

April 2007

Mit der Erzeugung von Biogas besteht die Möglichkeit zur Einsparung fossiler Energieträger. In diesem Zusammenhang stellt sich nicht nur die Frage nach der Energieausbeute, sondern auch die Frage hinsichtlich der Düngewirkung und der Verwertung der anfallenden Gärreste.

Im Folgenden werden sowohl Aspekte der Düngewirkung als auch der Gärrestverwertung behandelt.

Zusammensetzung der Gärreste

Bei der anaeroben Vergärung werden unter Sauerstoffabschluss leicht abbaubare organische Substanzen durch die Tätigkeit von Bakterien zu Biogas, d. h. vornehmlich Methan und Kohlendioxid umgesetzt. Dieser Vorgang bewirkt eine Verringerung des TS-Gehaltes in Folge des Abbaues der organischen Substanz. Die Reduzierung der organischen Substanz hängt von dem Anteil leicht abbaubarer Kohlenstoffverbindungen ab.

Mit dem Rückgang des TS-Gehaltes sind hinsichtlich der Gärrestanwendung in wachsenden Pflanzenbeständen Vorteile verbunden. So läuft der dünnflüssige Gärrest leichter von den Pflanzen ab und infiltriert besser in den Boden, so dass Ammoniakverluste und Verätzungen an den Pflanzen verringert werden. Hinsichtlich der Gärrestlagerung bewirkt der Abbau des TS-Gehaltes eine bessere Fließfähigkeit und somit bessere Pump- und Rührfähigkeit des Gärrestes.

Ein weiterer positiver Effekt der TS-Verringerung ist die Geruchsreduzierung bei der Gärrestausrückführung, die sowohl auf eine bessere Infiltration in den Boden als auch auf den Abbau von Geruchsstoffen zurückgeführt werden kann. Entscheidend hinsichtlich der Düngewirkung ist, dass durch die Fermentation die Nährstoffe der Input-Stoffe weitestgehend erhalten bleiben. So kommt es durch die Vergärung lediglich zu einem Anstieg des Anteils an Ammonium-N. Darüber hinaus führt der Abbau von organischen Säuren (z. B. Essigsäure) zu einem Anstieg des pH-Wertes, was eine verstärkte Verflüchtigung des Ammoniums zu Ammoniak hervorrufen kann. Aufgrund dieser Tatsache sind hinsichtlich einer optimalen Stickstoffausnutzung bei der Ausbringung von Gärresten Maßnahmen zur Reduzierung von Ammoniakverlusten von entscheidender Bedeutung. So sollte die Ausbringung der Gärreste möglichst bei feucht-kühler Witterung durchgeführt werden. Außerdem sollten zur Vermeidung von Ammoniakverflüchtigungen die Gärreste auf unbestelltem Ackerland unverzüglich eingearbeitet werden. Darüber hinaus können über eine bodennahe Ausbringung die Ammoniakverluste deutlich reduziert werden.

Düngeverordnung bei der Ausbringung beachten

Die Düngeverordnung regelt die gute fachliche Praxis beim Düngen und somit auch die Düngung mit Gärresten. Aufgrund der Nährstoffzusammensetzung zählen Gärreste in der Regel zu den Düngemitteln und sind den Stoffen mit wesentlichen Nährstoffgehalten bzw. mit wesentlichen Gehalten an verfügbarem Stickstoff zuzuordnen.

Aufgrund dieser Tatsache sind folgende Vorgaben der Düngeverordnung hinsichtlich der Gärrestausbringung zu berücksichtigen:

- Ermittlung der verfügbaren Nährstoffmengen im Boden
- Ausbringungsverbot auf Flächen, die überschwemmt, gefroren oder durchgängig höher als 5 cm mit Schnee bedeckt sind
- Einhaltung der Mindestabstände zu oberirdischen Gewässern
- Berücksichtigung der Vorschriften bei der Ausbringung auf stark geneigten Flächen
- Nährstoffgehaltsermittlung vor der Ausbringung
- Unverzögliche Einarbeitung auf unbestelltem Ackerland
- Einhaltung der N-Obergrenzen bei der Herbstausbringung
- Einhaltung der Kernsperrfrist
- Für die Einhaltung der N-Obergrenze (170 kg N/ha) sind nur die anteiligen Mengen Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft zu berücksichtigen

