

Friedrich Weißbach

# Das Gasbildungspotenzial von Hühnertrockenkot bei der Biogasgewinnung

Für den effektiven Einsatz von Substraten in der Biogasgewinnung ist die Kenntnis ihres Gasbildungspotenzials notwendig. Bisher fehlen hinreichend genaue Angaben hierüber für Hühnerexkreme ohne Einstreu, die gewöhnlich als Hühnertrockenkot (HTK) bezeichnet werden. Welche Qualitätsunterschiede zwischen einzelnen Chargen von HTK bestehen und welche Laboruntersuchungen zur Erfassung dieser Unterschiede sinnvoll sind, ist bisher noch weitgehend unklar. In dieser Studie wird geprüft, mit welchen Unterschieden in der Zusammensetzung von HTK zu rechnen ist. Ergebnisse von an Schafen durchgeführten Versuchen zur Messung der Verdaulichkeit waren die Grundlage für die Ermittlung des Gehaltes von „fermentierbarer organischer Trockensubstanz“ (FoTS) in Hühnerexkrementen. Außerdem wird der potenzielle Gasertrag je kg FoTS aus Hühnerexkrementen von diesen Daten abgeleitet, und es werden Vorschläge zur Qualitätskontrolle von HTK unterbreitet.

## Schlüsselwörter

Biogas, Geflügelexkreme, Hühnertrockenkot, Gasbildungspotenzial, fermentierbare organische Trockensubstanz, Methanertrag

## Keywords

Biogas, poultry faeces, dry chicken dung, gas forming potential, fermentable organic matter, methane yield

## Abstract

Weissbach, Friedrich

The gas forming potential of dry chicken dung in biogas production

Landtechnik 67 (2012), no. 4, pp. 299–304, 1 figure, 4 tables, 9 references

In order to utilize substrates for biogas production efficiently, the knowledge of their gas forming potential is crucial. Until now, sufficiently precise data has been lacking for poultry excrements without bedding. These excrements are usually referred to as dry chicken dung (DCD). It has not been determined as to whether differences exist in quality between different batches and which laboratory analyses

are meaningful to cover them. The aim of this study was, therefore, to address the differences in composition of DCD. Based on data from digestibility measurements in sheep, the content of fermentable organic matter (FOM) was calculated. Additionally, the potential gas yield per kg FOM of DCD was determined, and recommendations were made regarding quality assurance of DCD.

■ Bei der Legehennenhaltung fallen große Mengen an einstreulosen Hühnerexkrementen an, die während des Produktionsprozesses und der anschließenden Lagerung teilweise eintrocknen und gewöhnlich als Hühnertrockenkot (HTK) bezeichnet werden. In der Vergangenheit wurde dieses Material hauptsächlich als Dünger genutzt. Weil die Hühnerexkreme im frischen Zustand aber auch bedeutende Mengen an bakteriell leicht zersetzbaren organischen Stoffen enthalten, gab es bis vor wenigen Jahrzehnten Versuche, in einzelnen Ländern auch die Praxis, sie als Futtermittel für Wiederkäuer zu verwenden [1]. Diese Nutzung ist inzwischen aus hygienischen Gründen aufgegeben worden. Seit einigen Jahren gewinnt der HTK jedoch zunehmend als Substrat für die Biogaserzeugung an Interesse. Erfahrungen in der Praxis zeigen unterschiedliche Methanerträge, die auf große Qualitätsunterschiede zwischen den Chargen von HTK schließen lassen. Ziel dieser Studie ist die Bewertung und Qualitätskontrolle von HTK als Biogassubstrat.

### Bestandteile des HTK

Geflügelexkremente bestehen aus dem eigentlichen Kot, der zusammen mit dem Harn ausgeschieden wird. Der Kot enthält die unverdauten Stoffe aus dem Futter sowie endogene Ausscheidungen aus dem Darm. Der Harn besteht aus den über die Niere gebildeten Ausscheidungsprodukten, v. a. der sehr stickstoffhaltigen Harnsäure. Sie überzieht den Kot als weiße Masse. Die Harnsäure kann von Bakterien, die im Kot reichlich vorkommen, über verschiedene Zwischenprodukte bis zu Ammoniak und Kohlendioxid abgebaut werden. Geschwindigkeit und Ausmaß dieses Abbaus hängen vom Grad der Vermischung des Kotes mit dem Harn, von den Lagerungsbedingungen und von der Lagerungsdauer des Gemisches ab. Außerdem enthält der HTK gewisse Mengen an mineralischen Partikeln (Grit), die von den Tieren mit dem Futter oder – falls vorhanden – im Auslauf aufgenommen werden. Einstreumaterial oder Futter fallen als Bestandteile des HTK quantitativ nicht ins Gewicht.

