

## Ökologische Konsequenzen (einschließlich CC) des Anbaus und der Verwendung nachwachsender Biogasrohstoffe

Breitschuh, Gerhard; Reinhold, Gerd; Breitschuh, Thorsten

Biogasanlagen beanspruchen kontinuierlich Substrat, um Strom und Wärme erzeugen zu können. Als Substrat kommt im Bereich der Landwirtschaft traditionell Gülle zum Einsatz. Mit unterschiedlichen Ko-Substraten wird bei konstantem Reaktorvolumen die Methanausbeute beeinflusst.

Ausgehend von der Novellierung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes werden zunehmend gezielt angebaute Pflanzen bzw. Pflanzenteile direkt oder siliert zur Biogaserzeugung eingesetzt. So werden in Thüringen mit Stand 2005 rund 45 % des Biogases aus Biogaspflanzen produziert (REINHOLD und DEGNER 2005). Vorrangige Einsatzstoffe sind neben Wirtschaftsdüngern Maissilage, Ganzpflanzensilage, Getreide und Anwelksilage. Weiterhin befinden sich Anlagen, die ausschließlich Biogaspflanzen verwenden, in der Erprobung und Planung. Daraus ergeben sich Konsequenzen für die Düngeplanung und die Nährstoffbilanzierung im Landwirtschaftsbetrieb sowie die fachrechtliche Beurteilung durch die Agrarverwaltung. Nachfolgende Vorschläge ermöglichen angepasste Beratungsempfehlungen und befähigen zu fachrechtlichen Entscheidungen.

Die Biogaserzeugung stellt unter Verwendung von Wirtschaftsdüngern und Biogaspflanzen eine Erhöhung der Wertschöpfung dar. Die wirtschaftliche Rechtfertigung des Anbaus und der Verwendung nachwachsender Biogasrohstoffe ist jedoch ausdrücklich kein Gegenstand dieses Manuskriptes.

Im Vordergrund stehen die Auswirkungen des Anbaus und der Verwertung von Biogaspflanzen auf die Umweltverträglichkeit der Unternehmen und deren Beachtung bei der Nachweisführung und Einhaltung rechtlicher Vorschriften im Rahmen der Düngeverordnung, der Direktzahlungsverordnung und der Cross Compliance. Den nachfolgenden Ausführungen liegen folgende Begriffsbestimmungen zugrunde:

### **Biogaspflanzen**

Pflanzen und Pflanzenteile, die als Ausgangssubstanz zur Biogaserzeugung verwendet und/oder gezielt angebaut werden.

### **Biogasgülle**

Düngungsrelevantes Nebenprodukt der Biogasherstellung, das unter Verwendung von Wirtschaftsdünger und/oder Biogaspflanzen entstanden ist. Ihre stoffliche Zusammensetzung wird neben den Anteilen der Ausgangssubstrate durch die Dauer, Temperatur und Intensität des Abbauprozesses beeinflusst. Ihr Einsatz unterliegt der Düngeverordnung (DüV).

### **Gärreste**

Düngungsrelevantes Nebenprodukt der Biogasherstellung, sobald Bioabfälle zum Einsatz kommen. Ihr Einsatz in der Landwirtschaft unterliegt der BioAbfV sowie der DüV.

## 1 Ökologische Beurteilung des Anbaus und der Verwertung von Biogaspflanzen

Grundsätzlich sind Getreide und alle silierfähigen Pflanzen als Biogasrohstoff geeignet. Wegen der vegetationsbedingt und zeitlich nur begrenzten Verfügbarkeit der einzelnen Fruchtarten wird die Silierung zwischengeschaltet und damit ein lagerfähiges Zwischenprodukt bereitgestellt. Der Silierungsprozess ermöglicht darüber hinaus eine Angleichung der inhaltlichen Zusammensetzung der Substrate und damit eine höhere Kontinuität der Substratbereitstellung. Ausschlaggebend für die Fruchtartenwahl sind die Biogasausbeute und die Kosten für die kontinuierliche Substratbereitstellung.

Die Integration der Biogaspflanzen ist abhängig vom bestehenden Anbauverhältnis und der Fruchtfolgegestaltung des konkreten Betriebs. Besonders in hochspezialisierten Betrieben stellt die Verwendung von Blattfrüchten als Bioenergiepflanzen eine Bereicherung des Kulturartenspektrums und der Fruchtfolge dar.

Mit Hilfe des VDLUFA-Verfahrens „Umweltsicherung der Landwirtschaft“ (USL) (ECKERT et al. 1999, BREITSCHUH et al. 2000) können Auswirkungen auf die Umweltverträglichkeit infolge des Anbaus von Biogaspflanzen umfassend quantifiziert und bewertet werden. Die Veränderung der Anbaustruktur und die Auswirkungen der Biogaserzeugung führen mit der einzelbetrieblichen Umweltanalyse und -bewertung zu veränderten Bewertungen.

