

Wirtschaftsdüngermanagement NEU im Hinblick auf Klimaschutz und Klimawandelanpassung

Alfred Pöllinger-Zierler^{1*} und Andreas Zentner¹

Zusammenfassung

Entlang der Wirtschaftsdünger-Kette, vom Stall, über die Lagerung bis zur Ausbringung entstehen Emissionen. Gasförmige und flüssige Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen können verloren gehen. Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) sind unmittelbar den treibhausgasrelevanten Emissionen zuzuordnen. Ammoniak ist zwar kein unmittelbar relevantes Treibhausgas, dennoch mit dem Stickstoffkreislauf und damit den Lachgasemissionen verbunden. Im Stall tragen alle Maßnahmen zur Emissionsminderung bei, die helfen die Lauf- und Fressgänge trocken und sauber zu halten. Maßnahmen im Rinderstall dazu sind: 3 % geneigte Laufgangflächen mit Harnsammelrinne, erhöhte Fressstände oder Stallungen mit Festmistsystem. Die Güllelagerabdeckung ist eine weitere Reduktionsmaßnahme, ebenso wie die Kompostierung von Festmist. Wirtschaftsdüngergetragene Biogasanlagen tragen zu einem noch größeren Anteil an der Reduktion von treibhausgasrelevanten Emissionen bei. Die Gülleverdünnung mit Wasser und die Gülleseparierung zählen zu den wichtigsten Behandlungsverfahren von Gülle um die Emissionen von Ammoniak, Methan und Lachgas über die weitere Prozesskette (Lagerung-Ausbringung) zu reduzieren. Calciumcyanamid als Güllezusatzmittel reduziert die Methanemissionen bei der Wirtschaftsdüngerlagerung um bis zu 80 %. Bei der Wirtschaftsdünger-Ausbringung wirkt die bodennahe Ausbringtechnik durch die verbesserte Ausbringgenauigkeit emissionsmindernd. Die Weidehaltung hat ein wesentlich größeres Potenzial zur Emissionsreduktion beitragen zu können.

Summary

Emissions are produced along the manure chain, from the barn to storage and application of manure – gaseous and liquid nitrogen and carbon compounds can be lost. Methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O) are directly assigned to the greenhouse gas emissions. Although ammonia is not a directly relevant greenhouse gas, it is linked to the nitrogen cycle and thus to nitrous oxide emissions. In the barn, all measures that are suitable to keep the walking and feeding areas dry and clean also contribute to reducing gaseous emissions. Measures in the cattle barn are: 3 % sloped walking alleys with urine collection channel, raised feeding stalls or loose housing with straw yard system. Covering the liquid manure store and the composting of solid manure are reduction measures as well. Biogas plants make an even greater contribution to reducing greenhouse gas emissions. Calcium cyanamide as a slurry additive reduces methane emissions from slurry storage by up to 80%. Slurry dilution with water and slurry separation are the most important manure treatment processes to reduce emissions of ammonia, methane and nitrous oxide over the further process chain (storage-spreading). Calcium cyanamide as a slurry additive reduces methane emissions from slurry storage by up to 80%. Low-emission (NH_3) spreading techniques (e.g. trailing hoses, trailing shoes or shallow injection) improve spreading precision and therefore could help to reduce greenhouse gas emissions. Grazing has a much greater potential to contribute to reducing emissions.

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechpartner: DI Alfred Pöllinger-Zierler, email: alfred.poellinger-zierler@raumberg-gumpenstein.at

Einleitung

Unsere Wirtschaftsdünger (Stallmist, Jauche und Gülle) sind Mehrnährstoffdünger, die hinsichtlich ihrer Eigenschaften und damit auch Düngerwirkung unterschiedlich zu beurteilen und einzusetzen sind. Aufgrund der extrem stark gestiegenen Energiepreise hat sich die Wertigkeit der hofeigenen Wirtschaftsdünger nochmals stark erhöht. Pro verloren gegangenen Kilogramm Stickstoff in die Luft (NH_3 oder N_2O), oder durch Auswaschung im Boden (NO_3), ist ein Wert von zwei bis 2,5 Euro zu kalkulieren (siehe dazu auch *Tabelle 1*). Dementsprechend ist der sachgerechte und effiziente (geringstmögliche Nährstoffverluste) Umgang mit den hofeigenen Wirtschaftsdüngern nicht nur aus umweltökologischen Gründen ein Gebot der Stunde. Aus Wirtschaftsdüngern entweichen entlang ihrer Verwertungskette (Anfall – Lagerung – Ausbringung – Düngerwirkung/Nährstoffspeicherung) allerdings auch klimawirksame Gase. Das sind vor allem Methan und Lachgas und als indirekt klimawirksames Gas auch Ammoniak. Aber auch die Anwendung der Wirtschaftsdünger (Technik und Management) ist im Hinblick an den Klimawandel entsprechend anzupassen.