Düngewirkung der Gärreste

Seit dem Jahr 2006 wird durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen in einem Feldversuch auf einem schwach humosen Sandboden die Düngewirkung unterschiedlicher Gärreste untersucht. Die Gärrestgabe in Höhe von 120 kg Gesamt-N/ha wurde zu Wintergerste als Kopfdünger zu Vegetationsbeginn und zu Silomais unmittelbar vor der Maisbestellung auf die Pflugfurche ausgebracht, da ältere Gülleversuche belegen, dass eine Ausbringung auf die Pflugfurche mit einer anschließenden flachen Einarbeitung zu einer optimalen Stickstoffwirkung führt.

In den Versuchen wurde die N-Wirkung des Gärrestes durch den TS-Gehalt, den Ammonium-N-Gehalt und die angebaute Fruchtart bestimmt. So wurden durch eine Gärrestanwendung zu Silomais höhere N-Mineraldüngeräquivalente erreicht als durch eine Anwendung zu Wintergerste, was vermutlich auf eine besser Ausnutzung des organisch gebundenen Stickstoffs durch die Maispflanzen zurückzuführen war.

Im Vergleich zum Mais war bei der Wintergerste eine deutliche Abhängigkeit der N-Wirkung von den TS-Gehalten bzw. den Ammonium-N-Gehalten der ausgebrachten Gärreste zu erkennen. So fielen die TS-reichen bzw. Ammonium-N-armen Gärreste in ihrer N-Düngewirkung deutlich ab.

Im Mittel der eingesetzten Gärreste entsprach die N-Wirkung der Gärsubstrate in etwa der N-Wirkung von Schweinegülle, so dass im Rahmen einer Düngeplanung die N-Anrechenbarkeit analog zur Schweinegülle zu berücksichtigen ist. (siehe Abbildung) Im Gegensatz zum Stickstoff können sowohl die Phosphat- als auch die Kaliumgehalte zu 100 % angerechnet werden.

Gärrestmenge richtig bemessen

Die Höchstgabe an Gärresten wird in der Regel durch den Nährstoff begrenzt, dessen Bedarf mit der geringsten Menge abgedeckt wird. In diesem Zusammenhang wirkt in der Regel der P-Bedarf limitierend. Da die Nährstoffgehalte der Input-Stoffe erheblich schwanken können, ist es zu empfehlen, die Nährstoffgehalte der Gärreste über eine Analyse zu ermitteln. Sind die Nährstoffgehalte bekannt, kann im Rahmen einer Düngeplanung der Bedarf an Handelsdüngernährstoffen berechnet werden. Hierbei wird vom Düngebedarf der jeweiligen Fruchtart unter Berücksichtigung der Nmin-Gehalte im Boden und der jeweiligen N-Korrekturfaktoren die anrechenbare Nährstoffzufuhr über Ernterückstände der Vorfrucht und die Nährstoffzufuhr über Gärreste abgezogen. Aufgrund der aktuellen Düngewerte lässt sich durch eine gezielte Gärrestdüngung der Düngeaufwand um ca. 100,- € pro Hektar senken. Dieses setzt jedoch voraus, dass der Gärrest zeitlich und mengenmäßig optimal eingesetzt wird.

Berechnung der anfallenden Gärrestmenge

Hinsichtlich einer sachgerechten Abschätzung der anfallenden Gärrestmenge ist es sinnvoll, die Biogasanlage als selbständige Betriebseinheit zu betrachten. Diese Vorgehensweise vereinfacht insbesondere bei Gemeinschaftsanlagen die Berechnung der Nährstoffinput- und Nährstoffoutputmengen der Biogasanlage. Die jeweiligen Nährstofffrachten errechnen sich auf der Basis der eingesetzten Gärsubstratmengen und deren Nährstoffgehalte. Die Nährstoffgehalte können über Analyseergebnisse oder Richtwerte ermittelt werden.

