

fnr.de

PFLANZENBAULICHE VERWERTUNG VON GÄRRÜCKSTÄNDEN AUS BIOGASANLAGEN

FACHTAGUNG • 3.–4. JULI 2018 • BERLIN



GÜLZOWER FACHGESPRÄCHE
BAND 57

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: Janni/fotolia.com

Gestaltung/Realisierung

www.tangram.de, Rostock

Artikelnummer 973
FNR 2018

Alle Rechte vorbehalten.

Für die Ergebnisdarstellung mit Schlussfolgerungen, Konzepten und fachlichen Empfehlungen sowie die Beachtung etwaiger Autorenrechte sind ausschließlich die Verfasser zuständig. Daher können mögliche Fragen, Beanstandungen oder Rechtsansprüche u. ä. nur von den Verfassern bearbeitet werden. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Veröffentlichung berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei betrachtet und damit von jedermann benutzt werden dürften. Ebenso wenig ist zu entnehmen, ob Patente oder Gebrauchsmusterschutz vorliegen. Die aufgeführten Bewertungen und Vorschläge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder.

ISBN 978-3-942147-38-5

GÜLZOWER FACHGESPRÄCHE BAND 57

FACHTAGUNG PFLANZENBAULICHE VERWERTUNG VON
GÄRRÜCKSTÄNDEN AUS BIOGASANLAGEN
AM 3.–4. JULI 2018 IN BERLIN

Veranstalter

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

Ideeller Partner

Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der
Humboldt-Universität zu Berlin (IASP)
Philippstraße 13
10115 Berlin
www.iasp.asp-berlin.de

Herausgegeben von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen

INHALT

Impressum	2
Inhalt	4
Zusammenfassung	7

Dr.-Ing. Andreas Schütte, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

BLOCK 1 – ORDNUNGSRECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Das „Dünge-Paket“ – Der gesetzliche Rahmen <i>Dr. Ute Schultheiß, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.</i>	
Kurzversion	8
Ausführlicher Tagungsbeitrag	9
Betriebliche Umsetzung der Düngeverordnung <i>Dr. Wilfried Zorn, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft</i>	
Kurzversion	27
Ausführlicher Tagungsbeitrag	28

BLOCK 2 – PFLANZENBAULICHE ASPEKTE

Einfluss von Substrat und Gärrestaufbereitung auf Nährstoffzusammensetzung und Düngewirkung von Gärresten <i>Dr. Kurt Möller, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften an der Universität Hohenheim</i>	
Kurzversion	41
Ausführlicher Tagungsbeitrag	42
Phosphor-Ausnutzung aus Gärresten unter Berücksichtigung der Fest-Flüssig-Trennung <i>Prof. Dr. Bettina Eichler-Löbermann, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät an der Universität Rostock</i>	
Kurzversion	51
Ausführlicher Tagungsbeitrag	52
Kohlenstoffflüsse in Energiepflanzenanbausystemen zur Biogasgewinnung <i>Prof. Dr. Christof Engels, Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften an der Humboldt-Universität zu Berlin</i>	
Kurzversion	62
Ausführlicher Tagungsbeitrag	63
Aufbereitete Gärprodukte aus Bioabfällen als Dünger und Bodenhilfsstoff in der Landwirtschaft <i>Dr. Christina-Luise Roß, Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin</i>	
Kurzversion	81
Ausführlicher Tagungsbeitrag	83

BLOCK 3 – ÖKOLOGISCHE ASPEKTE

Handlungsoptionen für einen grundwasserschonenden Gärresteinsatz

Dr. Christine von Buttlar, Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt GbR

Kurzversion	96
Ausführlicher Tagungsbeitrag	97

Gärrestdüngung und N-Gasverluste als N₂O und N₂

Prof. Dr. Jürgen Augustin, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V.

Ausführlicher Tagungsbeitrag	106
------------------------------	-----

Wirkung mehrjähriger Gärrestdüngung auf ausgewählte Parameter der Bodenfruchtbarkeit

Kerstin Nielsen, Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin

Kurzversion	115
Ausführlicher Tagungsbeitrag	116

Wechselwirkungen zwischen der Applikation von Gärresten und der Mikrobiologie

Prof. Dr. Eberhard Hartung, Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin

Kurzversion	125
Ausführlicher Tagungsbeitrag	127

BLOCK 4 – ANFORDERUNGEN FÜR DIE (ÜBER-)REGIONALE VERWERTUNG

Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers, Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Kurzversion	140
Ausführlicher Tagungsbeitrag	141

Beratungstools zur Optimierung der Düngedarfsprognose beim Einsatz von Gärresten im Ackerbau

Prof. Dr. Hans-Werner Olf, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Hochschule Osnabrück

Kurzversion	150
-------------	-----

Schadstoffe und Hygiene von Biogasresten

Prof. Dr. Ludwig Hölzle, Institut für für Nutztierwissenschaften an der Universität Hohenheim

Kurzversion	151
Ausführlicher Tagungsbeitrag	152

BLOCK 5 – AUFBEREITUNG UND AUSBRINGUNG

Verfahren zur Aufbereitung von Gärresten

Dr. Sebastian Wulf, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.

Kurzversion	167
Ausführlicher Tagungsbeitrag	168

Techniken zur Ausbringung von Gärresten

Dr. Harm Drücker, Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Kurzversion	184
Ausführlicher Tagungsbeitrag	185

BLOCK 6 – PRAXIS

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

David Wilken, Fachverband Biogas e. V.

Kurzversion	194
Ausführlicher Tagungsbeitrag	196

Gärreste als Rohstoff für Span und MDF-Platten

Michael Carus, nova-Institut GmbH

Dr. Ute Bauermeister, Gesellschaft für Nachhaltige Stoffnutzung mbH

Kurzversion	209
Ausführlicher Tagungsbeitrag	210

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung

Ulrike Meyer-Reiners, MeMon BV

Kurzversion	226
Ausführlicher Tagungsbeitrag	227

ZUSAMMENFASSUNG

Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) hat im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt Universität zu Berlin am 3. und 4. Juli 2018 die dritte Fachtagung „Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen“ durchgeführt. Rund 100 Teilnehmer aus Wissenschaft, Praxis und Politik kamen im Umweltforum der Berliner Auferstehungskirche zusammen, um sich über die aktuellen Rahmenbedingungen, Entwicklungen und Herausforderungen bei der Verwertung von Gärprodukten auszutauschen, von denen derzeit in den rund 8.700 Biogasanlagen in Deutschland jährlich rund 82 Millionen Tonnen anfallen.

Am ersten Veranstaltungstag wurden die ordnungspolitischen Rahmenbedingungen und die Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeiten zu pflanzenbaulichen und ökologischen Aspekten der Gärprodukteverwertung präsentiert. Die Vorträge des zweiten Veranstaltungstages boten einen Überblick zur Anwendung in der Praxis und zu alternativen Verwertungsmöglichkeiten. Die Teilnehmer waren sich einig, dass Biogasanlagen ein großes Potenzial für das ressourcenschonende Management von Nährstoffüberschüssen mitbringen, vor allem in Veredelungsregionen. Wie wichtig ein solches Management ist, hat jüngst wieder der Bericht zur Umsetzung der EU-Richtlinie zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen gezeigt. Zwar hat sich die Nitratbelastung des Grundwassers in der EU seit 2011 gebessert, doch noch immer werden die Grenzwerte in einigen Regionen zum Teil deutlich überschritten. Umso erfreulicher ist es, dass immer mehr Anlagenbetreiber ihre Gärprodukte zu einem transportwürdigen Dünger aufbereiten und diesen in Ackerbauregionen liefern, um dort die Grunddüngung und Humusnachlieferung zu sichern. Die Grundlagenforschung zur Nährstoff- und Bodenwirkung und den Emissionen unterstützt diesen Prozess ebenso wie die Entwicklung von Beratungstools zur Düngebedarfsprognose und von Aufbereitungs- und Ausbringungstechniken. Zudem eröffnen sich mit der Weiterentwicklung der Aufbereitungsverfahren zunehmend alternative Absatzwege mit hoher Wertschöpfung, die auch gesellschaftlich erwünscht sind, etwa bei der Verwendung als Torfalternative in Pflanzerden.

Den aktuellen Handlungsbedarf, der u. a. auch bei dieser Veranstaltung aufgezeigt wurde, hat das BMEL in einem Förderaufruf adressiert. Projektvorschläge dazu nimmt die FNR entgegen.

Als zunehmend reststoffverwertender und flexibel steuerbarer Bioenergie-Lieferant nehmen Biogasanlagen einen besonderen Platz in der Kreislaufwirtschaft ein. Sie liefern mit dem anfallenden Gärprodukt einen wertvollen Rohstoff, den es bestmöglich zu nutzen gilt. Der vorliegende Tagungsband fasst den aktuellen Stand des Wissens in Form von Abstracts und Veranstaltungsbeträgen noch einmal zum Nachlesen für Sie zusammen.



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



Das „Dünge-Paket“ – Der gesetzliche Rahmen

Dr. Ute Schultheiß

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.

Einleitung

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft hat im Jahr 2017 das Düngerecht grundlegend überarbeitet und mit dem sogenannten Dünge-Paket ein novelliertes Düngegesetz, eine novellierte Düngeverordnung und eine Stoffstrombilanzverordnung vorgelegt.

Düngegesetz

Das Düngegesetz ist am 16. Mai 2017 in Kraft getreten. Die Änderung des Düngegesetzes war erforderlich, um die Düngeverordnung mit den vorgesehenen Regelungen, u. a. zur Umsetzung der EG-Nitratrichtlinie, erlassen zu können.

Das Düngegesetz enthält u. a. folgende Änderungen: Einführung standortspezifischer Obergrenzen für die Stickstoffdüngung und Einbeziehung von z. B. Gärrückständen, Kompost und Klärschlamm in die 170 kg N/ha-Regelung (betriebliche N-Obergrenze). Die Zweckbestimmung wurde erweitert und somit sind im Rahmen der Sicherstellung eines nachhaltigen und ressourceneffizienten Umgangs mit Nährstoffen bei der landwirtschaftlichen Erzeugung Nährstoffverluste in die Umwelt „so weit wie möglich zu reduzieren“.

Die Befugnis der zuständigen Länderbehörden zum Datenabgleich mit Erhebungen aus anderen Rechtsbereichen für düngerechtliche Überwachungszwecke wurde ausgedehnt und ferner die Rechtsgrundlage für den Erlass der Stoffstrombilanzverordnung geschaffen.

Düngeverordnung

Die neue Düngeverordnung ist am 2. Juni 2017 in Kraft getreten. Ziel der Novellierung ist eine Präzisierung der fachlichen Vorgaben der Düngung und der Schutz der Gewässer vor übermäßigen Nährstoffeinträgen und die Reduzierung der Ammoniakemissionen. Die Änderungen betreffen u. a. die Konkretisierung und bundeseinheitliche Regelung der Düngebedarfsermittlung mit standortbezogenen N-Obergrenzen, Präzisierung bestehender Beschränkungen auf überschwemmten, wassergesättigten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden, Verlängerung der Sperrzeiten, Beschränkung der zulässigen Stickstoffgabe im Herbst zu bestimmten Ackerkulturen, Einführung emissionsarmer Ausbringungstechnik für flüssige Wirtschaftsdünger und Gärrückstände, Verringerung der Kontrollwerte beim Nährstoffvergleich (ab 2020: 50 kg N/ha; ab 2023: 10 kg Phosphat), Vorgaben für die Lagerung von flüssigen Wirtschaftsdüngern/Gärrückständen sowie für Festmist, feste Gärrückstände und Kompost, Länderermächtigung zu Vorlage-, Melde- oder Mitteilungspflichten zu Aufzeichnungen über die Ermittlung des Düngebedarfs und den Nährstoffvergleich.

Stoffstrombilanzverordnung

Die Verordnung über betriebliche Stoffstrombilanzen ist zum 1. Januar 2018 in Kraft getreten. Die Verpflichtung zur Erfassung und Bilanzierung (für N auch die Bewertung) aller betrieblichen Stoffströme, d. h. Zufuhr und Abgabe von Stickstoff und Phosphor, gilt für tierhaltende Betriebe mit mehr als 50 GV oder mehr als 30 ha landwirtschaftliche Nutzfläche jeweils bei einer Tierbesatzdichte von mehr als 2,5 GV/ha; ab 2023 für alle Betriebe mit mehr als 20 ha oder mehr als 50 GV. Bei Aufnahme von Wirtschaftsdünger oder auch bei Biogasanlagen, die mit einem verpflichteten Betrieb in funktionalem Zusammenhang stehen, muss unter bestimmten Bedingungen eine Stoffstrombilanz erstellt werden.



Das "Dünge-Paket" – Der gesetzliche Rahmen

Dr. Ute Schultheiß, KTBL

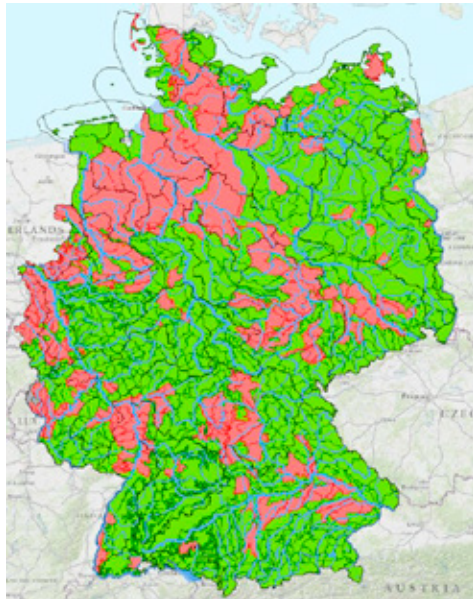
FNR-Tagung „Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen“,
Berlin, 03.07.2018

Gliederung



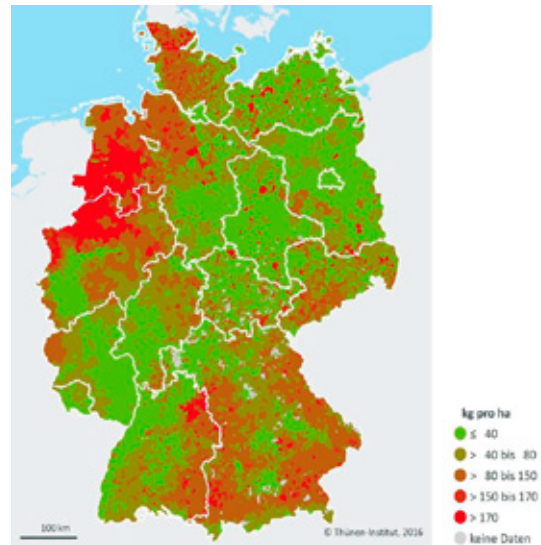
1. Ausgangssituation und Nitrat-, NH₃-Belastung
2. Klage der EU-Kommission
3. Änderungen Düngegesetz
4. Änderungen Düngeverordnung
5. Verordnung Betriebliche Stoffstrombilanzen
6. Fazit

Nitratbelastung / N-Anfall in Deutschland



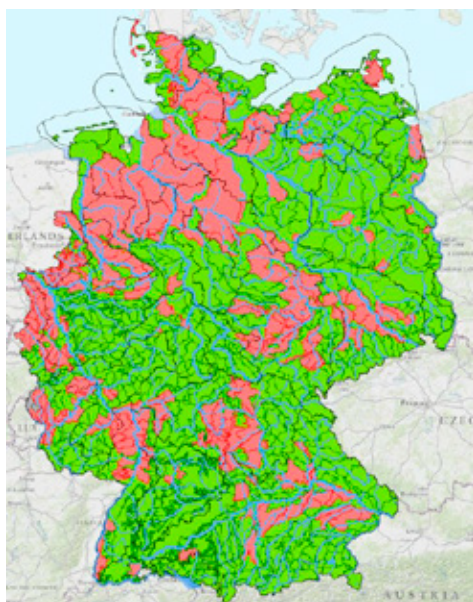
Nitratbelastung des Grundwassers (Quelle: Wasserblick/ BfG; 06.05.2015)

Guter Zustand Schlechter Zustand



Stickstoffanfall (kg/ha LF) aus Wirtschaftsdüngern tier. Herkunft und Gärrückständen (tier. und pflanzl. Herkunft) nach Abzug Stall- u. Lagerungsverlusten (ohne überregionalen Transport von Wirtschaftsdünger, ohne Geflügeldung) (Osterburg et al. 2016)

Nitratbelastung in Deutschland



Nitratbelastung des Grundwassers (Quelle: Wasserblick/ BfG; 06.05.2015)

Guter Zustand Schlechter Zustand



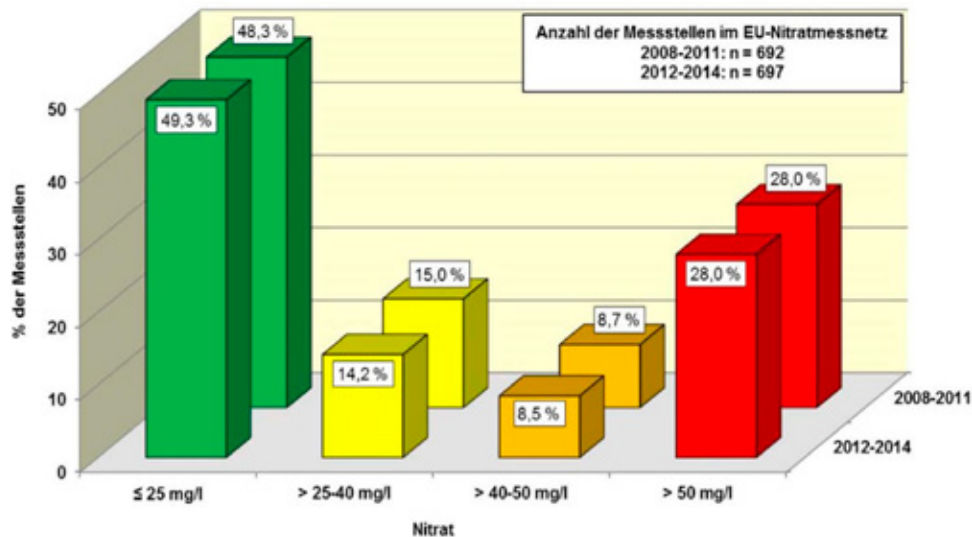
Hohe Nitratbelastung in Messstellen

- Insbesondere in Gebieten mit hohen **Tierbeständen**
- intensivem **Gemüseanbau**
- Konzentration von **Biogasanlagen**
- geringer **Grundwasserneubildungsrate**
- mit **defekten Kanalnetzen**

Tendenz in einigen Regionen steigend!

Bildquelle: Honecker, BMEL

Nitratbelastung des Grundwassers



Häufigkeitsverteilungen der mittleren Nitratgehalte der EU-Nitratmessstellen, Zeiträume 2008-2011 und 2012-2014 (Quelle: Nitratbericht 2016)

Klage der EU-Kommission



- Oktober 2013: EU-Kommission hat Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland eingeleitet
- April 2016: EU-Kommission hat beschlossen, Klage beim Europäischen Gerichtshof einzureichen
- 31. Oktober 2016: Klageschrift wurde zugestellt
- Klage richtet sich gegen die DüV aus 2006
- 21. Juni 2018: Europäischer Gerichtshof (EuGH) hat Urteil im Klageverfahren der Kommission gegen D wegen unzureichender Umsetzung der Nitratrichtlinie verkündet
- EuGH hat festgestellt, dass D bereits weitere Maßnahmen hätte erlassen müssen § §
- EuGH hat allen Klagegründen der Kommission stattgegeben § §

Klage der EU-Kommission



Aus Sicht KOM bestehen Verstöße:

- Begrenzung des Ausbringens von Düngemitteln in Bezug auf Mengen -ausgewogene Düngung- und Zeiträume
- Zeiträume ohne Düngung: Sperrzeiten
- Fassungsvermögen von Behältern zur Lagerung von Dung
- Einhalten der Höchstmenge von 170 kg N/ha Dung
- Ausbringen von Düngemitteln
 - auf stark geneigten Flächen / Abstände zu Gewässern
 - auf wassergesättigten, überschwemmten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden

Klage der EU-Kommission



Weiteres Vorgehen

- D muss nun Schlussfolgerungen aus Urteil prüfen
 - unter Berücksichtigung der neuen DüV (2017) und
 - sofern erforderlich weitere Schritte einleiten, d.h. klären, ob Nachbesserungsbedarf für neue DüV besteht
- Sofern Kommission konstatiert, dass neue DüV (2017) das Urteil nicht entsprechend umsetzt
 - und D keine weiteren Maßnahmen ergreift,
 - kann es zu einem Zwangsgeldverfahren kommen

§ §
§
§ §

Klage der EU-Kommission



- Auch aufgrund Vertragsverletzungsverfahren hat Deutschland in 2017 die Düngegesetzgebung novelliert:

sogenanntes **Düngepaket**



Quelle: ideasofhope.de

- Düngegesetz (16. Mai 2017, Inkrafttreten)
- Düngeverordnung (02. Juni 2017, Inkrafttreten)
- Stoffstrombilanzverordnung (01.01.2018, Inkrafttreten)



Wesentliche Änderungen Düngegesetz

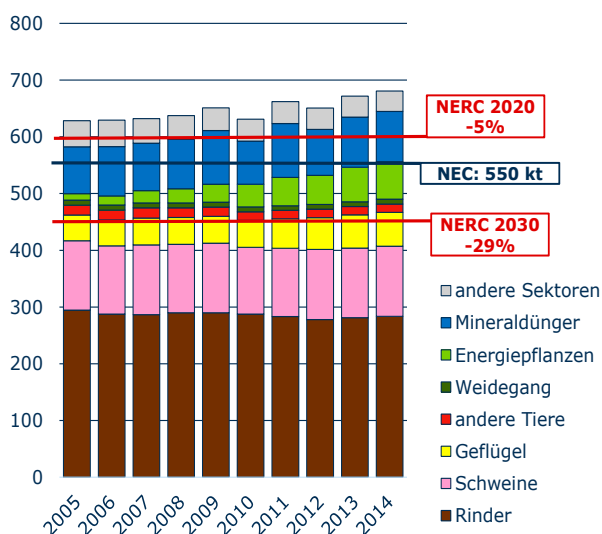
1. Erweiterung der Ermächtigungsgrundlagen, d.h. Änderung erforderlich, um DüV überhaupt erlassen zu können
 - Einführung standortspezifischer Obergrenzen für N-Düngung
 - Einbeziehung von u.a. Gärresten, Klärschlamm, Kompost in die 170 kg N/ha-Obergrenze
2. Erweiterung Zweckbestimmung: Gesundheit von Menschen und Tieren darf nicht geschädigt, *Naturhaushalt nicht gefährdet* werden
3. Einführung einer Rechtsgrundlage zur Ermittlung betrieblicher Gesamtbilanzen

Wesentliche Änderungen Düngegesetz

4. Einführung einer Länderermächtigung zum Datenabgleich mit Erhebungen aus anderen Rechtsbereichen für düngerechtliche Zwecke
(z. B. Daten HIT, InVeKos, bau- oder immissionsschutzrechtliche Genehmigungs-behörden)
5. Bußgeldrahmen für bestimmte Verstöße gegen DüV erhöht

NH₃-Emissionsinventar

Mit revidierten EMEP 2016-Emissionsfaktoren für Mineräldünger:



Quelle: Thünen-Institut

Gesamtemission:

- **680 kt mit Gärresten aus Energiepflanzen**
- 615 kt ohne Gärreste aus Energiepflanzen

➔ „Lücke“ zu NEC:
ca. 65 kt

Minderungsbedarf NERC

- bis 2020 (-5%): - 85 kt
- **bis 2030 (-29%): - 235 kt**

Seit 2005 zunehmende Quellen:

- Geflügelhaltung
- Gärreste aus Energiepflanzen

NH₃-Emissionen



- Gefährdung von Ökosystemen
- Gefährdung der Gesundheit

➔ Änderungen Ausbringungstechnik DüV



- Ziel ist aber auch: Ammonium an die Pflanze zu bringen

Wesentliche Änderungen DüV



DüV präzisiert die Anforderungen an die gute fachliche Praxis der Düngung und regelt, wie mit der Düngung verbundene Risiken - beispielsweise Nährstoffverluste - zu verringern sind

- § 3 Grundsätze für die Anwendung von Düngemitteln
- § 4 Ermittlung des Düngebedarfs (N, P)
- Konkretisierung und bundeseinheitliche Regelung der Düngebedarfsermittlung für Stickstoff auf Acker-/Grünland
- Einheitliches, verbindliches Sollwertesystem für alle Kulturen in Deutschland mit standortspezifischen Obergrenzen
- Zu- und Abschlagssystem mit verbindlichen Vorgaben

Wesentliche Änderungen DüV



Tabelle 2 Anlage 3, DüV
**Stickstoffbedarfswerte für landwirtschaftliche
 Ackerkulturen in Abhängigkeit vom Ertragsniveau**

Kultur	Ertragsniveau in dt/ha	Stickstoffbedarfswert in kg N/ha
Winterraps	40	200
Winterweizen A, B	80	230
Winterweizen C	80	210
Winterweizen E	80	260
Hartweizen	55	200
Wintergerste	70	180
Winterroggen	70	170
Wintertriticale	70	190
Sommergerste	50	140
Hafer	55	130
Körnermais	90	200
Silomais	450	200
Zuckerrübe	650	170
Kartoffel	450	180
Frühkartoffel	400	220
Sonnenblume	30	120
Öllein	20	100

Wesentliche Änderungen DüV



- § 3, § 4 Konkretisierung und bundeseinheitliche Regelung der Düngebedarfsermittlung für Stickstoff, Acker-/Grünland

Stickstoffbedarfswert für A- oder B-Weizen in kg N/ha bei 80 dt/ha (bezogen auf 0-90 cm Boden)		230
Korrekturen in Abhängigkeit von		
Ertrag (Mittel der letzten 3 Jahre)	90 dt/ha	+ 10
Nmin-Gehalt	gemessen	- 35
Standort/Humusgehalt	< 4,0 %	- 0
Organische Düngung Vorjahr (= Kalenderjahr)	100 kg Gesamt-N /ha als Gärrest, davon 10 % anzurechnen	- 10
Vorfrucht	Winterraps	- 10
Zwischenfrucht	keine	- 0
N-Düngebedarf in kg N/ha		185

Quelle: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/duengeverordnung/duev-kompakt.htm>

Wesentliche Änderungen DüV



- § 3, § 4
Konkretisierung und bundeseinheitliche Regelung der Düngebedarfsermittlung für Stickstoff auf Acker-/Grünland
- Einheitliches, verbindliches Sollwertesystem für alle Kulturen in Deutschland mit standortspezifischen Obergrenzen
-Zu- und Abschlagssystem mit verbindlichen Vorgaben
- Höhere Dokumentationspflichten und Sanktionsmöglichkeiten für die Einhaltung und Umsetzung der Düngebedarfsermittlung
- Phosphathaltige Düngemittel dürfen auf hoch mit Phosphat versorgten Böden höchstens bis in Höhe der Nährstoffabfuhr aufgebracht werden

§ 5 - Besondere Vorgaben für die Anwendung von Düngemitteln

- Keine Ausbringung von Düngemitteln (N, P₂O₅) bei überschwemmtem, wassergesättigtem, schneebedecktem und gefrorenem Boden
- gefrorener Boden: Düngung zulässig,
 - wenn Boden tagsüber auftaut bzw. Ackerkrume aufgetaut ist,
 - er somit für Nährstoffe aufnahmefähig wird und
 - ein Abschwemmen der Nährstoffe in Gewässer und Nachbarflächen nicht zu befürchten ist und der Boden pflanzenbedeckt ist und andernfalls Gefahr von Strukturschäden/Bodenverdichtung besteht
 - Pfl: Winterkultur, Zwischenfrucht, Grünland
- Bei N-Düngung ausgangs Winter (zu Vegetationsbeginn) dürfen max. 60 kg N_{ges}/ha gedüngt werden!
 - bei Festmist und Kompost auch > 60 kg N_{ges}/ha

§ 5 - Besondere Vorgaben

- Um direkten Eintrag in Gewässer zu verhindern, ist stets ausreichender Abstand einzuhalten
- Entlang von Gewässern:
1 Meter ab Böschungsoberkante keine Düngung
- Wenn entlang von Gewässern auf den ersten 20 Metern die Hangneigung
 - bis zu 10 % beträgt, dürfen 4 m,
 - ≥ 10 % beträgt, dürfen 5 m

nicht gedüngt werden



Quelle: Honecker, BMEL

§ 6 - Zusätzliche Vorgaben

Organische, organisch-mineral. Düngemittel und Harnstoff, jeweils mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff ($> 1,5$ % N_{ges}) müssen:

- bei unbestellten Ackerflächen innerhalb von 4 Stunden eingearbeitet werden
- Regelung gilt nicht für Festmist, Kompost und Harnstoff (bei Zugabe Ureasehemmstoff)



§ 6 - Zusätzliche Vorgaben

Flüssige organische und organisch-mineral. Düngemittel:

- ab 2020 auf unbestelltem Ackerland nur noch streifenförmig oder direkt in den Boden eingebracht werden
- Gilt ab 2025 auch für Feldfutterbau und Grünland

Länder können andere Verfahren genehmigen

- bei vergleichbar geringen Ammoniakemissionen
- in hängigem Gelände
- bei agrarstrukturellen Besonderheiten



Gerätetechnik - § 6 (3) DüV



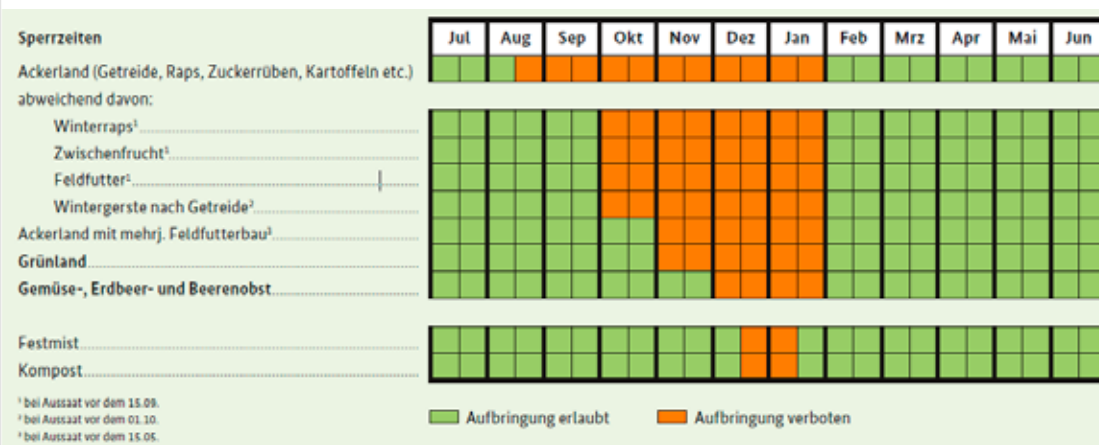
- z.B. LfL Bayern
- **Ausnahmen für Grünland und mehrjährigem Feldfutterbau (streifenförmige Ablage nicht notwendig)**
 - Wenn Grünland in mehr als 30 % der Fläche eine Hangneigung > 20 % aufweist, ist Fläche von bodennahen Ausbringung befreit
- **Ausnahmen für kleine Betriebe (streifenförmige Ablage nicht notwendig)**
 - Betriebe < 15 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche sind von bodennaher Ausbringung befreit
 - <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/032173/index.php>, abgerufen: 27.02.2018

§ 6 - Zusätzliche Vorgaben

- Organische und organisch-mineral. Düngemittel tierischer und **pflanzlicher Herkunft** dürfen im Durchschnitt der LN des Betriebes nur bis zu max. 170 kg N_{ges}/ha*a eingesetzt werden
- „Grünlandderogation“: Ausnahme von der Obergrenze von 170 kg/ha Gesamt-N für Feldgras und Grünland geplant – hängt von Genehmigung der EU-Kommission ab
- „Biogaserogation“: Ausnahme von der Obergrenze auch für Gärreste aus Biogasanlagen geplant



Sperrzeiten



Quelle: Honecker. In: Die neue Düngeverordnung. Hrsg.: BLE, Bonn, 2017

- Beschränkung zulässiger N-Gabe im Herbst zu bestimmten Ackerkulturen: 60 kg/ha Gesamt-N (vorher 80 kg)

 **14.12.2017**

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Empfehlungen zur Vorgehensweise in Notfallsituationen bei der Lagerung von Gülle, Jauche, Gärrückständen aufgrund der anhaltend nassen Witterung im Herbst 2017

Frankfurter Allgemeine **08.12.2017**

SCHLESWIG-HOLSTEIN
Der große Gülle-Notstand
VON ANDREAS MEIN, BEJUN · FOTO: JÜRGEN AMERLING · 2/12



Krise im Norden Deutschlands: Weil das Wetter so schlecht ist, können die Bauern Gülle und Gärreste nicht auf den Feldern verteilen. Umweltminister Habeck reagiert mit einem Notfallplan – denn eine andere Möglichkeit funktioniert auch nicht.

Landwirtschaft **OSNABRÜCKER OZ ZEITUNG**

Gülleflut: Land streicht Winterpause
Lager in Niedersachsen sind voll – Im Notfall sind auch „Lagunen“ in der Erde erlaubt

Bauern haben volle Tanks an „Güllesilvester“ GT 22.8
Landwirte können wegen nasser Böden Dünger nicht ausbringen

SH  **Schleswig-Holstein**
Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung

15.11.2017

Empfehlungen zur Vorgehensweise bei Notfallsituationen („Gefahr im Verzug“)
hier: Beschädigung bzw. Gefahr des Überlaufens eines Lagerbehälters für Gülle, Jauche bzw. Gärrückstände („Havariefall“)

§ 9 Nährstoffvergleich



- Fortentwicklung des Nährstoffvergleichs
- Neu: Über den Tierbesatz plausibilisierte Ermittlung der Nährstoffabfuhr von den Grobfutterflächen;
Zuschlag für Futterverluste bis zu 15 % (Feldfutter) oder 25 % (Grünland)
- Verringerung der Kontrollwerte (Differenz Zu- und Abfuhr)
 - ab 2020: 50 kg/ha N und 20 kg/ha P₂O₅
 - ab 2023: 10 kg/ha P₂O₅



§ 12 Fassungsvermögen Lagerung WD



- Lagerkapazität flüssige Wirtschaftsdünger/Gärreste:
 - grundsätzlich größer als benötigte Kapazität zur Überbrückung der Sperrfristen
 - **mindestens jedoch 6 Monate**
 - Betriebe mit hohem Tierbesatz (>3 GV/ha) oder ohne eigene Ausbringungsflächen: ab 2020 mind. 9 Monate
 - Festmist, feste Gärrückstände und Kompost: 2 Monate
- Vertraglich gebundene Lagerung bei Dritten wird berücksichtigt

Wesentliche Änderungen DüV



§ 13 Verpflichtung der Länder zum Erlass von mindestens drei zusätzlichen Maßnahmen in Gebieten

- mit hoher Nitratbelastung sowie
- in denen stehende oder langsam fließende oberirdische Gewässern eutrophiert sind und nachgewiesen ist, dass die Phosphatbelastung überwiegend aus landwirtschaftlicher Bewirtschaftung stammt:

„**Rote Gebiete**“ – 3 aus 14 Maßnahmen

„**Grüne Gebiete**“ – Ausnahmen

- für Betriebe mit Kontrollwert < 35 kg N/ha
- für Betriebe, die an Agrarumweltprogrammen teilnehmen
- Gebiete mit geringer Nitratbelastung: Länder können entlastende Maßnahmen erlassen

Weitere Infos



- BZL-Heft: Vorgaben zur Düngeverordnung (2017)



- BZL-Heft: Anwendungsbeispiele zur Düngeverordnung (2018)



- Internetangebot der zuständigen Behörden der Länder

Quellen:

- <https://ble-medianservice.de/1756/die-neue-duengeverordnung?number=1756>
- <https://ble-medianservice.de/1770/effizient-duengen-anwendungsbeispiele-zurduengeverordnung?number=1770>

Mustervollzugshinweise



- Bund-Länder-Arbeitsgruppe mit Unterarbeitsgruppen
- Ziel: zuständigen Behörden der Länder bundesweit abgestimmte Leitlinien für den Vollzug der Einzelregelungen im Rahmen des geltenden Rechts zu geben
- Erläuterungen und Definitionen sollen den Ermessensspielraum aufzeigen, innerhalb dessen sich die fachlichen Beurteilungen/Anordnungen/mögliche Ausnahmen in der DüV bewegen
-um möglichst bundesweit einheitlichen Vollzug zu gewährleisten
- Dokument, Anfang Juni 2018

Betriebliche Stoffstrombilanzen



- Änderung Düngegesetz
Rechtsgrundlage geschaffen: Erlass einer Verordnung über die **Erstellung verbindlicher betrieblicher Stoffstrombilanzen**

Zufuhr Nährstoffe	Abfuhr Nährstoffe
Saldo	

- § 11a Düngegesetz
 - Umgang mit Nährstoffen im Betrieb muss nach guter fachlicher Praxis erfolgen
 - nachhaltiger und ressourceneffizienter Umgang mit Nährstoffen im Betrieb sicherstellen und dadurch Nährstoffverluste in die Umwelt so weit wie möglich vermeiden

Betriebliche Stoffstrombilanzen



- Verpflichtung ab 2018 für tierhaltende Betriebe mit >50 GV oder >30 ha LN jeweils bei einer Tierbesatzdichte von >2,5 GV/ha
- ab 2023 für alle Betriebe >20 ha oder >50 GV
- viehhaltende Betriebe (N-Anfall > 750 kg N/Betrieb*a):
Bei Aufnahme von Wirtschaftsdünger aus anderen Betrieben (N-Aufnahme > 750 kg N/Betrieb*a)
- Betriebe mit Biogasanlage, die mit viehhaltenden Betrieb in einem funktionalen Zusammenhang stehen bzw. wenn WD aus diesem oder außerhalb des Betriebs anfallender WD zugeführt wird



Betriebliche Stoffstrombilanzen



Verordnung verpflichtet die jeweiligen Betriebe zur:

- Ermittlung zugeführter/abgeführter Nährstoffmengen (N, P/P₂O₅) sowie der zur Ermittlung angewendeten Verfahren
- Grundlage: Belege wie Lieferscheine/Rechnungen, Kennzeichnungen, Analysewerte, Daten zuständiger Behörde, Anlage 1 der VO
- Ermittlung betrieblicher Stoffstrombilanzen (N, P/P₂O₅)
- Bewertung betrieblicher Stoffstrombilanzen für N
-zulässiger Bilanzwert von 175 kg N/ha und Jahr
-zulässigen Bilanzwert für Stickstoff für den Betrieb nach Anlage 4 (10%)



Betriebliche Stoffstrombilanzen



- Erstellen der Stoffstrombilanz (innerhalb von 6 Monaten) nach Ablauf des Bezugszeitraums (Kalenderjahr oder Wirtschaftsjahr)
- Erstellen für Kalenderjahr 2018: bis 30.06.2019
- Erstellen für Wirtschaftsjahr 2018/19: bis 31.12.2019
- Ausgangsdaten und Ergebnisse der jährlichen und fortgeschriebenen dreijährigen Stoffstrombilanz sowie Bewertung (N) aufzeichnen
- Aufzeichnungen 7 Jahre aufbewahren



Fazit



- Novellierte Düngeverordnung enthält zahlreiche Verschärfungen für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung
- Vorgaben zur Düngung werden präzisiert - Düngung muss deutlich effizienter werden
- stärkere Regionalisierung in Gebieten mit nitratbelasteten Grundwasserkörpern / eutrophierten Oberflächengewässern
- Vorgesehene Maßnahmen zur Verringerung von Ammoniakemissionen verbessern die N-Effizienz und schützen gleichzeitig die Umwelt vor N-Einträgen über den Luftpfad
- StoffBiV kann wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Umweltwirkungen und der Nährstoffeffizienz landwirtschaftlicher Betriebe leisten
- Erfolg von DüV und StoffBiV hängen maßgeblich von der Umsetzung der Länder ab



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Betriebliche Umsetzung der Düngeverordnung

*Dr. Wilfried Zorn, Dr. Gerd Reinhold
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft*

Mit der Novelle der Düngeverordnung und deren Inkraftsetzung in 2017 wurden die bestehenden Regelungen an die gestiegenen Umwelanforderungen angepasst. Besonders die Einbeziehung der Gärprodukte, die nach Düngegesetz seit 2015 Wirtschaftsdünger sind, führt zu wesentlichen Änderungen im betrieblichen Düngungsmanagement.

Ausgehend von der Düngeverordnung werden im Folgenden die Herausforderungen und Anpassungsreaktionen bei der betrieblichen Umsetzung der Düngeverordnung dargestellt. Schwerpunkt bilden dabei die notwendigen Änderungen am Wirtschaftsdüngermanagement und im Besonderen die Verwertung der Gärprodukte.

Durch die Einbeziehung der Gärprodukte steigt der in die betriebliche Obergrenze von 170 kg N/ha einzubeziehende Nährstoffanfall. Für Niedersachsen sind das im Landesdurchschnitt fast 40 kg N/ha und in den Veredlungsregionen noch deutlich mehr. In Thüringen dagegen sind es bei niedrigem Tierbesatz und güllebetonten Anlagen deutlich weniger als 10 kg N/ha.

Der Nährstoffanfall in den Gärprodukten lässt sich im Gegensatz zu den tierischen Ausscheidungen nicht durch Richtwerte abbilden, da die unterschiedliche Fütterung der einzelnen BGA die Nährstoffgehalte bestimmt. Eine betriebsindividuelle Berechnung mit den Nährstoffgehalten der Substrate unter Beachtung der substrattypischen Fugatfaktoren kann hier eine Lösung darstellen, besonders wenn durch wechselnde Fütterung ein nicht unerheblicher analytischer Aufwand entstehen würde.

Aus fachlicher Sicht ist die Reduzierung der anrechenbaren Verluste bei Gärprodukten gegenüber Gülle nicht erklärbar. Aufgrund der höheren Ammoniumgehalte sind Gärprodukte ähnlich wie Schweinegülle einzuschätzen. Beachtet man zusätzlich die Forderung nach 9 Monaten Lagerkapazität für flächenlose BGA und die höheren Anforderungen der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) an Gärprodukte im Vergleich zur Gülle, so besteht die betriebliche Anpassungsreaktion in der Verringerung des Gülleeinsatzes in den BGA, auch wenn damit viele positive Effekte der Wirtschaftsdüngervergärung für Landwirt und Gesellschaft verloren gehen.

Die Begrenzung der Gabenhöhe bei der Herbstapplikation auf 60 kg N bzw. 30 kg Ammonium-N erfordert bei Gärprodukten Analysen, da dieser sich aus dem Substrateinsatz nur sehr grob abschätzen lässt. Insgesamt ergeben sich dann diätische Gaben von 7–10 m³/ha, die mit heutiger verfügbarer Technik nicht applizierbar sind. Durch die Reduzierung der Gabenhöhe und die Beschränkung der im Herbst für Begüllung zugelassenen Fruchtarten verringert sich die im Herbst applizierbare Menge auf ca. 25 %. Als logische Konsequenz ist diese Menge dann zusätzlich in der Vegetationszeit zu applizieren. Bisher galt die Regel, dass die Güllebecken am 1. November leer sein müssen. 6 Monate Lagerraum reichten dann bis April und es konnte ein nasses Frühjahr überbrückt werden. Wenn dagegen aufgrund fehlender Applikationsmöglichkeiten am Anfang November 20–30 % Füllung im Lager vorhanden ist, dann reichen 6 Monate nur bis Anfang März. Aus betrieblicher Sicht ist die Erweiterung des Lagerraums dringend angeraten, was neben den schon steigenden Kosten für die Applikation, aufgrund reduzierter Einsatztage, noch zu zusätzlichen Mehrkosten führt.

Zusammenfassend ist einzuschätzen, dass zusätzlich zu den Forderungen an die mineralische Düngung, wie Abstandsregelungen und Applikationstechnik, den hohen bürokratischen Aufwand für Düngebedarfsermittlung, Nährstoffvergleiche und ggf. Stoffstrombilanzen besonders die Lagerung und Verwertung der Wirtschaftsdünger den Landwirt vor große Herausforderungen stellt. Die aus den Regelungen der Düngeverordnung absehbare Verringerung der Vergärung von Wirtschaftsdünger ist bei der Gestaltung der Düngeverordnung bisher ungenügend diskutiert worden und sollte dringend thematisiert werden.

Betriebliche Umsetzung der Düngeverordnung

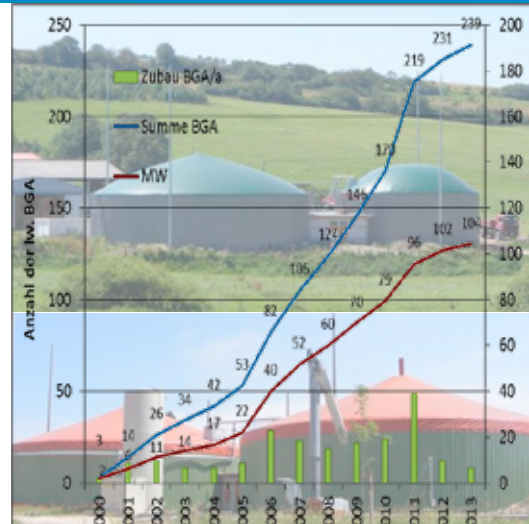
FNR Tagung

„Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen“

03. - 04. Juli 2018, Berlin

G. Reinhold, W. Zorn

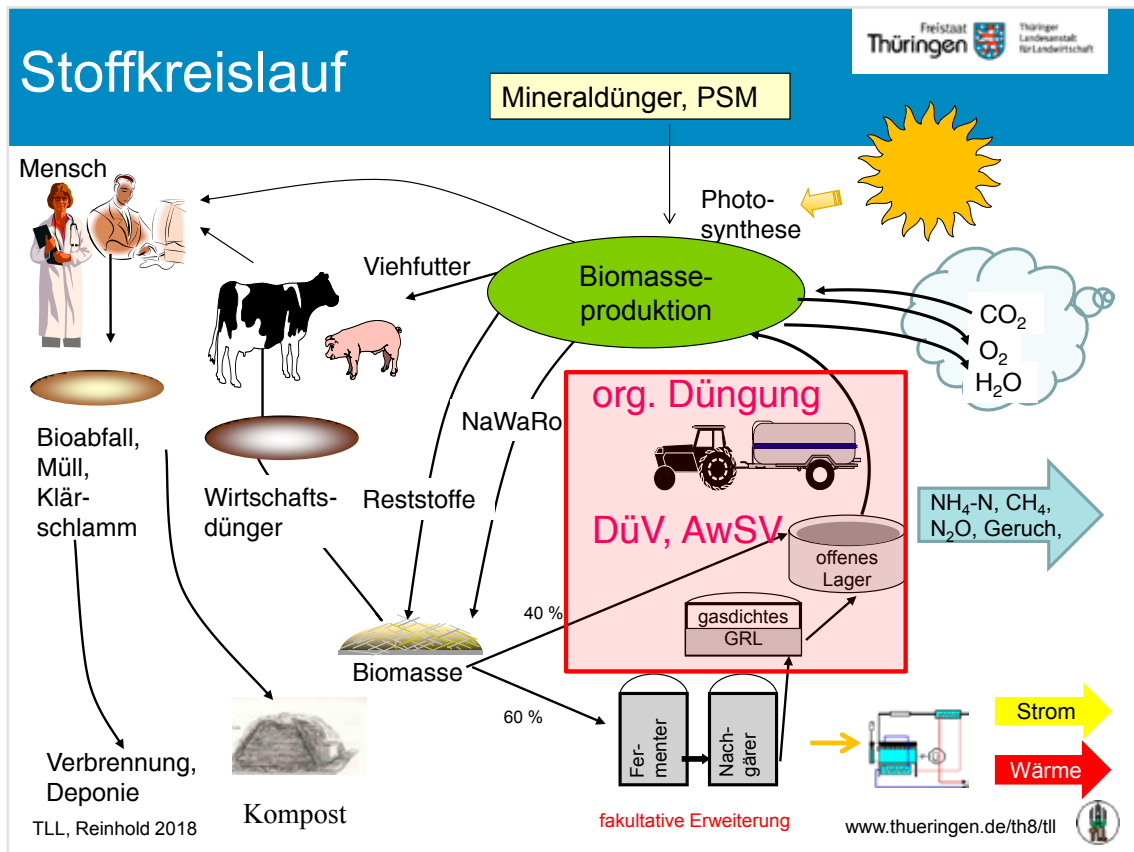
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
gerd.reinhold@tll.thueringen.de



Agenda

- **Novelle der DüV 2017**
- **Anfall, Inhaltsstoffe und Eigenschaften** von Wirtschaftsdünger
- Umsetzung der Anforderungen aus den **Novellen der DüV und der AwSV**
- **Lagerung und Einsatz** von Wirtschaftsdünger
 - Mengen, Sperrzeiten; Lagerbilanz
- **Zusammenfassung / Schlussfolgerungen**



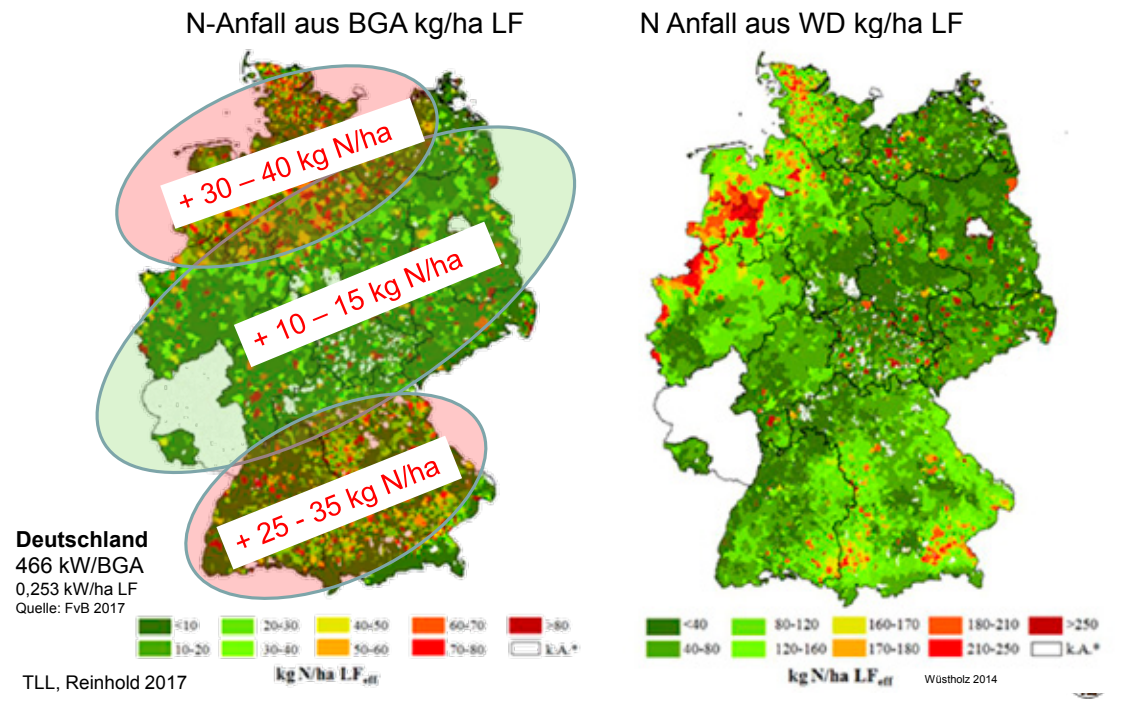


Novelle von DüG und DüV

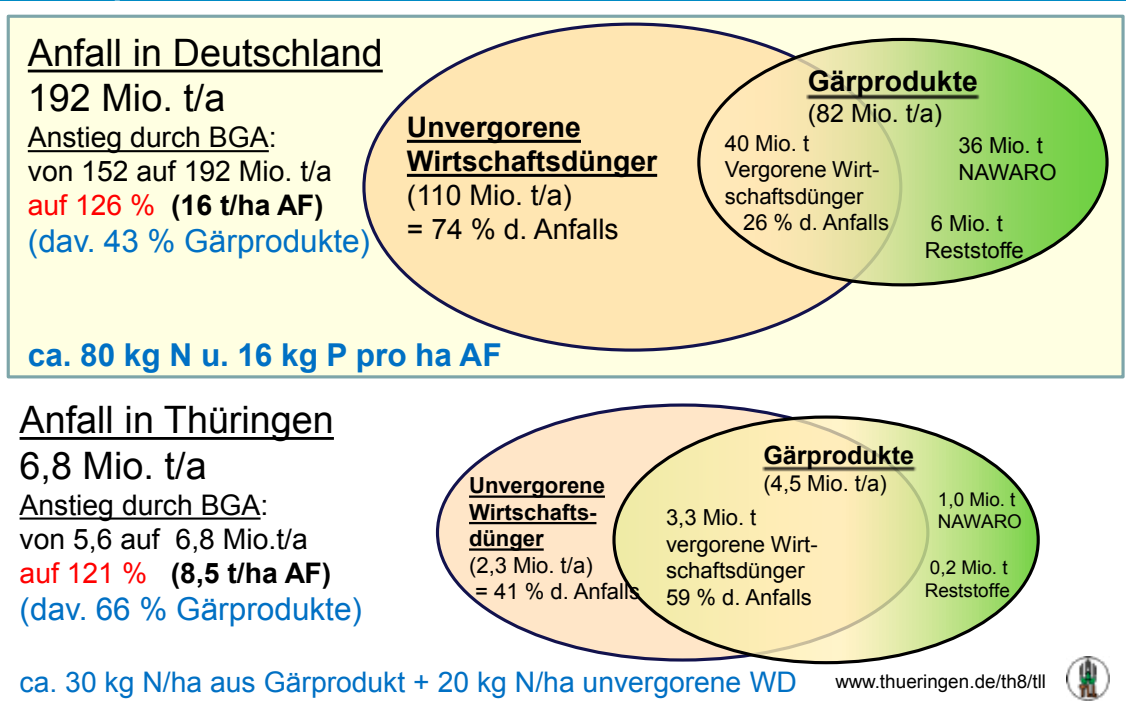
- **Ziele:** Verbesserung der **Grundwasserqualität** / Reduzierung der **Nährstoffeinträge**
- **Methoden:**
 - **Gärprodukte** werden in die betriebliche **Obergrenze 170 kg N/ha** einbezogen – *Umsetzung Düngegesetz von 2017*
 - Festlegung zu Düngedarfsermittlung / Nährstoffvergleiche
 - rechtliche Grundlage zur Festlegung von **Kriterien** bei der **Lagerung und Applikation von Düngemitteln und Gärsubstraten** wird geschaffen
 - Einschränkung der **Herbstbegüllung** (Sperrzeiten, Fruchtarten; ...)
 - Schaffung der Grundlagen zur Einführung einer **geänderten Nährstoffbilanz ab 1.1.2018 (Hofter-Bilanz → "Stoffstrombilanz")**
 - Übernahme von Daten aus anderen Statistiken zum Zweck der **Überprüfung der Düngeintensität** (z. B. InVeKos, Tierseuchenkasse, HIT-Datenbank ...) – *Sicherung Datenqualität*
 - Höhe der Geldbuße wird neu (15.000 Euro → neu 150.000 Euro)



Regionale Unterschiede in Intensität Tierhaltung und Biogaserzeugung



Wirtschaftsdünger- und Gärproduktanfall



Düngungsplanung - Inhaltsstoffe der WD

(Quelle: Thüringer Monitoring BGA 2004...2015)



		RG	SG	HTK	Stm	GP	
		Rindergülle	Schweinegülle	Trockenkot	Stallmist	Gärprodukt	
		Nährstoffausscheidung in DüV festgelegt					?
TM (KTBL-Wert)	% der FM	9,1 10	5,4 6	44 40	25 25	6,0	
C	% der oTM	56	57	50	50	49	
pH	-	6,9	7,1	7,1	8,6	7,6	
N _{ges}	% der FM	0,42	0,43	2,22	0,64	0,45	
NH ₄ -N	% des Nt	48	73	22	15	67	
C/N		10	5	8	18	5	

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Was sind Gärprodukte?



anaerobe Fermentation führt zu:

Mineralisierung von org. gebundenen N

Abbau der leicht umsetzbaren C-Verbindungen

Ursache:
Futter-C-Umsatz:
Kuh: ca. 70 %
BGA :85...95 %



Gärprodukt = Ammoniumdünger + Rottemist
mit stark differenzierten Nährstoffgehalten

- durch die Fütterung der BGA bestimmt
- schwankend durch Futterumstellung

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Gärprodukteigenschaften werden durch Substrateinsatz bestimmt



Bezeichnung:		RG	SG	TK-SG	NaWaRo
Substrateinsatz		> 85 % RG	>85 % SG	> 70 % HTK+SG	> 70 % NaWaRo
TM	%	6,04	4,36	4,16	10,02
oTS	% d. TM	72	69	67	76
Nt	%	0,41	0,51	0,50	0,60
NH4-N	% d Nt	64	83	81	58
C/N		6,11	3,32	3,32	6,72
P	% d. TM	0,48	0,40	0,34	0,96
	% d. FM	0,076	0,087	0,075	0,092
K	% d. TM	1,89	1,15	1,31	5,27
	% d. FM	0,30	0,25	0,30	0,49

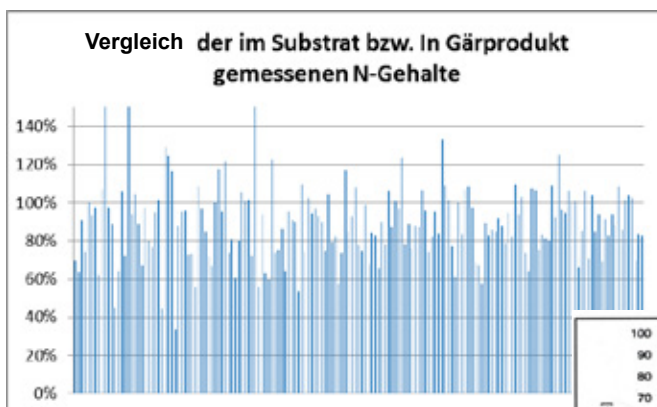
Nährstoffgehalte untersuchen und ggf. anlagenkonkret aus Fütterung berechenbar

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Ermittlung der Inhaltsstoffe der Gärprodukte



Ergebnisse (bei n= 1):

- hohe Variabilität
- keine Abbildung von Substratwechsel
- N Verlust in BGA ca. 10 %

bei Nutzung von Messwerten beachten:

- mehrere Proben
- Probenahme aus Lagerbehälter ist schwierig (Homogenisierung)
- Substratwechsel und Verweilzeit beachten
- Erfassung der Anfallsmengen

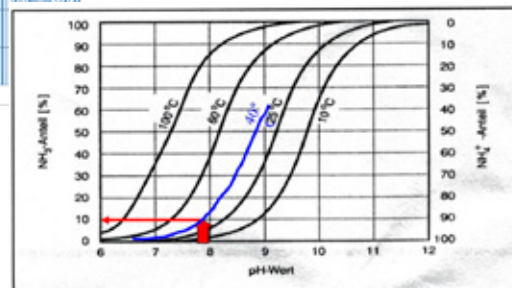


Abbildung 10: Ammonium-Ammoniak-Gleichgewicht von Wasser in Abhängigkeit von pH-Wert und Temperatur¹⁾ 323733, 3.1995

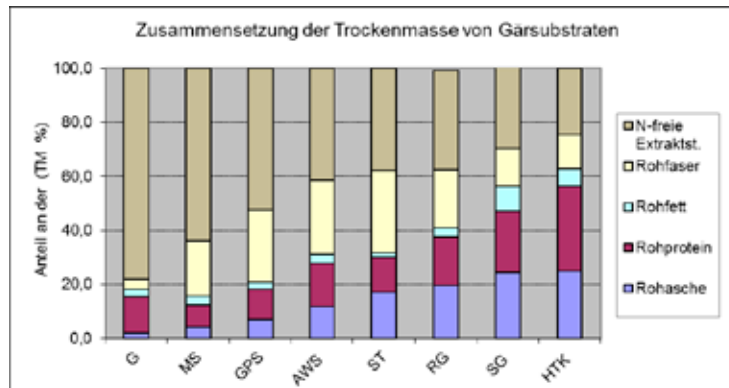
TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Ermittlung des $\text{NH}_4\text{-N}$ Gehaltes

- Anlagenkonkrete Unterschiede im $\text{NH}_4\text{-N}$ Anteil am N_t
 - Schweinegülle und Trockenkot → hohe Werte
 - Ursache ist der hoher Rohproteingehalt im Substrat



keine Ableitung aus Verfahren und/oder Substrateinsatz bekannt → Messung nötig bzw. Entwicklung von Richtwerten aus dem Substrateinsatz (Pflicht nach DüV)

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Ermittlung Gülleanfall aus DüV (Anlage 9)

- Milcherzeugung (Ausscheidungen der Tiere)
 - 20 ... 22 $\text{m}^3/\text{GV a}$
 - 110 ... 140 kg N/a
 - 6 ... 7 kg/m^3
- Fremdzufluss (Oberflächenwässer, Melkhaus, ...) ???
- Gülleanfall bekannt → Berechnung N-Gehalt aus Ausscheidungsmenge und Anfall
bzw.
- Messung N Gehalt: 4,2 $\text{kg N}/\text{m}^3$
→ Berechnung des realen Anfalls 28 m^3/a (bei 15 % N Verlust im Stall und Lager)

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Ermittlung der Nährstoffgehalte von WD für Düngungsplanung



Wirtschaftsdünger

Richtwerte für tierische Ausscheidungen nach DüV auf Anfall umrechnen + Untersuchung (TS-Gehalt und / oder Menge)

Gärprodukt

anlagenindividuell aus Substrat berechnen + ggf. Untersuchung (Anfallsmenge, Fugafaktoren) aber Messung NH₄-N – Gehalt, da nicht berechenbar

aufbereitete Gärprodukt

Untersuchung (Anfallsmenge, Lagerungsverluste, ...)

