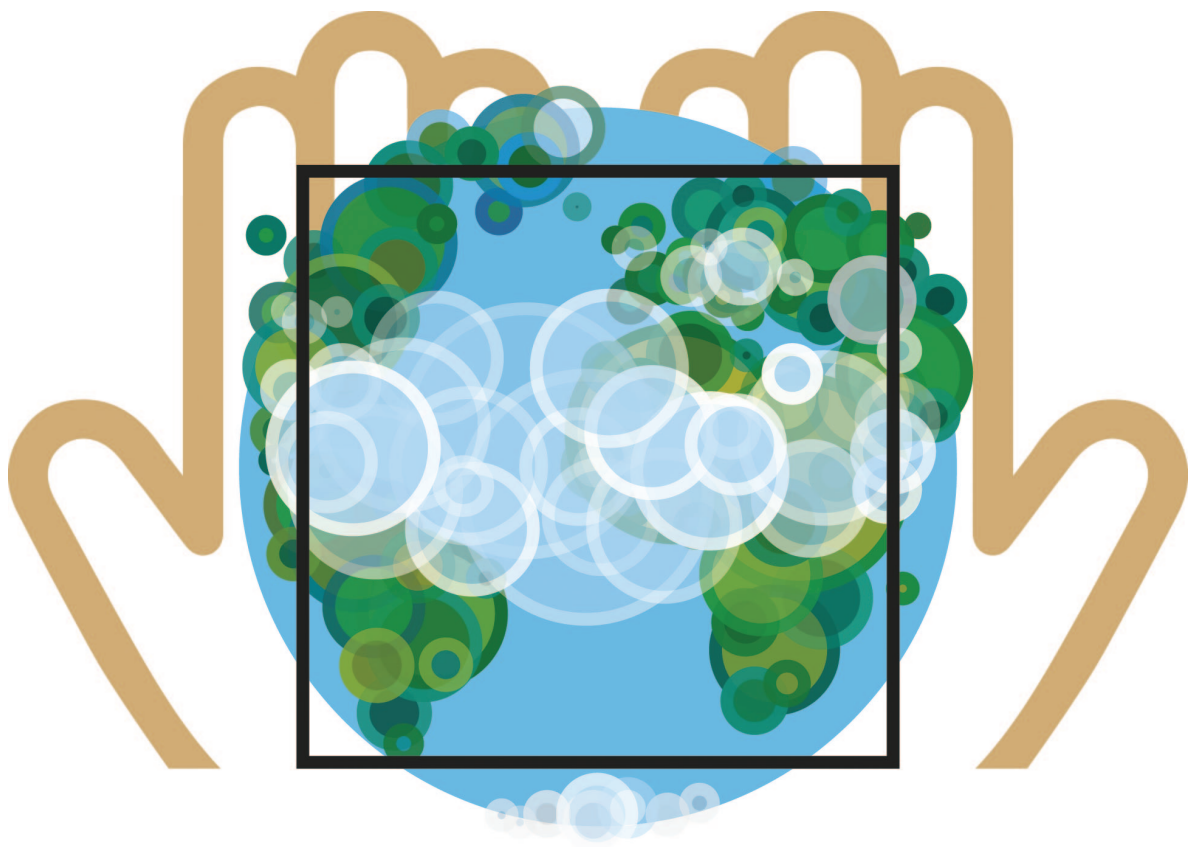


Vergärung von 30 % des nationalen Wirtschaftsdüngers bis 2030 — Fragestellungen zur WAM-Annahme



VERGÄRUNG VON 30% DES NATIONALEN WIRTSCHAFTSDÜNGERS BIS 2030 – FRAGESTELLUNGEN ZUR WAM-ANNAHME

Michael Anderl
Andreas Baumgarten
Georg Dersch
Simone Haider
Erwin Pfundtner
Katrín Sedy
Bernhard Stürmer

REPORT
REP-0706

Wien 2019

Projektleitung

Katrin Sedy

AutorInnen

Kapitel 1, 2, 3, 4.6: Michael Anderl, Simone Haider, Katrin Sedy (Umweltbundesamt),

Kapitel 4, 5: Andreas Baumgarten, Georg Dersch, Erwin Pfundtner (AGES),

Kapitel 6: Bernhard Stürmer (Kompost und Biogas Verband Österreich)

Lektorat

Elisabeth Riss

Satz/Layout

Christiane Edegger-Asel

Umschlagphoto

© zs communications + art

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2019

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-526-8

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 EINLEITUNG	9
2 BENÖTIGTE ZUSÄTZLICHE SUBSTRATMENGE	10
3 GÄRPRODUKTE	13
3.1 Stickstofffrachten der Gärprodukte	13
3.2 Flächenabschätzung zur Ausbringung der Gärprodukte	17
4 DÜNGEWIRKUNG DER GÄRRESTE	20
4.1 Auswirkungen der Wirtschaftsdüngervergärung auf das C/N-Verhältnis der Gärreste	20
4.2 Auswirkungen durch Ausbringung der Gärreste auf die Bodenstruktur/-zusammensetzung	21
4.3 Effekte der Gärrestanwendung auf die Feldkapazität	21
4.4 Effekte der Gärrestenanwendung auf die Mikroorganismendichte in den Böden	21
4.5 Düngewirkung von Gärprodukten	22
4.6 Abbau von Pflanzen- und Tierpathogenen (U)	22
4.6.1 Pflanzenpathogene	22
4.6.2 Tierpathogene	24
5 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DAS INVERKEHRBRINGEN VON GÄRRESTEN	26
6 ÖSTERREICHISCHES BIOGASPOTENTIAL AUS DER LANDWIRTSCHAFT	27
6.1 Kostenabschätzung	29
EMPFEHLUNGEN	30

ZUSAMMENFASSUNG

Gemäß Effort-Sharing-Verordnung hat Österreich die Verpflichtung bis 2030 die THG-Emissionen außerhalb des Emissionshandels um 36 % gegenüber 2005 zu reduzieren. Die Erreichung dieser Verpflichtung soll mit der Klima- und Energiestrategie (#mission2030, BMNT & BMVIT 2018) und dem nationalen Energie- und Klimaplan (NEKP) sichergestellt werden. Als Beitrag des Landwirtschafts-Sektors zu notwendigen THG-Reduktionen wird die verstärkte Vergärung von Wirtschaftsdünger zur Energiegewinnung diskutiert, insbesondere die Biometanproduktion und -einspeisung in das Gasnetz.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, wesentliche Fragen zu beantworten, die sich bei der Umsetzung dieser Maßnahme stellen, wie die Eignung möglicher Zusatzstoffe, Gärrestmengen und des auszubringenden Stickstoffs sowie der dafür benötigte Flächenbedarf, rechtliche Rahmenbedingungen und Abschätzung des Investitionsvolumens.

Entsprechend des WAM-Szenarios für 2030 (With Additional Measures) wurde von einer Vergärung von 30 % des nationalen Wirtschaftsdüngeraufkommens bei gleichbleibenden Mengen an pflanzlichem Substrat ausgegangen. Im gegenständlichen Projekt wurde auch eine geänderte anteilige Zusammensetzung von Wirtschaftsdünger und pflanzlichen Substraten im Fermenter analysiert, wie z. B. eine Zusammensetzung von 65 % Wirtschaftsdünger und 35 % sonstiger Biomasse. Um die Biogasgewinnung möglichst klimafreundlich zu gestalten, soll die Konkurrenz zu „Teller und Trog“ vermieden werden. Als pflanzliches Gärsubstrat sollen landwirtschaftliche Reststoffe herangezogen werden, wie z. B. Stroh, Ernterückstände, Zwischenfrüchte und Abfall aus der Landwirtschaft.

Gemäß WAM-Szenario für 2030 ergibt sich eine Aufteilung in 84 % Wirtschaftsdünger und 16 % Biomasse der N-Inputmengen in Biogasanlagen. In der aktuellsten Inventur (Datenstand OLI 2018 für das Berichtsjahr 2017) setzen sich die N-Mengen in Biogasanlagen zu 80 % aus pflanzlicher Biomasse und zu 20 % aus Wirtschaftsdünger zusammen. Durch die Maßnahme „Wirtschaftsdüngervergärung“ findet also im WAM-Szenario eine Umkehr des Verhältnisses statt.

Die im Sektor Energie eingesparten THG-Emissionen durch den Ersatz fossiler Energieträger werden in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

Jegliche Erhöhung der pflanzlichen Input-Menge bei gleichzeitiger Vergärung von 30 % des nationalen Wirtschaftsdüngeraufkommens (Maßnahme „Wirtschaftsdüngervergärung“) vermindert den THG- und NH₃-Einsparungseffekt dieser Maßnahme für den Sektor Landwirtschaft. Bei überwiegender Vergärung von pflanzlichen Substraten, insbesondere wenn diese reich an Stärke sind, wird im Sektor Landwirtschaft kein Einsparungseffekt mehr erzielt.

Die Mehremissionen durch die zusätzlichen pflanzlichen Substratmengen können aber teilweise kompensiert werden, wenn die vermehrte Anwendung von pflanzlichen Substraten nachweislich zu einer Verminderung des Verkaufs an N-Mineraldüngern führt (Mineraldüngerabsatzmengen entsprechend der Mineraldüngerstatistik).

Durch den Abbau der Kohlenstoffverbindungen aus der organischen Substanz wird das C/N-Verhältnis bei der anaeroben Vergärung um den Faktor 3–5 verringert. Je niedriger das C/N-Verhältnis ist, desto besser ist die Stickstoffverfügbarkeit und üblicherweise auch die Fließfähigkeit und somit raschere Eindringung in den Boden.

Der pflanzenverfügbare Kaliumgehalt (CAL) ist auf regelmäßig mit Gärresten (Synonym Gärprodukten) gedüngten Flächen hochsignifikant höher. Auf Standorten mit mittlerer Bodenart (über 15 % Ton, effektive Kationenaustauschkapazität über 14 cmol/kg) können diese optimalen Austauschverhältnisse weitgehend stabil gehalten werden. Ein Gefährdungspotential liegt bei leichten, schwach gepufferten Böden vor, weil der hohe Eintrag von leicht löslichen Kalium-Ionen die Bodenstruktur und die Stabilität des Porensystems beeinträchtigen kann.