Ist der Nährstoffoutput bekannt, stellt sich die Frage nach der Berechnung der Gärrestmenge und deren Nährstoffgehalte.

In diesem Zusammenhang sind die jeweiligen Gärsubstratmengen auf Volumenmengen umzurechnen. Wie Erfahrungen belegen, kommt es bei der Vergärung von TS-armen Stoffen (z. B. Maissilage) im Gegensatz zu TS-reichen Stoffen (z. B. Getreide) lediglich zu einer geringen Volumenreduzierung. Die Gärrestmenge errechnet sich z. B. bei zwei Gärsubstraten nach der Gleichung:

$$\text{Gärsubstrat } G1 [t] \times \text{Fugatfaktor } F1 + \text{Gärsubstrat } G2 [t] \times \text{Fugatfaktor } F2 + = \text{Gärrestmenge } [m^3]$$

Entsprechende Fugatfaktoren für die Volumenberechnung wurden von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft ermittelt und können bei der Landwirtschaftskammer Niedersachsen erfragt werden.

Sind die Gärrestmenge und die durchschnittlichen Nährstoffgehalte des Gärrestes berechnet, wird die im Betrieb maximal verwertbare Gärrestmenge nach den Vorgaben der Düngeverordnung auf der Basis des Qualifizierten Flächennachweises ermittelt.

Anschließend wird der Nährstoffvergleich erstellt und die im Betriebsdurchschnitt maximal zulässige und tatsächlich ausgebrachte Gesamtstickstoffmenge aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft gemäß der Düngeverordnung berechnet. Bei dieser Berechnung wird gemäß den Vorgaben der EU-Nitratrichtlinie lediglich der Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft berücksichtigt. Nachfolgend wird die Berechnung der anfallenden Gärrestmenge und deren Nährstoffgehalte anhand eines Beispiels erläutert. Der Betrieb Mustermann plant den Bau einer 250 KW Biogasanlage. In diesem Zusammenhang sollen betriebseigener Putenmist (350 t), 6440 t Silomais und 1500 t Bullengülle vergoren werden. Sowohl die Bullengülle als auch 3760 t Silomais werden von benachbarten Betrieben bezogen. Die Stoffströme sind der Abbildung 1 zu entnehmen.