Wenn es um die Nutzung als Biogassubstrat geht, wird HTK gewöhnlich nach der Weender Futtermittelanalyse untersucht. Die Laboranalyse einer größeren Stichprobe (n = 32) erbrachte u. a. folgende Ergebnisse:

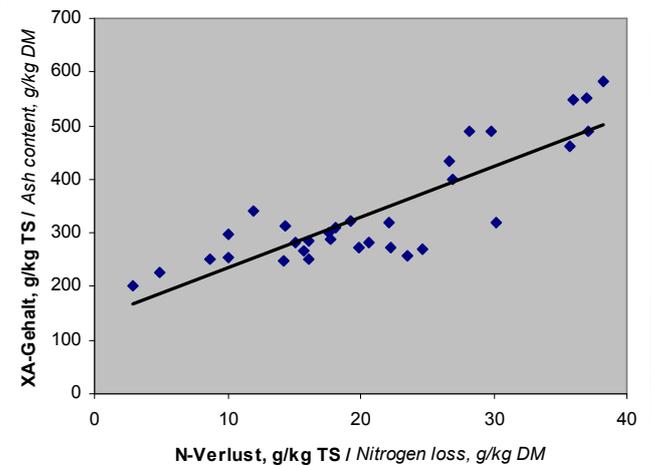
Trockensubstanz (TS)	24,8 bis 75,6 % (Mittel = 44,5)
Rohasche (XA)	200 bis 582 g/kg TS (Mittel = 340)
Rohprotein (XP)	161 bis 383 g/kg TS (Mittel = 269)

Die starken Schwankungen des TS-Gehaltes sind das Resultat einer je nach Haltungsverfahren unterschiedlichen Eintrocknung. Frisch abgesetzte Hühnerexkrementen enthalten zwischen 25 und 30 % TS. Eine Kontrolle des TS-Gehaltes von gelagertem HTK ist in jedem Fall zweckmäßig.

Die enormen Unterschiede in den Gehalten an XA und XP hängen offensichtlich mit der Dauer der Lagerung und dem Ausmaß des bakteriellen Stoffabbaus zusammen. Dabei verändern sich XP- und XA-Gehalt in entgegengesetzter Richtung. Je höher der XP-Gehalt, umso niedriger ist der XA-Gehalt, und umgekehrt. Zwischen dem Rückgang des XP-Gehaltes während der Lagerung, ausgedrückt als N-Verlust im Vergleich zu frischem Hühnerkot, und dem XA-Gehalt besteht die in **Abbildung 1** dargestellte Beziehung.

Vom bakteriellen Abbau ist offensichtlich zunächst vor allem die Harnsäure betroffen, wodurch Stickstoff verloren geht, der Gehalt an XP sinkt und der an XA steigt. Das dabei freigesetzte Ammoniak unterliegt während der Probentrocknung zudem der Verdunstung und wird deshalb bei der üblichen Bestimmung von XP in den getrockneten Proben nur unvollständig erfasst. Sowohl XP- als auch XA-Gehalt sind deshalb empfindliche Parameter für das Ausmaß der während der Lagerung eingetretenen Umsetzungen. Frischer, noch kaum zersetzter HTK hat einen XP-Gehalt zwischen 350 und 400 g/kg TS und einen XA-Gehalt von etwa 200 g/kg TS.