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Anrechenbare Mindestwerte N nach DüV



Anzurechnende Mindestwerte in Prozent der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und andere Kenngrößen				
	Ausbringung		Zufuhr	
	nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste		nach Abzug der Stall-, Lagerungs- und Aufbringungsverluste	
Tierart	Gülle	Festmist, Jauche, Weidegang*)	Gülle	Festmist, Jauche, Weidegang*)
1	2	3	4	5
Rinder	85	70	70	60
Schweine	80	70	70	60
Geflügel		60		50
andere (z. B. Pferde, Schafe)		55		50
Betrieb einer BGA	95		85	

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Anrechenbare Verluste N nach DüV

Errechnete Verluste in Prozent der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff flüssigen Wirtschaftsdüngern

Tierart	Stall- und Lagerungsverluste		Aufbringungsverluste		N-Gehalte	
	Gülle	Gülle	Gülle	Gülle	N _t kg/m ³	NH ₄ -N % d. N _t
Rinder	15	17,6	17,6	17,6	4,2	48%
Schweine	20	12,5	12,5	12,5	4,3	73%
Betrieb einer BGA	5	10,5	10,5	10,5	4,1-6,0	64-83%

Stoffstrombilanzverordnung:

Lagerung	Aufbringung	} neue Werte
- Rindergülle: 15%	15 %	
- Schweinegülle: 10%	10 %	

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Anforderungen an Lagerung (DüV / AwSV)

DüV:

- 6 Monate für flüssige WD
(9 Monate bei > 3 GV/ha bzw. keine Fläche)
- 1 Monate für Mist u. Kompost
- feste Gärprodukte 6 Monate

rechtliche Trennung von Wirtschaftsdünger und Gärprodukt in der AwSV ist fachlich nicht begründbar

Gülle

bestmöglicher Schutz

Gärprodukt

Besorgnisgrundsatz

- Fachbetriebspflicht
- Umwallung
- Sperrung Folienerdbecken

→ Benachteiligung des Wirtschaftsdüngereinsatzes in BGA

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Zusätzliche Vorgaben DüV § 6

- max. **170 kg N/ha** * a aus org. u. org.-min. Düngern einschl. WD
- Kompost max. einmalig 510 kg N/ha in 3 Jahren

• Sperrzeiten:

- **Ackerland** nach der **Ernte der Hauptfrucht bis 31.01.**
 - Ausnahmen: bis zum 01.10. bis zu **60 kg N_{ges}/ha (30 kg NH₄)** zu Zwischenfrüchten, Winterraps und Feldfutter bei einer Aussaat vor dem 15.09. - Wintergerste nach Getreide und Aussaat vor 01.10
 - Gemüsekulturen bis zum 01.12. bis in Höhe des N-Bedarfs
- **Grünland** und mehrjährigem Feldfutterbau **01.11. - 31.01.**
- **Festmist, Kompost und feste Gärrückstände** **15.12. - 15.01.**

→ **deutliche Einschränkung der Herbstbegüllung**
 → **Benachteiligung von BGA (30 kg NH₄)**

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



verfügbare Begüllungsflächen im Spätsommer/Herbst (Quelle: Grunert 2016, verändert)

wenn entsprechender N-Düngebedarf besteht, nach Getreide nur Wintergerste begüllbar ist und 100% Anbau von Zwischenfrüchten vor Mais und Hackfrüchten erfolgt

Fruchtartenanteile im Betrieb	DüV 2007 (% d. Fläche)	Entwurf DüV 2016 80/40 kg N/ha (% der Fläche)	DüV 2017 60/30 kg N/ha (% d. Menge)
33% WW, 33% ZF/Mais, 33% Raps	100	66	50
50% WW, 25% ZF/Mais, 25% Raps	100	50	37
30% WW, 20% WG, 20% Raps, 20% ZF/Mais, 5% ZF/ZR, 5% Kör.legum.	95	65	51
30% WR, 20% WRaps, 20% ZF/Mais, 20% WG, 10% WW	100	60	45
30% WR, 40% ZF/Mais, 10% Raps, 10% Körnerlegum., 10% WT	90	50	42
30% WW, 30% ZF/Mais o. Feldfutter, 15% SG, 20% Raps, 5% Körnerlegum.	95	50	39
Mittelwert	95 ... 100	50 ... 65	40 ... 50 %

→ **Begüllungsmenge im Herbst ca. 25 % im Vergleich zur DüV 2007**

TLL, Reinhold 2018



Wirkung der BGA (Ammonifizierung) auf die Gabenhöhe von Gärprodukten im Herbst?

Bezeichnung:		RG	SG	HTK-SG	NaWaRo
Substratanteile:		> 85 % RG	>85 % SG	> 70 % HTK+SG	> 70 % NaWaRo
TM	%	6,04	4,36	4,16	10,02
N _t	% der FM	0,41	0,51	0,50	0,60
NH ₄ -N	% d N _t	64	83	81	58
Gabenhöhe bei max. 30 kg NH₄-N/ha					
Gabe	m ³ /ha	11,4	7,1	7,4	8,6
Gabenhöhe bei max. 60 kg N/ha					
Gabe	m ³ /ha	14,6	11,8	12,0	10,0

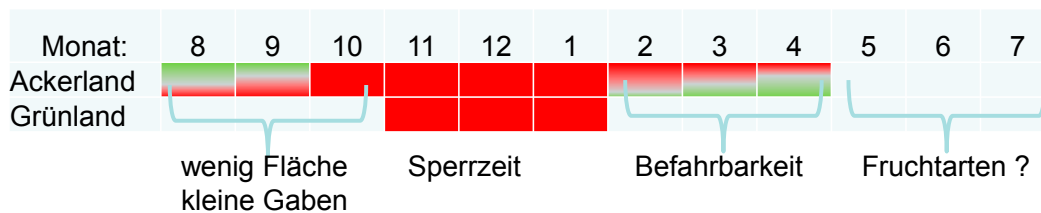
- stark begrenzte Gaben im Herbst auf wenige ausgewählte Fruchtarten
- zu Sperrzeitbeginn sind die Lager nicht leer
- hoffen auf ein trockenes Frühjahr hilft da nur wenig.

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Konsequenzen der DüV auf Lagerraumbewirtschaftung



Bisher → Lager am 1.11. leer (reicht bis April/Mai)
 neue DüV → Lager am 1.11. zu 20 ... 40 (50 %) gefüllt
 (Lager im Feb/März voll)

- Grünland wird zu „Retter“ (bei noch nicht ausgeschöpftem Düngebedarf)
- Ungenügende Strohrotte (Vieh arme Region → hoher Getreideanteil)
- Zwang zur Gülleapplikation im Frühjahr
 - Gefahr von Strukturschäden (24 oder 36 m Leitspurverfahren)
 - zu hohe Güllemengen zu Mais
 - Ausbringung unter nicht optimalen Bedingungen?

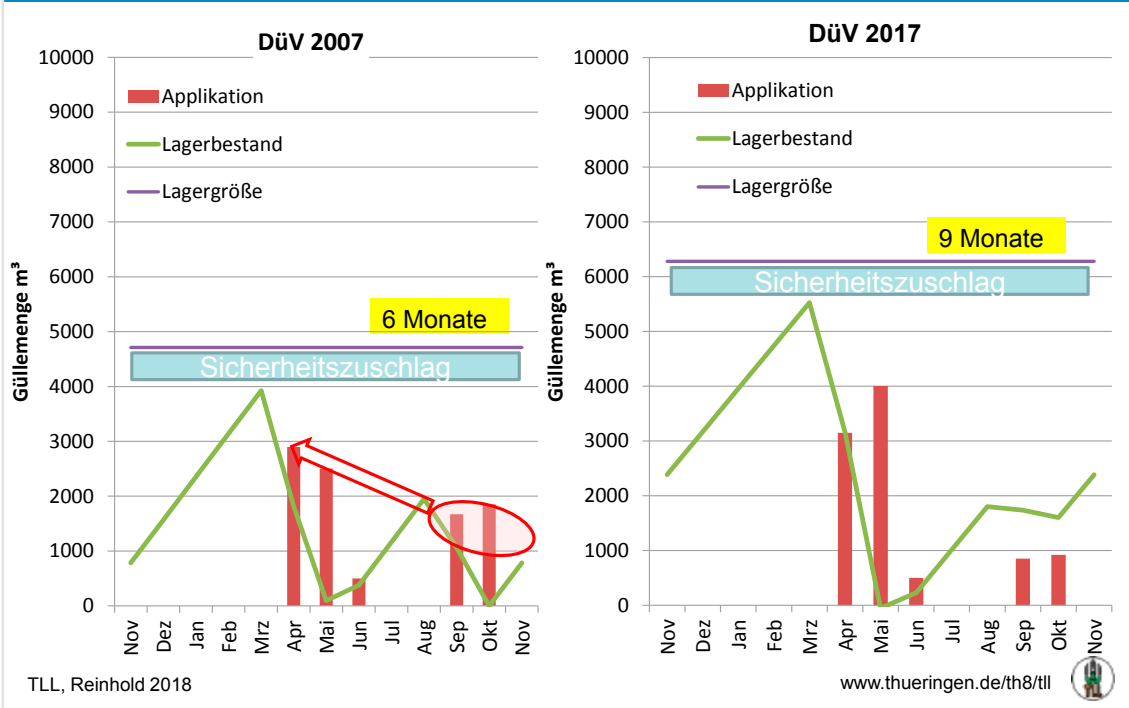
TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll

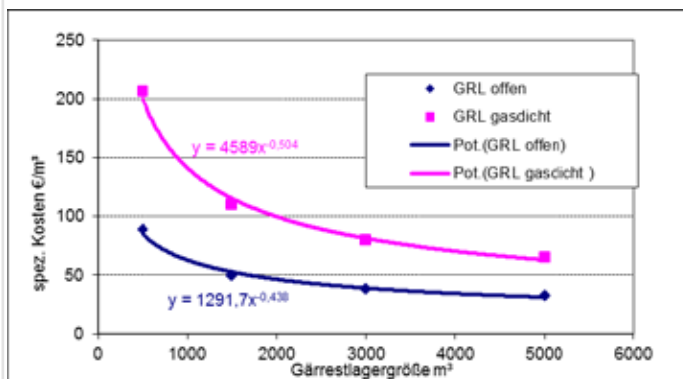


Bewirtschaftung des Lagerraums

in einem **feuchten** Frühjahr (Anfall 9.420 m³/a)



Anpassungsreaktionen – Bau von Lagerraum, da 6 Monate kaum reichen



Zu beachten (Auswahl):

- Restfüllstand,
 - Regenmenge
 - Genehmigungspflicht
- zusätzlich für BGA:**
- Anschluss an das Gassystem
 - Störfallrecht

- **Aufstellort:** Brandschutz / Ex- Zonen; Abstand zu Gebäuden, Eingriff in Gasführung (Beachtung der Druckdifferenzen/ Gasfließrichtung)
- **passiver Korrosionsschutz** von den Wänden bis zum Boden
- Rührwerk, Mittelstütze, Gashaube (Druckhaltung)



Betriebliche Anpassungsreaktionen auf steigenden Lagerraumbedarf



- Anpassung Anbau (Wintergerstenanteil, Zwischenfrucht, ...)
- Wassersparende Produktionsverfahren im Stall
- Fest-Flüssig-Trennung (ca. 10 % Mengenreduzierung)

Reduzierung des Gärprodukteinfalls in BGA durch:

- **Verringerung des Substrateinsatzes** (mit/ohne Leistungsausgleich)
- **Leistungsreduzierung** in Verbindung mit Flexibilisierung
- **Substratwechsel** auf TS-reiches Substrate
- Einsatz von **Zündstrahl-Technik** 5-10 % red. Substratanfall
- **Gärproduktaufbereitung, vorrangig in Regionen mit Veredlungsbesatz > 2 GV+KW/ha** (Fest-Flüssig-Trennung, Eindickung, Trocknung, Totalaufbereitung)

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Konsequenzen aus DüV und AwSV



- *Anrechnung der Gärreste auf Obergrenze von 170 kg N/ha,*
- *Verlängerung Sperrzeit, weniger Herbstbegüllung*

→ Lagerbedarf steigt deutlich

- Gasdichte GRL an der BGA oder offene Feldrandlager
- Emissionsminderungsforderungen der TA Luft beachten
- aber Restlaufzeit der BGA beachten (Kosten: 1 ... 2 ct/kWh BGA)

→ mehr Frühjahrs-Begüllung nötig (in wenigen Feldarbeitstagen)

- *Höhere Schlagkraft* der Technik nötig
- *schlechtere Technikauslastung* → steigende Festkosten
- Reduzierte Strohrotte bei Getreide betonten Fruchtfolgen

→ **deutliche Mehrkosten für die Landwirte**

→ **Höhere N-Effizienz und bessere Grundwasserqualität**
???

TLL, Reinhold 2018

www.thueringen.de/th8/tll



Zusammenfassung

- **Frühjahrsbegüllung wird zum Schwerpunkt**, da Gabenhöhe und verfügbare Flächen im Herbst deutlich reduziert sind
 - wenig Feldarbeitstage → **Applikationskapazität muss steigen**
 - geringere Güllejahresleistung der Technik → **Mehrkosten**
 - **mehr NH₃- und Geruchsemissionen**
- **Steigender Lagerraumbedarf** (für Restlaufzeit der BGA ?)
 - 6 Monate reichen nicht → **Trend 9 Monat**
- **Sperrung von Erdbecken für Gärprodukte** verschärft das Lagerproblem weiter
- BGA - **sinkender WD-Einsatz und Ammonifizierung**
 - NH₄-N Erhöhung → reduzierte Menge im Herbst
 - aber bessere Düngewirkung der Gärprodukte

Denkbare Folge: → vorfristiges Abschalten der BGA

Folgen: Anforderungen an das Management und Kostenanstieg



Einfluss von Substrat und Gärrestaufbereitung auf Nährstoffzusammensetzung und Düngewirkung von Gärresten

Kurt Möller, Ioana Petrova, Franziska Häfner

Fachgebiet Düngung und Bodenstoffhaushalt, Universität Hohenheim

Für die Erzeugung von Energie in Biogasanlagen werden sehr unterschiedliche Substrate eingesetzt, die sich sowohl in ihrer Zusammensetzung und Abbaubarkeit unterscheiden. Exkremate der Geflügelproduktion oder Haushaltsabfälle weisen z. B. eine hohe Abbaubarkeit und hohe N-Gehalte auf, während z. B. Silomais im Vergleich dazu eher niedrige N-Gehalte und eine mittlere Abbaubarkeit aufweist. Nach der Vergärung können die dabei anfallenden Gärreste entweder direkt ausgebracht werden, oder einer Aufbereitung unterzogen werden. Dazu gehört in einem ersten Schritt die Fest-Flüssig-Separierung, aber auch aufwändigere Verfahren sind im Einsatz (z. B. Ammoniakstrippung, Trocknung und Pelletierung der Festphase).

Bislang fehlten systematische Studien, wie sich Unterschiede zwischen verschiedenen Substraten oder durch die Aufbereitung von Gärresten auf die Eignung, auf die Düngewirkung, auf die Humuswirkung und auf die Lachgasemissionen nach der Ausbringung auswirken. Dies wurde in Feld-, Gefäß- und Inkubationsversuchen untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich im Feldversuch die N-Düngewirkung von flüssigen Gärresten unterschiedlicher Herkunft (Substrate) nur wenig unterscheidet. Deutliche Unterschiede in der N-Düngewirkung zeigen die Produkte der Gärrestaufbereitung. Allerdings ist die Zusammensetzung der Festphase aus der Separierung, die sich am ehesten für eine hochpreisige Vermarktung an Gärtnern eignen würde, aufgrund des P-betonten Nährstoffspektrums kaum für gärtnerische Flächen geeignet.

Die Abbaubarkeit der organischen Masse in Gärresten unterscheidet sich deutlich zwischen Substraten unterschiedlicher Herkunft, wie auch zwischen den verschiedenen Produkten der Gärrestaufbereitung. Die Versuche zur N₂O-Entgasung nach Gärrestdüngung zeigen signifikante Unterschiede zwischen Gärresten unterschiedlicher Herkunft. Zugleich zeigen die Ergebnisse, dass ein erheblicher Anteil der N₂O-Emissionen aus bodenbürtigen N-Quellen stammen, insbesondere unmittelbar nach Gärrestausbringung. Unter den Aufbereitungsprodukten wurden besonders hohe Emissionen nach Pelletdüngung gemessen, weitergehende Untersuchungen haben gezeigt, dass nach der Wiederbefeuchtung im Pellet selber eine starke Lachgasbildung stattfindet.



Einfluss von Substrat und Gärrest- aufbereitung auf Zusammensetzung und Düngewirkung von Gärresten

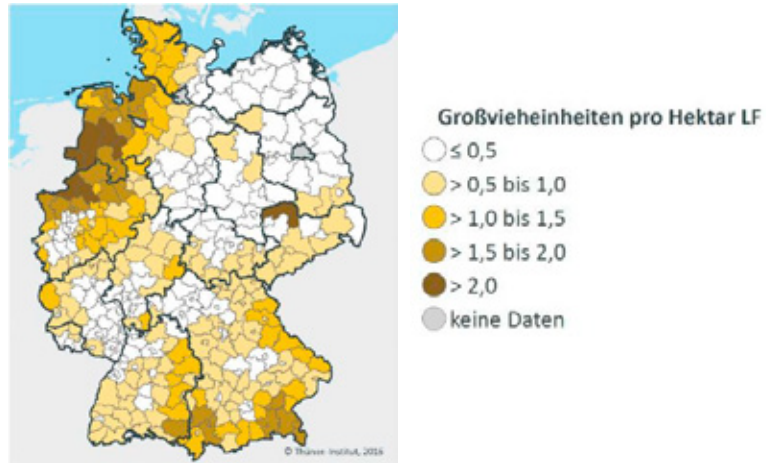
PD Dr. Kurt Möller
Institut für Kulturpflanzenwissenschaften
Fachgebiet Düngung und Bodenstoffhaushalt
Universität Hohenheim

Neu: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg,
Außenstelle Rheinstetten-Forchheim

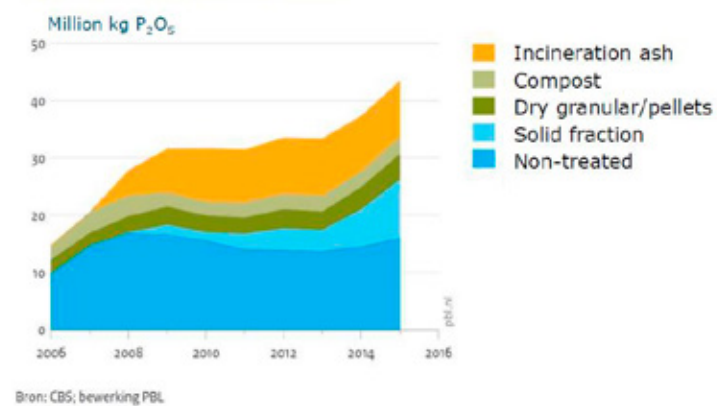
Gliederung

- Einleitung
- Zusammensetzung aufbereiteter Gärreste
- Düngewirkung von Gärresten unterschiedlicher Substrate und von Gärrest-aufbereitungsprodukten
- Lachgasemissionen
- Zusammenfassung

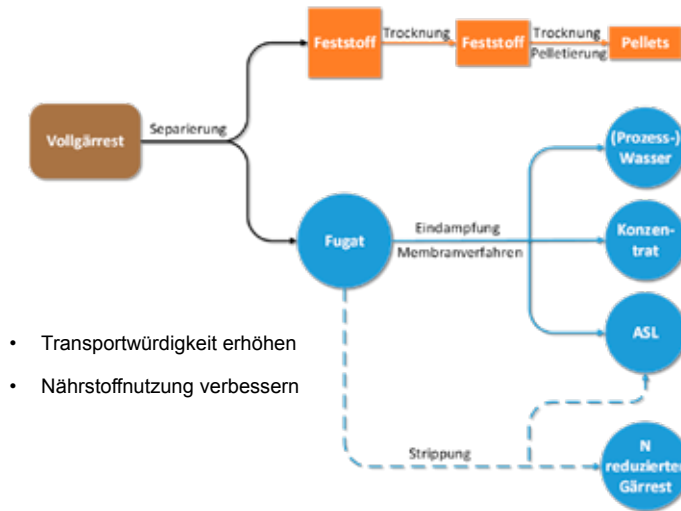
Großvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) im Jahr 2010 (Osterburg et al., 2016)



Entwicklung der P-Exporte aus Wirtschaftsdüngermitteln in den Niederlanden (Schoumans 2018)



Untersuchte Gärrestaufbereitungspfade im GÄRWERT-Projekt



- Transportwürdigkeit erhöhen
- Nährstoffnutzung verbessern

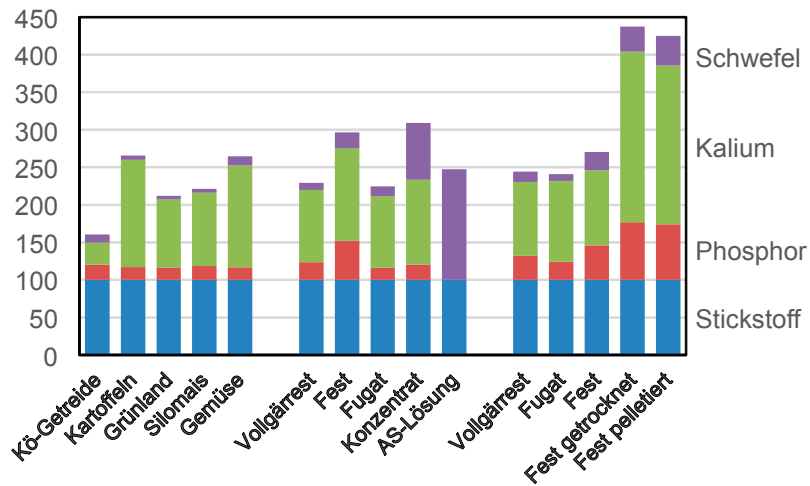
Gärrestzusammensetzung (Petrova et al.)

Erzeuger	Verfahren	Produkt	N _t % FM	N _t % TM	NH ₄ -N % N _t	C/N- Verhältnis	
BGA 1	ohne	Vollgärrest	0,59	6,41	47	5,4	
	„Feststoff- schiene“	Separierung	Fugat	0,55	8,65	50	4,1
		Trocknung	Feststoff	0,67	2,52	25	17,1
		Pelletierung	Pellets*	1,69	2,56	7	16,2
			1,83	3,51	12	11,5	
BGA 4	ohne	Vollgärrest	0,67	9,61	65	4,0	
	„Flüssig- schiene“	Separierung	Feststoff	0,65	2,81	53	14,1
		Separierung	Fugat	0,63	10,3	66	3,6
		Strippung	N-red. Fugat	1,23	4,88	40	7,7
		Strippung	ASL**	7,03	18,6	98	0,01

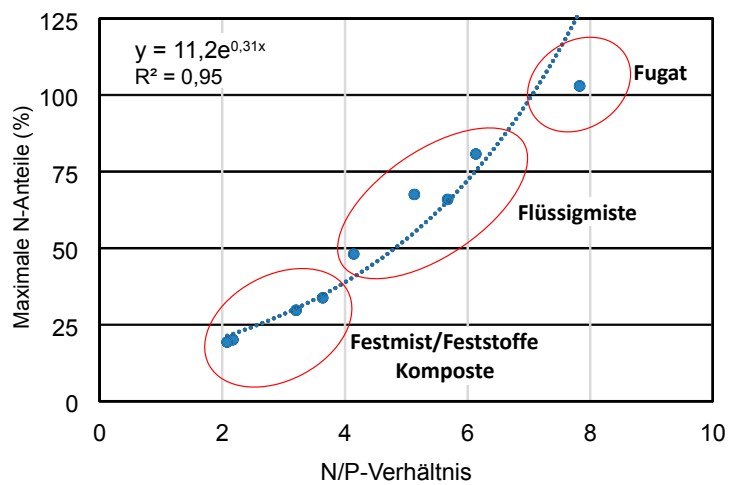
* Pellets: 3,17 % NO₃-N, 3,72 % NH₄-N (N_t)

** ASL: Ammoniumsulfat-Lösung

Vergleich des Nährstoffspektrums von Ernteprodukten und dem der erzeugten Düngemittel (korrigiert um langfr. Nährstoffeffizienz)



Maximale N-Anteile (%) an langfristig verfügbarem Stickstoff, die als Funktion des N/P-Verhältnisses über organische Düngemittel im Durchschnitt einer Fruchtfolge zugeführt werden können



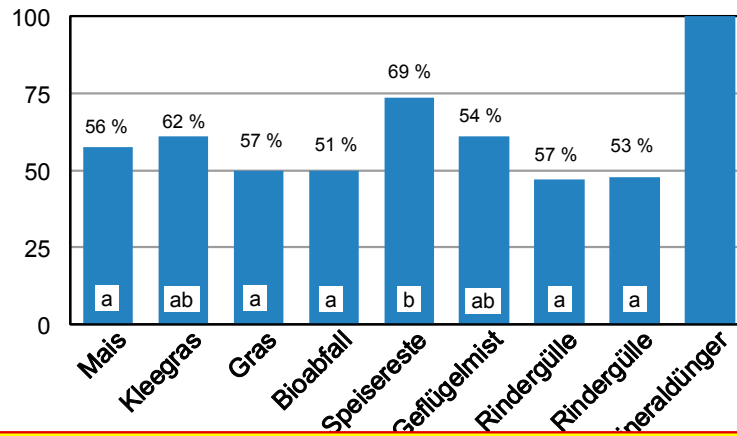
Verteilung der P- und K-Gehaltsklassen im Boden in BaWü (nach Hartwig et al. 2014, ergänzt)

	A	B	C	D	E
Ackerland	5/3	12/19	44/39	28/24	12/15
Grünland	26/13	24/43	34/26	12/10	4/8
Obst gesamt	12/6	-/-	22/50	-/-	66/45
Obst Öko	2/4	7/8	34/30	39/3	18/55
Hausgarten Gemüse	1/2	2/12	6/23	9/19	81/44
Gewächshaus Öko	0/0	0/5	5/36	5/41	85/18

Mineraldüngeräquivalente (relative N-Düngerwirkung im Jahr der Ausbringung) im Feldversuch zu Silomais (Petrova et al.)

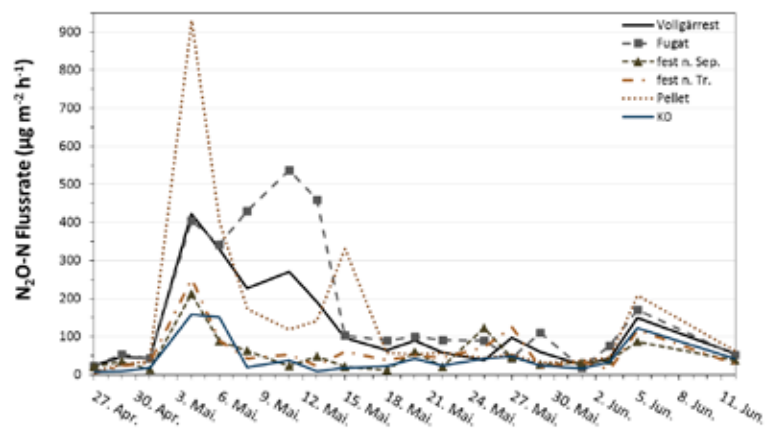
Erzeuger	Verfahren	Produkt	MDÄ (%)	
			Silomais	Sommerweizen
BGA 1	ohne	Vollgärrest	61	62
„Feststoff- schiene“	Separierung	Fugat	68	50
	Separierung	Feststoff	38	4
	Trocknung	Feststoff	-6	13
	Pelletierung	Pellets	49	53
BGA 4	ohne	Vollgärrest	13	63
„Flüssig- schiene“	Separierung	Feststoff	31	5
	Separierung	Fugat	47	89
	Verdampfung	N-red. Gärrest	70	42
	Strippung	ASL	174	128

N-Düngewirkung von Gärresten unterschiedlicher Substrate im Feldversuch (Sommerweizen) (Häfner et al.)

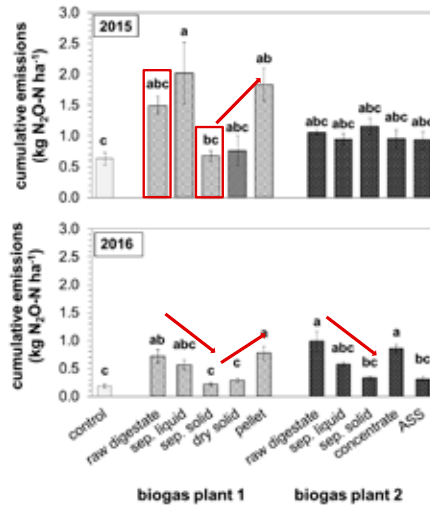


Gärrest-N-Düngewirkung kann nur zu 13 bis 21 % anhand von NH_4^+ -N-Anteile, C/N-Verhältnis und der Rohfasergehalte erklärt werden

Verlauf der N_2O -Emissionen nach Gärrestausbringung (Frühjahr 2015) (Petrova et al.)

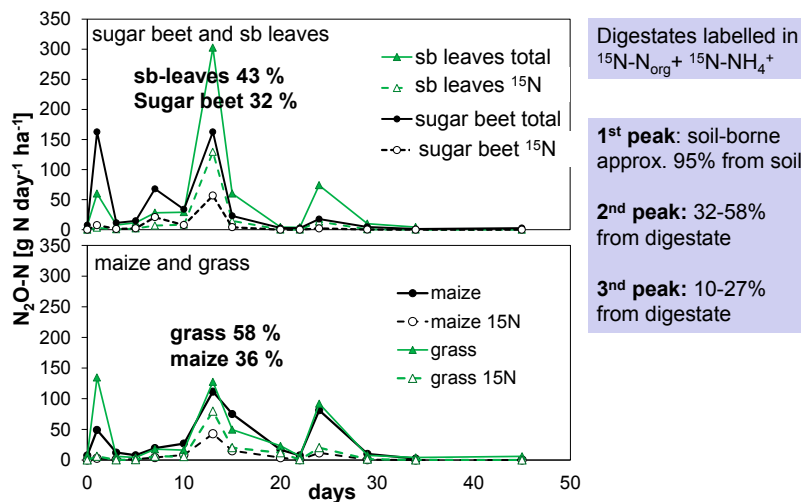


N₂O-Emissionen verschiedener Gärrestaufbereitungsprodukte nach Ausbringung (Petrova et al.)

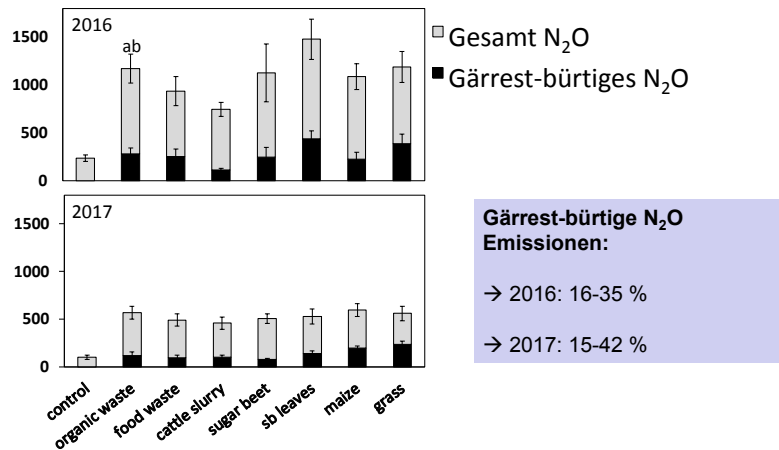


- Fest-Flüssig-Separierung verringert N₂O-Emissionen nach Ausbringung (Bertora et al. 2009)
- Nachfolgende Weiterverarbeitung der Feststoffe erhöht die N₂O-Emissionen

Verlauf der N₂O-Emissionen nach Düngung von ¹⁵N-markierten Gärresten unterschiedlicher Substrate (2016) (Häfner et al.)



Summe der Gärrest- und Boden-bürtigen N₂O-Emissionen nach Düngung von verschiedenen Gärresten (Häfner et al.)



Zusammenfassung

- Gärreste sind wie nahezu alle anderen Wirtschaftsdüngemittel gemessen an der Pflanzenabfuhr zuvorderst P-Düngemittel
- Im Verhältnis zum Nährstoffbedarf der Kulturpflanzen enthalten:
 - Feststoffe 2 bis 3 mal mehr P als N
 - → max. 20-30 % des N-Bedarfs im MW der Fruchtfolge
 - i.d.R. keine Eignung für Kleingärtner
 - Teilweise zu hohe oder zu niedrige K-Gehalte
 - Fugate weisen (am ehesten) ein weitgehend ausgeglichenes Nährstoffspektrum auf!!!
- ASL ist zuvorderst ein S-Düngemittel
 - max. 5 % des N-Bedarfs im Einzeljahr!
 - → Herausforderung: Produktion von NH₄(HCO₃) oder NH₄NO₃ statt (NH₄)₂SO₄

Zusammenfassung

- N-Düngewirkung:
 - N-Düngewirkung nicht aufbereiteter Gärreste landwirtschaftlicher Substrate unterscheidet sich wenig (51 – 60 MDÄ)
 - Fugate weisen eine hohe N-Düngewirkung auf (50 – 90 MDÄ)
 - N-Düngewirkung Feststoffe sehr niedrig (0 – 40 MDÄ) → hohe N-Verluste
 - Pelletierung kann starke Erhöhung der N-Düngewirkung bewirken (+ höhere Transportwürdigkeit) (ca. 50 MDÄ)
- Gärrestausbringung führt zu einem Anstieg der bodenbürtigen N₂O-Emissionen
 - Überwiegend aus bodenbürtigem N
- Fest-Flüssig-Separierung ist ein effizientes Verfahren zur P-Abtrennung und Erhöhung der N-Düngewirkung des Fugats → Herausforderung: umweltfreundliche Weiterbehandlung

Vielen Dank!

Die Forschungsarbeit wurde im Rahmen des Forschungsprojektes GÄRWERT (FKZ 22402312) durchgeführt. Die Förderung des Projektes erfolgt durch finanzielle Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMEL für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe



Phosphor-Ausnutzung aus Gärresten unter Berücksichtigung der Fest-Flüssig-Trennung

*Prof. Dr. Bettina Eichler-Löbermann, Dr. Silvia Bachmann-Pfabe, Theresa Zicker, Sebastian Fiedler
Universität Rostock*

Die optimale pflanzenbauliche Verwertung von Gärresten setzt die genaue Kenntnis ihrer Zusammensetzung und ihrer Düngewirkung voraus. Dabei ist nicht nur die Wirkung von Gärresten auf die Nährstoffversorgung verschiedener Kulturarten zu berücksichtigen, sondern auch ihr Effekt auf das Bodenleben, die Bodenstruktur und die Nährstoffverfügbarkeit im Boden.

An der Professur Pflanzenbau der Universität Rostock werden seit mehreren Jahren Gärreste unter Berücksichtigung der Fest-Flüssig-Trennung hinsichtlich ihrer Nährstoffgehalte und ihrer Wirkung auf die Phosphor (P)-Versorgung der Pflanze und den P-Umsatz im Boden untersucht. Seit 2008 besteht zudem ein Langzeit-Feldversuch zur Gärrestausringung.

In den untersuchten Festphasen von über 40 Gärresten waren die P-Gehalte mit durchschnittlich 0,3 % der Frischmasse viermal höher als in unseparierten Gärresten. Der Anteil an leicht-extrahierbarem P in der Festphase lag zwischen 70 und 87 % des Gesamt-P, was auf eine gute Pflanzenverfügbarkeit des in den Gärresten enthaltenen P hindeutet. Eine Ausnahme bildeten Gärreste basierend auf Nahrungsabfällen, was mit einem relativ hohen Anteil an schwer-löslichen Ca-P Verbindungen erklärt werden kann.

Die P-Düngewirkung der Gärreste war in allen durchgeführten Experimenten (Labor, Gewächshaus, Feld) vergleichbar mit der Wirkung leichtlöslicher mineralischer P-Düngemittel. Im Vergleich zu unvergorenen Gülle zeigte sich jedoch eine geringere Stimulation der Aktivität der Mikroorganismen (gemessen als Dehydrogenase-Aktivität) im Boden. Die gleiche Aussage lässt sich auch bezüglich der Aktivität der alkalischen Phosphatase treffen. Anders als unvergorene Gülle scheinen Gärreste somit weniger zur Förderung des Bodenlebens beizutragen. Gründe dafür könnten die geringere Zufuhr an organischer Substanz mit den Gärresten, die veränderte Qualität der organischen Substanz, sowie Sterol-Gehalte in den Gärresten sein.

In dem Langzeitfeldversuch zeigte sich zudem, dass der mit den Gärresten ausgebrachte P weiter in tiefere Bodenschichten verlagert wurde als der P, der mit unvergorener Gülle ausgebracht wurde. In der Bodenschicht von 60–90 cm wurden in der Gärrest-Variante die höchsten Gehalte an leicht-löslichen und oxalat-löslichen P sowie der höchste Grad der P-Sättigung gemessen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Gärreste gut verfügbare P-Quellen für den Pflanzenbau darstellen. Dem relativ geringen Beitrag zur Aktivierung des Bodenlebens sowie mögliche P-Verlagerungen in tiefere Bodenschichten könnten u. a. der Anbau von Zwischenfrüchten entgegenwirken.

¹ Gefördert durch:

*FNR/BMEL – Phosphorus utilization from biogas residues after solid-liquid separation (2012–2015) und
BMBF – Integrated phosphorus management for sustainable water resources management –
PhosWaM, Teilprojekt 1.3) (2016–2018)*

Hohe Phosphor-Ausnutzung aus Gärresten unter Berücksichtigung der Fest-Flüssig-Trennung

Bettina Eichler-Löbermann, Silvia Bachmann und Theresa Gropp
Universität Rostock



13.08.2018

© 2009 UNIVERSITÄT ROSTOCK, bettina.eichler@uni-rostock.de

Nährstoffquelle

Kompost,
Stallmist, Gülle
Gärreste
Pflanzenaschen
Klärschlammprodukte
Struvit
Melasse
Biokohle

Pflanzen

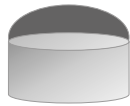
Gräser, Mais, Gerste,
Amarant, Lupine,
Phacelia, Buchweizen
Sorghum, Raps....
Mischkulturen

Labor-, Gefäß-,
Feldversuche

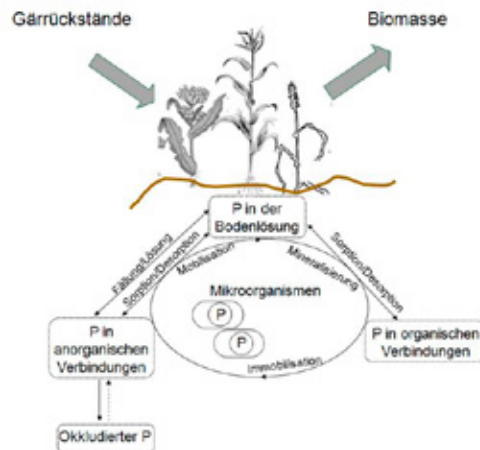
Mehrere
Standorte/Böden



P-Düngewirkung



- Abbau org. Verbindungen
- Rückgang von C und Energie
- Anstieg des $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehaltes
- Anstieg des pH-Wertes
- Gleicher/höherer min. P-Gehalt



Zusammensetzung, P-Löslichkeit
Abhängigkeit vom Inputsubstrat



Separierung von Gärresten
Verteilung der P-Fractionen



Gefäßversuche, Feldversuche
Pflanzenbauliche Wirkung von Gärresten

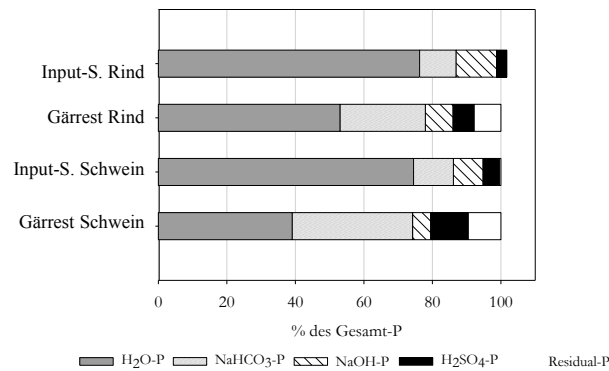
P-Düngewirkung von Gärresten

Zusammensetzung Gärreste

- Beprobung von ca. 40 Biogasanlagen
- P-Gehalte zwischen 0,06 und 0,15 % der Frischmasse
- Unterschiede in der Zusammensetzung der Gärreste - bedingt durch Ausgangssubstrate und Trockensubstanz-Gehalte
- Hohe Bio-Verfügbarkeit des P in den Gärresten
- Abnahme des organischen P-Anteils am Gesamt-P durch die Vergärung

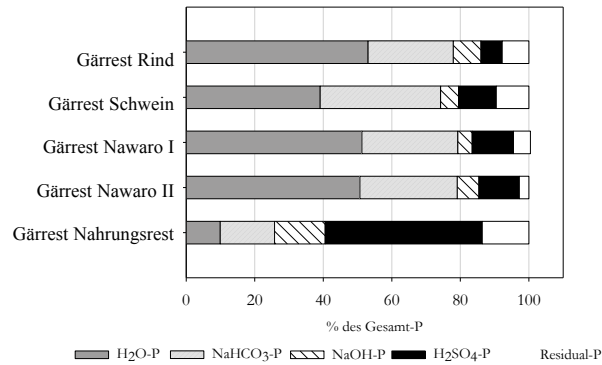
Zusammensetzung Gärreste

Wirkung der Fermentation auf die Löslichkeit des P
(P-Fraktionierung nach Dou et al. 2000)



Zusammensetzung Gärreste

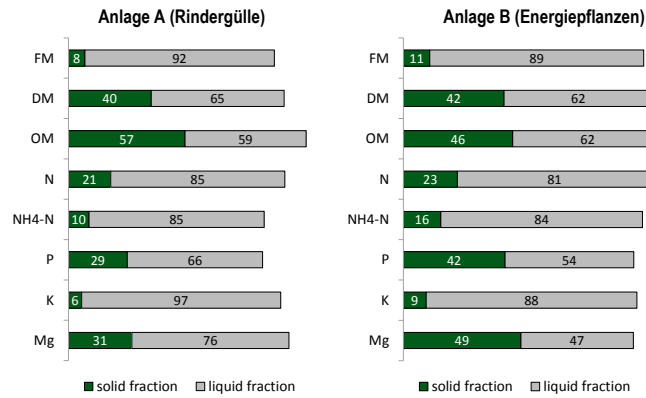
P-Fractionen in Abhängigkeit vom Ausgangssubstrat
(P-Fraktionierung nach Dou et al. 2000)



Separierte Gärreste

- Abscheidegrad ca. 90 (flüssig) : 10 (fest)
- ca. 30 % des Gesamt-P befindet sich in der Festphase
- Einengung des N : P- Verhältnisses

Verteilung zwischen Fest- und Flüssigphase (%)

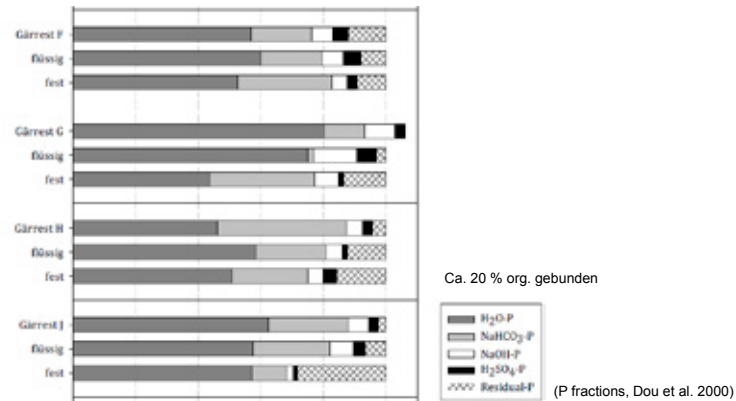


Zusammensetzung separierter Gärreste

	TS (%)	Ptotal (g/kg)	Ntotal (g/kg)	NH ₄ -N (g/kg)	pH	N : P
Gärrest Z	6,97	0,67	3,94	2,00	7,91	Anlage Z: 5,8 fest 3,3 flüssig 6,3
fest	34,6	2,92	9,81	2,82	8,96	
flüssig	4,89	0,53	3,62	1,94	8,04	
Gärrest LB	7,50	0,56	3,91	1,89	7,79	Anlage LB: 6,9 fest 2,8 flüssig 10,0
fest	63,2	4,77	13,7	1,41	9,15	
flüssig	5,67	0,36	3,61	2,00	7,82	
Gärrest G	6,41	0,60	4,58	1,52	7,77	Anlage G: 7,6 fest 3,1 flüssig 9,95
fest	28,5	2,79	8,58	1,63	9,10	
flüssig	4,92	0,43	4,28	1,61	7,88	

Zusammensetzung Gärreste

Anteile der P-Fractionen am Gesamt-P vor und nach der Separierung



Pflanzenbauliche Wirkung der Gärreste

- P- Düngewirkung vergleichbar mit unvergorenen Substraten und TSP
- Nach langjähriger Versuchszeit geringere Erträge als nach Zufuhr von unvergorener Gülle
- Abnahme der mikrobiellen Aktivität (Dehydrogenase) und Phosphatasen im Boden im Vergleich zur Ausbringung unvergorener Substrate
- Änderung der Zusammensetzung der Mikroorganismen im Boden
- Steigerung des Gehaltes an leicht pflanzenverfügbaren P (Pw, Pdl, Harz-P, NaHCO₃-P) im Boden auch in tieferen Bodenschichten

Erträge Feldversuch

Erträge (TM, dt/ha) der Kulturen von 2009 bis 2016

Jahr	Kultur	Gärgut	Gärrest	NK
2009	Mais	117 a	113 a	102 a
2010	Mais	178 a	174 a	148 a
2011	Mais	232 b	208 a	203 a
2012	Mais	208 b	195 ab	132 a
2013	Zuckerrübe	288 b	236 ab	184 a
2014	Winterweizen	98,6 b	84,7 ab	80,8 a
2015	Wintergerste	89,6 b	75,8 a	74,8 a
2016	Winterraps	39,7 a	41,8 a	35,3 a

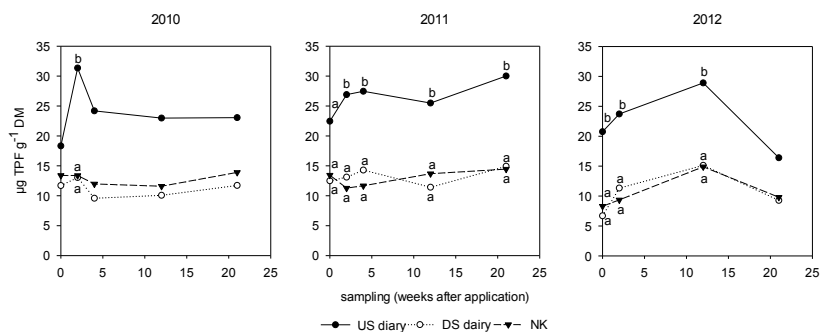
Pw 2016	mg/kg	12,2	13,1	9,31
Pdl 2016		41,7	39,1	30,9

13.08.2018

13

Feldversuch

Mikrobielle Aktivität (Dehydrogenase)



(Bachmann et al., Biomass Bioenergy 2014)

13.08.2018

© 2009 UNIVERSITÄT ROSTOCK | AGRAR- UND UMWELTWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT

Feldversuch

Enzymaktivität*

Phosphatasen

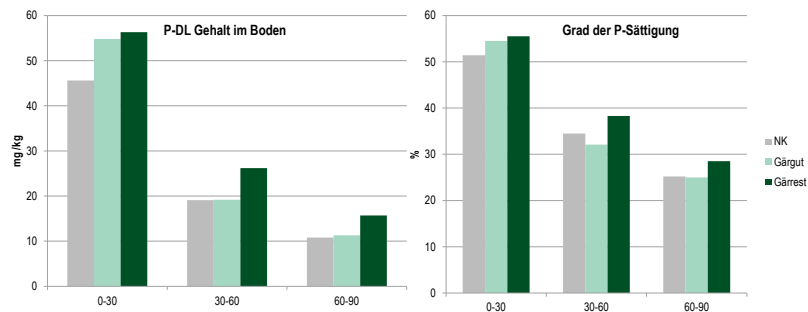
Variante	Microb. Activ.	acid P.ase	alk P.ase
	DHA, µg TPF g ⁻¹ DM	µg p-NP g ⁻¹ DM	
Gärgut	26.5 b	224 c	43.5 b
Gärrest	13.2 a	193 a	23.0 a
NK	12.9 a	210 b	23.6 a

*Mittelwert aus 5 Beprobungen 2011
 TPF = triphenylformazan, p-NP = *p*-nitrophenol,

(Bachmann et al., Biomass Bioenergy 2014)

P Verlagerung im Boden

P-DL Gehalte und P-Sättigung im Bodenprofil
 (Durchschnittswerte aus 10 Versuchsjahren im Feldversuch)

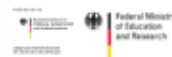


Bestätigung: Erhöhtes Risiko der P-Verlagerung nach Ausbringung von Gärresten (Stutter, Ambio 2015)

Andere Studien

N-Wirkung von Gärresten im Vergleich zur unvergorenen Gülle

Quelle	Bedingungen	Art	Bemerkungen
Rubaek et al. [1996]	~ Feld	Rind+Schwein+Bioabfall	Grasland, + nur im 1. Schnitt
Kocar [2008]	+ Feld	Rindergülle	Safflor
Bougnom et al. [2012]	+ Feld	k.A.	Grasland, MW 2 Schnitte
Loria et al. [2007]	~ Feld	Schweinegülle	Mais
Chantigny et al. [2008]	~ Feld	Schweinegülle	Mais
Möller et al. [2008]	~ Feld	Rindergülle	+ nur bei Sommerweizen



Gärreste: Gute P-Düngewirkung
 Hohe P-Konzentration in der Festphase (enges N:P Verhältnis)
 mögliche Einschränkung der Aktivität von Enzymen des P-Kreislaufes und der mikrobiellen Aktivität
 P-Verlagerung im Bodenprofil beachten



30 m³ ha⁻¹ (10 m³ + 20 m³)
 Ausgleich der N- und K- Düngung durch KAS und 60er Kali
 + 40 bis 70 kg N ha⁻¹ KAS zu allen Varianten im Frühjahr
 + Kieserit zu allen Varianten (Mg + S)

Mit dem Ausgangsgemisch (UNVERGOREN) und dem entsprechenden Gärrest (VERGOREN) durchschnittlich ausgebrachte Nährstoffmengen (kg ha⁻¹ a⁻¹)*.

	TM	OS	N	NH ₄ -N	P	K	Mg	pH
UNVERGOREN	3234	2736	134	57	23	69	19	6,6
VERGOREN	2124	1618	137	71	22	72	21	8,1

* Mittelwerte aus 11 Einzelanalysen, TM = Trockenmasse, OS = organische Substanz

Kohlenstoffflüsse in Energiepflanzenanbausystemen zur Biogasgewinnung

Prof. Dr. Christof Engels, Holger Bessler, Sven Höcker, Paul Mewes
Humboldt Universität zu Berlin, Fachgebiet Pflanzenernährung und Düngung

Politische Vorgaben zur Erhöhung der Biomassenutzung für die Energiegewinnung haben zu einer Ausweitung des Energiepflanzenanbaus für die Biogasgewinnung geführt. Biogasanbausysteme unterscheiden sich von herkömmlichem Marktfruchtanbau u. a. in der Nutzung der durch die Pflanzen gebildeten Biomasse. Während im herkömmlichen Marktfruchtanbau nur die marktfähige Biomasse (z. B. Körner) vom Feld entfernt wird und die nicht marktfähige Biomasse (z. B. Stroh) auf dem Feld verbleibt, wird im Energiepflanzenanbau die gesamte erntefähige Biomasse zur Biogasgewinnung genutzt. Ziel dieses von der FNR finanzierten Forschungsprojektes war es, mögliche Folgen des Energiepflanzenanbaus auf die Versorgung des Bodens mit organischem Kohlenstoff (C) zu ermitteln. Dazu wurden in mehrjährigen Feldversuchen mit Wintergetreide und Energiepflanzenarten die Akkumulation von organischem C in erntefähigen und nicht erntefähigen Pflanzenteilen und der Pflanzenbedingte C-Eintrag in den Boden verglichen. Die potentielle Humuswirkung des in den Boden eingetragenen organischen Kohlenstoffs wurde in Inkubationsversuchen ermittelt.

Im Durchschnitt der Jahre und Standorte war die Trockenmasseproduktion bei Wintergetreide mit 16 t/ha geringer als bei Mais mit 23 t/ha. Der C-Eintrag in den Boden durch nicht erntefähige Pflanzenteile (Grob- und Feinwurzeln, Stoppeln, oberirdische Streu, Wurzelumsatz) lag bei Wintergetreide mit 1,2 t/ha in der gleichen Höhe wie bei Mais (1,3 t/ha) und war bei beiden Arten eng mit der erntefähigen Biomasse korreliert. Auch bei Berücksichtigung des C-Eintrages durch Stroh für Wintergetreide und Gärresten für Mais unterschieden sich die C-Einträge zwischen den beiden Kulturarten nicht. Die potentielle Humuswirkung war allerdings bei Stroh geringer als bei Gärresten. Im Vergleich zu Mais waren die C-Einträge durch nicht erntefähige Pflanzenteile bei Sorghumhirse (*Sorghum bicolor*) und Sudangras (*Sorghum bicolor x sudanense*) etwa doppelt so hoch. Dies lag an dem höheren Anteil von nicht erntefähigem C am Gesamtpflanzen-C bei diesen beiden Arten. In dem Zweikultursystem Grünroggen-Sorghum wurden mit der nicht erntefähigen Biomasse pro Jahr und Hektar 3,3 t C in den Boden eingetragen. Im Vergleich dazu lag der C-Eintrag bei Wintergetreide einschließlich des Strohs bei 3,9 t/ha. Aufgrund der höheren potentiellen Humuswirkung der nicht erntefähigen Biomasse im Vergleich zu Stroh war die Versorgung des Bodens mit Humus-C in dem Zweikultursystem sogar ohne Gärrestdüngung genauso hoch wie bei Wintergetreide mit Stroheinarbeitung.

Die Daten zeigen, dass sich die C-Versorgung des Bodens im Pflanzenbau zur Biogasgewinnung je nach Gestaltung des Anbausystems stark unterscheidet. Wenn der in den Gärresten enthaltene C auf die Anbauflächen zurückgebracht wird, kann der C-Eintrag in den Boden sogar höher sein als im Marktfruchtanbau.

Kohlenstoffflüsse in Energiepflanzenanbausystemen zur Biogasgewinnung

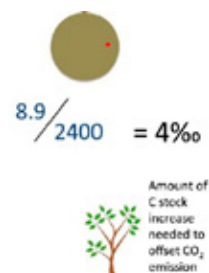
Bessler H, Höcker S, Mewes P, Engels C
 Fachgebiet Pflanzenernährung und Düngung
 Humboldt-Universität zu Berlin

Hintergrund



Ziel der Bundesregierung:
 Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch u.a. durch Biomassenutzung

Weltklimakonferenz 2015 in Paris:
 Jährliche Steigerung des Vorrates an organischem C im Boden um 4 Promille, um die anthropogenen CO₂-Emissionen auszugleichen



Fragestellung

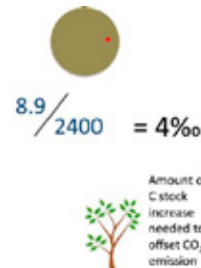
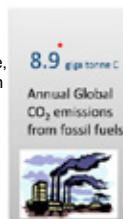


Ziel der Bundesregierung:
 Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch u. a. durch Biomassennutzung

Sind diese Ziele kompatibel?

Wie wirkt sich Pflanzenbau zur Biogasgewinnung auf die Versorgung des Bodens mit organischem C aus?

Weltklimakonferenz 2015 in Paris:
 Jährliche Steigerung des Vorrates an organischem C im Boden um 4 Promille, um die anthropogenen CO₂-Emissionen auszugleichen



Wie wirkt sich Pflanzenbau zur Biogasgewinnung auf die Versorgung des Bodens mit organischem C aus?

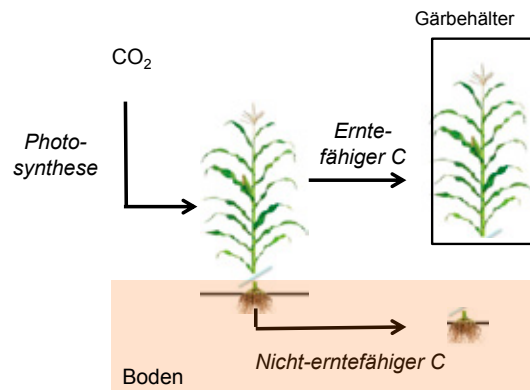
Mögliche Vorgehensweisen zur Beantwortung dieser Frage:

- Messung der Veränderung der Boden-C-Gehalte in Dauerversuchen

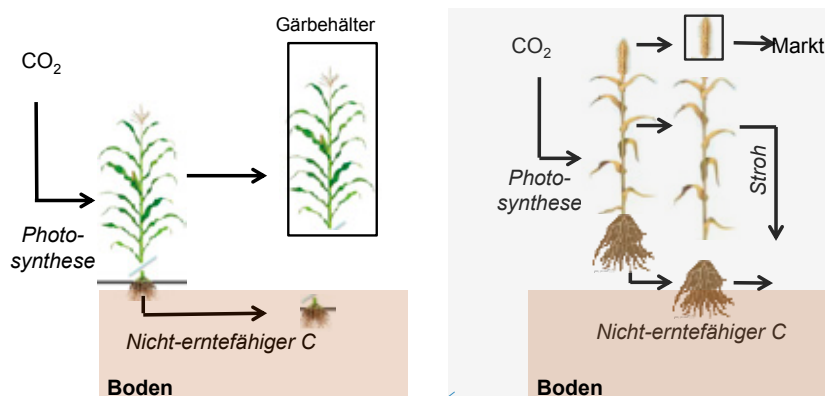
Wie wirkt sich Pflanzenbau zur Biogasgewinnung auf die Versorgung des Bodens mit organischem C aus?