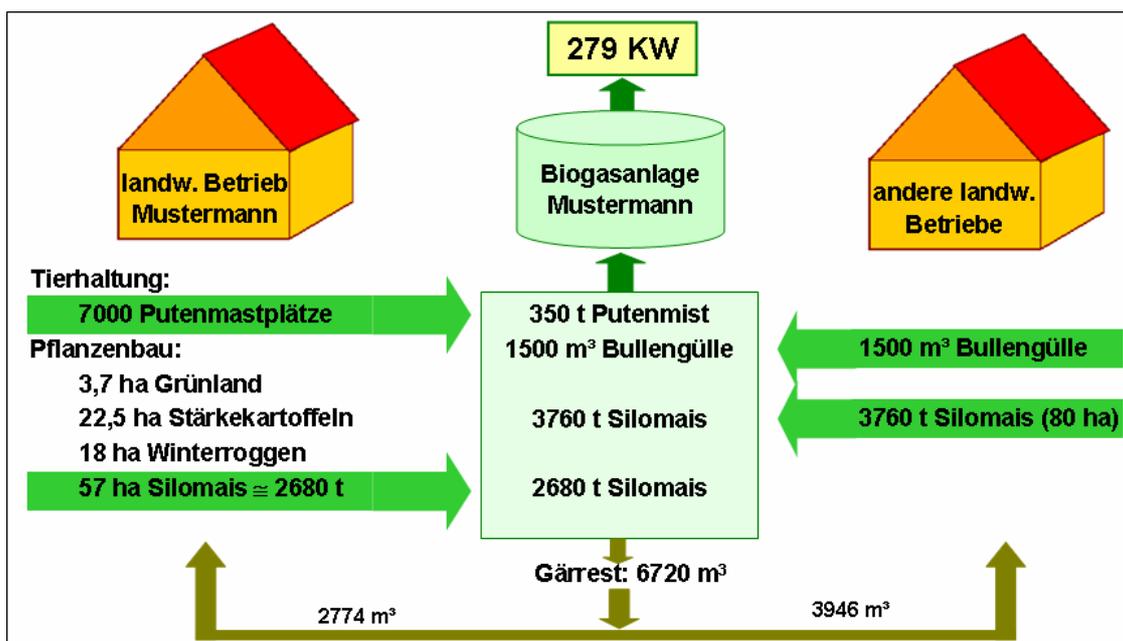


Abb. 1: Stoffströme zwischen Idw. Betrieben und Biogasanlage Mustermann

Aufgrund der Stoffströme ergeben sich die in Tabelle 1 aufgeführten Nährstoffinput- bzw. Nährstoffoutputmengen sowie die daraus ermittelten Gärrestmengen und deren Nährstoffgehalte. Durch die Vergärung eines hohen Silomaisanteils entsteht ein N- und K-reicher Gärrest, wobei lediglich 35 % des N-Gehaltes aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft stammt. Insgesamt sind ca. 6.700 m³ Gärrest pflanzenbaulich zu verwerten.

Tab. 1: Nährstoffinput und Nährstoffoutput der geplanten Biogasanlage

Substrat	Menge [t]	Fugat- faktor	Gärrest- menge [m ³]	Nährstoffanfall		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
				[kg]		
Putenmist	350	0,93	326	8.050	5.950	5.250
Silomais	6.440	0,76	4.894	27.692	11.592	32.844
Bullengülle	1.500	1,00	1.500	7.050	3.600	8.400
Summe	8.290		6.720	42.792	21.142	46.494
Nährstoffgehalte des Gärrestes [kg/m³]				6,4	3,1	6,9
N-Gehalt aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft [kg/m³]				2,2		

Ermittlung der innerbetrieblich verwertbaren Gärrestmenge

Die sachgerechte Verwertung des Gärrestes sollte sich vor dem Hintergrund des Bedarfsgrundsatzes nach dem Nährstoff richten, dessen Bedarf zuerst abgedeckt ist. Im vorliegenden Beispiel ist dieses Phosphat, so dass der Betrieb Mustermann nach den Grundsätzen des Qualifizierten Flächennachweises ca. 2.800 m³ Gärrest innerbetrieblich verwerten kann. Die restliche Gärrestmenge ist an die substratliefernden Betriebe abzugeben. Dieses macht deutlich, dass beim Verkauf von Nachwachsenden Rohstoffen an Biogasanlagen die Rücknahme von Gärresten hinsichtlich einer sachgerechten Nährstoffverwertung gleichfalls zu überprüfen ist. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Flächen, auf die Nährstoffe aus der Vergärung von Biomassepflanzen ausgebracht werden, in der Regel nicht mehr für die Aufnahme von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft zur Verfügung stehen.

Berücksichtigung der verwertbaren Gärrestmenge in den Aufzeichnungen gemäß Düngerverordnung

Ist die innerbetrieblich verwertbare Gärrestmenge ermittelt, stellt sich die Frage, wie die jeweiligen Nährstoffmengen im Nährstoffvergleich gemäß der Düngerverordnung zu berücksichtigen sind.

Tab. 2: Flächenbilanz des Betriebes Mustermann

	Nährstoffzufuhr		
	[kg/Betrieb]		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Wirtschaftsdünger			
Putenmastplätze	6.708	5.950	5.250
Aufnahme von Wirtschaftsdüngern			
Gärrest Mustermann	15.090	8.599	19.141
Aufnahme von Handelsdüngern			
200 dt KAS	5.400	-	-
28 dt NP 20+20	560	560	-
Summe:	27.758	15.109	24.391

	Nährstoffabfuhr		
	[kg/Betrieb]		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Haupternteprodukte/Grünland			
Grünland, mittel	666	222	666
Silomais	11.514	4.845	13.680
Stärkekartoffeln	3.150	1.260	5.400
Winterroggen	1.494	864	648
Abgabe von Wirtschaftsdüngern			
3500 dt Putenmist	6.708	5.950	5.250
Summe:	23.532	13.141	25.044

Differenz zwischen Zufuhr und Abfuhr [kg/Betrieb]	4.226	1968	- 653
ha LF	101,2		
Saldo [kg/ha]	42	19	-6,4

In der Flächenbilanz ist sowohl der Nährstoffanfall aus der betriebseigenen Putenmast als auch die Abgabe von 350 t Putenmist an die Biogasanlage Mustermann aufzuführen. Auf der Nährstoffzufuhrseite wird unter dem Punkt „Aufnahme von Wirtschaftsdüngern“ die Aufnahme der pflanzenbaulich verwertbaren Gärrestmenge verbucht.

