

Wird die Düngewirkung von Gärresten überschätzt?

Aufschluss geben Nährstoffbilanzen in Biogasbetrieben

In der Biogas-Szenerie galt es bei Praxis und Beratung bislang als unstrittig, dass die Nährstoffkreisläufe weitgehend geschlossen sind. Eine Studie an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf unter Leitung von Professor Ahrens kam diesbezüglich jedoch zu einem ganz anderen Ergebnis. Demnach wäre der Fermenter eine nicht unwesentliche Verlustquelle für viele Nährstoffe. Bei der Einschätzung und Bewertung von Mineralnährstoffgehalten in Gärresten aus Biogasanlagen ging man bisher stets davon aus, dass die über die Substrate einfließenden Nährstoffe N, P, K und Mg in etwa gleicher Menge in den Gärresten wieder zu finden sind, da Biogas nur aus Kohlenwas-

serstoffen (vor allem Methan), Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Schwefelwasserstoff und Wasserdampf besteht. Vielmehr ging man in Anbetracht steigender Trockensubstanzgehalte im vergorenen Substrat sogar von einer leichten Zunahme der Mineralstoffgehalte aus.

Nach ersten Erhebungen an immerhin 14 Biogasanlagen im westlichen Bayern mit der höchsten Anlagendichte deutschlandweit (**Tabelle 1**) konnte jetzt das Gegenteil festgestellt werden. Demnach kommt es bei wichtigen Hauptnährstoffen zu Nährstoffdefiziten in den Gärresten, wenn man den Nährstoff-Input gegenüberstellt. Sie betragen durchwegs 15 bis 30 Prozent und vereinzelt auch mehr. Das

heißt, der Nährstoff-Output im zurückbleibenden Gärrest ist stets um einiges niedriger als der Nährstoff-Input über die Gärsubstrate (**Grafik 1**), wenngleich mit teils erheblichen Standardabweichungen.

Diese Nährstoffverluste entstehen scheinbar irgendwo zwischen der Konservierung beziehungsweise Einlagerung der Gärsubstrate und der Auslagerung der Gärreste, wahrscheinlich aber erst nach Ein-speisung der Gärsubstrate in den Fermenter. Gewisse Konservierungsverluste spielen sicherlich bei Pflanzensubstraten und vielleicht auch bei Gülle eine Rolle, aber nicht in dieser Größenordnung, zumal bei der untersuchten Abfallbiogasanla-

Tabelle 1: Biogas-Anlagen-Typ und eingesetzte Substrate

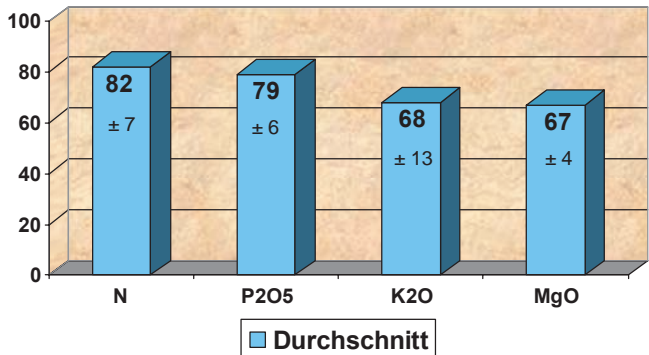
Tabellen: Neuner

Biogas-Anlage auf Basis von ...	verwendete Substrate	Kapazität, kW elektr. Leistung	Anzahl
Abfällen	Fett, Speisereste, Rindergülle, Spülmilch	690	1
NawaRo (gewerblich)	Silagen von Mais, Gras und Getreide-GP	640 und 1250	2
NawaRo (landwirtsch.)	Silagen von Mais, Grünroggen, Gras und Getreide-GP	500 bis 2100	5
NawaRo + Gülle	Gülle, Silagen von Getreide-GP, Gras, Grünroggen, Körnerschrote	100 bis 550	6

Nährstoffdefizite in Biogasanlagen

(deren Ursachen noch weitgehend unbekannt sind)
Auswertung einer Diplomarbeit aus 2010

Durchschnitt von 14 Biogasanlagen
Verhältnis von Output/Input von Nährstoffen in %



Quelle: Diplomarbeit Christian Raba, Februar 2011

ge die Nährstoffdefizite ebenso auftraten.