Mögliche Vorgehensweisen zur Beantwortung dieser Frage:

- Messung der Veränderung der Boden-C-Gehalte in Dauerversuchen
- Messung der wichtigsten C-Flüsse



C-Flüsse in einem Biogasanbausystem (links) und einem Marktfruchtanbausystem (rechts)



Versuchsansatz:

Direkte Messung der Flüsse in Feldversuchen in Berlin, Müncheberg, Gießen (2012-2017)



Kulturarten für Biogasproduktion

- Mais
- Sorghumhirse
- Sudangras
- Mischfrucht Mais/Sorghumhirse
- Grünroggen

Markfrucht

- Wintergetreide (Weizen, Roggen)



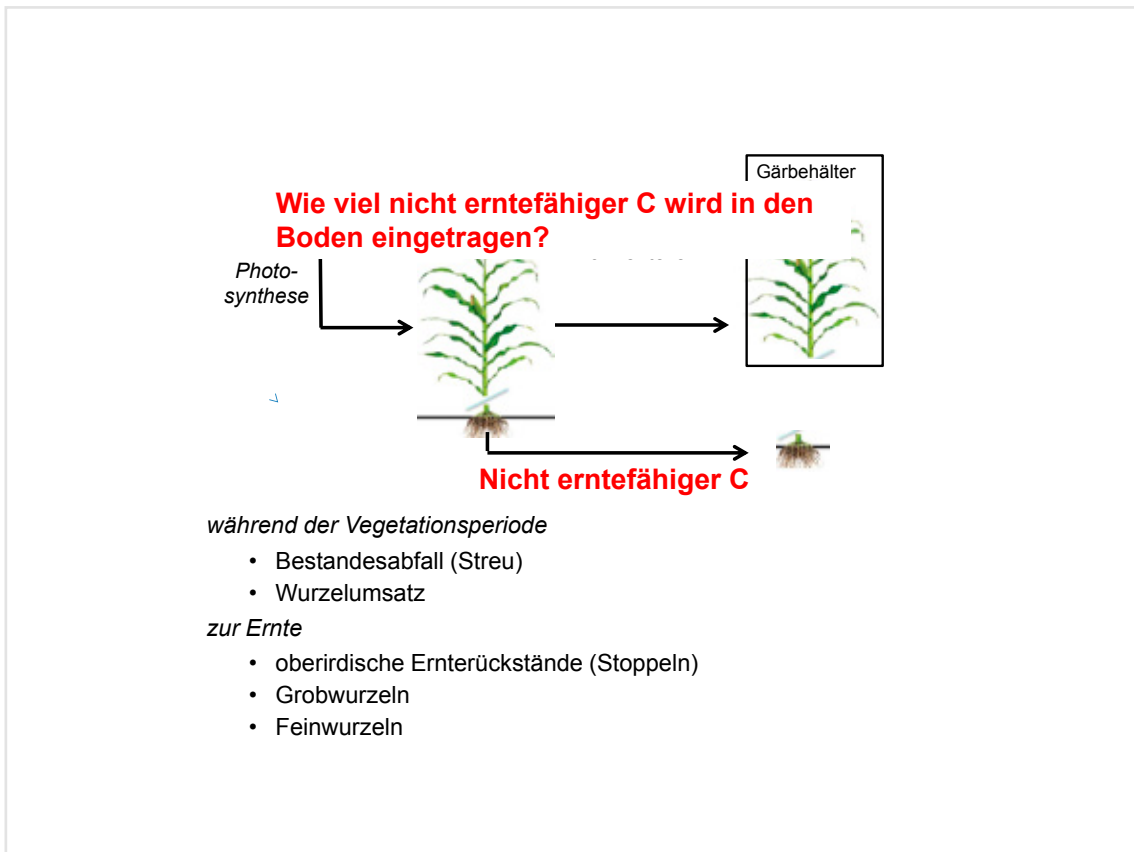
Durchschnittliche Erträge (dt Trockenmasse pro ha)

Kulturarten für Biogasproduktion

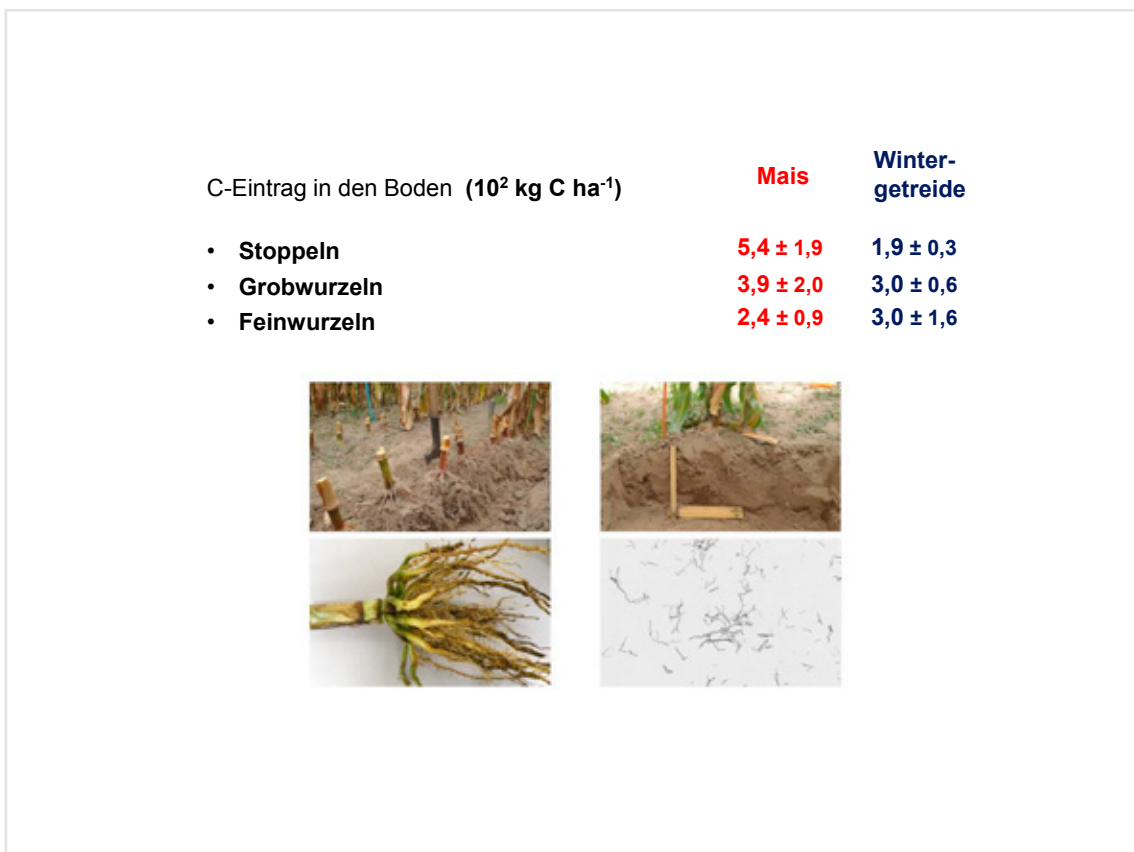
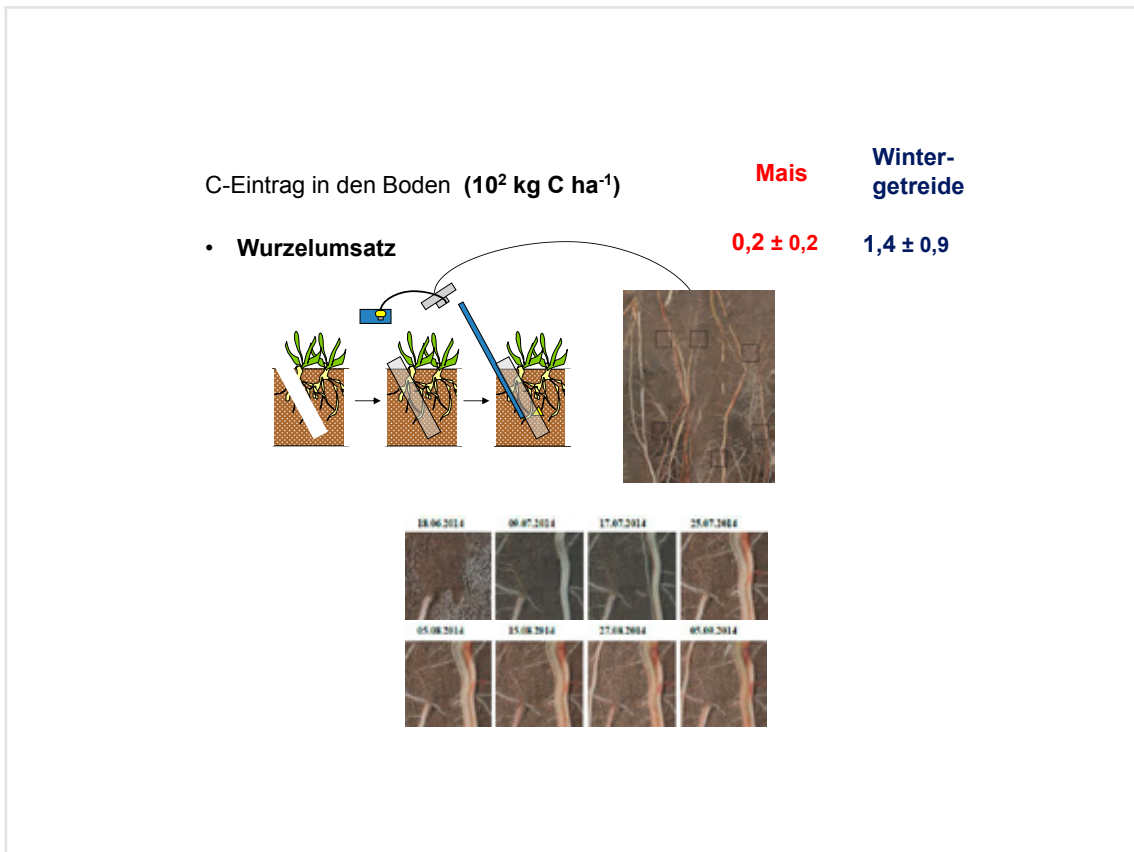
- | | |
|---------------------------|----------|
| • Mais | 198 ± 44 |
| • Sorghumhirse | 192 ± 46 |
| • Sudangras | 152 ± 27 |
| • Mischfrucht Mais/Sorgh. | 203 ± 49 |
| • Grünroggen | 92 ± 12 |

Markfrucht

- | | | |
|------------------|---------|-----------|
| | Korn | + Stroh |
| • Wintergetreide | 70 ± 12 | + 55 ± 10 |



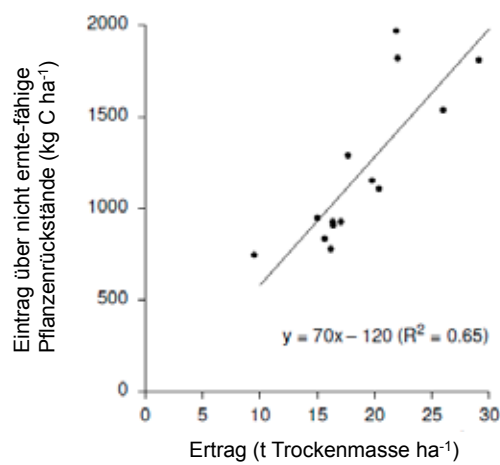
<p>C-Eintrag in den Boden ($10^2 \text{ kg C ha}^{-1}$)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Streu (z.B. abgestorbene Blätter) 	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Mais</td> <td style="text-align: center;">Winter- getreide</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,7 ± 0,2</td> <td style="text-align: center;">1,6 ± 0,5</td> </tr> </table>	Mais	Winter- getreide	0,7 ± 0,2	1,6 ± 0,5
Mais	Winter- getreide				
0,7 ± 0,2	1,6 ± 0,5				

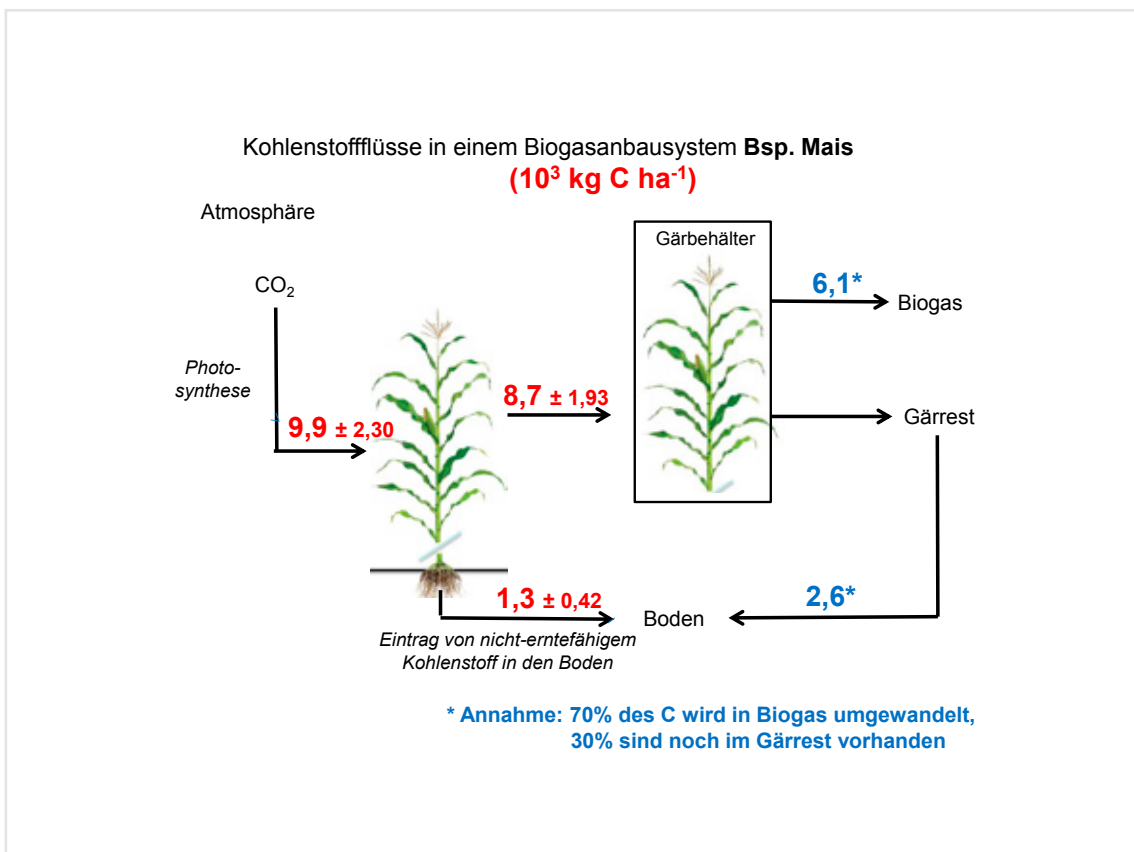
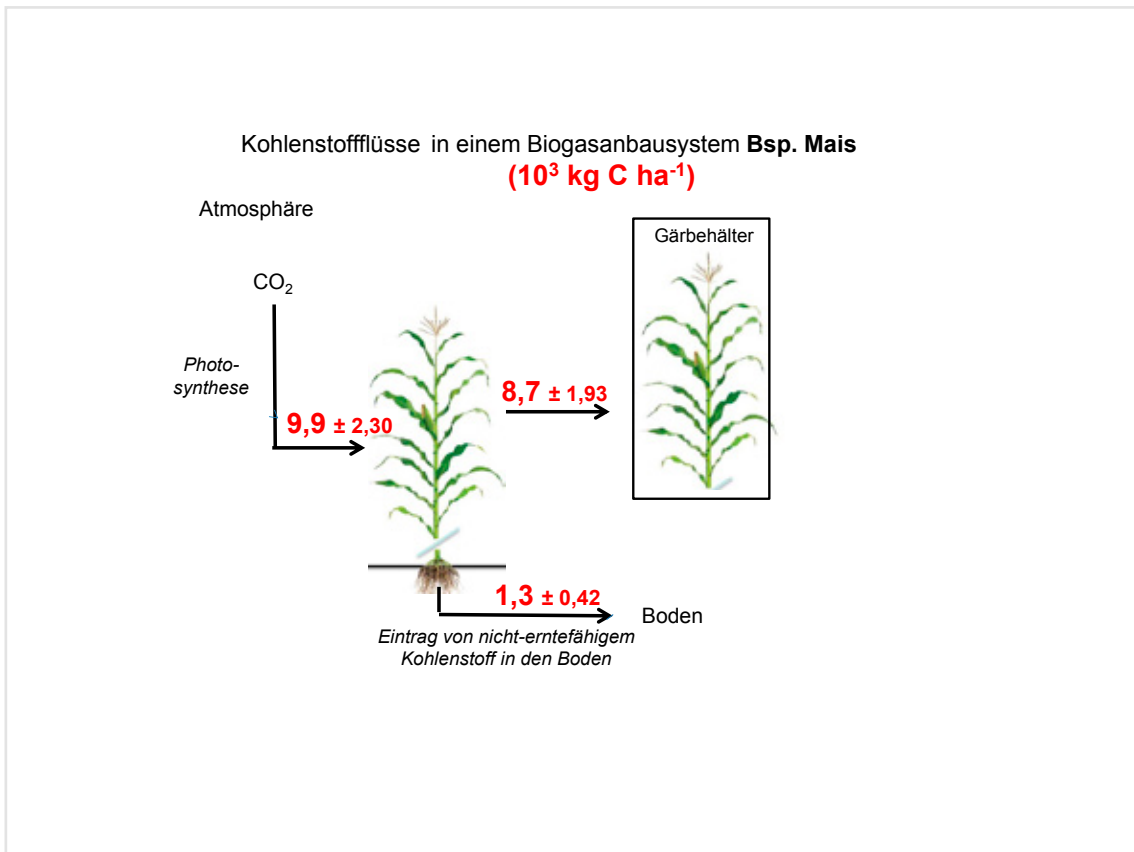


Eintrag von nicht erntefähigem C in den Boden

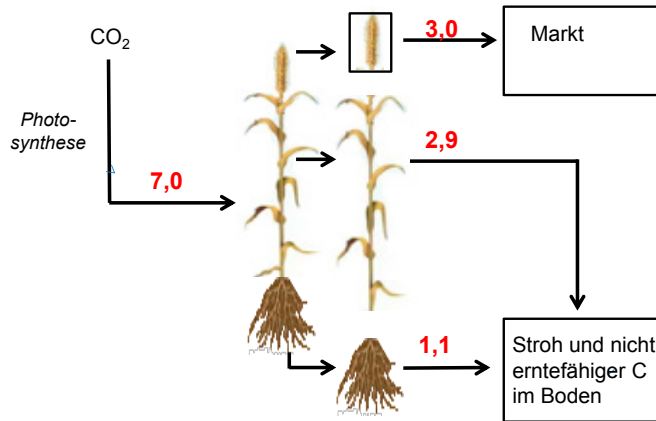
Quelle	C-Eintrag in den Boden (10 ² kg C ha ⁻¹)	
	Mais	Wintergetreide
Streu	0,7 ± 0,2	1,6 ± 0,5
Wurzelumsatz	0,2 ± 0,2	1,4 ± 0,9
Stoppeln	5,4 ± 1,9	1,9 ± 0,3
Grobwurzeln	3,9 ± 2,0	3,0 ± 0,6
Feinwurzeln	2,4 ± 0,9	3,0 ± 1,6
Summe Eintrag	12,6 ± 4,2	10,9 ± 2,9

Beziehung zwischen dem Maisertrag und dem C-Eintrag über nicht erntefähige Pflanzenrückstände





Kohlenstoffflüsse in einem Marktfruchtssystem (Bsp. Getreide)
(10³ kg C ha⁻¹)



Vergleich C-Flüsse Mais (Biogas) - Wintergetreide (Marktfrucht)

C-Fluss	Wi.getreide	Mais
	10³ kg C ha⁻¹	
C-Assimilation (Nettoprimärproduktion)	7,0	9,9

Vergleich C-Flüsse Mais (Biogas) - Wintergetreide (Marktfrucht)

C-Fluss	Wi.getreide	Mais
	10³ kg C ha⁻¹	
C-Assimilation (Nettoprimärproduktion)	7,0	9,9
<i>davon in den Boden in Form von</i>		
nicht erntefähigen Rückstände	1,1	1,3
Stroh / Gärrest	2,9	2,6
Gesamt in den Boden	4,0	3,9

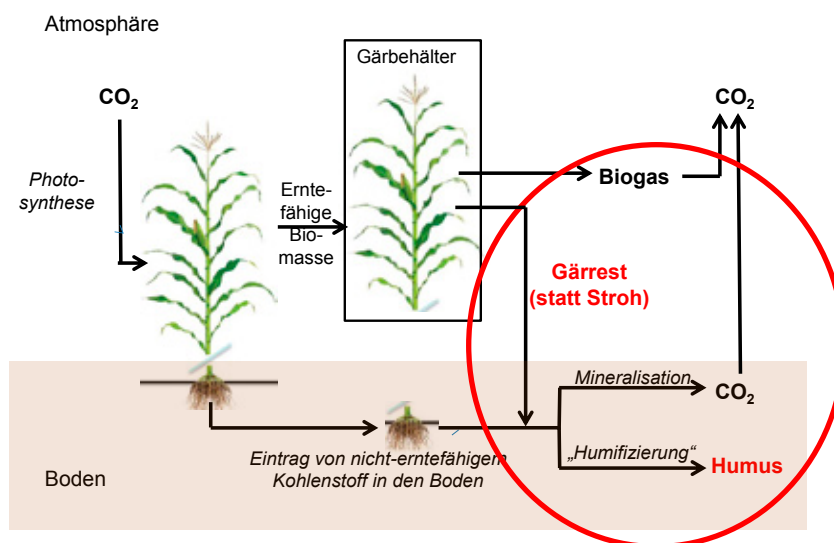
Wie hoch sind die C-Flüsse bei Anbau von Hirse oder Sudangras im Vergleich zu Mais und Wintergetreide?

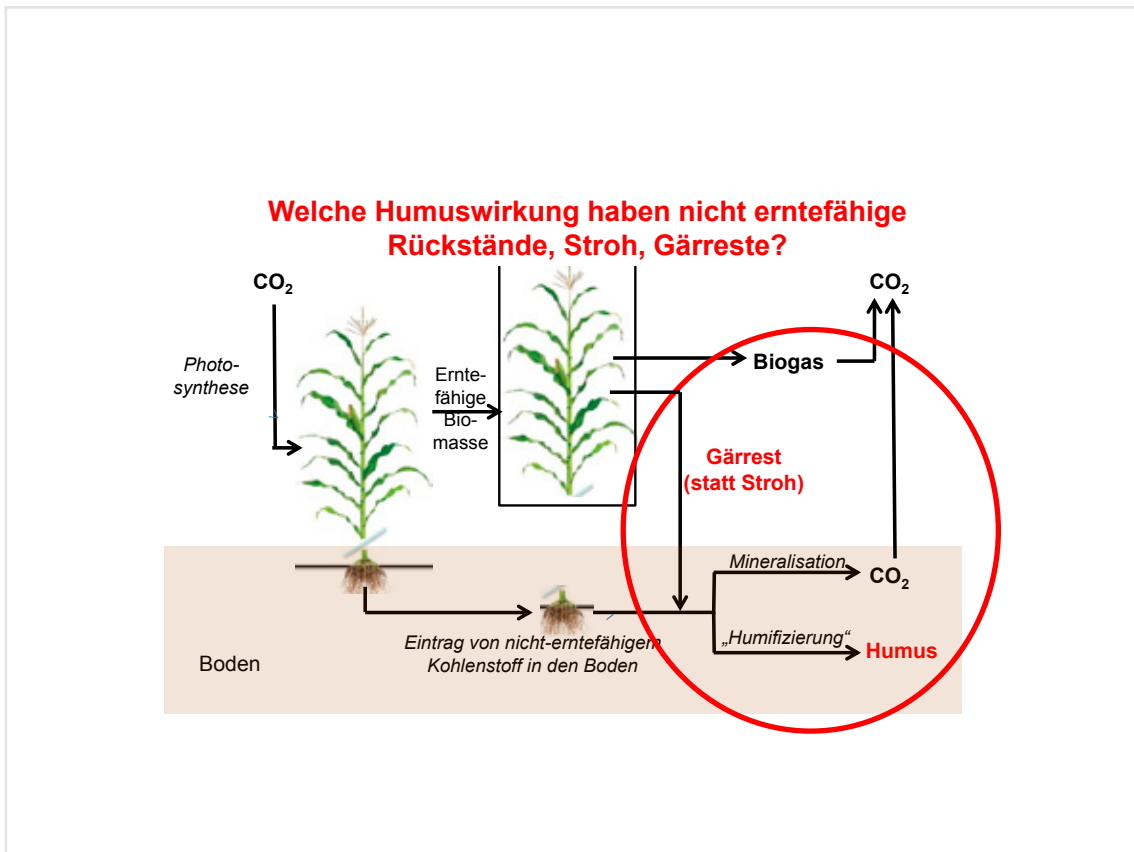
C-Fluss	Wiget.	Mais	Hirse	Sudang.
	10³ kg C ha⁻¹			
C-Assimilation (Nettoprimärprod.)	7,0	9,9	10,8	9,0

Wie hoch sind die C-Flüsse bei Anbau von Hirse oder Sudangras im Vergleich zu Mais und Wintergetreide?

C-Fluss	Wigetr.	Mais	Hirse	Sudang.
		10³ kg C ha⁻¹		
C-Assimilation (Nettoprimärprod.)	7,0	9,9	10,8	9,0
<i>davon in den Boden in Form von</i>				
nicht erntef. Rückstände	1,1	1,3	2,3	2,3
Stroh / Gärrest	2,8	2,6	3,2	2,5
Gesamt in den Boden	4,0	3,9	5,5	4,8

Kohlenstoffflüsse in einem Biogasanbausystem



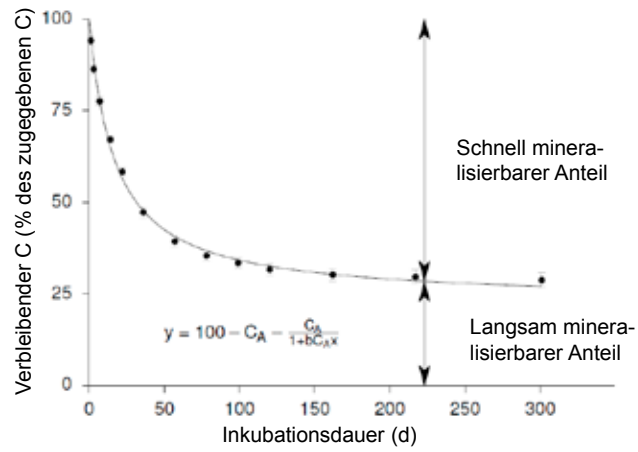


Ermittlung der Humuswirkung des in den Boden eingetragenen C

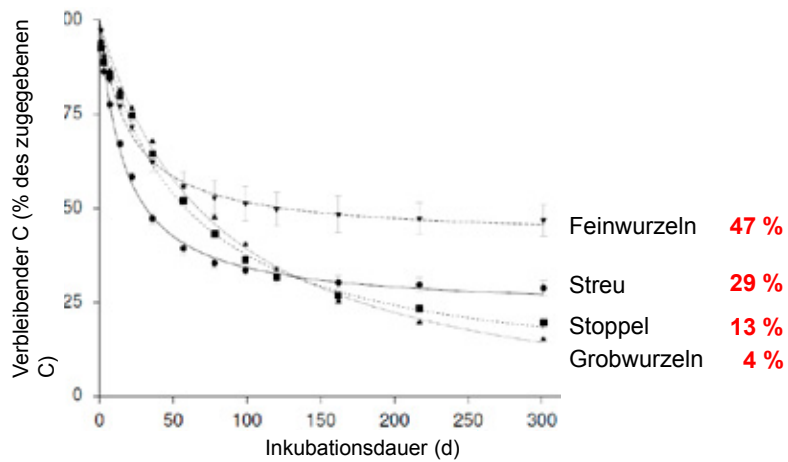
Inkubationsversuche unter standardisierten Bedingungen, bei denen die durch Einmischen von Reststoffen induzierte CO_2 -Freisetzung aus dem Boden gemessen und daraus der im Boden verbleibende organische C ermittelt wird.



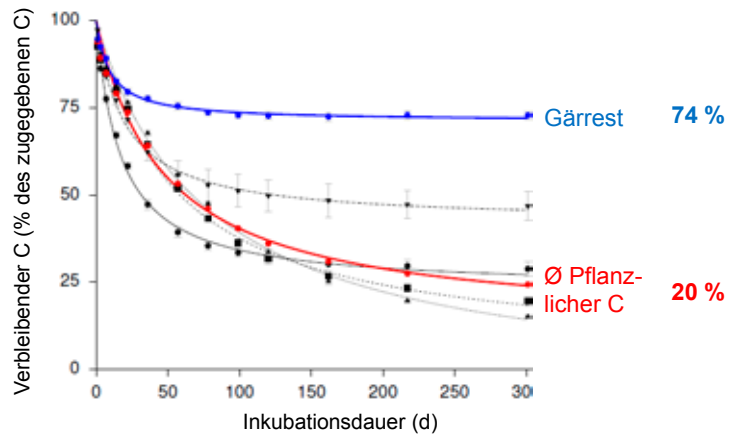
Zeitlicher Verlauf der Mineralsierung von organischem C im Inkubationsversuch



Zeitlicher Verlauf der Mineralsierung von unterschiedlichen organischen C-Quellen und daraus ermittelter **Anteil an Humus-C**

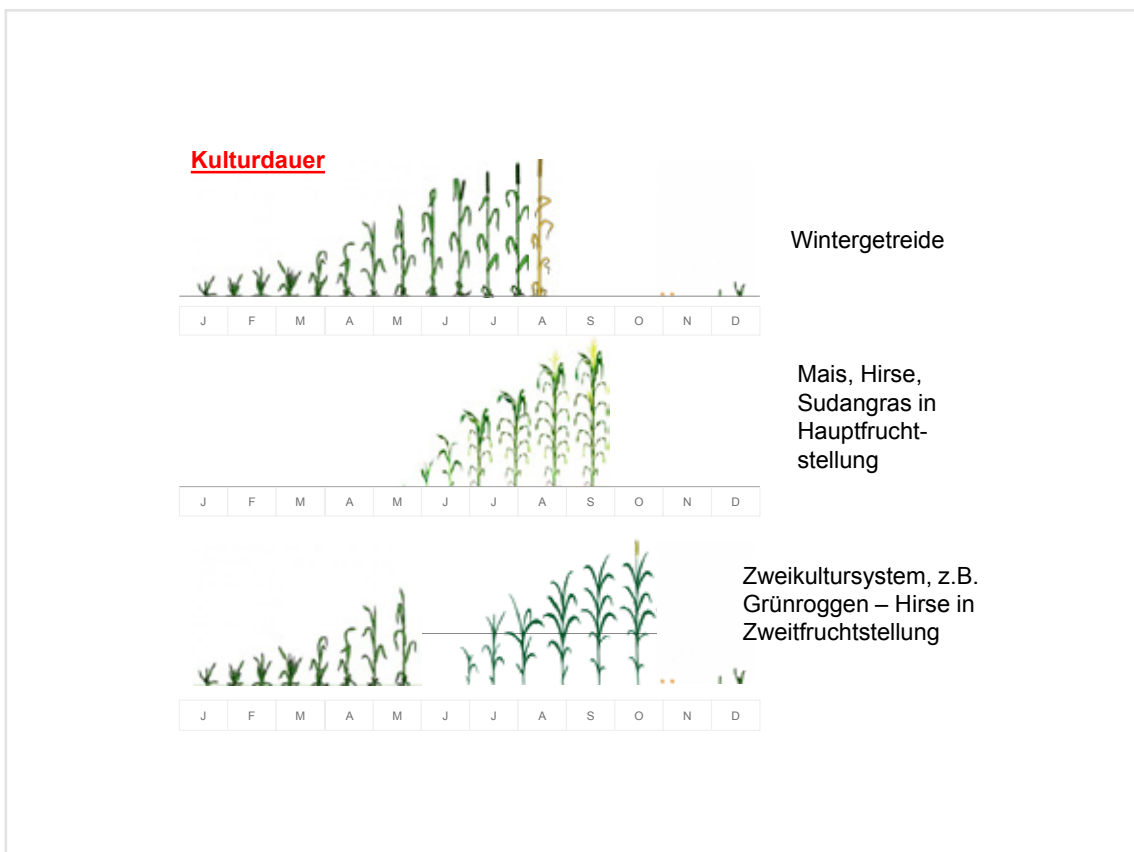
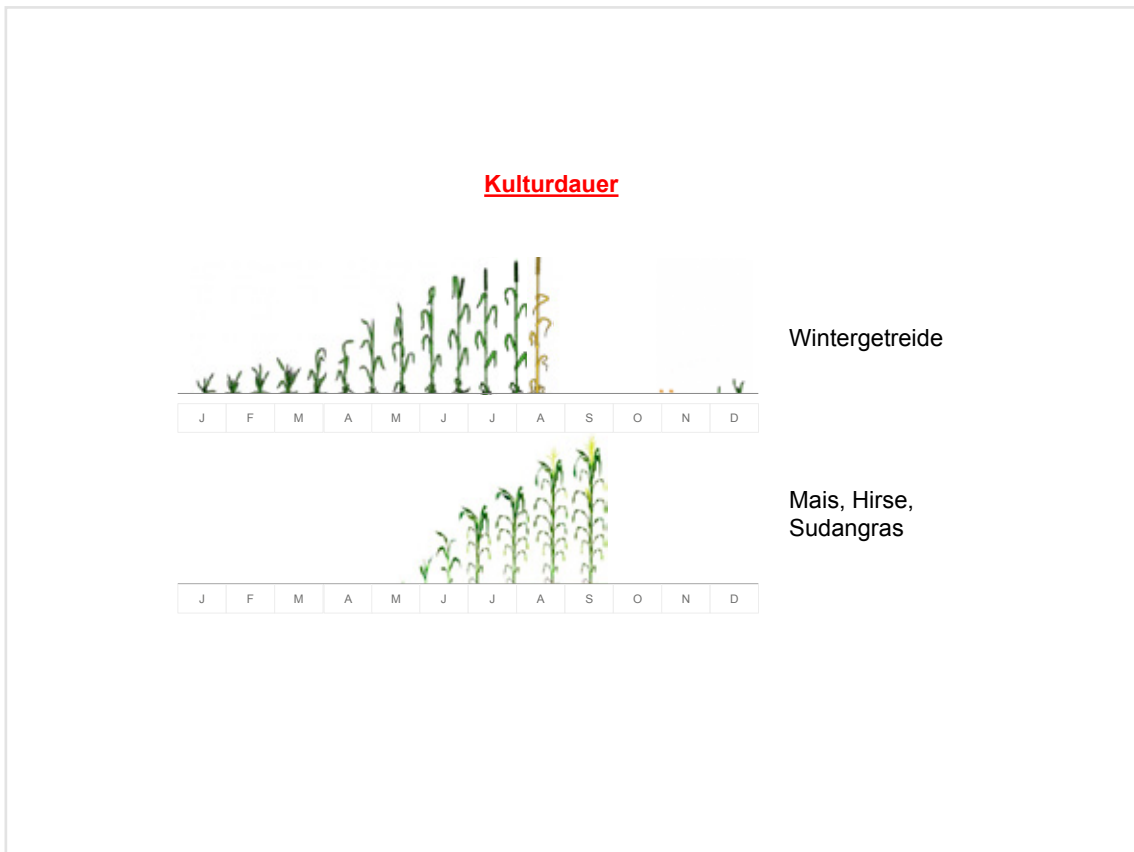


Zeitlicher Verlauf der Mineralsierung von unterschiedlichen organischen C-Quellen und daraus ermittelter Anteil an Humus-C



Vergleich C-Flüsse Wintergetreide (Marktfrucht) – Mais (Biogas)

C-Fluss	Weizen	Mais
	10³ kg C ha⁻¹	
Gesamt in den Boden	4,0	3,9
<i>davon in den „Humusvorrat“ über</i>		
nicht erntefähigen C	0,3	0,3
Stroh / Gärrest	0,6	1,9
Gesamt in den „Humusvorrat“	0,9	2,2



Vergleich C-Flüsse Wintergetreide – Mais (Hauptfrucht) –
Zweikultursystem (Grünroggen + Hirse in Zweitfruchtstellung)

C-Fluss	Winter- getreide	Mais	Grünr. + Hirse
	$10^3 \text{ kg C ha}^{-1}$		
Nettoprimärproduktion	6,7	9,9	13,0

Vergleich C-Flüsse Wintergetreide – Mais (Hauptfrucht) –
Zweikultursystem (Grünroggen + Hirse in Zweitfruchtstellung)

C-Fluss	Winter- getreide	Mais	Grünr. + Hirse
	$10^3 \text{ kg C ha}^{-1}$		
Nettoprimärproduktion	6,7	9,9	13,0
<i>davon in den Boden in Form von</i>			
nicht erntefähigen Rückstände	1,1	1,3	3,3
Stroh / Gärrest	2,9	2,6	3,5
Gesamt in den Boden	4,0	3,9	6,8

Vergleich C-Flüsse Wintergetreide – Mais (Hauptfrucht) –
Zweikultursystem (Grünroggen + Hirse in Zweitfruchtstellung)

C-Fluss	Winter- getreide	Mais	Grünr. + Hirse
	10³ kg C ha⁻¹		
Nettoprimärproduktion	6,7	9,9	13,0
<i>davon in den Boden in Form von</i>			
nicht erntefähigen Rückstände	1,1	1,3	3,3
Stroh / Gärrest	2,9	2,6	3,5
Gesamt in den Boden	4,0	3,9	6,8
<i>davon in den „Humusvorrat“ über</i>			
nicht erntefähige Rückstände	0,3	0,3	0,9
Stroh / Gärrest	0,6	1,9	2,6
Gesamt in den „Humusvorrat“	0,9	2,2	3,5



Sind diese Ziele kompatibel? **Ja**

Wie wirkt sich Pflanzenbau zur Biogasgewinnung auf die Versorgung des Bodens mit organischem C aus?

Bei optimaler Nutzung der Möglichkeiten („neue“ Kulturarten, Zweikultursysteme) kann die Versorgung des Bodens mit organischem C im Vergleich zu Marktfruchtssystemen erhöht werden.

Die Arbeitsgruppe wurde finanziell durch die Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe unterstützt (FKZ 22401112 „Ermittlung von Humusbedarfskoeffizienten für Energiepflanzenarten und Energiepflanzenproduktionssysteme“).



Aufbereitete Gärprodukte aus Bioabfällen als Dünger und Bodenhilfsstoff in der Landwirtschaft

*Dr. Christina-Luise Roß, Karin Sensel-Gunke, Dr. Verena Wilken, Kerstin Nielsen
Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP)*

*Prof. Dr. Dr. Frank Ellmer
Humboldt-Universität zu Berlin*

Einleitung

Die Verwertung von Bioabfällen in Biogasanlagen ist ein bewährtes Verfahren, das dank der deutschlandweiten Einführung der getrennten Sammlung von Bioabfällen am 1. Januar 2015 in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen wird. Ziel der deutschen wie der europäischen Politik ist es, die in den dabei entstehenden Gärprodukten enthaltenen Nährstoffe und organischen Verbindungen einer landwirtschaftlichen Nutzung zuzuführen. Die Gärprodukte werden dazu in der Regel kompostiert und gegebenenfalls durch Agglomeratbildung oder Pelletierung weiter aufbereitet. Im Rahmen des Projektes VeNGA (Grundlagenuntersuchungen zur Verwertung und Nährstoffnutzung sowie zur boden- und pflanzenbezogenen Wirkung von Gärrückständen aus der Abfallvergärung) sollten Einsatzmöglichkeiten und –grenzen derartiger Gärprodukte untersucht, sowie mögliche Zuschlagstoffe geprüft werden.

Material und Methoden

Zur Überprüfung der bodenökologischen und pflanzenbaulichen Wirkungen von kompostierten Gärprodukten aus Bioabfällen wurde ein dreijähriger Feldversuch angelegt, der durch Gefäßversuche, Versuche mit Rhizoboxen und phytotoxikologische Tests ergänzt wurde. Außerdem wurde die Kohlenstoffmineralisierungsrate der Gärprodukte mit Hilfe eines CarbO₂Bot® (prw electronics, Deutschland) bestimmt. Des Weiteren wurden Vermeidungstests mit Regenwürmern durchgeführt und Arten und Abundanz von Regenwürmern im Feldversuch erfasst.

Getestet wurden Gärprodukte aus Bioabfällen, die durch Siebung und Sortierung, Agglomeratbildung und Pelletierung sowie durch die Zugabe von verschiedenen Zuschlagstoffen (Tiermehl, KAS, Bentonit, Stroh) aufbereitet und in ihren chemisch-physikalischen Eigenschaften gezielt beeinflusst wurden.

Ergebnisse

Die Ergebnisse können wie folgt zusammen gefasst werden:

- Die unmittelbare Düngewirkung von kompostierten Gärprodukten aus Bioabfällen ist aufgrund der niedrigen Stickstoffverfügbarkeit gering. In den Gärprodukten sind aber hohe Gehalte an Phosphor und Kalium enthalten. Langfristig ist durch Einsatz solcher Gärprodukte der Aufbau eines Nährstoffdepots im Boden möglich. Daraus erwächst ein Einsparungspotential für andere Düngemittel. Außerdem zeichnen sich die Produkte durch basisch wirksame Bestandteile aus, welche die Kalkung ganz oder teilweise ersetzen können.
- Aus Bioabfällen hergestellte Komposte und Gärprodukte können zur Steigerung der Humusgehalte im Boden beitragen. Ca. 80 % des enthaltenen Kohlenstoffs liegt in stabilisierter Form vor und kann im Boden sequestriert werden.
- Problematisch sind hohe Gehalte an Schwermetallen und anderen Störstoffen. Die gesetzlich vorgegebenen Grenzwerte wurden in 50 % der untersuchten Chargen überschritten.
- Phytotoxische Effekte wurden nur in Einzelfällen festgestellt und waren nicht dosisabhängig, sondern wurden durch punktuelle Verunreinigungen verursacht.

- Die Aktivität der Mikroorganismen im Boden wurde durch Anwendung der Gärprodukte deutlich gefördert.
- Der Einfluss der Gärprodukte auf Regenwürmer konnte nicht eindeutig bestimmt werden. Eine Einschränkung der Habitatfunktion nach Gärproduktenanwendung wurde nicht festgestellt. Inwieweit Regenwürmer von Gärprodukten profitieren können hängt vor allem von den Ansprüchen der jeweiligen Regenwurmart an Nahrung und Lebensraum ab.
- Die Aufbereitung durch Agglomeratbildung oder Pelletierung ist möglich, ohne dass die wesentlichen positiven Eigenschaften davon beeinträchtigt werden.
- Durch Beimengung von Zuschlagstoffen können die Düngewirkung und die physikalischen Eigenschaften der Produkte verändert werden. Dies reduziert jedoch die Humusreproduktionswirkung. Hier besteht ein Zielkonflikt zwischen der Herstellung eines Düngeproduktes und der Produktion eines Bodenhilfsstoffes mit hohem Gehalt an stabiler organischer Substanz.

Aufbereitete Gärprodukte aus Bioabfällen als Dünger und Bodenhilfsstoff in der Landwirtschaft

Dr. Christina-Luise Roß

*Karen Sensel-Gunke
Dr. Verena Wilken
Kerstin Nielsen
Prof. Dr. Frank Ellmer*



Fachtagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen"
Berlin, 3./4. Juli 2018

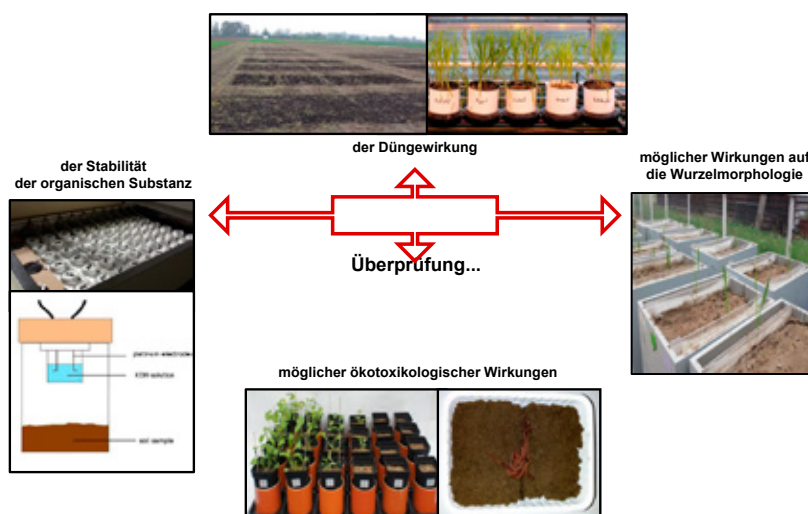
Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP)



- Das Schließen von Nährstoffkreisläufen ist ein erklärtes Ziel der Politik in Deutschland.
- Seit dem 1. Januar 2015 ist die getrennte Sammlung und Verwertung von Bioabfällen deutschlandweit Pflicht.
- ~ 950 Biogasanlagen nutzen Bioabfälle als Substrat
→ 3,6 Millionen t Gärreste pro Jahr
- Novellierung DüngeVO: Stickstoff aus allen organischen Düngemitteln ist für die Nährstoffbilanz Betriebe anzurechnen.
- Bei der Gärproduktdüngung gilt die Höchstausbringungsmenge von 170 kg Stickstoff (N) pro Hektar für die gesamte Menge und nicht nur für den tierischen Anteil.

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

- Können Gärrückstände aus Bioabfällen als Dünger oder Bodenhilffstoffe in der Landwirtschaft eingesetzt werden?
- Welchen Einfluss haben diese Gärrückstände auf Ertragsbildungsprozesse und Bodenbiologie?
- Welchen Beitrag können Gärprodukte aus Bioabfällen für den Kohlenstoffhaushalt im Boden leisten?
- Gibt es phyto- oder ökotoxikologische Probleme?
- Welche Auswirkungen hat die Aufbereitung von Gärprodukten z.B. durch Pelletierung oder Agglomeration?
- Kann durch Zugabe organischer oder mineralischer Zuschlagstoffe der Düngewert der Produkte gesteigert werden?



Teil 1: Prüfung verschiedener Aufbereitungsarten:

- Ausgangsmaterial: Bioabfälle aus privaten Haushalten
- Aufbereitung:
 1. Vermischung mit Strukturmaterial
 2. Vergärung
 3. ca. sechswöchige Kompostrotte
 4. Sieben, Handsortierung, Agglomeration, Pelletierung

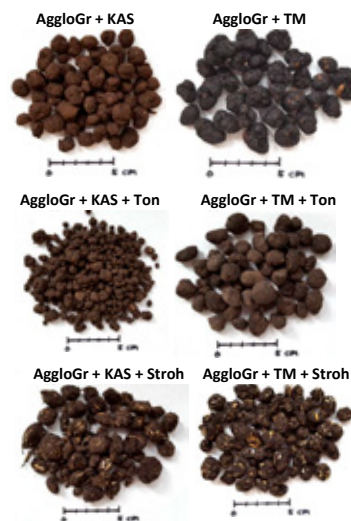
→ Vier Chargen



Teil 2: Prüfung verschiedener Zuschlagstoffe:

- Ausgangsmaterial: Kompostierte Gärreste aus Bioabfällen (AggloGr)
- Nutzung des Agglomerationsverfahrens zur Zugabe von Sekundärstoffen, die
 - a. den Stickstoffgehalt erhöhen: Tiermehl (TM) und KAS
 - b. die Zerfalls- und Abbaueigenschaften verbessern: Ton und Stroh

→ Eine Charge



Ausgewählte chemische Parameter der Gärprodukte mit und ohne Zuschlagstoffe

Zuschlagstoffe	Gärprodukt	TS (%)	oTS (%)	N _{ges} (g kg ⁻¹)			C/N	P (g kg ⁻¹)		K (g kg ⁻¹)	pH
				N _{ges}	NH ₄ -N	C _{org}		P	K		
ohne (Beispiel Charge 1)	Gesiebt	74,0	53,8	21,2	1,3	259,9	12,3	3,7	18,0	7,3	
	Agglomerate	76,7	51,6	21,4	1,2	256,0	12,0	4,0	18,4	7,5	
	Pellets	80,0	53,3	20,4	1,7	286,7	14,1	3,6	17,0	7,1	
	Handsortiert	86,4	62,6	18,0	1,4	289,6	16,1	4,0	16,2	7,3	
mit	AggloGr + TM	89,5	46,1	45,0	2,9	243,2	5,4	2,0	8,0	6,4	
	AggloGr + TM + Ton	94,6	37,2	34,6	2,8	182,4	5,3	1,6	6,8	7,0	
	AggloGr + TM + Stroh	93,9	52,6	52,4	3,1	272,0	5,2	2,1	9,3	6,3	
	AggloGr + KAS	91,2	36,5	49,4	23,5	120,0	2,4	1,7	6,7	6,8	
	AggloGr + KAS + Ton	86,0	30,2	59,5	24,8	81,5	1,4	1,1	5,4	7,0	
	AggloGr + KAS + Stroh	95,5	38,6	52,4	22,0	142,2	2,7	1,9	7,0	6,2	

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

**Nährstoffverfügbarkeit
und
Düngewirkung**

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

Je ein Versuch mit den Gärprodukten ohne und mit Zuschlagstoffen

Faktor:

- Gärprodukt bzw. Düngung mit 3 g N je Gefäß

Prüfpflanzen:

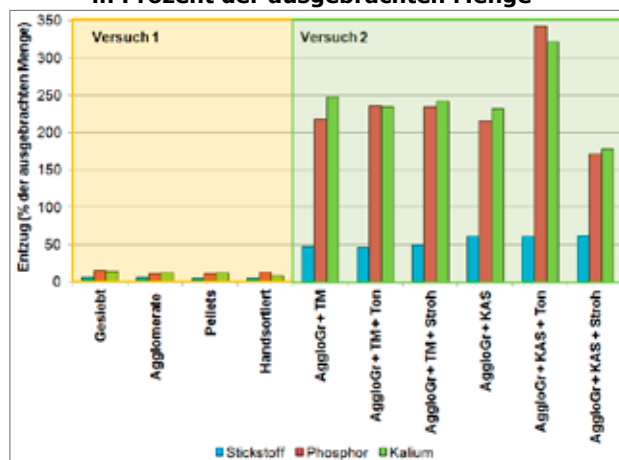
- Hafer (*Avena sativa* L.)
- Sommerraps (*Brassica napus* L.)

Prüfmerkmale:

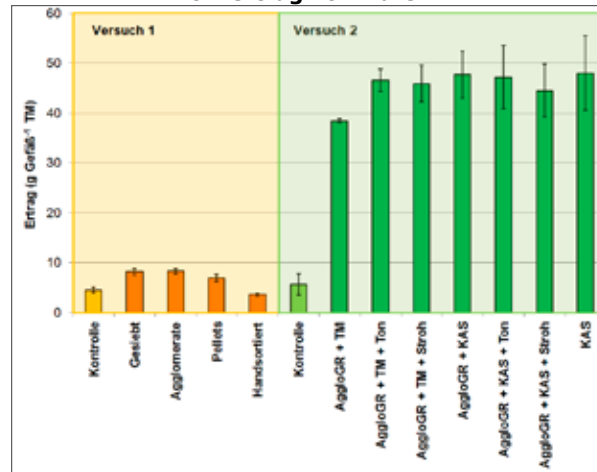
- Wachstum und Entwicklung
- Biomasseertrag und Blattfläche (Raps)
- Kornertag und Ertragskomponenten (Hafer)
- Nährstoffgehalte (N, P, K, Mg, C)



Entzug von Stickstoff, Phosphor und Kalium durch Hafer in Prozent der ausgebrachten Menge



Kornertrag von Hafer



Fehlerbalken = Standardabweichung, n = 4

Fruchtfolge: SZF Gelbsenf (2014) – Winterroggen (2014/15)– Silomais (2015) – Winterweizen (2015/16)

Ungedüngte Kontrolle

Parzellen mit Gärprodukten (GP):

10 t TM ha⁻¹ **GP (~ 200 kg ha⁻¹ N)**

Parzellen mit Mineraldüngung:

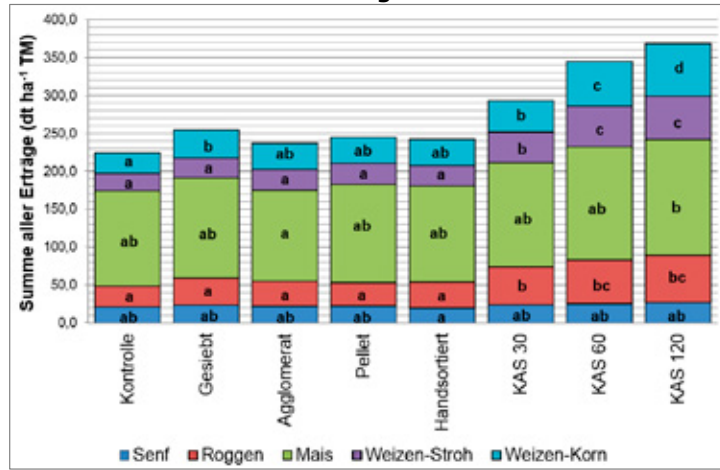
30 kg ha⁻¹ N aus **KAS**

60 kg ha⁻¹ N aus **KAS**

120 kg ha⁻¹ N aus **KAS**



Trockenmasseerträge im Feldversuch



Verschiedene Buchstaben innerhalb einer Kultur markieren signifikante Unterschiede zwischen den Varianten (Tukey's HSD-Test, $P \leq 0,05$)

Ökotoxikologie

Spannweite der Schwermetallgehalte in vier Chargen der Gärprodukte aus Bioabfällen

Gärprodukt	Cadmium	Chrom	Kupfer	Blei
	mg kg ⁻¹			
Gesiebt	0,4 - 2,6	27,0 - 42,4	42,4 - 54,1	93,2 - 107,4
Handsortiert	0,3 - 2,2	37,7 - 75,4	30,1 - 55,1	39,8 - 127,6
Agglomerate	0,4 - 2,9	31,9 - 49,3	35,6 - 88,2	61,9 - 310,8
Pellets	0,3 - 2,6	38,6 - 70,2	36,6 - 140,2	48,9 - 180,7
Produktmenge (in drei Jahren)	Grenzwerte laut BioAbfV (mg kg⁻¹)			
20 t ha ⁻¹ TM	1,5	100,0	100,0	150,0
30 t ha ⁻¹ TM	1,0	70,0	70,0	100,0

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

Prüffaktor

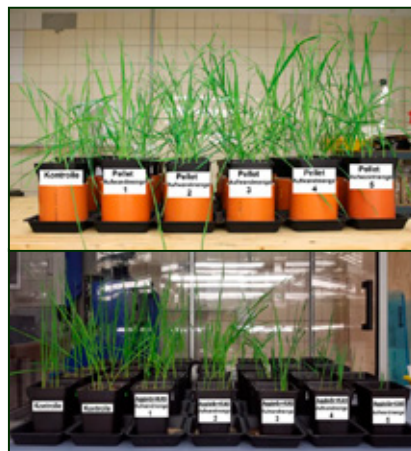
- Aufwandmenge: entsprechend 100, 200, 400, 600 und 900 kg ha⁻¹ N bzw. 5, 10, 15, 20, 25 t ha⁻¹ TM

Prüfpflanzen:

- Hafer (*Avena sativa* L.)
- Rübsen (*Brassica rapa* L.)

Prüfmerkmale:

- Aufgang
- Wuchshöhe und Trockenmasse nach 21 Tagen



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

Auftreten von negativen oder positiven Wirkungen der Gärprodukte aus Bioabfällen auf Aufgang, Wuchshöhe und Trockenmasseertrag von Rübsen und Hafer

Pflanzenart	Rübsen															Hafer														
	1					3					4					1					3					4				
Versuch (Charge)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Aufgang	Gesiebt																													
	Agglomerate																													
	Pellets																													
	Handsortiert																													
Wuchshöhe	Gesiebt																													
	Agglomerate																													
	Pellets																													
	Handsortiert																													
Ertrag	Gesiebt																													
	Agglomerate																													
	Pellets																													
	Handsortiert																													

Blau markiert: keine Unterschiede zur Kontrolle (Tukey's HSD Test bzw. Games-Howell's Test, $P \leq 0.05$). Grau markiert: Versuch bzw. Varianten nicht auswertbar.

Auftreten von negativen oder positiven Wirkungen der Gärprodukte aus Bioabfällen mit Zuschlagstoffen auf Aufgang, Wuchshöhe und Trockenmasseertrag von Rübsen und Hafer

Pflanzenart	Rübsen										Hafer									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Aufgang	AggloGr+TM																			
	AggloGr+TM+Ton																			
	AggloGr+KAS																			
	AggloGr+KAS+Ton																			
Wuchshöhe	AggloGr+TM																			
	AggloGr+TM+Ton																			
	AggloGr+KAS																			
	AggloGr+KAS+Ton																			
Ertrag	AggloGr+TM																			
	AggloGr+TM+Ton																			
	AggloGr+KAS																			
	AggloGr+KAS+Ton																			

Blau markiert: keine Unterschiede zur Kontrolle (Tukey's HSD Test bzw. Games-Howell's Test, $P \leq 0.05$). Rotes X: Versuch bzw. Varianten nicht auswertbar, da zu wenig überlebende Pflanzen bzw. zu viele Gefäße mit Totalausfall.

Prüffaktor

- Düngung: verschiedene Gärprodukte, Stallmist, KAS
- Aufwandmenge: entsprechend 200 und 400 kg ha⁻¹ N

Prüforganismus:

- *Eisenia fetida*

Versuchsbedingungen:

- Volumen Container: 1 l
- 10 Tiere je Container
- 20 ± 1 °C, Licht-/Dunkelzyklus: 16/8
- Bodenfeuchte: 50 % WHK_{max}

Prüfmerkmale:

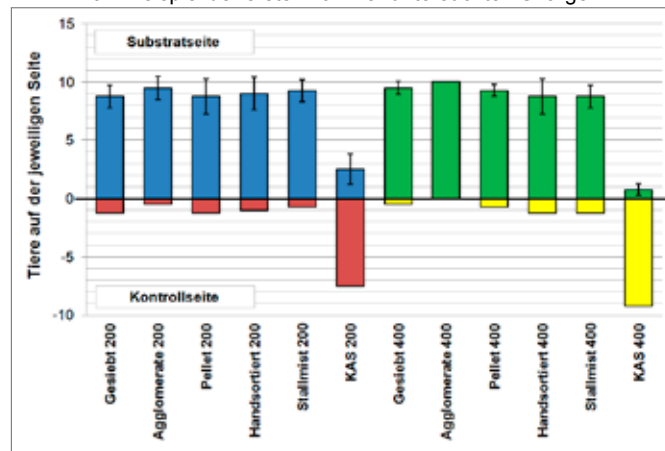
- Verteilung der Regenwürmer nach 48 h:



$$\text{Vermeidung} = \frac{\text{Wärmer auf der Kontrollseite} - \text{Wärmer auf der Testsubstratseite}}{\text{Gesamtanzahl Würmer}} \cdot 100$$

- Biomasse der Regenwürmer

Ergebnisse der Vermeidungstests mit Gärprodukten aus Bioabfällen
am Beispiel der ersten von vier untersuchten Chargen



Fehlerbalken = Standardabweichung, n = 4

Kohlenstoffmineralisierung

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

Drei Versuche mit verschiedenen Chargen der Gärprodukte ohne Zuschlagstoffe

Ansatz und Bedingungen:

- je 200 ml Gefäß 40 g Boden + Gärprodukt entsprechend 200 kg ha⁻¹ N bzw. 10 t ha⁻¹ TM
- Standard: Glucose (0,4 bzw. 0,2 g FM je Gefäß)
- 20 ± 1°C
- Bodenfeuchte: 70 % WHK_{max}

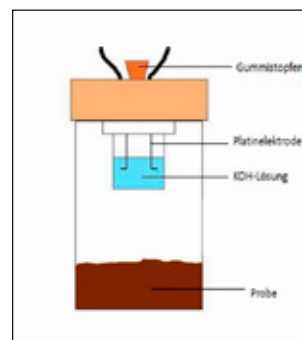
Laufzeit:

- 100 Tage

Messungen:

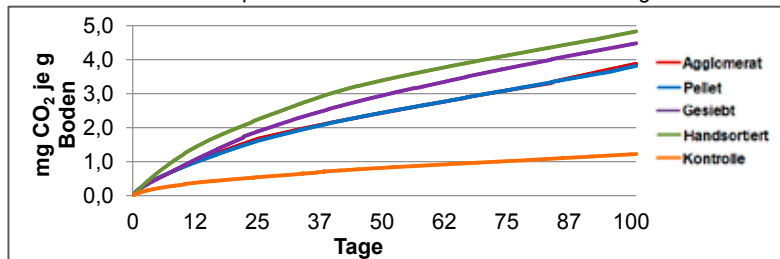
- stündliche Messung der Leitfähigkeit in der Lauge
- Berechnung der CO₂-Freisetzung:

$$CO_2[mg] = \left(1 - \frac{\text{Leitfähigkeit Substratdose}}{\text{Leitfähigkeit Leerdose}}\right) * CO_2\text{Koeff} * \text{Molarität Lauge [mol]} * \text{Volumen Lauge [ml]}$$



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

CO₂-Freisetzung nach Anwendung von Gärprodukten aus Bioabfällen
am Beispiel der ersten von drei untersuchten Chargen



C-Mineralisierungsrate (% des eingewogenen C) nach 100 Tagen

Verschiedene Buchstaben innerhalb einer Zeile markieren signifikante Unterschiede zwischen den Testsubstraten (Tukey's HSD-Test, P ≤ 0,05)

Versuch (Charge)	Gesiebt	Agglomerate	Pellets	Handsortiert
1	29,5 ± 8,1 ^b	22,4 ± 2,6 ^{ab}	19,4 ± 4,4 ^a	23,3 ± 6,5 ^{ab}
3	24,7 ± 5,9 ^a	22,3 ± 6,6 ^a	25,8 ± 5,4 ^a	31,7 ± 8,9 ^a
4	4,4 ± 0,8 ^a	6,9 ± 0,6 ^{ab}	9,7 ± 1,9 ^{bc}	11,2 ± 2,2 ^c

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

- Die Verwendung von kompostierten Bioabfällen als Dünger ist möglich; die Nährstoffgehalte und -verfügbarkeit sind jedoch gering.
- Störstoffe und chemische Kontaminationen bleiben ein Problem. Die Grenzwerte für Schwermetallgehalte wurden in 50 % der untersuchten Chargen überschritten.
- Phytotoxizität der Gärprodukte wurde nur in Einzelfällen festgestellt und war nicht dosisabhängig. Die Habitatfunktion für Regenwürmer war nicht eingeschränkt.
- Bodenatmungsversuche haben gezeigt, dass der Einsatz kompostierter Gärprodukte aus Bioabfällen die Aktivität der Mikroorganismen im Boden fördert. Gleichzeitig besteht das Potenzial, Humusgehalte zu erhöhen und Kohlenstoff im Boden zu sequestrieren.

