssen.

Die 4. Fachtagung „Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen“ zeigt neue Erkenntnisse zur Aufbereitung und Nutzung von Gärresten im Einklang mit den rechtlichen Rahmenbedingungen auf. Dabei werden auch neue Forschungsansätze aus dem Förderaufruf „Nachhaltige Verwertung und Aufbereitung von Gärrückständen“ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft vorgestellt. Die Veranstaltung wird von einer Online-Posterausstellung begleitet.

Ich würde mich freuen, Sie auf unserer Veranstaltung begrüßen zu dürfen.

Dr.-Ing. Andreas Schütte
Geschäftsführer
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.

INHALT

Programm 4

Tagungsbeiträge 6

Block 1 – Ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen 6
Die Änderung der Düngeverordnung und die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten 6

Block 2 – Pflanzenbauliche und ökologische Aspekte 8
Ackerbau: Anpassungsstrategien an die neue Düngeverordnung. 8
Gewässerschutz mit nachwachsenden Rohstoffen – Lösungen für die Praxis 10
Bewertung der Humus- und Nährstoffwirkung von organischen Reststoffen 11

Speed-Pitch – Neue Projekte aus dem Aufruf „Nachhaltige Aufbereitung und Verwertung von Gärrückständen“. 12
Übersicht zur Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zum Themenbereich Gärreste im Rahmen des Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe 12
Verringerung der Lachgas-Emissionen bei der Verwertung von Gärrückständen durch den Einsatz Lachgas-reduzierender Bakterien. 13
Verfahren für eine Nährstoffverschiebung in Wirtschaftsdüngern für eine effizientere Ausbringung
Regionale Nährstoff-Rückgewinnung aus Gärresten und Gülle mittels thermochemischer Konversion und Kristallisation an Calcium-Silicat-Hydrat-Phasen-RegioGquadrat 15
Verminderung der Klimawirkung und Erhöhung von Bodenfruchtbarkeit und Ertrag beim Anbau von Rohstoffpflanzen durch partiellen Krumenvertiefung. 17

Block 3 – Gärresteaufbereitung und -ausbringung, Praxis 18
Neue Absatzmärkte für Gärprodukte durch Aufbauagglomeration mit Sekundärstoffen 18
Angesäuerte Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen und in der Gärrestedüngung 20
Technologische Zukunftsstrategien zur Verwertung von flüssigen Wirtschaftsdüngern. 21
Tagungsbeitrag: Vakuum-Entgasung zur Ammonium-Abreicherung von Gärrückständen 23
Vom Gärrest zum Wertstoff – Alternativen und neue Vermarktungswege durch Pyrolyse 24

PROGRAMM

10:00 Uhr Eröffnung und Begrüßung
Moderator: Dr.-Ing. Andreas Schütte (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.)

Block 1 – Ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen

Moderator: Dr.-Ing. Andreas Schütte (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.)

10:10 Uhr Die Änderung der Düngeverordnung und die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten
Stefan Hüsch (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft)

Block 2 – Pflanzenbauliche und ökologische Aspekte

Moderator: Dr. Andreas Muskolus (Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin)

10:30 Uhr Ackerbau: Anpassungsstrategien an die neue Düngeverordnung
Dr. Ulrich Lehrke (Landwirtschaftskammer Niedersachsen)

10:50 Uhr Gewässerschutz mit nachwachsenden Rohstoffen – Lösungen für die Praxis
Dr. Christine von Buttlar (IGLU Ingenieurgesellschaft für Landwirtschaft und Umwelt)

11:10 Uhr Bewertung der Humus- und Nährstoffwirkung von organischen Reststoffen
Holger Beßler (Humboldt-Universität zu Berlin)

11:30 Uhr SPEED PITCH – NEUE PROJEKTE AUS DEM AUFRUF „NACHHALTIGE AUFBEREITUNG UND VERWERTUNG VON GÄRRÜCKSTÄNDEN“
Moderator: Dr.-Ing. Andreas Schütte (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.)

Übersicht zur Förderung des BMEL zum Themenbereich Gärrest im Rahmen des Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe
Birthe Dehmel (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.)

Verringerung der Lachgas-Emissionen bei der Verwertung von Gärrückständen durch den Einsatz von Lachgas-reduzierender Bakterien
Prof. Dr. Jörg Simon (Technische Universität Darmstadt)

Verfahren für eine Nährstoffverschiebung in Wirtschaftsdüngern für eine effizientere Ausbringung
Björn Schwarz (Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme)

Regionale Nährstoff-Rückgewinnung aus Gärresten und Gülle mittels thermochemischer Konversion und Kristallisation an Calcium-Silicat-Hydrat-Phasen-RegioGquadrat
Siegfried Klose (EuphoRe GmbH)

Verminderung der Klimawirkung und Erhöhung von Bodenfruchtbarkeit und Ertrag beim Anbau von Rohstoffpflanzen durch partielle Krumenvertiefung
Prof. Dr. Jürgen Augustin (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V.)

Fragen Speed Pitch

12:15 Uhr **Mittagspause**

Block 3 – Gärrestaufbereitung und -ausbringung, Praxis

Moderator: *Dr. Stefan Köhler (Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte)*

13:00 Uhr Neue Absatzmärkte für Gärprodukte durch Aufbauagglomeration mit Sekundärstoffen
Nils Dietrich (Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg)

13:20 Uhr Angesäuerte Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen und in der Gärrestedüngung
Dr. Susanne Billmann-Born (Universität Kiel)

13:40 Uhr Technologische Zukunftsstrategien zur Verwertung von flüssigen Wirtschaftsdüngern
Helmut Döhler (Döhler Agrar)

14:00 Uhr Vakuum-Entgasung zur Ammonium-Abreicherung von Gärrückständen
Dr.-Ing. Anne Kleyböcker (Kompetenzzentrum Wasser Berlin)

14:20 Uhr Vom Gärrest zum Wertstoff – Alternativen und neue Vermarktungswege durch Pyrolyse
Dr. René Casaretto (Niersberger Wohn- und Anlagenbau GmbH & Co. KG)

14:40 Uhr Schlusswort und Zusammenfassung
Dr. Andreas Muskolus (Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin)

TAGUNGSBEITRÄGE

Block 1 – Ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen

Die Änderung der Düngeverordnung und die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten

Stefan Hüsch
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Düngeverordnung – Aktueller Stand
Der Europäische Gerichtshof hat in seinem Urteil vom 21. Juni 2018 im Vertragsverletzungsverfahren gegen die Bundesrepublik Deutschland wegen unzureichender Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie entschieden, dass die Bundesrepublik Deutschland gegen die Verpflichtungen, welche sich aus der Richtlinie ergeben, verstoßen hat. Zudem weist die Europäische Kommission darauf hin, dass die aktuellen Werte für Nitrat im Grundwasser in Deutschland weiterhin zu hoch seien und weitere Maßnahmen zur Senkung der Nitratbelastung ergriffen werden müssten.

Die Verordnung zur Änderung der Düngeverordnung ist nach überaus schwierigen Verhandlungen mit der Europäischen Kommission am 1. Mai 2020 in Kraft getreten.

Um die Anforderungen aus dem Urteil umsetzen zu können, musste die Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 um weiterführende Maßnahmen sowie Konkretisierungen ergänzt werden.

Mit den Änderungen der Düngeverordnung sollen insbesondere in den mit Nitrat belasteten Gebieten zeitnahe Verbesserungen der Nitratgehalte erreicht werden.

In den Gesprächen mit der Europäischen Kommission wurde deutlich, dass die Einstellung des laufenden Zweitverfahrens davon abhängig ist, dass allen Klagepunkten des EuGH-Urteils entsprochen wird.

Insofern waren nicht nur die mit Nitrat belasteten und durch Phosphat eutrophierten Gebiete Gegenstand des Verfahrens, sondern auch die Regelung zur Düngung von gefrorenen Böden, und die Abstände zu Gewässern. Zudem musste der Nährstoffvergleich gestrichen werden, da die zulässigen Nährstoffsalden seitens der Europäischen Kommission nicht akzeptiert wurden.

Insbesondere in den belasteten Gebieten sollen zeitnah Verbesserung der Nitratwerte im Grundwasser erreicht werden.