Durch regelmäßige Bodenuntersuchungen ist es möglich, die effiziente und nachhaltige Verwertung von Gärprodukten sicher zu stellen. Es muss das Ziel sein, möglichst die gesamte Region bei der Auswahl der Flächen einzubeziehen und eine überbetriebliche Verwertung des Gärrests innerhalb ökonomischer Grenzen anzustreben.

Die Vergärung im Biogasreaktor führt zu einer Reduktion der Keimbelastung des Gärsubstrats. Je höher die Temperatur und je länger die Verweilzeit, desto geringer das Risiko der Überdauerung. Eine Reihe von weit verbreiteten Schaderregern und Unkrautsamen sowie Unkrautpflanzenteilen werden selbst bei mesothermer Vergärung innerhalb weniger Stunden oder Tage abgetötet.

Um mögliche Infektionsketten zu unterbrechen und möglichst zu unterbinden, sollte das Gärprodukt bei Hinweisen auf die Gegenwart eines wirtsspezifischen Erregers jedoch nicht auf Flächen ausgebracht werden, die den Wirt des Erregers in der Fruchtfolge haben.

Das Inverkehrbringen von Gärresten aus Wirtschaftsdüngern ist in der geltenden Fassung der Düngemittelverordnung (DMVO) 2004 geregelt. Laut DMVO 2004 sind Gärreste aus Wirtschaftsdünger als Typ „Biogasgülle“ verkehrsfähig. Als weitere Ausgangsstoffe (Co-Substrate) sind für diesen Düngemitteltyp noch Pflanzen aus der landwirtschaftlichen Urproduktion, überlagerte Futtermittel und Saatgut, Obst- und Gemüserückstände und Nebenprodukte aus der Lebens- und Futtermittelproduktion erlaubt.

Ab Inkrafttreten der neuen EU-Düngemittelverordnung (VO (EU) 2019/1009) im Juli 2022 dürfen Gärreste (aus z. B. Wirtschaftsdüngern, pflanzlichen Ausgangsstoffen oder biogenen Abfällen) auch zur Herstellung von Düngemitteln in der EU verwendet werden.

In der Potentialabschätzung für das BMNT (auf Datengrundlage der INVEKOS-Daten auf Gemeindeebene) für landwirtschaftliche Reststoffe kann davon ausgegangen werden, dass vom theoretischen Potential von rund 2 Mrd. m³ Biomethanäquivalent rund 650 Mio. m³ Biomethanäquivalent praktisch pro Jahr im Zeitbereich 2030–2035 produziert werden kann. Nicht alle Gemeinden haben einen Gasanschluss, daher wird es zu einer Aufteilung in KWK-Anwendung und Gaseinspeisung kommen. Insgesamt kann von einer installierten Leistung von rund 53.000 m³ CH₄ und von 85 MW Strom ausgegangen werden. Davon sind derzeit 3.000 m³ CH₄ installiert.

Grundsätzlich ist das Vorhaben, hohe Mengen an Wirtschaftsdünger zu vergären, eine positive Maßnahme für die Emissionsbilanz. Die entstehenden Gärprodukte wirken sich durch die komplexen, schwer abbaubaren Kohlenstoffverbindungen positiv auf den Humusaufbau aus und verfügen über eine gute Nährstoffverfügbarkeit.

Allerdings liegt durch den hohen Ammoniakgehalt auch eine hohe N-Flüchtigkeit vor. Eine bodennahe Ausbringung von Gärresten ist somit unbedingt notwendig.

Zentral ist die Fragestellung, welche Standorte für Biogasanlagen geeignet sind. Das lokale Rohstoffaufkommen von Wirtschaftsdünger und Biomasse ist hier von hoher Bedeutung. Möglichst kurze Transportwege sind anzustreben.

Gasdichte Abdeckungen der Gärprodukte sind notwendig, eventuell auch erweiterte Lagerungsmöglichkeiten.

Eine Attraktivierung ist wichtig, um die Akzeptanz bei LandwirtInnen zu steigern Wirtschaftsdünger zu vergären und den Gärrest bodennah auszubringen. In Deutschland gibt es beispielweise einen Güllebonus auf den Ökostromtarif, wo es zu einer monetären Vergütung bei Wirtschaftsdüngervergärung kommt. Dieser könnte mit einem Bonus für bodennahes Ausbringen kombiniert werden.

1 EINLEITUNG

Im Sektor Landwirtschaft, der die Treibhausgasemissionen aus Tierhaltung, Düngung und Maschineneinsatz umfasst, fallen rund 8,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente und damit 10,3 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen an. Die Emissionen umfassen Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O), wobei Methan eine 25-fach höhere und Lachgas eine 298-fach höhere Treibhauswirksamkeit als CO₂ aufweist.

Relevant für die Emissionsreduktion durch Wirtschaftsdüngervergärung ist das Einsparungspotential bei Methan bzw. dessen direkte energetische Nutzung und die Vermeidung von Lachgas-Emissionen. Zur Reduktion von N-Emissionen ist hier allerdings anschließend eine bodennahe Ausbringung der Gärprodukte (Synonym Gärrest) wichtig.

Methan entsteht unter anaeroben Milieubedingungen. Anaerob ablaufende organische Gär- und Zersetzungsprozesse bei der Lagerung von tierischen Ausscheidungen (Wirtschaftsdünger) führen ebenfalls zur Freisetzung von Methan.

Lachgas-Emissionen entstehen bei der Umwandlung von gebundenem Stickstoff (NO₃⁻) zu molekularem Luftstickstoff (N₂) unter anaeroben Bedingungen. Die Lagerung von Wirtschaftsdüngern und generell die Stickstoffdüngung landwirtschaftlicher Böden sind die beiden Hauptquellen der landwirtschaftlichen Lachgas-Emissionen.

Als Beitrag des Landwirtschaftssektors zu notwendigen THG-Reduktionen wird die Vergärung von Wirtschaftsdünger zur Energiegewinnung diskutiert. Insbesondere wird derzeit die Biomethanproduktion und -einspeisung in das Gasnetz diskutiert. Dieses Vorhaben entspricht auch der österreichischen Klima- und Energiestrategie (#mission2030 des BMNT & BMVIT 2018), deren Ziel es ist, die Gasversorgung sukzessive durch Biomethan sicherzustellen.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die wichtigsten auftretenden Fragen zu beantworten, die sich bei der Umsetzung des WAM-Szenarios „Vergärung von 30 % des nationalen Wirtschaftsdüngers“ stellen.

Dazu wurden mögliche Einsatzstoffe auf ihre Eignung analysiert, die Menge des Gärrests errechnet und der benötigte Flächenbedarf zur auszubringenden Menge an Stickstoff abgeleitet. Auf die Düngeeffekte der Gärprodukte wurde eingegangen, ebenso auf die rechtlichen Rahmenbedingungen. Im abschließenden Kapitel wurde das Österreichische Biogaspotential aus der Landwirtschaft errechnet und das Investitionsvolumen abgeschätzt. Abschließend wurden Empfehlungen formuliert, die als weitere Diskussionsgrundlage und Entscheidungshilfe für eine mögliche Umsetzung dienen sollen.

2 BENÖTIGTE ZUSÄTZLICHE SUBSTRATMENGE

Das Ziel einer nachhaltig klimafreundlichen Biogasgewinnung ist es, Synergien zur Lebens- und Futtermittelproduktion sowie zur aufkommenden Bioökonomie und zur Kreislaufwirtschaft zu nutzen und Konkurrenzen zu minimieren. Bei Energiepflanzen entstehen, über den gesamten Lebenszyklus gesehen, Emissionen an Treibhausgasen. Diese resultieren hauptsächlich aus den Aufwendungen der landwirtschaftlichen Prozesse, also für Anbau, Pflege und Ernte der Substrate sowie durch den Einsatz von Düngemitteln. Es erzielt somit die Vergärung von Energiepflanzen in einer LCA-Betrachtung (life cycle assessment) keine 100%ige THG-Minderung gegenüber fossilen Energieträgern (ARNOLD 2009). Um sowohl der Konkurrenzsituation zur Lebens- und Futtermittelproduktion zu entgehen und um zusätzlich eine höhere THG-Minderung zu erreichen, ist daher die Verwendung von landwirtschaftlichen Reststoffen bzw. biogenen Abfallstoffen und die Rückführung von Gärresten ein wichtiger Schritt zur Erhöhung des Potentials an nachhaltigen Energiealternativen.

Entsprechend den berechneten Mengen des Kompost- und Biogasverbandes wird von einer flexiblen Aufteilung zwischen Wirtschaftsdünger und Reststoffen der Landwirtschaft (Stroh, Ernterückstände, Zwischenfrüchte, Abfall aus der Landwirtschaft) im Österreichschnitt ausgegangen, die sich um den Bereich 65:35 (rund $\frac{2}{3}$ Wirtschaftsdünger: $\frac{1}{3}$ Biomasse) bewegt. Die Mengenabschätzungen der Inputstoffe finden sich in Kapitel 6.

Die potentiellen Substrate setzen sich aus unterschiedlichen Reststoffen wie Stroh aus Raps-, Getreide- und Körnermaisproduktion, Zwischenfrüchten (Begrünungsaufwuchs) sowie Lebens- und Futtermitteln, die für die geplante Nutzung nicht mehr geeignet sind, zusammen. Dadurch wird für den Betrieb der Biogasanlage kein direkter Verbrauch von Anbauflächen erwartet.

Die optimale Zusammensetzung zur Vergärung des Wirtschaftsdüngers haben bereits Schweine- und Rindergülle. Die Wirtschaftsdüngervergärung hat hier lange Tradition. Um jedoch die Milieubedingungen für die Bakterien zu verbessern, werden seit jeher zucker-, stärke- und/oder fettreiche Cosubstrate eingesetzt (STÜRMER 2017a, b). Dies verbessert die Versorgung mit notwendigen Mengen- und Spurenelementen und das C/N-Verhältnis kann optimiert werden. Der Einsatz von Cofermenten sichert eine stabile Wärmeproduktion, die in weiterer Folge wesentlich für ein optimales Milieu für die Bakterien ist.

Auch biogene Abfälle eignen sich für die Vergärung. Dazu zählen insbesondere Materialien aus der Lebensmittel-, Futtermittel- und Getränkeindustrie, Grünabfälle, Küchen- und Kantinenabfälle sowie Marktabfälle. Ligninreiche, also holzige, Materialien wie Baum- oder Strauchschnitt sind für die Vergärung nicht geeignet, da Lignin anaerob nicht abgebaut werden kann. Materialien mit höherem Rohfaseranteil (wie Grasschnitt zu spätem Schnitzeitpunkt) erschweren den anaeroben Abbau und führen zu geringen Gaserträgen (UMWELTBUNDESAMT 2011).