Zur Veranschaulichung der Umweltwirkungen einer extremen Ausweitung des Energiepflanzenanbaus wurde die komplette Marktproduktion eines real existierenden Betriebs in der nachfolgend beschriebenen Weise kalkulatorisch auf Bioenergiepflanzen umgestellt.

1. Der Winterrapsanteil wird von gegenwärtig 16 auf zukünftig 20 % des Ackerlandes ausgedehnt. Biodiesel deckt den Dieselbedarf komplett ab. Überschüsse werden verkauft. Der Rapskuchen ersetzt den bisherigen Rapschrotzukauf.
2. Der Zuckerrübenanbau wird marktordnungsbedingt von jetzt 4 auf zukünftig 2,5 % reduziert.
3. Der Futterbedarf der eigenen Tierhaltung (gegenwärtig 0,5 GV/ha LN) wird im bisherigen Umfang (etwa 2/3 Selbstversorgung) weiter abgedeckt.
4. Für die Biogaserzeugung kommen, neben der gesamten Gülle der eigenen Tierbestände, Biogaspflanzen zum Einsatz mit den Anteilen
  - a. 1/3 Silomais
  - b. 1/3 Ganzpflanzensilage auf Basis WG, (SG), Gerstgras
  - c. 1/3 Getreide auf Basis Triticale, Hybridweizen, Wintergerste
5. Der über Biogas erzeugte Strom wird vollständig zu EEG-Konditionen verkauft.
6. Die Abwärme des BHKW deckt den Wärmebedarf der betriebseigenen Stallanlagen vollständig ab. Zusätzlich wird ein Getreidetrockner mit einer Kapazität von 15 t Getreide installiert. Dieser Trockner dient im Winter der Vorwärmung der Rapssaat für die Ölmühle.
7. Die mineralische Düngung wird infolge der veränderten Anbaustruktur, Produktverwendung und der Rückführung der Pflanzennährstoffe angepasst.

Folgende Veränderungen bezüglich der Umweltkriterien treten ein (Abb. 1):