Die Absenkung des Düngebedarfs im Betriebsdurchschnitt des belasteten Gebietes um 20 Prozent, das Verbot der Herbstdüngung von Zwischenfrüchten und der verpflichtende Zwischenfruchtanbau vor Sommerkulturen waren Forderungen seitens der Europäischen Kommission, auf denen sie bis zum Schluss der Verhandlungen bestanden hat.

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten
Die Europäische Kommission hatte deutliche Kritik an der unterschiedlichen Ausweisung der belasteten Gebiete in Deutschland durch die Länder geübt. Daher wurde in der Düngeverordnung festgeschrieben, dass zur Vereinheitlichung der Vorgehensweise bei der Ausweisung der belasteten Gebiete die Bundesregierung eine allgemeine Verwaltungsvorschrift erlässt. Die Länder haben Ende des Jahres 2020 Zeit, ihre Gebiete zu überprüfen und erforderliche Änderungen vorzunehmen. Weiterhin sind die Länder aufgefordert, in ihrem Verantwortungsbereich die Messnetze und Messstellen zur Ermittlung der Nitratbelastung im Grundwasser zu überprüfen.

Zu diesem Zweck wurde zusammen mit den Ländern der Entwurf einer allgemeinen Verwaltungsvorschrift erarbeitet. Neben Kriterien für die Vorgehensweise bei der Ausweisung der belasteten Gebiete gemäß Düngeverordnung werden darin auch Mindestanforderungen an die Messstellen und das Messnetz festgelegt.

Der Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung der belasteten Gebiete ist vom Bundeskabinett am 12. August 2020 verabschiedet worden. Die Befassung im Bundesrat findet am 18. September 2020 statt. Ende September 2020 soll die Verwaltungsvorschrift verkündet werden, damit die Länder noch ausreichend Zeit haben, ihre belasteten Gebiete neu auszuweisen.

Block 2 – Pflanzenbauliche und ökologische Aspekte

Ackerbau: Anpassungsstrategien an die neue Düngeverordnung

Dr. Ulrich Lehrke
Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Die Klimaveränderungen sowie weitere einschneidende gesetzliche Regelungen – wie u. a. aktuell die Düngeverordnung – erfordern in vielen Betrieben ein Übderdenken der bisherigen Anbausysteme im Ackerbau. Einseitige, getreidereiche Fruchtfolgen – häufig in Verbindung mit Raps – halten den aktuellen Anforderungen nicht mehr stand, da vor allem die Restriktionen der Düngung besonders in den roten Gebieten vermutlich hohe wirtschaftliche Verluste nachsichziehen. Die Lösung vieler Probleme ist die Umstellung der Fruchtfolge zum Fruchtwechsel durch die Integration wirtschaftlich starker Blattfrüchte wie Mais, Kartoffeln und Zuckerrüben. In einigen Regionen können dazu auch Leguminosen wie z. B. Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen oder Sojabohnen geeignet sein. Durch die Erhöhung der Blattfruchtanteile und die Erhöhung der Anzahl der Früchte steigen die Erträge aller Früchte und der Input an Düngung und die Notwendigkeit Pflanzenschutzmittel einzusetzen sinkt. In den roten Gebieten können vor allem durch den Anbau von Mais und Zuckerrüben wirtschaftliche Verluste durch die erwartete Einschränkung bei der Düngung vermieden werden, denn bei beiden Kulturen wirkt sich die Stickstoffminderung kaum nachteilig aus. Bei den Getreidearten kann vielfach der Anbau von Roggen anstelle von Winterweizen vorteilhaft sein, da der Roggen sowohl mit weniger Wasser als auch mit weniger Stickstoff auskommt. Durch den Anbau von Leguminosen als Zwischenfrucht kann im Herbst Stickstoff für die Hauptfrüchte gesammelt werden. Darüber hinaus bieten sich auch der Zweitfruchtanbau wie Hafer oder Sommertriticale an, vor allem um eine gute Verwertung von organischen Düngern im Herbst zu ermöglichen. Durch eine Intensivierung der Bodenbearbeitung können darüber hinaus die Nährstoffpotenziale der Böden besser genutzt werden. Die Nutzung des biologischen Fortschrittes durch die Wahl ertragreicher und gesunder Sorten schafft neben der Anpassung der Fruchtfolge eine weitere Stabilisierung der Anbausysteme.

Restriktive Vorgaben der neuen Düngeverordnung

Die Novellierung der Düngeverordnung beschert den Ackerbaubetrieben besonders in den „Roten Gebieten“ einschneidende Veränderung bei der Düngung. In den „Roten Gebieten“ schreibt die neue Düngeverordnung ab dem nächsten Jahr u. a. eine Verminderung der Düngung um 20 % vor. Darüber hinaus gilt hier ab 2021 die Pflicht zum Zwischenfruchtanbau beim gleichzeitigen Verbot der Herbstdüngung mit Ausnahme vom Raps. Erste Berechnungen von Betrieben sowie von Auswertungen von Exaktversuchen haben gezeigt, dass in der Folge der Kürzung der Düngung wirtschaftliche Verluste von 100–150 €/ha zu befürchten sind. Hohe Verluste sind besonders dort zu erwarten, wo Raps in drei- oder vierfeldrigen Fruchtfolgen mit Wintergetreide angebaut wird. Bei diesen Früchten sind die in der Düngeverordnung festgeschriebenen Düngebedarfswerte bereits relativ eng bemessen. Hinzu kommt, dass in allen Regionen in Zukunft eine Herbstdüngung zu Raps und Gerste im Frühjahr abgezogen werden muss. Eine Möglichkeit zur Begrenzung der wirtschaftlichen Verluste in den derzeitigen Anbausystemen ist der Übergang zu Fruchtwechselfruchtfolgen durch die Integration von Blattfrüchten wie u. a. dem Mais und/oder Zuckerrüben, Kartoffeln oder Leguminosen. Ein wichtiger Schritt ist dabei der Anbau von Mais, denn aufgrund seiner guten Nährstoffeffizienz kommt Mais – wie auch die Zuckerrübe – mit weniger Stickstoff aus. Besonders in Kombination mit Zuckerrüben kann somit ein Ertragsverlust bei eingeschränkter Düngung vermindert werden, denn die Düngeverordnung erlaubt den Transfer eingesparter Düngermengen auf andere Kulturen im Betrieb mit höherem Düngebedarf. In einigen Fällen sollte auch Weizen durch Roggen, Triticale oder auch Dinkel ersetzt werden. Die genannten Früchte sind besser in der Lage die

Wasser- und Nährstoffpotenziale der Böden zu nutzen, so dass hier auch bei einer geringeren Düngung keine Mindererträge zu befürchten sind. In Rapsfruchtfolgen könnte zusätzlich eine anteilige Integration von Leguminosen wie Ackerbohnen oder Erbsen erfolgen. Durch den Vorfruchtwert und die Stickstoffbindung könnten ebenfalls Ertragsverluste beim Winterweizen trotz verminderter Düngung vermieden werden. Auf den leichten Böden kann durch den Anbau von Braugerste – sowohl Winter- als auch Sommergerste – ein wirtschaftlicher Verlust ebenfalls vermieden werden. Auf den schwächeren Böden sind die Einsparungspotenziale jedoch insgesamt geringer.

Der starken Begrenzung der Herbstdüngung kann in einigen Fällen durch den Anbau von Zweitfrüchten nach frühräumenden Vorfrüchten wie GPS, Getreide oder auch Wintergerste begegnet werden. Als Zweitfrüchte bieten sich vorrangig Hafer und Sommertriticale zur Nutzung in Biogasanlagen an. Darüber wäre auch der Anbau von Sudangras-Hybriden, Körnerhirsen und auch Mais zu erwägen.