Material wie Grünschnitt, Landschaftspflegematerial, Stroh, Gras und andere landwirtschaftliche Reststoffe bedürfen spezieller Aufbereitungstechniken. Hier ist eine Voraufbereitung durch Zerkleinerung des Materials notwendig.

In Tabelle 1 finden sich biogene Abfälle, die für die Vergärung und Biogaserzeugung als geeignet gelten.

Zuschlagstoffe für Vergärung in Biogasanlagen	
Schlüsselnummern bzw. Untergruppen	
111	Abfälle aus der Nahrungsmittelproduktion
114	Abfälle aus der Genussmittelproduktion
117	Abfälle aus der Futtermittelproduktion
121	Abfälle aus der Produktion pflanzlicher und tierischer Öle
123	Abfälle aus der Produktion pflanzlicher und tierischer Fette und Wachse
125	Emulsionen und Gemische mit pflanzlichen und tierischen Fettprodukten
127	Schlämme aus der Produktion pflanzlicher und tierischer Fette
131	Schlachtabfälle
137	Tierische Fäkalien
199	Adere Abfälle aus der Verarbeitung und Veredelung tierischer und pflanzlicher Produkte
916	Marktabfälle
921	Hochwertige Abfälle für die biologische Verwertung, ausschließlich pflanzlicher Herkunft
924	Hochwertige Abfälle für die biologische Verwertung mit tierischen Anteilen
925	Weitere Abfälle für die biologische Verwertung mit tierischen Anteilen
53506	Proteinabfälle
91202	Küchen- und Kantinenabfälle
91701	Garten- und Parkabfälle sowie sonstige biogene Abfälle, die nicht den Anforderungen der Kompostverordnung i. d. g. F. entsprechen
92202	gering belastete Schlämme aus der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie ausschließlich pflanzlicher Herkunft
92203	gering belastete Pressfilter-, Extraktions- und Ölsaatenrückstände der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie ausschließlich pflanzlicher Herkunft
94705	Inhalte aus Fettfängen

*Tabelle 1:
Folgende biogene
Abfälle sind für die
Vergärung geeignet
(Eigene Annahmen
basierend auf
Abfallverzeichnisverordn
ung (BGBl. II
Nr. 570/2003 i. d. F.
BGBl. II Nr. 498/2008)*

Wichtige weitere Maßnahmen für eine nachhaltige Biogasproduktion im Sinne der Ressourceneffizienz und des Klimaschutzes:

- Maßnahmen zur Reduktion von THG-Emissionen aus Biogasanlagen:
 - geschlossene Fermentation zur Emissionsvermeidung
 - Um einen vollständigen Abbau des abbaubaren Kohlenstoffs in der Biogasanlage zu erreichen, sind spezielle Aufbereitungsschritte notwendig.
 - ausreichende Verweilzeiten (von über 60 Tagen) und Vermeidung von biologischen Störungen zur Emissionsminderung der Gärreste
- Der Methanschluß bei der Aufbereitung von Biogas zu Biomethan soll auf ein technisch mögliches Maß begrenzt werden.
- Bei der Ausbringung von Gärresten ist auf die bodennahe Ausbringung zu achten. Auf unbewachsenen Böden können die gasförmigen N-Verluste zusätzlich durch eine möglichst rasche Einarbeitung verringert werden. Auf bewachsenen Böden sollten Gärreste mittels Schleppeisen oder ähnlichen Geräten ausgebracht werden.

Literatur

- ARNOLD, K. (2009): Greenhouse gas balance of bio-methane – which substrates are suitable? Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Internationale Wissenschaftstagung Biogas Science 2009, Band 2, https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_37629.pdf
- Abfallverzeichnisverordnung (AbfallverzVO; BGBl. II Nr. 570/2003 i. d. F. BGBl. II Nr. 498/2008): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein Abfallverzeichnis
- STÜRMER, B. (2017a): Feedstock change at biogas plants - Impact on production costs. Biomass and Bioenergy 98: 228–235.
- STÜRMER, B. (2017b): Biogas – Part of Austria’s future energy supply or political experiment? Renewable and Sustainable Energy Reviews 79: 525–532.
- UMWELTBUNDESAMT (2014): Lampert, C.; Reisinger, H. & Zethner, G.: Bioabfallstrategie. Reports, Bd. REP-0483. Umweltbundesamt, Wien. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0403.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT (2011): Lampert, C.; Tesar, M. & Thaler, P.: Klimarelevanz und Energieeffizienz der Verwertung biogener Abfälle (KEVBA). Reports, Bd. REP-0353. Umweltbundesamt, Wien. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0353.pdf>

3 GÄRPRODUKTE

3.1 Stickstofffrachten der Gärprodukte

Im Rahmen der Arbeiten zum integrierten nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich wurde vom Umweltbundesamt im Sommer 2017 das Szenario „With Additional Measures“ (WAM) zur Abschätzung der Emissionswirkung folgender Maßnahmen für den Sektor Landwirtschaft erstellt:

- verringerte Mineraldüngeranwendung im Vergleich zum WEM-Szenario (With Existing Measures) (– 20 % 2030)
- Methan-optimierte Fütterung (– 5 % CH₄ im Jahr 2030 aus enterogener Fermentation)
- Stickstoff-optimierte Fütterung (– 5 % N-Ausscheidung im Jahr 2030 bei Rindern (außer Kühe), Schweinen und Hühnern)
- Erhöhung der Weidehaltung von Milch- und Mutterkühen bis 2030 um 30 %
- Ein Anteil von 30 % des in Österreich anfallenden Wirtschaftsdüngers wird im Jahr 2030 Biogasanlagen zugeführt
- Kein weiterer Anstieg des Rinderbestandes ab 2025

Zusätzlich berücksichtigt wurden folgende Maßnahmen des nationalen Luftreinhalteprogramms 2019:

- Erhöhung der Abdeckungsrate von Wirtschaftsdüngerlagern um 5 % in der Rinder- und um 10 % in der Schweinehaltung
- Bodennahe Ausbringung mit Schleppschlauch, Schleppschuh, Injektor (insgesamt 41 % der Rindergülle und 57 % der Schweinegülle)
- Unmittelbares Einarbeiten von 30 % des Harnstoffdüngers

Dieses Maßnahmenbündel bewirkt für den Sektor Landwirtschaft im Jahr 2030 eine Reduktion der THG-Emissionen um 721 kt CO₂eq und eine Reduktion der Ammoniak-Emissionen um 8,1 kt im Vergleich zum WEM-Szenario (UMWELTBUNDESAMT 2019 c, d). Die im Sektor Energie eingesparten THG-Emissionen durch den Ersatz fossiler Energieträger werden in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

Anzumerken ist, dass mit der verstärkten Biomethanisierung im Sektor Landwirtschaft zusätzliche Ammoniak-Emissionen im Sektor Abfallwirtschaft verbunden sind (vgl. Tabelle 2).

Der Anteil der Maßnahme „Wirtschaftsdüngervergärung“ an der THG-Emissionsminderung beträgt dabei rd. 290 kt CO₂eq. Der Minderungseffekt für Ammoniak beträgt etwa 1,2 kt NH₃. Unter Berücksichtigung der zusätzlichen Ammoniak-Emissionen im Sektor Abfallwirtschaft verringert sich der Gesamteinsparungseffekt auf etwa 0,3 kt NH₃ im Jahr 2030.

Die Emissionsberechnung erfolgte im WAM-Szenario unter der Annahme, dass die vermehrte Biomethanisierung gemäß den Vorgaben der Maßnahme „Wirtschaftsdüngervergärung“ nur auf Basis einer deutlich verstärkten Vergärung von Wirtschaftsdüngern erfolgt. Die Menge an pflanzlichen Input-Stoffen wurde für diese Berechnungen nicht erhöht.

Aufgrund der im WAM-Modell implementierten Maßnahmen des Luftreinhalteprogramms zur bodennahen Wirtschaftsdüngerausbringung (41 % der Rindergülle und 57 % der Schweinegülle im Jahr 2030) wurde die Annahme getroffen, dass diese Maßnahme jedenfalls die gesamte Menge an Gärreste (30 % vom Gesamtanfall) im Jahr 2030 umfasst. Voraussetzung ist, dass die Biogasanlagen in Regionen geplant werden, welche eine vollständige bodennahe Ausbringung erlauben (Feldstückgrößen ab 1 ha, Hangneigungen < 20 %).

In den folgenden Graphiken sind die in Biogasanlagen behandelten N-Inputmengen gemäß Inventur für 2017 (UMWELTBUNDESAMT 2019 a, b) und gemäß WAM-Szenario für 2030 veranschaulicht.