An dieser Kernaussage ändert sich auch dann nichts, wenn man bei der Berechnung dieser Nährstoffbilanzen die teils erheblichen Unterschiede berücksichtigt, die sich aus den Nährstoffgehaltstabellen verschiedener offizieller Quellen allein schon bei den Inputwerten (Entzugszahlen) für die verschiedenen Energiepflanzenarten ergeben. Das führt zwar je nach Quellenangabe zu teilweise stark differierenden Verlustraten bei den einzelnen Nährstoffen. Trotzdem bleiben bei allen Berechnungsvarianten die Nährstoffbilanzen zwischen Input und Output am Fermenter deutlich negativ.

Alle Hauptnährstoffe sind betroffen

So liegt zum Beispiel beim Nährstoff Kali die maximale Differenz der Inputwerte in dieser Studie bei 19 Prozentpunkten. Das heißt, im günstigsten Falle lag die Ausnutzungsrate im Fermenter, also das Verhältnis zwischen Input und Output an Kali bei 80 Prozent, im schlechtesten Falle sogar nur bei 61 Prozent. Ähnlich hoch war der Schwankungsbereich

bei Magnesium, dagegen etwa nur halb so hoch bei Stickstoff und Phosphat.

Die Aussagekraft dieser Ergebnisse leidet auch nicht darunter, dass beim rechnerischen Umgang mit Nährstoffen (hier Phosphat, Kali und Magnesium) neben der Oxidform manchmal auch die Elementarform eine Rolle spielt. Dafür wurden entsprechende Umrechnungsfaktoren benutzt.

Bei den in der Erhebung erfassten Biogasanlagen mit Güllebonus waren die Nährstoffverluste grundsätzlich ebenso aufgetreten wie in den reinen Nawaro-Anlagen. Sie waren jedoch etwas geringer. Damit scheidet für die Interpretation der aufgetretenen Nährstoffverluste auch eine weitere Überlegung aus, wonach viele Gülle in einem verdünnten Zustand vorliegen würden. Das wäre mangels Analysenergebnisse meistens gleich zu setzen mit einer relativ unbekanntem Nährstoffverdünnung, die leider zu selten registriert würde. Dies wiederum hätte womöglich eine verhängnisvolle Überschätzung der Nährstofffrachten aus dem Gärsubstrat in den Gärbehälter zur Folge.

Verbleib der Nährstoffe ist noch rätselhaft

Die einzige Fehlerquelle in dieser Studie könnte das Nährstoffniveau im Gärrest selbst sein, falls dieser nicht ausreichend oft analysiert wird. Die Nährstoffgehalte von Gärresten schwanken bekanntlich sehr stark in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial und den Gärbedingungen (Tabelle 2). Außerdem gehen etliche Biogasanlagen dazu über, die anfallenden Gärreste zu separieren in eine flüssige und eine feste Phase, die dann aber völlig andere Gehalte an Trockenmasse, organischer Substanz und Nährstoffen aufweisen. Werden also zum Beispiel die Gärrestmengen, die eine Biogasanlage tatsächlich verlassen, nicht genau erfasst, führt dies zu gravierenden Fehleinschätzungen beim Nährstoff-Output und letztendlich auch bei den Nährstoffbilanzen. Schließlich sind Gärreste, die viel nährstoffärmer sind als angenommen, ein völlig unkalkulierbares Risiko für die optimale Pflanzenernährung, auf die es ja gerade im Energiepflanzenbau so besonders ankommt. All die genannten Fehlerquellen wurden bei dieser Erhebung so gut wie möglich ausgeschaltet. Es steht also laut dieser Studie de facto fest, dass es in Biogasanlagen unterschiedlichen Typs zu beträchtlichen Mineralstoffdefiziten kommt. Offensichtlich betreffen diese die Nährstoffe Kalium und Magnesium stärker als Stickstoff und Phosphat. Über den Verbleib dieser scheinbar verlustig gegangenen Mineralstoffe kann man zur Zeit nur spekulieren.

Es muss nunmehr überprüft werden, von welchen weiteren Faktoren so hohe Mineralstoffdefizite, womöglich im Fermenter, noch beeinflusst werden können: zum Beispiel Substratmischung, Verweildauer der Substrate im Gärraum, Lagerzeit der Gärreste, Art der Probenahme aus den Gärresten, Sublimate an der Reaktordecke, labortechnische Verhältnisse bei der Probenbearbeitung (beispielsweise Veraschungstemperatur).

Vermutlich setzen sich Nährstoffe in weitaus größerem

Maße, als bisher angenommen worden ist, zusammen mit eingebrachter Schmutzerde auf dem Boden des Gärbehälters ab (Schlammschicht). Denkbar sind auch Auskristallisierung von Salzen, zum Beispiel an der Behälterdecke (siehe Foto) sowie eine Festlegung von Nährstoffen in Schwimmschichten und durch Fixierung (wie zum Beispiel Kali). Daher ist der Blick in die Fermenter von Biogasanlagen unabdingbar, um über den Verbleib dieser Nährstoffe Klarheit zu bekommen.