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

- Agglomeratbildung und Pelletierung können die Mineralisierung der Gärprodukte verzögern:
 - + Dies kann organische Substanz stabilisieren und Auswaschungs- bzw. Emissionsverluste verringern.
 - Die Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe und die Düngewirkung der Produkte werden dadurch verringert.
- Agglomerate lösen sich schneller auf als Pellets, wodurch höhere Mengen an Nährstoffen verfügbar werden.
- Zuschlagstoffe wie Tiermehl, KAS, Ton und Stroh verbessern die Düngewirkung.
 - Durch die veränderte Zusammensetzung wird die applizierte Kohlenstoffmenge vermindert und die Humusreproduktionsleistung reduziert.



**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!**



Handlungsoptionen für einen grundwasserschonenden Gärresteinsatz

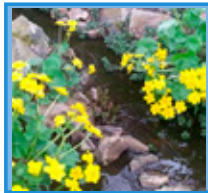
Dr. agr. Christine von Buttlar
Ingenieurgesellschaft für Landwirtschaft und Umwelt

In der EG-Nitratrichtlinie und EG-Wasserrahmenrichtlinie zielen darauf ab, die europäischen Grund- und Oberflächengewässer sowie Küstengewässer zu schützen. So sollen u. a. Nitrat- und Phosphateinträge in allen Gewässern gering gehalten werden. Für Nitrat gilt die Einhaltung des Grenzwertes von 50 mg NO₃/l. Hinsichtlich des Nitrats befinden sich derzeit 36 % der deutschen Grundwasserkörper in einem schlechten Zustand, erreichen also die genannten Ziele nicht (UBA 2010). Nährstoffausträge aus der Landwirtschaft in die Gewässer flächendeckend zu reduzieren ist das oberste Ziel der novellierten Düngeverordnung, die vorgibt, dass die Landbewirtschaftung so zu erfolgen hat, dass Nährstoffeinträge in oberirdische Gewässer und das Grundwasser zu vermeiden sind (DÜV 2017). Diese Anforderungen gelten auch bei der Energiepflanzenenerzeugung für Biogasanlagen, die durch maisbetonte Fruchtfolgen und die Rückfuhr organischer Dünger in Form von Gärresten besondere Herausforderungen an einen gewässerschonenden Anbaustellen.

V Versuchsergebnisse zum gewässerschonenden Energiepflanzenanbau, u. a. aus dem nun abgeschlossenen FNR Vorhaben EVA III werden in der aktuell erschienenen FNR-Broschüre „Gewässerschutz mit nachwachsenden Rohstoffen“ vorgestellt und sind Bestandteil des Vortrags. Die Beispiele zeigen, dass angepasste N-Gaben einerseits und eine standortangepasste Auflockerung von Fruchtfolgen z. B. durch Zwischenfrüchte und weitere Biogassubstrate, wie Ganzpflanzengetreide und Ackergräser, aber auch der Anbau von Dauerkulturen wie die durchwachsene Sylphie und Riesenweizengräser erhebliche Potenziale zur Sicherung niedriger N-Austräge in Energiepflanzenfruchtfolgen bieten. Die Ergebnisse werden im Kontext der möglichen Ertragsleistungen und weiterem Untersuchungs- sowie Handlungsbedarf diskutiert.



Handlungsoptionen für einen grundwasserschonenden Gärresteinsatz



Dr. agr. Christine von Buttlar, IGLU

FNR Tagung „Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen“
3. und 4. Juli 2018, Berlin



Tops

- Einführung
 - Ist-Zustand und Ziele für die Gewässerqualität
 - Situation im Energiepflanzenanbau für Biogasanlagen
- Ergebnisse zum grundwasserschonenden Energiepflanzenbau - Ein Blick in die Gewässerschutzbrochüre
- Neue Düngeverordnung – alle Probleme gelöst?
- Fazit



Chemischer Zustand der Grundwasserkörper in Deutschland – Nitrat (UBA, 2016)



- Schlechter chemischer Zustand (Nitrat)
- Guter chemischer Zustand (Nitrat)

- **Grundwasser:** 28% der Grundwasser-Messstellen liegen im Mittel > 50 mg NO₃/l
- Nitratkonzentrationen sind in der Tendenz leicht abnehmend.

Quelle: UBA, 2016

- 2016: EU Kommission verklagt Bundesregierung wegen zu hoher Nitratwerte und Verstoß gegen die Nitratrichtlinie
- 21.6.2018: EuGH gibt Klage der EU-Kommission gegen Deutschland statt.
- Bezug sind Daten aus 2014. Ob die neue DüV 2017 den gewünschten Erfolg bringt wird angezweifelt (u.a. Expertise von Taube Juni 2018)

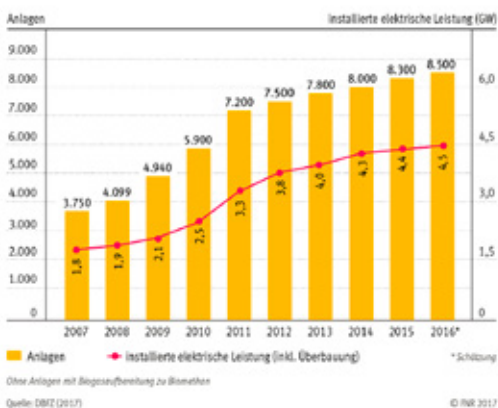
Quelle: https://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/Agrarpolitik/EU-Urteil-befeuert-Streit-ums-Duengen_article1529618612.html

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de

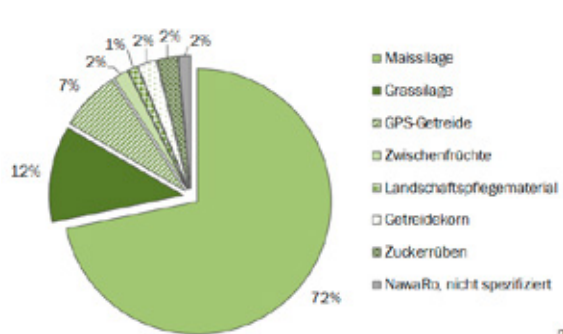


Masse- und energiebezogener Substrateinsatz nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen in Deutschland

Entwicklung der Anzahl und Leistung von Biogasanlagen



Massebezogener Substrateinsatz nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen



- 2017 betrug die Maisanbaufläche 2,5 Mio ha, davon 0,9 Mio ha für Biogas (FNR 2017).
- 76% der Energie kommt aus NawaRo, wobei Mais nach wie vor den größten Anteil hat.
- Weitere 14,8% der Energie kommt aus Wirtschaftsdüngern (= 44,5% massebezogen). (DBFZ Betreiberbefragung 2017)

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de



eva VERBUND Inhalte der Gewässerschutzbroschüre

Grundlagen Nitrat und Düngung

Aktuelle Regelwerke

Gärrestdüngung zu Energiepflanzen

Ackerfuttergräser/ Untersaaten

Zwischenfrüchte

Fruchtfolge-Bewertungen

Durchwachsene Silphie

Riesenweizengras

N-Modellierung

Humusbilanzen

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de

eva VERBUND Aufwuchsleistung und Nährstoffzüge von Zwischenfruchtmischungen

Praxisversuch Standort Niedersachsen 2014, Betriebsübliche org. Gärrestdüngung, Zwischenfruchtanbau nach Roggen-GPS

Mischung	N-Gehalt [kg/ha]	K-Gehalt [kg/ha]	P-Gehalt [kg/ha]	Mg-Gehalt [kg/ha]	TM-Ertrag [dt/ha]
Aqua Pro	112	167	41		
Beta Maxx TR	116	223	39		
Winter Green	124	148	34		
MaisPro TR	139	214	40		
Senf	181	249	56		

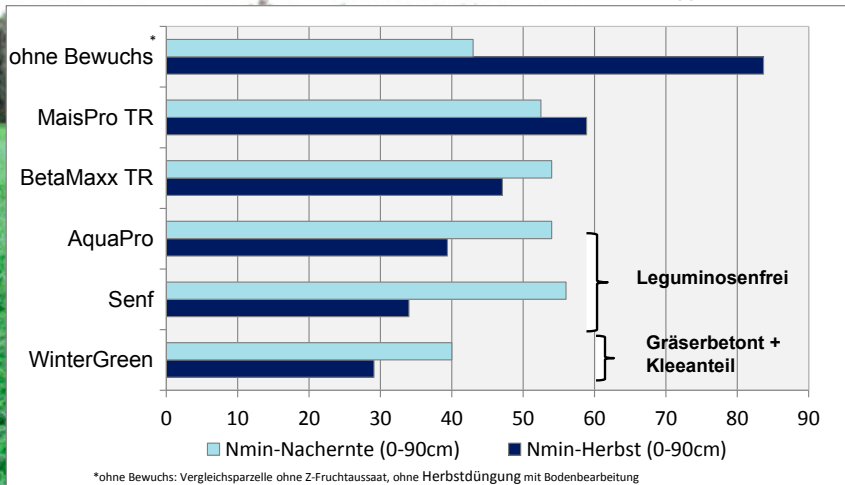
- Aufwuchsleistung um 4 - 6 t TM/ha
- Hohe N-Aufnahme der unterschiedlichen Z-Früchte, auch > 100 kg N/ha.
- N-Anrechnung in der Düngep lanung der Folgekultur entscheidend !(Novellierte DÜV = 0 bis 20 kg N/ha für Nichtleguminosen, 40 kg N/ha für Leguminosen, winterhart u. im Frühj. eingearbeitet)
- Deutliche Verbesserung der Bodenstruktur und Erosionsminderung.

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de



Nmin-Werte unter Zwischenfrüchten (Nds. 2014)

Praxisversuch Standort Niedersachsen 2014, Zwischenfrüchte nach Roggen GPS

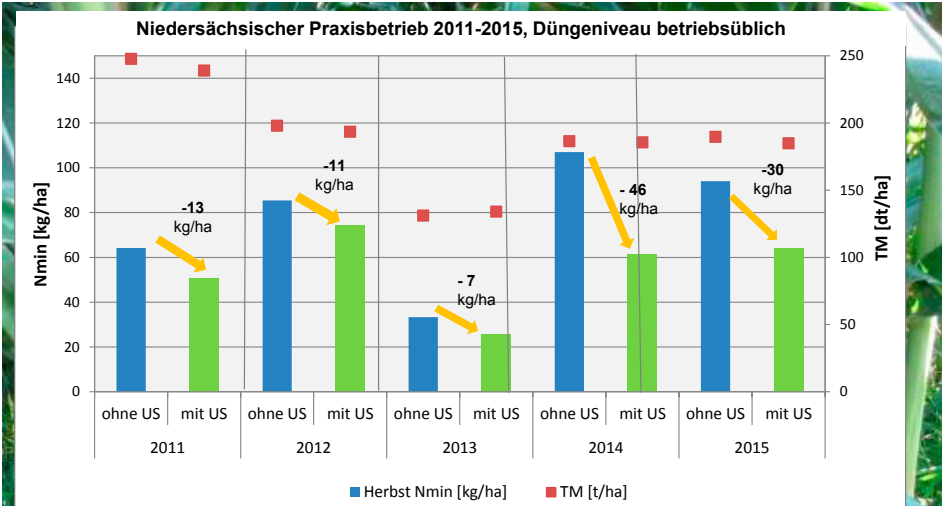


- Vergleichsparzelle zeigt das hohe Mineralisationspotenzial des Standortes im Herbst 2014.
- Hohe Grundwasserschutzleistung der Z-Früchte nachgewiesen (-25 bis -55 kg N/ha Reduktion)

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de



N-Reduktion durch Untersaaten im Mais Herbst-N_{min} (Nds. 2011-2015)



- Ertragsniveau wird durch die Untersaat an diesem Standort kaum beeinträchtigt (Ø 740 mm Niederschlag, im Mittel -3 dt/ha*Jahr).
- Herbst N_{min} wird durch Untersaat reduziert (im Mittel - 22 kg N/ha*Jahr)
- Witterungsbedingte Jahresschwankungen im Herbst-N_{min} Niveau erheblich.
- Minderungseffekte der Untersaat in mineralisationsstarken Jahren größer!

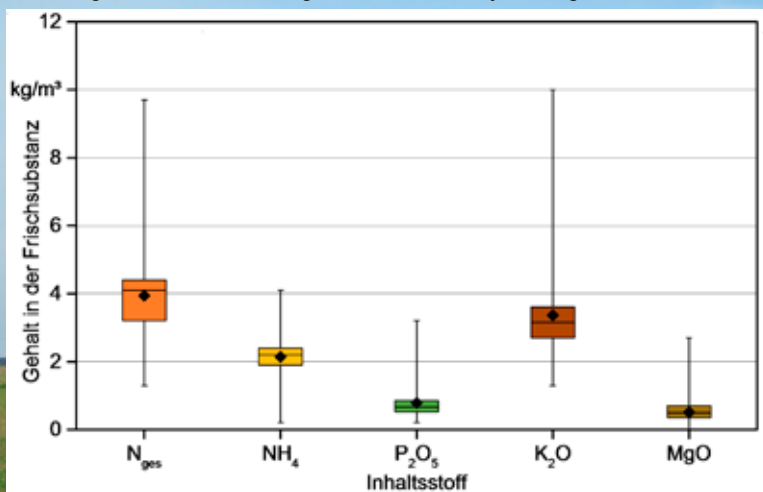
christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de





Düngen mit Gärresten zu Mais, Sorghum und Triticale (TFZ Straubing)

Schwankungsbreite der Nährstoffgehalte im EVA-Projekt ausgebrachter Gärreste (n = 160)



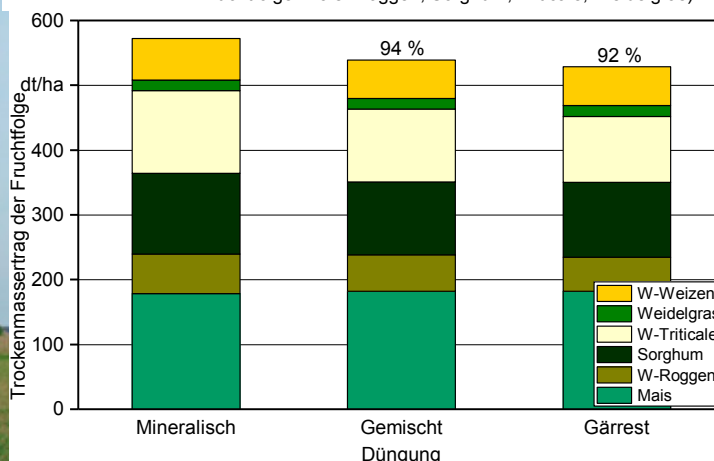
- Die Nährstoffgehalte von Gärresten sind im Mittel ähnlich wie bei Rindergülle.
- Die Schwankungsbreite der Gehalte ist insbesondere beim Stickstoff sehr groß.
- Vor Ausbringung sollte daher in jedem Fall eine Analyse erfolgen.

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de



Düngen mit Gärresten zu Mais Sorghum und Triticale (TFZ Straubing)

Trockenmasseertrag der Fruchtfolge bei unterschiedlicher Düngung (Sollwert abzüglich N_{min}-Gärreste mit 70 % MDÄ) im Fruchtfolgeversuch (6 Standorte, 4 jäh. Fruchtfolge Mais/ Roggen, Sorghum, Triticale, Weidelgras)



- Varianten:
- 100% mineralisch
 - 50 Mineralisch+50% organisch
 - 100 % organisch

- Über die Fruchtfolge lediglich geringe Ertragsseinbußen.
- Mais u. Sorghum zeigten bei Gärrestdüngung etwa gleich hohe Erträge wie bei Mineraldüngung. Späte Jugendentwicklung und verzögerte N-Freisetzung aus Gärrest passen gut zusammen.
- Triticale u. Roggen zeigten leichte Ertragsseinbußen aufgrund später N-Freisetzung aus Gärresten.

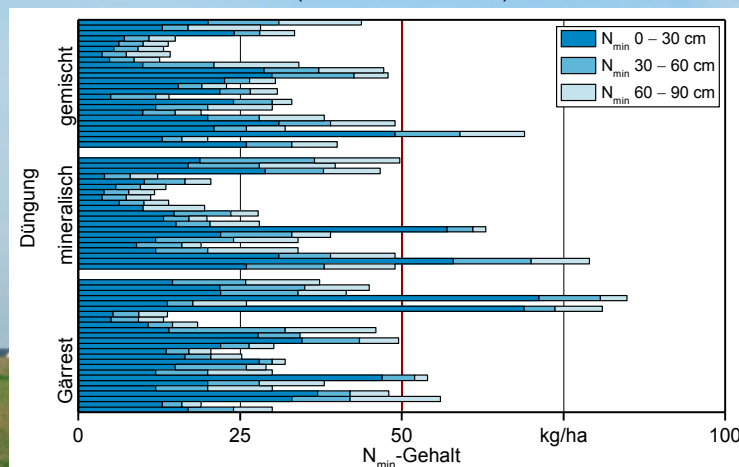
christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de





Düngen mit Gärresten zu Mais Sorghum und Triticale (TFZ Straubing)

N_{min} -Gehalt nach Ernte bei unterschiedlicher Düngung im Fruchtfolgeversuch (6 Standorte, 4 Jahre)



- Niedrige Herbst N_{min} -Werte bei Sollwertdüngung konnten überwiegend erreicht werden.
- Ausreißer bei negativen Witterungseinflüssen und Ertragseinbußen.
- Eine Herbstausbringung von Gärresten zu Wintergetreide ist aufgrund des N-Auswaschungsrisikos nicht zu empfehlen (beachte auch neue DüV).
- Zwischenfrüchte (ohne N-Gabe) könnten das Auswaschungsrisiko weiter mindern.

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de



Wasserschutzfruchtfolgen mit Energiepflanzen- Potenziale und Wirtschaftlichkeit (Versuche TFZ Straubing, LWK NRW; Auswertungen Uni Giessen, ZALF, IGLU)

Unter dem Aspekt Gewässerschutz wurden im Zeitraum von 2013–2015 im Rahmen der EVA-Fruchtfolgeversuche u.a. Klima- und Gewässerschutzvarianten untersucht.

Fragestellung: können mit der Gestaltung spezieller Fruchtfolgen mögliche Nährstoffverluste und Erosionsprobleme reduziert und so Lösungen für den Gewässerschutz angeboten werden?

Standort Ascha in Bayern (430m über NN) charakterisiert Ackerfutter-Wintergersten-Regionen der Vor- und Mittelgebirge mit **schwachem Ertragspotenzial** (sandige Lehme, AZ 47, mittlerer Niederschlag 807 mm/a, Ø-Temp. 7,5 °C).

Standort Haus Düsse in Nordrhein-Westfalen charakterisiert **Regionen mit guten Standort- und Bodeneigenschaften** und **gutem Ertragspotenzial** (toniger Schluff, AZ 65, mittlerer Niederschlag 800 mm/a, Ø-Temp. 9,8°C).

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de





Wasserschutzfruchtfolgen mit Energiepflanzen- Potenziale und Wirtschaftlichkeit (Versuche TFZ Straubing, LWK NRW; Auswertungen Uni Giessen, ZALF, IGLU)

Fruchtfolgen:

Jahr	Referenz Mais/ Sudangras	Klima + Wasserschutz		Wasserschutz	
		Referenz Sollwert	minus 25% N	Ascha	H. Düsse
1	Mais	Mais + WZwrf.		Mais+ Untersaat	Roggen/ Triticale+ Untersaat
2	Mais	W-Roggen/ Sudangras		Weidelgras	Weidelgras + Mais
3	Sudangras ¹ / Mais ²	Triticale ¹ Triticale+ Weidelgras ²		Weidelgras/ Sudangras	Weidelgras + Mais

1) = Ascha; 2) Haus Düsse

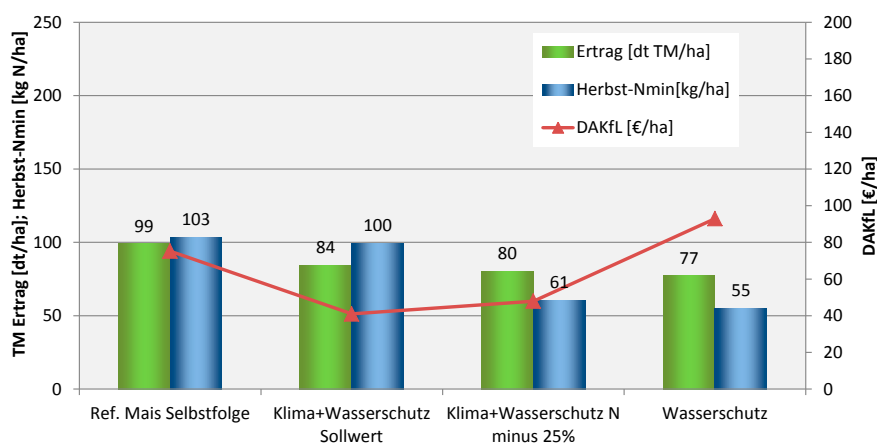
christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de



Wasserschutzfruchtfolgen mit Energiepflanzen- Potenziale und Wirtschaftlichkeit (Versuche TFZ Straubing, LWK NRW; Auswertungen Uni Giessen, ZALF, IGLU)

Standort Ascha:

Übersicht Fruchtfolgemittel von Biomasseertrag, Herbst-N_{min} und DAKfL 2013-2015



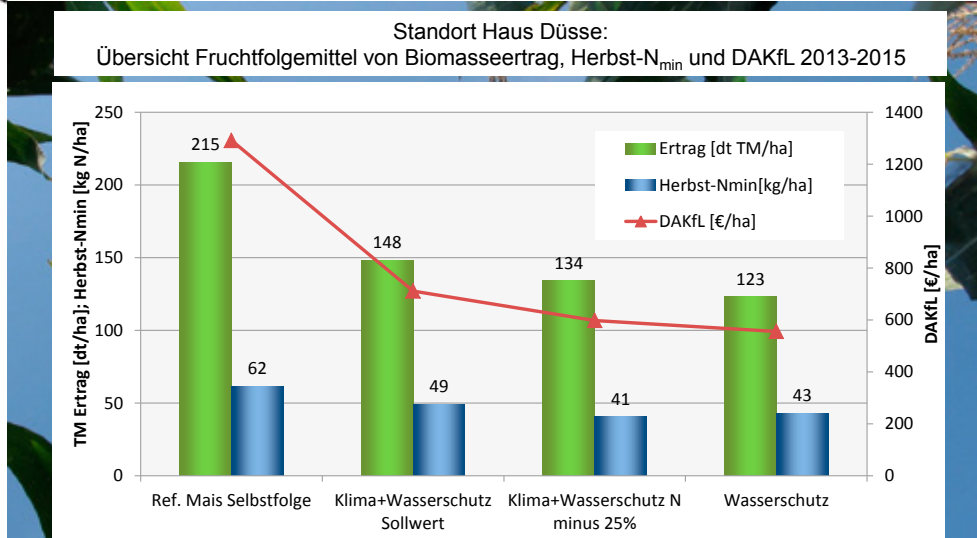
- Am ertragsschwachen Standort Ascha bringen Gräser, Roggen und Sudangras ähnlich gute Ertragsleistungen wie Mais.
- Die Wasserschutzfruchtfolge und N-25% führten zu einer deutlichen Abnahme der Herbst N_{min}-Werte.
- Die größte Wirtschaftlichkeit erzielte die gräserbetonte Wasserschutzfruchtfolge.
- Diese bietet zudem den maximalen Erosionsschutz und Schutz vor P-Abtrag

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de





Wasserschutzfruchtfolgen mit Energiepflanzen- Potenziale und Wirtschaftlichkeit (Versuche TFZ Straubing, LWK NRW; Auswertungen Uni Giessen, ZALF, IGLU)



- Am ertragsstarken Standort Düsse ist Mais die deutlich ertragsstärkste Kultur.
- Die Herbst-N_{min} Werte konnten durch die Wasserschutzfruchtfolge und N-25% abgesenkt werden.
- Die Unterschiede sind jedoch weniger deutlich als in Ascha.
- Mit abnehmendem Maisanteil nimmt auch die Wirtschaftlichkeit ab.
- Die Wasserschutzfruchtfolge bietet durch ganzjährige Bodenbedeckung den besten Erosionsschutz

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de



Düngeplanung Düngebedarfsermittlung: Vergleich Silomais nach Sollwert (Alt) und neuer DÜV

Düngebedarfsermittlung Silomais

Mittleres Ertragsniveau, 32% TS, mit Zwischenfrucht eingearbeitet

	Alt (Richtwerte LK SH) [kg N/ha]	Neu DÜV 2017 [kg N/ha]	Alte DÜV	Neue DÜV
Ertragsstufe	450	450	3 Ertragsstufen in Landesempfehlung	Ertragsstufen in DÜV einheitlich vorgegeben (Tab 2 Anl. 4)
abweichendes Ertragsniveau		0		Je 15 dt/ha Zu- bzw. Abschläge (Tab.3. Anl.4)
Sollwert/N-Bedarfswert	160	200		
Zu- und Abschläge:			die Summe der Zu- und Abschläge sollte 40 kg N/ha nicht überschreiten	Mindestabschläge; alle Abschläge müssen berücksichtigt werden
Nmin 0-60/ 0-90cm	-20	-30		angenommen
N-Nachlieferung Bodenvorrat	0	0	20 kg bei Böden mit hoher N-Nachlieferung möglich	20 kg N/ha bei Humus >4%
Vorfrüchte	0	0		0 - 20 kg (Tab. 7 Anl. 4)
Zwischenfrüchte	-20	-20	Zwfr + Vorfr. max 40 kg	0 - 40 kg (Tab. 7 Anl. 4) , Nichtleguminose im Frühj. eingearbeitet. Z.B. Ölrettich
Stickstoffdüngbedarf	120	150		

- Der N-Bedarfswert von Silomais nach neuer DÜV liegt höher als nach alter Sollwertmethode + Richtwerten (z.B. Schleswig- Holstein, Niedersachsen)
 - Der resultierende N-Düngebedarf von Silomais liegt ebenfalls ~ 20-30 kg N/ha höher als zuvor.
- ➔ DÜV bleibt vielfach hinter den Landesempfehlungen zurück.

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de





Fazit und Ausblick

■ Maßnahmenbewertung Gärrestdüngung:

- Gute Erfahrungen mit mind. 70% MDÄ für Gärreste und Gülle. Auf langjährig org. gedüngten Standorten geht auch mehr.
- Mais kann i.d.R. mit Düngegaben um 120 kg N/ha grundwasserschuttschonend und ertragsstabil angebaut werden.
- Gärrestanalysen vor Ausbringung und moderne Ausbringtechnik ermöglichen verlustarme und angepasste org. Düngung.
- Die neue DüV hat aus Wasserschutzsicht deutliche Schwächen.

■ Maßnahmenbewertung für den Energiepflanzenanbau:

- Durch den Anbau gewässerschonender Fruchtfolgen mit Energiepflanzen können Herbst-N_{min}-Werte gesenkt und niedrige N-Salden erreicht werden.
- Gräser, auch als Untersaaten und Zwischenfrüchte tragen zur ganzjährigen Bodenbedeckung bei und mindern Erosion und den P-Austrag.
- Integration von Getreide in maisdominierten Fruchtfolgen wirkt positiv.
- Entscheidend ist es, Fruchtfolgen regional angepasst zu gestalten.
- Weiterhin gezielter Forschungsbedarf zum gewässerschonenden Anbau!

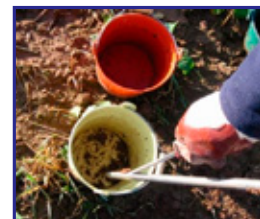
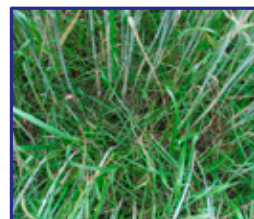
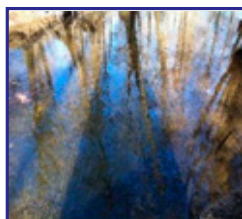
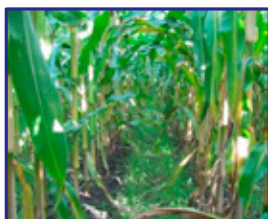
christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de



Vielen Dank an alle an den Versuchen beteiligten Personen!

Die verwendeten Ergebnisse wurden bereitgestellt durch:

- Gärrestversuche: TFZ, Maendy Fritz und Jonas Haag
- Ökonomische Auswertungen Fruchtfolgeversuch: Uni Giessen, Janine Müller und Peter Kornatz
- Ökologische Auswertungen Fruchtfolgeversuche: ZALF, Matthias Willms
- Durchführung Fruchtfolgeversuche Ascha: TFZ, Haus Düsse: LWK NRW
- Untersaaten, Zwischenfrüchte: IGLU, Birigt Kräling, C. von Buttlar



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft unter dem Förderkennzeichen 22006112 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

christine.vonbuttlar@iglu-goettingen.de



Gärrestdüngung und N-Gasverluste als N_2O und N_2

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

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.



Gärrestdüngung und N-Gasverluste als N_2O und N_2

Jürgen Augustin & Team THG-Biogas-Verbund
FNR



Gefördert durch:

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages


Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

 **eva**
VERBUND
Universität
Rostock

HOCHSCHULE
WEIHENSTEPHAN-TRIEDORF
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

 **CAU**
 **THÜNEN**

Bedeutung der N-Gase N_2O und N_2

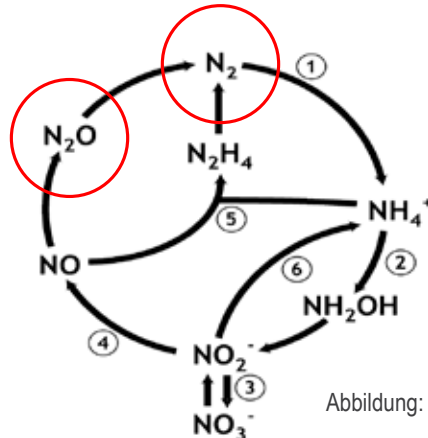


N_2O und N_2 - wichtige Komponenten des natürlichen N-Kreislaufs, Bildung und Umsetzung vorrangig durch mikrobielle Prozesse

Verstärkung dieser Prozesse durch N-Düngung

N-Düngung ist daher wichtige Ursache für Anstieg der N_2O -Konzentration in der Atmosphäre (Verstärkung des Treibhauseffektes)

N_2O - und N_2 -Verluste verringern Effizienz der N-Düngung



Kontroverse Diskussion zur Wirkung der Gärrestdüngung

Abbildung: Jetten 2008

THG-Biogas-Verbund



Potenziale zur Minderung der Freisetzung von klimarelevanten Spurengasen beim Anbau von Energiepflanzen zur Gewinnung von Biogas

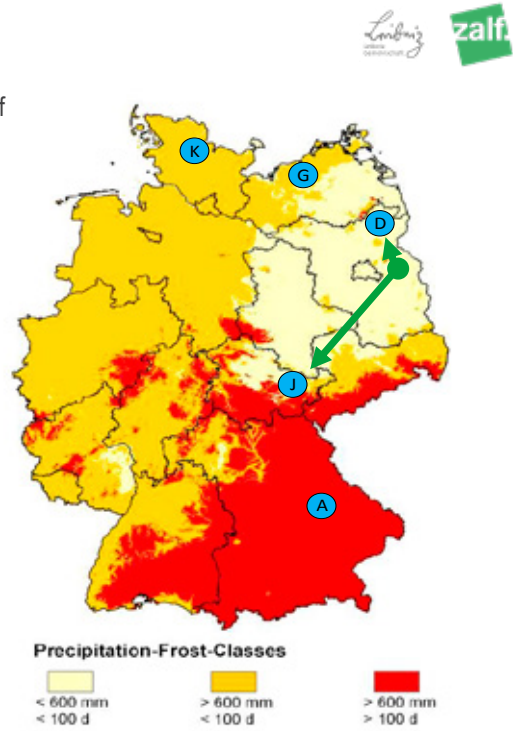
Ein Schwerpunkt

- Einfluss von mineralischer N-Düngung, Gärrest-Einsatz, Standort, Fruchtart und Fruchtfolge auf die Nettoaustauschrate von N_2O , N_2 , CH_4 , CO_2 und die resultierende Klimawirkung sowie die NH_3 -Verflüchtigung

Vorgehensweise

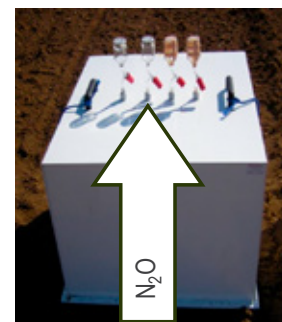
- Durchführung von identischen Untersuchungen auf breitem Standortspektrum in Kopplung mit dem EVA-Projekt
- Experimentelle Basis: „Großer“ und „Kleiner“ Gärrestversuch

- Hohenschulen (K)
- Gülzow (G)
- Dedelow (D; CARBO-ZALF)
- Dornburg (J)
- Ascha (A)



Messung der N₂O-Flüsse

- Undurchsichtige Hauben zur Probenahme im Intervall von 20-min und anschließender GC-Analyse
- Zeitraum: Mai 2011– September 2014
- Messfrequenz: täglich nach Düngung (2-5 Tage), danach zweiwöchentlich
- Berechnung der N₂O-Flüsse mithilfe eines standardisierten Protokolls zur Datenverarbeitung und Interpolation



Messung der N₂-Flüsse (Heliuminkubation)

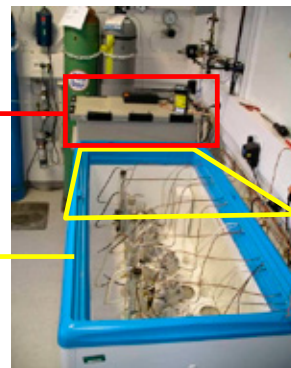


- Überführen von ungestörten Bodenproben (250 cm³) in temperierte Inkubationsgefäße (N₂-dicht)
- Entfernung des N₂ aus den Gefäßen durch Austausch der ursprünglichen Luft mit einer He-O₂-Spurengasmischung (Heliuminkubationsmethode)
- Messung der N₂-, N₂O-, CO₂- und CH₄-Konzentrationen im Gasstrom mithilfe der Gaschromatografie



Micro GC 3000 in Box
(gefüllt with Ar)

Kühlbox mit 6
Gefäßen



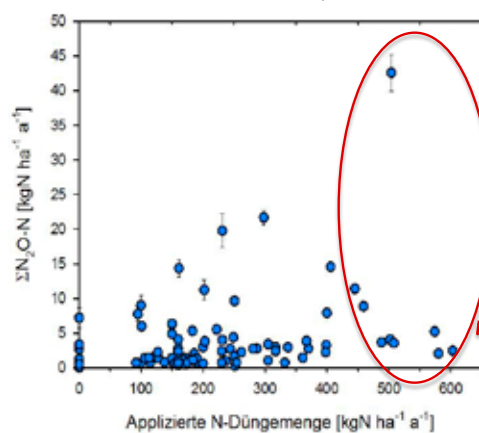
N₂O-Emission – Wirkung von Gärrest-N-Menge und Standort



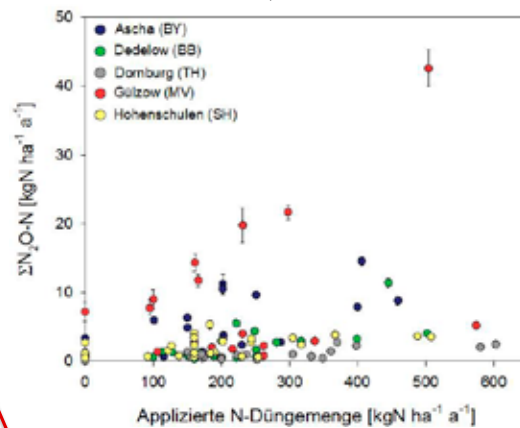
Extrem hohe Variabilität, Gärrestmenge hat nur schwachen Einfluss

Standorte haben deutlichen Einfluss (Ascha, Gülzow)

Großer Gärrestversuch, alle Jahre



Großer Gärrestversuch, nach Standorten differenziert

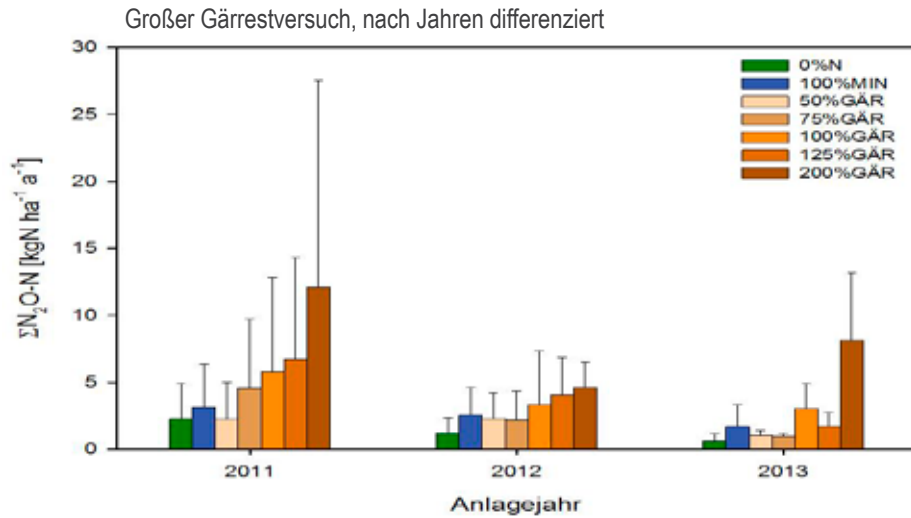


Extrem überhöhte Gärrest-N-Gaben

N₂O-Emission – Wirkung der Jahreswitterung



Jahreswitterung hat starken Einfluss



Bedeutung der Einflussfaktoren



Die interanuelle Variabilität der Witterung überlagert die Wirkungen von Standort, Düngung und Fruchtart

- generalisiertes lineares Modell (GLM) mit stufenweiser Eliminierung → relative Bedeutung verschiedener Wirkfaktoren

Faktor	Wald-Chi-Square
Jahr	12
Lufttemperatur (20 cm) [°C]	54
Bodentemperatur (5 cm) [°C]	42
Niederschlag [mm]	8
Bodenfeuchte [%]	6
Jahr x Lufttemperatur (20 cm)	54
Jahr x Bodentemperatur (5 cm)	42
Jahr x Niederschlag	8
Standort	39
Dünger-N-Menge	18
Standort x Dünger-N-Menge	24
Fruchtart	68
(Konstante)	12

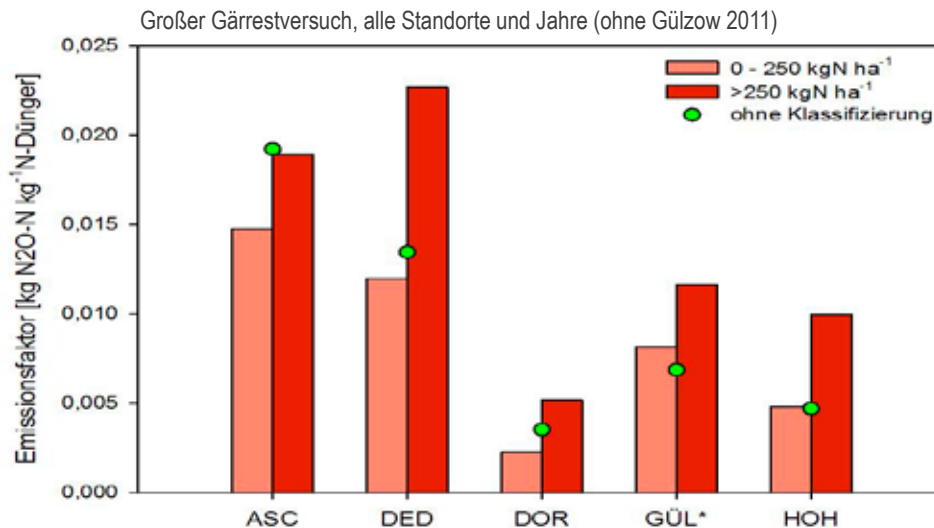
Keine signifikanten Wirkungen der Menge an Gärrrest-N bzw. anderen Witterungsfaktoren (Strahlung, Bodenfeuchte, ...)

SPSS GENLIN procedure: gamma probability distribution and log link function; stepwise backward elimination procedure; AIC_c for model evaluation

N₂O-Emissionsfaktoren



Sehr stark vom Standort abhängig, oberhalb und unterhalb vom IPCC-Standard
 Nur bei extrem hohen N-Gaben generell deutlicher Anstieg



Zwischenfazit



Gärrestmenge hat begrenzte Wirkung auf aktuelle N₂O-N-Verluste

Die N₂O-Emission wird vor allem von den Witterungs- und Standortverhältnissen beeinflusst

N₂O-Emissionsfaktor: starke Abhängigkeit vom Standort, erst bei sehr hohen N-Mengen deutlicher Anstieg

Unklar

Einfluss der N-Düngerform (synthetischer N vs. Gärrest-N) auf N₂O-Verluste

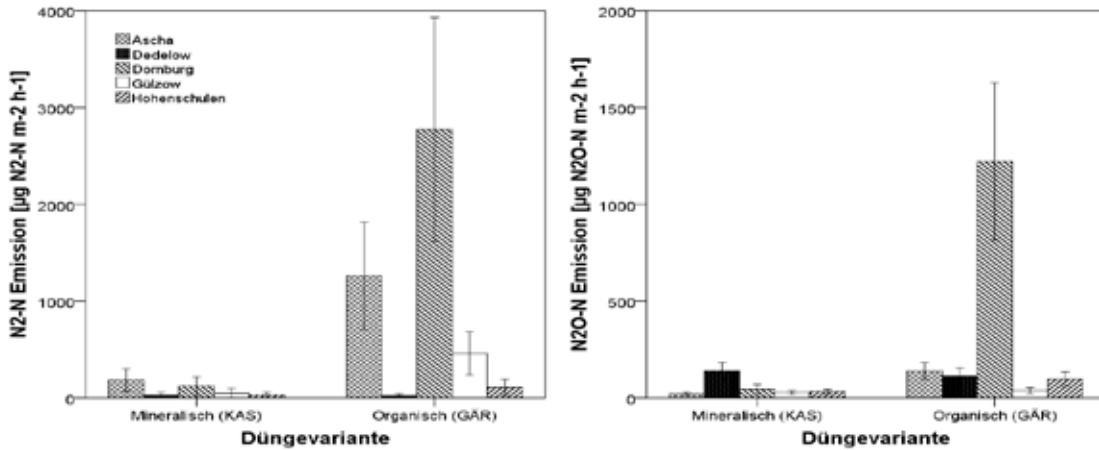
Einfluss der N-Düngung (Menge, Art und Applikationsform) auf N₂-Verluste

Helium-Inkubationsversuch mit Bodenproben von den Untersuchungsstandorten nach Gärrestaubsbringung



Gärreste bewirken (kurzfristig) höhere N_2O - und vor allem N_2 -Verluste als Mineral-N; N_2O stärker von Standort und Bodenfeuchte, N_2 stärker von Düngervariante und NH_4^+ -N beeinflusst

Großer Gärrestversuch 2012; Mais; 2 Düngervarianten x 5 Standorte



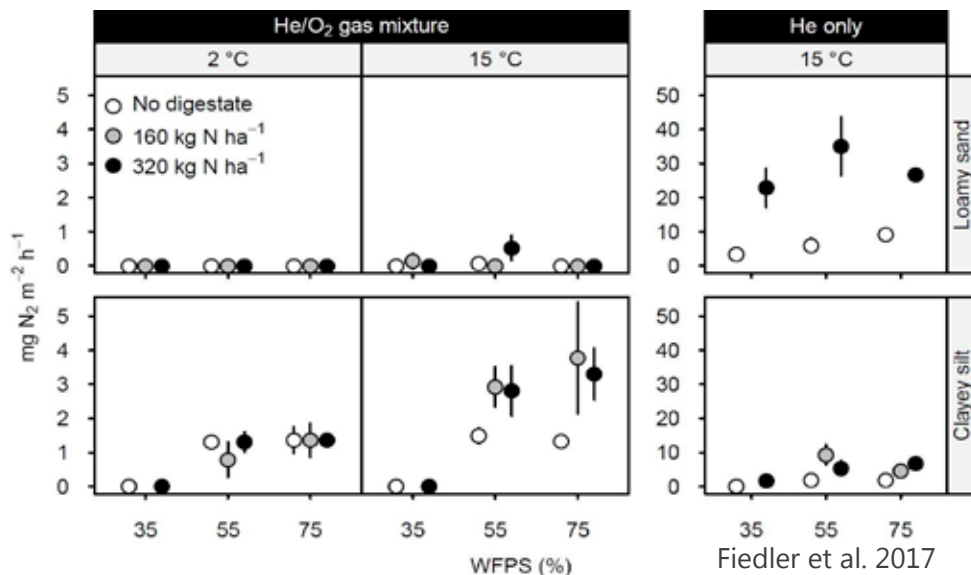
Buchen et al. 2018, eingereicht

Einfluss von Bodeneigenschaften und applizierter N-Menge auf N_2O - und N_2 -Flüsse nach Gärrestinjektion (Modellexperiment)



Kurzfristige N_2O - und N_2 -Verluste stark von Bodentextur, Bodentemperatur, Bodenfeuchte (WFPS) und O_2 -Angebot bestimmt, Gärrest-N-Gabe hatte keinen Einfluss (Hemmung durch NH_4^+ ?)

→ Risiko von N_2O/N_2 -Gasverlusten nach Injektion ist vor allem auf sandigen Böden gering



Fiedler et al. 2017

Schlussfolgerungen



Gärrestmenge hat begrenzte Wirkung N_2O -N-Verluste, Verlustraten fallen in der Regel niedrig bis mäßig aus

die N_2O -Emission wird vor allem von den Witterungs- und Standortverhältnissen beeinflusst

N_2O -Emissionsfaktor: im Mittel wie IPCC-Standard, starke Abhängigkeit vom Standort, erst bei sehr hohen N-Mengen deutlicher Anstieg

Die N_2 -Verluste fallen im Schnitt deutlich höher als die N_2O -Verluste aus

Im Vergleich zu Mineral-N bewirken Gärreste (kurzfristig) höhere N_2O - und vor allem aber höhere N_2 -Verluste

Aber: Bei Injektion scheint das Risiko von N_2O/N_2 -Verlusten auch bei hohen N-Mengen gering zu sein (gilt vor allem für sandige Böden)

Gärreste stellen eine wertvolle Nährstoffquelle dar. Bei sachgerechtem Einsatz dürften N-Verluste und Umweltbelastung nicht höher als bei Mineral-N ausfallen (Forschungsbedarf)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Wirkung mehrjähriger Gärrestdüngung auf ausgewählte Parameter der Bodenfruchtbarkeit

Kerstin Nielsen, Dr. Andras Muskolus

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

Marieke Hoffmann, Prof. Dr. Dr. Frank Ellmer

Humboldt-Universität zu Berlin Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau

Durch die anaerobe Fermentation von Substraten in Biogasanlagen ändert sich die chemische Beschaffenheit von enthaltenen Nährstoffen und organischer Substanz, so dass entstehende Gärprodukte sich von herkömmlichen Wirtschaftsdüngern unterscheiden. Da anlagenspezifisch und auch zeitlich die Substratzusammensetzung und Biogastechnik variieren, zeichnen sich Gärreste ihrerseits auch durch eine hohe Variabilität der Eigenschaften aus.

Durch die Spezifika von Gärresten könnten sich die Auswirkungen einer langjährigen Gärrestnutzung auf Boden und Pflanze von herkömmlichen organischen Düngern unterscheiden. Die Wirkungen einer mehrjährigen der Düngung mit 5 verschiedenen Gärresten auf die Ertragsbildung von Energiepflanzen sowie chemische, physikalische und biologische Bodenparameter wurden in einem vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) geförderten 6-jährigen statischen Feldversuch auf der Versuchsstation Berge (Kreis Havelland/Brandenburg) untersucht. Der Versuch erlaubt auch einen Vergleich mit den herkömmlichen organischen Düngern Rindergülle und Stallmist sowie reiner mineralischer N-Düngung und einer ungedüngten Kontrolle. Da die C_{org} -Dynamik für die Bodenfruchtbarkeit eine zentrale Rolle spielt, wurde für die organischen Dünger des Feldversuchs eine C_{org} -basierte Mengenkalkulation von $12,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ Stallmistäquivalent mit mineralischer Ausgleichs-N-Düngung gewählt.

Die durch Gärrestdüngung befürchteten negativen Effekte Priming, Strukturverlust, Benetzungshemmung oder eine Veränderung der Populationsstruktur konnten in diesem Versuch nicht bestätigt werden.

Im Projekt konnten negative Effekte einer reinen Mineral-N-Düngung, wie z. B. abnehmende C_{org} -Gehalte, ein sinkender pH-Wert sowie die Verringerung der Makro-Aggregatstabilität im Boden festgestellt werden. Eine Düngung mit Gärprodukten zeigte diese Effekte nicht. Es wurde darüber hinaus keine Erhöhung der Hydrophobizität nachgewiesen.

Es ergaben sich für die Gärrestdüngung im Vergleich zur KAS-Düngung überwiegend positive Effekte auf Humusgehalt, Aggregatstabilität und bakterielle Aktivität und Diversität. Diese Effekte waren denen bei der Düngung mit Rindergülle und Stallmist ähnlich.

Sowohl im Inkubations- als auch im Feldversuch wurden kurzfristige signifikante Unterschiede hinsichtlich der mikrobiellen Aktivität der Gärproduktvarianten zu den konventionell gedüngten Varianten (Rindergülle, Stallmist, KAS) festgestellt. Die Unterschiede zwischen den organisch gedüngten Varianten waren aber nicht dauerhaft.

Die mikrobielle Gemeinschaft des Bodens zeigte eine spezifische Beeinflussung durch die Gärreste in der funktionellen, jedoch nicht in der genetischen Struktur.

Wirkung mehrjähriger Gärrestdüngung auf ausgewählte Parameter der Bodenfruchtbarkeit

Kerstin Nielsen*,

Marieke Hoffmann**, Andreas Muskolus*, Frank Ellmer**

*Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP)

**Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau



Bodenfruchtbarkeit?

In der Landwirtschaft:

... die Fähigkeit eines Bodens, Frucht zu tragen, d.h. den Pflanzen als Standort zu dienen und nachhaltig regelmäßige Pflanzenerträge von hoher Qualität zu erzeugen,, (GISI et al. 1997)

Insgesamt spiegelt die Bodenfruchtbarkeit die Gesamtheit der **physikalischen**, **chemischen** und **biologischen** Eigenschaften eines Bodens wider.

Organische Substanz im Boden – einer der entscheidenden Faktoren für die Bodenfruchtbarkeit


IASP 

Überblick

- Einleitung
- Vorstellung des Feldversuches zur Kohlenstoffdynamik von Gärresten
- Stoffliche Charakterisierung der organischen Dünger
- Bodenchemie
- Bodenmikrobiologie
- Bodenphysik
- Fazit



Kerstin Nielsen
Fachtagung : Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen

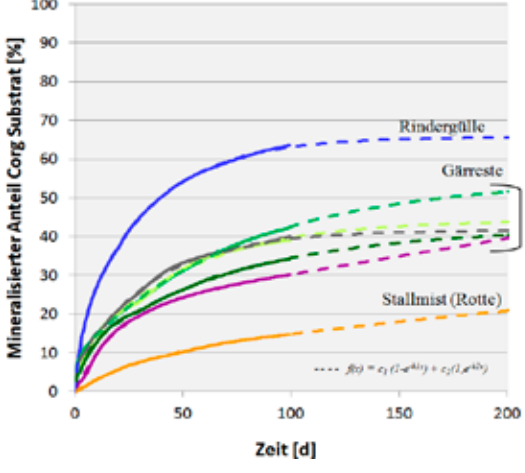
IASP 

Hintergrund

Welche Effekte hat die Gärrestdüngung?



Humusproduktion

- Humusreproduktionsleistung von Gärresten nicht ausreichend untersucht (VDLUFA, 2014)
- Aerobe Inkubation im Boden zeigte deutliche Unterschiede der Abbaustabilität der Gärreste zu Stallmist und Rindergülle (Nielsen & Sensel-Gunke 2013)
- Auswirkungen in längerfristigen Feldversuchen idealerweise in Dauerfeldversuchen zu untersuchen und zu bewerten



Kerstin Nielsen
Fachtagung : Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen

Hintergrund

Welche Effekte hat die Gärrestdüngung?