Gewässerschutz mit nachwachsenden Rohstoffen – Lösungen für die Praxis

Dr. agr. Christine von Buttlar
Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt, Göttingen

Mit der Novelle der Dünge-Verordnung gewinnt das Thema Gewässerschutz auch im Biogassektor weiter an Bedeutung. Schließlich spielt Mais als wichtigste Energiepflanze für Biogasanlagen eine Sonderrolle beim Gewässerschutz: Einerseits kann Mais große Mengen Stickstoff in Ertrag umsetzen, andererseits zeichnet sich die Kultur durch eine späte Frühjahrsbestellung, eine langsame Jugendentwicklung und eine fehlende Bodenbedeckung im Winterhalbjahr aus – Faktoren, die die N-Auswaschungsgefahr erhöhen. Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) hat über seinen Projektträger, die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), eine Reihe an Projekten gefördert, bei denen das Thema Gewässerschutz im Energiepflanzenanbau behandelt wurde. Ergebnisse sind in der **FNR-Broschüre „Gewässerschutz mit nachwachsenden Rohstoffen“**[1] zusammengefasst, die im Juni 2020 als erweiterte und aktualisierte 2. Auflage erschienen ist. Der Beitrag gibt einen Überblick über die Inhalte und neue Erkenntnisse zum gewässerschonenden Energiepflanzenbau, Gärrestaufbereitung und -vermarktung.

Der Energiepflanzenanbau birgt in besonderem Maße Chancen zur Diversifizierung, einerseits durch **Integration weiterer Kulturen** wie Getreide, Sorghumarten, Ackergrasmischungen und Zwischenfrüchten in die Fruchtfolgen und andererseits durch den Anbau von Dauerkulturen. Hier bieten sich zum Beispiel wenig arbeitsintensive und besonders gewässerschonende **Dauerkulturen** wie Silphie, Riesenweizengras oder Wildpflanzenmischungen an. Die Silphie kann auf Standorten mit guter Wasserversorgung durchaus wirtschaftlich mit Mais konkurrieren. Auf Hanglagen kommt der Erosions- und vorbeugende Hochwasserschutz noch hinzu. Durch **Randstreifen** mit Kurzumtriebsgehölzen kann den Erosionsschutz weiter optimiert werden. Silphie und Wildpflanzen stellen zudem aufgrund ihrer langen und intensiven Blüte eine hervorragende Pollen- und Nektarquelle für viele Insekten und Refugien für weitere Kleintiere dar.

Ein **effizienter Gärrest-Einsatz** ist nicht nur aus Kostengründen, sondern auch zur Erfüllung der Vorgaben der novellierten Düngeverordnung von Bedeutung. Die N-Nachlieferung langjährig organisch gedüngter Böden gilt es künftig stärker zu berücksichtigen. Ergänzend können Instrumente zur Beurteilung des Versorgungszustandes der Pflanzen zum Einsatz kommen, wie z. B. Spätfrühjahrs-N_{min}, Hydro-N Tester oder Nitracheck. N-Stabilisatoren zur besseren Nährstoffausnutzung, NIRS-Technologie (Nahinfrarotspektroskopie) zur Erfassung der Nährstoffgehalte im Güllefass, GPS-Unterstützung sowie Schlitz- und Injektionstechniken bei der Ausbringung sind weitere Bausteine eines effizienten und verlustarmen Gärresteinsatzes.

Bei der Reinigung von organisch belastetem Oberflächenwasser der versiegelten **Fahr- und Siloflächen** von Biogasanlagen wurden neue Verfahren erprobt, die als biologische Kompaktkläranlagen einen zuverlässigen Abbau der Organik (99 %) ermöglichen (Projekt BGA-FLEXBIO). Ein weiteres Themenfeld widmet sich der Erschließung neuer **Vermarktungswege** für aufbereitete Gärprodukte (Projekt GÄRWERT). Denn mit neuen Absatzwegen können Mineraldünger substituiert und insbesondere Regionen mit Nährstoffüberschüssen entlastet werden.

[1] *Abruf der Broschüre mit Quellenangaben unter:*
https://mediathek.fnr.de/broschuren/nachwachsende-rohstoffe/pflanzen/gewaesserschutz-mit-nachwachsenden-rohstoffen.html

Bewertung der Humus- und Nährstoffwirkung von organischen Reststoffen

Holger Beßler, Anna Adam, Theodor Radelhof, Christof Engels
Fachgebiet Pflanzenernährung und Düngung der Humboldt Universität zu Berlin

In Landwirtschaft und Gartenbau werden zur Düngung organische Reststoffe eingesetzt, die entweder innerhalb des Betriebes bei der Produktion von pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen und Bioenergie anfallen oder von außen in den Betrieb eingeführt werden, wie z. B. Rückstände aus der industriellen Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte oder Biokomposte. Vor der Ausbringung auf den Boden werden die Reststoffe unterschiedlich behandelt (z. B. Separierung in flüssige und feste Phase) und gelagert, so dass eine sehr große Vielfalt an organischen Düngern entsteht. Es ist wichtig, die Humus- und Nährstoffwirkung dieser organischen Dünger zu quantifizieren, um den organischen C und die Nährstoffe, die in den Reststoffen enthalten sind, optimal zur Regulierung des Bodenhumusgehaltes und Ernährung der Pflanzen einsetzen zu können und gleichzeitig unerwünschte Wirkungen und Kosten zu minimieren, die mit dem Austrag an Mineralstoffen in die Atmosphäre, Hydrosphäre und terrestrische Ökosysteme verbunden sind (Sutton et al. 2011[1]). Die Quantifizierung der Nährstoff- und Humuswirkung von Reststoffen ist auch bei der Erstellung von Ökobilanzen (life cycle analyses) z. B. für die Biogasgewinnung von Bedeutung (Bacenetti et al 2016[2]).

Im Rahmen eines von der FNR geförderten Verbundvorhabens[3] ermitteln wir die Humus- sowie die Stickstoff- und Phosphordüngewirkung von organischen Reststoffen aus der Pflanzenproduktion, der Tierproduktion, der Biogasgewinnung und der Kompostierung von Grüngut und Bioabfällen mit verschiedenen Versuchsansätzen von Inkubationsversuchen im Labormaßstab bis zu Feldversuchen. Da die Ermittlung der Düngewirkung mit Inkubations-, Gefäß- und Feldversuchen sehr aufwändig ist, wird auch überprüft, ob die Düngewirkung anhand von chemischen Eigenschaften der Reststoffe in Kombination mit Modellprognosen vorhergesagt werden kann. Auf der Grundlage der Primärdaten wird in Abstimmung mit dem VDLUFA eine geeignete Methodik zur quantitativen Bewertung der Humus- und Nährstoffwirkung von organischen Reststoffen entwickelt. Diese Bewertung soll in der landwirtschaftlichen Praxis zur Verbesserung der Düngungsberatung und Erhöhung der Nährstoffeffizienz beitragen und dient auch zur Information von politischen Entscheidungsträgern.

In dem Vortrag werden erste Ergebnisse zur Ermittlung und Quantifizierung der Stickstoffdüngewirkung von organischen Reststoffen vorgestellt.

[1] *Sutton MA, Erisman W, Leip A, van Grinsven H, Winiwarter W 2011. Too much of a good thing. Nature 472, 159-161*

[2] *Bacenetti J, Sala C, Fusi A, Fiala M 2016. Agricultural anaerobic digestion plants: What LCA studies pointed out and what can be done to make them more environmentally sustainable. Applied Energy 179, 669-686.*

[3] *FKZ: 22410618, 22410918, 22410718*

SPEED PITCH – NEUE PROJEKTE AUS DEM AUFRUF „NACHHALTIGE AUFBEREITUNG UND VERWERTUNG VON GÄRRÜCKSTÄNDEN“

Übersicht zur Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zum Themenbereich Gärreste im Rahmen des Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe

Birthe Dehmel
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) unterstützt die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) als Projektträger die angewandte Forschung und Entwicklung im Bereich der nachhaltigen Erzeugung und der Nutzung nachwachsender Ressourcen. Für die Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben sowie nationaler Projekte der nachhaltigen Waldwirtschaft ist das Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ maßgeblich. Zur Umsetzung des Programms stehen aus dem Bundeshaushalt 2020 knapp 85 Mio. Euro zur Verfügung.

Für Projekte, die sich im Kern mit der nachhaltigen Aufbereitung und Verwertung von Gärrückständen beschäftigen, wurden vom BMEL über das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe in den vergangenen 15 Jahren mehr als 8 Mio. € zur Verfügung gestellt.

