

# **Einfluss bakteriell wirksamer Chemotherapeutika und von Stalldesinfektionsmitteln auf die Funktion und den Gasertrag von Biogasanlagen \*)**

Walter Zerr, Adolf Höhmann, Sebastian Georgii, Hubertus Brunn, \*)

## **1. Einleitung**

Biogasanlagen werden zum Start oder kontinuierlich während des anaerob verlaufenden Gärprozesses immer wieder notwendige Bakterienstämme über die Exkremente der Nutztiere hinzugefügt – meist in Form von Gülle aber auch als Stallmist oder als Hühner-(trocken)kot. Diese Zuschlagsstoffe sind zwar energetisch weniger günstig als Kofermentate z.B. aus dem so genannten NawaRo-Bereich, durch sie werden aber dem Reaktor neben vergärbaren Stoffen ständig die erwähnten Mikroorganismen und Spurenelemente zugeführt, die den Gärprozess unterstützen.

Durch die notwendige Behandlung von Tierbeständen mit antibakteriell wirksamen Chemotherapeutika oder die Anwendung von Desinfektionsmittel zur Stallhygiene können über die Exkremente solche Stoffe in den Reaktor gelangen. Somit ist es naheliegend, dass diese bakterizid wirkenden Substanzen auch den Prozess beeinflussen können.

## **2. Untersuchungsziel und Versuchsdurchführung**

Ziel einer Studie im Eichhoflabor des LHL war es durch die Messung der Veränderung der Gas- bzw. Methanentwicklung in Laborfermentern die stoff-, mediums- und konzentrations-abhängigen Einflüsse zu quantifizieren. Die Ermittlung von Konzentrationen, in denen Wirkungen messbar werden, ermöglichen Einschätzungen einer eventuellen Beeinflussung des Prozesses.

In eine Reihe von Gärversuchen in Eudiometern oder Laborreaktoren (20l) im batch Betrieb wurden Colistinsulfat, Enrofloxacin und Amoxycillin nach direkter Zugabe zu Fermentergülle getestet. Ergänzt wurden diese Versuche durch Vergärungen von Exkrementen aus einer Hähnchenhaltung mit und ohne Enrofloxacinbehandlung

Die Wirkungen von Stalldesinfektionsmittel wurden nach Zusatz Glutaraldehyd bzw. von Chloramin T zur Fermentergülle getestet.

Mit kontinuierlichen Gärversuchen wurde der Einfluss eines täglichen Eintrags von Enrofloxacin unter Laborbedingungen untersucht, die den Bedingungen im Großreaktor ähnlich waren.

## **3. Versuchsaufbau**

Die Fermentationsversuche wurden in Eudiometern nach DIN 38414 S8 bzw. Laborfermentern nach VDI 4630 mesophil bei einer Temperatur von 39°C +/- 0,5°C durchgeführt. Als Inokulum diente eine Fermentergülle aus Rinder- und Schweinegülle (w/w = 70/30) sowie Getreideschrot und Maissilage aus einer Praxisanlage (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Bad Hersfeld – Eichhof).

Zur Beurteilung der Wirkung der Antibiotika Enrofloxacin, Colistinsulfat und Amoxycillin auf den Gärprozess wurden in mehreren Gefäßen unterschiedliche Konzentrationen der jeweiligen Substanzen dem Inokulum zugefügt und die Gasbildungen mit einer Null-Variante nach Batch-Vergärung verglichen. Die nach diesem Verfahren durchgeführten Versuche dienten der Ermittlung der messbareren Veränderung von substratmengenabhängigen Gasbildungen nach Einstellung verschiedener Konzentrationen an Antibiotika.

## **4. Kontinuierliche Versuche**

#### 4.1 Enrofloxacin (Baytril 10%® Bayer Vital GmbH)

Die von der Zugabemenge und der Verweilzeit abhängige Akkumulation und damit auch Wirkung von Substanzen kann nur im kontinuierlichen Gärbetrieb simuliert werden.

Bei Versuchen mit Enrofloxacin wurden zwei Konzentrationen des Wirkstoffes (1,67 und 10mg/l\*d) getestet. Die niedrige Konzentration entsprach der geringsten Menge, die eine Wirkung auf den Gärprozess im Batch- Versuch gezeigt hatte. Die etwa 6-fache Konzentration der zweiten Variante wurde gewählt um einen deutlichen Effekt zu erzielen, ohne dass das System nachhaltig beeinflusst wird. Als Kofermentat wurde Getreideschrot eingesetzt. Die Minderungen der Gas-/Methanmengen betragen 2% bei der niedrigen Variante und ca. 8% bei der höheren.

#### 4.2 Colistinsulfat (Animedistin® 12% N Animedica).

Kontinuierliche Gärversuche mit Colistinzusatz wurden mit Maissilagen durchgeführt. Die täglichen Zugabemengen betragen 0,5 bzw. 10mg Colistin/l\*d. Dabei wurden die Erkenntnisse aus den Batchversuchen berücksichtigt, wonach es bei Colistinzusätzen konzentrationsabhängig zu Erhöhungen der Gasmengen gekommen war. Nach 35 Tagen Versuchszeit betragen die Mehrerträge bei beiden Varianten über 8%.