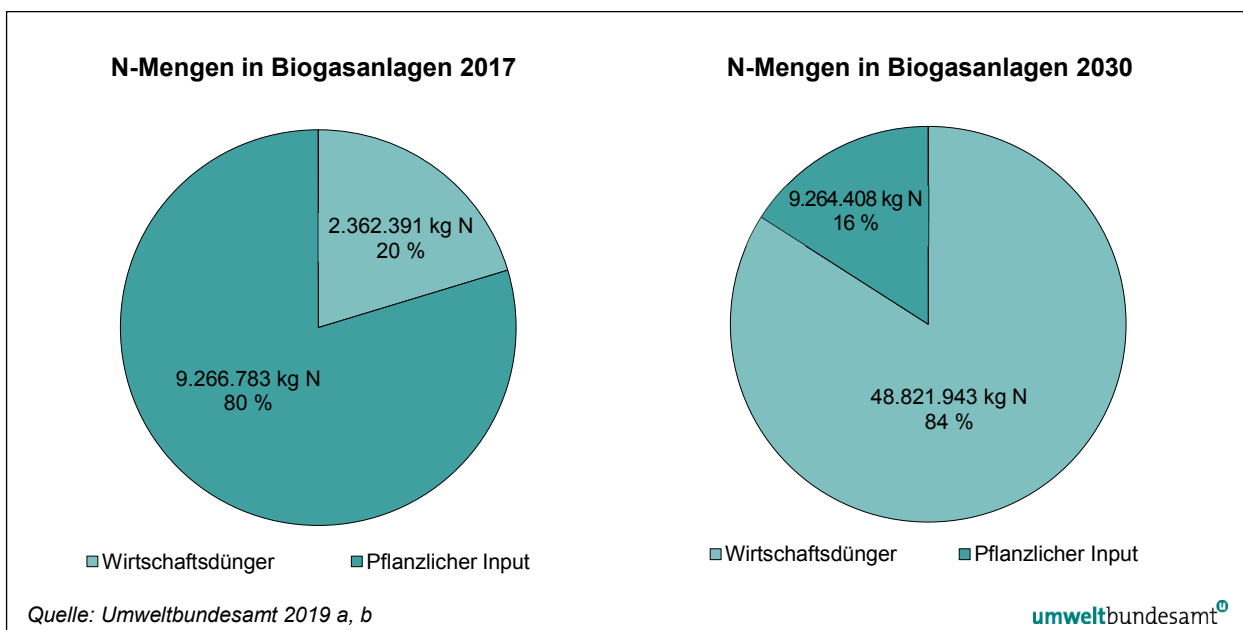


Abbildung 1: N-Inputmengen in Biogasanlagen – Vergleich 2017 (OLI 2018) und 2030 (WAM-Szenario)

Aufgrund ihres größeren Energiegehaltes belegen die Input-Mengen aus pflanzlichen Substraten 2017 in Österreich einen Anteil von ca. 80 % (in Reinstickstoff betrachtet). Nur ca. 20 % des derzeit in Biogasanlagen behandelten Stickstoffs stammen aus den Ausscheidungen des Viehs (Wirtschaftsdünger).

Bei Erhöhung der in Biogasanlagen zu behandelnden Wirtschaftsdüngermengen auf 30 % (= 48.822 t N) des österreichischen Gesamtanfalls ohne Steigerung der pflanzlichen Inputmengen (gemäß Annahme WAM-Szenario) kehrt sich dieses Verhältnis bis 2030 um: Der Anteil der pflanzlichen Substrate im Konverter beträgt dann nur mehr 16 % und jener des Wirtschaftsdünger-Stickstoffs überwiegt deutlich mit 84 % (vgl. Abbildung 1 und Tabelle 1).

	2030	2030	2030
	Inputmengen gesamt	Inputmengen Wirtschaftsdünger	Inputmengen pflanzliches Substrat
	[t N]	[t N]	[t N]
WEM Szenario	11.188	2.273	8.915
WAM Szenario (NAWARO konstant)	58.086	48.822	9.264
WAM Szenario (NAWARO 35%)	75.111	48.822	26.289
WAM Szenario (NAWARO 70%)	162.740	48.822	113.918

Tabelle 1:
Inputmengen in
Biogasanlagen in
Tonnen Stickstoff (N)

Die anteilmäßige Verteilung von Wirtschaftsdünger und pflanzlichem Substrat hat signifikante Auswirkungen auf das Emissionsgeschehen.

Die Anhebung des pflanzlichen Anteils auf 35 % bei gleichbleibender Annahme zur Wirtschaftsdüngermenge 2030 (30 % vom Gesamtanfall) in Biogaskonvertern führt in der WAM-Bilanzierung zu erhöhten THG-Emissionen von + 96 kt CO₂eq im Vergleich zum errechneten WAM-Szenario. Der Effekt bei den Ammoniak-Emissionen beträgt + 1,4 kt. Diese Zahl stellt die Differenz zwischen WAM-Szenario konstant (- 6,7 kg) und WAM-Szenario 35 % NAWARO (- 8,1 kg t) dar und ergibt + 1,4 kg t weniger Ersparnis bei NAWARO 35 % (siehe Tabelle 2).

Hintergrund ist, dass es gemäß den Vorgaben der UN und den EU-Emissionsberichtspflichten zu Treibhausgasen (UNFCCC, ESD) und Luftschadstoffen (UNECE, NEC) notwendig ist, auch die Ausbringung von Gärsubstraten pflanzlichen Ursprungs auf landwirtschaftliche Flächen als anthropogene Emissionsquellen zu bilanzieren.

Werden nachweislich nur Pflanzenreste vergoren, die ansonsten als Ernterückstand am Feld verblieben und in Folge in den Boden eingearbeitet worden wären, sind die entsprechenden N-Mengen dieser Pflanzenreste aus den Aktivitätsdaten der N₂O-Emissionsquelle „Crop Residues“ herauszurechnen, um eine Doppelzählung zu vermeiden. Dazu sind jedoch detaillierte und robuste Daten hinsichtlich der in den Biogasanlagen verwerteten pflanzlichen Input-Stoffe sowie hinsichtlich der letztlich am Feld verbleibenden Erntereste notwendig.

Das aktuelle Inventurmodell bildet diese Komplexität nicht ab, da die landwirtschaftliche Biomethanisierung bislang nur von geringer Bedeutung in Österreich ist. Für eine Berücksichtigung der abgeführten Mengen im Sektor „Crop Residues“ in der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur ist es daher notwendig, die notwendigen Daten zu erheben und das zugrundeliegende Stickstofffluss-Modell entsprechend zu verfeinern.

Für die Ammoniak-Inventur hat der Sektor „Crop Residues“ aber keine Relevanz, denn das Einarbeiten von Pflanzenresten ist keine Quelle für Ammoniak-Emissionen. Somit ergeben sich auch keine Effekte durch den Ansatz verringerter Aktivitätsdaten im Sektor „Crop Residues“.

*Tabelle 2:
Emissionsersparnis
(Treibhausgase gesamt
und Ammoniak) im
Vergleich zum WEM
Szenario für das Jahr
2030*

	2030	2030	2030
	THG [kt CO ₂ eq]	NH ₃ (Landwirtschaft) [kt]	NH ₃ aus Biogasanlagen (unter Abfall berichtet)* [kt]
WEM Szenario	7.626	67,0	0,4
WAM Szenario (NAWARO konstant)	6.905	58,8	1,3
WAM Szenario (NAWARO 35%)	7.000	60,2	1,9
WAM Szenario (NAWARO 70%)	7.492	67,2	4,9
<i>Emissionsersparnis mit WAM (NAWARO konstant)</i>	- 721	- 8,1	
<i>Emissionsersparnis WAM (NAWARO 35%)</i>	- 625	- 6,7	
<i>Emissionsersparnis WAM (NAWARO 70%)</i>	- 134	+ 0,3	

Die Analyse zeigt, dass die Erhöhung des pflanzlichen Anteils von 16 % auf 35 % bei den THG-Emissionen die Emissionsersparnis im Vergleich zum WEM-Szenario von - 721 kt auf - 625 kt CO₂eq reduziert und bei Ammoniak von 8,1 kt auf 6,7 kt NH₃. Bei Berücksichtigung der zusätzlichen Ammoniak-Emissionen im Sektor Abfallwirtschaft verringert sich die NH₃-Einsparung auf rund 6,1 kt.

Jegliche Erhöhung der pflanzlichen Input-Menge vermindert somit den THG- und NH₃-Einsparungseffekt dieser Maßnahme. Bei überwiegender Vergärung von pflanzlichen Substraten wird im Sektor Landwirtschaft kein Einsparungseffekt mehr erzielt.

Die Grenze, ab der die Maßnahme „Wirtschaftsdüngervergärung“ für den Sektor Landwirtschaft kaum mehr zur Emissionsminderung führt, liegt bei pflanzlichen N-Input-Mengen bei ca. 70 % (siehe Tabelle 2).

Die Zusatzemissionen durch die zusätzlichen pflanzlichen Substratmengen können teilweise kompensiert werden, wenn die vermehrte Anwendung des pflanzlichen Substrates nachweislich zu einer Verringerung der Mineraldüngerabatzmengen führt. Anzumerken ist jedoch, dass die Berechnungen im vorliegenden Inventurmodell beträchtliche zusätzliche Stickstoffmengen ergeben (siehe Tabelle 1). Bei überwiegendem Einsatz pflanzlicher Substrate liegen diese demnach in etwa auf der Höhe des derzeitigen jährlichen Verbrauchs an Mineraldüngern (rd. 118 kt N im Jahr 2017; AMA 2017).

Anzumerken ist, dass die im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Berechnungen auf Basis der vorliegenden Methoden und Annahmen der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) basierend auf den Rohstoffbilanzen der Ökostromberichte von E-Control mit tendenziell stärkereichen Input-Substraten durchgeführt wurden. Beim Einsatz von weniger stärkereichen Substraten kann davon ausgegangen werden, dass die Berechnungen zu geringeren N-Anfallsmengen im Gärsubstrat führen.

3.2 Flächenabschätzung zur Ausbringung der Gärprodukte

Ammoniak-Emissionen treten nach Applikation von flüssigen Gärresten (CUHLS et al. 2008) während etwa einer Woche auf und sind abhängig vom Ammoniumgehalt, pH-Wert und der Applikationstechnik. Je bodennaher die Applikation erfolgt, umso weniger Ammoniak wird emittiert (UMWELTBUNDESAMT 2011).

Gemäß CUHLS et al. (2008) betragen die NH_3 -Emissionen bei bodennaher Aufbringung etwa 30–50 % des Ammoniumgehaltes. Nach PFUNDTNER (2007) können im ungünstigsten Fall bis zu 70 % des enthaltenen NH_3 -Stickstoffs aus den Gärresten entweichen. Die Emissionen an N_2O werden mit 1 % des Mineraldüngeräquivalents angenommen.

Gärreste sollten möglichst auf unbewachsenen Böden ausgebracht und rasch eingearbeitet werden bzw. direkt mittels Schleppschlauch in den Boden eingebracht werden. Werden Gärreste auf bewachsenen Böden ausgebracht, so sollte dies mittels Schleppschuh erfolgen (UMWELTBUNDESAMT 2011).

Aufgrund der hohen Verfügbarkeit von Ammonium im Gärrest, ist eine bodennahe Ausbringung erforderlich. Um dem Rechnung zu tragen, werden die Flächengrößen entsprechend den aufzubringenden Mengen abgeschätzt und den Flächen, die für eine bodennahe Aufbringung geeignet sind, gegenübergestellt.