Es konnten zahlreiche Forschungsarbeiten zu Eigenschaften, Inhaltsstoffen, Nährstoffwirkungen und -verfügbarkeit von Gärrückständen durchgeführt werden. Herausforderungen im Hinblick auf eine nachhaltige Verwertung von Gärrückständen ergeben sich dabei zum einen aus dem Problem der Nährstoffüberschüsse in Veredlungsregionen, zum anderen im Hinblick auf die Änderungen der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen. Dabei ist zu beachten, dass aufgrund der steigenden rechtlichen Anforderungen künftig von knapperen Flächen und höheren Abnahmepreisen von organischen Düngemitteln auszugehen ist und auch die Anforderungen an Lagerung und Transport weiter steigen werden.

Das BMEL reagierte bereits im Jahr 2011 mit dem Förderschwerpunkt „Humus- und Nährstoffwirkung organischer Reststoffe aus Biomassekonversionsanlagen“ auf die o. a. Herausforderungen. Der befristete Förderaufruf „Innovativ und wirtschaftlich: Nachhaltige Aufbereitung und Verwertung von Gärrückständen“ aus dem Jahr 2018 zielte auf die Akquise weiterer FuE-Vorhaben und die Bereitstellung von fundierten Handlungsempfehlungen zur effizienten Nutzung von Gärrückständen und innovativen Verwertungsmöglichkeiten, wie z. B. alternative Absatzwege, ab. Dies beinhaltet sowohl pflanzenbauliche als auch technische Lösungsansätze sowie die Erschließung neuer Produkte und Märkte (z. B. Garten- und Landschaftsbau, Erden, Einstreu und Düngemittel). Letztere nehmen im Hinblick auf eine höhere Wertschöpfung eine immer größere Bedeutung ein.

Weitere FuE-Arbeiten zur Thematik sind auch künftig von Relevanz, um Impulse für die landwirtschaftliche Praxis zu setzen.

Nähere Informationen zu bereits abgeschlossen sowie laufenden Vorhaben sind in der Projektdatenbank auf der Homepage der FNR eingestellt.

Verringerung der Lachgas-Emissionen bei der Verwertung von Gärrückständen durch den Einsatz Lachgas-reduzierender Bakterien

Prof. Dr. Jörg Simon
Technische Universität Darmstadt

Die Düngung landwirtschaftlich genutzter Flächen führt zu erhöhten Emissionen des Treibhausgases N_2O (Lachgas). Dafür sind verschiedene Stoffwechselprozesse der mikrobiellen Gemeinschaft des Ackerbodens verantwortlich. Im vorgestellten Projekt[1] soll untersucht werden, inwieweit durch eine innovative Gärrestaufbereitung spätere N_2O-Emissionen verringert bzw. vollständig unterdrückt werden können. Dazu sollen N_2O-reduzierende Bakterien aus Gärrückständen und Ackerböden isoliert und charakterisiert werden. Geeignete Isolate sollen Gärrückständen zugesetzt werden (Bioaugmentation), um deren Wachstums- und Überlebensfähigkeit sowie deren Aktivität der N_2O-Reduktion zu N_2 zu prüfen. Vorrangiges Ziel ist das *Proof of Concept* des Forschungsansatzes. Ein mittelfristig zu entwickelndes Verfahren soll marktrelevant und kostengünstig sein; es sieht eine kurze Behandlungszeit von Gärrückständen vor. Es ist davon auszugehen, dass das Projekt signifikante Beiträge zur nachhaltigen und klimafreundlichen Verwertung von Gärrückständen leisten und die gesellschaftliche Akzeptanz der Verwendung von Gärrückständen als Düngemittel steigern kann.

[1] *FKZ: 22034018*

Verfahren für eine Nährstoffverschiebung in Wirtschaftsdüngern für eine effizientere Ausbringung

Björn Schwarz
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, Dresden

Aufgrund der verschärften Begrenzung von Ausbringzeit und -menge bezüglich Stickstoff können im Herbst nur unwirtschaftlich kleine Volumina an Wirtschaftsdüngern auf die Felder gebracht werden. Zur Überbrückung der Sperrzeiten müssen weitere Lager errichtet werden. Gleichzeitig müssen große Mengen an Wirtschaftsdüngern im Frühjahr ausgebracht werden. Zu diesem Zeitpunkt sind die Bodenverhältnisse häufig schlecht (zu nass) und gleichzeitig besteht ein hoher Konkurrenzdruck bezüglich der Dienstleistung der Ausbringung.

Eine Entzerrung dieser ungleichen Ausbringintensitäten kann erreicht werden, wenn es gelingt mittels einfacher Verfahren den Stickstoffgehalt in Wirtschaftsdüngern zu verändern. So wird im Projekt[1] angestrebt, dass ein größerer Teilstrom der Gesamtmenge (z. B. 2/3) hinsichtlich des Stickstoff- bzw. Ammoniumgehaltes deutlich abgewertet wird, so dass diese Teilmenge im Herbst komplett ausgebracht werden kann ohne die Grenzwerte für die maximale Stickstofffracht pro ha zu überschreiten. Der entfernte Stickstoff soll parallel und gezielt im verbliebenen Teilstrom (z. B. 1/3 der Gesamtmenge) angereichert und gespeichert werden. Diese Teilmenge wäre dann mit erheblich weniger Aufwand im Frühjahr komplett und zügig ausbringbar.

Für die gezielte Stickstoffverschiebung zwischen Teilmengen von Wirtschaftsdüngern soll die Abhängigkeit des NH_3:NH_4-Gleichgewichtes von pH-Wert und Temperatur ausgenutzt werden. Gesamtziel ist die verfahrenstechnische Entwicklung einer möglichst einfachen und robusten Technologie zur kontinuierlichen Nährstoffsplittung in Wirtschaftsdüngern auf der Basis von Strippverfahren oder dem Einsatz von Membrankontaktoren. Perspektivisch soll damit Landwirten und Dienstleistern ein Verfahren zur Verfügung gestellt werden, welches die ausbringbaren Mengen an Wirtschaftsdüngern durch eine Variation des Stickstoffgehaltes flexibel verändern kann. Je nach Region können die entstehenden Teilströme auf eigenen bzw. nahe gelegenen Flächen flexibel (Herbst/Frühjahr) aufgebracht werden und/oder zu weiter entfernten Flächen mit Nährstoffbedarf transportiert werden (Teilmengen mit erhöhtem Stickstoffgehalt).

[1] *FKZ: 22036318*

Regionale Nährstoff-Rückgewinnung aus Gärresten und Gülle mittels thermochemischer Konversion und Kristallisation an Calcium-Silicat-Hydrat-Phasen-RegioGquadrat

Siegfried Klose
EuPhoRe GmbH

Dr. Rainer Schuhmann
Karlsruher Institut für Technologie

In den Nord-Westdeutschen Gebieten mit ausgesprochen hohem Anteil landwirtschaftlicher **Veredlungswirtschaft** hat sich über Jahrzehnte ein stark wachsender **Nährstoffüberschuss** in Boden und Grundwasser entwickelt. Diese Situation wird durch die ebenfalls hohen Dichte an Biogasanlagen auf NaWaRo-/Gülle-basis nochmals verschärft. Hinzu kommt der „Wirtschaftsdüngerimport" aus den Niederlanden. Aufgrund dieser Nährstoffüberschüsse und der langjährigen lokalen Anwendung wider der guten fachlichen Praxis sind die Pufferkapazitäten der Böden längst erschöpft. Dies hat zwingend eine Gewässer- und insbesondere Grundwasserbelastung mit den Nährstoffen Stickstoff (N) und Phosphor (P) zur Folge und für Stickstoff bereits zu erheblichen Grenzwertüberschreitungen in den betroffenen Gebieten geführt Diese v. a. für den deutschen Nordwesten charakteristische Situation findet man in Deutschland an weiteren sogenannten Hotspots an, in denen intensive Viehwirtschaft betrieben wird, so z. B. in Schleswig-Holstein mit dem Import der Dänischen Gülle aber auch lokal in Sachsen, Sachsen-Anhalt, Bayern und Baden-Württemberg um Schwäbisch Hall. Dazu muss insbesondere die global endliche Ressource Phosphor möglichst effizient im Nutzungskreislauf erhalten bleiben. Dies verlangt für die angesprochenen „Problemgebiete" nach einem Verwertungskonzept, das die Nährstoffüberschüsse drastisch reduziert, möglichst die Stoffeinträge in das Grundwasser zu vermeiden hilft und gleichzeitig die Nähstoffe für eine weitere Nutzung zurückgewinnt.