Magnesium ist eine Schwachstelle im Gärrest

Vom Nährstoff Magnesium beispielsweise ist hinreichend bekannt, dass das sogenannte Porphingerüst (nämlich der fünfgliedrige Ketonring des Chlorophylls = Blattgrün) außerordentlich stabil ist. In Gegenwart von anorganischen Salzen werden die Metallatome in den ursprünglichen Porphinen wenigstens teilweise gegen solche mit dem gleichen Ionenradius ausgetauscht. Ob sich auch Kalium aufgrund des im Vergleich zu Magnesium kleineren Ionenradius an dem Austausch beteiligen kann, ist zweifelhaft. Denkbar wären diesbezüglich alle schwer aufschließbaren organischen oder anorganischen Metallverbindungen, die sich erst während der Gärung oder während der Analyse bilden. Jedenfalls lassen sich Metall-Porphyrine auch durch konzentrierte Schwefelsäure nicht zerstören und bilden bei Hochtemperatur-Verbrennung (=Veraschungsbedingungen) harte unlösliche Beläge.

Erschwerend hinzu kommt für das Magnesium aus Gärresten noch die erfahrungsgemäß geringe Pflanzenverfügbarkeit, die im Durchschnitt gerade einmal die 50 Prozent-Marke überschreitet, im Extremfall aber lediglich bei 30 Prozent liegen kann (Dr. Kluge, Untersuchung der LUFA Augustenberg 2006). Bei den anderen Hauptnährstoffen aus dem Gärrest ist die Pflanzenverfügbarkeit deutlich besser, aber anscheinend niedriger als bei Rinder- und Schweinegülle.

Man muss bei einer Gesamtbetrachtung jedoch davon aus-

Tabelle 2: Analyse von Gärsubstraten (Praxisbetriebe), Anhaltswerte

	TS (in %)	N ges. (kg/m ³)	NH ₄ (kg/m ³)	P ₂ O ₅ (kg/m ³)	K ₂ O (kg/m ³)
Min.	2,9	2,4	1,5	0,9	2,0
Max.	13,2	9,1	6,8	6,0	10,6
σ	6,7	5,4	3,5	2,5	5,4

gehen, dass ein Großteil dieser vermeintlichen Nährstoffverluste lediglich zeitweise in Erscheinung tritt. Die Nährstoffe können eigentlich nicht unwiderbringlich verloren sein. Wie sollte dies auch geschehen? Irgendwann werden diese Nährstoffe in den Nährstoffkreislauf zurück gelangen, wahrscheinlich spätestens nach einem Abschalten der Anlage, um die Schlamm- und Schwimmschichten zu beseitigen. Dies geschieht allerdings auf vielen Biogasbetrieben nur in sehr unterschiedlichen Zeitabständen, zumeist erstmals nach mehreren Jahren.

Schlußfolgerung für die Praxis

Insofern stehen eben die vorerst verlustig gegangenen Nährstoffe für die aktuelle Pflanzenernährung zunächst nicht

zur Verfügung, ganz gleich ob auf betriebseigenen oder auf externen landwirtschaftlichen Nutzflächen. Eine alleinige Gärrestdüngung kann demzufolge kurz- und mittelfristig keinen pflanzenbaulichen Erfolg gewährleisten, wenn nicht eine mineralische Ergänzungsdüngung erfolgt. Im Umgang mit Biogasgärresten ist hier womöglich ein Umdenken im Nährstoff- und Düngemanagement gefragt. Dazu gehört unter anderem, bei scheinbar derart vielen Unwägbarkeiten die Anzahl der Analysen von Gärrest und Substrat zu erhöhen.

Besonderes Augenmerk wird man in diesem Zusammenhang künftig dem Magnesium schenken müssen. Dabei ist von größter Bedeutung, dass die mineralische Zufuhr als Magnesiumsulfat erfolgt, weil nur darin das



Decke des Gärbehälters der alten Biogasanlage

Foto: Ahrens

Decke des Gärbehälters der alten Biogas-Anlage in Triesdorf mit weißen, grünen und rotbraunen Salzablagerungen.

Magnesium in einer sofort wasserlöslichen und somit schnell pflanzenverfügbaren Form vorliegt. Gleichzeitig wird dadurch auch noch die bisher nicht er-

wähnte Schwefelversorgung sichergestellt.

*Dr. Karl-Heinz Neuner,
Christian Raba,
Prof. Dr. Wilfried Ahrens*