Es handelt sich hier um eine Abschätzung mit deutlichen Unschärfen, da derzeit nicht klar ist, wo zukünftige Biogasanlagen stationiert sein werden und welche Areale für die Ausbringung der Gärprodukte in einem vertretbaren Radius zur Verfügung stehen werden. Unter diesen Rahmenbedingungen wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die Biogasanlagen befinden sich in Gunstlagen.
- In diesen Gunstlagen findet auch verstärkt Tierhaltung, also der Anfall von Wirtschaftsdünger, statt.
- In diesen Gunstlagen werden vor allem landwirtschaftliche Hauptkulturen, Ackerfutter und mehrschnittiges Grünland (> 3 Schnitte) kultiviert.
- Als durchschnittliche Düngermengen wurden mit Bezug auf die Nitrat-Aktionsprogramm-Verordnung (BMLFUW 2017) 170 kg N/ha angenommen. Dies stellt die höchste erlaubte auszubringende N-Menge aus Wirtschaftsdünger dar und gilt sowohl für Ackerland als auch für Grünland.

Laut dem Grünen Bericht 2019 (BMNT 2019) werden im Jahr 2016 1.344.481 ha Ackerland und 1.258.809 ha Grünland, davon 576.451 ha als intensives Grünland, bewirtschaftet. Diese Zahlen werden auch für die Berechnungen herangezogen.

Entsprechend dem aktuellen WAM-Szenario für 2030 (NAWARO konstant) wird von einer Stickstoffmenge von 58.086 t N in Summe ausgegangen, basierend auf der Aufteilung in 84 % Wirtschaftsdünger und 16 % pflanzliche Biomasse.

Entsprechend dem Szenario NAWARO 35 % erhöht sich die Biomassemenge von 16 % auf 35 %, die absolute Menge an Wirtschaftsdünger bleibt gleich (entsprechend der Mengenabschätzung in Kapitel 2 und 6). Hier wird von einem Biomasse-Wirtschaftsdünger Verhältnis von 35:65 ausgegangen, die N-Fracht erhöht sich damit auf 75.111 t N.

Geht man im aktuellen WAM-Szenario (NAWARO konstant, 16 % Biomasse) von 58.086 t N und einer Düngermenge von 170 kg N/ha aus, so können 341.684 ha mit Gärrest gedüngt werden. Ackerflächen und intensive Grünlandflächen ergeben gesamt 1.920.932 ha. Die für die Ausbringung von Gärrest benötigte Fläche beträgt somit 18 % der Acker- und intensiven Grünlandfläche.

Wird der Biomasseanteil auf 35 % erhöht (NAWARO 35 %), erhöhen sich die N-Mengen und es werden 441.828 ha für die Ausbringung des Gärrests benötigt. Geht man hier ebenfalls von 1.920.932 ha an Acker- und intensiver Grünlandfläche aus, so beträgt die benötigte Fläche 23 %.

Gärrest sollte auf jeden Fall bodennah ausgebracht werden, entsprechende Kriterien für die Eignung der Flächen wurden bereits bei den IIASA-Konsultationen (BMLFUW 2014) erarbeitet. Dabei wurden im Ackerland 90 % der Flächen und im Grünland 60 % der Flächen als geeignet für die bodennahe Gülleausbringung genannt.

Jedenfalls ist eine entsprechende Eignung der Flächen für die Gärrestausrückführung sowohl bei Grünland als auch bei Ackerland auch hinsichtlich der Bodenart zu prüfen (siehe auch Kapitel 4.2).

Literatur

AMA – Agrarmarkt Austria (2017): Auswertung zum Mineraldüngerverbrauch in Österreich für 2015, 2016 und 2017. Wien: Eigenverlag.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): Recherchen zu control options & limits im Sektor Landwirtschaft im Rahmen der bilateralen Konsultationen mit der IIASA 2014. Fachbeiträge von BMLFUW, LFZ Raumberg-Gumpenstein & Umweltbundesamt. Wien.

BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019): Grüner Bericht 2019. Wien: Eigenverlag. <https://gruenerbericht.at/cm4/>

PFUNDTNER, E. (2007): Der Sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärückständen im Acker und Grünland. 2. Auflage. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft (Hrsg.), Wien: Eigenverlag.

UMWELTBUNDESAMT (2011): Lampert, C.; Tesar, M. & Thaler, P.: Klimarelevanz und Energieeffizienz der Verwertung biogener Abfälle (KEVBA). Reports, Bd. REP-0353. Umweltbundesamt, Wien.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0353.pdf>

UMWELTBUNDESAMT (2019a): Pazdernik, K.; Anderl, M.; Friedrich, A.; Gangl, M.; Haider, S.; Kappel, E.; Köther, T.; Kriech, M.; Lampert, C.; Matthews, B.; Pfaff, G.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmid, C.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Schwaiger, E.; Schwarzl, B.; Stranner, G.; Titz, M.; Weiss, P. & Zechmeister, A.: Austria's National Inventory Report 2019. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Reports, Bd. REP-0677. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2019b): Haider, S.; Anderl, M.; Kampel, E.; Köther, T.; Lampert, C.; Perl, D.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Stranner, G.; Titz, M. & Zechmeister, A.: Austria's Informative Inventory Report 2019. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and Directive (EU) 2016/2284 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants. Reports, Bd. REP-0678 Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2019c): Zechmeister, A.; Anderl, M.; Gössl, M.; Haider, S.; Kampel, E.; Krutzler, T.; Lampert, C.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Purzner, M.; Poupa, S.; Schieder, W.; Schmid, C.; Stranner, G.; Storch, A.; Wiesenberger, H.; Weiss, P.; Wieser, M. & Zethner, G.: GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria. Reports, Bd. REP-0610. Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2019d): Titz, M.; Anderl, M.; Haider, S.; Krutzler, T.; Lampert, C.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Storch, A., Stranner & G. Zechmeister, A.: Austria's National Air Emission Projections 2017 for 2020, 2025 and 2030, Bd. REP-0689. Umweltbundesamt, Wien 2019.

Verordnung über das Aktionsprogramm zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (Nitrat-Aktionsprogramm-Verordnung – NAPV), BGBl. II Nr. 385/2017.

https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/wasserrecht_national/recht_gewaesserschutz/APNitrat2012.html

4 DÜNGEWIRKUNG DER GÄRRESTE

4.1 Auswirkungen der Wirtschaftdüngervergärung auf das C/N-Verhältnis der Gärreste

Ein Teil der organischen Trockenmasse der Substrate wird im Biogasfermenter über die vier Stufen des Biogasprozesses zu CH₄ und CO₂ abgebaut. Die Höhe des Abbaus der organischen Substanz ist von einer Reihe von Einflussfaktoren (wie z. B. der Zusammensetzung der Ausgangssubstrate, Temperaturbereich, der Verweildauer, der Raumbelastung, der Spurenelementversorgung etc.) abhängig (COWLEY & BRORSEN 2018, RUILE et al. 2015). In Abbildung 1 ist der Masseabbau unterschiedlicher Substrate zur ungefähren Einschätzung aufgezeigt. Durch den Abbau der Kohlenstoffverbindungen aus der organischen Substanz wird das C/N-Verhältnis verringert. Laut einer Literaturstudie von MÖLLER & MÜLLER 2012 reduziert sich das C/N-Verhältnis durch die anaerobe Vergärung um Faktor 3–5. Je niedriger das C/N-Verhältnis, desto besser ist die Stickstoffverfügbarkeit.

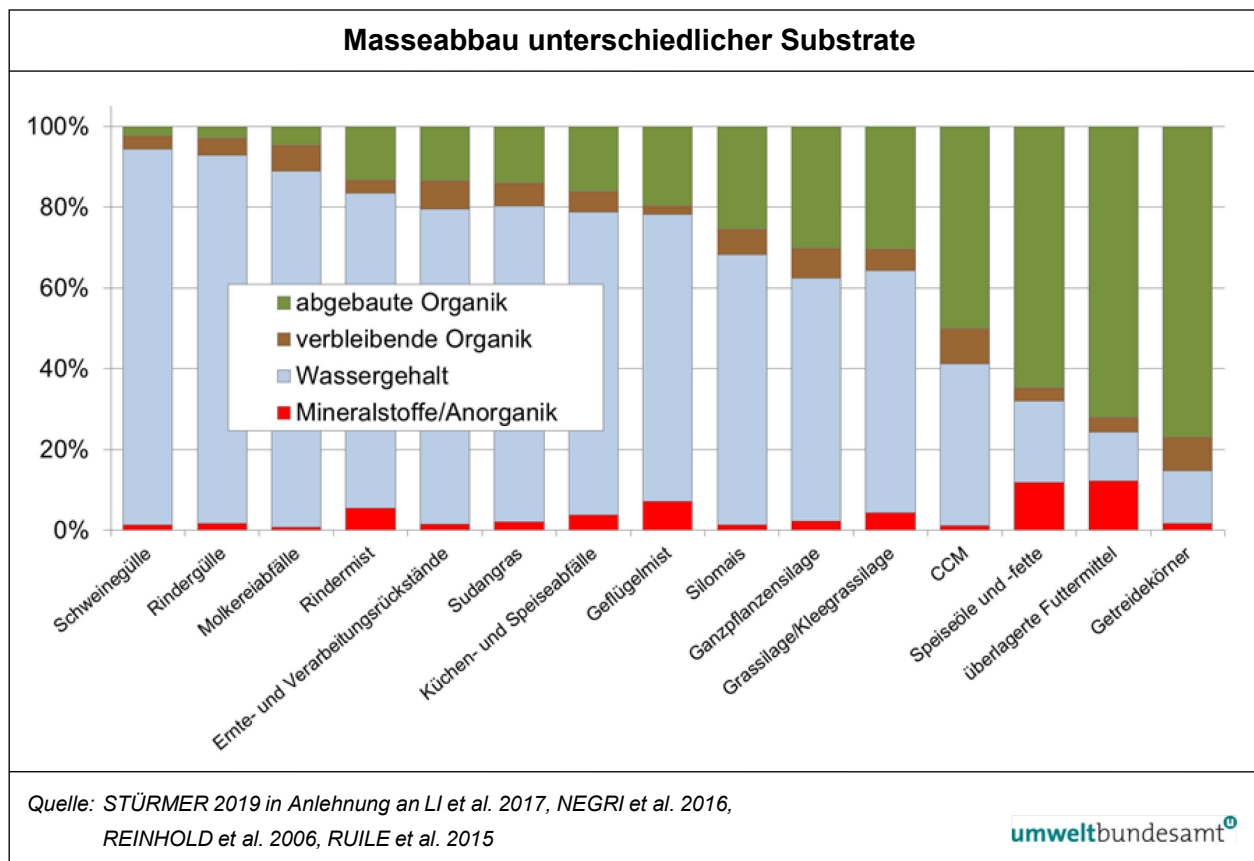


Abbildung 1: Masseabbau unterschiedlicher Substrate.