### 5. Gärversuche an Exkrementen mit behandelten und unbehandelten Tieren

Nach den Versuchen mit Direktzusatz bakteriell wirksamer Chemotherapeutika zur Fermentergülle diente ein praxisnaher Fütterungsversuch mit Enrofloxacin behandelten und unbehandelten Masthähnchen der Gewinnung von Stallmistproben. Das Antibiotikum wurde in einer Dosierung von 10mg pro kg und Tag gegeben. Mischproben der gesammelten Exkremente wurden gesammelt und dem Gärtest zugeführt. In der Mistprobe der behandelten Variante lagen die Gas-/Methanerträge etwa 3% niedriger als in der unbehandelten. In den Exkrementen sowie der Fermentergülle zu Beginn und am Ende des Versuchs wurde Enrofloxacin und der Metabolit Ciprofloxacin gemessen.

### 6. Resume´

Ziel der beschriebenen Versuche war es, Konzentrationsbereiche von Pharmaka mit antibakterieller Wirkung aus dem Bereich der Veterinärmedizin zu ermitteln, in denen Veränderungen in der Gasproduktion im mesophilen Biogasprozess messbar sind.

Verwendet wurde Enrofloxacin, ergänzt wurden die Untersuchungen durch Experimente mit Colistin und Amoxyccillin und durch Versuche mit Reinsubstanzen aus dem Bereich der Desinfektionsmittel, Glutaraldehyd und Chloramin-T.

Die Daten sind unter reproduzierbaren definierten Bedingungen im diskontinuierlichen Versuch ermittelt worden. Die Untersuchungen wurden mit Fermentergülle aus einem mit Rinder/Schweinegülle/Maissilage betriebenen Fermenter entnommen. Parameter, die auf das biogene System Einfluss nehmen, wie wechselnde Faulraumbelastungen oder hohe Ammoniumkonzentrationen im praxisüblichen, kontinuierlichen Verfahren, sind in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Ebenso mögliche Akkumulationen der Antibiotika. Die Versuche stellen somit nur die messbaren Wirkungen unter den beschriebenen Bedingungen, nicht aber den Mechanismus der veränderten Gasbildungsrate, dar.

Den Untersuchungen wurden Therapiemengen der Praxis zugrunde gelegt. Nimmt man für eine Abschätzung des Stoffeintrages in den Fermenter an, dass bei einer Behandlung der Hähnchen mit Enrofloxacin die vollständige Dosis ohne Berücksichtigung der Resorption im Tier ausgeschieden würde, dann beträgt die Konzentration im Mist 170-200 mg Enrofloxacin /t. Durch einen täglichen Eintrag von 10 t in einen Reaktor von 2000 m<sup>3</sup> würden somit 2000

mg Enrofloxacin in den Fermenter gelangen. Dies würde einem Gehalt von 1mg Enrofloxacin / m<sup>3</sup> (=1ng pro ml) entsprechen. Der Eintrag von Hühnertrockenkot oder Hühnermist ist allerdings aufgrund der Stickstoffgehalte begrenzt. Eine messbare Gasmindering zeigten unsere Versuche aber erst ab etwa 10µg Enrofloxacin pro ml Inokulum.

Höher, aber immer noch unterhalb der nachweisbaren Wirksamkeitsgrenze, können die Belastungen durch von Mist und Gülle aus Großtierbeständen sein. Babyferkelgülle kann, nach dem Zahlenbeispiel in Abschn. 2 mit ca. 63 µg Colistinsulfat pro ml Gülle belastet sein. Dies entspricht einer Konzentration von 63g pro m<sup>3</sup> Gülle. Bei einer Zugabe von 10m<sup>3</sup> Gülle über 7 Tage in einen 2000m<sup>3</sup> Behälter sind dies 2,2 µg pro ml. Eine messbare Wirkung beginnt bei 40µg pro ml.

Für die untersuchten Desinfektionsmittel konnten ebenfalls konzentrationsabhängige Wirkungen gezeigt werden. Die Untersuchungen beziehen sich auf Reinsubstanzen. Die Ergebnisse können somit nur sehr bedingt auf Handelspräparate, die in der Regel Stoffgemische sind, übertragen werden. Im Vergleich zu den Antibiotika liegen Konzentrationen einer sichtbaren Beeinflussung des Gärprozesses 100 bis 500mal höher.

Vorteilhaft wirkt sich auch eine Vorverdünnung in Vorgruben aus. Dennoch ist für Überschlagsrechnungen die Berücksichtigung des theoretischen Gehaltes eine wichtige Größe. Die Versuche mit Enrofloxacin, Colistin und Desinfektionsmittel haben auch gezeigt, dass ein Gärtest mit verschiedenen Wirkstoffkonzentrationen in einem Substrat eine Abschätzung der Wirkung zulässt.

\*) Anschrift der Autoren

Walter Zerr, Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL), Schloßstraße 26 36251 Bad Hersfeld  
Adolf Höhmann GbR, Höhmann Biogas, Im Stadtfeld 2, D - 34305 Niedenstein- Wichdorf  
Dr. Sebastian Georgii, Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL), Glarusstraße 6, 65203 Wiesbaden  
Prof. Dr. Hubertus Brunn, Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL), Schubertstr. 60, D - 35392 Gießen