Bei der Berechnung der im Betriebsdurchschnitt maximal zulässigen und tatsächlich ausgebrachten Gesamtstickstoffmenge aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft gemäß § 4 Abs. 3 der Düngerverordnung wird gemäß den Vorgaben der EU-Nitratrichtlinie bei der Aufnahme des Gärsubstrates lediglich der N-Gehalt aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft berücksichtigt. Aufgrund dieser Vorgehensweise hält der Betrieb Mustermann die maximal zulässige Gesamtstickstoffmenge problemlos ein, wie Tabelle 3 verdeutlicht.

Tab. 3: Aufzeichnungen gemäß § 4 (3) Düngeverordnung des Betriebes Mustermann

Berechnung 1: Im Betriebsdurchschnitt maximal zulässige Stickstoffmenge aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft		
Grünland	3,70 ha LF x 170 kg N/ha =	629 kg N/ha
Ackerland	97,50 ha LF x 170 kg N/ha =	16.575 kg N/ha
Summe	101,20 ha =	17.204 kg N/ha
Im Betriebsdurchschnitt maximal zulässige Stickstoffmenge aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft		170 kg N/ha
Berechnung 2: Im Betriebsdurchschnitt je ha ausgebrachte Menge an Gesamtstickstoff aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft		
Stickstoff aus Wirtschaftsdüngern (Putenmast)		7.875 kg N
+ Stickstoff aus Aufnahme von Gärresten (2.774 m ³ x 2,2 kg N/m ³)		6.103 kg N
- Stickstoff aus Abgabe von Wirtschaftsdüngern (Putenmist)		7.875 kg N
= Gesamtstickstoff aus Wirtschaftsdüngern je Jahr		6.103 kg N
[:] ha LF ohne Brache		101,2 ha LF
= Im Betriebsdurchschnitt je ha ausgebrachte Menge an Gesamt-N		60 kg N/ha

Zusammenfassung

Durch die anaerobe Vergärung wird der TS-Gehalt der Inputstoffe in der Regel deutlich reduziert. Die Vergärung reduziert die Geruchsentwicklung. Durch die Fermentation bleiben die Nährstoffe weitestgehend erhalten. Allerdings führt die anaerobe Vergärung zu einem leichten Anstieg des Ammonium-N-Anteils und des pH-Wertes. Deshalb ist bei der Ausbringung auf die Verringerung von Ammoniakverlusten zu achten. Erste Feldversuche lassen darauf schließen, dass die N-Wirkung der Gärreste durch den Anteil an NH₄-N, den TS-Gehalt und die Fruchtart bestimmt wird. Gärreste scheinen ähnliche N-Anrechenbarkeiten aufzuweisen wie Schweinegülle. Im Gegensatz zum Stickstoff können sowohl die Phosphat- als auch die Kaliumgehalte zu 100 % angerechnet werden.

Durch ein Berechnungsverfahren lassen sich über entsprechende Fugatfaktoren die Gärrestmengen und die Nährstoffgehalte der Gärreste berechnen. Die Ermittlung der innerbetrieblich verwertbaren Gärrestmenge erfolgt nach den Grundsätzen des Qualifizierten Flächennachweises. Bei der Berechnung der N-Obergrenzen im Rahmen der Düngeverordnung wird lediglich der Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft berücksichtigt.

Kontakt:

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
FB 3.1.11 Nachhaltige Landnutzung, Ländlicher Raum
 Tim Eiler
 Mars-la-Tour-Str. 1-13
 26121 Oldenburg
 Tel.: 0441-801-735
tim.eiler@lwk-niedersachsen.de