4.2 Auswirkungen durch Ausbringung der Gärreste auf die Bodenstruktur/-zusammensetzung

Der pflanzenverfügbare Kaliumgehalt (CAL) ist auf regelmäßig mit Gärresten gedüngten Flächen hochsignifikant höher als auf regionsüblich gedüngten Flächen. Die Werte liegen nicht selten bereits in der hohen Gehaltsstufe D. Um ein ausgeglichenes Nährstoffangebot und eine günstige Bodenstruktur zu gewährleisten, sollten 75–90 % des Sorptionskomplexes der effektiven Kationenaustauschkapazität mit Calcium, 5–15 % mit Magnesium, 2–5 % mit Kalium und weniger als 1 % mit Natrium belegt sein. Auf Standorten mit mittlerer Bodenart (über 15 % Ton, effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) über 14 cmol/kg) können diese optimalen Austauschverhältnisse weitgehend stabil gehalten werden, bei geringen Abweichungen ist die Bodenfruchtbarkeit nicht beeinträchtigt. Messungen der Aggregatstabilität zeigten auf den genannten mittleren Standorten noch keine ungünstige Entwicklung. Ein Gefährdungspotential liegt bei leichten, schwach gepufferten Böden vor, weil der hohe Eintrag von leicht löslichen Kalium-Ionen die Bodenstruktur und die Stabilität des Porensystems beeinträchtigen kann (UNTERFRAUNER et al. 2010). Auch das N-Nachlieferungspotential ist auf regelmäßig mit Gärresten gedüngten Flächen höher.

Durch regelmäßige Bodenuntersuchungen ist die effiziente und nachhaltige Verwertung von Gärresten möglich, wenn gezielt Flächen mit höherem Kalium- und Stickstoffbedarf zur Ausbringung ausgewählt werden und zugleich Nährstoffungleichgewichte vorausschauend vermieden werden können. Dies ist insbesondere bei leichteren Böden zu beachten. Es muss das Ziel sein, möglichst die gesamte Region bei der Auswahl der Flächen einzubeziehen und eine überbetriebliche Verwertung der Gärreste anzustreben.

4.3 Effekte der Gärresteanwendung auf die Feldkapazität

Beeinträchtigungen der Feldkapazität (Wasserspeichervermögen) sind nicht zu erwarten, vorausgesetzt, dass bei der Ausbringung keine Bodenverdichtungen verursacht werden und durch Nährstoffungleichgewichte (Verhältnisse der Kationen an der effektiven Kationenaustauschkapazität) die Bodenstruktur nicht ungünstig beeinflusst wurde.

4.4 Effekte der Gärresteanwendung auf die Mikroorganismendichte in den Böden

Die biologische Aktivität eines Bodens kann durch viele Parameter gemessen werden. Bei der SIR (substratinduzierten Respiration) wird der Boden mit Glucose versetzt und die unmittelbar folgende Atmungsreaktion (CO_2 -Bildung) gemessen, wodurch die stoffwechselaktive Mikroflora erfasst wird. Mit der Basalatmung wird der aktuelle ökologische Gleichgewichtszustand bestimmt, bei einer Störung kommt es entweder zu Beschleunigungs- oder Verzögerungsphasen. Die Ergebnisse der SIR und der Basalatmung wurden durch den Standort und den Zeitpunkt geprägt, auf Standorten mit zumindest mittlerer Bodenart wurden keine Unterschiede zwischen mit Gärrest gedüngten Flächen und regionsüblich gedüngten Flächen festgestellt (DERSCH et al 2014).

Die Phospholipid-Fettsäuren sind der Hauptbestandteil der Membranen (der äußeren Haut) der Mikroorganismen. Die unterschiedlichen Pilze und Bakterien weisen sehr unterschiedliche Fettsäuremuster auf, die somit analytisch unterschieden werden können. Der Parameter zeigt ein aktuelles Bild der gesamten mikrobiellen Gemeinschaft in einem Boden an. Der Eintrag von Gärrest oder Gärückständen verursachte kurz nach der Ausbringung keine Störungen der Zusammensetzung der Bodenmikroflora und deren Aktivitäten (DERSCH et al. 2014).

4.5 Düngewirkung von Gärprodukten

Beim anaeroben Abbau von organischer Substanz wird ein Teil des organisch gebundenen Stickstoffs in die Ammoniumform überführt. Durch den Anstieg des Ammoniumstickstoffgehaltes ($\text{NH}_4\text{-N}$) und dem engen C/N-Verhältnisses ist zu erwarten, dass die Pflanzenverfügbarkeit des Stickstoffes im Anwendungsjahr verbessert wird (PFUNDTNER 2007). Laut einer Literaturstudie von MÖLLER & MÜLLER 2012 steigt durch die Vergärung der Anteil des $\text{NH}_4\text{-N}$ am Gesamtstickstoffgehalt im Gärrest um 10–33 %. Andererseits steigt durch den höheren Anteil an $\text{NH}_4\text{-N}$ auch die Gefahr der Stickstoffverluste bei der oberflächlichen Ausbringung und Lagerung. Dieses Verlustpotential wird durch eine Erhöhung des pH-Wertes im Zuge der Vergärung noch größer. Beim Vergleich der Düngewirkung von vergorenen und unvergorenen Wirtschaftsdüngern auf Basis der gleichen N-Gesamtmenge konnte im Feldversuch nur dort ein signifikanter Effekt festgestellt werden, wo die Gärreste unmittelbar nach der Ausbringung eingearbeitet oder mittels Injektionsverfahren ausgebracht wurden (MÖLLER & MÜLLER 2012).

4.6 Abbau von Pflanzen- und Tierpathogenen (U)

4.6.1 Pflanzenpathogene

Die Vergärung im Fermenter führt zu einer Reduktion der Keimbelastung des Substrats. Die Gefahr, dass ein Schaderreger überlebt, hängt vom Erreger selbst, den Fermentationsbedingungen, der Temperaturführung und Verweilzeit des Substrats im Fermenter ab: Je höher die Temperatur und je länger die Verweilzeit, desto geringer das Risiko der Überdauerung. Eine Reihe von weit verbreiteten Schaderregern wird selbst bei mesothermer Vergärung innerhalb weniger Stunden oder Tage abgetötet. Wenn praxisübliche Verweilzeiten von wenigstens 30–40 Tagen bei Fermentertemperaturen von mindestens 38 °C eingehalten werden, so besteht bei diesen Erregern kein phytosanitäres Risiko (LEBUHN et al. 2016).

Sowohl in der AGES (LEONHARDT et al. 2010) als auch am LfL in Bayern (SEIGNER et al. 2012) wurden Untersuchungen zum Hygienisierungspotential des Biogasprozesses durchgeführt. Zur Beurteilung der Hygienisierung von ausgewählten unerwünschten Organismen wie Krankheitserregern, Unkrautsamen und austriebsfähigen Pflanzenteilen in Biogasanlagen wurden Untersuchungen unter Laborbedingungen (Prüfung der Keimfähigkeit/Lebensfähigkeit) und in Echanlagen durchgeführt, zusätzlich erfolgten an ausgewählten Patho-

genen Infektionsversuche im Feld. Außerdem wurden Gärreste niederösterreichischer Biogasanlagen auf keimfähige Unkrautsamen und austriebsfähige Pflanzenteile untersucht.

Die pilzlichen Schaderreger *Tilletia caries*, *Tilletia controversa*, *Ustilago maydis*, *Fusarium spp.* und *Sclerotinia sclerotiorum* wurden bereits bei kurzfristiger Verweilzeit im Fermentationssubstrat vollständig hygienisiert. Sporen von *Fusarium spp.*, *Ustilago maydis* und *Sclerotinia sclerotiorum* zeigten schon nach einem Tag den vollständigen Verlust der Keimfähigkeit im Agarplattentest. Die Sporen der Gattung *Tilletia* waren geringfügig widerstandsfähiger, nach drei Tagen Verweilzeit war aber auch bei diesen Erregern die Keimfähigkeit der Sporen bereits 0 % (LEONHARDT et al. 2010).

Eine vergleichbare Hygienisierungswirkung wurde auch bei Unkraut festgestellt. Die Unkrautarten *Avena fatua*, *Rumex obtusifolius*, *Atriplex patula*, *Bromus sp.*, *Galium aparine*, *Amaranthus sp.*, *Elytrigia repens*, *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum lapathifolium* zeigten bereits nach sehr kurzzeitigem Verweilen im Fermentationssubstrat vollständigen Verlust der Keimfähigkeit. Alle Arten mit Ausnahme von *Chenopodium album* wiesen nach einer Woche im mesophilen Milieu (ca. 35 °C) eine Keimfähigkeit von 0 % auf. *Chenopodium album* erwies sich als die widerstandsfähigste Art, jedoch bei dreiwöchiger Verweilzeit war auch hier keine Keimfähigkeit mehr gegeben. Noch signifikant schneller erfolgte der Verlust der Keimfähigkeit im thermophilen Milieu (ca. 50 °C).

Die untersuchten Proben von Gärresten aus niederösterreichischen Anlagen mittels „Unkrauttest“ waren fast ausschließlich frei von keimfähigen Samen und austriebsfähigen Pflanzenteilen.

Im Hinblick auf die untersuchten Unkrautarten und pilzlichen Schaderreger kann das Risiko der Ausbreitung dieser unerwünschten Arten und Organismen durch Gärreste und Fermentationssendprodukte als äußerst gering eingestuft werden. Durch die in der Praxis häufig noch deutlich längeren Verweilzeiten, die darüber hinaus üblichen zusätzlichen Verweilzeiten im Endlager, sowie die häufig verbreitete Silierung der Fermentationssendstoffe, reduziert sich dieses Risiko noch weiter (LEONHARDT et al. 2010).

Jedoch gibt es auch überdauerungsfähige Keime, die ein Phytohygienierisiko darstellen und bei denen eine zusätzliche Hygienisierungsmaßnahme notwendig sein kann. Dazu zählen der Erreger der Hopfenwelke/Erdbeerwelke (*Verticillium dahliae*), das Tabakmosaikvirus (Tabacco Mosaic Virus, TMV) und thermoresistente Viren (SEIGNER et al. 2012, LEBUHN et al. 2016).