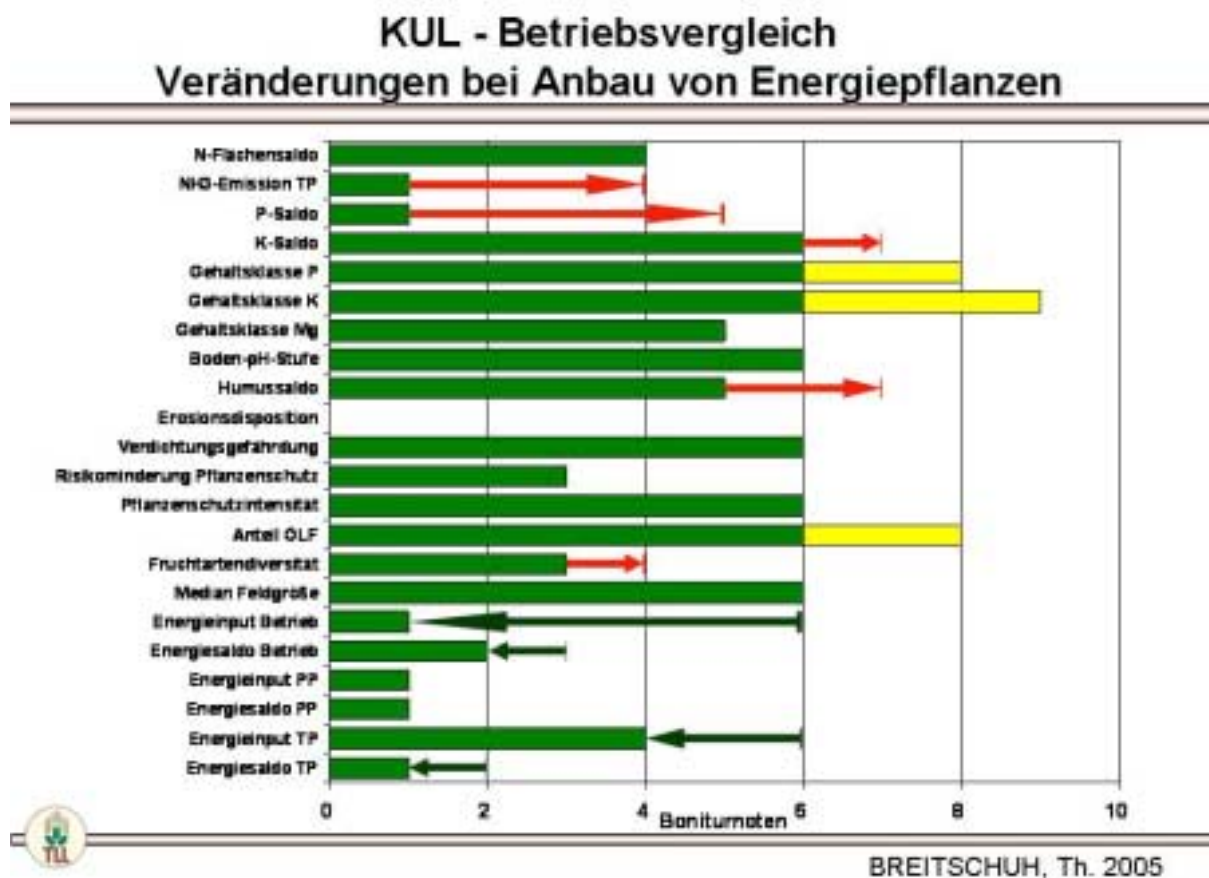


Abbildung 1: KUL-Betriebsvergleich ohne/mit Energiepflanzen

- Der N-Saldo wird infolge des geringeren Wirkungsgrades der organischen Dünger geringfügig erhöht. Der außergewöhnlich geringe Saldenüberschuss bleibt praktisch jedoch erhalten.
- Die NH<sub>3</sub>-Emission steigt deutlich an, weil die absolute Güllemenge steigt und Biogasgülle ein höheres Emissionspotenzial aufweist.
- Die ohnehin hohen Humus-, P- und K-Salden des Betriebes steigen nochmals an, weil kaum noch Nährstoffe den Betrieb verlassen und eine generell hohe Nährstoffversorgung vorliegt.
- Die bereits heute als gut bewertete Kulturartendiversität des Betriebes wird aufrecht erhalten.
- Die Pflanzenschutzintensität bleibt praktisch unverändert und im Toleranzbereich.
- Die ebenfalls bereits positive Bewertung in den betrieblichen Energiebilanzen wird durch die Umstellung nochmals entscheidend verbessert.

Generell bestätigt das Betriebsbeispiel die These der erhöhten Wertschöpfung durch die energetische Verwertung von Bioenergiepflanzen und der damit verbesserten Faktoreffizienz. Dem im Wesentlichen unveränderten Faktoreinsatz steht ein erheblich höherer Output gegenüber. Diese verbesserte Faktorennut-

zungseffizienz bedeutet gleichermaßen eine Umweltentlastung. Dies gilt insbesondere für die Energiebilanzen und die CO<sub>2</sub>-Nettoemission.

Das Betriebsbeispiel soll aber auch verdeutlichen, dass keine generelle Bewertung erfolgen darf, sondern stets die einzelbetriebliche Situation analysiert und bewertet werden muss.

## 2 Nährstoffgehalte der Biogasgülle

### 2.1 Inhaltsstoffe der Ausgangssubstrate

Die Inhaltsstoffe der Ausgangssubstrate basieren auf den Richtwerten der TLL (Tab. 1) (KERSCHBERGER et al. 2002, [www.tll.de/ainfo](http://www.tll.de/ainfo)). Sie basieren auf normierten TS-Gehalten und sind entsprechend der betrieblichen Bedingungen umzurechnen.

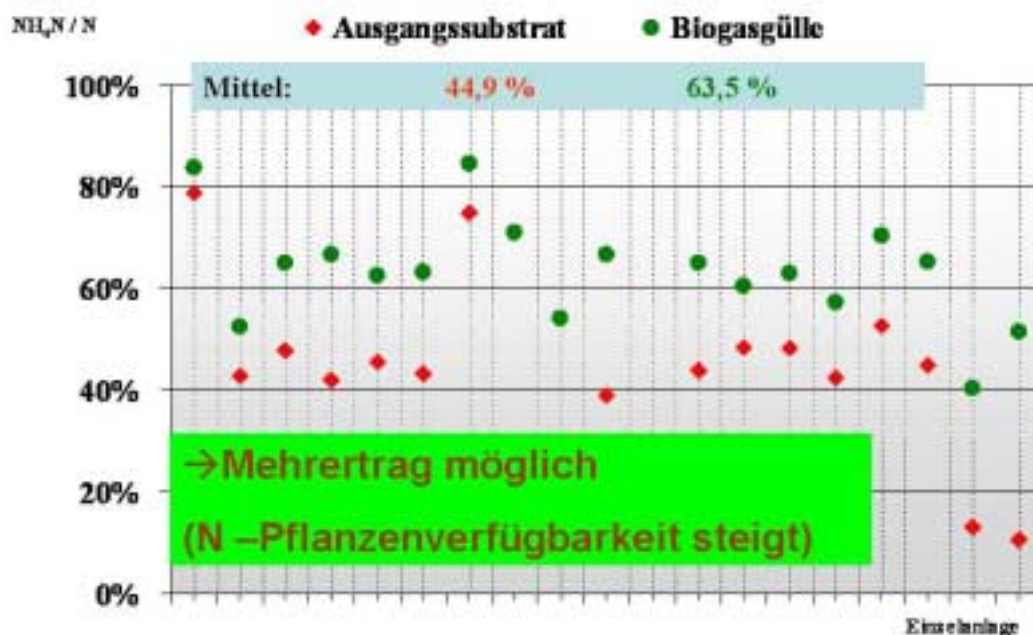
Art, Herkunft und Eigenschaften der Substrate		TS (%)	Nährstoffgehalte (kg/t)			
			N	P	K	
1. Wirtschaftsdünger						
Rindergülle	Mittelwert	10	5,3	0,92	5,7	
	Milchkuh	10	4,4	0,74	5,3	
Schweinegülle	Standardfütterung	10	6,8	1,6	3,0	
	NP-reduzierte Fütterung	10	4,4	1,3	2,5	
Geflügelgülle	Standardfütterung	15	5,7	1,5	3,1	
	NP-reduzierte Fütterung	15	5,4	1,1	2,6	
Geflügelkot	mit Einstreu, Standardfütterung	45	1,6	0,48	1,2	
Stallmist	Rinder	25	7,1	1,9	9,6	
	Schwein	25	6,7	2,4	5,1	
2. Silagen						
Maissilage	Silage	32	4,1	0,72	4,2	
Roggen	Ganzpflanzensilage	40	8,3	1,5	14	
Gras	Anwelksilage	40	10	1,5	12	
Kleegras	Anwelksilage	40	11	1,4	12	
3. Getreide		Rohproteingehalt				
Winterweizen	Korn	11	86	17	3,5	5,0
	Korn	13	86	20	3,5	5,0
	Korn	15	86	23	3,5	5,0
Wintergerste	Korn	12	86	16	3,5	5,0
	Korn	13	86	18	3,5	5,0
Winterroggen	Korn	11	86	15	3,5	5,0
	Korn	12	86	16	3,5	5,0