Um das Ziel der optimierten Nährstoffrückgewinnung zu erreichen, wird das P-RoC-Verfahren zur Behandlung der Flüssigphase der Substrate in Kombination mit dem EuPhoRe-Verfahren zur Behandlung der Festphase der Substrate eingesetzt, so dass die Nährstoffrückgewinnung in jeder Phase ansetzt. Die Neuheit des hier vorgestellten Lösungsansatzes zeigt sich darin, dass in beiden Fällen nach ausreichender Formulierung unmittelbar einsetzbare mineralische PK-Dünger erzeugt werden können. Das P-RoC-Verfahren ist ohne Säureaufschluss technisch einfach und damit auch einfach in landwirtschaftliche Betriebsabläufe integrierbar, während sich für das EuPhoRe-Verfahren der überbetriebliche, jedoch regionale Einsatz anbietet. Dabei besteht die Möglichkeit, beide rückgewonnenen Edukte sowohl separat einer getrennten Verwertung zuzuführen oder aber die Mineralphasen zusammen zu führen und als homogenen PK-Dünger in die Bedarfsgebiete Deutschlands zu „exportieren".

Konkret wird für das Projekt zur Validierung der Verfahrenskombination der Zugang zu den Rohstoffen (Gärreste – Fest- und Flüssigfraktion) hergestellt[1]. Idealerweise wird ein Zucht-/Mastbetrieb für Schweine identifiziert, der seine Gülle in einer Co-Fermentierung aufbereitet. Hilfsweise ist auch der Betreiber einer Co-Fermentierungsanlage für die Umsetzung der Validierung ein geeigneter Partner. Über das Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz (DLR) konnte mit der „NatürlichEnergie GmbH" ein hervorragend geeigneter Betrieb bei Hahn gefunden werden.

[1] *2220NR023A, 2220NR023B*

Das KIT wird die Übertragung schon gewonnener Erfahrungen mit dem Flüssiganteil von separiertem Gärrest im Labor- und Halbtechnikmaßstab belegen. EuPhoRe wird in einer geeigneten Pilotanlage den Feststoffanteil der separierten Gülle sowie des Gärrestes behandeln. Die gewonnenen Daten (geeignete Trennschärfe der Gülle in fest/flüssig, Nährstoffaufteilung in den separierten Fraktionen, grundsätzliche Eignung der beiden Verfahrensschritte – u. a. Rückgewinnungspotenzial der Nährstoffe in den Verfahren – und Verfahrenslogistik) werden in einem Bericht zusammengeführt.

Die Durchführung der halbtechnischen Versuche sowohl mit Calcium-Silicat-Hydrat als auch thermochemisch ist mit mindestens zwei Wiederholungen vorgesehen. Aufgrund der technischen Voraussetzungen wird die Nährstoffbindung der Flüssigphase der Gärreste mit CSH in der Laboranlage vor Ort durchgeführt, während die thermochemischen Behandlungen des festen Anteils bei IBU-tec advanced materials AG in Weimar erfolgen wird.

Verminderung der Klimawirkung und Erhöhung von Bodenfruchtbarkeit und Ertrag beim Anbau von Rohstoffpflanzen durch partiellen Krumenvertiefung

Prof. Dr. Jürgen Augustin
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.

Die national wie international gesetzten Klimaziele sind ohne die Landwirtschaft nicht umsetzbar. Speziell im Bereich des Ackerbaus gibt es einen hohen Nachholbedarf. Gefordert wird eine erhöhte Speicherung des Treibhausgases CO_2 in Form von organischen Kohlenstoffverbindungen im Boden und eine verringerte Emission des ebenfalls klimawirksamen Spurengases N_2O, welches vermehrt nach Stickstoffdüngung entsteht. Mit den bisher verfügbaren Anbaumethoden konnte das aber bisher nicht erreicht werden.

Zentrale Anliegen des von der FNR geförderten Projektes „Krumensenke“[1] ist es daher zu prüfen, ob der gezielte Einsatz der sogenannten meliorativen, partiellen Krumenvertiefung (pKV) zur Lösung dieses Problems beitragen kann. Bei diesem von Gätke in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelten Verfahren werden im Zuge des Pflügens auch mit Krumenmaterial verfüllte Schächte im Unterboden angelegt. Das erfolgt jedoch nicht flächendeckend, sondern nur streifenweise mit einigem Abstand, also partiell. Damit soll die Gefahr der Verdichtung des Unterbodens im Zuge der nachfolgenden Befahrung mit schwerer Landtechnik vermieden werden. Im Zuge der pKV wird zugleich Unterboden in die Krume eingemischt. Damit geht eine Verringerung der Kohlenstoff- und Stickstoffkonzentration in der Krume einher. Diese „Untersättigung“ an Kohlenstoff und Stickstoff müsste – analog zur primären Bodenbildung – zu einer verstärkten zeitweiligen Akkumulation von organischen Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen im Boden führen. Mit anderen Worten: mithilfe der pKV könnte eine temporäre Kohlenstoff- und Stickstoffsenke im Oberboden induziert werden, die mit einer verstärkten CO_2-Speicherung und einer verminderten N_2O-Freisetzung einhergeht. Während weit verbreitete Rohstoffpflanzen wie Mais, Grünroggen und Raps die Kohlenstoffverbindungen zur C-Speicherung liefern sollen, finden als Quelle für die zusätzliche N-Speicherung im Boden die heute weit verbreiteten Gärreste Verwendung.

Um innerhalb der Projektlaufzeit zuverlässige und verallgemeinerbare Aussagen erhalten zu können, werden verschiedene, aufeinander abgestimmte Untersuchungsansätze parallel verfolgt. In Rahmen eines Modellexperimentes soll der kurzfristige Einfluss einer definierten Einmischung von Unterbodenmaterial in den Pflughorizont bei unterschiedlichen Böden und Varianten der N-Düngung (mineralisch vs. Gärrest) auf die Flüsse der Treibhausgase CO_2, CH_4 und N_2O und die zusätzliche C- und N-Speicherung im Boden untersucht werden. Dabei kommt ein vom ZALF neu entwickeltes Robotik-Gasmesssystem zum Einsatz, welches aus einem mobilen Portalkran mit daran montierten Gashauben besteht. Anliegen eines Pilotexperimentes ist es, die Eignung eines neu entwickelten Spezialpfluges zur Durchführung von zielgerichteten pKV-Maßnahmen beim Anbau von Rohstoffpflanzen mit Gärrestdüngung auf einer Praxisfläche der kuppigen Grundmoränenlandschaft NO-Deutschlands zu testen. In einem dritten Schritt wird die Langfristwirkung und Nachhaltigkeit einer partiellen Krumenvertiefung überprüft. Dazu sollen historische Versuchsflächen aufgesucht und analysiert werden, auf denen diese Art der Bodenbearbeitung bereits in den 60er und den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts zur Anwendung kam. Als Projektpartner wird das Johann Heinrich von Thünen-Institut die ökonomische und ökologische Bewertung des Verfahrens vornehmen.

[1] *FKZ: 22026417, 22040918*

Block 3 – Gärresteaufbereitung und -ausbringung, Praxis

Neue Absatzmärkte für Gärprodukte durch Aufbauagglomeration mit Sekundärstoffen

Nils Dietrich
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Karen Sensel-Gunke, Nicole Petzke
Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin

Im Rahmen des Vorhabens werden alternative Absatzwege zur regionalen Vermarktung von aufbereiteten Gärresten aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen untersucht. Die aufbereiteten Gärreste bzw. Gärprodukte sollen als organisch-mineralische Dünger im Hobby- und Erwerbsgartenbau beispielsweise als Gemüse-, Blühpflanzen- oder Rasendünger einsetzbar sein. Dazu werden in drei Teilvorhaben I) die Düngeprodukte entwickelt und hergestellt, II) die Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit der hergestellten Produkte untersucht und schließlich III) das Marktpotenzial der Produkte für die verschiedenen Einsatzbereiche bewertet[1].