Mit widerstandsfähigen Pflanzenschädlingen befallene Wirtschaftsdünger bzw. Gärprodukte können die Anforderungen der Phytohygiene nur erfüllen, wenn sie einer geeigneten Hygienebehandlung unterzogen werden. Sie dürfen nur in Verkehr gebracht werden, wenn neben der hygienischen auch die phytohygienische Unbedenklichkeit gewährleistet ist und sie frei von Quarantäneschädlingen, widerstandsfähigen Pilzen und thermoresistenten Viren sind (LEBUHN 2016).

Um mögliche Infektionsketten zu unterbrechen und möglichst zu unterbinden, sollte das Gärprodukt bei Hinweisen auf Gegenwart eines wirtsspezifischen Erregers nicht auf Flächen ausgebracht werden, die den Wirt des Erregers in der Fruchtfolge haben.

4.6.2 Tierpathogene

Die meisten Erreger von Krankheiten bei Mensch und Tier sind an die Körpertemperatur ihres Wirts angepasst und sterben bei erhöhter Temperatur relativ schnell ab, während sie tiefere Temperaturen meist länger überdauern können.

Salmonellen, als Hygienisierungsindikator, sterben schon bei relativ kurzer Verweilzeit im Biogasprozess und bei erhöhter Temperatur schnell ab. Bei 60 °C wurden im Prozess mit Maissilage schon nach weniger als 3,2 min mehr als 10⁸ Salmonellen abgetötet, während die Inaktivierung bei 38 °C, abhängig von der Prozessführung und der chemischen Zusammensetzung des Gärgemischs, nach 2 Tagen gesicherter Verweilzeit nahezu 100 % betrug. Beim Betrieb mit Grassilage erfolgte die Hygienisierung noch schneller (LEBUHN 2016).

Widerstandsfähige Organismen scheinen den Vergärungsprozess weniger dezimiert bzw. geschädigt überstehen zu können. Solche Erreger sind insbesondere sporenbildende Bakterien wie Clostridium- und Bacillus-Arten (LEBUHN & WILDERER 2006, FRÖSCHLE et al. 2015).

Bei einem Nachweis solcher Krankheitserreger in höherer Konzentration sind Bedenken angebracht, weil ein Hinweis auf eine unzulässige Verunreinigung mit Tierleichen bzw. Leichenteilen gegeben wäre. Clostridium- und Bacillus-Arten sind am Verwesungsprozess beteiligt, und einige dieser Arten können eine der stärksten bekannten Toxine (z. B. Botulinum-Neurotoxine, BoNT) bilden (LEBUHN et al. 2016).

Für eine Anreicherung von Krankheitserregern während der unterschiedlichen Biogasprozesse lag in keiner der Studien ein Hinweis vor.

Literatur

- COWLEY, C. & BRORSEN, B.W. (2018): Anaerobic Digester Production and Cost Functions. *Ecological Economics* 152, 347–357.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.06.013>
- DERSCH G. & SWOBODA, M. (2014): So wirkt Biogasgülle im Boden. *Der Landwirt* 20/2014, 50–52.
- DERSCH G.; SWOBODA, M.; Michel, K. (2014): Wirkung von Biogasgülle/Gärrückstände auf wichtige Bodenqualitätsparameter (Nährstoffe, Schadstoffe, Bodenbiologie). VDLUFA Schriftenreihe 70, Kongressband 2014, 186–192.
- FRÖSCHLE, B.; HEIERMANN, M.; LEBUHN, M.; MESSELHÄUSSER, U.; PLÖCHL, M. (2015): Hygiene and Sanitation in Biogas Plants. In: *Biogas Science and Technology* (G.M. Guebitz, ed.), *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* 151, 63–99.
- LEBUHN, M.; WILKEN, D.; KNABEL, M.; OSTERTAG, J. (2016): Empfehlungen für eine gute fachliche Praxis in landwirtschaftlichen Biogasanlagen aus hygienischer Sicht. In: *Biogas Forum Bayern III – 8/2016* (3. Auflage), Hrsg. ALB Bayern e.V.,
http://www.biogas-forumbayern.de/publikationen/Empfehlungen_fur_eine_gute_fachliche_Praxis_in_landwirtschaftlichen_Biogasanlagen_aus_hygienischer_Sicht_3_Auflage.pdf

- LEBUHN, M. & WILDERER, P. (2006): Abschlussbericht des StMUGV-Projekts "Biogastechnologie zur umweltverträglichen Flüssigmistverwertung und Energiegewinnung in Wasserschutzgebieten: wasserwirtschaftliche und hygienische Begleituntersuchung, Projektteil: Mikrobiologische, parasitologische und virologische Untersuchungen". Technische Universität München, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft.
http://www.sww.bgu.tum.de/fileadmin/w00bom/www/_migrated_content_uploads/StMUGV-Abschlussbericht_2006_Lebuhn.pdf
- LEONHARDT C.; WEINHAPPEL M.; GANSBERGER M.; BRANDSTETTER A.; SCHALLY H.; PFUNDTNER, E. (2010): Untersuchungen zur Verbreitungsgefahr von samenübertragbaren Krankheiten, Unkräutern und austriebsfähigen Pflanzenteilen mit Fermentationsendprodukten aus Biogasanlagen; Endbericht zum Forschungsprojekt 100296/2.
- MÖLLER K. & MÜLLER, T. (2012): Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review; In: Engineering in Life Sciences, 2012, 12, Nr.3, 242–257.
- PFUNDTNER, E. (2007): Der sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz; 2. Auflage. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.). Wien: Eigenverlag.
- SEIGNER, L.; FRIEDRICH, R.; KAEMMERER, D.; BÜTTNER, P.; POSCHENRIEDER, G.; HERMANN, A.; GRONAUER, A. (2010): Hygienisierungspotenzial des Biogasprozesses, Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt. LfL-Schriftenreihe 8, 2010, ISSN 1611-4159.
- STUERMER et al., unveröffentlicht: Legal requirements for digestate as fertilizer in Austria and the European Union compared to actual technical parameters.
- UNTERFRAUNER, H.; SOMITSCH, W.; PETICZKA, R.; BRAUNEIS, S.; SCHLAIPFER, M. (2010): Auswirkung von Biogasgülle auf Bodenparameter. 2. Umweltökologisches Symposium 2010, 59-64, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein.

5 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DAS INVERKEHRBRINGEN VON GÄRRESTEN

Das Inverkehrbringen von Gärresten aus Wirtschaftsdüngern ist in der geltenden Fassung der Düngemittelverordnung (DMVO) 2004 geregelt. Unter Inverkehrbringen versteht die DMVO 2004 das Einführen, das Befördern, das Vorrätighalten zum Verkauf, das Feilhalten, das Verkaufen und jedes sonstige Überlassen im geschäftlichen Verkehr. Dem Inverkehrbringen steht die (auch unentgeltliche) Abgabe in Genossenschaften oder sonstigen Personenvereinigungen für deren Mitglieder gleich.

Laut DMVO 2004 sind Gärreste aus Wirtschaftsdüngern als Typ „Biogasgülle“ verkehrsfähig. Als weitere Ausgangsstoffe (Cosubstrate) sind für diesen Düngemitteltyp noch Pflanzen aus der landwirtschaftlichen Urproduktion, überlagerte Futtermittel und Saatgut, Obst- und Gemüserückstände und Nebenprodukte aus der Lebens- und Futtermittelproduktion erlaubt.

Die entsprechenden Kennzeichnungsbestimmungen und Qualitätsanforderungen (Mindestnährstoffgehalte, Schadstoffe, Hygiene etc.) der DMVO 2004 sind im Falle des Inverkehrbringens einzuhalten.

Ab Inkrafttreten der neuen EU-Düngeproduktverordnung (VO (EU) 2019/1009) im Juli 2022 dürfen Gärreste aus Wirtschaftsdüngern auch zur Herstellung von EU-Düngeprodukten verwendet werden.

Fragen zu benötigten rechtlichen Rahmenbedingungen (EA-G) können in diesem Rahmen nicht beantwortet werden, dazu sind weitere Studien notwendig.

Literatur

STUERMER et al., unveröffentlicht: Legal requirements for digestate as fertilizer in Austria and the European Union compared to actual technical parameters

6 ÖSTERREICHISCHES BIOGASPOTENTIAL AUS DER LANDWIRTSCHAFT

Um das Biogaspotential abzuleiten, wurde auf INVEKOS-Daten auf Gemeindeebene zurückgegriffen. Zudem wurden jene Gemeinden identifiziert, die einen Gasnetzanschluss vorweisen, um zu deklarieren, ob die Biogasanlagen Biomethaneinspeiseanlagen sein können oder die Verstromung/Wärmenutzung die einzige Möglichkeit der Biogasnutzung darstellt.

Die Auswertung der INVEKOS-Daten zeigte, dass in Österreich rund 31,5 Mio. t Wirtschaftsdünger anfallen. Zudem steht eine Fläche zur Verfügung, auf der knapp 9 Mio. t Zwischenfrüchte produziert werden können. Stroh aus der Raps-, Getreide- und Körnermaisproduktion fällt zu rund 4,5 Mio. t Frischmasse an. Jedenfalls muss aber sichergestellt werden, dass durch die Nutzung der Erntereste und Zwischenfrüchte die Bodenfruchtbarkeit nicht reduziert wird. Auf Gemeindeebene wird aufgrund der anfallenden Rohstoffmengen die mögliche Biogasproduktionsleistung abgeschätzt. Mindestgrenzen bei Wirtschaftsdünger wurden angenommen, ebenso eine notwendige Mindestflächenverfügbarkeit für Substrate (Ernterückstände, Zwischenfrüchte), damit praktikable Mengen der Inputstoffe anfallen und die Strukturen der Gemeinde nicht begrenzend wirken. Einschränkung hinsichtlich Mengenanfall je Gemeinde und ableitbare Größe der Anlage führen zu einem praktischen Potential von rund 9,7 Mio. t Wirtschaftsdünger, ca. 2 Mio. t Zwischenfrüchte und 1 Mio. t Stroh. Hinzugerechnet können Mengen aus der Grünland- und Ackerbewirtschaftung werden, die für die Lebensmittel- bzw. Futtermittelproduktion nicht geeignet sind (z. B. Kraut der Zuckerrübe, mykotoxinbelastetes Getreide, zuvor am Feld aussortierte Kartoffeln, dürregeschädigter Mais etc.). Insgesamt liegt das praktische Potential bei rund 15 Mio. t bzw. 640 Mio. m³ Biomethanäquivalent.