### 2.2 Beurteilung der Inhaltsstoffe und der Nährstoffgehalte der Biogasgülle

Der Trockenmasse- und Nährstoffgehalt der Biogasgülle wird beeinflusst vom Anteil und Nährstoffgehalt der Ausgangssubstrate, Intensität der anaeroben Fermentation und den Nährstoffverlusten. Folgende Abbau- und Umwandlungsprozesse treten auf:

- Die zugeführten Pflanzennährstoffe **Gesamt-N, Phosphor** und **Kalium** gehen im Gärprozess nicht verloren.
- Der **Ammoniumanteil am Gesamt-N** steigt prozessbedingt deutlich an (Abb. 2). Daraus ergeben sich Konsequenzen für die Bewertung der gasförmigen Stickstoffverluste sowie der zulässigen Gabenhöhe insbesondere infolge der Begrenzung auf 40 kg NH<sub>4</sub>-N/ha nach Ernte der Hauptfrüchte.

## Anteil des $\text{NH}_4\text{-N}$ am $\text{N}_t$

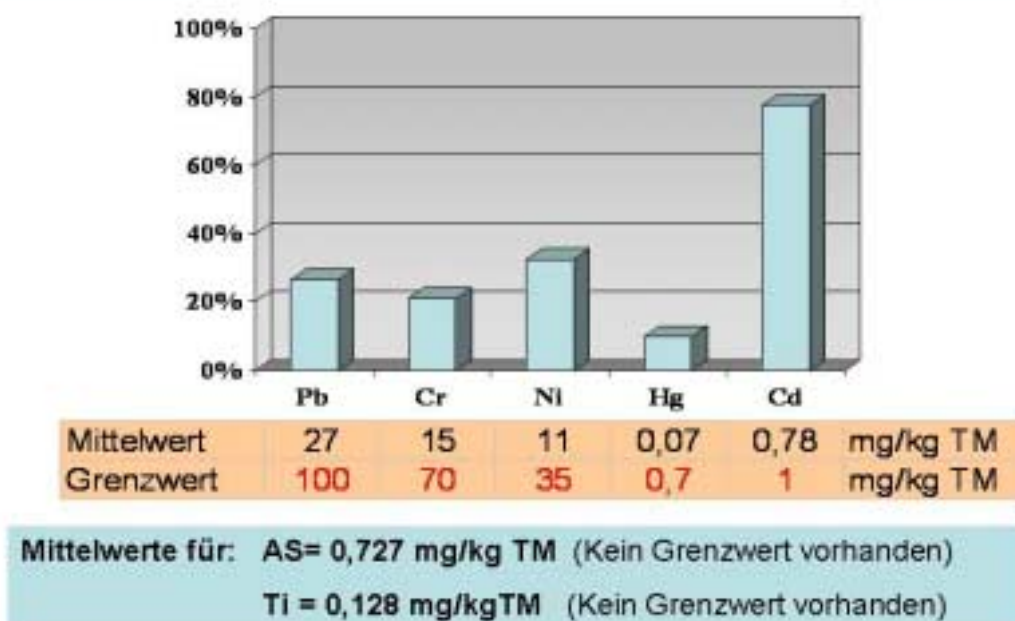


REINHOLD, G. 2005

Abbildung 2: Veränderung des  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteils am  $\text{N}_t$  durch die Biogaserzeugung (Erhebung Thüringen 2003)

- Durch die Biogaserzeugung treten **Masse- bzw. Volumenverluste** im Substrat auf. Diese sind vom TS-Gehalt und der Höhe des Abbaus der organischen Substanz abhängig. Mit dem Masseverlust tritt eine Erhöhung der Nährstoffgehalte in der Biogasgülle gegenüber den Ausgangssubstraten ein. Als Richtwerte für den Masseverlust gelten:
  - 2 bis 3 % für Gülle bei 5 bis 10 % TS bzw. 10 bis 15 % für Stallmist,
  - 20 bis 30 % für Silage (25 bis 40 % TS) bzw.
  - 70 bis 80 % für Getreide mit mehr als 80 % TS.
- **Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis**  
Substratabhängig werden 20 bis 80 % des mit den Ausgangssubstraten eingebrachten Kohlenstoffs in Methan umgewandelt. Damit verengt sich das C/N-Verhältnis in der Biogasgülle deutlich.
- **Schwermetall- bzw. Spurenelementgehalte**  
Infolge des Trockenmasseabbaus steigt der in mg/kg TS gemessene **Kupfer-** und **Zinkgehalt** gegenüber den Ausgangssubstraten an. Die Gesamtfracht dieser Mikronährstoffe bleibt aber unverändert. Eine Grenzwertüberschreitung hat dann fachrechtliche Konsequenzen, wenn Biogasgülle in Verkehr gebracht wird bzw. Gärreste zum Einsatz kommen. Gleichmaßen steigt die Konzentration in mg/kg TS der anderen Schwermetalle infolge des Trockenmasseverlustes an, ohne jedoch die Grenzwerte der Bioabfallverordnung zu erreichen (Abb. 3).

## Ausschöpfung der Grenzwerte BioAbV (Messwerte unter der Nachweisgrenze als Wert gesetzt)



REINHOLD, G. 2005

**Abbildung 3: Ausschöpfung der Grenzwerte BioAbV**

### 2.3 Verminderung von Stickstoffverlusten während der Lagerung

Stickstoffverluste können in geringem Maße während der Fermentation und während der Lagerung auftreten. Der im Vergleich zum Ausgangssubstrat erhöhte pH-Wert wirkt verluststeigernd. Deshalb ist bei der Lagerung der Biogasgülle bewusst auf Möglichkeiten zur Emissionsminderung zu achten, wie:

- Einleitung der Biogasgülle in den Lagerbehälter unter Flüssigkeitsniveau,
- Abkühlung vor Einleitung in nicht abgedeckte Lagerungsbehälter,
- Erhaltung von natürlichen Schwimmschichten,
- Homogenisierung nur vor der Ausbringungsperiode,
- Nutzung von Schutzpflanzungen u. ä. zur Emissionsminderung.

### 2.4 Ermittlung der Inhaltsstoffgehalte von Biogasgülle

Der Trockensubstanz- und Nährstoffgehalt der Biogasgülle kann analytisch nur sehr aufwendig bestimmt werden. Ersatzweise können die Gehalte und Frachten mit einem Algorithmus berechnet werden. Eingabegrößen sind die täglichen Frischmassemengen und deren (berechneter/gemessener/geschätzter) TS-Gehalt. Das KTBL bietet dafür einen „Biogasgülle-Rechner“ an.

Der N-Gehalt der Biogasgülle bildet die Grundlage für die Ermittlung der Jahresmengen und Jahresdurchschnittsgehalte und damit für die Integration der Biogasgülle in die pflanzenbauliche Verwertung.



### 3 Auswirkung auf Nährstoffbilanzierung

Erfolgen die Bereitstellung von Wirtschaftsdüngern und Biogaspflanzen, der Betrieb der Biogasanlage und die Verwertung der Biogasgülle im gleichen Unternehmen, handelt es sich ausschließlich um betriebsinterne Stoffflüsse. Bei der Berechnung der **Hofor-Netto-N-Bilanz** sind die gasförmigen N-Verluste (28 % Lagerungs- und Ausbringungsverluste) zu berücksichtigen.

Werden Biogaspflanzen und/oder Biogasgülle gekauft oder verkauft, werden die darin enthaltenen Bruttonährstoffe als Input bzw. Output bilanziert.

In der **Flächenbilanz und der Schlagbilanz** werden die Inhaltsstoffe der Biogaspflanzen analog zu Marktfrüchten und Futterpflanzen als Abfuhr von der Fläche bewertet. Die Inhaltsstoffe der Biogasgülle stellen andererseits eine Zufuhr in der Flächenbilanz abzüglich gasförmiger N-Verluste dar.

### 4 Beachtung in der Düngeplanung

Biogasgülle weist auch infolge der Einspeisung zusätzlicher Biogaspflanzen veränderte Gehalte an organischer Substanz und Nährstoffen sowie eine erhöhte Nährstofflöslichkeit gegenüber dem unvergorenen Ausgangssubstrat auf. In der Düngeplanung sind der Nährstoffgehalt, bei Stickstoff abzüglich der Ausbringungsverluste, und die Düngewirkung im Ausbringungsjahr und den Folgejahren (Mineraldüngeräquivalente) zu beachten.

Der derzeitige Erkenntnisstand rechtfertigt keine unterschiedlichen Mineraldüngeräquivalente für Biogasgülle mit und ohne Biogaspflanzen als Ausgangssubstrat.

Das infolge des gestiegenen Ammoniumanteils am Gesamt-N-Gehalt und des erhöhten pH-Wertes größere N-Verlustpotenzial der Biogasgülle erfordert gesteigerte Anstrengungen für einen verlustarmen Einsatz und deren angemessene Berücksichtigung bei der Bemessung des verbleibenden mineralischen N-Düngebedarfes.

Der höhere Ammoniumanteil lässt bei verlustarmer Ausbringung eine höhere Sofortwirkung des Stickstoffs im Vergleich zu den unvergorenen Ausgangsstoffen bei gleichzeitig geringerer Nachwirkung erwarten.

### 5 Anrechnung auf Höchstmengen nach Düngeverordnung

Im Gegensatz zur notwendigen Berücksichtigung des Einsatzes von Biogaspflanzen in der operativen Düngeplanung steht hier die Anrechnung der aus den Biogaspflanzen stammenden Nährstoffe auf die zulässige Höchstmenge nach Düngemittelgesetz und Düngeverordnung zur Diskussion.

Nach dem **Düngemittelgesetz** § 1 Absatz 1 und 2 gilt: *„Wirtschaftsdünger sind tierische Ausscheidungen, Gülle, Jauche, Stallmist, Stroh sowie ähnliche Nebenerzeugnisse aus der landwirtschaftlichen Produktion, auch weiterbehandelt, die dazu bestimmt sind, mittelbar oder unmittelbar Nutzpflanzen zugeführt zu werden, um ihr Wachstum zu fördern, ihren Ertrag zu erhöhen oder ihre Qualität zu verbessern.“*

Diese Formulierung erlaubt keinen Zweifel daran, dass die Nährstoffe aus der Biogasgülle - hier insbesondere die aus den Biogaspflanzen stammenden - den Nährstoffen aus Wirtschaftsdüngern gleich auf die Höchstmenge von 170 kg anzurechnen sind. Diese Position ist fachlich eindeutig begründet, weil die Nährstoffe der Biogasgülle, unabhängig von der Herkunft aus Wirtschaftsdüngern oder aus Biogas-

pflanzen, in der Düngeplanung einheitlich als organischer Dünger zu bewerten und zu behandeln sind. Die Höchstmengenregelung beruht auf der Erkenntnis, dass der Einsatz von organischen Düngern die erforderliche Bruttonährstoffmenge je Flächeneinheit erhöht. Deshalb ist die Gleichsetzung von Biogasgülle mit und ohne Biogaspflanzen gerechtfertigt.

Die **EG-Nitratrichtlinie** (91/676/EWG vom 12.12.1991, Anhang 3), die geltende **Düngeverordnung** vom 26.01.1996 sowie die vorliegenden **Entwürfe der zu novellierenden Düngeverordnung** begrenzen dagegen die Höchstmengenregelung ausschließlich auf Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und lassen damit die Nichtanrechnung auf die Höchstmenge von 170 kg/ha zu.

Nach der Düngeverordnung vom 26.01.1996 § 3 (7) gilt: „... dürfen im Betriebsdurchschnitt Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft nur ausgebracht werden, wenn die mit diesen ausgebrachte Menge an Gesamtstickstoff je ha und Jahr auf Grünland 210 kg, ... , ab 1. Juli 1997 auf Ackerland 170 kg nicht überschritten wird“.

Das nach der Düngeverordnung zulässige, durch Biogasgülle aus Biogaspflanzen verursachte Überschreiten der 170 kg N/ha-Grenze erhöht das Verlustpotenzial (Risiko erhöhter Nitratauswaschungs- und Ammoniakverluste), ist deshalb ökologisch bedenklich und erfordert entsprechende Berücksichtigung bei der Fortschreibung der Regelungen zur Düngemittelanwendung, d. h. das Einbeziehen des Gesamt-N-Anfalls aus Biogasgülle unabhängig von der Art der Gärsubstrate.

## 6 Auswirkungen auf den Lagerraumbedarf

Der Lagerraumbedarf gilt für die Biogasgülle, unabhängig davon, aus welchem Ausgangsmaterial die Gülle entsteht. Steigt die Gülleanfallmenge infolge des Zusatzes von Biogaspflanzen, auch unter Beachtung der aus den Abbauraten begründeten Masseverluste, wird zusätzlicher Lagerraum erforderlich, um die gesetzlich geforderte Lagerkapazität von 180 Tagen einhalten zu können. Die Investaufwendungen und Kosten der Lagerraumerweiterung müssen bei der ökonomischen Verfahrensbewertung der Biogasanlage einbezogen werden.

Der ermittelte Lagerraumbedarf kann sogar darüber hinaus ansteigen, weil die Biogasgülleverwendung durch die Regelungen der Düngeverordnung (Begrenzung der N-Fracht durch flüssige Wirtschaftsdünger nach der Ernte, Ausbringverbot während der Sperrfrist sowie auf gefrorenem oder schneebedecktem Boden nach Ende der Sperrfrist) sowohl kapazitiv als auch von der Flächenverfügbarkeit zusätzliche Kapazitäten erfordert.

Die Nitratrichtlinie ist nach Umsetzung in das Wasserrecht der deutschen Bundesländer so zu interpretieren, dass die Vorgaben für die Lagerkapazität auch für Biogasgülle aus Biogaspflanzen gelten, obwohl 2005 in Cross Compliance (CC) nur der Anfall aus der Tierhaltung mit einbezogen wird.

## 7 Anrechnung in Cross Compliance

Im Rahmen von Cross Compliance wird die Einhaltung der Regelungen der EG-Nitratrichtlinie kontrolliert. Dabei wird ausschließlich von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft ausgegangen (Gülle, Stallmist, Jauche, Weideexkremete). Zulässig ist im Mittel des Betriebes die Ausbringung von maximal 170 kg N/ha Ackerland und



210 kg N/ha Grünland, wobei vom Anfall in der Tierhaltung Stall- und Lagerungsverluste abzuziehen sind, Ausbringungsverluste hingegen nicht.

Nährstoffe aus nicht tierischer Herkunft, d. h. Biogaspflanzen, bleiben dabei unberücksichtigt. Eventuelle Änderungen in der Düngeverordnung führen dann zu Veränderungen der CC-Regelung.

Problematisch wird die Einhaltung der Cross Compliance im Zusammenhang mit dem Anbau von Biogaspflanzen, wenn Betriebe das betriebliche Fruchtartenspektrum durch Konzentration auf eine Fruchtart z. B. Energiemais einengen. Daraus können Konflikte bei den CC-Kriterien „Erosionsvermeidung“ und „Erhalt der organischen Bodensubstanz“ entstehen.

## 8 Auswirkungen auf die Emissionen

Sinkt durch den anaeroben Abbau der TS-Gehalt der Biogasgülle, führt dies durch ein schnelleres Abtropfen von den Pflanzen und der schnelleren Infiltration in den Boden potenziell zur Minderung der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Emissionen. Diese Wirkung geht jedoch durch die Einspeisung trockensubstanzreicher Biogaspflanzen wieder verloren.

Der Einsatz von Silagen als Ko-Substrat führt zur verstärkten Schwimmschichtbildung und wirkt damit emissionsmindernd bei der Lagerung.

Weiterhin ist infolge der Fermentation bei ausgegaster Gülle kaum noch eine Methanemission im Vergleich zu Rohgülle vorhanden (Abb. 4). Dies ist bei der Bewertung der Gesamtemission zu berücksichtigen.

### Gasförmige Emissionen bei der Lagerung

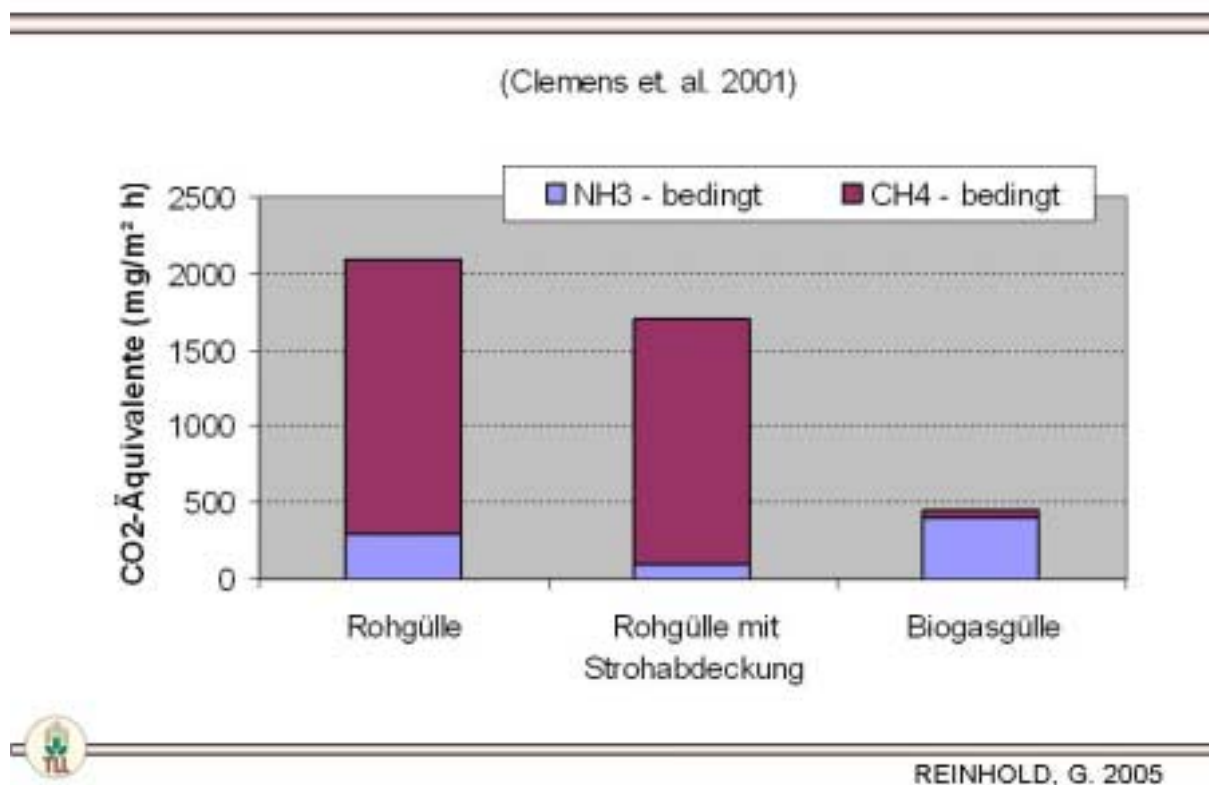


Abbildung 4: Gasförmige Emissionen bei der Lagerung

Andererseits führt die Steigerung des  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteils am Gesamt-N in Verbindung mit den erhöhten pH-Werten potenziell zur Steigerung des  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Emissionspotenzials. Durch den konsequenten Einsatz von Verfahren zur Minderung der Emissionen bei der Lagerung sowie von emissionsmindernder und emissionsarmer Applikationstechnik ist dem entgegenzuwirken.

## 9 Schlussfolgerungen und Thesen

- Die landwirtschaftlichen Biogasanlagen ermöglichen die energetische Verwertung von Wirtschaftsdüngern und Biogaspflanzen. Dadurch entsteht eine zusätzliche Nachfrage nach Biogaspflanzen und damit eine Marktentlastung im Sektor der Nahrungsmittel.
- Die innerbetriebliche energetische Verwertung von Wirtschaftsdüngern und insbesondere von Biogaspflanzen erhöht die Wertschöpfung in landwirtschaftlichen Betrieben.
- Biogaspflanzen sollen und können die betriebliche Anbaustruktur diversifizieren. Dazu sind einzelbetriebliche konkrete Entscheidungen bezüglich der geeigneten Biogaspflanzen zu prüfen und zu treffen. Der generellen Forderung nach einer Fruchtfolgeauflockerung durch Blattfrüchte steht die relative wirtschaftliche Vorzüglichkeit der in Frage kommenden Fruchtarten entgegen.
- Die veränderten stofflichen Eigenschaften der Biogasgülle und die Erhöhung des Nährstoffanteils aus organischen Düngern sind von erheblichem Einfluss auf die Düngepraxis. Wegen der Umweltrelevanz dieser Veränderung wird die Anrechnung der Stickstoffmenge aus Biogaspflanzen im Rahmen der Höchstmengenregelung nach DVO empfohlen.
- Auf die Einhaltung der CC-Regeln werden nur geringe Auswirkungen erwartet.
- Umweltverträglichkeit und Faktorennutzungseffizienz können und sollen mit der Integration von Biogas- und Bioenergiepflanzen grundsätzlich verbessert werden.

### Literatur:

BREITSCHUH, G.; ECKERT, H.; KUHAUPT, H., GERNAND, U.; SAUERBECK, D.; ROTH, S., 2000: Erarbeitung von Beurteilungskriterien und Messparametern für nutzungsbezogene Bodenqualitätsziele; Umweltbundesamt Berlin, Texte 50/00 ISSN 01722-186X

ECKERT, H.; BREITSCHUH, G.; SAUERBECK, D., 1999: Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung (KUL) – ein Verfahren zur ökologischen Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben. VDLUFA-Schriftenreihe, ISSN 0938-0337, Band 52, Heft 1, S. 57 - 76

KERSCHBERGER, M.; FRANKE, G., HESS, H., 2002: Anleitung und Richtwerte für Nährstoffvergleiche nach Düngeverordnung, TLL-Schriftenreihe Heft 10/2002

REINHOLD, G.; DEGNER, J., 2005: Welches Ko-Substrat lohnt sich in Biogasanlagen? Zeitschrift Mais, Heft 4/2005, S. 130-133