Bodenmikrobiologie

- Mikrobielle Aktivität durch Gärreste im Vergleich zu unvergorenen Substraten - keine Unterschiede, aber Einfluss auf die mikrobielle Gemeinschaft möglich (Möller 2015)

Bodenphysik

- Aggregatstabilität durch Gärprodukte gefördert (Koblenz 2014)
- Möglicherweise aber auch negative Effekte auf die Bodenstruktur (Dominik 2011, Voelkner et al. 2015, Zirkler et al. 2014)
- Hydrophobizität möglicherweise induziert (Voelkner et al. 2015)

Kerstin Nielsen
Fachtagung : Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen

Methoden




Freilandversuch zur Kohlenstoffdynamik

- Statischer Kleinparzellen-Versuch am Standort Berge (BB) seit 2011
- Bodentyp: Braunerde (sl) – Fahlerde (ls)
- Energiefruchtfolge (Silomais – Grünroggen (ZF) – Sorghum)
- einfaktorierter Versuch mit 9 Faktorstufen (5 Gärreste, Rindergülle, Stallmist, Mineral-N, Kontrolle)
- 12,5 t ha⁻¹ a⁻¹ Stallmistäq., C_{org} gleich für alle org. Düngevarianten
- N-Ausgleich (KAS)








Kerstin Nielsen
Fachtagung : Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen

IASP

Methoden

Projekt „Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit beim Einsatz von Gärprodukten aus Biogasanlagen“ (05/2014 - 05/2017)

Kontinuierliches Untersuchungsprogramm seit 2011 im Feldversuch

- Gärreste vor Ausbringung: (TS, oTS, pH, C_{org}, C_t, N_t, NH₄⁺, P_{ges}, K_{ges}, Schwermetalle, Futtermittelanalytik)
- Boden: TS, pH, C_{org}, C_t, C_{hwl}, N_t, NH₄-N, NO₃-N, P_{DL}, K_{DL}, Schwermetalle)
- Ertragshebung (FM-, TM-Ertrag), Pflanzenwachstum

Zusätzliche Untersuchungen im Projekt

- Mikrobiologisch: **Dehydrogenaseaktivität**, bakterielle Gemeinschaft (physiologischer und genetischer Fingerprint, **Pilzbiomasse über Ergosterolgehalt**)
- Physikalisch: **Makro-Aggregatstabilität**, **Benetzungshemmung**, Ultraschalldispersierung

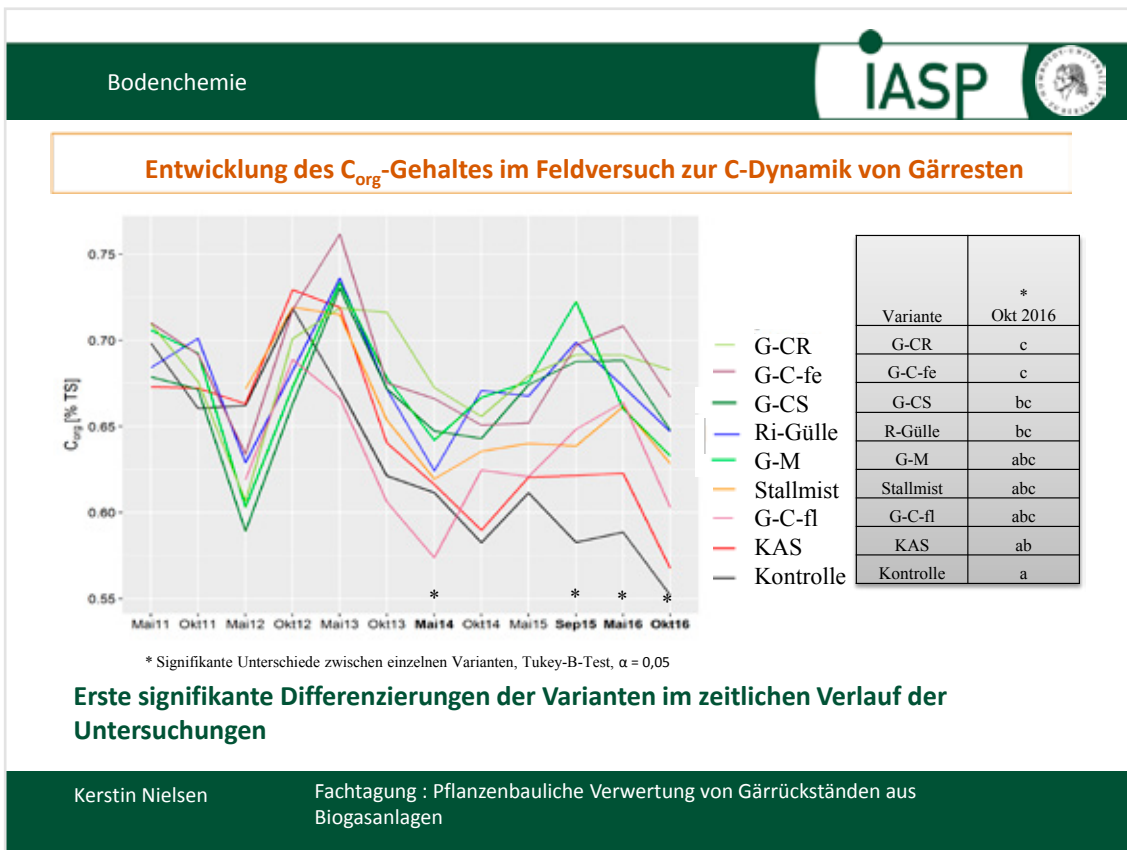
Kerstin Nielsen
Fachtagung : Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen

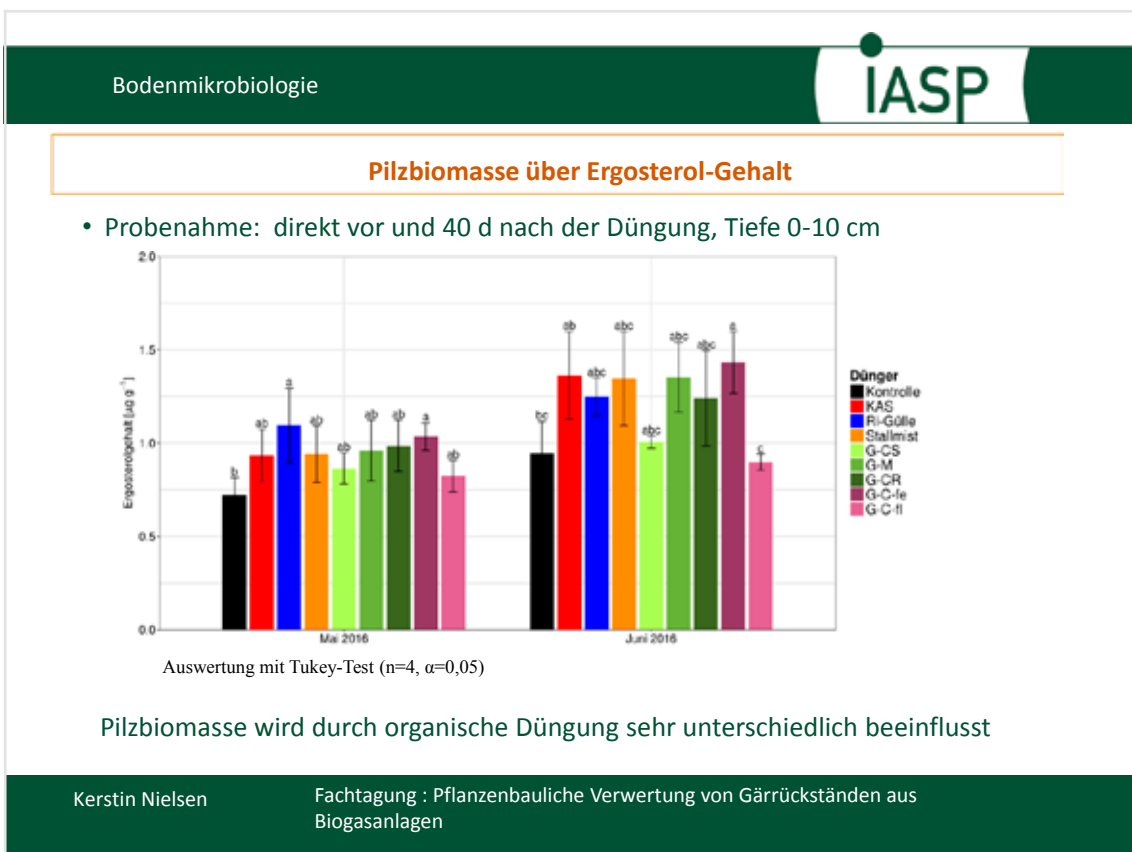
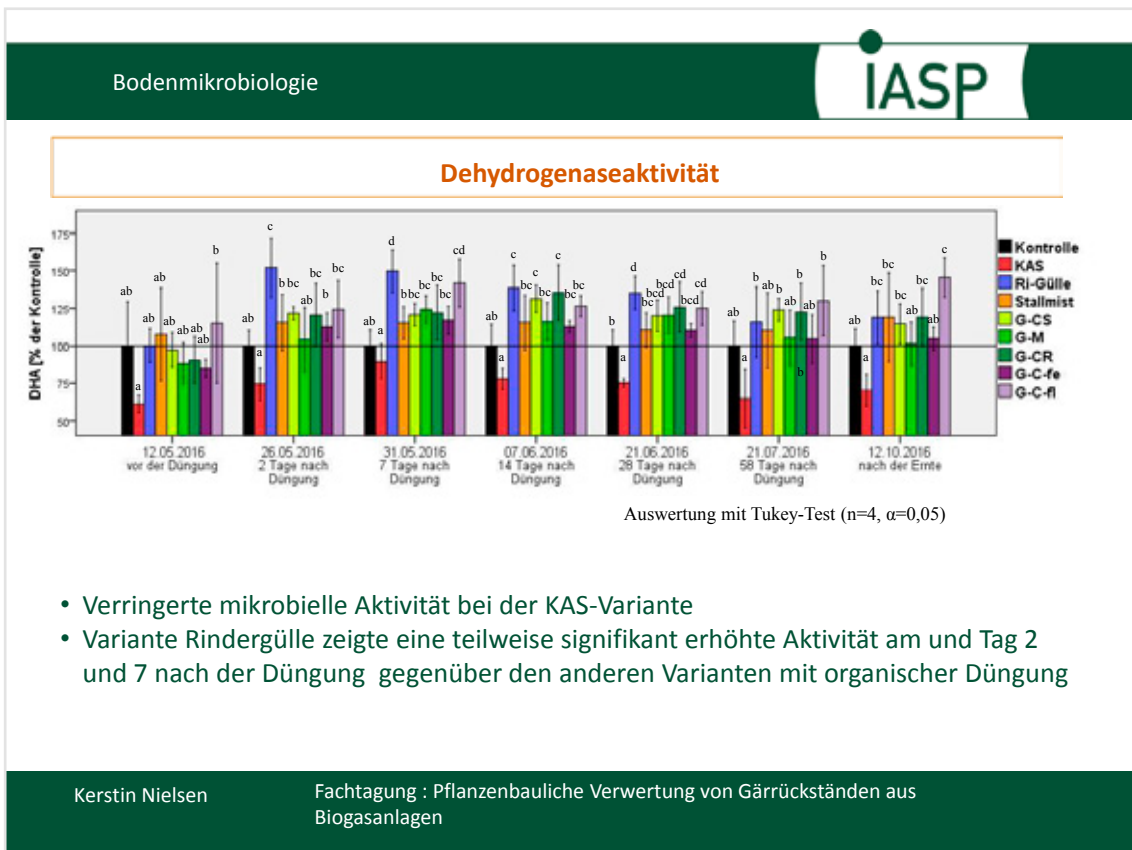
IASP

Charakterisierung der Gärreste/ organischen Dünger

Gärreste/ organischer Dünger (n=6) (2014-2016)	Inputsubstrat	Verfahrens- technische Parameter	TS [%]	oTS [% TS]	N [% TS]	NH ₄ ⁺ -N [% TS]	NH ₄ ⁺ / Nges [%]	Corg [% TS]	Cellu- lose [% TS]	Hemi- cellu- lose [% TS]	Lignin [% TS]
G-CS	Schweinegülle (50 %), Maissilage (30 %) Grassilage (20 %)	Nassfer- mentation, mesophil	6,0 (± 1,5)	72,1 (± 2,7)	6,4 (± 0,6)	3,5 (± 0,6)	55	39,0 (± 1,1)	9,6 (± 1,5)	11,1 (± 3,0)	12,6 (± 1,9)
G-CR	Rindergülle (50 %), Maissilage (35 %), Grassilage (15 %)	Nassfer- mentation, mesophil	6,9 (± 0,5)	76,1 (± 2,2)	6,4 (± 0,7)	3,7 (± 0,8)	58	38,5 (± 1,5)	11,4 (± 2,6)	11,5 (± 3,6)	14,7 (± 1,4)
G-M	Maissilage (80 %) GPS (20%)	Nassfer- mentation, thermophil	8,9 (± 1,5)	80,3 (± 2,1)	6,1 (± 1,1)	3,7 (± 0,8)	62	44,4 (± 1,9)	16,5 (± 3,5)	8,5 (± 4,7)	18,1 (± 3,0)
G-C-fe	Rindergülle (30 %), Stallmist (10 %)	Nassfer- mentation, mesophil,	22,8 (± 1,4)	82,9 (± 4,9)	2,3 (± 0,1)	0,8 (± 0,1)	33	39,9 (± 3,6)	24,9 (± 1,9)	16,8 (± 1,5)	20,2 (± 1,9)
G-C-fl	Maissilage (30 %), Grassilage (30 %)	Gärrest- Separation	5,7 (± 1,0)	66,4 (± 3,0)	7,5 (± 2,0)	4,4 (± 1,6)	59	36,9 (± 2,4)	4,0 (± 0,8)	n.b.	16,6 (± 1,3)
Stallmist			29,7 (± 7,2)	58,3 (± 14,5)	2,3 (± 0,4)	0,3 (± 0,1)	11	30,3 (± 5,6)	12,9 (± 8,6)	n.b.	17,0 (± 5,1)
Ri-Gülle			7,2 (± 0,9)	82,7 (± 1,2)	4,3 (± 0,3)	2,2 (± 0,2)	51	43,9 (± 1,8)	16,5 (± 1,2)	15,6 (± 1,2)	9,5 (± 1,0)
Mittelwert (± Standardabweichung)											

Kerstin Nielsen
Fachtagung : Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen







Stabilität der Makro-Aggregate und Benetzungshemmung

• **Untersuchung der Aggregatstabilität (SAS)**

- Probenahme: direkt vor und 40 d nach der Düngung
- Tiefe 0-10 cm, luftgetrocknete Aggregate (1-2 mm),
- Methode: Nasssiebung DIN 19683-16
- Immersion von Makroaggregaten auf bewegten Sieben (250 µm) in Wasser
- > Anteil der wasserstabilen Aggregate



• **Benetzungshemmung (WDPT-Test)**

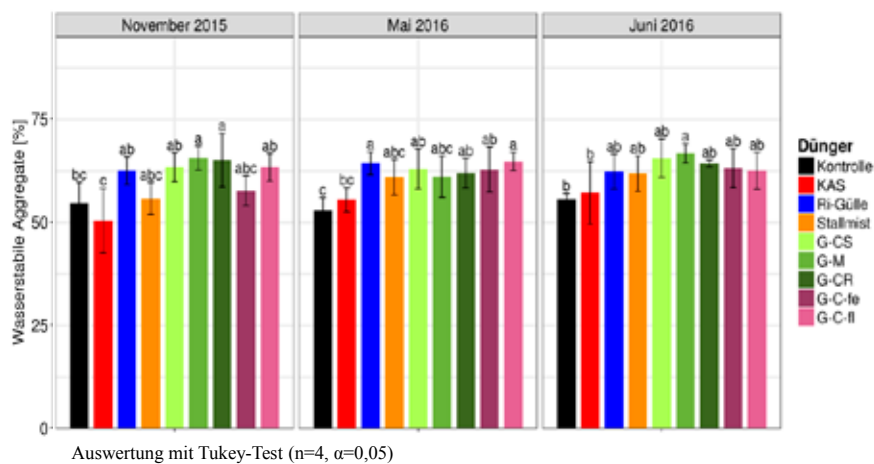
- Water drop penetration time (WDPT) (Krammes und Debanò 1965)
- An den luftgetrockneten Aggregaten
- An intakten Oberfläche im Feld im Sommer zu drei Messterminen nach längeren Trockenperioden

Kerstin Nielsen

Fachtagung : Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen



Stabilität der Makro-Aggregate (SAS)



Kerstin Nielsen

Fachtagung : Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen



Stabilität der Makro-Aggregate und Benetzungshemmung

- Die **Stabilität der Makro-Aggregate** der Varianten mit organischen Düngung war tendenziell und teilweise signifikant gegenüber der Kontrolle und KAS sowohl für die Messung der kurzfristigen als auch der langfristigen Effekte erhöht.
- Die WDPT-Messungen an den Bodenaggregaten (< 1 s) ergaben keine Hinweise auf eine Erhöhung der **Benetzungshemmung** durch Gärreste. Feldmessungen ergaben bisher keine signifikanten Einfluss der Düngung auf die Benetzbarkeit.
- Die gemessene Aggregatstabilität-Erhöhung auf sandigem Boden war durch organische Düngung nicht durch eine erhöhte Benetzungshemmung sondern durch einen erhöhten inneren Zusammenhalt der Aggregate bedingt.



Zusammenfassung

Nach 6 Jahren kontinuierlicher Bewirtschaftung:

- Negative Effekte reiner Mineral-N-Düngung:
 - abnehmender Corg-Gehalt,
 - verringerte Aggregatstabilität und
 - geringere bakterielle Aktivität
- Nach der Düngung mit Gärresten zeigten sich diese Effekte nicht
- Gärreste fördern die mikrobiellen Aktivität, kurzfristig nach der Düngung jedoch nicht im selben Maße wie Rindergülle
- Gärrestdüngung führte nicht zur befürchteten Erhöhung der Benetzungshemmung
- Die mikrobielle Gemeinschaft des Bodens zeigte eine spezifische Beeinflussung durch die Gärreste in der funktionellen, jedoch nicht in der genetischen Struktur

Ausführliche und weiterführende Informationen:
Schlussbericht zum FNR-Forschungsprojekt: „Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit beim Einsatz von Gärprodukten aus Biogasanlagen“
<https://doi.org/10.2314/GBV:102003727X>

Literatur

IASP



Dominik, P., 2011. Literatursurvey zur Beziehung zwischen organischer Düngung bzw. Pflanzenresten und mikrobieller Aktivität sowie Aggregatstabilität in Böden.

Gisi, U., Schenker, R., Schulin, R., Stadelmann, F.X., Sticher, H. (1997): Bodenökologie - 2. Auflage - Stuttgart; New York: Thieme.

Möller, K., 2015. Effects of anaerobic digestion on soil carbon and nitrogen turnover, N emissions, and soil biological activity. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, pp.1021–1041.

Nielsen, K. & Sinsel-Gunke, K., 2013. Untersuchungen zur Abbaustabilität organischer Substanz in Gärprodukten aus Biogasanlagen. , pp.1–13.

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), 2014. Standpunkt. Humusbilanzierung. Eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland.

Voelkner, A., Holthusen, D., Ellerbrock, R.H., et al., 2015. Quantity of hydrophobic functional CH-groups – decisive for soil water repellency caused by digestate amendment. , 1, pp.247–255.

Voelkner, A., Holthusen, D. & Horn, R., 2015a. Determination of soil dispersion caused by anaerobic digestates : interferences of pH and soil charge with regard to soil texture and water content. , pp.1491–1499.

Voelkner, A., Holthusen, D. & Horn, R., 2015b. Influence of homogenized residues of anaerobic digestate on the physicochemical properties of differently textured soils. , pp.261–269.

Zirkler, D., 2014. Biogas residues : Elemental composition , effects on organic matter mineralisation and P dynamics in soil. 508.

Kerstin Nielsen

Fachtagung : Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen

Wechselwirkungen zwischen der Applikation von Gärresten und der Mikrobiologie

*Prof. Dr. Eberhard Hartung, Dr. Susanne Billmann-Born, Dr. Susanne Ohl
Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

Einleitung

Gärreste aus Biogasanlagen werden meist direkt auf landwirtschaftlichen Flächen als Dünger ausgebracht. Inwieweit die Gärrestausbringung zu Veränderungen der physikalischen und bodenchemischen Bodeneigenschaften sowie der Bodenmikrobiologie führt, ist bislang noch unzureichend untersucht. Das Verbundprojekt InterDigSoil (FNR FKZ 22402214) geht diesen Fragestellungen systematisch mit Labor- und Feldversuchen nach. Ziel eines der drei Teilprojekte des Forschungsverbundes ist die Erfassung der Auswirkungen der Gärreste auf die Bodenmikrobiologie.

Material und Methoden

Die diskontinuierlichen Fermentationsversuche finden in einer Batch-Anlage bei 38 °C über 35 Tage statt (Substrate: Mais, Zuckerrübe und Weizen sowohl in Mono- als auch in Kofermentation). Die so erzeugten Gärreste wurden zur Untersuchung der mikrobiellen Aktivität unter Laborbedingungen mit getrocknetem und gesiebt (2 mm) Boden vermischt und für 28 Tage inkubiert. Dazu wurde der Boden auf 10% Endfeuchte eingestellt. Die ungedüngte Kontrolle (D00) wurde mit Aqua demin angesetzt, die Varianten mit Gärrest in zwei betriebsüblichen Düngestufen à 25 m³/ha (D25) und 45 m³/ha (D45).

Nach 14 Tagen, 28 Tagen und im Feldversuch auch nach 6 Monaten wurden Bodenproben genommen und auf mikrobiologische Aktivität untersucht. Bakterielle Gesamtzellzahl, Biologischer Sauerstoffbedarf, Glucosegehalt und Nährstoffgehalte des Bodens wurden analysiert. Ein Teil der Bodenproben konnte in 16s Mikrobiomsequenzierungen analysiert werden.

Um per Sequenzierung die Gattungen der in einer Bodenprobe vorkommenden Bakterien zu bestimmen, wird zunächst die Gesamt-DNA der Bodenprobe extrahiert. Mit spezifischen Primern wird dann die hypervariable Region des bakteriellen 16s rRNA-Gens amplifiziert und anschließend sequenziert. Durch Abgleich mit den Datenbanken vorliegenden bakteriellen Gensequenzen können die gefundenen Sequenzen taxonomisch zugeordnet werden. Anhand der Sequenzreplikate eines Bakteriums kann auf Abundanz des Bakteriums in der Bodenprobe geschlossen werden.

Ergebnisse

Mit den „herkömmlichen“ Auswertungsparametern (wie z. B. bakterielle Gesamtzellzahl, biologischer Sauerstoffbedarf, etc.) zur Beschreibung der Auswirkung verschiedener Substrate- bzw. Substratbehandlungen auf die mikrobiologische Aktivität konnte kein einfluss derselben statistisch nachgewiesen werden. Deswegen wurde im Rahmen einer Pilotuntersuchung versucht, die 16s Mikrobiomanalyse für diese Anwendung zu etablieren.

Die Analyse der alpha-Diversität nach verschiedenen Algorithmen zeigt deutlich den großen Unterschied zwischen den Bodenproben und den Gärresten. Innerhalb der Bodenproben zeichnet sich ein geringer Rückgang der Richness von Tag 0 zu Tag 28 Proben ab. Zwischen gedüngten und ungedüngten Varianten ist dagegen kaum ein Unterschied vorhanden. Dies gilt sowohl für die Absolutzahl der beobachteten OTUs (observed richness) als auch für Diversitätsindices, die die Abundanz der OTUs mitberücksichtigen.

Die Analyse der Gesamtproben in der beta Diversität nach Bray-Curtis ergibt zwei weit getrennte Gruppen: Gärreste und Bodenproben. Erst bei größerer Auflösung lassen sich die Bodenproben gut abgrenzen: Ohne die Gärreste verteilen sich die Bodenproben auf 5 Cluster. In der Ordination der beta-Diversitäten zeigt sich eine deutliche Clusterung der Versuchsgruppen und der Probenahme-Zeitpunkte. Trotz der großen zugrundeliegenden Datenmenge ist kein Unterschied zwischen den eingesetzten Substraten zu erkennen. Der erhöhte Anteil von Zuckerrübe im Gärsupstrat hatte keinen sichtbaren Effekt auf die Diversität der Bodenbakterien. Insgesamt sind die zugegebenen Bakterien aus den Gärresten im Beobachtungszeitraum fast vollständig aus den Bodenproben verschwunden.

Fazit

Nach den bisherigen Ergebnissen der 16s Mikrobiomanalyse finden sich keine Anhaltspunkte für eine dauerhafte Veränderung der bakteriellen Gemeinschaft des Bodens durch die untersuchten Varianten der Gärrestedüngung.

Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Wechselwirkungen zwischen der Applikation von Gärresten und der Bodenmikrobiologie

Fachtagung „Pflanzenbauliche Verwertung von
Gärrückständen aus Biogasanlagen“
3./ 4. Juli 2018 Berlin

Dr. Susanne Ohl
Dr. Susanne Billmann-Born
Prof. Dr. Eberhard Hartung
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik

Gefördert durch:




aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



Projekt InterDigSoil




Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Entwicklung der Gärprodukte	Bodenmikrobiologie	Bodenphysik
Methanertrag Gärverlauf Verschiedene Substrate und Substratmischungen Restgaspotential	Gärreste für Laborversuche Gärreste aus Biogasanlagen für die Feldversuche	
	Stoffumsätze <ul style="list-style-type: none"> •pH, TS, Corg •Nährstoffe: K, P, Mg •Nmin (Nitrat, Ammonium) •C/N Verhältnis •Organische Säuren Biologischer Sauerstoffbedarf Glucose Biomasse (Zellzahl) Mikrobiom – 16s Sequenzierung	Gashaushalt <ul style="list-style-type: none"> •Porengrößen •Sauerstoff-Verfügbarkeit •Wasserhaushalt Physikochemie <ul style="list-style-type: none"> •Elektrische Leitfähigkeit •KAK •Anteil an dispergiertem Ton (RDC) •Kontaktwinkel bei Benetzung •Repellency Index Mechanische Stabilität <ul style="list-style-type: none"> •Eindringwiderstand •Scherfestigkeit


Einleitung – Material und Methode – Ergebnisse – Fazit

Bereitstellung der Gärreste



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

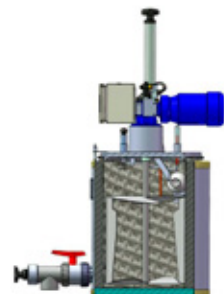
11 Batch → Laborversuche



Gemäß VDI 4630:

- 48 Fermenter (11) mit Eudiometer
- Wasserbad 38°C
- 35 Tage
- 800 ml Inokulum
- Substrate: Mais, Weizen, Zuckerrübe in Mono- und Kofermentation
- 8 g Substrat (frisch, getrocknet, gemahlen) bzw. 30 g Silage
- 4 bis 9 Wiederholungen

Ausgasen 40l → Feldversuche




Gemäß VDI 3475:

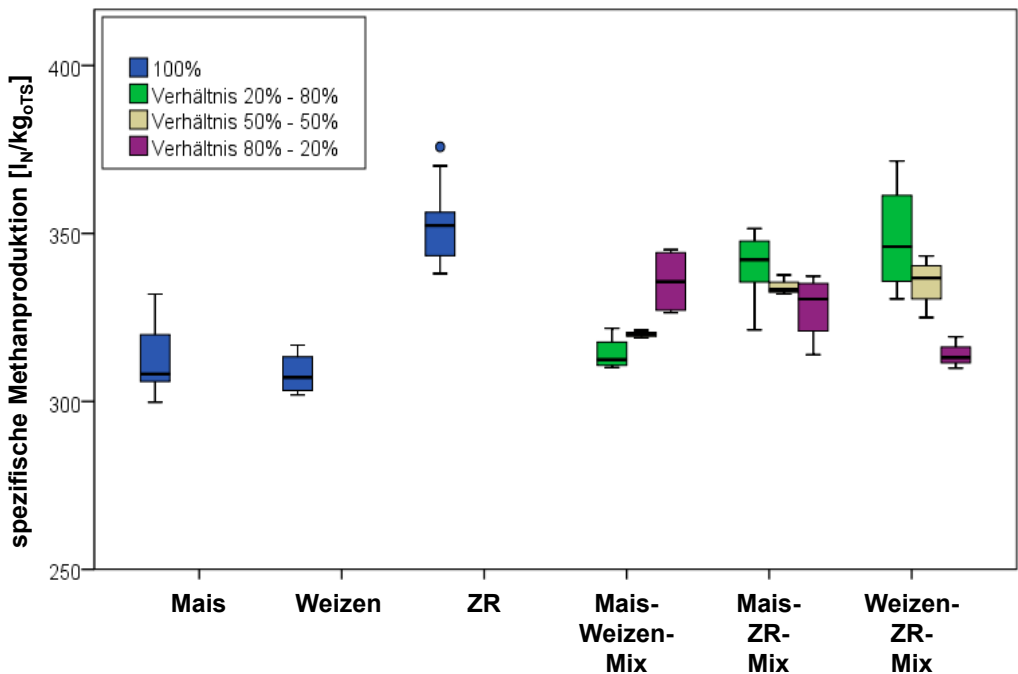
- 15 Fermenter (50l)
- 38°C bzw. 20°C
- 60 Tage
- Gärreste aus 3 BGA
- automatisierte Gasmessstrecke
- 5 Wiederholungen

Einleitung – Material und Methode – Ergebnisse – Fazit

Kofermentation gemahlener Substrate

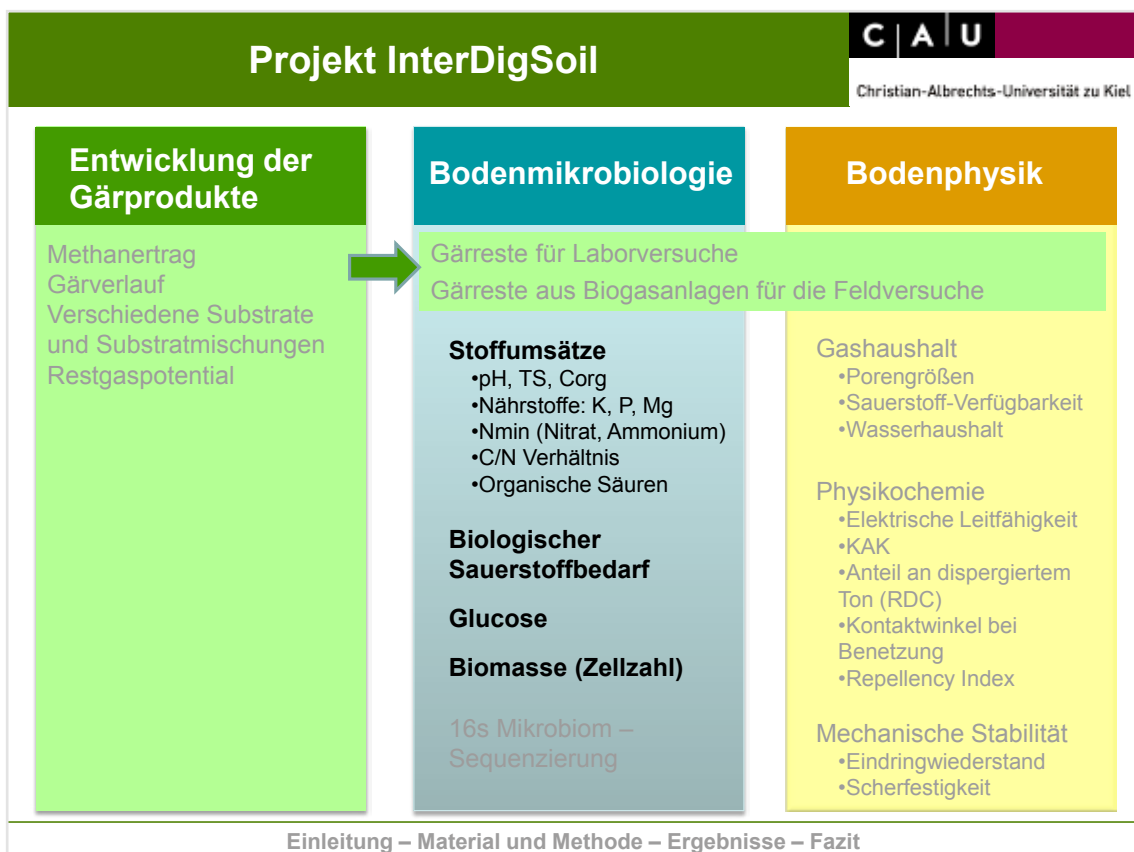
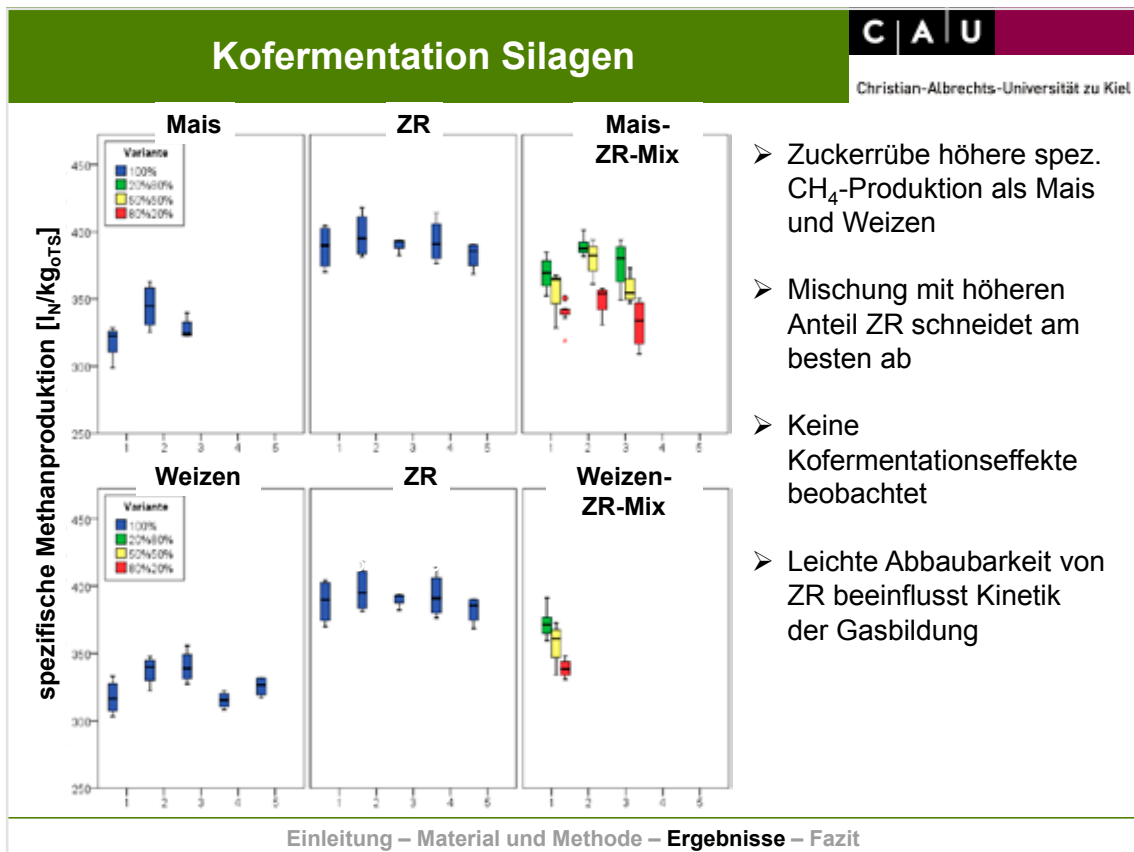


Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



The box plot displays specific methane production [l_N/kg_{oTS}] on the y-axis (ranging from 250 to 400) for six substrate categories on the x-axis: Mais, Weizen, ZR, Mais-Weizen-Mix, Mais-ZR-Mix, and Weizen-ZR-Mix. For each category, four box plots represent different ratios: 100% (blue), 20%-80% (green), 50%-50% (yellow), and 80%-20% (purple). The ZR category shows the highest production, with a median around 350 and an outlier near 380. The 100% Mais and Weizen categories show the lowest production, with medians around 310. The mixed categories generally show medians between 320 and 340.

Einleitung – Material und Methode – Ergebnisse – Fazit



Ergebnisse biologische Parameter Labor



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Versuchsanstellung:

- 10 cm Schicht Substrateinarbeitung
- Applikation: 0, 25, 45 m³/ha
- Je 3 Wdh. pro Variante
- Beprobung (Tag): 0, 14, 28
- Varianten hinsichtlich:
 - Substraten, -mischungen
 - Fermentationsgrad
 - Boden-/Inkubationstemp.

Einleitung – Material und Methode – **Ergebnisse** – Fazit

Ergebnisse biologische Parameter Labor



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Versuchsanstellung:

- 10 cm Schicht Substrateinarbeitung
- Applikation: 0, 25, 45 m³/ha
- Je 3 Wdh. Pro Variante
- Beprobung (Tag): 0, 14, 28
- Varianten hinsichtlich:
 - Substraten, -mischungen
 - Fermentationsgrad
 - Boden-/Inkubationstemp.

	Tag	Gedüngt	Substrat
BSB5	***	***	-
Glucose	**	-	-
FDA	**	-	-
Zellzahl	*	-	-
pH	***	***	-

p Values im linearen Modell *** ≤0,001; ** ≤0,01; * ≤0,05

- Zeitverlauf (Tag) in den Laborversuchen für alle Parameter signifikant
- Drei der Parameter zeigen keinen Düngungseffekt
- Kein Parameter zeigt Effekt von Substratunterschieden

Einleitung – Material und Methode – **Ergebnisse** – Fazit

Ergebnisse biologische Parameter Feld



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Versuchsanstellung:

- 2 Versuchsstandorte (Ackerland/Grünland)
- Je zwei Serien à 4 Parzellen
- Je 5 Beprobungen pro Parzelle
- Beprobung (Tag): -1, 14, 28, 160
- Varianten hinsichtlich:
 - Substrate/Herkunft
 - Fermentationsgrad

Einleitung – Material und Methode – **Ergebnisse** – Fazit

Ergebnisse biologische Parameter Feld



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Versuchsanstellung:

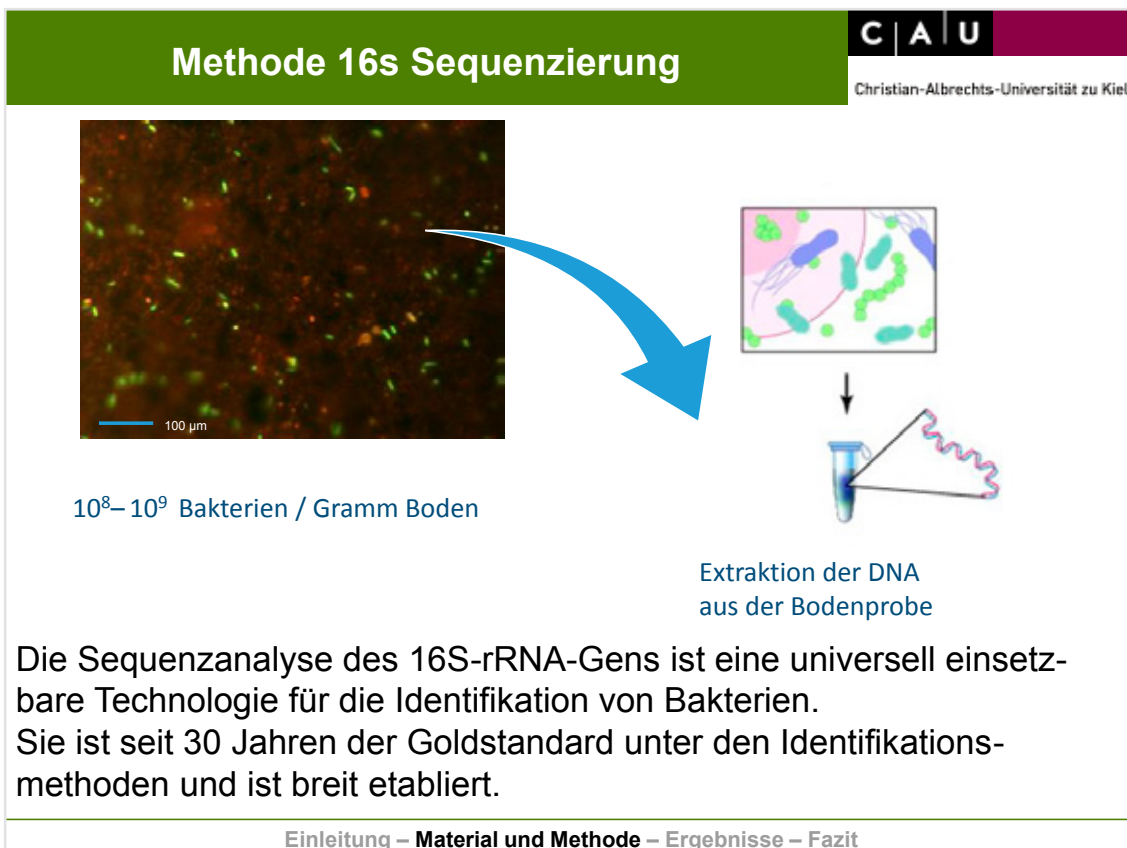
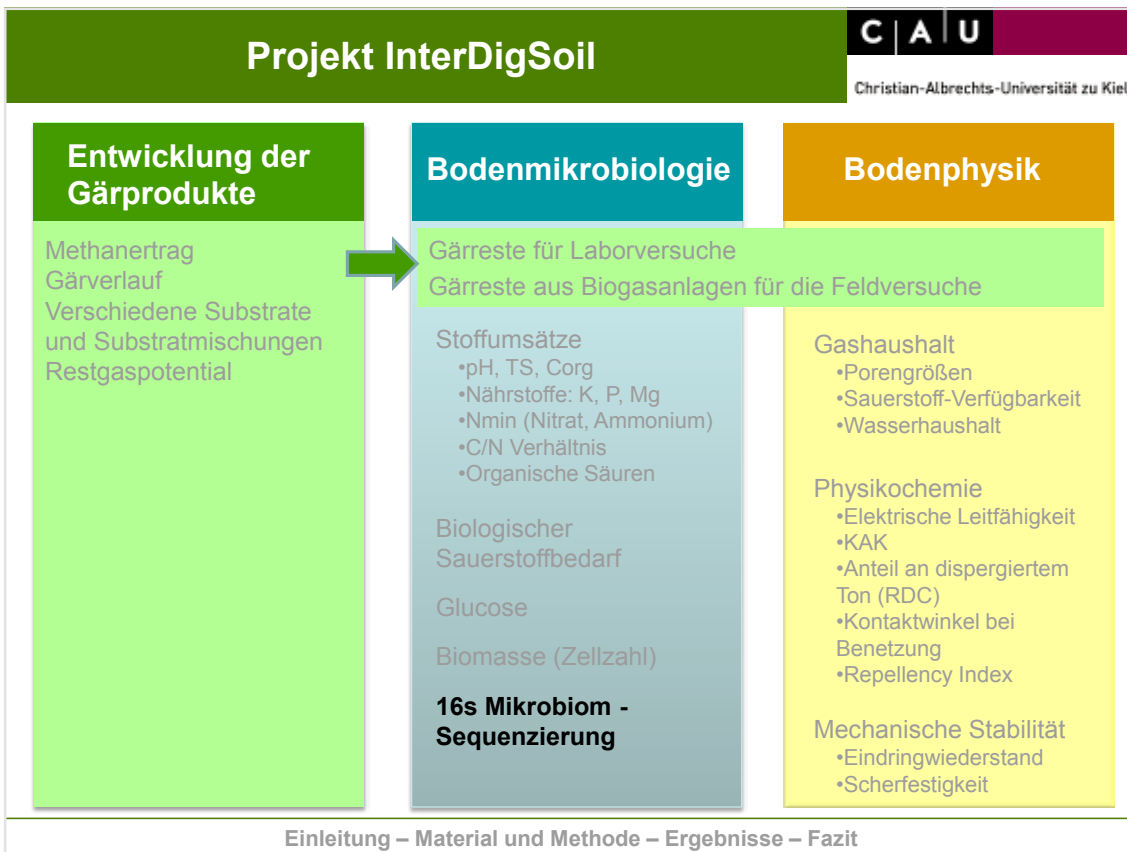
- 2 Versuchsstandorte (Ackerland/Grünland)
- Je zwei Serien à 4 Parzellen
- Je 5 Beprobungen pro Parzelle
- Beprobung (Tag): -1, 14, 28, 160
- Varianten hinsichtlich:
 - Substrate/Herkunft
 - Fermentationsgrad

	Tag	Gedüngt	Substrat
BSB5	***	***	-
pH	*	**	-
CN-Ratio	***	*	-
N-Gesamt	***	**	-
Ammonium	***	*	-
Nitrat	***	***	-
Phosphor	***	*	-
Kalium	***	*	-
Magnesium	***	*	-
OrgS	*	-	-
TS	***	-	-


p Values im linearen Modell *** ≤0,001; ** ≤0,01; * ≤0,05

- Zeitverlauf (Tag) in den Feldversuchen für alle Parameter signifikant
- Parameter zeigen Düngungseffekt
- Kein Parameter zeigt Effekt von Substratunterschieden

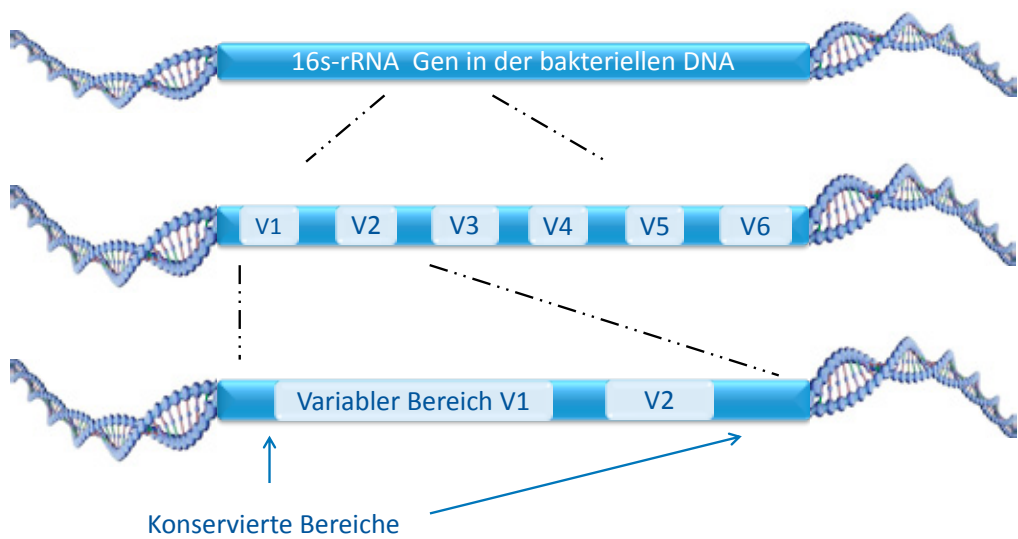
Einleitung – Material und Methode – **Ergebnisse** – Fazit



16s – rRNA Gen




Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



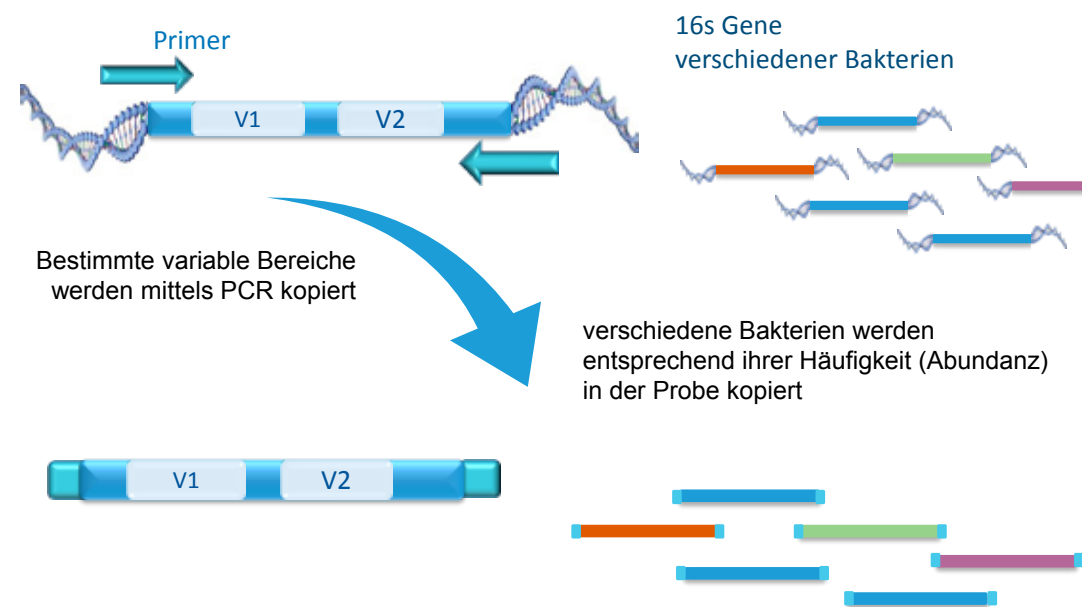
In der Sequenz des 16s –Gens folgen variable und konservierte Bereiche aufeinander. Die variablen Bereiche haben bei den verschiedenen Arten unterschiedliche Sequenzen.

Einleitung – **Material und Methode** – Ergebnisse – Fazit

PCR- Amplifizierung des 16s – rRNA Gens



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel




Bestimmte variable Bereiche werden mittels PCR kopiert

verschiedene Bakterien werden entsprechend ihrer Häufigkeit (Abundanz) in der Probe kopiert

PCR-Fragmente verschiedener Bakterien aus einer Probe

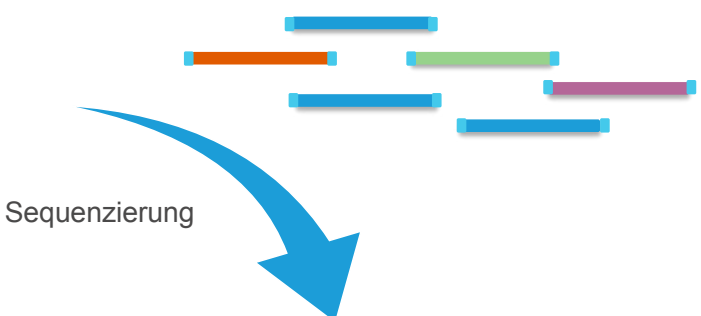
Einleitung – **Material und Methode** – Ergebnisse – Fazit

Sequenzierung



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

PCR-Fragmente verschiedener Bakterien aus einer Probe



Sequenzierung


```

GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....
TGACGACGCAACGATGAAGGTCTT...   CTGACCCAGCAGTGAAGGAAG...
GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....   AGGTTTTCGAACTCTGTTGTC...
GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....
    
```

Next Gen Sequencing: 12 Millionen PCR-Fragmente/Lauf werden gelesen
Pro Probe werden ca. 50.000 PCR-Fragmente ausgewertet

Einleitung – Material und Methode – Ergebnisse – Fazit

Operational taxonomic unit (OTU)

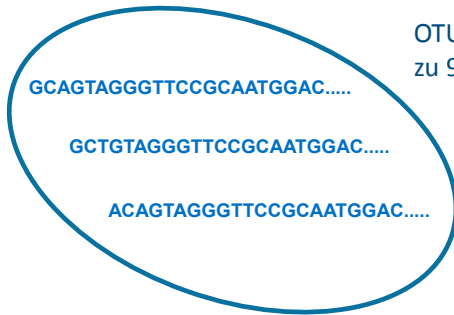


Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

```

GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....
TGACGACGCAACGATGAAGGTCTT...   CTGACCCAGCAGTGAAGGAAG...
GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....   AGGTTTTCGAACTCTGTTGTC...
GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....
    
```

Die verschiedenen Reads werden zu OTUs geclustert



OTU operational taxonomic unit:
zu 97% gleiche Sequenzen

```

GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....
GCTGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....
ACAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....
    
```

Einleitung – Material und Methode – Ergebnisse – Fazit

Datenbank Annotation der OTUs


OTU1
TGACGACGCAACGATGATCTT....

OTU2
GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....
GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....
GCAGTAGGGTTCCGCAATGGAC.....

OTU9
AGGTTTTCGTCTGTTGTC...

OTU10
CTGACCCAGCAGTAGGAAG...

1. Abundanzbestimmung über die Anzahl der reads/OTU

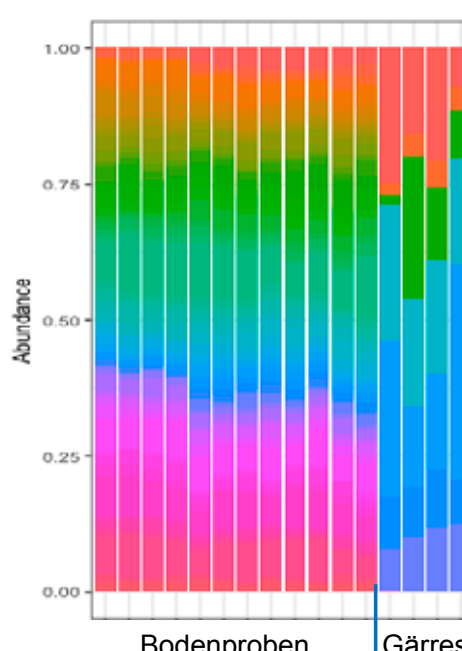


2. Zuordnung der taxonomischen Einheiten durch Datenbankabgleich

Spalte1	Domain	Phylum	Class	Order	Family	Genus
OTU_1	d:Bacteria	p:Cloacimonetes				
OTU_2	d:Bacteria	p:"Bacteroidetes"	c:"Bacteroidia"	o:"Bacteroidales"	f:"Porphyromonadaceae"	
OTU_10	d:Bacteria	p:"Bacteroidetes"	c:Sphingobacteriai	o:"Sphingobacteriales"	f:Chitinophagaceae	g:Terrimonas
OTU_9	d:Bacteria	p:"Proteobacteria"	c:Gammaproteobacteria	o:Xanthomonadales	f:Xanthomonadaceae	

Einleitung – Material und Methode – Ergebnisse – Fazit

Relative Abundanz alle Proben




OTU

-
 OTU_1_p_Cloacimonetes
-
 OTU_10_o_Sphingobacteriales
-
 OTU_11_p_Bacteroidetes
-
 OTU_117_o_Actinomycetales
-
 OTU_13_o_Actinomycetales
-
 OTU_135_g_Gp6
-
 OTU_139_g_Gp4
-
 OTU_15_o_Xanthomonadales
-
 OTU_153_g_Gp5
-
 OTU_156_g_Gp6
-
 OTU_168_g_Gp6
-
 OTU_17_o_Cytophagales
-
 OTU_18_o_Cytophagales
-
 OTU_182_g_Gp6
-
 OTU_19_o_Rhizobiales
-
 OTU_2_o_Bacteroidales
-
 OTU_20_d_Bacteria
-
 OTU_21_p_Proteobacteria
-
 OTU_23_g_Gp16
-
 OTU_25_o_Nitrosomonadales
-
 OTU_26_d_Bacteria
-
 OTU_27_g_Gp6
-
 OTU_29_g_Gp16
-
 OTU_3_o_Xanthomonadales
-
 OTU_32_o_Actinomycetales
-
 OTU_33_c_Actinobacteria
-
 OTU_36_p_Proteobacteria
-
 OTU_37_o_Burkholderiales
-
 OTU_4_o_Clostridiales
-
 OTU_43_o_Actinomycetales
-
 OTU_44_d_Bacteria
-
 OTU_46_o_Actinomycetales
-
 OTU_48_o_Rhizobiales
-
 OTU_5_o_Bacteroidales
-
 OTU_57_o_Galettiales
-
 OTU_5732_o_Clostridiales

Einleitung – Material und Methode – Ergebnisse – Fazit

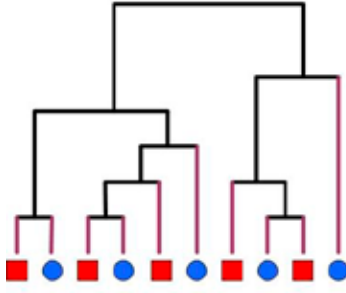
UniFrac Distance



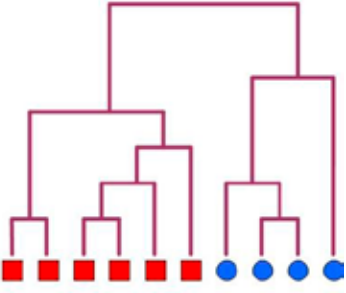
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

UniFrac: phylogenetische beta-Diversität
Die Weglänge des phylogenetischen Baums wird analysiert

Ähnliche
Mikrobiome



Maximal verschiedene
Mikrobiome




■ Probe 1

● Probe 2

Weighted UniFrac: berücksichtigt relative Abundanzen

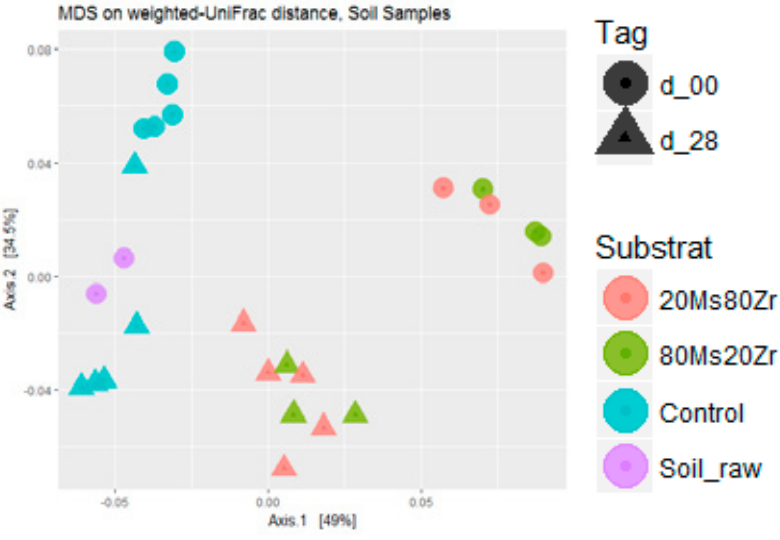
Einleitung – Material und Methode – **Ergebnisse** – Fazit

Diversität zwischen den Bodenproben



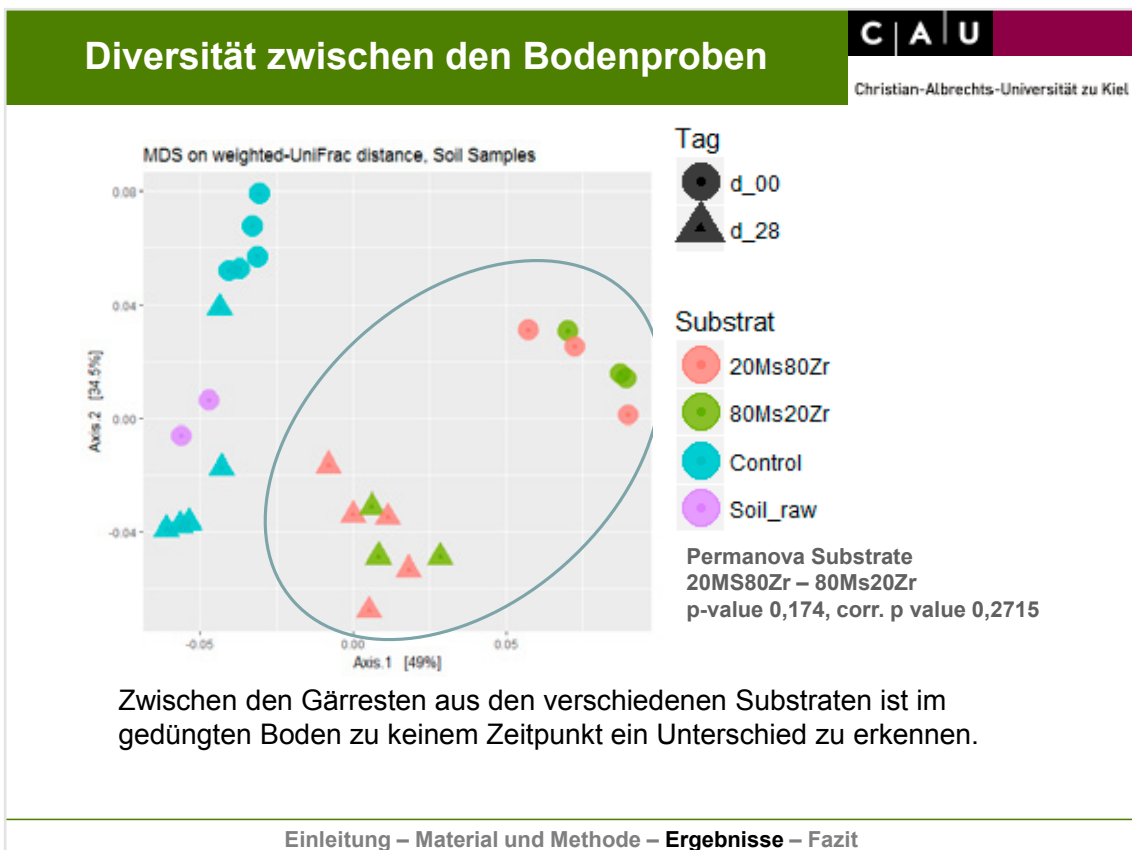
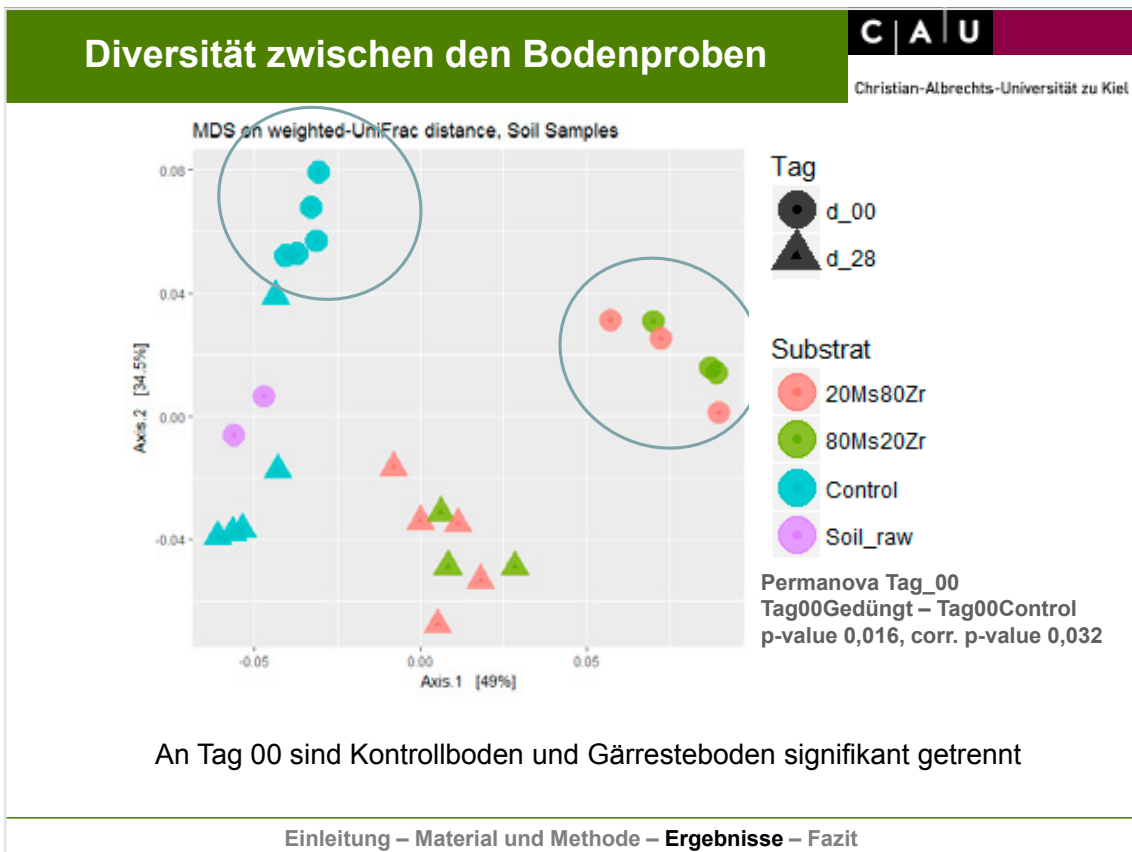
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

MDS on weighted-UniFrac distance, Soil Samples

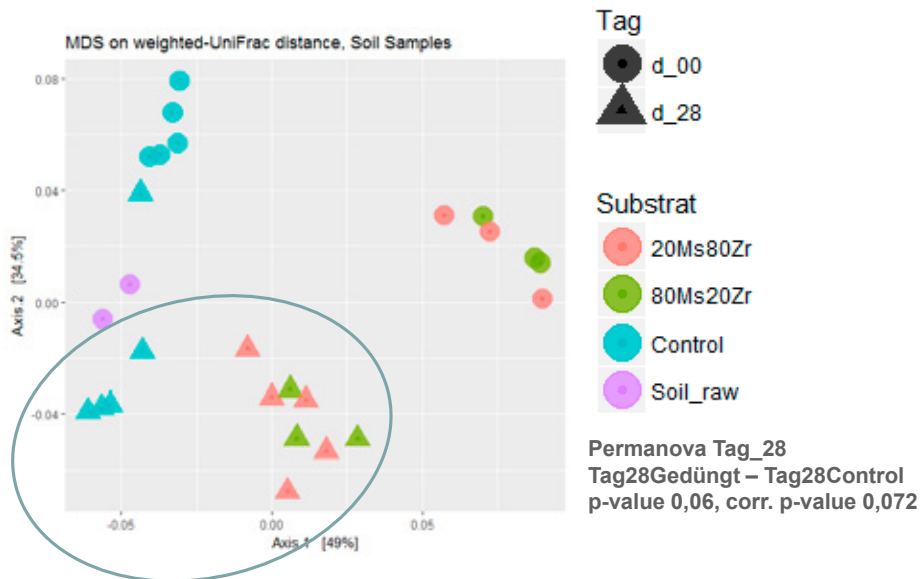


- Zeitpunkte clustern
- Gedüngt gegen ungedüngt clustert

Einleitung – Material und Methode – **Ergebnisse** – Fazit



Diversität zwischen den Bodenproben



An Tag 28 sind Kontrollboden und Gärresteboden nicht mehr signifikant getrennt

Einleitung – Material und Methode – **Ergebnisse** – Fazit

Fazit – Entwicklung der Gärprodukte

- Herstellung der Gärreste aus praxisüblichen Pflanzensubstraten
- Pflanzensubstrate mit üblicher spezifischer Methanproduktion, Zuckerrübe schneidet am besten ab
- Keine Kofermentationseffekte auf die Gasproduktion beobachtet
- Zuckerrübe in der Mischung beeinflusst Fermentationskinetik

Einleitung – Material und Methode – Ergebnisse – **Fazit**

Fazit - Mikrobiologie

C | A | U

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

- Ergebnisse:
1. Zeitpunkte und Düngung sind darstellbar
 2. Keine Unterschiede zwischen den eingesetzten Gärrücksubstraten in den Bodenproben
 3. Nach 28 Tagen keine Unterschiede mehr zwischen gedüngten und ungedüngten Bodenproben

Methode Mikrobiomanalyse:

- Neue Ära in der mikrobiologischen Analyse mit vielversprechenden Möglichkeiten
- Wesentlich differenziertere und belastbarere Untersuchungsmethode

Einleitung – Material und Methode – Ergebnisse – Fazit

Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik

C | A | U

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Wechselwirkungen zwischen der Applikation von Gärresten und der Bodenmikrobiologie

Biogas: Dr. Susanne Ohl
Tel. 0431-880-1548, sohl@ilv.uni-kiel.de
Mikrobiologie: Dr. Susanne Billmann-Born
Tel. 0431-880-1547, sbillmann@ilv.uni-kiel.de
Bodenphysik: Dr. Iris Zimmermann
Tel. 0431-880-3191, i.zimmermann@soils.uni-kiel.de
Prof. Dr. Eberhard Hartung
Tel. 0431-880-2107, ehartung@ilv.uni-kiel.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FKZ: 22402214



Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Im Nordwestlichen Niedersachsen hat die Veredlungswirtschaft besonders durch den Neubau von Stallanlagen zur Geflügel- und Schweinehaltung in den vergangenen Jahren ein dynamisches Wachstum erfahren. Im Zuge der Energiewende sind seit 2003 landesweit rund 1.600 Biogasanlagen gebaut worden. In Kombination von Gärsubstraten und den Wirtschaftsdüngern aus der Tierhaltung hat sich das Stoffstromvolumen in den Veredelungsregionen insgesamt deutlich erhöht, mittlerweile ist ein zunehmendes Verwertungsproblem entstanden.