Die Einspeisung des produzierten Biogases in das Gasnetz liegt auf oberster Priorität. Die Einspeisung, Durchleitung und Speicherung des Biomethans dient der Versorgungssicherheit im Gassektor, Stromsektor, der Emissionsreduktion (CO₂, NO_x, PM) im Verkehrssektor und in der Wärmeanwendung im dicht bebauten urbanen Bereich. Jedoch verfügt nicht jede Gemeinde mit einem potentiellen Biogasanlagenstandort über einen Gasanschluss. In diesen Gemeinden ist die KWK-Anwendung der direkteste Weg das Potential zu erschließen.

In rund 125 Gemeinden ist zumindest eine Biogasaufbereitungsanlage mit Biomethaneinspeisung möglich. Die potentielle Einspeiseleistung liegt bei über 53.000 m³ Biomethan. In rund 150 Gemeinden werden die anfallenden Reststoffe der Landwirtschaft verstromt. Hier liegt die Entfernung zum Gasnetz bei über 4 km, daher wird angenommen, dass die Einspeisung nur unter besonderen Umständen praktikabel ist. Die potentielle installierte elektrische Leistung liegt bei 85 MW.

Die Unschärfe aus der Ableitung der potentiellen Biogasmengen liegt im Abfallsektor. Die Vergärung prädestinierter Abfälle (z. B. Abfälle aus der Gastronomie, der Lebensmittel-, Futtermittel- oder Getränkeindustrie etc.) können das Mengengerüst nochmal deutlich verändern. Die dafür notwendigen Daten sind im Elektronischen Datenmanagement Umwelt (EDM) vorhanden, müssten aber diesbezüglich ausgewertet werden. Auch in Hinblick auf die zukünftige Entwicklung von Bioökonomiestandorten können derzeit in der Potentialanalyse ausgeschlossene Gemeinden dementsprechende Potentiale aufbringen. Die anfallen-

den Reststoffe aus der Landwirtschaft werden dementsprechend mitvergärt. Ein Strukturwandel – insbesondere in der Tierhaltung – ist in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zu erwarten. Dies hat aber für die Biogaspotentialabschätzung keine Auswirkungen, da einerseits die Betriebe, welche die Tierhaltung aufgeben, durch größer werdende Betriebe ausgeglichen werden. Da das theoretische Potential deutlich über dem praktischen Potential liegt, kann davon ausgegangen werden, dass auch in Regionen, in denen die Wirtschaftsdünger-Mengen abnehmen, dies durch andere Substrate ausgeglichen wird.

Das praktische Potential ist allerdings nur zu erreichen, wenn für potentielle Investoren die Investitionssicherheit gegeben ist. Dies umfasst einerseits die Rechtssicherheit über zumindest 20 Jahre als auch die Möglichkeit, einen wirtschaftlichen Betrieb zu erreichen. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist bei Verstromungsanlagen gegeben, wenn der Ökostromtarif zumindest 20 ct/kWh_{el} beträgt. Um die Wirtschaftsdüngerpotentiale zu erreichen, ist ein „Wirtschaftsdüngerbonus“ von 3 ct/kWh_{el} (Masseanteil \geq 50 %) bzw. 4 ct/kWh_{el} (Masseanteil \geq 75 %) notwendig, um einen Anreiz zu schaffen und um die zusätzlichen Investitionskosten der Wirtschaftsdüngervergärung abdecken zu können.

Wird das Biogas zu Biomethan aufbereitet und ins Gasnetz eingespeist, ist ein Biogaspreis von 80 €/MWh_{hs} notwendig. Zusätzlich würden auch Kosten für Biogasaufreinigung zu Biomethan sowie die Netzanschlusskosten (inkl. Odurierung, Rückverdichtung etc.) als Netzinfrastruktur-Erhaltungsmaßnahme anfallen und sollte von den Gasnetzbetreibern übernommen werden.

Die volatilen Substratmärkte werden aufgrund der verstärkten Reststoffnutzung geringeren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben. Dennoch werden zukünftig durch den Ausbau der Nutzung von Reststoffen als Industrierohstoffe (im Sinne der Bioökonomie) Verschiebungen auf den Märkten auftreten. Diese sind derzeit jedoch nicht konkret absehbar und können daher nicht abgeschätzt werden. Ein Einfluss ist auch durch den Logistikaufwand zu erwarten. Die durchschnittliche Transportentfernung sollte 2,5 km nicht überschreiten.

Die Biogas- und Biomethangestehungskosten können zukünftig durch weitere Forschung gesenkt werden. Insbesondere in der Gasaufbereitung können noch Technologiesprünge erwartet werden. Auch die Entwicklung von Hochleistungsfermentern führt zu einem geringeren Bedarf an Fermentervolumina und damit zu niedrigeren Baukosten. Auch eine Standardisierung der Anlagenteile unterstützt das Genehmigungsverfahren, die dadurch deutlich verkürzt werden können.

Insgesamt ist von einem Investitionsvolumen von rund 1,5 Mrd. € auszugehen, um das praktische Potential aus der Landwirtschaft Richtung „Greening the Gas“ und Ökostrom bzw. Ökowärme umwandeln zu können.

6.1 Kostenabschätzung

Um das praktische Potential aus der Landwirtschaft bis zum Jahr 2030 heben zu können, sind Investitionen in Neuanlagen bzw. in den Umbau von Bestandsanlagen notwendig. Zur Kostenabschätzung wird auf (aktuelle) Angebote für die Gasreinigung, Angaben lt. E-Steiermark für die Gasleitung zum Einspeisepunkt und Erfahrungswerte des Verbandes zurückgegriffen:

- Es wird geschätzt, dass rund 50 MW der derzeit installierten elektrischen Leistung zukünftig als aufbereitetes Biomethan eingespeist werden könnte. Hier belaufen sich die Investitionskosten (Ersatzinvestitionen in die Biogasanlagen, Gasreinigung und Gasableitung zum Einspeisepunkt) auf rund 160 Mio. €.
- Zur Hebung des zusätzlichen Potentials (Leistung entspricht knapp 40.000 m³ CH₄) sind Investitionskosten in Neuanlagen zur Biomethaneinspeisung von insgesamt etwas über 1 Mrd. € notwendig.
- In Regionen ohne Gasleitung werden neue Biogasanlagen für die Strom- und Wärmeproduktion gebaut. Die Investitionskosten dafür belaufen sich auf rund 400 Mio. €.

Insgesamt ist von einem Investitionsvolumen von rund 1,5 Mrd. € auszugehen, um das praktische Potential aus der Landwirtschaft Richtung „Greening the Gas“ und Ökostrom bzw. Ökowärme umwandeln zu können. Zusätzlich schätzen wir ein jährliches Biomethanpotential von rund 70 Mio. m³ aus der Abfallwirtschaft (Speisereste, Abfälle der Lebensmittel-, Futtermittel- und Getränkeindustrie). Um diese Menge an Biomethan verfügbar zu machen, ist eine Investitionstätigkeit von knapp 300 Mio. € notwendig.

EMPFEHLUNGEN

Grundsätzlich sind Maßnahmen zur **Reduktion von THG-Emissionen** aus Biogasanlagen bzw. **bei der Verwertung der Gärprodukte** zu berücksichtigen:

Zentral ist die Fragestellung, welche **Standorte** für Biogasanlagen geeignet sind. Für die Standortfrage ist das **lokale Rohstoffaufkommen** (Wirtschaftsdünger und Biomasse) von hoher Bedeutung. Möglichst **kurze Transportwege** sind anzustreben. Auch hier gilt es, einen funktionierenden Rahmen für **Treibhausgasvermeidung** zu schaffen. Die durchschnittliche Transportentfernung sollte **2,5 km** nicht überschreiten.

Dazu zählt auch die technisch mögliche **Begrenzung des Methanschlupfs** bei der Aufbereitung von Biogas zu Biomethan.

Eine **gasdichte Abdeckung des Gärrestlagers mit energetischer Nutzung des Restgases** ist dem Stand der Technik anzupassen, da im Gärrestlager Methanemissionen auftreten können. Dadurch werden einerseits THG-Emissionen vermieden, andererseits kann zusätzliches Methan erfasst und energetisch verwertet werden.

Gärreste sind reich an leicht flüchtigem Ammonium. Um gasförmige N-Verluste zu vermeiden, ist eine **bodennahe Ausbringung** essentiell, da sonst hohe Ammoniak-Emissionen entstehen. Bei der Ausbringung von Gärresten auf unbewachsenen Böden (Ackerflächen) sollen diese möglichst rasch eingearbeitet werden, hier eignet sich die Ausbringung mittels **Schleppschlauch**. Auf bewachsenen Böden (Grünland) sollten Gärreste mit **Schleppschuh** ausgebracht werden.

Es ist wichtig, die **Nährstoffkreisläufe lokal** zu **schließen** und die Gärreste jedenfalls im ursprünglichen Bezugsraum aufzubringen

Eine Attraktivierung ist wichtig, um die **Akzeptanz bei LandwirtInnen** zu steigern, verstärkt Wirtschaftsdünger zu vergären und Gärreste bodennah auszubringen. In Deutschland gibt es beispielweise einen **Güllebonus**, wodurch die höheren Investitionskosten durch die Wirtschaftsvergärung monetär abgegolten werden. Dieser sollte möglichst mit einem **Bonus für bodennahes Ausbringen** von Gärresten kombiniert werden.

Investitionskosten zur Umrüstung von Gärrestlagern (gasdichte Abdeckung) sowie zur zusätzlichen Lagerung (Wirtschaftsdünger und Gärreste) sollten finanziell abgegolten werden.

Weitere Studien sollten durchgeführt werden, z. B. um zu klären, welche rechtlichen Rahmenbedingung notwendig und welche Standorte geeignet sind, sowie welche Logistik erforderlich ist. Mit diesen Daten sollte die vorliegende Kostenschätzung weiter konkretisiert werden.

Ebenso sollten **potentielle Abfallmengen** ausgewertet werden. Die dafür notwendigen Daten sind im EDM (Elektronisches Datenmanagement Umwelt) vorhanden, müssten aber diesbezüglich ausgewertet werden.

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