Im Rahmen des Teilvorhabens I – bearbeitet durch die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU) – wird untersucht, wie separierte Gärreste technologisch so aufbereitet werden können, dass sie einerseits gut handhab- und dosierbar sind und andererseits eine entsprechende Düngewirkung aufweisen, die ggf. durch Nutzung weiterer Zuschlag- bzw. Sekundärstoffe anzupassen ist. Die Aufarbeitung separierter Gärreste zum finalen Düngeprodukt soll vorrangig durch Verfahren der Roll- bzw. Aufbauagglomeration erreicht werden.

Das Teilvorhaben II – bearbeitet durch das Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP) – untersucht die hergestellten organisch-mineralischen Düngeprodukte in ausgewählten Pflanzenversuchen. Dabei liegt der Fokus einerseits in der Demonstration eines anwenderfreundlichen Einsatzes der Produkte und andererseits in der Bewertung der Düngewirkung im Vergleich zu bereits am Markt etablierten Konkurrenzprodukten. Zur Charakterisierung der Düngewirkung wird auch das Freisetzungsverhalten des insbesondere mineralischen Anteils an Pflanzennährstoffen der Düngeragglomerate in einem hierfür entwickelten Säulenversuch untersucht.

Im Teilvorhaben III – bearbeitet durch die Humboldt-Universität zu Berlin (HU) – wird eine Bewertung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit der Produktion und Vermarktung von Düngeragglomeraten aus separierten Gärresten vorgenommen. Dazu wird mit dem Werkzeug der Marktpotenzialanalyse und weiterführenden Expertenbefragungen eine Bewertung der Marktchancen bzw. Marktsegmente sowie möglicher Marktrisiken für die zukünftigen Produkte erarbeitet. Zudem wurden im Rahmen einer Konsumentenbefragung und einer Wettbewerbsanalyse die Anforderungen an die neu zu entwickelnden Düngeragglomerate spezifiziert und im Rahmen der Entwicklung berücksichtigt.

Als Ergebnis der bisherigen Bearbeitung kann folgendes festgestellt werden: I) Separierte Gärreste aus einer typischen landwirtschaftlichen Biogasanlage (Gülle/Maissilage) können nach vorhergehender Kompostierung auch ohne jegliche Bindemittel/Zuschlagstoffe mittels Aufbauagglomeration im EIRICH-Mischer zu kugelförmigen, gut dosierbaren Agglomeraten im Korngrößenbereich von ca. 2 mm bis 12,5 mm verarbeitet werden. Durch Zusatz von Sekundärstoffen können die Nährstoffgehalte in gewissen Grenzen auf den vorgesehenen

[1] *FKZ: 22032218, 22032318, 22032418*

Einsatzbereich eingestellt werden. II) Die Untersuchungen der Produkte auf der Basis zunächst nicht kompostierter Gärreste in einem Pflanzenversuch mit Pelargonien (*Pelargonium grandiflorum*) hat bislang ergeben, dass zunächst alle Funktionsmuster im Vergleich zur ungedüngten Kontrolle eine Düngewirkung aufweisen und in ihrer Wirkung durchaus mit einem am Markt etablierten Produkt im Versuch vergleichbar waren. Auf der Basis von kompostierten Gärresten mit unterschiedlichen Sekundärstoffen werden

Derzeit weitere Funktionsmuster sowohl in Klimakammer- als auch Gewächshausversuchen untersucht. Anhand erster Säulenversuche zur Bestimmung der Nährstoffkinetik ist erkennbar, dass nicht nur die chemischen Unterschiede zwischen den Düngemitteln einen Einfluss auf die Nährstofffreisetzung haben, sondern auch der physikalische Zustand der Düngemittel wie Form, Porosität und Partikelagglomeration ebenfalls zur Kinetik der Nährstofffreisetzung beitragen. Die Bewertung fester Düngemittel könnte von einer solchen Labormethode profitieren. III) Der Düngemittelmarkt ist durch einen intensiven Wettbewerb gekennzeichnet. Vergleichbare Konkurrenzprodukte in Pelletform werden überwiegend online vertrieben. Die Nachfrage geht in Richtung Easy Gardening und organischer Düngeprodukte. Doch die Herkunft der Gärreste wirkt auf viele Anwender eher negativ, Aspekte wie Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft hingegen positiv. Erste Einblicke in die Praxis auf Basis von Experteninterviews deuten auf mögliche Beschränkungen aufgrund fehlender personeller und produktionsbedingter Kapazitäten, der Konkurrenz zur Bioabfallkompostierung, unzureichender Planungssicherheit sowie Unsicherheiten bezüglich des Genehmigungsrechts. Eine erfolgreiche Produktion und Vermarktung scheint nur im Rahmen eines Anlagenverbundes oder durch Auslagerung an ein externes Unternehmen realisierbar.

Angesäuerte Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen und in der Gärrestedüngung

Prof. Dr. Eberhard Hartung, Torsten Mächtig, Dr. Susanne Billmann-Born
Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrecht Universität zu Kiel

Dr. Peter Sanftleben, Dr. Andreas Gurgel
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Gärreste sind wertvolle Wirtschaftsdünger, ihnen gemein ist jedoch ein relativ hoher Anteil an Ammonium-Stickstoff bei leicht basischem pH-Wert. Dies verursacht einen Verlust des Stickstoffs als gasförmiges Ammoniak, das zum großen Teil in der Landschaft abgelagert wird und dort zu Eutrophierung führt. Zusätzlich gilt Ammoniak als Luftschadstoff, der durch Erhöhung der Feinstaubbelastung und Lachgasbildung klimaschädigend wirkt. Zum Erreichen der deutschen Minderungsziele für Ammoniakemissionen kann das Verfahren der Ansäuerung einen bedeutenden Beitrag leisten. Wenn der pH-Wert von Gärresten vor der Ausbringung durch Ansäuern abgesenkt wird, sinken der Dampfdruck des Ammoniaks und damit die Emissionen. Eine Ansäuerung ist hierbei auf verschiedenen Ebenen möglich, im Stall, im Lager und/oder bei der Ausbringung. Ein entscheidender Vorteil der Maßnahmen zur Ansäuerung ist die bessere N-Effizienz der so behandelten Wirtschaftsdünger. Da mehr verfügbarer Stickstoff die Pflanzen erreicht, erhöhen sich die Ernteerträge und es kann mineralischer Dünger eingespart werden. Eine Verbesserung der Stickstoffbilanz, die Vermeidung von Treibhausgasen und die Verlustminimierung im Stickstoffkreislauf wirken hier synergetisch mit wirtschaftlichen Vorteilen für den Landwirt.

Falls sich in Deutschland die Ansäuerung durchsetzt, stellt sich die Frage wie sich angesäuerte Gülle in der Biogasanlage einsetzen lässt, wie hoch die Minderungseffizienz bei Düngung mit angesäuerten Gärresten ist und welche Effekte auf die Bodenfunktionen entstehen.

Ziel des Projektes[1] ist es, Chancen und Risiken der Nutzung angesäuerter Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen und bei der Gärrestedüngung zu erfassen und zu bewerten:

- Im ILV soll im Labor-Maßstab untersucht werden, **welcher Anteil an Schwefel- und Essigsäure mit Rinder- und Schweinegülle** und **verschiedenen Kosubstraten** sinnvoll in den Biogas-Prozess eingebracht werden kann und wie sich dies auf **Prozessstabilität und Gasertrag** auswirkt, ob bei Ansäuerung mit Schwefelsäure die **H_2S Gehalte** steigen und **Mittel zur Schwefelfällung** effektiv sind,
- in Anbauversuchen über 3 Jahre der LFA mit Raps, Silomais und Winterweizen wird untersucht in welchem Umfang sich durch Ansäuerung von Gärresten und Gülle bei der Düngung **Ammoniakemissionen verringern lassen**,
- es wird untersucht welche Auswirkungen auf den **Ernteertrag** entstehen,
- da bei Ansäuerung mit Schwefelsäure Sulfat mit ausgebracht wird und da sich durch die pH Änderung die Löslichkeit von Mineralien wie Phosphat ändert, soll die **Nährstoffverfügbarkeit vor allem von Sulfat und Phosphat** im Boden bilanziert werden,
- durch 16S-Sequenzierung wird die Reaktion des bakteriellen Bodenmikrobioms auf Düngung mit angesäuerten Gärresten bzw. Gärresten aus angesäuerten Wirtschaftsdüngern bestimmt.

Insgesamt soll das Projekt Daten für praktische Handlungsempfehlungen beitragen, um damit die Ansäuerung von Gärresten schrittweise in die Beratungspraxis und in die landwirtschaftlichen Produktionsverfahren übernehmen zu können.

[1] *FKZ: 22033418, 22035218*

Technologische Zukunftsstrategien zur Verwertung von flüssigen Wirtschaftsdüngern

Helmut Georg Döhler
DöhlerAgrar Unternehmensberatung

Durch die Novellierung der Düngeverordnung 2017 und 2020 hat der Gesetzgeber die zulässigen Nährstoffmengen, die Ausbringzeiträume, die Anforderungen an die Applikationstechnik, die zeitliche Düngebedarfsermittlung und die Dokumentation der Nährstoffmengen neu geregelt. Im Wesentlichen ergeben sich aus diesen verschärften Regeln signifikant höhere einzelbetriebliche und regionale Nährstoff- und somit Wirtschaftsdüngerüberhänge, erheblich höhere Anforderungen an die Emissionsminderung, sowie eine Einengung der Zeitfenster für die Ausbringung von Gärresten. Im Beitrag werden die Optionen zur Anpassung des Gärrestmanagements beschrieben. Die aktuellen Wirtschaftsdüngerüberschüsse in Deutschland werden auf 25–30 Mio. t/Jahr geschätzt (Döhler et al. 2019). **ANPASSUNGSOPTIONEN** lassen sich durch die 4 V für Gülle (Gärreste) charakterisieren: **VERBRINGEN** (Transportieren und Ausbringen), **VERÄNDERN** (durch Zusätze wie Säure, Tonminerale, etc.), **VERARBEITEN** (mit Aufbereitungstechniken) und **VERMEIDEN** (nur für Gülle: Verhinderung der Entstehung eins Kot-Harn-Gemisches).

VERBRINGEN:
Als Ausbringungstechniken stehen Breitverteiler, Schleppschläuche, Schleppschuhe, Schlitz- Streifenablage- und Einarbeitungstechniken zur Verfügung. Je mehr die Gärreste an der Oberfläche abgelegt werden, umso wichtiger ist die Wahl günstiger Termine. Ausbringung bei niedrigen Temperaturen reduziert die Emissionen und erhöht die N-Ausnutzung. Vor diesem Hintergrund ist das Verbot der Ausbringung auf überfrorenen Böden kontraproduktiv. Vorsaat-Direkteinarbeitungstechniken sind für den Biogassektor eine sehr gute Möglichkeit zur Emissionsminderung und hohen N-Ausnutzung. Schlitz- und Striptill-Techniken sind nicht universell einsetzbar und haben ihre Grenzen bei trockenen, nassen, steinigen Böden sowie in Steillagen. Schleppschlauch- und Schleppschuhtechniken bieten den besten Kompromiss, die Emissionsminderungen sind allerdings nur moderat.

VERÄNDERN:
Güllezusatzstoffe werden seit Jahrzehnten diskutiert, in letzter Zeit erneut Gesteinsmehle, Tonerden, Effektive Mikroorganismen, biologische Stimulatoren u. a.. Signifikante Wirkungen auf die Emissionen zeigen nur Säuren, die zu einer Verschiebung des Ammonium-Ammoniak-Gleichgewichts führen und je nach Dosierung die Emissionen um bis zu 70 % mindern. In Verbindung mit Schleppschläuchen wird eine zielgenaue N-Düngung ermöglicht. Auf die mit der Säure zugeführten Schwefelmengen und ggfs. Schadstoffe ist zu achten.

VERARBEITEN:
Die technische Behandlung und Aufbereitung von Gärresten hat in den letzten Jahren erhebliche Entwicklungsschritte gemacht. **Mechanische Trennverfahren** sind in der Regel Bestandteil eines jeden Gülleverarbeitungsverfahrens und werden sowohl einzel- als auch überbetrieblich eingesetzt. Abscheidegrade von etwa 20–50 % des P und 30 % des N sind möglich, in Verbindung mit Flockungshilfsmitteln können Abtrenngrade von 95 % des P erreicht werden. Ähnliche Produktvielfalt wie Trennverfahren weisen mittlerweile **Trocknungsverfahren** auf, als Energiequelle für die Trocknungsverfahren dienen meist die Kühlwässer oder die Abgasströme der BHKW von Biogasanlagen. Auch ohne den KWK-Bonus werden die Verfahren hohe Bedeutung erhalten. Gängige Verfahren zur Weiterbehandlung von Dünnseparaten sind **Membrantrennverfahren und Vakuumverdampfer**. Mit Membranverfahren (Mikro-, Ultra-, Nano-Filtration, Umkehrosmose)

kann Wasser von Ionen und Organik getrennt werden. Voraussetzung ist eine hochwirksame Abtrennung organischer Partikel. Sowohl Eindampfung als auch Membranverfahren sind geeignet, etwa 50–70 % des Wassers von der Gesamtmasse abzutrennen. Beide Verfahren werden zunehmend mit Ammoniakdesorptionstechniken kombiniert (**Strippungstechniken**). Techniken zur **Rückgewinnung von P** durch gezielt induzierte Fällungs- bzw. Kristallisationsreaktionen sind für Gärreste seit über 30 Jahren bekannt und werden nun weiterentwickelt. Gemäß EU-VO 2017/1262 ist die **Verbrennung von Wirtschaftsdüngern** möglich. In Verbindung mit Abgasreinigungssystemen (SCR/SNCR) sowie Rückgewinnung der Wärme und von P und K ist dies eine ernstzunehmende Option für die Zukunft. Analog zur Behandlung von Kommunal- und Industrieabwässern können mit **biologischen Belebtschlamm-Verfahren** zuverlässig Stickstoffverbindungen durch Nitrifikations-Denitrifikations-Kaskaden gasförmig entbunden werden. Dies ist auch mit Kompostierungsverfahren möglich. Im Sinne der Bioökonomie wünschenswerte **Verfahren zur Vollaufbereitung mit vollständiger Nährstoffrückgewinnung (Verfahren zur Stofftrennung)** sind bisher im Pilotmaßstab vereinzelt etabliert. Hier befinden sich diverse Verfahren in der Optimierung, einerseits mit der Herstellung von organisch-mineralischen Mischdüngern, andererseits mit der „Zerlegung“ der Güllebestandteile bis hin zu Nährelementen einschließlich der Energiegewinnung bzw. Abwärmenutzung. Angestrebt werden bei diesen Verfahren die Herstellung von überwiegend mineralischen Düngern, die den derzeit üblichen industriellen Standards entsprechen bis hin zu weitergehender Verarbeitung der Inhaltsstoffe der Gülle wie z. B. der Erzeugung von Faserstoffen.

Vakuum-Entgasung zur Ammonium-Abreicherung von Gärrückständen

Dr.-Ing. Anne Kleyböcker, Lena Geist, Jan Schütz, Johannes Koslowski, Fabian Kraus
Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH,

Dr. Andreas Muskolus
Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP)

Andreas Dünnebeil
Pondus® Verfahrenstechnik GmbH

Gülle und Gärreste werden häufig als Wirtschaftsdünger in der Landwirtschaft eingesetzt. Sie liefern sowohl organisches Material für den Boden als auch Stickstoff, der ein wichtiger Nährstoff für Pflanzen ist. Oft stimmt jedoch die, gesetzlich vorgeschriebene, saisonale Ausbringung der Gülle nicht mit dem Zeitpunkt des tatsächlichen Stickstoffbedarfs der Pflanzen überein. Dies führt zu einem unerwünschten Verlust des Stickstoffs für die Pflanzen durch Emissionen ins Grundwasser (Nitrat) oder in die Atmosphäre (Ammoniak und/oder Lachgas). Besonders in Regionen mit einem hohen Gülleaufkommen und einer hohen Ausbringungsrate der Gülle kann es zu starken Umweltbelastungen kommen.