In *Abbildung 1* ist die Entwicklung der treibhausgasrelevanten Emissionen aus der Landwirtschaft von 1990 bis 2019, aufgetrennt nach den Subkategorien

A. - wiederkaubedingte Emissionen,

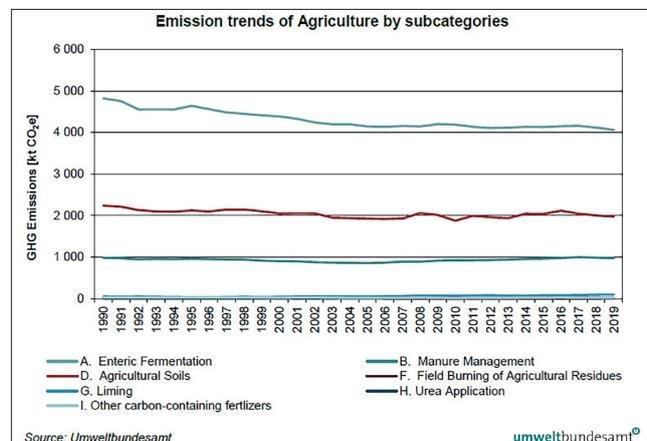
B. - Wirtschaftsdüngermanagement (Wirtschaftsdüngerlagerung) und

D. - landwirtschaftliche Böden (Lachgasemissionen) dargestellt (Umweltbundesamt, report0761, 2021). Die Berechnungen der klimawirksamen Emissionen werden nach den IPCC Guidelines aus dem Jahre 2006 durchgeführt. In den Bereichen wiederkauenbedingte (Methan) und bodenbedingte (Lachgas) Emissionen kam es in diesem Zeitraum zu einer Reduktion der Emissionen um 15,7 und 11,9 %. Diese Tatsache ist zum einen auf die Reduktion der Tierzahlen, insbesondere bei den großen Wiederkäuern (Rinder), zurück zu führen und zum anderen auf die Reduktion der Stickstoffdüngerniveaus im

Tabelle 1: Durchschnittliche Nährstoffgehalte und Wert von Rottemist und Rindergülle im Vergleich (Starz 2017, ergänzt Pöllinger-Zierler 2022).

Düngerart (Milchkühe inkl. Nachzucht)	TM-Gehalt %	N-Gehalt kg/m^3 inkl. Lagerverluste	N-Gehalt kg/m^3 inkl. Lager- und Ausbringungsverluste	P-Gehalt kg/m^3	K-Gehalt kg/m^3	Geschätzter Wert in € pro m^3
Rottemist	25-40	4,4	4,0	1,8	7,6	12-15
Gülle unverdünnt	10	3,9	3,4	0,9	5,4	10-12
Gülle 1:1 verdünnt mit Wasser	5	2,0	1,7	0,4	2,7	5-6

Abbildung 1: Treibhausgasrelevante Emissionstrends in Österreich aus der Landwirtschaft nach Subkategorien von 1990 bis 2019 (Quelle: report0761 UBA 2021).



Zuge der Nitratrictline (1991) inklusive der Novellierungen und dazu erlassenen Verordnungen. Bezogen auf die Menge an klimawirksamen Gasen sind über 50 % den verdauungsbedingten Methanemissionen zuzuordnen. Der Anteil der unmittelbar dem Wirtschaftsdüngermanagement laut dieser Nomenklatur zuordenbaren klimawirksamen Emissionen liegt bei nur rund 14 %. Dabei wird nur die Lagerung der Wirtschaftsdünger für die Berechnungen einbezogen. Im Rahmen einer LCA Analyse werden die treibhausgasrelevanten Emissionen allerdings auch aus der Stallhaltung (Laufgänge und Treibmistkanäle) und im Zusammenhang mit der Anwendung der Wirtschaftsdünger berücksichtigt (Kappel 2020). Damit bekommt der Bereich Wirtschaftsdüngermanagement ein deutlich stärkeres Gewicht.