Bei der Landwirtschaftskammer Niedersachsen wurde 2017 eine neue eigenständige Düngebehörde eingerichtet. Neben der Überwachung und Kontrolle durch die neue Düngebehörde will die Landwirtschaftskammer Niedersachsen künftig auch die Beratung intensivieren, um auf eine ressourcenschützende Verwertung von Wirtschaftsdüngern und die Schließung von Nährstoffkreisläufen hinzuwirken. Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen erstellt jährlich einen Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger (Veröffentlicht unter www.meldeprogramm.de). Damit liegt eine gute Datenbasis für das Nährstoffmanagement in Niedersachsen vor.

Für die Erarbeitung von praxisgerechten Lösungen für geschlossene Nährstoffkreisläufe wurden im Jahre 2016 mit Unterstützung des Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz ein Verbundprojekt „Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen“ gestartet.

Es handelt sich hierbei um zwei Teilprojekte unter besonderer Berücksichtigung des Wasserschutzes und einer nachhaltigen Landbewirtschaftung in Wirtschaftsdünger abgebenden und aufnehmenden Regionen sowie ein weiteres Teilprojekt für die Erprobung und Einführung eines Zertifizierungssystems für die Verbringung von Wirtschaftsdüngern und Gärresten.

In dem Verbundprojekt ist u. a. zu klären, welche einzelbetrieblichen Anpassungsmaßnahmen vom abgebenden Betrieb umgesetzt werden können und wie die Transportwürdigkeit flüssiger Wirtschaftsdünger erhöht werden kann. Bei Tierhalter und Biogasanlagenbetreiber besteht ein hohes Interesse an technische Möglichkeiten verschiedener Stufen von Verarbeitungsprozessen zur Wirtschaftsdüngeraufbereitung.

Auch aufgrund unzureichender Lagerkapazitäten für flüssige Wirtschaftsdünger werden im Rahmen des Verbundprojektes nach möglichen Lösungen gesucht, um dem wachsendem „Druck“ auf dem Wirtschaftsdüngermarkt entgegen zu wirken. Der Beratungsbedarf hat sich auf allen Ebenen enorm erhöht, alle bislang vorliegenden Erkenntnisse zur Reduzierung der Nährstofffrachten werden genutzt und im Rahmen des Verbundprojektes auf ihre Wirksamkeit getestet. Bei der gesamten Nährstoffproblematik in Niedersachsen geht es den Viehhaltern und Biogasanlagenbetreibern, Ackerbaubetrieben und der Vermittlerbranche vorrangig um die Verwertungskosten, Logistik, Lagerraum und auch um seuchenhygienische Anforderungen einschließlich Umweltaspekte, einer Grundwasserschützenden und bedarfsgerechten Düngung und Einhaltung von Verwertungsstandards.

Durch die derzeitige Situation am Wirtschaftsdüngermarkt besteht für ein nachhaltiges Wirtschaftsdüngermanagement weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf, dies betrifft insbesondere auch die Entwicklung von technischen Möglichkeiten zur Aufbereitung von Wirtschaftsdünger zu transportwürdigen und marktfähigen Produkten sowie der gemeinsamen Zielsetzung, das Grundwasser und das Oberflächenwasser sowohl in Wirtschaftsdünger abgebenden als auch in aufnahmefähigen Regionen bestmöglich gegen Nitratreinträge zu schützen.



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

FNR - Tagung
03./04. Juli 2018 Berlin

Wirtschaftsdünger-
management
Niedersachsen

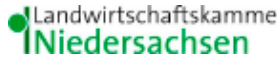
Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer
Niedersachsen
- Düngbehörde -



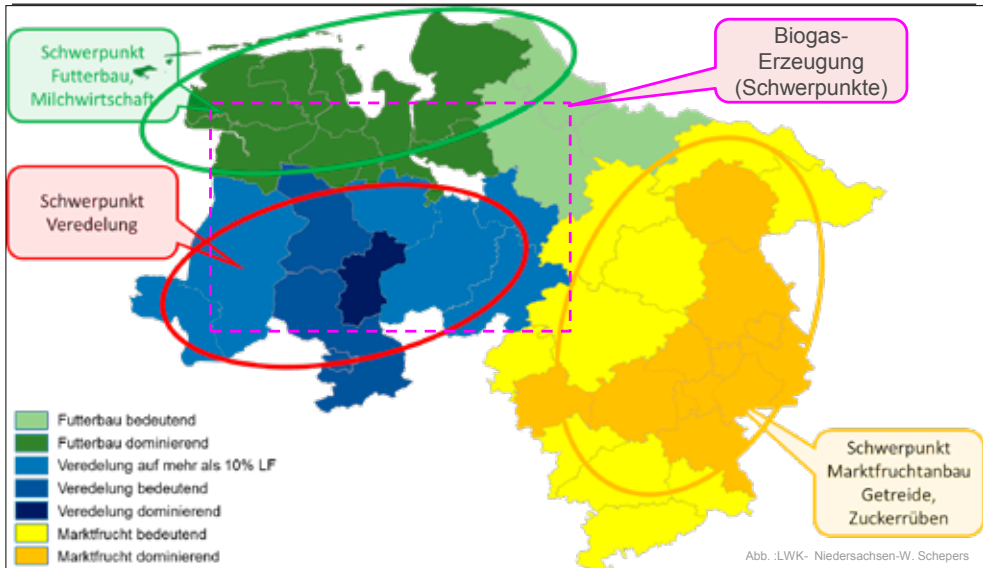
Verbundprojekt
Wirtschaftsdünger-
management
Niedersachsen
(Laufzeit 2/2016 bis
12/2018)

Bedarfs-
gerechte
Düngung

Foto: W. Schepers



Agrarstandort Niedersachsen Veredlungs – und Ackerbauregionen



FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

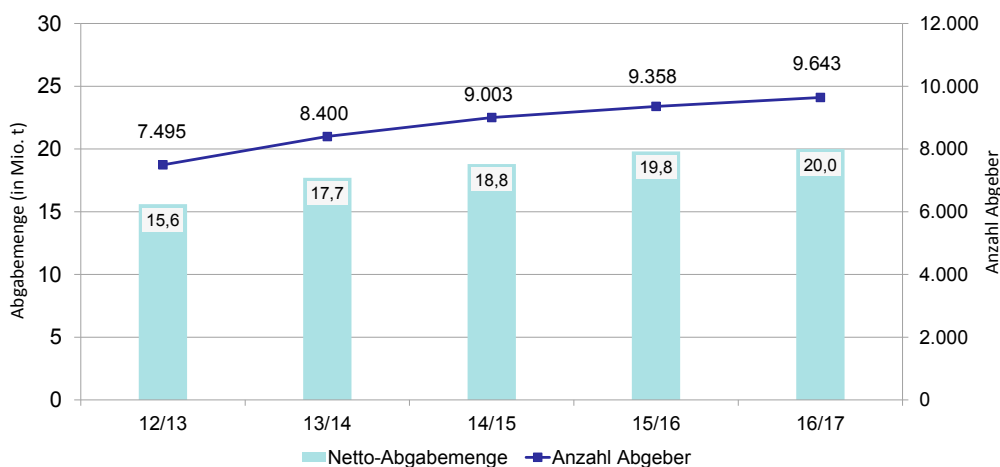
Dung-, Gärrest- und Nährstoffanfall aus Tierhaltung und Biogasanlagen auf Landesebene *



FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Entwicklung der Netto-Abgabemenge und der Zahl der Abgeber



* Quelle: Nährstoffbericht 2016/2017

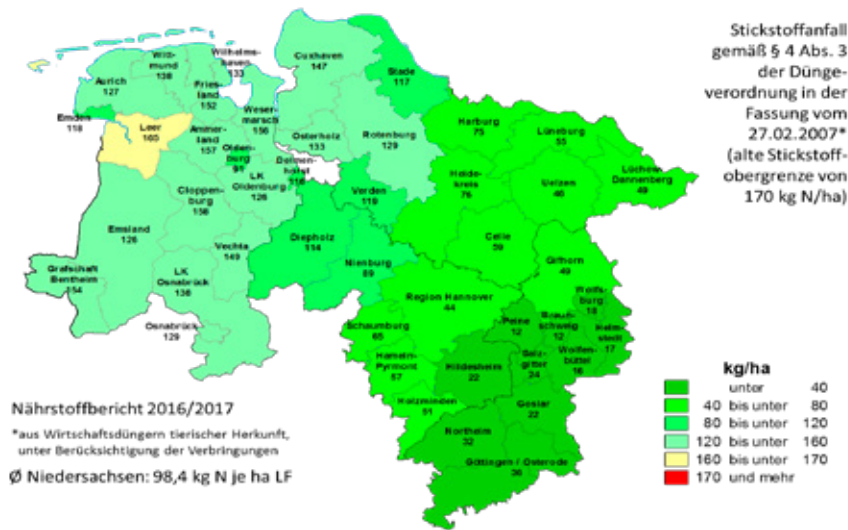
FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Stickstoffanfall gemäß § 4 (3) der DüV in der Fassung vom 27.02.2007 (alte Stickstoffobergrenze aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft)

Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

„alte“ DüV



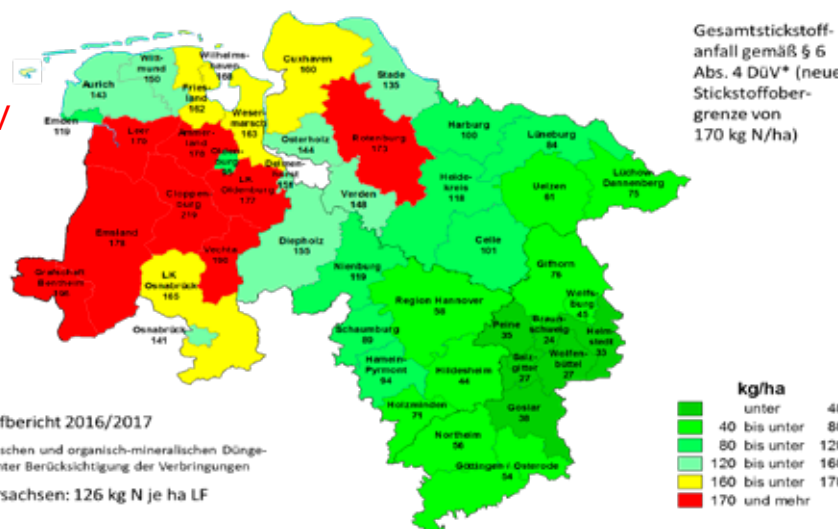
FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Stickstoffanfall gemäß § 6 Abs. 4 neue DüV aus organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln (neue Stickstoffobergrenze)

Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

„neue“ DüV



FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Verbundprojekt / Teilprojekte
Kooperationspartner – Laufzeit Jan.'16 bis Dez.'18

Landwirtschaftskammer
Niedersachsen



Institut für Ökologische
und Nachhaltige Chemie

TP – 1 – ML
Nährstoffabgebende
Region



Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

TP – 2 – ML
Aufbau einer zertifizierten
Logistikschiene



TP – 3 – MU
Nährstoffaufnehmende
Region



(TP – 4) – MU
QuWIN-Projekt

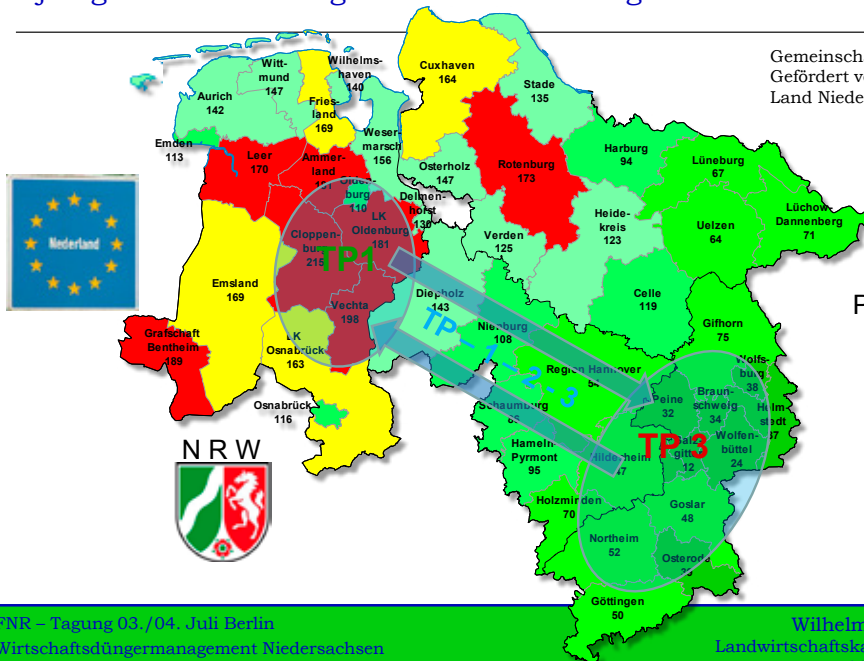


FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Verbundprojekt: Nährstoffmanagement
Projektgebiete Veredlungs – und Ackerbauregion

Landwirtschaftskammer
Niedersachsen



Gemeinschaftsprojekt
Gefördert vom
Land Niedersachsen



Projektpartner:



Nährstoffbericht 2013/2014
Abb.: LWK- W. Schepers

FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Verbundprojekt – Nährstoffmanagement Niedersachsen - Teilprojekt 2

Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

EG Nährstoffmanagement Niedersachsen



Aufbau einer zertifizierten Logistikschiene

Gefördert vom Landwirtschaftsministerium Hannover



Projektpartner:



„Zertifizierte Logistikschiene“ - Kernziele:

- Aufbau und Etablierung eines verbindlichen Zertifizierungssystems für die gesamte Logistikschiene
- Weiterentwicklung der Richtlinien Gütegemeinschaft Wirtschaftsdünger NMN eG (Arbeitsgruppen Vermittler-Landkreise
- Schaffung eines rechtlichen Rahmens für ein Gütesicherungssystem
- Schaffung eines EDV Systems zur lückenlosen Dokumentation (GPS)
- Praxistest Verbringung vom Abgeber - Vermittler – Aufnehmer
- Probenahme und Analyse von Wirtschaftsdünger (Schnellbestimmungsverfahren)

Düngegesetz : § 13a Qualitätssicherung im Bereich von Wirtschaftsdüngern

FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Verbundprojekt - Teilprojekt 3

Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

Fragebogen zur Aufnahmebereitschaft von organischen Düngemitteln

ca. 800 Fragebogen verschickt / ca. 250 beantwortet
Zeitraum Juni 2016 / 4 Wochen- Rückmeldefrist

- Keine sozialwissenschaftliche Fallstudie sondern ein „nicht repräsentatives Meinungspanel“
- Erkennen von Tendenzen
- Bestimmung von **Pro- und Kontra-Faktoren**
- Abfragen von **Erfahrungswerten**
- **Bereitschaft** zur Projekt-Teilnahme

Projektleiter: T. Beiss-Delkeskamp
LWK - Bez. Stelle - Braunschweig

FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Mest op Maat – Dünger nach Maß

Projektziele

Entlang der Wertschöpfungskette

- Optimierung der Gülle- und Gärrest-Behandlung
- Wertstoffgewinnung und Kostenreduzierung
- Stoffliche und energetische Nutzung
- Nachfrageorientierte Behandlung
- Bedarfsgerechte Düngung



(Deutsch-Niederländisches Projekt)

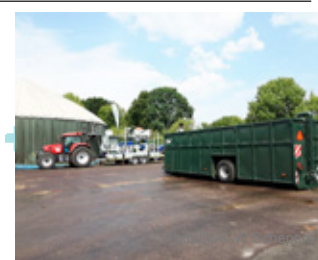
11



Mest op Maat (MoM) – www.mestopmaat.eu



Kombination der Lösungsansätze



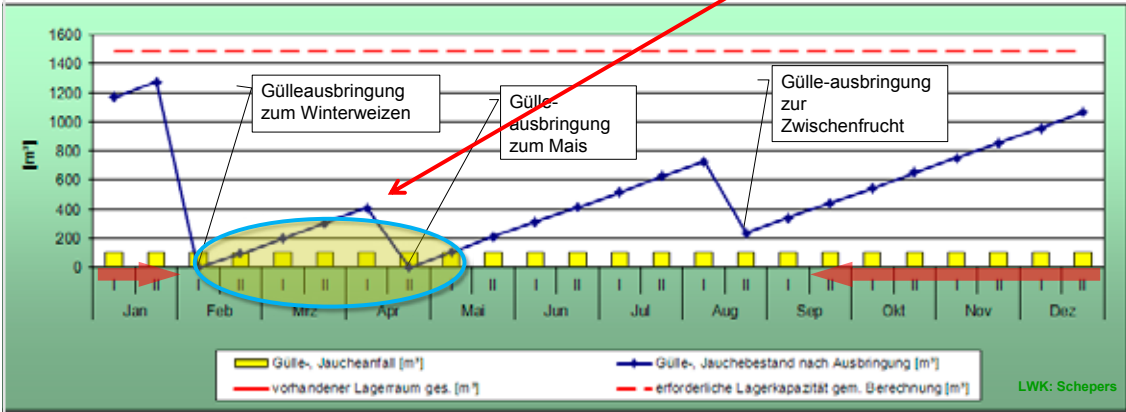
- Die überregionale Verwertung von flüssige Wirtschaftsdünger (Gülle/Gärreste) stellt aufgrund der zu geringen Transportwürdigkeit nicht nur ein logistisches – sondern auch ein Kostenproblem dar.
- Um die Transportwürdigkeit zu erhöhen, sind weitergehende Behandlungsmaßnahmen der Gülle/Gärreste erforderlich (z. B. Eindickung). Im Einzelfall können Transportkosten wesentlich reduziert werden (z. B. Multiliner)
- Eine Einschränkung der Ausbringungszeiten führt zu einer hohen logistischen Herausforderung und zusätzlichen Lagerraum

FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Variierender Lagerraumbedarf während den Ausbringungszeiten – der Gülle-Gärrestbestand im Jahresverlauf

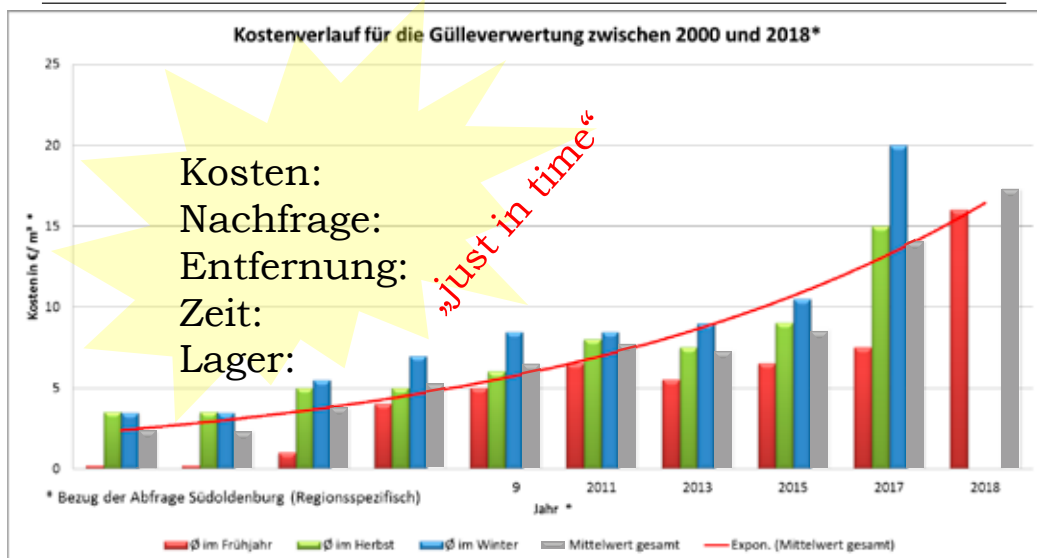
“Arbeitsspitzen“ = “just in time“
Eine logistische Herausforderung



FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Die Verwertungskosten steigen



FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Einzelbetriebliche Maßnahmen



Reduzierung der Stickstoff -N- und Phosphor -P- Salden:

- Ermittlung der betriebsspezifischen N/P-Salden
- Einführung der stark N- und P-reduzierten Fütterung
- Abstockung von Tierbeständen durch freiwillige Maßnahmen, z.B. zum Tierwohl
- Einsparung von Mineraldünger durch bedarfsgerechte Düngung
- Substitution von mineralischer Unterfußdüngung beim Maisanbau
- Vollständiger Export von Festmist aus Nährstoffüberschussregionen/ Überschussbetrieben
- Aufkonzentration der flüssigen Wirtschaftsdünger (Dickgüleverfahren)
- Separation von Feststoffen
- Schaffung von weiterem Güllelagerraum, auch in Ackerbaugebieten
- Überprüfung des Düngebedarfs durch Nmin-Messungen im Frühjahr, zur Ernte und im Herbst
- Bedarfsgerechte Wirtschaftsdüngerausbringungen im Spätsommer/ Herbst
- Verbesserung der N-Effizienz

FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg

Fazit:



Niedersachsen hat ein regionales Nährstoffmengen- und Verteilproblem. Das Verbundprojekt „Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen“ findet großes Interesse - wird jedoch derzeit stark von den Regelungen und Auswirkungen des neuen Düngerechts auf die Veredelungs- und Ackerbaubetriebe „überschattet“

Die Landwirte sind allgemein sehr verunsichert und reagieren entsprechend

- Die Nachfrage nach transportwürdigen Wirtschaftsdünger geht zurück
- Die Verwertungskosten steigen – Akzeptanzprobleme sind schwer lösbar
- Forderungen nach technischen Aufbereitungsmöglichkeiten nehmen zu
- Mineraldüngerpreis beeinflusst die Nachfrage nach Wirtschaftsdünger

FNR – Tagung 03./04. Juli Berlin
Wirtschaftsdüngermanagement Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Oldenburg



Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit und Interesse
am Wirtschaftsdüngermanagement
Niedersachsen

Wilhelm Schepers
Dipl. Ing. agr.
Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Telefon: 0441 801-416
E-Mail: wilhelm.schepers@lwk-niedersachsen.de

Bild: W. Schepers

Beratungstools zur Optimierung der Düngebedarfsprognose beim Einsatz von Gärresten im Ackerbau

Prof. Dr. Hans-Werner Olf

Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur an der Hochschule Osnabrück

Durch die Novellierung der Düngeverordnung hat der Gesetzgeber die Düngebedarfsplanung und -dokumentation insbesondere für den Nährstoff Stickstoff sehr deutlich formalisiert und reglementiert. Neben bundesweit einheitlichen Vorgaben zu ertragsabhängig gestaffelten, maximal erlaubten N-Düngermengen sind u. a. die im Boden zu Vegetationsbeginn vorliegenden, pflanzenverfügbaren N-Mengen sowie die N-Nachlieferung aus Ernteresten, Zwischenfrüchten und aus organischer Düngung des Vorjahres zu berücksichtigen. Weiterhin sind Mindestwerte für die N-Ausnutzung beim Einsatz von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und Gärresten anzurechnen sowie die maximal erlaubte N-Obergrenze von 170 kg N/ha einzuhalten. Der Einsatz von Gärresten in Ackerbaubetrieben ist unter diesen Rahmenbedingungen trotz der sinnvollen Rückführung von Phosphor einerseits und der Zufuhr organischer Substanz zur Humusbildung andererseits kritisch zu hinterfragen.

Um eine pflanzenbaulich optimale N-Versorgung von Ackerkulturen zu ermöglichen, sollte der Einsatz von Gärresten möglichst früh zu Vegetationsbeginn erfolgen und dabei deutlich unterhalb der in der Düngeverordnung zulässigen N-Zufuhr von 170 kg N/ha angesetzt sein. Die Ausbringung sollte möglichst effizient und verlustarm (z. B. durch bodennahe Ablage mittels Schleppschlauch oder Schleppschuh) erfolgen. Benötigen die Pflanzen zusätzlich zum Stickstoff auch Schwefel, lässt sich dieser über die Zugabe von Schwefelsäure zum Gärrest zuführen. Gleichzeitig reduziert diese Maßnahme die Ammoniakverluste bei der Ausbringung. Die weitere N-Düngung der Pflanzenbestände während der nachfolgenden Wachstumsphasen erfolgt zielgerichtet über N-haltige Mineraldünger. Dabei ist vor jeder N-Düngungsmaßnahme der Ernährungszustand der Pflanzen(-bestände) zu kontrollieren, um die N-Mineralisation aus der Gärrest-Düngung zeitlich und mengenmäßig beurteilen zu können.

Für die Charakterisierung des N-Versorgungsstatus der Pflanzen stehen verschiedene Tools zur Verfügung. So lässt sich über die Messung der Nitrat-Konzentration im Pflanzensaft an der Halmbasis (Getreide, Mais) oder am Blattstiel (z. B. Kartoffel) die N-Versorgung aus dem Bodenpool abgeschätzt und die Höhe der nächsten N-Düngergabe ableiten. Alternativ kann mittels Chlorophyll-Tester (u. a. Yara N-Tester) anhand der Grünfärbung von Pflanzenblättern zu ausgewählten Entwicklungsphasen der Pflanzen auf die notwendige N-Düngermenge geschlossen werden. Bei hand- oder schleppergestützten, optischen Sensoren wird mittels ausgewählter Wellenlängen im reflektierten Lichtspektrum die Grünfärbung in Kombination mit der oberirdischen, pflanzlichen Biomasse beurteilt und als Indikator für die notwendige N-Düngermenge ausgewertet. Entsprechend sind auch Satellitenbilder als Basis für die Ableitung von N-Düngungsmaßnahmen geeignet. Der sinnvolle Einsatz dieser Pflanzentests unter Praxisbedingungen ist allerdings nur möglich, wenn entsprechend umfangreiche Feldversuche zur Kalibrierung der Methoden durchgeführt wurden.

Schadstoffe und Hygiene von Biogasresten

Thorben Schilling, Prof. Dr. Ludwig E. Hölzle

Institut für Nutztierwissenschaften der Universität Hohenheim

Wirtschaftsdünger und aus biogenen Abfällen hergestellte organische Dünger müssen nachhaltig und ohne Schäden für Mensch, Tier, Pflanzen und Umwelt verwertet werden. Die unterschiedlichsten Dünger beinhalten qualitativ und quantitativ verschiedene Hygienrisiken. Diese können entweder durch im Ausgangsmaterial vorhandene Pathogene, Spurenstoffe (z.B. Antibiotika) oder auch multiresistente Mikroorganismen begründet sein. Ein Problem, das in der Praxis immer wieder Fragen und Unsicherheiten aufwirft, ist die Tatsache, dass diese Risiken nicht immer genau bekannt sind oder falsch eingeschätzt werden.

Vor dem Hintergrund der großen Mengen an Biogasresten, die landwirtschaftlich oder landschaftsbaulich verwertet werden, sollten die Prozesseinflüsse in Biogasanlagen so gestaltet werden, dass pathogene Mikroorganismen in den organischen Substraten zumindest reduziert, bestenfalls jedoch inaktiviert werden. In eigenen Arbeiten wurden die Hygienisierung der Gärreste durch den Fermentationsprozess unter verschiedenen Prozessparametern von sehr unterschiedlichen Inputmaterialien, die alle Gülle oder Festmist unterschiedlichster Tierarten enthielten, untersucht. Außerdem wurde die Hygienisierungskapazität einer Lagerung der Gärreste zur Verbesserung der mikrobiologischen Qualität evaluiert. Dabei zeigte sich, dass der Desinfektionserfolg sowohl bei thermischer Behandlung als auch bei der Lagerung sehr stark von der Art der Pathogene, dem Ausgangssubstrat dem Temperaturprofil sowie der Inaktivierungsdauer abhängt.

Im Zusammenhang mit Spurenstoffen und Resistenzmechanismen sind die Erkenntnisse über den Einfluss des Biogasprozesses sowie von vor- und nachgelagerten Maßnahmen zur Verbesserung der Situation im Gärrest noch sehr lückenhaft. Hier besteht eindeutiger Forschungsbedarf.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass durch entsprechende technische Verfahrensweisen in vielen Teilbereichen das hygienische Risiko von durch den Biogasprozess produzierten Gärresten minimiert werden könnte. Die Frage der Hygiene und damit der Infektionsprophylaxe für Mensch, Tier, Pflanze und Umwelt sollte auch zukünftig einen entscheidenden Stellenwert haben.

Schadstoffe und Hygiene von Biogasresten

Prof. Dr. Ludwig E. Hölzle
Thorben Schilling
Institut für Nutztierwissenschaften
Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Einleitung

- Organische Rest- und Abfallstoffe sind mit pathogenen Mikroorganismen und Schadstoffen belastet.
- Rückführung bzw. stoffliche Verwertung dieser Stoffe beinhaltet seuchen- und phytohygienische Risiken.

Schadstoffe in Biogasresten

chemische Schadstoffe

- Schwermetalle
- Arzneimittel (v.a. antimikrobiell wirksame Substanzen)
- persistente, bioakkumulative und toxische Substanzen (PBT), sehr persistente und sehr bioakkumulative Substanzen (vPvB)

biologische Schadstoffe

- Mikroorganismen (Pathogene)
- Toxine

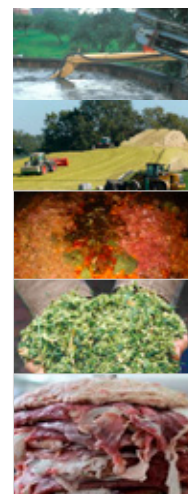
© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Schadstoffe und Hygiene in Biogasresten

Risikobeurteilung

- Menge und Art abhängig von der Heterogenität der Input-Materialien
- desinfizierende Effizienz durch die biotechnologische Behandlung
- Anwendungsgebiete des Endprodukts
 - Wirtschaftsdünger
 - Vergärung von pflanzlichen Materialien, aus land-, forstwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betrieben auch in Co-Fermentation mit tierischen Fäkalien
 - geringere Anforderungen an die Seuchenhygiene (Biogasgülle)
 - organische Düngemittel
 - Vergärung von Bioabfällen, tierischen Nebenprodukten, Klärschlämmen
 - höheres epidemiologisches Risiko

© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren



Antibiotika in Biogasresten

- antimikrobiell wirksame Substanzen (AMS)
- resistente Mikroorganismen
- Resistenzgene



© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Antibiotika in Biogasresten

Risikominimierung

- anaerobe Fermentation von Schweinekot
- Auswirkungen der Behandlung auf AMS und ARG im geschlossenen Agrarsystem
- Elimination von Oxytetracyclin (konzentrationsabhängig)
- *tetG* persistiert im Produktionskreislauf
- *tetC* + *tetM* werden durch Behandlung verringert, *tetO*, *tetQ* + *tetW* erhöht
- höhere Abundanz für viele ARG im Boden trotz Fermentation

NB: Biogasprozess garantiert keine vollständige Entfernung von AMS + ARG

Cheng et al., 2016; Yin et al., 2016;
Widyasari-Mehta, 2016

Antibiotikaresistenzen in Biogasresten

Schweinegülle

- Analyse des Resistoms mittels Kultivierung, qPCR, Next-Generation-Sequenzierung
- 83 ARG und 3 Transposons in Frischgülle
- resistente Bakterien und ARG gegen Tetrazyklin und Makrolid-Lincosamid-Streptogramin durch Fermentationsprozess reduziert
- gegen Sulfonamide, Aminoglykoside, Florfenicole und Amphenicole durch den Prozess angereichert

→ **Gärreste ein wichtiges Reservoir für ARGs und MRE**

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Pu et al., 2018

Biogasprozess und Hygiene

Fermentationsprozess und thermische Inaktivierung

- Kalkulation der Dauer
- Einflussgrößen
 - Erregereigenschaften
 - Substratbeschaffenheit
 - Temperatur

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

 
Förderkennzeich
n
22003313

Biogasprozess und Hygiene

Mesophile Betriebsweise

- Desinfektion der Abfälle nicht möglich
- zusätzliche Desinfektion der Ausgangs – oder Endprodukte nötig → z.B. Pasteurisierung, Kompostierung
→ hygienisierte Gärrückstände

Thermophile Betriebsweise

- mindestens 50 °C über mindestens 24 h
- mechanische Mindestverweilzeit von 20 d
- Desinfektion der Abfälle möglich → hygienisierte Gärrückstände

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Fermentationsprozess und Keimreduzierung

Eigene Untersuchungen

- Inputmaterial: Mischung Rinder-/Schweinegülle, Maissilage
- Testorganismen
 - *Escherichia coli* (ESBL), Salmonellen, *Listeria monocytogenes*
- Fermentationsprozess
 - Laborfermenter
 - Temperaturen: 40 °C, 50-53 °C, 55-58°C

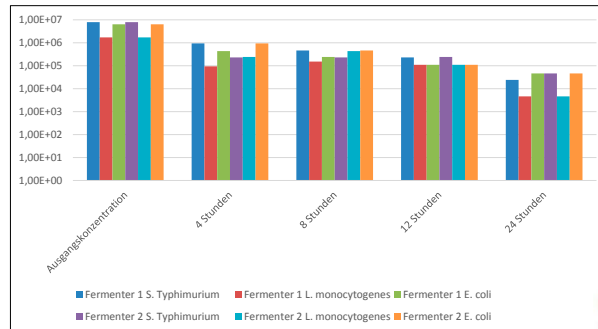


Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Fermentationsprozess und Keimreduzierung

Ergebnisse
40°C

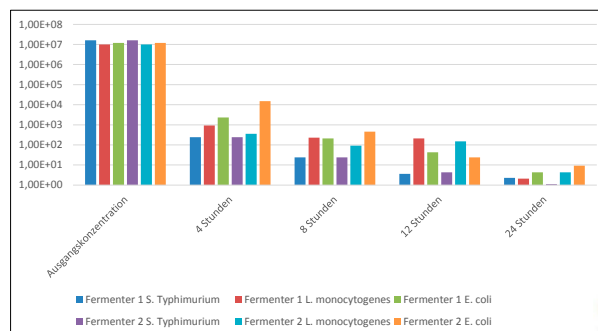


Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Fermentationsprozess und Keimreduzierung

Ergebnisse
50-53°C

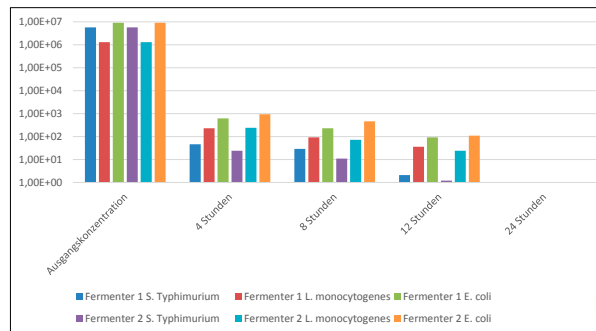


Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Fermentationsprozess und Keimreduzierung

Ergebnisse 55-58°C



Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Fermentationsprozess und Keimreduzierung

Bewertung

- Unter mesophilen Bedingungen ist nur eine sehr geringe Reduktion der Keimzahlen zu beobachten.
- Bei Temperaturen zwischen 50 bis 53 °C kam es zu deutlichen Reduktionen, wobei auch nach 24 Stunden alle Erreger nachgewiesen werden konnten.
- Bei Temperaturen über 55 °C wurde eine Hygienisierung schon nach mindestens 12 Stunden erreicht.
- Es wird aufgrund der vorliegenden Ergebnisse daher empfohlen, Biogasanlagen thermophil bei einer Temperatur >55°C und einer Verweilzeit von 12 h zu betreiben.



Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Biogasprozess und Hygiene

Lagerung

- Kalkulation der Dauer
- Einflussgrößen
 - Erregereigenschaften
 - Jahreszeit
 - Substratbeschaffenheit

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren



Förderkennzeich
n
22003313

Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Eigene Untersuchungen

- fünf verschiedene Ausgangsmaterialien
- Testorganismen
 - *Escherichia coli* (ESBL), Salmonellen, *Listeria monocytogenes*
- Lagerung
 - vier verschiedene Temperaturprofile
 - sechs Monate Lagerungszeit

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren



Förderkennzeich
n
22003313

Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Ausgangsmaterialien

Gärrest	Zusammensetzung des Inputmaterials
A	40% Schweinegülle, 30% Rindergülle, 30% nachwachsende Rohstoffe
B	60% Schweinegülle, 40% nachwachsende Rohstoffe
C	60% Rindergülle, 40% Gemisch aus Pferde-, Rinder- und Geflügel-festmist und nachwachsende Rohstoffe
D	60% Putengülle und Putenfestmist, 40% nachwachsende Rohstoffe
E	60% Gemisch aus Rindergülle mit Pferde- und Rinderfestmist, 40% nachwachsende Rohstoffe



Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Temperaturprofile

Temperaturprofil	Temperaturen
Januar bis Juni	1,1 °C, 1,9 °C, 5,6 °C, 10,2 °C, 14,3 °C, 17,8 °C
April bis September	10,2 °C, 14,3 °C, 17,8 °C, 19,1 °C, 18,8 °C, 14,5 °C
Juli bis Dezember	19,1 °C, 18,8 °C, 14,5 °C, 10,3 °C, 5,5 °C, 1,8 °C
Oktober bis März	10,3 °C, 5,5 °C, 1,8 °C, 1,1 °C, 1,9 °C, 5,6 °C



Förderkennzeich
n
22003313

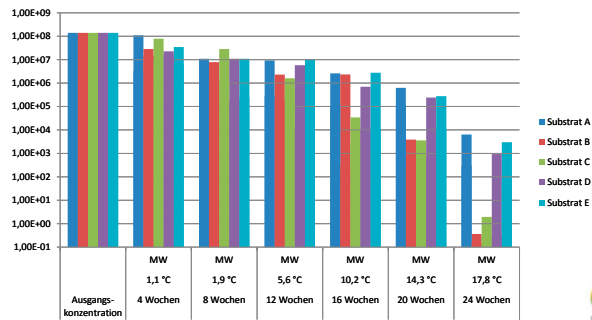
© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Ergebnisse

E. coli

Januar bis Juni



Förderkennzeich-
n
22003313

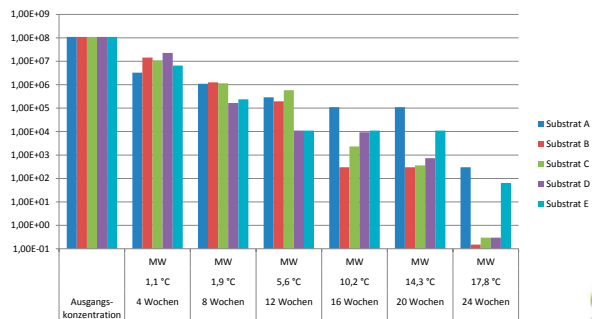
© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Ergebnisse

Salmonella

Januar bis Juni



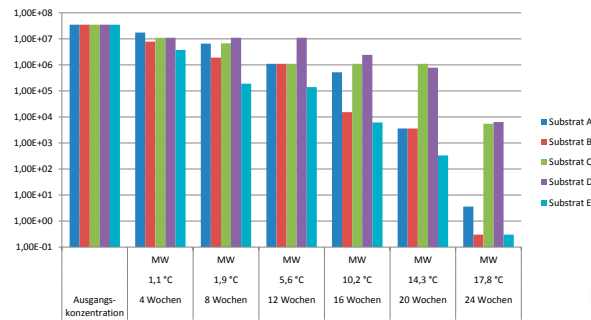
Förderkennzeich-
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Ergebnisse

Listeria monocytogenes
Januar bis Juni



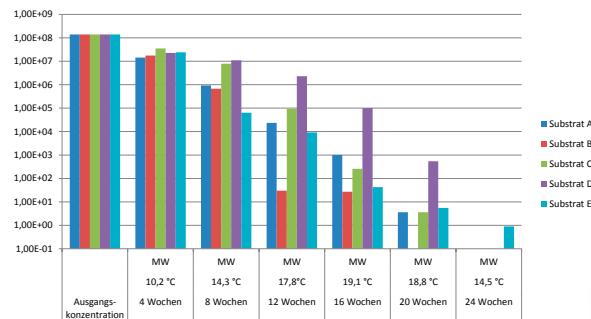
Förderkennzeich-
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Ergebnisse

E. coli
April bis
September



Förderkennzeich-
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

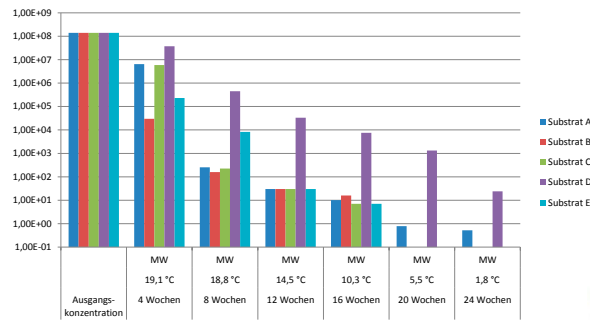
Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Ergebnisse

E. coli

Juli bis

Dezember



Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

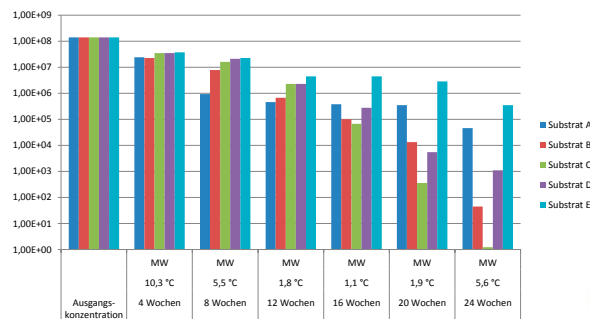
Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Ergebnisse

E. coli

Oktober

bis März



Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutzwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Lagerung von Gärresten zur Desinfektion

Bewertung

- Zusammensetzung der Gärreste hat einen signifikanten Einfluss auf die Überlebensfähigkeit und Überlebensdauer der Pathogene.
- Temperatur und somit die Jahreszeit beeinflusst signifikant die Tenazität von Pathogenen.
- In den Monaten, in denen Gärreste aufgrund düngemittelrechtlicher Vorgaben nicht ausgebracht werden dürfen, ist die Reduktion von möglicherweise vorhandenen Pathogenen in Gärresten nur sehr gering.
- Lange Lagerungszeiten von bis zu 24 Wochen nötig, um eine Reduktion der Bakterienzahlen um mindestens 4 log₁₀-Stufen im Sinne einer Hygienisierung zu erreichen.



Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Verwertung Gärreste nach Trocknung der Feststoffphase

Trocknungsverfahren

- nach der mechanischen Entwässerung
- Zufuhr verschieden hoher Temperaturen
 - Hochtemperaturtrocknung → 100-450 °C → Pelletierung
 - Kaltluft- bzw. Niedertemperaturtrocknung → 40-80 °C
- Sonneneinstrahlung
- Inaktivierung von Mikroorganismen durch Temperatur und Verringerung des a_w-Wertes des Materials



© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Hygiene bei der Verwertung von Trocknungsprodukten

Eigene Untersuchungen

- separierte Gärreste
- verschiedene Verfahren
 - Bandtrocknungsanlagen
 - Solartrocknungsanlage
- Input-Output-Analysen
- Untersuchung des Gesamtbakteriengehalts, sowie Salmonellen, *E. coli*, Enterokokken, MRSA, *L. monocytogenes* bei jeweils vier verschiedenen Prozesstemperaturen (50 °C, 60 °C, 70 °C und 80 °C)
- Trockensubstanzgehalt des Endproduktes: ca. 80 %.



Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Hygiene bei der Verwertung von Trocknungsprodukten

Ergebnisse

- Keimreduktionsraten: 1 – 2 log₁₀-Stufen
- kein Desinfektionserfolg durch Anwendung der Trocknungsmethoden
- z. T. sogar Anreicherung der Bakterien im Trocknungsprodukt



Förderkennzeich
n
22003313

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren

Zusammenfassung

- Durch entsprechende technische Verfahrensweisen in vielen Teilbereichen kann das hygienische Risiko von durch den Biogasprozess produzierten Gärresten minimiert werden.
- Im Zusammenhang mit Spurenstoffen und Resistenzmechanismen sind die Erkenntnisse über den Einfluss des Biogasprozesses sowie von vor- und nachgelagerten Maßnahmen zur Verbesserung der Situation im Gärrest noch sehr lückenhaft. Hier besteht eindeutiger Forschungsbedarf.
- Die Frage der Hygiene und damit der Infektionsprophylaxe für Mensch, Tier, Pflanze und Umwelt sollte auch zukünftig einen entscheidenden Stellenwert haben.

© Universität Hohenheim Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren



200

Fakultät Agrarwissenschaften

Viele Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Verfahren zur Aufbereitung von Gärresten

*Dr. Sebastian Wulf, Ursula Roth
KTBL e. V., Darmstadt*

*Maximilian Fechter
Technische Universität Berlin, Berlin*

*Dr. Johannes Dahlin
Hochschule für Wirtschaft und Umwelt, Nürtingen*

In vielen Regionen mit Intensivtierhaltung bestehen hohe Nährstoffüberschüsse. Zugleich befinden sich dort oftmals zahlreiche Biogasanlagen, deren Gärreste durch die Vergärung von Energiepflanzen zusätzliche Nährstoffe enthalten, die effizient verwertet werden müssen. Der Bedarf zur überregionalen Verwertung der Nährstoffe ist in diesen Regionen daher sehr hoch. Aufgrund der Volumenreduktion und der teilweise gezielten Auftrennung der Nährstoffströme wird die Gärrestaufbereitung als Möglichkeit betrachtet zur Nährstoffentfrachtung beizutragen. Neben technisch einfachen Verfahren der Eindickung oder Separierung, eventuell mit Trocknung der abgeschiedenen Festphase, gehören hierzu auch aufwändigere Verfahren, die eine weitere Aufbereitung der flüssigen Phase aus der Separierung durch Strippping, Vakuumverdampfung oder Membranverfahren einschließen.

Die verschiedenen Aufbereitungsverfahren und Verfahrensschritte unterscheiden sich in ihrem technischen Aufwand und ihren Kosten. Einige der Verfahrensschritte benötigen Wärme. Daher ist die Wirtschaftlichkeit einzelner Verfahren stark abhängig von der Wärmeverfügbarkeit bzw. alternativen Nutzungsmöglichkeiten der Wärme, mit denen Einnahmen erzielt werden können. Die Endprodukte der Aufbereitung unterscheiden sich je nach Verfahren in ihren Nährstoffgehalten und Nährstoffzusammensetzungen: je nachdem, welche Nährstoffe innerbetrieblich bzw. in der Region im Überschuss vorliegen und transportiert werden müssen, bieten einzelne Verfahren deshalb anlagenindividuell Vorteile im Vergleich zu den anderen Aufbereitungsoptionen.

Die Kosten und Umweltwirkung der Aufbereitungsverfahren werden stark von den betrieblichen Rahmenbedingungen beeinflusst. Besteht kein Anspruch auf den KWK-Bonus, so ist die Wirtschaftlichkeit von Verfahren mit Wärmenutzung, wie Trocknung und Vakuumverdampfung, stark vermindert. Kann die Abwärme der BHKW gewinnbringend an anderer Stelle fossile Energieträger ersetzen und fallen daher Opportunitätskosten an, so verstärkt sich dieser Effekt. Analog kann die Wärmenutzung für eine Aufbereitung nicht als Minderung von Treibhausgasemissionen angerechnet werden.

Wird die Wärmeverfügbarkeit nicht berücksichtigt, haben Trocknungsverfahren Vorteile, wenn eine Verminderung der regionalen P-Überschüsse das Ziel ist. Ist ein regionaler Stickstoffüberschuss der Grund für die Aufbereitung, sind eher Verfahren geeignet, in denen durch Aufbereitung der Flüssigphase Ammoniumsulfatlösung gewonnen wird. Eine hohe Volumenreduzierung wie bei Verdampfung oder Membranverfahren, vermindert den Transportaufwand. Dies ist von Vorteil wenn eine Entfrachtung aller Nährstoffe im Fokus steht.

Gegenüber einem Transport und der Nutzung der nicht aufbereiteten Gärreste sind alle Aufbereitungsverfahren allerdings nur bei größeren Transportentfernungen sinnvoll.

Eine Beurteilung, ob durch die Aufbereitung eine sowohl umweltschonende als auch wirtschaftliche Verwertung der Gärreste erreicht wird, kann immer nur unter Einbeziehung der regionalen und der anlagenspezifischen Rahmenbedingungen erfolgen. Allgemeingültige Aussagen zur Vorzüglichkeit einzelner Verfahren sind nur eingeschränkt möglich.



Verfahren zur Aufbereitung von Gärresten - Kosten und Treibhausgasemissionen -

S. Wulf, U. Roth, M. Fechter, J. Dahlin

FNR-Tagung „Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen“ 3. und 4. Juli 2018, Berlin

KTBL

Hochschule für
Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen

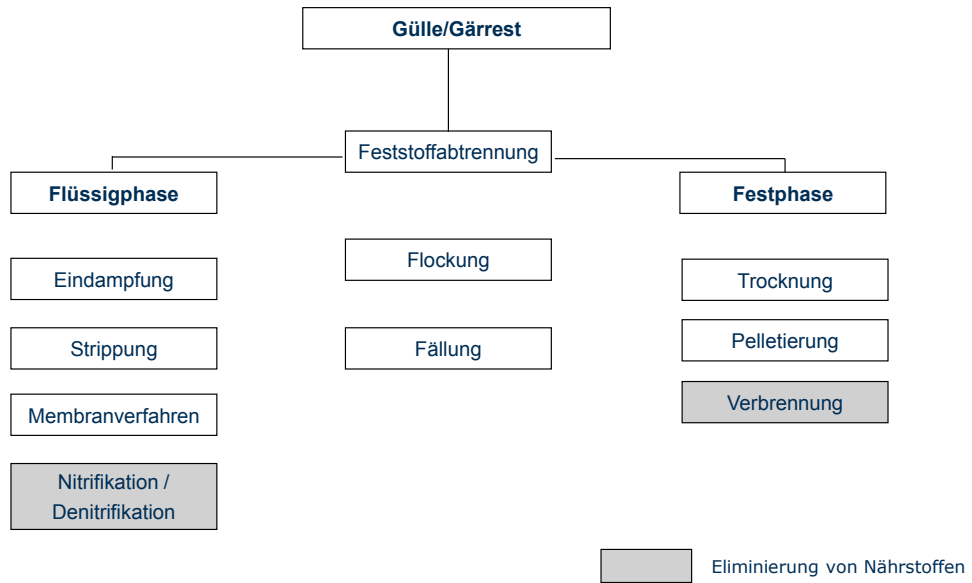
TU
berlin

Warum Gärreste behandeln ?

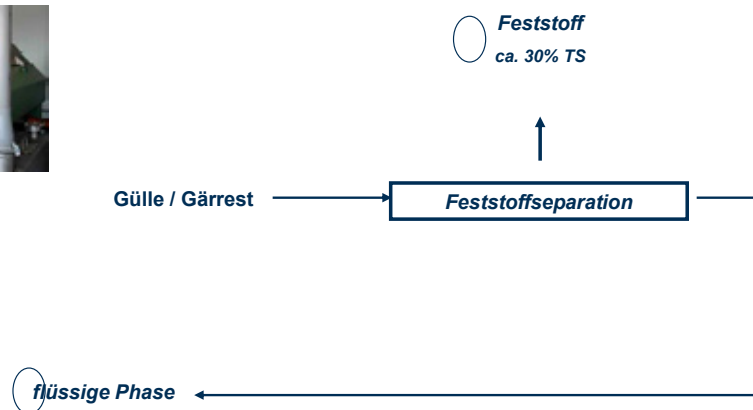
KTBL

- „Export“ von Nährstoffen (Regionen mit Nährstoffüberschüssen)
- Einsparung von Lagerungs- und Ausbringungskosten
- Herstellung Transport- und lagerungsfähiger Dünger, neue Absatzmärkte
- Erlöse durch KWK-Bonus

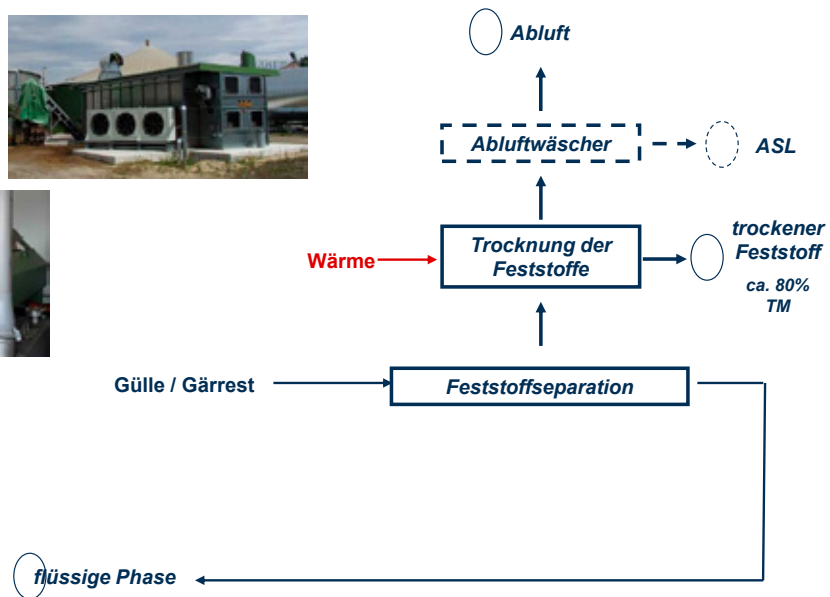
Verfahrensprinzipien der Aufbereitung



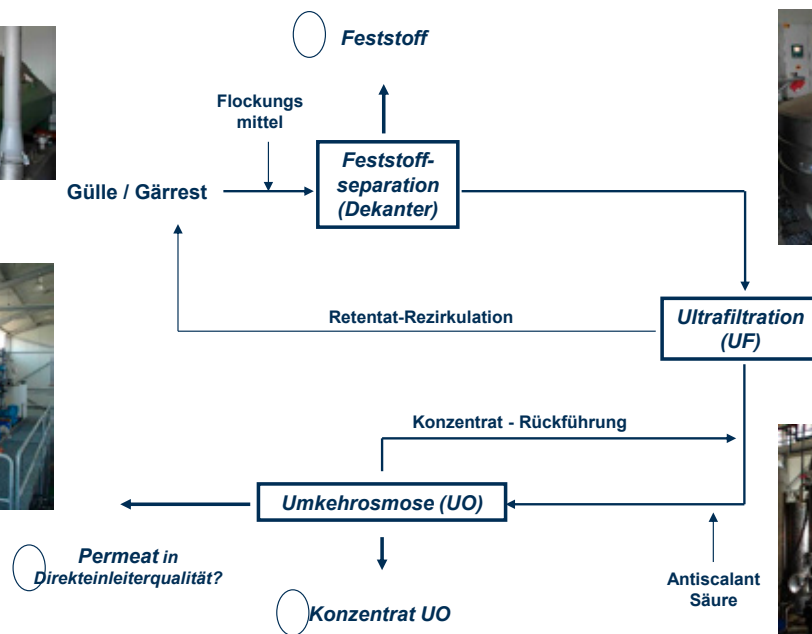
Separierung



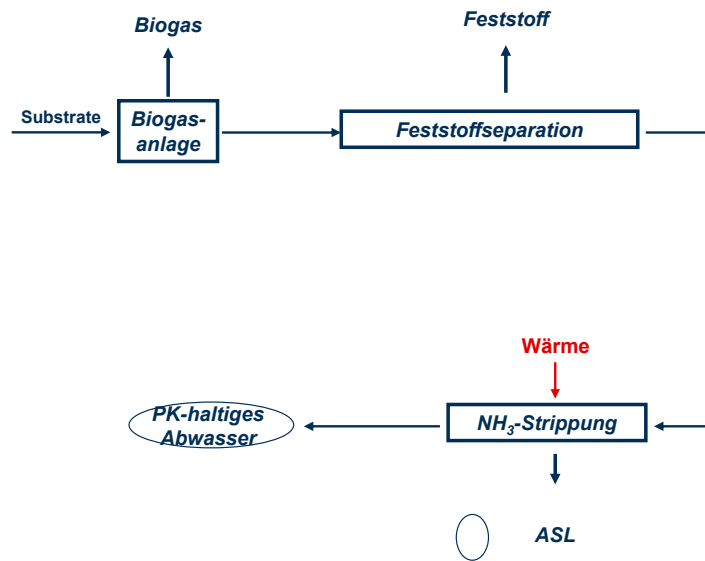
Separierung/Trocknung



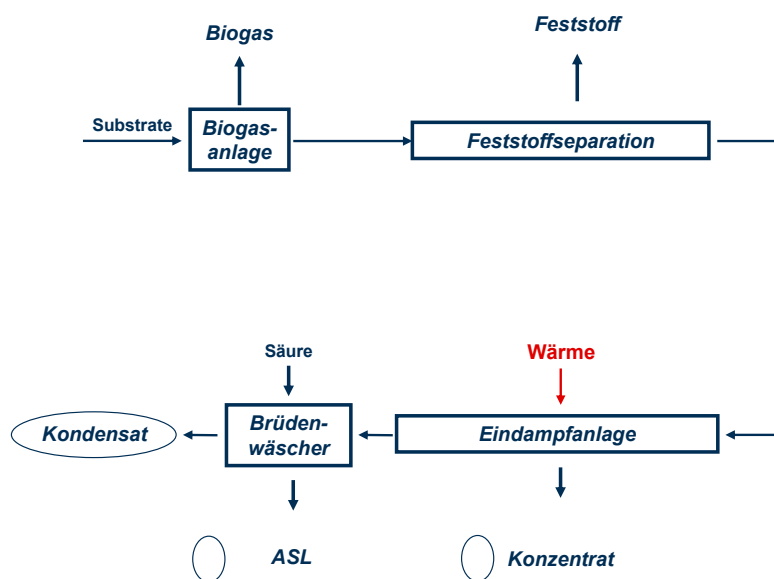
Membrantechnik

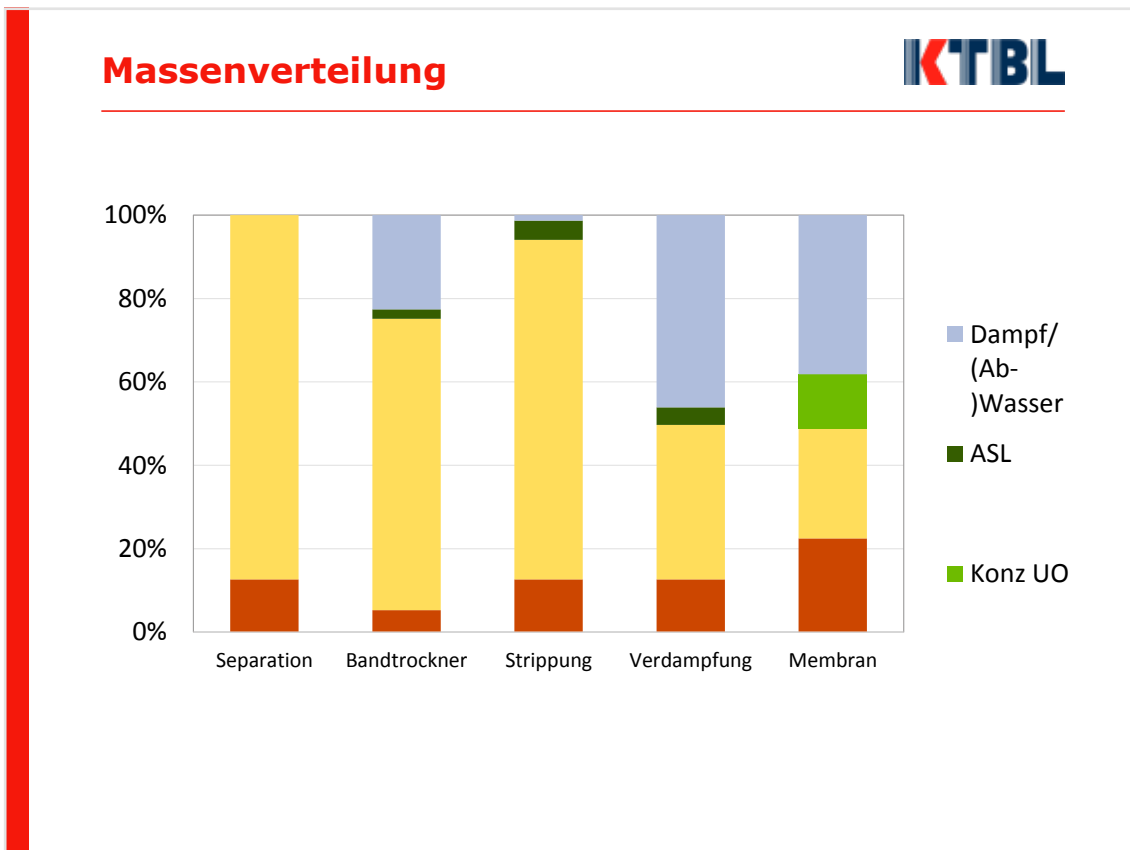


Strippung



Eindampftechnik





Nährstoffströme

Weitere hier nicht betrachtete Möglichkeit der Nährstoffauftrennung:

Fällung von Struvit (MAP)

- Ansäuerung des Gärrestes vor der Separierung
 - Löslichkeit des P stark erhöht
- Abtrennung einer P-abgereicherten Festphase
- Fällung von P-Salzen aus der Flüssigphase durch Zugabe von Lauge

Bisher noch nicht in der Praxisanwendung (Technikumsanlage)
(BioEcoSim-Projekt)

Welche Technik eignet sich unter verschiedenen Bedingungen?