Um die Zufuhr des organischen Materials für den Boden von der Stickstoffzufuhr aus der Gülle für die Pflanzen zu entkoppeln, wurde in dem EU geförderten Projekt Circular Agronomics (www.circularagronomics.eu) eine Pilotanlage entwickelt und konstruiert. Die Pilotanlage soll eine „stickstoffabgereicherte Gülle“ produzieren, die als Bodenverbesserer eingesetzt werden kann. Cirular Agronomics zielt darauf ab, zwischen 80 % und 90 % des Stickstoffs, der ursprünglich als Ammonium vorlag, aus der Gülle bzw. dem Gärrest zurückzugewinnen. In einem anschließenden Gaswäscher reagiert das Ammoniakgas mit Schwefelsäure zu einer Ammoniumsulfatlösung, welche ein typischer mineralischer Stickstoffdünger ist. Dieser kann dann ausgebracht werden, wenn die Pflanze den Stickstoff benötigt und umsetzen kann.

Um den Prozess der Vakuumentgasung besser zu verstehen und die optimalen Prozessbedingungen zu untersuchen, wurden im Vorfeld Laborexperimente durchgeführt. In den Versuchen wurden der pH-Wert, die Druckbedingungen und die Prozesstemperatur variiert. Die Experimente zeigten, dass bei einem pH-Wert von 9.0, einer Temperatur von 60 °C und einem absoluten Druck von 190 mbar bis zu 88 % des Ammoniums aus dem Gärrest in Form von Ammoniak abgereichert wurden. Eine CO_2-Strippung vor Anhebung des pH-Wertes auf pH 9.0, verringerte zudem die notwendige Natronlaugenzufuhr zur pH-Wert-Anhebung um 30 %.

Basierend auf den Ergebnissen der Experimente wurden Schlussfolgerungen für ein optimales Design der Pilotanlage abgeleitet. Derzeit wird die Pilotanlage in Betrieb genommen und erste Versuche durchgeführt, deren Ergebnisse ebenfalls im Vortrag präsentiert werden.

Vom Gärrest zum Wertstoff – Alternativen und neue Vermarktungswege durch Pyrolyse

Dr. René Casaretto
Niersberger Wohn- und Anlagenbau GmbH & Co.KG

Aktuelle und zukünftige Herausforderungen für Veredelungsbetriebe mit und ohne Biogaserzeugung werden durch politische Entscheidungen maßgeblich gesteuert. Derzeitige Debatten und Regularien (u. a. Nitratrichtline, Hoftorbilanzen, Änderungen der Düngemittelverordnung, RED-II) fordern neue innovative und nachhaltige Verwertungswege von Güllen und Gärrückständen aus der Landwirtschaft. Bedingt durch die Einschränkungen der Verwendung von organischen Nährstoffen – welche in ihren Grundkomponenten C, N, S, P, K unterschiedliche Verteilungen aufweisen, können diese z. T. nicht bedarfsgerecht in den Veredelungs- und Biogasregionen verwendet werden. Aktuelle Aufbereitungsmethoden zielen zumeist auf die Reduktion der flüssigen Phase (Gärrestverdampfung) und Gewinnung eines semi-synthetischen Düngemittels (ASL-Lösung) ab. Getragen bzw. gefördert werden diese Technologien durch den KWK-Bonus im EEG und erzielen in vielen Fällen keinen realen Mehrwert.

Thermische Verwertungswege wie Pyrolyse-Prozesse können neben der Reduktion der Gesamtmasse und Extraktion von Stickstoff dazu führen, dass ein stabilisierter Kohlenstoff vorliegt, welcher langzeitwirksam den Boden verbessern kann – hier sei das Beispiel der Terra-Preta als sinnbildliches Beispiel angeführt. Auf der anderen Seite sind hier höhere technische Anforderungen an die Systemtechnik gegeben als bei einer einfachen Gärrestverdampfung. Der Prozess der Pyrolyse ist in seiner Technik ein altbekanntes Verfahren mit weitem Anwendungsspektrum – das bekannteste ist die Herstellung von Holzkohle. Diese Prozesse können in Batch- oder kontinuierlicher Verfahrensweise ausgeführt werden (Retorten oder Drehrohröfen). Jedes dieser Verfahren weist in seiner spezifischen Prozessführung Vor- und Nachteile auf. Weiterhin ist die Verwertung von Abfällen (u. a. Plastik oder Altreifen sowie Biomassen) ein Anwendungsgebiet für Pyrolyse.

Herausforderungen bei der Verfahrensführung liegen neben der Notwendigkeit des Einsatzes von getrockneten (zumeist mind. 85 % Trockenmasse) Stoffen auch eine Vorbereitung hinsichtlich seiner physikalischen Eigenschaften (u. a. Stückgröße) am Schluss ist die Wahl des Temperaturniveaus von entscheidender Bedeutung – allgemein führt die Wahl eines niedrigen Temperaturniveaus (ca. 400 °C) zu höheren Ölproduktion und die Wahl eines hohen Temperaturniveaus (ca. 800 °C) zu einer höheren Synthesegasproduktion – welche für die Beheizung des Prozesses genutzt werden kann und die Abwärme für die Trocknung der festen Phase. Weiterhin führt ein höheres Temperaturniveau zu einem höheren Kohlenstoffgehalt in den Pyrolysaten.

Für die Verwertung von Biomasse (neben unbehandelten Hölzern) in Pyrolyseprozessen kann dies zu neuen Verwertungswegen führen und neue Vermarktungswege in der Zukunft eröffnen. An der Biomethananlage Schuby wird durch das Projekt „Easy2Clean“ – gefördert durch die WT.SH mit Laufzeit bis 2023 – in Zusammenarbeit mit der Hochschule Flensburg an neuen Verwertungswegen für feste Gärprodukte aus Biogasanlagen geforscht. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass sich eine reine landwirtschaftliche Verwertung der Pyrolysate – neben dem aktuellen Rechtsrahmen – auch wirtschaftlich nur schwer realisieren lässt im Vergleich mit niedrigen Transportkosten. Durch die Aufreinigung von flüssigen Gärprodukten mit der Pyrolysekohle können die Nährstoffgehalte und der Chemische Sauerstoffbedarf dieser signifikant reduziert werden. An

der Versuchsanlage werden Holzkohlen mit Biomassepyrolysaten aus festen Gärresten und Klärschlämmen verglichen. Hierfür wird die flüssige Phase aus dem Gärprodukt über einen sog. Organischen-Sorptionsfilter geleitet, welcher eine Mischung aus Stückgut (Holz, Süßgräser) und Pyrolysaten darstellt und semi-kontinuierlich mit dem flüssigen Produkt beaufschlagt wird. Das Ausgangsmaterial und der Ablauf weisen die folgenden chemischen Eigenschaften auf:

Probe	LF [ms/us/cm]	pH	TS [mg/l]	NH_4-N [mg/l]	NO_2-N [mg/l]	NO_3-N [mg/l]	P-Ges [mg/l]	CSB [mg/l]
Gärprodukt	3,47	7,91	–	263	0,6	1,64	24,9	1.175
Pflanzenkohle	3.080	7,94	–	104	0,6	2,54	10,4	718
Klärschlamm	2.270	7,83	–	110	0,6	1,38	11,4	645

Für die Zukunft können solche Filtermaterialien eine kostengünstige Verwertung von flüssigen Phasen darstellen und als Düngematerial eine gezielte Verwertung erfolgen.

Weitere Informationen zum Projekt:
https://hs-flensburg.de/forschung/fue/forschungsprojekte/easy2clean

Medienpartner:

BIOGAS Journal
Das Fachmagazin der Biogas-Branche

Wissenschaftlicher Partner:

IASP

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

FNR 2020

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.