Letztendlich geht es darum sämtliche Emissionen entlang der Produktionskette und hier im speziellen entlang der Wirtschaftsdünger-Kette so gering wie möglich zu halten um umweltökologische, klimarelevante und ökonomische Negativfolgen zu verhindern.

Wirtschaftsdüngermanagement im Rinderstall

Um sowohl die Ammoniak- als auch treibhausgasrelevanten Emissionen im Bereich der Stallhaltung zu reduzieren, sind alle Aktivitäten sinnvoll, mit denen es gelingt saubere und möglichst trockene Oberflächen zu erhalten. Dabei ist auch den gestiegenen Anforderungen seitens des Tierwohls mit erhöhtem und differenzierten Flächenangebot für die Bewegung der Tiere Rechnung zu tragen. Auf planbefestigten Flächen gelingt ein rascher Harnabfluss mit einer 3 %ig geneigten Lauffläche hin zu einer Harnsammelrinne. Wichtig dabei ist allerdings auch ein entsprechend hohes Reinigungsintervall durch das jeweilige Entmistungssystem. Auf Spaltenböden wird mit einer Verminderung des Perforationsanteils experimentiert um dadurch die Emissionen auf den Bewegungsflächen, aber auch unterhalb der Bewegungsflächen (Treibmistkanäle) zu reduzieren. Hierzu fehlen allerdings noch die wissenschaftlichen Belege für die emissionsmindernde Wirkung. An diesen wird derzeit intensiv gearbeitet. Mit erhöhten Fressständen kann der Anteil der verschmutzten emissionsaktiven Oberflächen im Stall reduziert werden. Mit diesen baulichen Maßnahmen lassen sich Ammoniak- und treibhausgasrelevanten Emissionen reduzieren.

Beim Wirtschaftsdünger-System Festmist inkl. Jauche, wurden über die gesamte Prozesskette (Stall-Lagerung-Ausbringung) geringere treibhausgasrelevanten Emissionen gemessen (Kappel 2020). Die Entscheidung für oder gegen ein Wirtschaftsdünger-System wird allerdings überwiegend von der Frage der Ressourcenverfügbarkeit von Einstreumaterial und von arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten geprägt. Um die Systeme auch aus der Sicht der Ammoniakemissionen im Optimum zu halten sind große Einstreumengen erforderlich. Die Lauf- und Liegeflächen müssen trocken und sauber gehalten werden. Wird dabei Einstreumenge gespart, erhöht sich die Emissionsaktivität deutlich.

Eine gezielte Temperaturführung (Sommerluftkühlung) in den Stallungen (Rinder, Schweine,...) führt ebenfalls zu geringeren Ammoniak- und Methanfreisetzungen. Beide Prozesse sind auch sehr stark temperaturabhängig.

Wirtschaftsdüngerlagerung und -behandlung

Flüssige Wirtschaftsdünger sind in Zukunft nur mehr in geschlossenen Behältnissen zu lagern. Damit reduzieren sich sowohl die Ammoniak- als auch die treibhausgaswirksamen Methan- und Lachgasemissionen. Die Biomethanisierung der Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen wäre die effizienteste Möglichkeit die angesprochenen Emissionen zu reduzieren. Aufgrund der hohen Investitionskosten für die Errichtung derartiger Anlagen, verbunden mit der geringen Gasausbeute aus rein wirtschaftsdüngergetragenen Biogasanlagen, lässt sich kein wirtschaftlich begründbarer Anlagenbetrieb erreichen. In Deutschland wird derzeit an einer Studie zum luftdichten Abschluss von Flüssigmistsam-

Tabelle 2: Kumulierte Gasfreisetzung in kg je Variante (Rohgülle und behandelte Gülle) bezogen auf 180 kg Rohgülle (Zentner et al. 2021).