Abb. 1



Zusammenhang zwischen N-Verlust und Zunahme des Rohaschegehaltes von Hühnerkot

Fig. 1: Relation between loss of nitrogen and increase of ash content of dry chicken dung

Wenn man abschätzen will, wie viel organische Substanz beim Harnsäureabbau verloren geht und wie sehr hierdurch der XA-Gehalt ansteigen müsste, ist zu bedenken, dass die Harnsäure mit 33,3 % erheblich mehr Stickstoff enthält als das Rohprotein von pflanzlicher Biomasse, für das bei der Berechnung des XP-Gehaltes allgemein 16 % unterstellt werden. Die Berechnung einer Regressionsgleichung für den Zusammenhang zwischen dem N-Verlust bei der Lagerung und Trocknung des Hühnerkotes (Rückgang des N-Gehaltes, unterstellter Ausgangswert von frischem Hühnerkot: 400 g XP = 64 g N je kg TS) und dem zu erwartenden XA-Gehalt hatte folgendes Ergebnis:

$$XA \text{ [g/kg TS]} = 141 + 9,5 \text{ (N-Verlust [g/kg TS])} \quad (\text{Gl. 1})$$

$$s_y = 56 \quad R^2 = 0,73$$

Das bedeutet, wenn der N-Gehalt um 1 g/kg TS zurückgeht, steigt der XA-Gehalt um durchschnittlich 9,5 g/kg TS an. Wenn nur der Harnsäureabbau dafür verantwortlich wäre, dürften es bloß 3 g/kg TS sein (100/33,3 % N = 3). Folglich werden zusammen mit der Harnsäure stets auch erhebliche Mengen an N-freien Bestandteilen der organischen Trockensubstanz (oTS) abgebaut und gehen damit als Gasbildungspotenzial verloren.

Die Bestimmung weiterer Nährstoffe der Weender Futtermittelanalyse bringt für die Bewertung des Gasbildungspotenzials von HTK keinen Nutzen. Wichtiger ist die Kenntnis der Verdaulichkeit der oTS aus dem HTK.

Aus der Zeit der Verwendung von Geflügelexkrementen als Futtermittel gibt es Versuchsergebnisse verschiedener Autoren zur Messung der Verdaulichkeit an Wiederkäuern [1]. Diese Ergebnisse lassen sich für die Bewertung von HTK als Biogassubstrat nutzen. Hier sollen Versuche ausgewertet werden, die von Poppe und Grugel [2] mit getrockneten einstreulosen Le-

Tab. 1

Gehalt an organischen Stoffgruppen in getrockneten Legehennenexkrementen [2]

Table 1: Content of organic compounds in dried faeces of laying hens [2]

1.1 Weender Futtermittelanalyse/Nutrient fractions according to Weende analysis						
Charge Charge	Rohprotein Crude protein	Rohfett Ether extract	Rohfaser Crude fibre	N-freie Extraktstoffe N-free extract	Rohasche Ash	Organische Substanz Organic matter
Gehalt [g/kg TS]/Content [g/kg DM]						
1	382	37	50	331	200	800
2	262	24	72	325	318	682
<b>Mittel/Mean</b>	<b>322</b>	<b>30</b>	<b>61</b>	<b>328</b>	<b>259</b>	<b>741</b>
1.2 Organische Stoffgruppen/Fractions of organic compounds						
Charge Charge	Proteine Proteins	Harnsäure <sup>1)</sup> Uric acid	Andere NPN-Verbindungen <sup>2)</sup> Other NPN compounds	Lipide Lipids	Kohlenhydrate Carbohydrates	Organische Substanz Organic matter
Gehalt [g/kg TS]/Content [g/kg DM]						
1	95	92	33	37	543	800
2	65	63	22	24	508	682
<b>Mittel/Mean</b>	<b>80</b>	<b>77</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>526</b>	<b>741</b>
Anteil der Fraktionen an der oTS [%]/Proportion of the fractions in the organic matter [%]						
1	12	11	4	5	68	100
2	10	9	3	3	74	100
<b>Mittel/Mean</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>71</b>	<b>100</b>

<sup>1)</sup> 50 % des Gesamt-N angenommen/50 % of the total N assumed.

<sup>2)</sup> 25 % des Gesamt-N angenommen und als Harnstoff berechnet/25 % of the total N assumed and calculated as urea.

gehennenexkrementen durchgeführt worden sind. Die Verdaulichkeitsmessung erfolgte an Schafen in Differenzversuchen, bei denen zunächst herkömmliches Trockenfutter geprüft und anschließend dieses teilweise durch die Exkremente ausgetauscht wurde.

### Zusammensetzung der oTS

**Tabelle 1** zeigt die Zusammensetzung von zwei Chargen getrockneter Legehennenexkremente. Im oberen Teil der Tabelle (1.1) sind die Rohnährstoffgehalte nach der Weender Futtermittelanalyse dargestellt. Bei Charge 1 handelte es sich offenbar um weitgehend frische Exkremente, bei Charge 2 um solche, die bereits stärkerem bakteriellen Stoffabbau ausgesetzt waren, wie die Gehalte an XP und XA erkennen lassen.

Im unteren Teil der Tabelle (1.2) wurden die organischen Nährstofffraktionen unter Berücksichtigung der Tatsache berechnet, dass das Rohprotein nicht nur aus den eigentlichen Proteinen, dem Reinprotein, besteht. Im Durchschnitt kann erwartet werden, dass vom Gesamt-N der frischen und nur mäßig lange gelagerten Exkremente etwa 25 % auf unverdautes Protein, 50 % auf Harnsäure und weitere 25 % auf Harnstoff und Ammoniak entfallen [1]. Der Gehalt an Gesamt-N wurde unter der Voraussetzung der Allgemeingültigkeit dieser Relation auf diese drei Fraktionen aufgeteilt. Außerdem wurden Rohfaser und N-freie Extraktstoffe zu der Gesamtfraktion der

Kohlenhydrate zusammengefasst. Schließlich sind die so ermittelten Anteile der einzelnen Stoffgruppen an der oTS kalkuliert worden.

Die oTS von Legehennenexkrementen besteht hiernach zu rund 70 % aus Kohlenhydraten, zu rund 10 % aus Proteinen und zu weiteren 10 % aus Harnsäure. Der Anteil an Lipiden, dem wirklichen (hier nach HCl-Vorhydrolyse extrahierten) Fett, ist mit rund 4 % sehr gering.

Tab. 2

Verdaulichkeit von getrockneten Legehennenexkrementen gemessen am Schaf [2]

Table 2: Digestibility of dried faeces of laying hens measured in sheep [2]

Nährstoffgruppe Nutrient fractions	Verdaulichkeit/Digestibility [%]		
	Charge 1	Charge 2	Mittel Mean
Rohprotein Crude protein	81	68	<b>74</b>
Rohfett Ether extract	93	65	<b>79</b>
Kohlenhydrate Carbohydrates	59	61	<b>60</b>
Organische Substanz Organic matter	69	67	<b>68</b>

Tab. 3

Gehalte an fermentierbaren Stoffen in getrockneten Legehennenexkrementen

Table 3: Content of fermentable substances in dried faeces of laying hens

	Proteine <i>Proteins</i>	Harnsäure <i>Uric acid</i>	Andere NPN-Verbindungen <i>Other NPN compounds</i>	Lipide <i>Lipids</i>	Kohlenhydrate <i>Carbohydrates</i>	Organische Substanz <i>Organic matter</i>
Gesamtgehalt [g/kg TS] <i>Total content [g/kg DM]</i>	80	77	28	30	526	741
Verdaulichkeit [%] <i>Digestibility [%]</i>	74	100	100	79	60	68
Verdaulicher Anteil [g/kg TS] <i>Digestible proportion [g/kg DM]</i>	60	77	28	24	316	505
Fermentierbarer Anteil [g/kg TS] <i>Fermentable proportion [g/kg DM]</i>	80	77	28	29	351	565
<b>Anteil an der FoTS [%]</b> <b><i>Proportion of the FOM [%]</i></b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>62</b>	<b>100</b>

### Fermentierbarkeit der oTS

Wie bei pflanzlicher Biomasse [3–6] und bei Schweinekot [7] gezeigt wurde, kann unter bestimmten Bedingungen aus der an Schafen gemessenen Verdaulichkeit der organischen Substanz auf die Fermentierbarkeit der oTS geschlossen werden. Für die beiden Chargen von getrocknetem Legehennenkot sind die Ergebnisse der Messung der Verdaulichkeit in **Tabelle 2** dargestellt. Im Durchschnitt beider Versuche ergab sich eine relativ hohe Verdaulichkeit (68 %) der organischen Substanz.

Auf Basis der mittleren Zusammensetzungen des HTK nach **Tabelle 1** und der mittleren Verdaulichkeit der einzelnen Rohnährstoffe nach **Tabelle 2** wurden der Gehalt an fermentierbarer organischer Trockensubstanz (FoTS) und die Anteile der einzelnen Stoffgruppen an der FoTS berechnet. Das Ergebnis zeigt **Tabelle 3**.

Dabei ist wieder unterstellt worden, dass 25 % des Gesamt-N dem Reinprotein, 50 % der Harnsäure und 25 % den anderen Nicht-N-Verbindungen (NPN-Verbindungen) zuzurechnen sind. Außerdem wurde der N-Gehalt des Harnstoffs als typisch für die gesamte NPN-Fraktion angenommen. Aus dem jeweiligen N-Gehalt von Harnsäure und Harnstoff ergibt sich, wie viel organische Substanz auf die entsprechende Fraktion entfällt. Der Gehalt an Kohlenhydraten errechnet sich dann als Differenz zwischen der organischen Substanz und der Summe aller ermittelten Gehalte an den Fraktionen N-haltiger Verbindungen sowie des Fettes. In entsprechender Weise ist bei der Kalkulation der verdaulichen Kohlenhydrate verfahren worden, wobei Harnsäure und Harnstoff als zu 100 % verdaulich betrachtet wurden.

Bei pflanzlichen Biomassen hat sich der Gehalt an „wahr verdaulicher“ organischer Substanz als praktisch identisch mit dem Gehalt an FoTS erwiesen [3; 4]. Zu den Gehalten an „wahr verdaulichen“ Nährstoffen, deren Summe die FoTS darstellt, gelangt man durch Korrektur der Gehalte an „scheinbar verdaulichen“ Nährstoffen um die endogenen Nährstoffausscheidungen der Schafe (35 g Kohlenhydrate, 5 g Fett und 20 g Protein je kg TS) [3].

Wenn der fermentierbare Anteil durch den Gesamtgehalt an oTS dividiert wird – beides bezogen auf jeweils ein kg TS – erhält man schließlich den Fermentationsquotienten (FQ):

$$FQ = \frac{565 \text{ g FoTS}}{741 \text{ g oTS}} = 0,76 \quad (\text{Gl. 2})$$

Die Fermentierbarkeit der oTS aus Legehennenexkrementen bei der Biogasbildung ist hiernach wesentlich höher als die aus Exkrementen anderer Tierarten. So wurde für frischen Schweinekot aus Verdaulichkeitsmessungen an Schafen ein FQ von lediglich 0,50 ermittelt [7]. Für Rindergülle ist ein FQ in gleicher Höhe (0,50) deduktiv aus dem entsprechenden KTBL-Richtwert für den Methanertrag abgeleitet worden [9].

### Gasbildungspotenzial der FoTS

Der prozentuale Anteil der fermentierbaren Stofffraktionen an der FoTS, wie er hier berechnet und in **Tabelle 3** dargestellt wurde, ist bei der stöchiometrischen Ableitung des Gasbildungspotenzials der FoTS zugrunde gelegt worden. Methodisch ist dabei wie bei der Kalkulation des Gasbildungspotenzials der pflanzlichen Biomasse vorgegangen worden [5; 6]. Das Ergebnis zeigt **Tabelle 4**.

Den bei weitem größten Anteil nehmen die vom Huhn nicht verdauten aber dennoch fermentierbaren Kohlenhydrate ein. Dabei handelt es sich überwiegend um Nicht-Stärke-Kohlenhydrate, aus denen in Körnerfrüchten die Zellwände des Endosperms, der Samen- und Fruchtschale sowie ggf. der Spelzen aufgebaut sind. Je nach Pflanzenart überwiegen neben der Cellulose die  $\beta$ -Glucane oder die Arabinoxylane. Hier ist unterstellt worden, dass im Durchschnitt des üblichen Hühnerfutters mit etwa gleichen Anteilen von Polysacchariden zu rechnen ist, die aus Hexosen und solchen die aus Pentosen bestehen. Bei den Lipiden ist von Triglyceriden und bei den Proteinen von Reinprotein mit einer Aminosäurezusammen-

Tab. 4

Gasbildungspotenzial der fermentierbaren organischen Substanz von getrockneten Legehennenexkrementen

Table 4: Gas forming potential of the fermentable organic matter in dried faeces of laying hens

	Anteil der Fraktion an der FoTS [ %] <i>Proportion of the frac- tion of FOM [%]</i>	Methan		Biogas		Methangehalt [%] <i>Methane content [%]</i>
		Fraktion [l/kg] <i>Fraction [l/kg]</i>	FoTS [l/kg] <i>FOM [l/kg]</i>	Fraktion [l/kg] <i>Fraction [l/kg]</i>	FoTS [l/kg] <i>FOM [l/kg]</i>	
Kohlenhydrate/Carbohydrates						
Hexosen-Polymere (Glucane) <i>Hexosans</i>	31	394	122	788	244	50,0
Pentosen-Polymere (Pentosane) <i>Pentosans</i>	31	403	125	806	250	50,0
Lipide/Lipids	5	970	49	1360	68	71,3
Proteine/Proteins	14	457	64	901	126	50,7
Harnsäure/Uric acid	14	95	13	633	89	15,8
Anderer NPN-Verbindungen <sup>1)</sup> <i>Other NPN compounds</i>	5	0	0	354	18	0
<b>FoTS insgesamt</b> <b>Fermentable organic matter</b> <b>(FOM)</b>	<b>100</b>		<b>373</b>		<b>795</b>	<b>46,9</b>

<sup>1)</sup> Berechnet als Harnstoff/Calculated as urea.

setzung, wie sie für Getreide- und Maiskörner typisch sind, ausgegangen worden [6].

Eine Besonderheit der Geflügelexkreme ist, dass ein großer Anteil der oTS auf Harnsäure und andere NPN-Verbindungen entfällt. Die Harnsäure liefert bei der Fermentation mit 95 l/kg nur wenig Methan, aber dennoch mit insgesamt 633 l/kg eine beachtliche Menge an Biogas. Die Fraktion der anderen NPN-Verbindungen bringt noch weniger Methan. Harnstoff liefert z. B. nur Kohlendioxid und gar kein Methan. Eine Folge davon ist, dass das spezifische Methanbildungspotenzial der FoTS aus frischen Geflügelexkrementen deutlich unter dem der FoTS von pflanzlicher Biomasse liegt.

Im Mittel kann je kg FoTS mit etwa 375 Normliter Methan in 800 Normliter Biogas gerechnet werden, was einem Methangehalt von rund 47 % entspricht. Ein kg FoTS aus HTK liefert somit zwar das gleiche Volumen an Biogas wie die FoTS aus Halm- und Körnerfrüchten, aber mit nur 375 statt 420 Liter erheblich weniger Methan. Ursache für das geringere Methanbildungspotenzial und den niedrigen Methangehalt im entstehenden Biogas ist vor allem die Harnsäure.

Wie erwähnt, handelte es sich bei den beiden hier untersuchten HTK-Proben um eine relativ frische und eine schon längerer Zeit dem mikrobiellen Stoffabbau ausgesetzte Charge. Eine getrennte Auswertung für die beiden Chargen – von der jeweiligen Nährstoffanalyse über die Verdaulichkeit bis zur Stöchiometrie der Gasbildung – brachte aber keinen wesentlichen Unterschied im spezifischen Methanbildungspotenzial je kg oTS. Ein Rückgang der potenziellen Methanausbeute als Folge des während der Lagerung eingetretenen Stoffabbaus – über die Abnahme des oTS-Gehaltes hinaus –

hätte aber durchaus erwartet werden können. Dass er nicht eintritt, ist dadurch erklärbar, dass der Verlust an den für die Methanbildung wertvolleren Bestandteilen (z. B. Kohlenhydraten) durch den Rückgang des Anteils der für die Methanbildung minderwertigen Harnsäure kompensiert wird.

### Schlussfolgerungen

Bei der Zusammenführung der für HTK ermittelten Größen, des Fermentationsquotienten von 0,76 und der potenziellen Gasbildung je kg FoTS von 375 Litern Methan in 800 Litern Biogas, ergeben sich 285 Normliter Methan und 610 Normliter Biogas je kg oTS. Dieses spezifische Methanvolumen stimmt sehr gut mit dem KTBL-Richtwert [8] von 280 Normliter überein, während die berechnete Biogasausbeute wesentlich über dem Richtwert von 500 Normliter liegt. Allerdings betreffen diese KTBL-Richtwerte das Biogassubstrat „Geflügelmist“ im Allgemeinen. Außerdem ist dort darauf hingewiesen, dass die Gasausbeute vom „Stroh-Kot-Verhältnis“ abhängt.

Es erscheint notwendig, in Zukunft zwischen einstreulosem HTK und Geflügelmist, oder besser „Geflügeltiefstreu“, zu unterscheiden. Das hier ermittelte Gasbildungspotenzial gilt ausschließlich für HTK. Bei Laboruntersuchungen sollte auf zutreffende Probenkennzeichnung geachtet werden. Im Zweifelsfall kann der Rohaschegehalt als Entscheidungskriterium dienen. HTK enthält in der Regel mehr als 150 g XA/kg TS. Alle Proben mit deutlich darunter liegendem XA-Gehalt scheinen aus Haltungen mit Einstreu (Getreidestroh) zu stammen. Für solches Material liegt bereits ein Vorschlag zur Bewertung vor, der mit den KTBL-Richtwerten kompatibel ist [9]. Er besteht darin, dass zunächst durch Multiplikation der oTS mit dem FQ von 0,67 der

Gehalt an FoTS berechnet und dieser dann mit den Faktoren 420 und 800 l/kg FoTS in das Methan- bzw. Biogasvolumen umgerechnet wird.

Mehr beachtet werden sollte künftig auch, dass das Gasbildungspotenzial von HTK bei der Lagerung stark abnimmt. Als Biogassubstrat sollte HTK deshalb möglichst frisch eingesetzt werden. Der Verlust an Gasbildungspotenzial durch bakteriellen Stoffabbau wird bis zu einem Niveau von etwa 350 XA g/kg TS hinreichend erfasst. Eine Abnahme der spezifischen Methanausbeute je kg oTS konnte innerhalb dieses Bereiches nicht nachgewiesen werden, ist aber bei noch weitergehendem Stoffabbau und dementsprechenden XA-Gehalten von deutlich über 350 g/kg TS sehr wahrscheinlich.

### Literatur

- [1] Hennig, A.; Poppe, S. (1975): Abbauprodukte tierischer Herkunft als Futtermittel. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- [2] Poppe, S.; Grugel, F. (1971): Untersuchungen über Einsatzmöglichkeiten von getrocknetem Hühnerkot bei Wiederkäuern. Tierzucht 25(8), S. 307–309
- [3] Weißbach, F. (2008): Zur Bewertung des Gasbildungspotenzials von nachwachsenden Rohstoffen. Landtechnik 63(6), S. 356–358
- [4] Weißbach, F. (2009): Ausnutzungsgrad von Nawaros bei der Biogasgewinnung. Landtechnik 64(1), S. 18–21
- [5] Weissbach, F. (2009): Das Gasbildungspotenzial von Halm- und Körnerfrüchten bei der Biogasgewinnung. Landtechnik 64(5), 317–321
- [6] Weißbach, F. (2009): Die Bewertung von nachwachsenden Rohstoffen für die Biogasgewinnung. Teil I: Das Gasbildungspotenzial der fermentierbaren Nährstoffe. Pflanzenbauwissenschaften 13(2), S. 72–85
- [7] Weißbach, F. (2011): Das Gasbildungspotenzial von Schweinegülle bei der Biogasgewinnung. Landtechnik 66 (6), S. 460–464
- [8] KTBL (2010): Gasausbeuten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. KTBL-Heft 28, 2. Aufl., Darmstadt
- [9] Weißbach, F. (2011): Das Gasbildungspotenzial von Gülle und Stallmist. 5. Rostocker Bioenergieforum. Tagungsband. Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, Band 30, S. 267–271

### Autor

**Prof. Dr. agr. habil. Friedrich Weißbach** ist als freischaffender Firmenberater tätig, E-Mail: prof.f.weissbach@web.de

### Danksagung

Der Autor bedankt sich bei Frau **Dipl.-Chem. Cornelia Strubelt**, Leiterin des Analytiklabors für Landwirtschaft und Umwelt der Bgg Deutschland GmbH in Parchim, sowie bei Herrn **Dipl.-Ing. agr. Aldo Arndt**, LUFA Rostock der LMS, für die Überlassung von aktuellen Untersuchungsergebnissen zur Zusammensetzung von Hühner trockenkot.