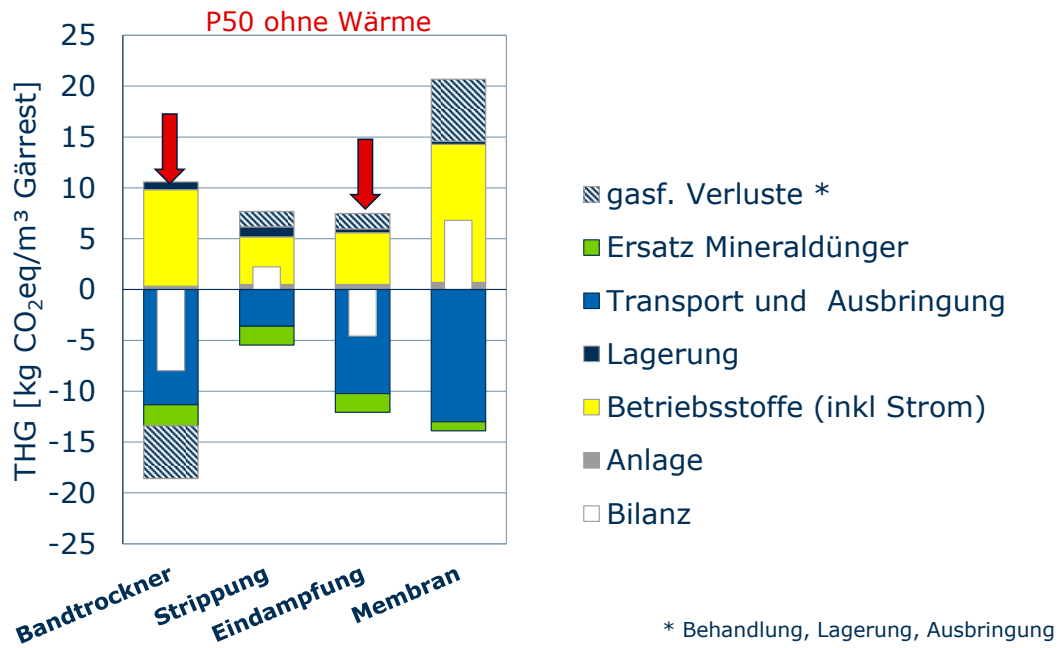
Vergleich der Kosten und Treibhausgasemissionen im Vergleich zu unbehandeltem Gärrest für verschiedene Entfrachtungsszenarien

- 50% P ("P50")
 - 50% N ("N50")
 - Alle anfallenden Nährstoffe ("100%")
- } 2 MW Biogasanlage
Transportentfernung **300 km**
Erlöse für die exportierten Nährstoffe (je ähnlicher zu Mineraldünger, desto höher)

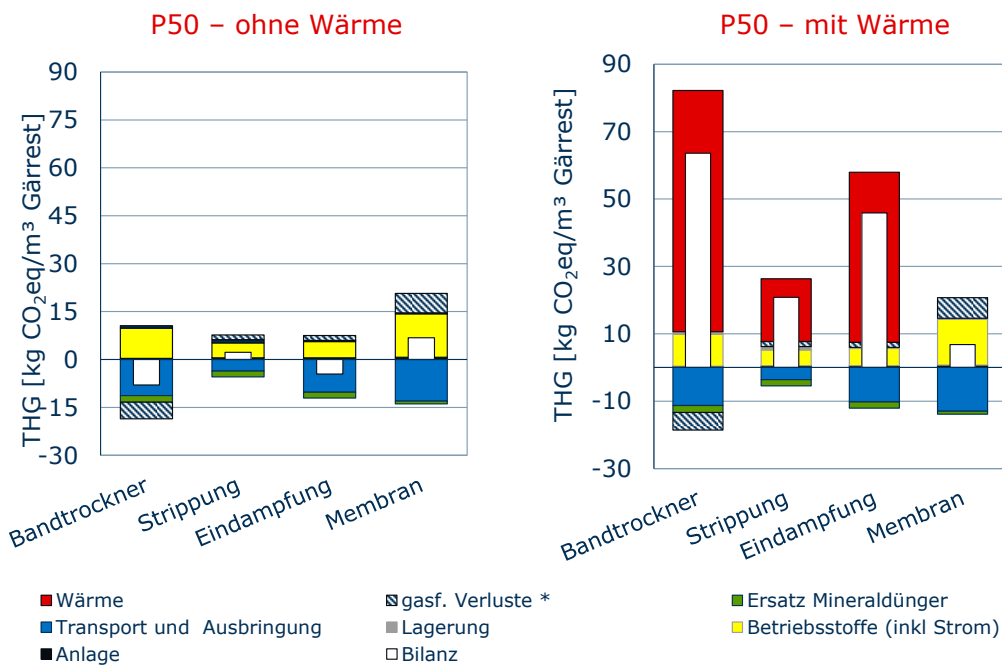
Treibhausgas emissionen



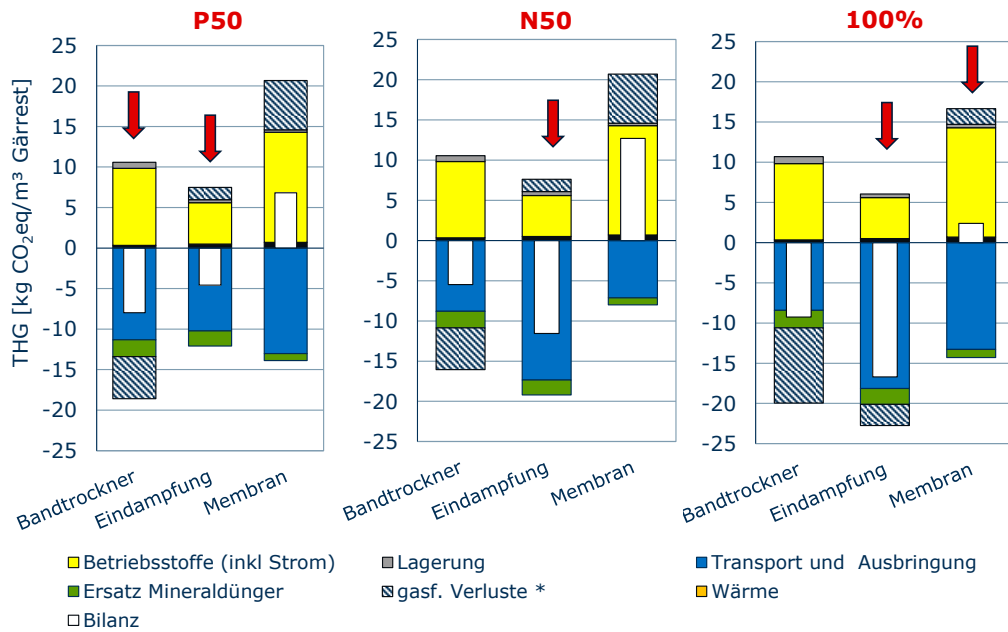
THG – Verglichen mit unbehandeltem Gärrest



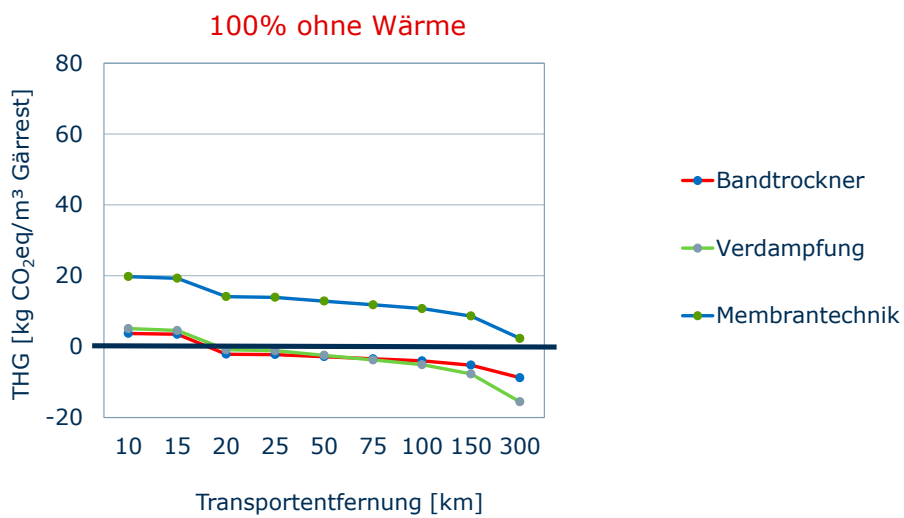
THG – Effekt der Wärmenutzung



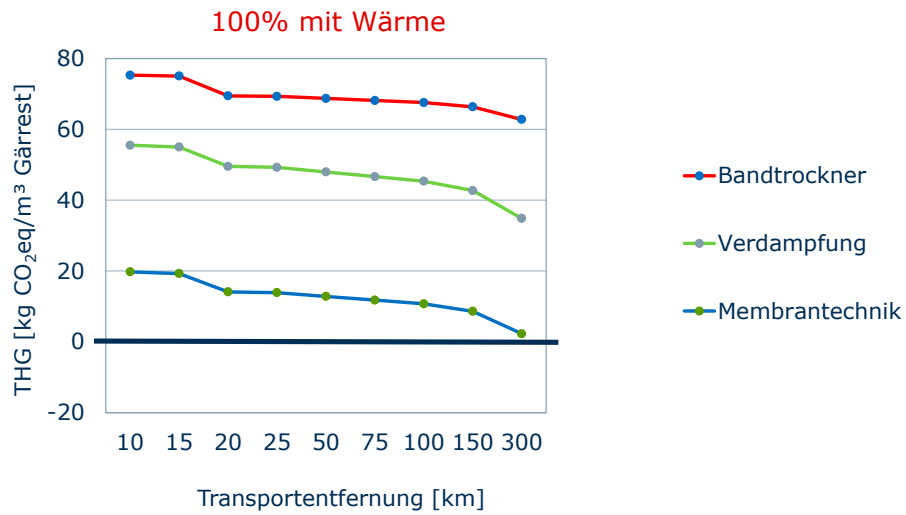
THG – Effekt des Transportziels



THG – Transportentfernung

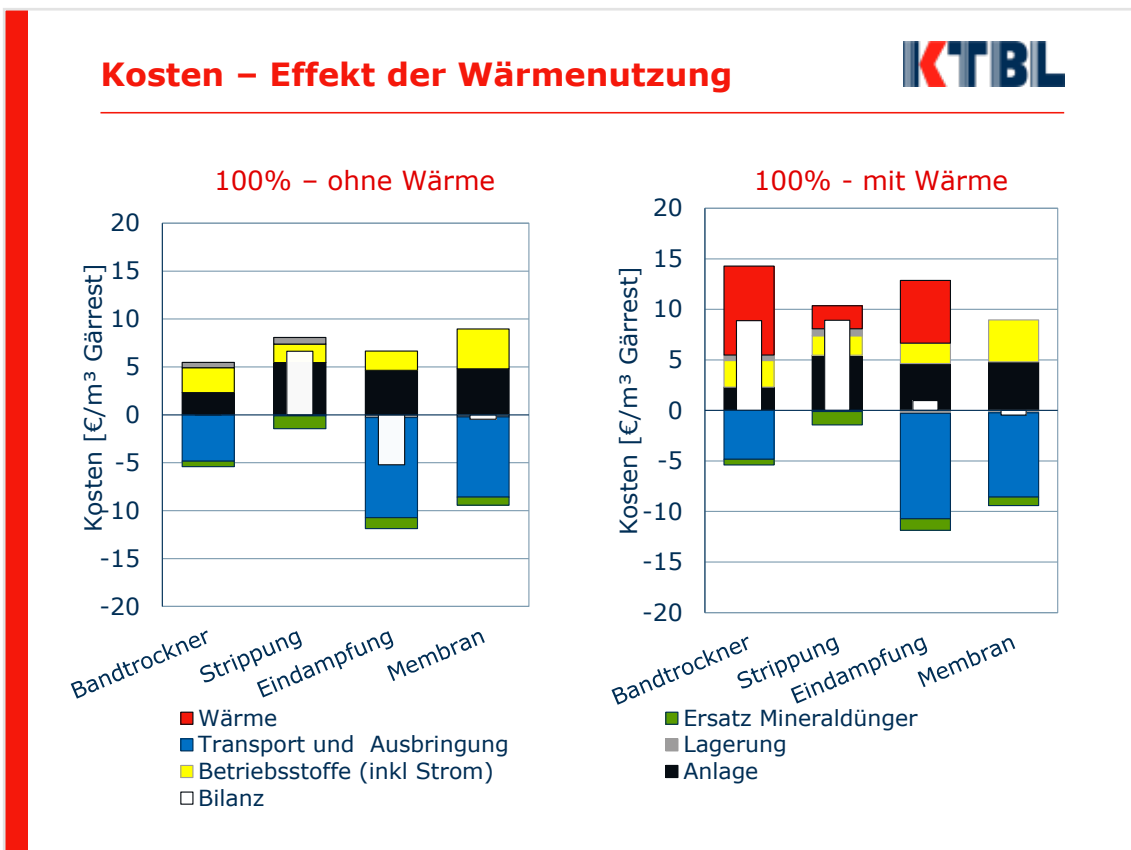
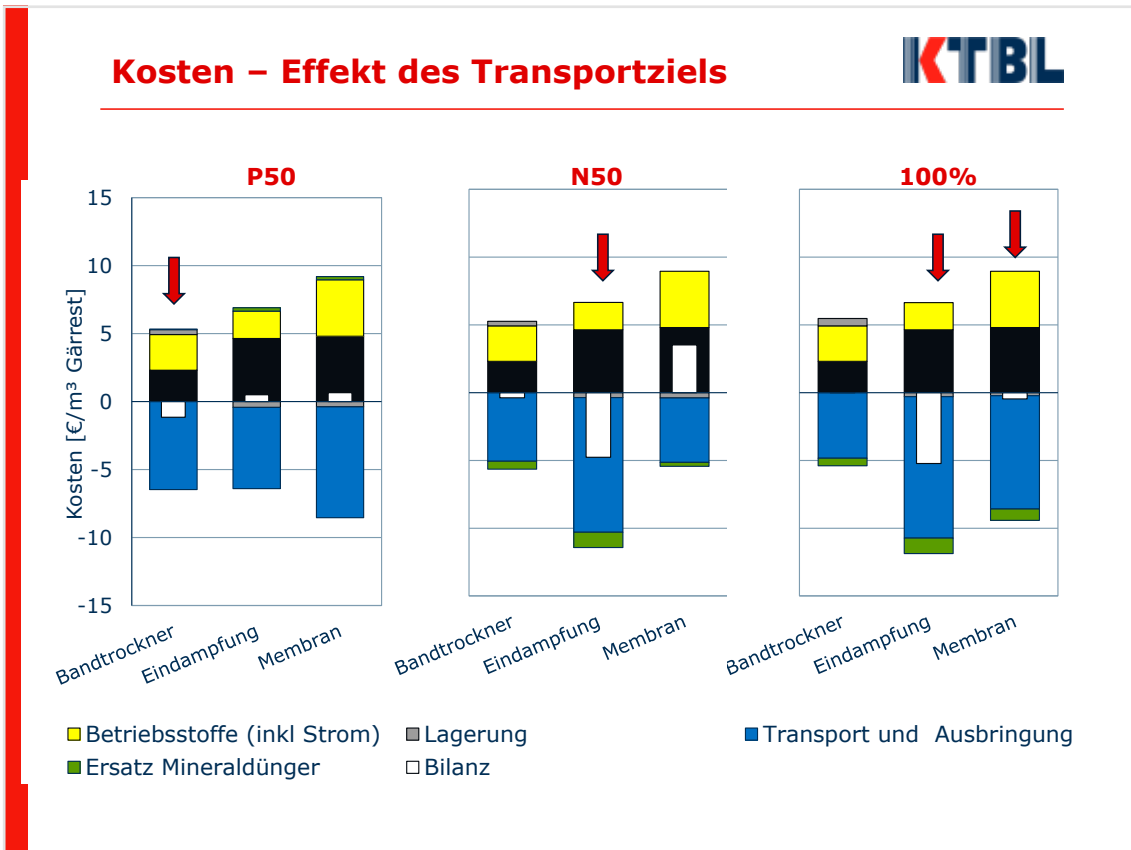


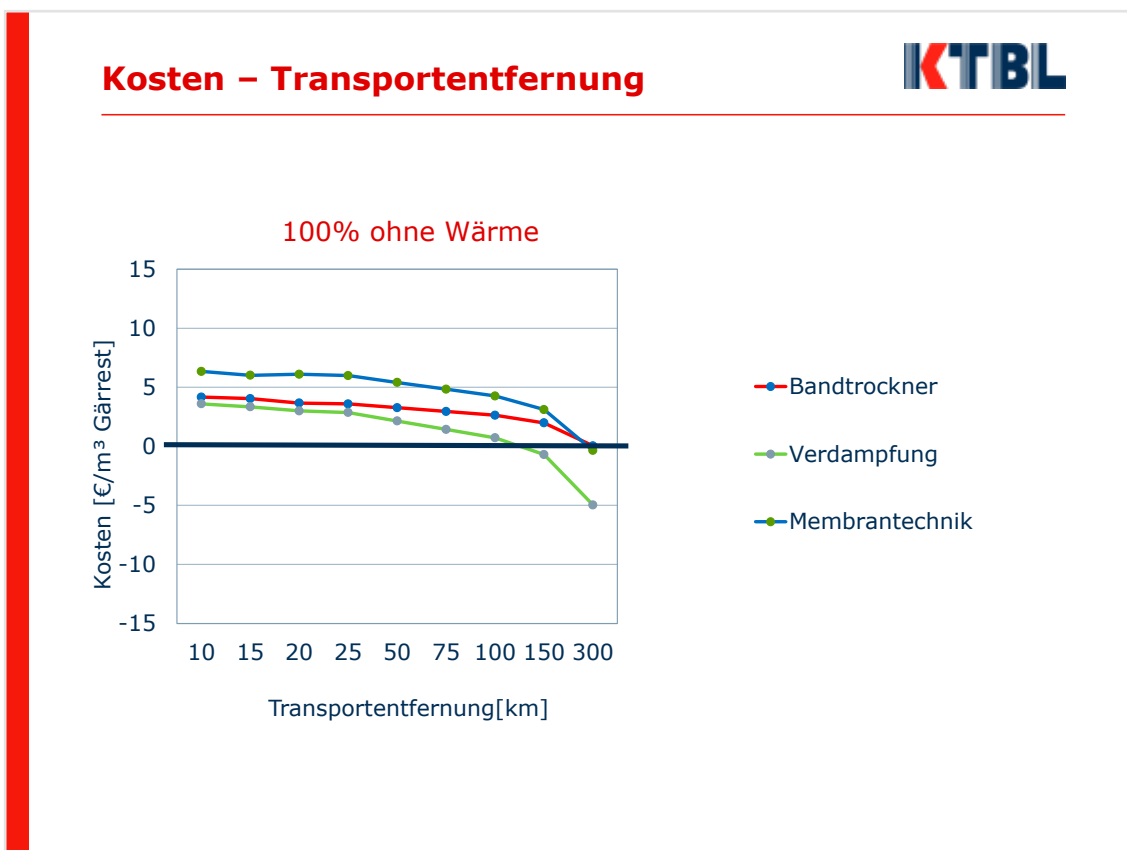
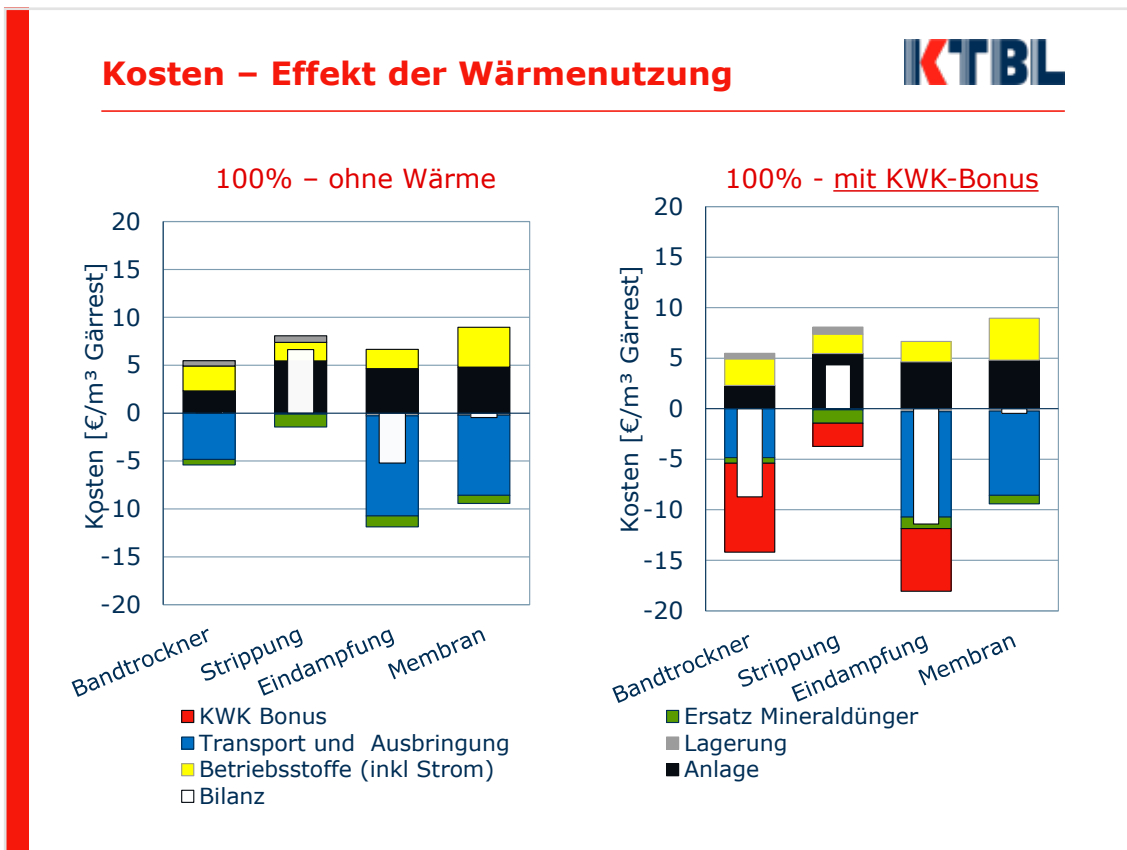
THG – Transportentfernung

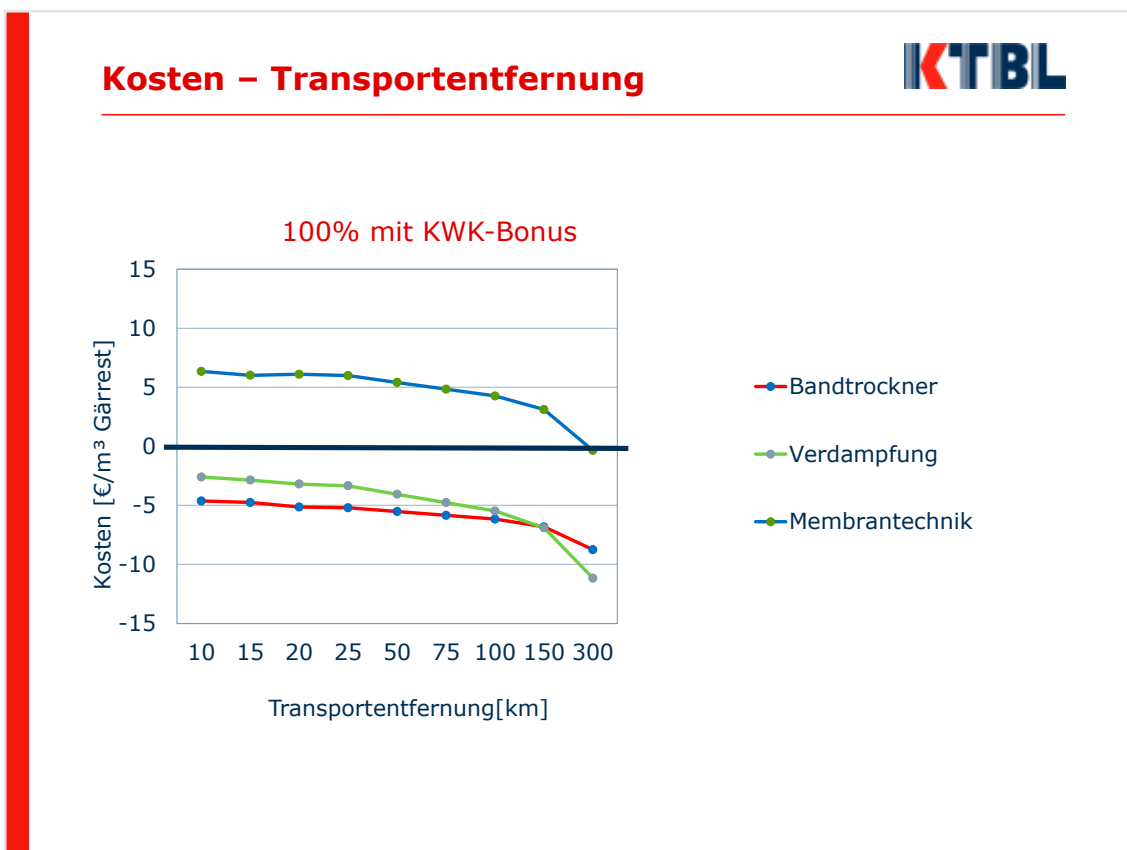
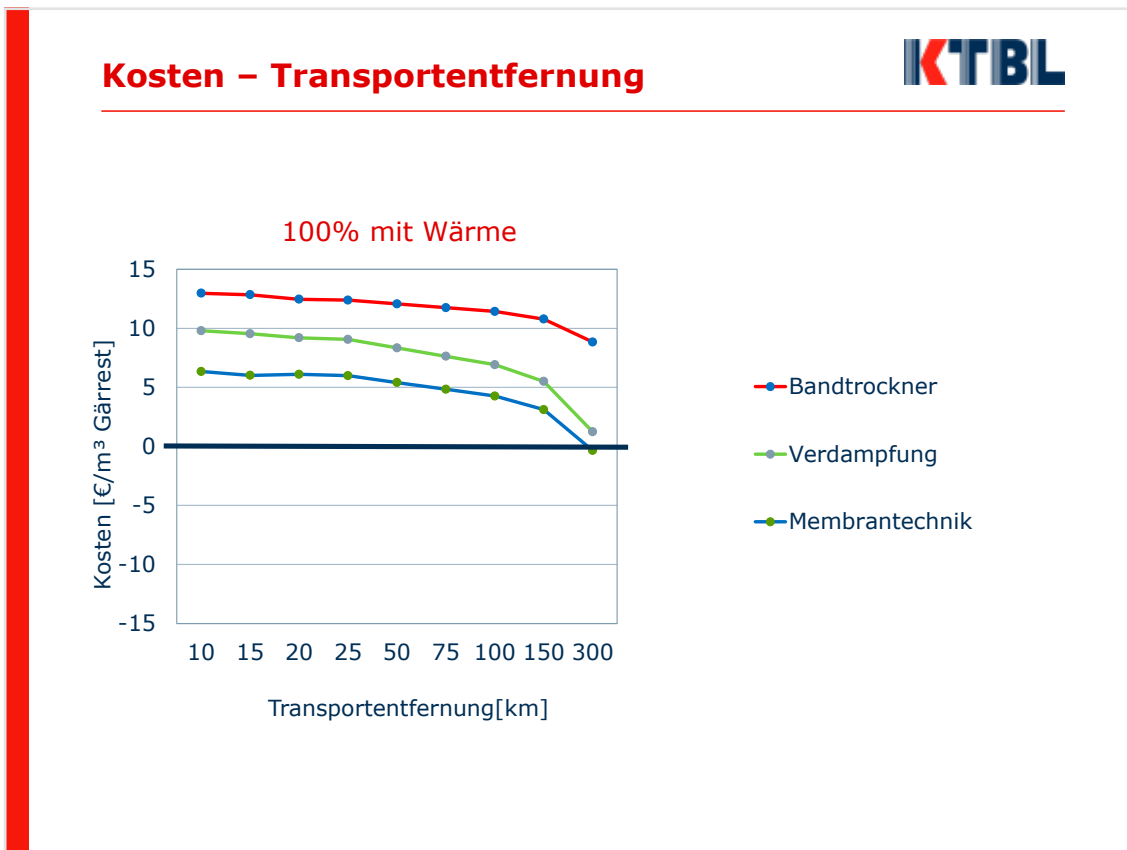


Kosten









Zusammenfassung



- Aufbereitungsverfahren unterscheiden sich in Energieverbrauch und Eigenschaften der Aufbereitungsprodukte
- ➔ Kosten und Umweltwirkung abhängig von:
- Verfügbarkeit und Kosten von Wärme (Wärmenutzungsoptionen, Generierung KWK-Bonus...)
 - Rahmenbedingung der regionalen Nährstoffsituation
 - Bei P – Entfrachtung: Trocknungsverfahren
 - Bei N – Entfrachtung: Verfahren, die mehr ASL produzieren
 - Wenn alle Nährstoffe im Fokus stehen: möglichst hohe Volumenreduzierung
 - Transportentfernung
 - Höherwertige Verwertungsoptionen für die Aufbereitungsprodukte



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

FKZ 22402213

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Treibhausgasbilanzen und Kosten für Verfahren der Gärrest-aufbereitung

S. Wulf, U. Roth, M. Fechter, J. Dahlin

Arbeitsforum „Treibhausgasbilanzierung und Klimaschutz in der Landwirtschaft“, Freising 11./12. Oktober 2017



Treibhausgase



Annahmen:

Emissionsfaktoren differenziert für Gärrest und Aufbereitungsprodukte

Lagerung:

	N ₂ O-N kg/kg TAN	NH ₃ -N kg/kg TAN	CH ₄ m ³ /m ³ Bo
Gärrest	0,005	0,015	0,01
gasdicht	0	0	0
Feststoff frisch	0,013	0,40	0,01
getrocknet	0	0	0
TM-reduzierte Flüssigphase	0	0,015	0,01
ASL	0	0	0

Treibhausgase



Annahmen:

Emissionsfaktoren differenziert für Gärrest und Aufbereitungsprodukte

Ausbringung:

	NH ₃ -N kg/kg TAN
Gärrest Einarbeitung < 1h	0,04
Gärrest Schleppschlauch in Vegetation	0,35
Feststoff Einarbeitung < 1h	0,09
Feststoff Einarbeitung < 1h, getrocknet	0
TM-reduzierte Flüssigphase, Einarbeitung	0,02
TM-reduzierte Flüssigphase, Vegetation	0,125
Membran, Einarbeitung < 1h	0,01
Membran, Schleppschlauch in Vegetation	0,10
ASL	0,074

Nährstoffwert und anrechenbare Erlöse



Produkt	Vor-/Nachteile	Faktor Nährstoffwert	anzuwenden auf
Rohgärrest	nicht hygienisiert	0,5	unbehandelter Gärrest
Feste Aufbereitungsprodukte			
Festphase frisch	nicht hygienisiert zusätzlich positive Humuswirkung	0,9	unbehandelte Festphase Pressschnecke (auch bei Stripverfahren, Vakuumverdampfung) Festphase Membranverfahren (PSS plus Dekanter)
Festphase getrocknet	stabilisiert zusätzlich positive Humuswirkung	1	Trockengut Bandtrocknung und solare Trocknung
Flüssige Aufbereitungsprodukte			
Flüssigphase PSS	nicht hygienisiert günstigeres N_{\min}/N_{org} -Verhältnis im Vergleich zu unbehandeltem Gärrest	0,6	unbehandelte Flüssigphase Pressschnecke (auch bei Band- und solarer Trocknung)
Flüssigphase aufbereitet	hygienisiert schlechteres N_{\min}/N_{org} -Verhältnis im Vergleich zu unbehandeltem Gärrest	0,6	Strip N-red Flüssigphase VV Konzentrat M Konzentrat UO
Ammoniumsulfatlösung			
ASL 17%	hygienisch unbedenklich nur verfügbarer N_{\min} geringer N- und S-Gehalt	0,8	ASL Bandtrocknung
ASL 30%	hygienisch unbedenklich nur verfügbarer N_{\min}	0,9	ASL Stripverfahren und Vakuumverdampfung

Nährstoffwert
NH₄-N 843 €/t
P₂O₅ 874 €/t

Schlussfolgerungen



- Unter den betrachteten Rahmenbedingungen:
 - Klimawirksamkeit:

Aufbereitung nur sinnvoll, wenn Wärmebedarf nicht berücksichtigt wird oder keine Verwertung der Gärreste auch über größere Entfernungen möglich ist
 - Kosten:

Wirtschaftlichkeit vor allem dann gegeben, wenn Wärme verfügbar ist und KWK-Bonus bezogen werden kann.

Techniken zur Ausbringung von Gärresten

Dr. Harm Drücker

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Grundsätzlich gilt es Wirtschaftsdünger nährstoffeffizient, also präzise, emissionsarm und zum pflanzenbaulich sinnvollen Zeitraum auszubringen. Bei Gärresten sind diese Anforderungen noch wichtiger, denn sie verfügen über höhere Ammoniumstickstoffgehalte und damit über eine bessere Düngewirkung. Die Gefahr von gasförmigen N-Verluste durch eine schlechte Verteilung erhöht sich allerdings ebenso. Zum Schluss muss die Ausbringung für die Betriebe natürlich auch wirtschaftlich darstellbar sein.

Mit der Novellierung der Düngeverordnung vom Juni 2017 gelten nun auch für Gärreste alle Vorgaben hinsichtlich der Nährstoffbilanzierung, wie auch bzgl. der Fristen und Höchstmengen.

Breitverteiler werden zukünftig vermutlich nur noch eingeschränkt eingesetzt. Durch die ganzflächige Be- netzung treten, insbesondere bei Gärresten, hohe Verluste auf. Laut Düngeverordnung ist ihr Einsatz in stehendem Getreide nur noch bis 2020 und im Grünland noch bis 2025 erlaubt. Die reihenweise Gülleablage reduziert die Emissionen und erreicht, insbesondere durch eine geringere Windanfälligkeit, eine bessere Querverteilung. Durch Schleppschlauchverteiler lassen sich die Verluste im Gegensatz zur Breitverteilung um etwa 30 % reduzieren. Bauartbedingt erreichen sie hohe Arbeitsbreiten und damit eine gute Schlagkraft.

Schleppschuhverteiler gehen noch einen Schritt weiter und ritzen den Boden durch eine schuhähnliche Ver- stärkung am Ende des Schlauches auf. Je nachdem wie locker der Boden gelagert ist, erfolgt eine mehr oder weniger starke Einbringung der Gülle, in den leicht geöffneten Boden.

Schlitzgeräte erfüllen hinsichtlich der Emissionsminderung noch höhere Anforderungen. Eine Einzel- oder Doppelscheibe öffnet mittels unterstützender mechanischer oder hydraulischer Kraftübertragung den Boden und injiziert die Gülle direkt in den Grünland- oder Getreidebestand.

Als Scheibeneggen oder Grubber ausgeführte Gülleinjektoren, sowie auch Strip-Till-Geräte zu Reihenkulturen, arbeiten die Gülle direkt in unbewachsene Flächen vor Hauptkulturen ein und vermeiden so einen erforder- lichen separaten Bodenbearbeitungsgang sowie Nährstoffverluste, die durch das Aufliegen der Gülle auf der Ackeroberfläche auftreten.

Eine effiziente Ausbringung ist untrennbar mit der Kenntnis der in Gärresten enthaltenen Nährstoffe ver- bunden. Schnellanalyseverfahren mittels NIRS erlauben neben einer Analyse just in time auch eine Doku- mentation und Deklaration.

Neben der Verringerung von Emissionsverlusten kommt auch der bodenschonenden Ausbringung, gerade bei zunehmenden Ausbringungsvolumen im Frühjahr, eine hohe Bedeutung zu. Hier gibt es eine Reihe von technischen Lösungsansätzen, die helfen, den Bodendruck zu minimieren.

Techniken zur Ausbringung von Gärresten

FNR-Tagung „Pflanzenbaulich Verwertung von Gärrückständen“
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Grundsätzliche Anforderungen an eine Ausbringung

- Ausbringung zum Zeitpunkt des Nährstoffbedarfs
- Einhaltung geeigneter Düngezeitpunkte und Nährstoffmengen
- Kenntnisse über die enthaltenen Nährstoffe
- Ausbringung bei verlustminimierender Witterung
- Exakte Ausbringung und Verteilung
- Verlustarme Ausbringungstechnik
- Bodenschonendes Befahren unter Beachtung des Bodenzustandes (Feuchtigkeit)
- Nachvollziehbare Dokumentation
- Konform mit der StVZO und DÜV

Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Breitverteiler



Prallteller - nach oben abstrahlend **Verboten!**

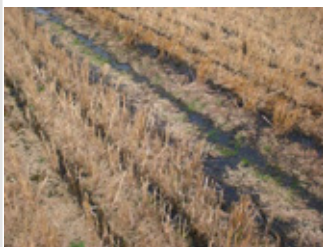
- Hohe N-Verluste durch gasförmiges Entweichen von Ammoniak
- Schlechte Querverteilung
- Hohe Windanfälligkeit
- Arbeitsbreite entspricht nicht Gerätebreite, daher 4m Abstand von wasserführenden Gräben
- Aber: günstig in der Anschaffung und im Betrieb

Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Schleppschlauchverteiler

- Leicht, daher hohe Arbeitsbreiten möglich (bis 36 m)
- Emissionsverminderung gegenüber Breitverteilung ca. 30%
- Geringer Zugleistungsbedarf
- Teilbreitenschaltung, Hangausgleich, Tropfenstop,...
- Kosten: 18.000 € (12 m) bis 108.000 € (36 m)

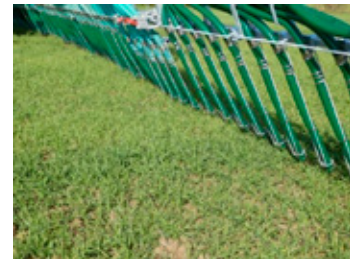


Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Schleppschuhverteiler

- Relativ leicht, daher Arbeitsbreiten bis 30 m möglich
- Emissionsverminderung gegenüber Breitverteilung ca. 55%
- Teilbreitenschaltung
- Relativ geringer Zugleistungsbedarf
- Kosten: 20.000 € (6 m) - 70.000 € (24 m)



Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von GÄrrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Schlitzgeräte

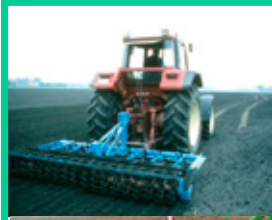

- Relativ schwer, daher Arbeitsbreiten nur bis 12 m möglich
- Emissionsverminderung gegenüber Breitverteilung ca. 70 %
- Relativ geringer Zugleistungsbedarf
- Teilbreitenschaltung
- Hohe Anschaffungskosten
- Kosten: 30.000 € (6 m) - 90.000 € (12 m)



Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von GÄrrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Mittlere Emissionsminderung bei Gülleeinarbeitung zu verschiedenen Zeitpunkten

	Zeitpunkt	Ammoniak-emissionsminderung
	- Einarbeitung in 48 Std	= Minderung um 20 %
	- Einarbeitung in 24 Std.	= Minderung um 30 %
	- Einarbeitung in 16 Std	= Minderung um 40 %
	- Einarbeitung in 10 Std.	= Minderung um 50 %
	- Einarbeitung in 4 Std.	= Minderung um 65 %
	- Einarbeitung in 2 Std.	= Minderung um 75 %
	- Einarbeitung sofort*	= Minderung um 90 %

Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Injektoren

- schwer, daher Arbeitsbreiten nur bis ca. 9 m möglich
- Emissionsverminderung gegenüber Breitverteilung ca. 90 %
- hoher Zugleistungsbedarf
- Kosten: Zinken ca. 12.000 € (3 m) - 45.000 € (10 m)
Scheiben ca. 24.000 € (3 m) - 39.000 € (6 m)
- Mittlerweile bieten viele bekannte Firmen von Bodenbearbeitungsgeräten Techniken an, bzw. Hersteller von Gülletechniken Verteiler für Geräte



Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Strip Till

- schwer, daher Arbeitsbreiten nur bis ca. 6 m möglich
- Emissionsverminderung gegenüber Breitverteilung ca. 90 %
- Hohe Nährstoffeffizienz
- Zur Substitution von Maisunterfußdünger
- hoher Zugleistungsbedarf
- Kosten: ca. 25.000 € (3 m) – 40.000 € (6 m)



Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärresten"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Nährstoffschnellbestimmung

- Die (relativ) genauen Kenntnisse der in den Wirtschaftsdüngern enthaltenen Nährstoffmengen ist eine wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz und den pflanzengerechten Einsatz in der Ackerbauregion
- NIRS-Systeme ermöglichen eine Abschätzung der Inhaltsstoffe und Dokumentation
- Systeme in Gärresten DLG-zertifiziert (TM, Nges; Zunhammer auch NH-4-N, K₂O)
- Genauigkeit wird durch Kalibrationen laufend verbessert
- Die Verwendung ist grundsätzlich mobil, an Ausbring- und Transportfahrzeugen möglich



Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärresten"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Gülleansäuerung

- Durch Zugabe von Schwefelsäure werden der PH-Wert und damit die NH₃-Emissionen reduziert
- Bedenken hinsichtlich Sicherheit und GGV durch 98%ige Schwefelsäure
- Versuche belegen sehr gute Ergebnisse

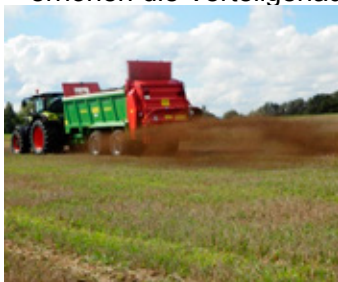


Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Festmiststreuer

- Beste Verteilergenergebnisse mit horizontal angeordneten Streuwalzen und Streutellern
- Verteilbreite theoretisch bis zu 24 m
- Volumenabhängige Dosiersysteme, Streumengenregelung über Wiegeeinrichtungen, Anpassung der Kratzbodengeschwindigkeit an Fahrgeschwindigkeit und Grenzstreueinrichtungen erhöhen die Verteilgenauigkeit



Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Festmiststreuer



Grenzstreueinrichtung

Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Bodenschutz



großvolumige Breitreifen



Getrenntes Ausbringverfahren



Tridemfahrwerke/Reifendruckregelanlagen



Hundegang



Verstellbare Achsen/Spurweiten



vier Reifen auf einer Achse

- Vermehrtes Ausbringaufkommen im Frühjahr (DüVo) bedingt die Gefahr schlechter Befahrbarkeit der Böden aufgrund feuchter Bedingungen
- Ziele: Vermeidung von Mehrfachüberrollungen, Erhöhung der Aufstandsfläche, Anpassung des Reifeninnendruckes, Reduktion der Fassgröße

Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Gülleverschlauchung



- Vollständige Entkoppelung des Gülletransportes auf dem Feld von der Ausbringung
- Nachfrage steigt, Dienstleister stellen sich darauf ein

Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Zusammenfassung

- Die Technik hat einen großen Einfluss auf die Nährstoffeffizienz
- Verteilgenaue und verlustarme Ausbringungsverfahren sind verfügbar
 - haben allerdings ihren Preis
 - müssen auch vernünftige eingesetzt werden
- Zukünftige Herausforderungen liegen in der
 - genaueren Bestimmung der Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern
 - einer weiteren Erhöhung der Nährstoffeffizienz, z.B. durch Ansäuerung oder digitale Verfahren
 - automatisierten Dokumentation von Düngungsmaßnahmen

Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Techniken zur Ausbringung von Gärresten
FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen"
Berlin, 3. und 4. Juli 2018

Dr. Harm Drücker
FB Energie, Bauen, Technik

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

David Wilken

Fachverband Biogas e. V.

Prof. Dr. Carsten Herbes

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU)

Für eine wirtschaftlich optimale Verwertung von Gärprodukten müssen die Betreiber von Biogasanlagen eine Reihe von Marketingentscheidungen treffen. Eine ganz grundlegende Entscheidung ist, an welche Kundengruppen die Gärprodukte vermarktet werden sollen; hängen davon doch die Gestaltung des Produktes, der Absatzkanal, die Kommunikation und die Preisgestaltung ab. Bislang geben die meisten Biogasanlagen ihre Gärprodukte unaufbereitet an landwirtschaftliche Betriebe ab, vorzugsweise in der näheren Umgebung der Anlage. Viele Anlagen haben aber, auch wegen der neuen Düngeverordnung, zunehmend Schwierigkeiten, ihre Gärprodukte auf Grund von Nährstoffüberschüssen anlagennah an die Landwirtschaft abzugeben. Mit der Aufbereitung der Gärprodukte zu handelsfähigen Düngern können Anlagenbetreiber sich neue Abnehmergruppen und Absatzwege erschließen.

Landwirtschaftliche Betriebe oder Weiterverarbeiter wie z. B. Erdenwerke und die Düngemittelproduktion werden von den Anlagenbetreibern meist direkt bedient. Diese wären häufig bereit, für Gärprodukte zu zahlen, nutzen aber in nährstoffreichen Regionen ihre Marktmacht gegenüber den Anbietern, um Zuzahlungen für die Abnahme zu erreichen. Privatgärtner dagegen kaufen ihre Düngeprodukte meist in Gartencentern oder Baumärkten. Aber auch eine direkte Belieferung von Privathaushalten per Online-Shop oder über den Hofladen ist möglich. Hier liegt die Zahlungsbereitschaft viel höher, wenn auch der Aufwand, diese Vermarktungswege einzuschlagen weitaus höher ist. Zudem unterscheiden sich die Präferenzen zwischen den verschiedenen Konsumentengruppen stark.

Im Rahmen des Projektes GÄRWERT wurde an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen gemeinsam mit Kantar TNS, einem Institut für Marktforschung, eine Studie zum Entscheidungsverhalten von Privatgärtnern durchgeführt.

In den durchgeführten Interviews wurde schnell deutlich, dass die meisten Privatgärtner sehr unsicher beim Kauf von Düngern und Erden sind und nur sehr wenige fachliche Kenntnisse mitbringen. Daher nehmen viele Kunden die Produktbezeichnung (z. B. Buchsdünger, Rosendünger oder Tomatendünger) und die Marke als Anhaltspunkte bei ihrer Kaufentscheidung. Die Inhaltsstoffe auf der Verpackungsrückseite werden ebenfalls berücksichtigt. Für viele Käufer sind diese Informationen jedoch zu kompliziert und wenig aussagekräftig. Zudem ist für viele Kunden nach wie vor nicht ersichtlich, woraus sich die Dünger zusammensetzen. Schlagworte wie „Guano“ sind für die Befragten jedoch greifbar. Darüber hinaus ist „Bio“ für einige Konsumenten ein weiteres wichtiges, positiv besetztes Kriterium für eine Kaufentscheidung. Interessant war auch, dass der Düngereinkauf sowie die Pflege der Blumen und Beete vorwiegend von Frauen übernommen werden. Ein weiteres interessantes Ergebnis war, dass die Verbraucher bei der Düngung zum Teil stark unterscheiden: für den Gemüseanbau wird bevorzugt organischer Dünger eingesetzt, mineralischer Dünger dagegen bei Zier- und Kübelpflanzen, weil diese nicht verzehrt werden. Auf Basis der Interviews wurden dann Online-Auswahlexperimente mit mehr als 1.000 Konsumenten durchgeführt und mit statistischen Methoden geprüft, wie wichtig bestimmte Eigenschaften wie Torffreiheit, „Bio“ oder die Marke sind.

Als Fazit lässt sich festhalten: Die Interviews und die Auswahlexperimente haben gezeigt: Es gibt unter den Privatgärtnern durchaus Käufer, für die genau diejenigen Produkteigenschaften wichtig sind, die Gärprodukte mitbringen: Herkunft aus nachwachsenden Rohstoffen, Torffreiheit sowie das Label „Bio“. Von daher sollte dieser Markt in Zukunft stärker ins Auge gefasst werden. Allerdings ist auch klar, dass die von großen Handelsketten gewünschte Produktvielfalt (Dünger für spezielle Anwendungen) sowie professionelle Vermarktung die Ressourcenausstattung vieler Anlagenbetreiber übersteigen. Von daher sollten diese sich Partner im Handel oder unter den Dünger- und Erdenherstellern suchen. Auch ein Zusammenschluss von Biogasanlagen zu einer Vermarktungsgemeinschaft ist denkbar.

Wir bedanken uns bei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft für die Förderung des Projektes GÄRWERT (FKZ: 22402312).

FNR-Tagung „Pflanzbauliche Verwertung von
Gärrückständen aus Biogasanlagen
Berlin, 4. Juli 2018



Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten



David Wilken

Referat Abfall, Düngung und Hygiene, Fachverband Biogas e.V.

Agenda



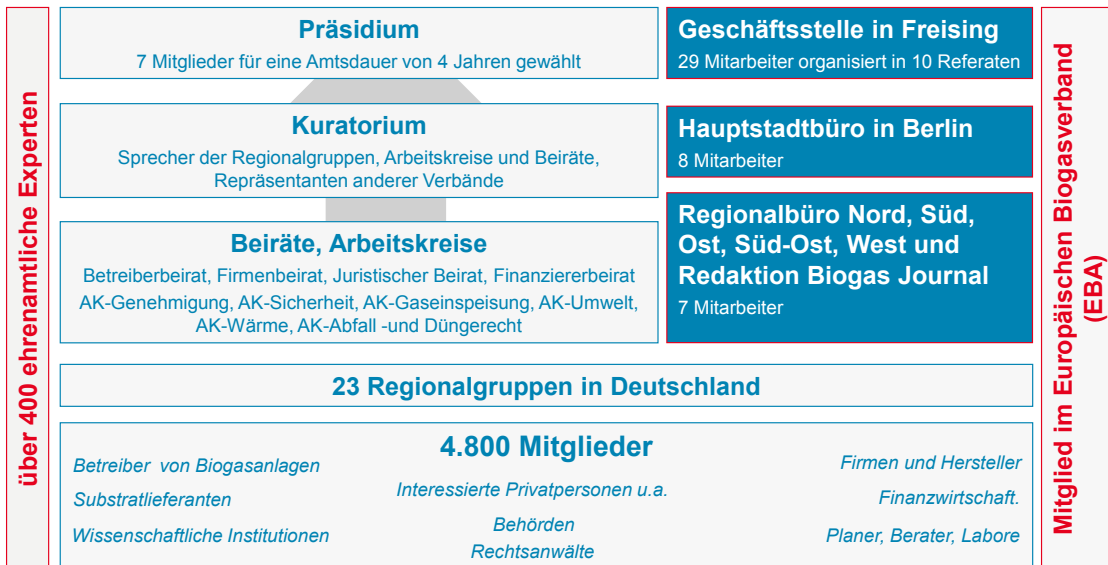
- Motivation der Gärproduktaufbereitung
- Vermarktungsstrategien
- Vermarktungskonzepte
- Fazit



David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Struktur Fachverband Biogas e.V.



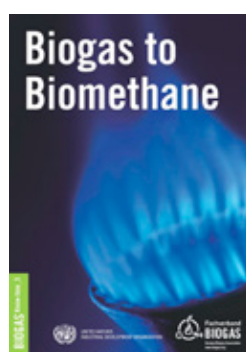
David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Veröffentlichung



www.biowaste-to-biogas.com



www.biogas-to-biomethane.com



David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Agenda



- Motivation der Gärproduktaufbereitung
- Vermarktungsstrategien
- Vermarktungskonzepte
- Fazit



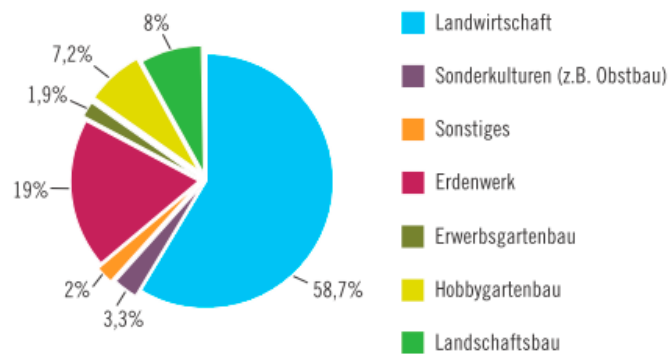
David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Vermarktung von Komposten



Absatzwege gütegesicherter Komposte 2016

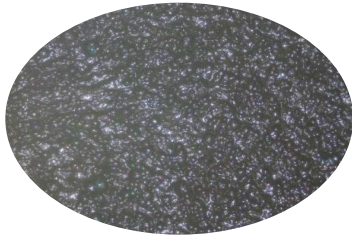


David Wilken
4. Juli 2018

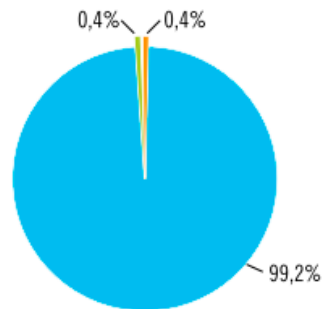
Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Quelle: BGK e.V. 2017

Vermarktung von flüssigen Gärprodukten



Flüssige Gärprodukte



- Landwirtschaft konventionell
- Landwirtschaft ökologisch
- Sonstige Bereiche

Quelle: Daten der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

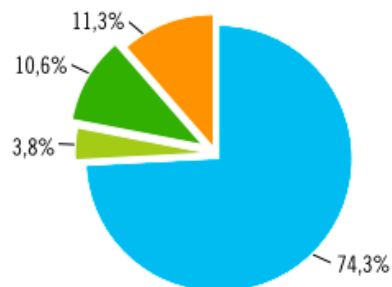
David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Vermarktung von festen Gärprodukten



Feste Gärprodukte



- Landwirtschaft konventionell
- Landwirtschaft ökologisch
- Garten- und Landschaftsbau
- Sonstige Bereiche

Quelle: Daten der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Vorteile von aufbereiteten Gärprodukten



- Vorgaben der novellierten Düngeverordnung
- Reduzierung der Volumina und Kosten für Lagerung, Transport und Ausbringung
- Entlastung des landwirtschaftlichen Nährstoffkreislaufes bei Flächendruck
- Neue Absatzstrategien auf Grund hoher Abnahmepreise für Gärprodukte
- Erhöhte Wertschöpfung durch die Vermarktung bedarfsorientierter Düngemittel (Anpassung der Nährstoffgehalte durch Extraktion oder Beimischung von Nährstoffen)
- Verringerung der Umweltbelastungen (Nitrat auswaschungen, Wassertransporte)

David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Aufkommen von Gärprodukten



- Ca. **82 Million Tonnen** (FM) Gärprodukte pro Jahr enthalten:
 - 0,25 % verf. Stickstoff \Rightarrow **205.000 t N**
 - 0,20 % Phosphat \Rightarrow **164.000 t P₂O₅**
 - 0,40 % Kaliumoxid \Rightarrow **328.000 t K₂O**
- Anteil von Nährstoffen am Inlandsabsatz von Handelsdüngern
 - ca. 11,5 % für Stickstoff (1,79 Mio. t N)
 - ca. **56,5 %** für Phosphat (0,29 Mio. t P₂O₅)
 - ca. **76,3 %** für Kaliumoxid (0,43 Mio t. K₂O)
- Marktwert mittels Nährstoff- und Humusgehalt: **7,50 € / t**

David Wilken
4. Juli 2018

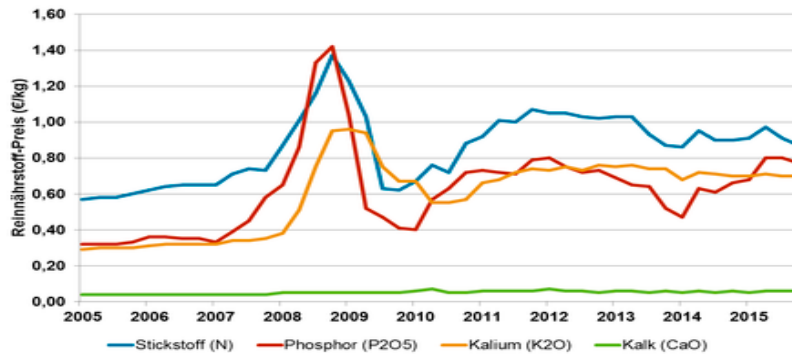
Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Substitution von Mineraldüngern



- Stickstoff (N): Energiebedarf ca. 600 kWh/t N
- Phosphor (P), Kalium (K), Torf: Endliche Ressource und sehr weite Transportwege
- Phosphor (P): zunehmende Cadmium und Uran – Gehalte

Reinnährstoff-Preise Mineraldünger in Westfalen-Lippe



Quelle: Verband der Humus- und Erdenwirtschaft e.V.

David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Aufbereitungsmethoden



DÜNGEN MIT GÄRPRODUKTEN

Anwendung, Aufbereitung und Vermarktung



David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Agenda



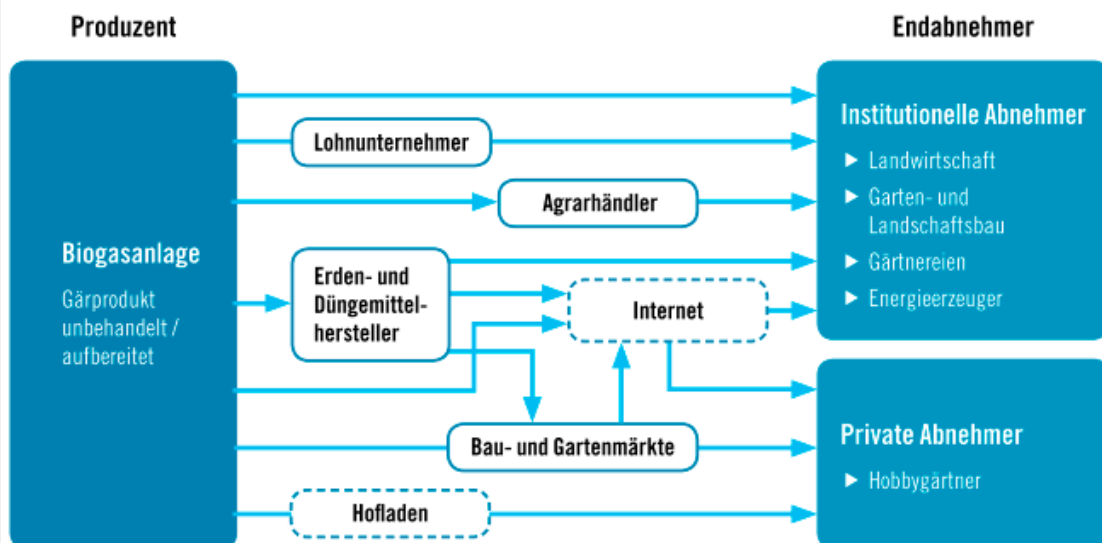
- Motivation der Gärproduktaufbereitung
- Vermarktungsstrategien
- Vermarktungskonzepte
- Fazit



David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Mögliche Absatzwege und Abnehmergruppen



David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

GÄRWERT-Projekt (FKZ 22402312)



Studie zum Entscheidungsverhalten von Privatgärtnern von der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen unter Leitung von Prof. Dr. Herbes gemeinsam mit dem Institut für Marktforschung - Kantar TNS

Förderung des Projektes erfolgt durch finanzielle Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMEL für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten


Ergebnisse der Interviews



- Generell: hohe Unsicherheit
- Oft wenig Information / Keine Recherche vor dem Kauf
- Beratung beim Händler genutzt, aber geringe Zufriedenheit
- Produktname auf der Verpackung hat empfehlende Wirkung => Anwendungsgebiet (Kräutererde, Rosendünger, Beerendünger, Buchsdünger ...)
- Differenzierung zwischen Zierpflanzen und essbaren Pflanzen (Gemüse, Beeren etc.)
- „Look and feel“ für Beurteilung bei Anwendung wichtig
- Erstaunliche Bedeutung überlieferter Faustregeln

David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten



Interviewzitate

Aus welchem Grund werden speziell die Tomaten gedüngt?

Was erhoffst du dir vom Kaffeesatz?

Ganz schwarze Erde verbinde ich mit Graberde, und das muss nicht unbedingt im Garten sein. Aber ein mittleres Braun, was man von Natur aus im Garten an Erde hat, ...

Das weiß ich, um ehrlich zu sein, auch nicht genau. Meine Eltern haben halt einfach das Gefühl, dass sie die düngen müssen.

... Das, was an Inhaltsstoffen da noch drin ist, soll für die Pflanzen gut sein. Hat mir mal irgendjemand empfohlen oder gesagt, beweisen kann ich es natürlich nicht.


Brennnessel ist ein sehr guter Dünger. Er hält Ungeziefer weg, soll als Wachstumsbeschleuniger wirken. Hört man auch, dass es z. T. verboten war, weil er so gut ist, und weil es nicht unbedingt ... von der Industrie gewünscht wird usw. Ich glaube, in Frankreich ist es schon verboten.

Den Tipp hat meine Mutter mal bekommen. Die hatten mal einen Untermieter, dessen Bruder oder Vater eine Gärtnerei gehabt hatten, und der hat das gesagt: Das Beste für Tomaten ist Kuhmist

Mein Vater hat schon immer mit Blaukorn gedüngt, und der Großvater meiner Frau hat schon immer mit Hornmehl gedüngt.

David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten



Entscheidungsrelevante Produktattribute

Dünger

- Produktbezeichnung
- Marke
- Preis
- Label (z.B. bio, organisch oder regional)
- Erscheinungsbild (Kügelchen, Pellets – glänzend nachteilig)
- Größe (klein)
- Rohstoff (organisch / mineralisch)
- Geruch (nachteilig)
- Nährstoffgehalte

Erden

- Produktbezeichnung
- Marke
- Preis
- Label (z.B. torffrei, Guano)
- Rohstoff (Biogas, Abfall nachteilig)



David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Agenda

- Motivation der Gärproduktaufbereitung
- Vermarktungsstrategien
- Vermarktungskonzepte
- Fazit



David Wilken
4. Juli 2018

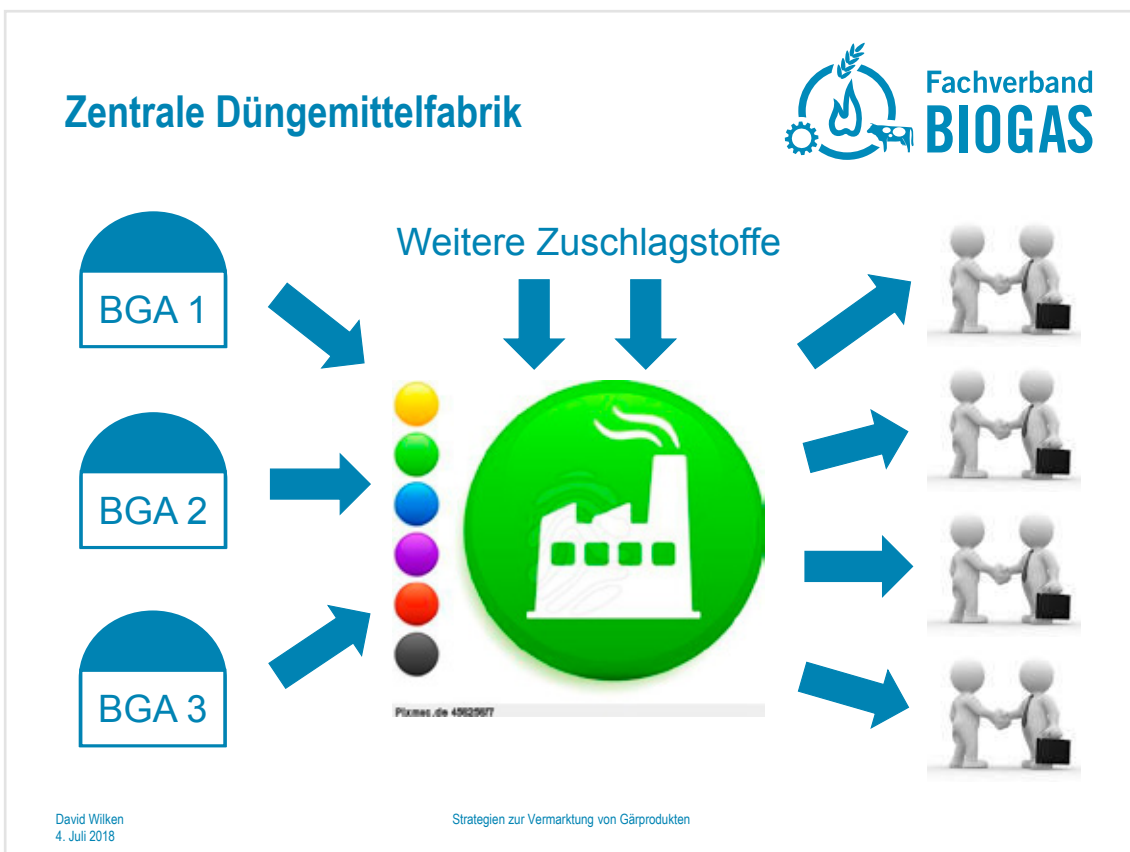
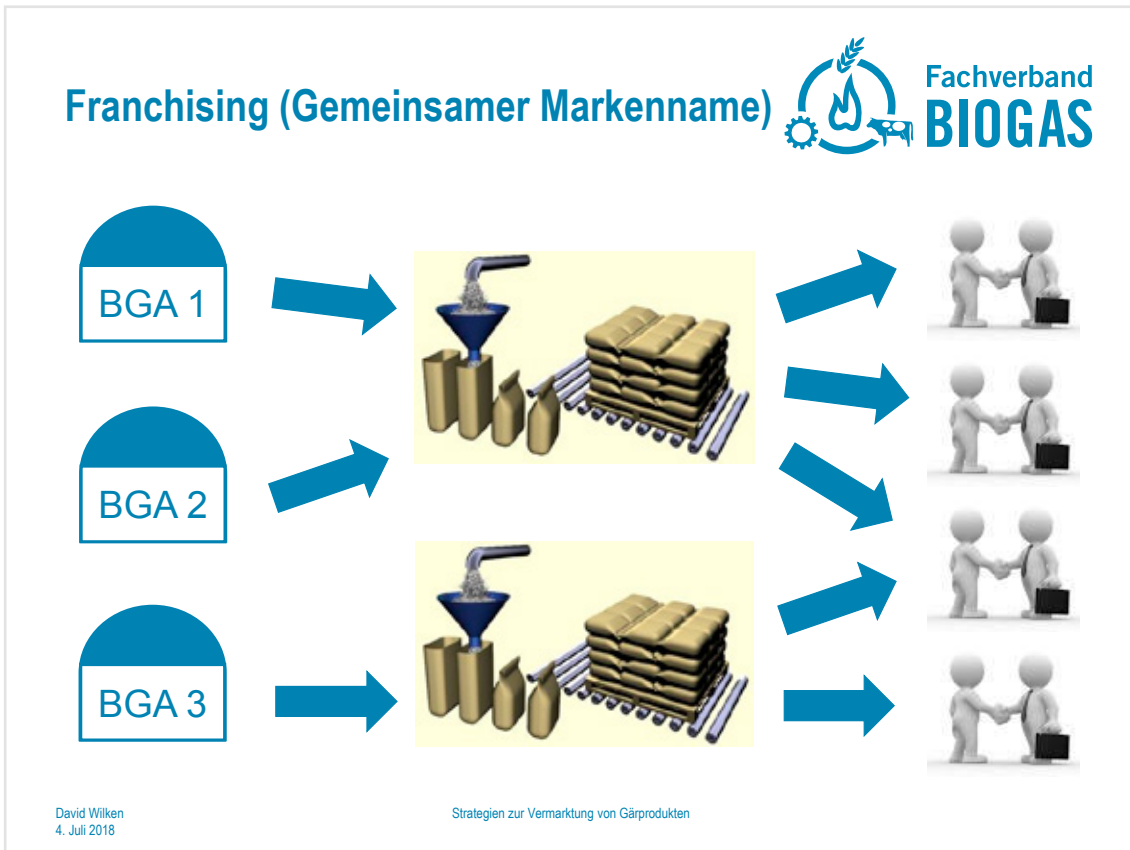
Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Derzeitiger Stand



David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten



Agenda



- Motivation der Gärproduktaufbereitung
- Vermarktungsstrategien
- Vermarktungskonzepte
- Fazit



David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Fazit



- Gärprodukte sind hochwertige nährstoffreiche Düngemittel
- Steigende Nachfrage an Gärproduktaufbereitung
- Markt für erzeugte Produkte muss erst noch aufgebaut werden
- Produktattribute berücksichtigen
- Zusammenschluss von Biogasanlagen empfehlenswert

David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Plenarvorträge

Workshops

Best Practice

Lehrfahrt

Abendveranstaltung



BIOGAS Convention

13. – 16. November 2018, Messegelände Hannover

www.biogas-convention.com

David Wilken
4. Juli 2018

Strategien zur Vermarktung von Gärprodukten

Gärreste als Rohstoff für Span und MDF-Platten

*Michael Carus
Nova-Institut GmbH*

*Dr. Ute Bauermeister
Gesellschaft für Nachhaltige Stoffnutzung mbH*

Stoffliche Nutzung ligno-zellulosehaltiger Gärprodukte für Holzwerkstoffe

- Vorstellung eines Forschungsprojektes mit geplanter industrieller Umsetzung
- Entwicklung eines Verfahrens zur Nutzung von Reststoffen aus der Biogasproduktion für die Holzwerkstoffindustrie

Technische Realisierung

- Aufbereitung der festen Bestandteile (Fasern) von Gärresten und Entfernung der anorganischen Stickstoffbestandteile. Produktion von Holzwerkstoffen in Labor- und Betriebsversuchen.
- Untersuchung der Wirtschaftlichkeit (Rohstoff- und Prozesskosten) und ökologische Bewertung (Bilanzierung der Stoff- und Energieströme sowie Berechnung der Treibhausgasemissionen).
- Hemmnisse bei der Umsetzung in industriellen Maßstab




Werkstoffliche Nutzung lignocellulosehaltiger Gärprodukte in Span- und Faserplatten

Fachtagung: Pflanzenbauliche Verwertung von
Gärückständen aus Biogasanlagen
Berlin, 4. Juli 2018


Michael Carus
Geschäftsführer

nova-Institut GmbH, Hürth (Cologne), Germany


nova-Institute www.bio-based.eu



nova-Institut GmbH – SME



Founded in 1994 as a private and independent research institute
30 employees – interdisciplinary, international team



Bio- and CO₂-based Economy
Chemicals & Materials
Biorefineries • Industrial Biotechnology
Carbon Capture & Utilisation

- Political Framework & Strategy**
System Analysis
Strategic Consulting
Circular Economy
- Raw Material Supply**
Availability
Price development
Sustainability
- Techno-Economic Evaluation (TEE)**
Process Economics
Target Costing Analysis
Life Cycle Costing
- Market Research**
Volumes & Trends
Competition Analysis
Feasibility & Potential Studies
- Sustainability Assessments**
Life Cycle Assessment
Environmental footprint
Socio-economic Impacts
- Dissemination & Marketing Support**
Communication & Networking
EU Project Dissemination
Events

nova-Institute www.bio-based.eu



Projektpartner und Aufgaben Laufzeit 2012 bis 2014





BENAS Biogasanlagen GmbH, Ottersberg

- Produktion von Gärprodukten



GNS - Gesellschaft für Nachhaltige Stoffnutzung mbH, Halle

- Strippung der Gärprodukte



Glunz AG, Meppen

- Labor- und Betriebsversuche zur Produktion von Span-, MDF-, HDF-Platten und Laminat-Fußboden




nova-Institut GmbH, Hürth


- Projektleitung sowie techno-ökonomische und ökologische Begleitforschung

nova-Institute


www.bio-based.eu



Situation der Biogasbranche 2012/2013

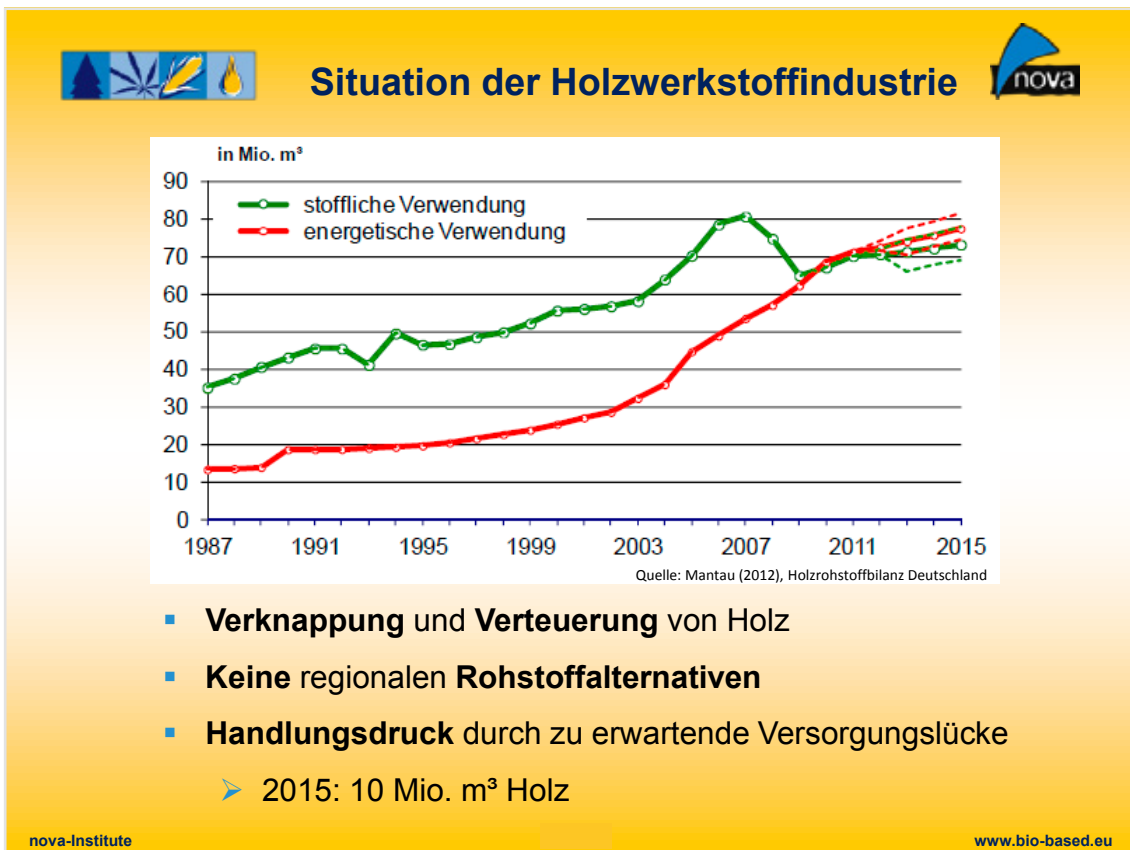


- Regional hohe **Nitratbelastung**
 - Düngeverbote
 - Stickstoff-Frachten
 - Ausbringungsflächen
- Zunehmender **Kostendruck**:
 - Lager-, Transport- und Ausbringungskosten
 - EEG Novelle
- Suche nach **Absatzmöglichkeiten** und **Inwertsetzung** der Gärprodukte



nova-Institute

www.bio-based.eu

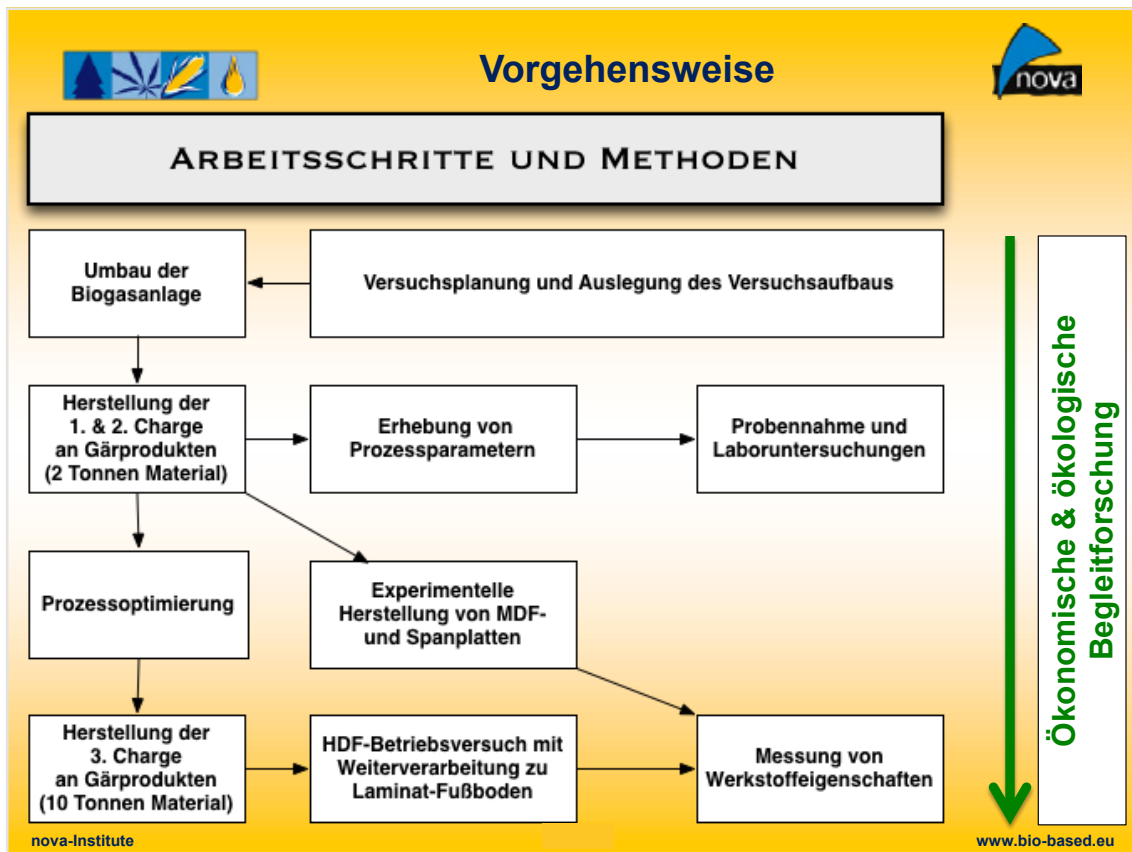


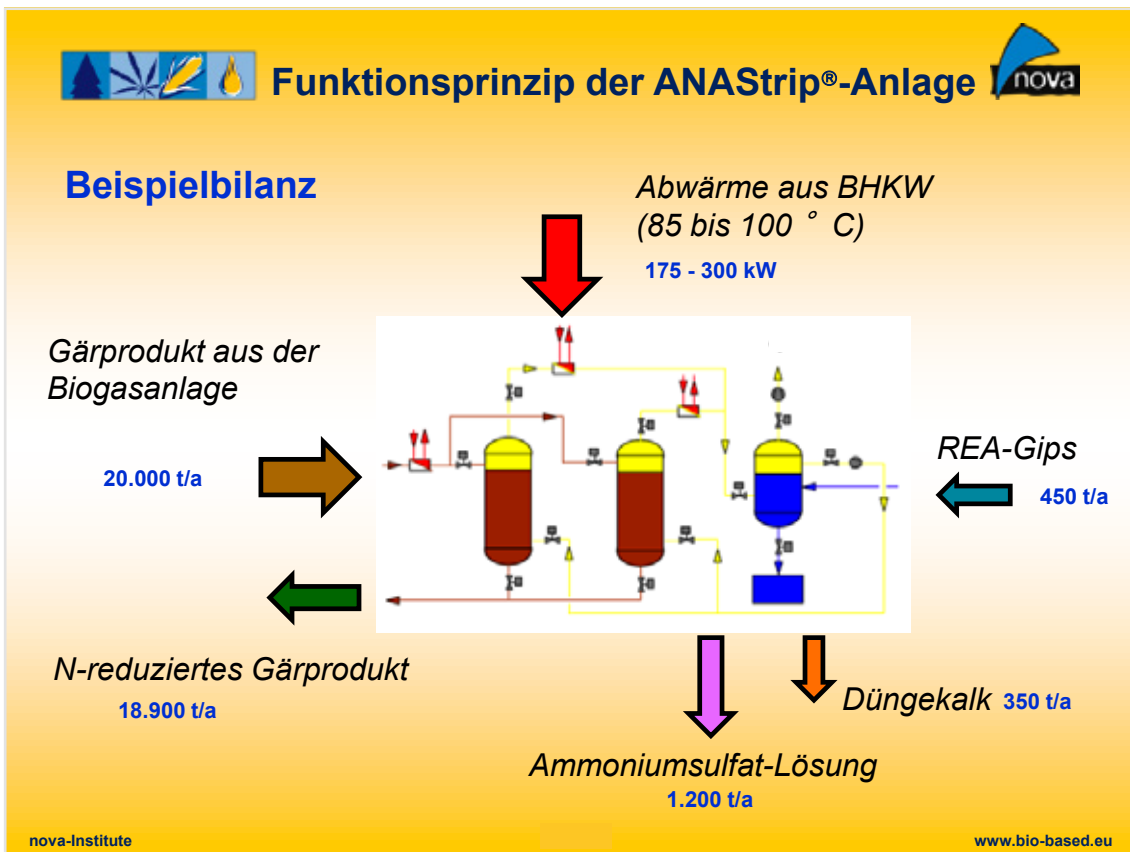
Von der Idee zum Forschungsprojekt

- **Idee**
 - Gärprodukte als Rohstoff für die Holzwerkstoffindustrie
 - Technisches Potenzial: ca. 1,5 Mill. Tonnen Trockenmasse
- **Problem**
 - Ammoniumstickstoff (NH₄-N) in Gärprodukten führt zu Ammoniak-Emissionen bei der Verarbeitung zu Spanplatten
- **Lösung**
 - Abtrennung („Strippen“) der festen, faserhaltigen Bestandteile von Gärprodukten
- **Projektförderung durch Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)**
 - Stoffliche Nutzung lignocellulosehaltiger Gärprodukte aus Biogasanlagen für Holzwerkstoffe (Az. 28691-34)
 - www.bio-based.eu/technology

gefördert durch  Deutsche Bundesstiftung Umwelt

nova-Institute www.dbu.de





Eindrücke 



ANAStrip®-Anlage, Strippbehälter




Wärmetauscher




Gestrippte, getrocknete Gärprodukte

- Abtrennung von festen und flüssigen Bestandteilen möglich
- Kein erhöhtes Risiko für die Anlagensicherheit
- Handelsübliche Technik und Infrastruktur
- Keine aggressive Schwefelsäure

nova-Institute www.bio-based.eu



Analytik der Gärprodukte



Thermophile BGA
(80% Mais, 20% HTK)

Mesophile BGA
(62% Mais, 38% Gülle)

Gärprodukt		Charge 1				Charge 2			
		unbehandelt	gestrippt	separiert	getrocknet	unbehandelt	gestrippt	separiert	getrocknet
TR	%	7,2	7,5	26,7	91,2	3,5	3,8	25,5	92,4
oTS	% v. TR	72,7		91,1		74,3		93	
pH-Wert		8,5	9,1	8,5	8,4	8,3	9,3	8,4	7,3
NH ₄ -N	mg/kg	2500	415	55	24	1400	140	63	14,6
N gesamt	mg/kg	5600		4540		2900		2680	
N gesamt vom TR	% TR			1,7				1,1	
Chlorid	mg/kg			1449				799	
Chlorid vom TR	% v. TR			0,54				0,31	
Lignin (ADL)	% v. TR			21,2				17,8	
Zellulose (ADF-ADL)	% v. TR			46,6				43,1	
Hemizellulose (NDF-ADF)	% v. TR			19,5				18,2	

Reduktion der NH₄-N-Konzentration

- 83 bis 90% nach der Abtrennung
- 99% nach Separation und Trocknung

Ligningehalt

- BiogASFasern: 18 bis 21 %
- Holz: 20 bis 28%

nova-Institute

www.bio-based.eu



Experimentelle Herstellung von MDF- und Spanplatten im Labor






- Substitution von **0 – 30 %** der Holzfasern durch Gärprodukte
- Deutliche **Verfärbung der Laborplatten**
- **Geringe Akzeptanz für Farbänderungen** im europäischen Markt

nova-Institute

www.bio-based.eu

 **Betriebsversuch zur Herstellung von HDF-Platten** 

 **Bereitstellung in BigBags**

 **Transport mit Schwerlastkran**

 **Zuführung über Zellenradschleuse**

 **Materialprüfung der HDF-Platten**

nova-Institute www.bio-based.eu

 **Weiterverarbeitung zu Laminat-Fußboden** 

 **Mit Gärprodukten** **Ohne Gärprodukte**

- **Unproblematische Verarbeitung** von 10 Tonnen gestrippter Gärprodukte
- Produktion von 130 m³ HDF-Platten
- **Keine Geruchsbelastung**
- Weiterverarbeitung zu 20.000 m² Laminat-Fußboden
- Gleichwertige technische und visuelle Eigenschaften
- **Marktkonform** nach DIN EN 13329

nova-Institute www.bio-based.eu



Wirtschaftlichkeit

nova-Institute

www.bio-based.eu



Ergebnisse nach Regionen



	Veredelungsregion		Gemischtregion		Ackerbauregion	
	BGA mit ANAStrip®	BGA ohne ANAStrip®	BGA mit ANAStrip®	BGA ohne ANAStrip®	BGA mit ANAStrip®	BGA ohne ANAStrip®
Gesamtkosten*	3.939.202	3.527.560	3.939.202	3.527.560	3.939.202	3.527.560
Summe vK	3.004.577	3.000.973	3.004.577	3.000.973	3.004.577	3.000.973
Summe fK	903.747	495.709	903.747	495.709	903.747	495.709
Gemeinkosten	30.878	30.878	30.878	30.878	30.878	30.878
Σ Leistungen*	4.376.652	3.965.010	4.863.531	4.451.889	5.350.410	4.938.768
Deckungsbeitrag*	1.372.075	964.037	1.858.954	1.450.916	2.345.833	1.937.795
Gewinn*	437.451	437.451	924.330	924.330	1.411.209	1.411.209
Herstellungspreis für feste, gestrippte Gärprodukte (€ / t_(TM))						
	-25,87	/	37,45	/	100,76	/
* Alle Angaben in Euro pro Jahr						

→ Verfahren ist besonders geeignet in Veredelungsregionen mit hohem Nährstoffüberschuss

nova-Institute

www.bio-based.eu



Werkstoffliche Nutzung von Gärprodukten bietet Chancen für einzelne Betreiber und gesamte Biogasbranche

- Reduzierung der Kosten durch Einsatz **günstiger Substrate** (HTK)
- **Steigerung der Biogasproduktion** durch erhöhten Methanaufschluss
- Verringerung der **Lager- und Ausbringungsflächen**
- Verringerung der **Transportkosten**
- Zeitlich und örtlich **optimiertes Düngemanagement** durch handelbaren & konzentrierten Dünger (ASL, Düngekalk)
- **Steigerung der Wertschöpfung** durch Produktdiversifizierung
- **Neue Absatzmärkte** durch Zusammenarbeit mit verarbeitender Industrie

nova-Institute www.bio-based.eu



Gärprodukte sind eine vielversprechende Rohstoffalternative für die Holzwerkstoffindustrie

- Gärprodukte sind **ganzjährig in großen Mengen** verfügbar
- Strippung kann **NH₄-N** um mehr als 90% reduzieren
- **Herstellungskosten** < 75 €/t TM, d.h. konkurrenzfähig zu Holz
- Ähnliche **Eigenschaften** wie Holz (z.B. Ligningehalt)
- Unproblematische **Verarbeitung**
- Großes **Substitutionspotenzial** (10-30%) je nach Anwendung
- Weites **Anwendungsfeld** (HDF, MDF, Spanplatten, WPC etc.)

- **Wie sind die Entwicklungen nach Projektende 2014 weiter gegangen?**

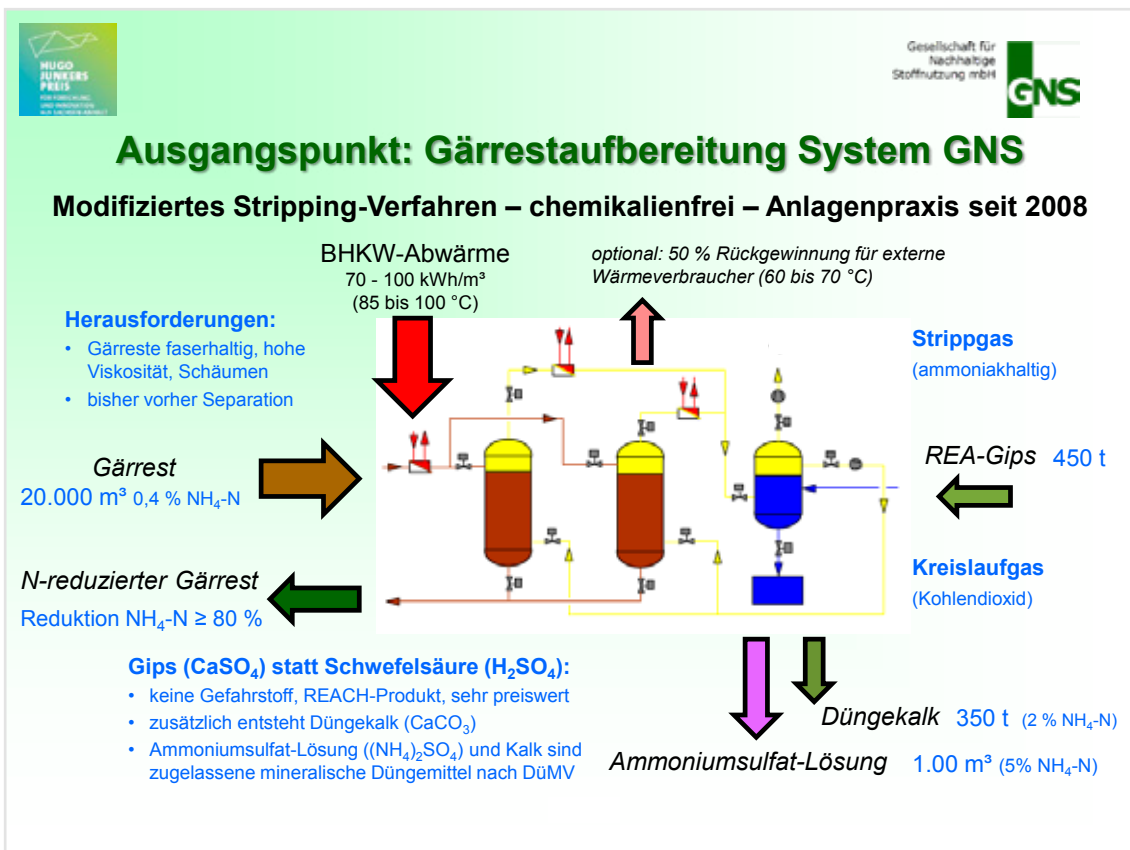
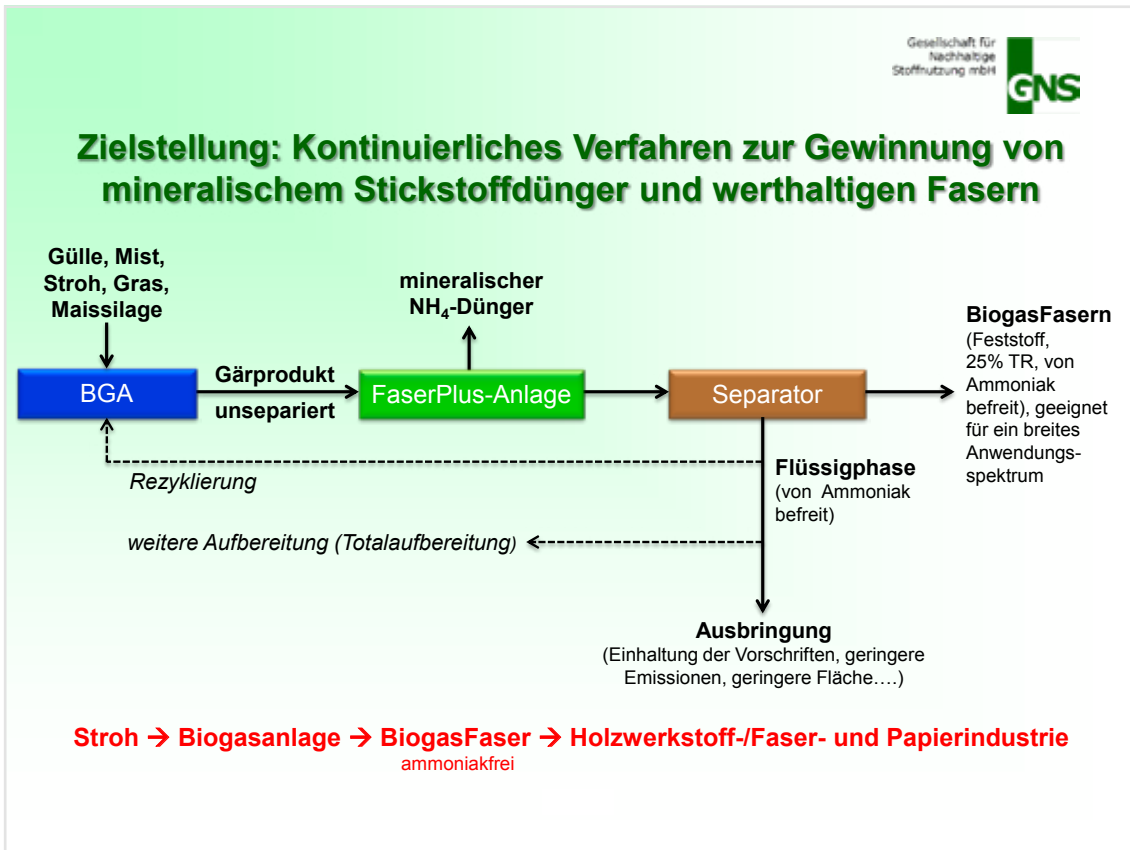
Gärreste als Rohstoff für Span- und MDF-Platten

Teil 2 – Das FaserPlus-Verfahren zur Erzeugung mineralischer Düngemittel und Faserwertstoffe aus Gärprodukten

Dr. Ute Bauermeister

FNR-Tagung "Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen"

3. und 4. Juli 2018, Berlin



Praxispartner: BENAS Biogasanlage GmbH (5 MW_{el}*)

Bau (2007/2008): durch den Betreiber nach den Planungsvorgaben von GNS

2016 Umbau zur FaserPlus-Anlage

Durchsatz aktuell [m³/h]	8 bis 15
NH ₄ -N [g/l]	3 bis 5
Strippgrad [%]	80 bis 85
Wärmebedarf [kWh/m³]	100 bis 120
REA-Gips-Bedarf [t/d]	3 bis 11
ASL-Produktion [t/d]	8 bis 26
Kalk-Produktion [t/d]	2,5 bis 10,5



Was wird mit der Anlage erreicht?

- Bindung von ca. **200 t/a Stickstoff** in emissionsarmen mineralischen Düngemitteln (Eigennutzung auf 3.500 ha, dadurch Einsparung von Zukauf mineralischer Dünger)
- Einsatz von mehr HTK, damit Einsparung Substratkosten
- Einsparung von ca. 70 % Stickstoffverlusten
- 8 % mehr Biogas durch Aufschlusseffekt in der FaserPlus-Anlage

*Stromäquivalent, mit Gasaufbereitung

Entwicklung zum FaserPlus-Verfahren (1)

Schritt 1: „Stoffliche Nutzung lignocellulosehaltiger Gärprodukte aus Biogasanlagen für Holzwerkstoffe“, gefördert durch die DBU (F&E-Phase 2012 - 2014)

Netzwerkpartner:

BENAS Biogasanlage GmbH, Ottersberg
Nova-Institut GmbH, Hürth
GNS mbH, Halle/Saale
Glunz AG, Meppen

Ziele:

- Mitbehandlung fester Gärprodukte zur Beseitigung des Ammoniakgeruchs.
- Prüfung der Gärproduktfasern als Holzersatz in Spanplatten, MDF und HDF-Platten.

a) Mitbehandlung fester Gärprodukte bei BENAS



Untersuchung gereinigter Biogasfasern im Labor



Herstellung von 10 t gereinigter Biogasfasern

Technische Ergebnisse GNS/BENAS:

- ✓ Proof of Concept für die Behandlung der faserreichen Gärprodukte erbracht (manueller Betrieb).
- ✓ Voraussetzung für die technische Entwicklung zur FaserPlus-Anlage gegeben.



Entwicklung zum FaserPlus-Verfahren (2)

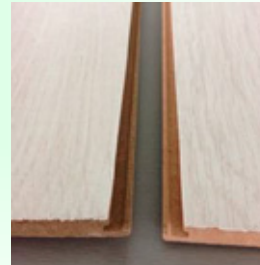
b) Erfolgreicher Testung durch die Holzwerkstoffindustrie

Herstellung von Prüfmustern durch die Glunz AG:

- Bis zu 30 % Biogasfasern in Spanplatten, MDF, und HDF-Platten möglich
- Normgerechte Kenn- und Emissionswerte



Betriebsversuch im Laminatpark Eiweiler:



- Großtechnische Herstellung von 19.000 m² marktkonformen Laminatplatten mit 3% gereinigten Biogasfasern (10 t TM)

Ökonomische Bewertung (NOVA-Institut):

- ✓ Das Verfahren kann einen konkurrenzfähigen Rohstoff (< 75 €/t atro) für die Holzwerkstoffindustrie bereitstellen.
- ✓ Ohne Nutzungskonkurrenz (Humus/Dünger) liegen die Kosten bei ca. 50 €/t atro.
- ✓ Durch das Verfahren können im Modellfall (3 MW BGA) bis zu **387 t CO₂äq. pro Jahr** eingespart werden.



Entwicklung zum FaserPlus-Verfahren (3)

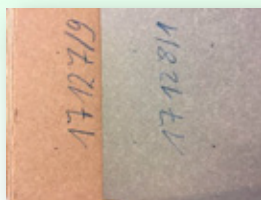
Schritt 2: Entwicklung des FaserPlus-Verfahrens (Pilotierung 2015 - 2017)

Verbundpartner:

GNS mbH (Verbundleitung)
BENAS Biogasanlage GmbH (Standort)
Kronospan GmbH (Abnahme der Fasern)
DBFZ gGmbH (Begleituntersuchung)
eutec ingenieure GmbH u.a.

Ergebnisse:

- Testanlage mit 2 m³/h Durchsatz, Entwicklung von Komponenten
- Umbau der Großanlage zur FaserPlus-Anlage mit 8 bis 15 m³/h Durchsatz
- **kontinuierlicher Betrieb seit 10/2016**
- Bereitstellung von Biogasfasern, nach Bedarf getrocknet
- erfolgreicher Einsatztest der Biogasfasern in großtechnischen Versuchschargen von 10 bis 150 t bei Fa. Kronospan in Lampertswalde
- Analytik, Qualitätsparameter definiert



Musterplatten mit 10 % Fasern



Fasern im Großeinsatz





Entwicklung zum FaserPlus-Verfahren (4)

Umbau der Großanlage zur FaserPlus-Anlage

Zitat Schlussbericht BENAS (veröffentlicht in der TIB Hannover):

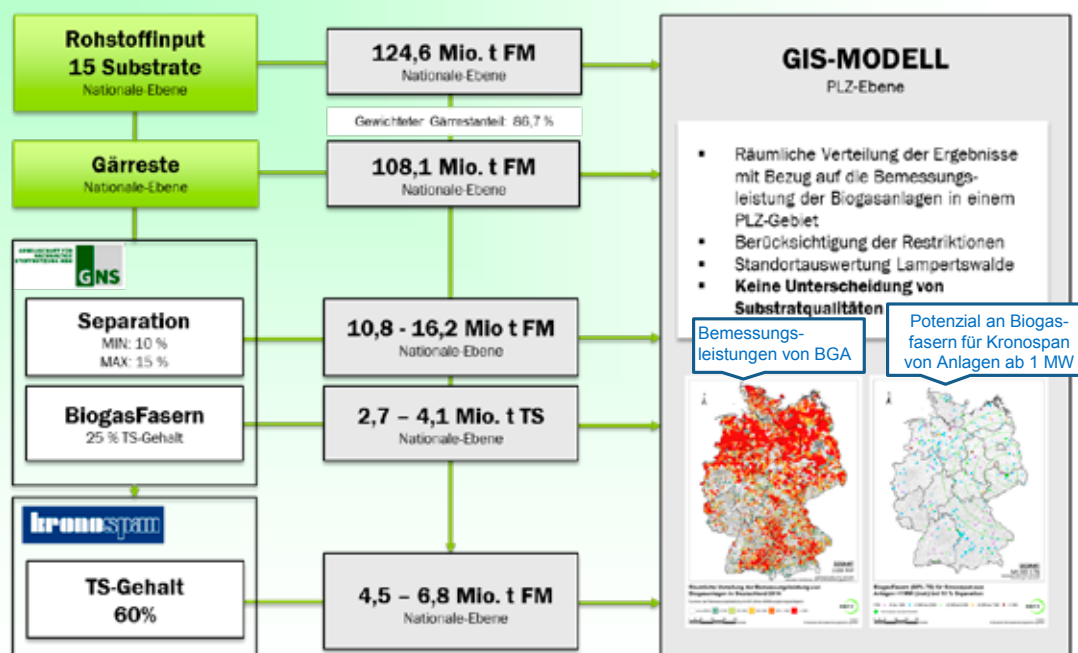
„Der Umbau der Großanlage war dann ein voller Erfolg. Es können nun bereits seit ca. 18 Monaten die unseparierten Gärprodukte mit der Strippanlage aufbereitet werden und so Musterchargen für die Holzwerkstoffindustrie bereitgestellt werden.“

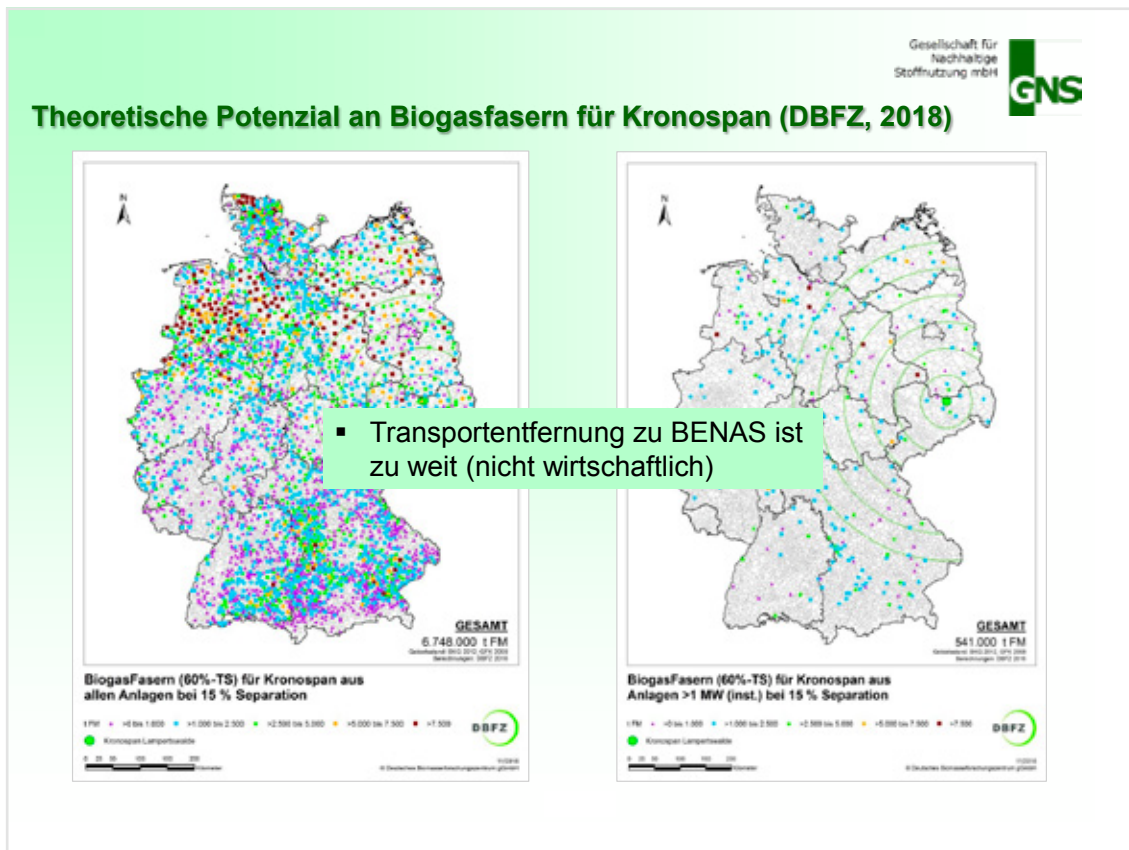
Dieses ist für die Zukunft dieser Technologie ein Meilenstein und eröffnet uns perspektivisch als Biogasanlagenbetreiber neue Absatzwege und somit zusätzlich Einnahmequellen.

Was den technischen Betrieb der Anlage angeht, sind keine negativen Auswirkungen zu erkennen. Selbst die Reinigungsintervalle der Wärmetauscher mussten durch die Mitbehandlung der Fasern nicht verkürzt werden.“



Gärrestaufkommen und regionale Verteilung (DBFZ, 2018)





Gesellschaft für Nachhaltige Stoffnutzung mbH
GNS

Randdaten für verschiedene FaserPlus-Anlagengrößen

Anlagengröße	20.000 t/a	40.000 t/a	80.000 t/a	120.000 t/a
Durchsatz [t/h]	2,5	5	10	15
Wärmebedarf [kW]	250	500	1.000	1.500
REA-Gipsbedarf [t/a]	440	880	1.760	2.640
Kalkproduktion [t/a]	325	650	1.300	1.960
ASL-Produktion [t/a]	1.110	2.220	4.440	6.660
Faserproduktion [t _{TR} /a]	500	1.000	2.000	3.000

Gärrest: 4 g/kg NH₄-N, 12 % TR, 2,5 % abtrennbare Fasern

Wirtschaftliche Konzepte:

- a) Biogasanlagen ab ca. 1.000 kW_{el} und ca. 40.000 t/a Gärreste als wirtschaftliche Mindestgröße mit verfügbarer Wärme zur Errichtung einer FaserPlus-Anlage
- b) Errichtung einer zentralen FaserPlus-Anlage mit Annahme von Gärresten mehrerer kleiner Biogasanlagen (ca. 120.000 t/a Gärreste)

⇒ Voraussetzung: Weiterverarbeitung / Abnahme der Fasern muss in räumlicher Nähe zum Anlagenstandort sein (neben Holzwerkstoffindustrie auch Papier- und Faserindustrie).

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

GNS mbH

Weinbergweg 23, D-06120 Halle / Saale

Tel.: +49 345 - 5583 754 und 705

Fax: +49 345 - 5583 706

info@gns-halle.de

www.gns-halle.de

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung

Ulrike Meyer-Reiners

Firma MeMon BV, Niederlande

Bei der Produktion von organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln können verschiedene Rohstoffe zum Einsatz kommen. Einer der potentiellen organischen Ausgangsstoffe sind getrocknete Gärprodukte aus einer Biogasanlage.

Firma MeMon BV produziert und vermarktet seit ca. 25 Jahren organische und organisch-mineralische Düngemittel. Die Firma und das Portfolio an Düngemittel wird in dem Vortrag kurz vorgestellt.

Vor einigen Jahren rückten getrocknete Gärprodukte als potentieller Einsatzstoff in der Produktion in den Blickpunkt und es fand eine erste Annäherung an diesen neuen Rohstoff statt.

In dem Vortrag wird von den Herausforderungen in der täglichen Praxis berichtet, sowie die Rahmenbedingungen für die Erreichbarkeit einer zukunftsfähigen und verlässlichen Geschäftsbeziehung zwischen einer BGA und dem Dünger-Produzenten erläutert.

Die Probleme, die sich in den letzten Jahren gezeigt haben, liegen zum einen in dem teilweise schwankenden Input der BGA und damit der Zusammensetzung des Gärproduktes und zum Anderen in der nicht immer verlässlichen Zusammenarbeit. In Zeiten höheren Bedarfs in der Landwirtschaft und damit kurzfristig höheren Preisen ist eine Liefervverlässigkeit nicht immer gegeben. Auch aufgrund von Bränden in den Trocknungsanlagen kam es zu Ausfällen.

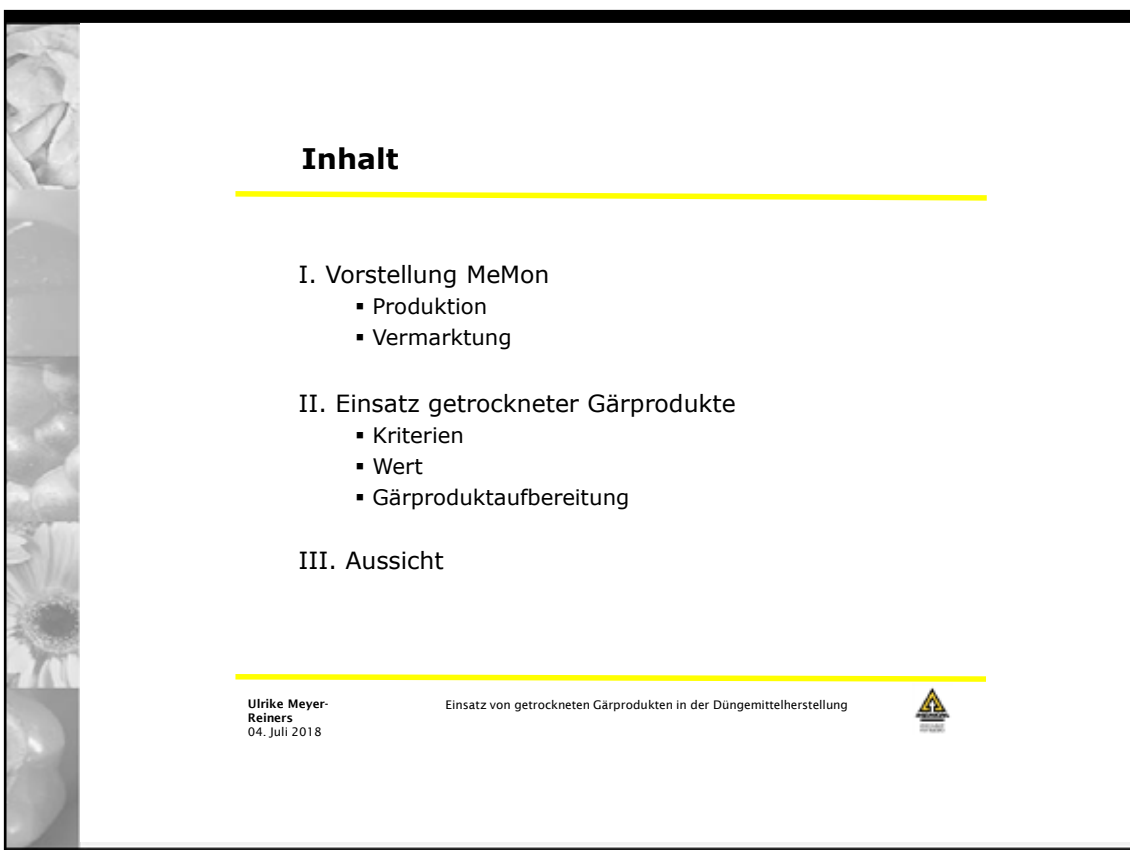
Deutlich herausgearbeitet wird, dass es sich bei den eingesetzten getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung um Rohstoffe und nicht um fertige vermarktungsfähige Düngemittel handelt.

Entscheidend für den Einsatz und die Bewertung der Gärprodukte in der Produktion von Düngemitteln sind die folgenden Kriterien:

- TS-Gehalt von mindestens 80 %
- Schüttgewicht von mindestens 300 (kg/m³)
- Input der BGA
- Abstand der BGA zu der Produktionsstätte
- NPK-Werte
- Schwermetallwerte und andere Schadstoffe im gesetzlichen Rahmen
- keine Verunreinigungen (z. B. Plastik)
- Verfügbarkeit großer Mengen
- verlässliche mehrjährige Abnahmeverträge

Ebenso wichtig ist ein realistisches Preisniveau, da die Gärprodukte letztendlich mit anderen vorhandenen Rohstoffen auf dem Markt konkurrieren müssen.

MeMon BV legt Wert darauf, mit den Partnern eine zukunftsfähige und langfristige Beziehung aufzubauen. Mit einigen Lieferanten aus der Biogasbranche arbeiten wir seit Jahren erfolgreich zusammen.



I. Vorstellung MeMon

- MeMon BV, Arnhem (NL)
- Produziert und vertreibt organische Düngemittel
- Export in > 65 Länder
- Tätig seit ca. 25 Jahren

Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



Standorte



Emst



Bunschoten

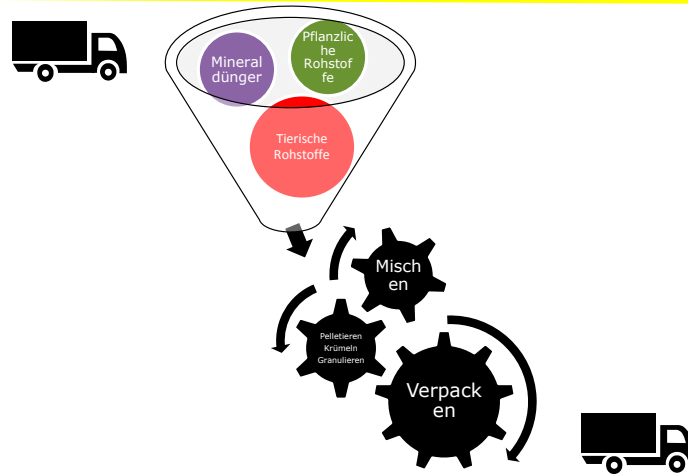


Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



Schema Düngerproduktion

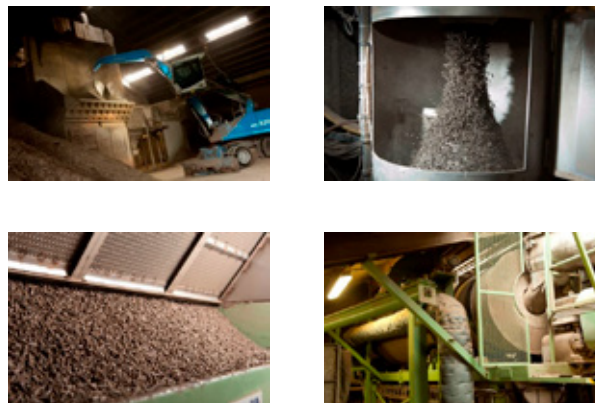


Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



Produktion

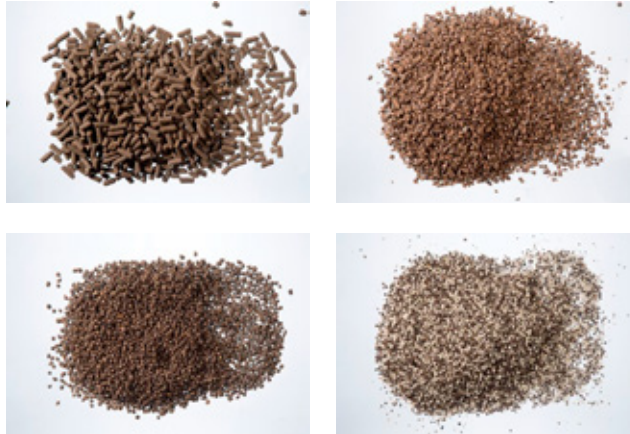


Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



Produktformen



Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung




Absacken



Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung







Wichtige Aspekte bei der Produktion

- Hygienisierung nach EU 1069/2009
- Großes Produktionsvolumen
- Breites Produktsortiment
- Flexibilität
- Rohstoffe
- Qualitätsmanagement

Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung




I.2. Vermarktung

- Ausgangspunkt: Kundenwunsch
- Produktentwicklung
- Enge Verknüpfung von Marketing – Verkauf – Produktion
- Schwerpunkt ist Export (95 % vom Absatz)
- Vertrieb in > 65 Ländern
- Absatz im
 - Profi-Markt
 - Retailmarkt
 - GaLaBau
 - Golf- und Sportplatz

Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



Profi-Markt

- Produzenten von Gemüse, Wein, Obst; GaLaBau, Golf- und Sportplätze
- Dünger für Ökolandbau
- Eigene Markennamen
- Breites Produktsortiment
- Beratung/Düngerempfehlung
- Export



Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



Produktsortiment MeMon



Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung






Retailmarkt

- Gartencenter, DIY-Läden, Discounter
- Vorlieferant, keine Markennamen
- Wichtig:
 - breites Sortiment
 - innovativ
 - fachliche Unterstützung bei Deklaration, Verpackung, Produktentwicklung
- Kleinverpackungen
- Verdrängungsmarkt
- Absatz in Europa

Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung




II. Einsatz getrockneter Gärprodukte

- Kriterien
- Wert
- Aussicht

Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



II.1. Kriterien getrockneter Gärprodukte

- Trockensubstanz mind. 85 %
- Schüttgewicht mind. 300 kg/m³
- NPK-Wert
- Geruch
- Input Biogasanlage
- Schwermetall-Gehalt
- Keine Verunreinigung
- Konstante Produktqualität
- Verfügbarkeit großer Mengen
- Verlässlichkeit
- Kein Abfallstatus
- Einschätzung Düngerwirkung

Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



II.2. Wert getrockneter Gärprodukte

		Wert getrockneter Gärprodukte		
	Input Rohware	Nicht separiert	Separiert	
Trocknung Gärprodukte	NaWaRo 100% pflanzlich	+++	++	
	NaWaRo mit Mist/Gülle	Rind/Pferd	++	+
		Huhn	+	+/-
		Schwein	+/-	-
	Abfallentsorger	+/-	+/-	
Lohntrocknung	Verschiedene organische Rohstoffe	++++		

Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



II.3. Gärproduktaufbereitung

- Viele Entscheidungen
 - Verarbeitungstechnik
 - Absatz
 - Kerngeschäft
- Vorteile Verkauf getrockneter Gärprodukte
 - Wertsteigerung
 - Restwärmekonzept
 - Ganzjährige Abnahme
 - Langfristige Abnahmesicherheit
 - Abfuhr Nährstoffe aus Region

Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung



III. Aussicht

- Markt im Aufbau
- Vielfältige Absatzwege
- Aufbau langfristiger Geschäftsbeziehungen
- Ausgangspunkt: Marktwünsche und nicht Entsorgungsgedanke
- Qualitätsanspruch

Ulrike Meyer-Reiners
04. Juli 2018

Einsatz von getrockneten Gärprodukten in der Düngemittelherstellung





**Ich danke Ihnen für Ihre
Aufmerksamkeit.**



MeMon bv ■ PO Box 1129 ■ 6801 BC Arnhem ■ The Netherlands
Phone: +31 26 352 31 00 ■ Fax: +31 26 445 19 11
E-mail: info@memon.nl ■ Internet: www.memon.nl

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

Artikelnummer 973
mediathek.fnr.de
FNR 2018