Güllebehandlung	Parameter			
	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NH ₃
Rohgülle	0,464	4,441	0,010	0,482
Gülle + 3 kg/m ³ Eminex	0,052	3,294	0,003	0,644

melanlagen gearbeitet, um die Emissionen aus der Lagerung analog von Biogasanlagen reduzieren zu können. Hierbei wird die Umsetzbarkeit und das Potenzial zur Emissionsreduktion abgeschätzt.

Die Behandlung der im Stall anfallenden und gesammelten Wirtschaftsdünger wurde und wird von verschiedenen Forschungsgruppen bearbeitet. Eine Möglichkeit zur Minderung der treibhausgasrelevanten Emissionen (Methan und Lachgas) bei der Lagerung der Rindergülle konnte durch die Separierung von Fest- und Flüssiganteil gemessen werden (Amon et al. 2001). Durch die Zugabe von Amalgerol und PenacG als Güllezusatzmittel konnten weder die Ammoniak- noch die treibhausgasrelevanten Emissionen reduziert werden. Weiter wurde in diesen Versuchen der negative Effekt von Güllelagerabdeckungen mittels Strohecke aufgrund erhöhter Lachgasemissionen gemessen. In diesen Stroh-Gülle gemischen wechseln sich oxidierende und reduzierte Bedingungen laufend ab und begünstigen dadurch die Bildung von Lachgas.

In einer Untersuchung an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein konnten durch den Zusatz von 3 kg Eminex (ein Kalkstickstoff (Calciumcyanamid)) pro m³ Rindergülle die Methanemissionen über die 2-monatige Lager- und Messdauer um rund 80 % reduziert werden (Zentner et al. 2021). Negativ aufgefallen war dabei nur eine leicht erhöhte Ammoniakabgasung aus den Versuchsbehältern der mit Eminex behandelten Gülle (siehe *Tabelle 2*).

Amon et al. (2017) kommen in ihrer Studie zum Schluss, dass auch die Ansäuerung von Gülle nicht nur zur Reduktion von Ammoniak, sondern auch von Methan (29–74 %) und Lachgas (21–55 %) führt. In dieser Sparte wird derzeit auch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, gemeinsam mit der LFL Bayern geforscht um natürliche Absäuerungen der flüssigen Wirtschaftsdünger zu erreichen. Glucose, Melasse und Molkeprodukte scheinen hier Potenzial zu haben. Allerdings führen diese Zusätze in den bisherigen Versuchsdurchgängen zu einer verstärkten unangenehmen Geruchsentwicklung. Eine Absäuerung mit Schwefelsäure wird aus Gründen der problematischen Handhabung auf den Betrieben derzeit nicht näher untersucht.

Wirtschaftsdüngerausbringung

Bei der Wirtschaftsdüngerausbringung spielen die Methan- und Lachgasemissionen bei, und unmittelbar nach der Ausbringung im Vergleich zu den Ammoniakemissionen eine eher untergeordnete Rolle. Dennoch konnte in den Versuchen von Amon et al. 2001 nachgewiesen werden, dass separierte Gülle im Vergleich zu Rohgülle deutlich geringere Methanemissionen verursacht. Der höhere Energieaufwand zur Separierung der Gülle wird durch den deutlich geringen Homogenisierungs- und Pumpaufwand nach mündlichen Mitteilungen von Univ.-Prof. Thomas Amon egalisiert. Somit kann gesamtsystemisch betrachtet von einer geeigneten Maßnahme zur Reduktion der treibhausgasrelevanten Emissionen ausgegangen werden. Bezogen auf Ammoniak ist die Gülleseparierung von Rindergülle im Hinblick auf die Ausbringung ebenfalls positiv zu beurteilen. In der OLI (Österreichische Luftschadstoffinventur des Umweltbundesamtes) wird mit einem 20 %igen Minderungsfaktor bei der Flüssigmistausbringung von Rindergülle gerechnet. Erreicht wird dieses Ergebnis aufgrund der deutlich besseren Infiltrationseigenschaften der Dünggülle. Muss Gülle über größere Strecken zur Ausbringung transportiert werden, ist die Gülleseparierung bereits bei durchschnittlichen Feldhofentfernungen von 5 km aufgrund reduzierter Transportkosten auch ökonomisch sinnvoll. Eine ähnliche Wirkung zeigt auch

die Verdünnung der Gülle mit Wasser von 1:1. Diese Maßnahme ist insbesondere bei arrondierter Betriebslage eine Option zur Reduktion von gasförmigen Emissionen (CH_4 , N_2O und NH_3) aus den Wirtschaftsdüngern.

Die im Zusammenhang mit Ammoniakemissionsreduktion hocheffiziente bodennahe Gülleausbringetechnik (Schleppschlauch, Schleppschuh und seichte Injektion) ist in Bezug auf treibhausgasrelevante Emissionen etwas differenzierter zu betrachten. Zum einen sind der höhere Aufwand hinsichtlich der Maschinenbauteile und des zusätzlichen Gewichtes (Verteilergestänge) und damit verbunden höhere Treibstoffverbrauch zu berücksichtigen. Emissionsmindernd wirkt die erhöhte Verteilgenauigkeit – gezielte Bedarfsdüngung.

Im Zusammenhang mit der Lachgasbildung ist wichtig, dass flüssige und feste Wirtschaftsdünger nicht tief in den Boden eingearbeitet werden. Insbesondere bei schweren Böden entsteht dabei im Zuge des Umbauprozesses der stickstoffhaltigen Wirtschaftsdünger wiederum durch den Wechsel von oxidierenden und reduzierenden Bedingungen vermehrt Lachgas. Dabei ist insbesondere der Umbauprozess von Ammonium zu Nitrat betroffen. Deshalb wird in Österreich die Tiefeninjektion von Flüssigmist zur Reduktion von Ammoniakemissionen nicht forciert.

Die Weidehaltung hat neben den tierwohlbegründeten positiven Eigenschaften auch einen stark emissionsreduzierenden Effekt. Sowohl Ammoniak-, als auch Methan und Lachgasemissionen werden aufgrund des getrennten Anfalls von Kot und Harn, durch die Weidehaltung stark reduziert. Vor allem werden aber auch treibhausgasrelevante Emissionen durch den verringerten Maschineneinsatz – geringere Mengen an Grundfutterreserven müssen maschinell geerntet und konserviert werden – als auch durch die effizientere Grundfütternutzung reduziert (Kappel 2020, Fritz et al. 2021).

Literatur

Amon B., Moitzi G., Wagner-Alt C., Kryvoruchko V., Amon Th., Boxberger J. (2001) Methane, Nitrous Oxide and Ammonia Emissions from Management of Liquid and Solid Manures, Final Report 2001, Universität für Bodenkultur, Wien.

Amon B., Fröhlich M., Ramusch M., Amon Th., Boxberger J., Winiwarter W. (2007) Reclip:tom: Forschung zum Klimaschutz, Landtechnik 6/2006, 382-383.

Amon B., Winiwarter W., Mohankumar S.E.P. (2017) Greenhouse Gas and Ammonia Emissions from Different Stages of Liquid Manure Management Chains: Abatement Options and Emission Interactions, Journal of Environmental Quality (J ENVIRON QUAL).

Fritz C., Grassauer F., Terler G. (2021) Abschätzung von Treibhausgas-Vermeidungskosten: Methodik und Anwendung am Beispiel eines erhöhten Weidefutteranteils auf rinderhaltenden Betrieben in Österreich, Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies, Vol 30.4, 19-26.

Kappel M. (2020) Ökobilanzierung von Milchviehstallsystemen im österreichischen Berggebiet – Vergleich von Anbindehaltung und Laufstall-Weide-Systemen mit besonderer Berücksichtigung des Wirtschaftsdüngermanagements, Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.

Nitratrichtlinie (1991) RICHTLINIE DES RATES vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. (91/676/EWG) (ABl. L 375 vom 31.12.1991).

Umweltbundesamt (2021): AUSTRIA'S NATIONAL INVENTORY REPORT 2021. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. REP-0761, ISBN 978-3-99004-583-1.

Zentner A., Pöllinger A., Winkler S. (2021) Ergebnisbericht zur Gülleuntersuchung des Additives „Eminex“ (Kalkstickstoff-Granulat-Calciumcyanamid/Aufbereitungshilfsmittel für Gülle und Biogasgärreste zur Methanreduktion), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning.