

---

## Sektion 1 - Ackerbau I: Phytosanitäre Aspekte in Biogasanlagen

---

01-1/01-2 - Bandte, M.<sup>1)</sup>; Pietsch, M.<sup>2)</sup>; Schultheiß, U.<sup>3)</sup>; Hofmann, M.<sup>3)</sup>; Büttner, C.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Humboldt-Universität zu Berlin

<sup>2)</sup> Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

<sup>3)</sup> KTBL

### Ein Verbundprojekt zum phytosanitären Risiko bei der anaeroben Vergärung von pflanzlichen Biomassen in Biogasanlagen

*A joint project on the phytosanitary risk associated with the anaerobic digestion of plant material in biogas plants*

Die Anzahl der bereits in Betrieb genommenen Biogasanlagen, die Neubauten und der vermehrte Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in Biogasanlagen in Verbindung mit der Nutzung anfallender Gärreste als Sekundärrohstoffdünger macht es notwendig, das phytosanitäre Risiko dieser neuen Technologie und der damit verbundenen Wirtschaftsweise zu überprüfen. Während für Bioabfälle die seuchen- und phytohygienische Unbedenklichkeit durch rechtsverbindliche Behandlungsvorschriften definiert ist, existieren für die Vergärung nachwachsender Rohstoffe keine vergleichbaren Vorgaben, obwohl die pflanzlichen Inputstoffe ein vergleichbares Risiko aufweisen und die Betriebstemperatur nur im mesophilen Bereich liegt. Durch die geringe Betriebstemperatur mesophil prozessierter Anlagen kann eine generell ausreichende Hygienisierung der Gärsubstrate nicht vorausgesetzt werden.

Im Rahmen eines Verbundforschungsvorhabens wurden Untersuchungen zur Inaktivierbarkeit ausgewählter Phytopathogene vorgenommen, um das Verbreitungsrisiko dieser Erreger durch den vermehrten Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und Gülle in Biogasanlagen mit nachfolgender Ausbringung der Gärreste auf landwirtschaftlich genutzte Flächen abschätzen zu können. In Biogasanlagen werden vor allem die nachwachsenden Rohstoffe Mais, Hirse, Roggen/Weizen und Zuckerrübe als Ko-Substrat eingesetzt. Ein grundsätzliches Gefährdungspotential ist mit diesen nachwachsenden Rohstoffen durch solche bodenbürtige Krankheitserreger gegeben, die a) langlebige Dauerorgane bilden und b) in der Lage sind, Mykotoxine zu bilden. Insbesondere Pflanzen bzw. -organe, die während ihrer Entwicklung Substanzen einlagern, die bei anaerober Vergärung nur langsam oder gar nicht aufgeschlossen werden, erschweren die Inaktivierung der Krankheitserreger. Ein besonders hohes Gefährdungspotential besteht bei der Verwertung von Kartoffelpartien, wenn diese mit Quarantäneerregern wie *S. endobioticum* oder *C. michiganensis* ssp. *sepedonicus* infiziert sind. Dies können nicht nur nachweislich mit den Erregern infizierte Kartoffelpartien sein, sondern auch Reststoffe aus der Kartoffel verarbeitenden Industrie.

Die Prüfung wurde zunächst in vollständig durchmischten Rührkesselreaktoren und nachfolgend zur Validierung der Ergebnisse in Praxisbiogasanlagen vorgenommen. Dabei fanden sowohl virale (*Potato virus Y*), bakterielle (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*) als auch pilzliche (*Claviceps purpurea*, *Fusarium proliferatum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Tilletia caries*) Krankheitserreger Berücksichtigung. Der Fokus der Untersuchungen lag auf der Ermittlung des Einflusses der Einsatzstoffe basierend auf den Kulturpflanzen Mais, Hirse, Roggen/Weizen, Zuckerrübe und Kartoffeln, unterschiedlicher Expositionszeiten und der Dauer der Gärrestlagerung auf die Inaktivierung der Krankheitserreger. Ergänzend wurden Unkrautdiasporen in der Biogaskette erfasst und bewertet.

Infiziertes Pflanzenmaterial wurde dazu mit Hilfe von Probenträgern in den Prozess der anaeroben Vergärung eingebracht. Die zylindrischen Träger aus Polypropylen haben zwei Öffnungen, die mit einer Membran verschlossen werden. Die Porengröße der Membran orientierte sich dabei an der Größe der jeweiligen Phytopathogene. Es war sichergestellt, dass die Membran i) undurchlässig für die jeweiligen Pathogene ist und ii) weder mechanisch noch biochemisch durch den Prozess beschädigt und damit für die Pathogene durchlässig wird. Der Nachweis der Erreger im Gärrest erfolgte jeweils spezifisch mit Hilfe von biologischen, mikrobiologischen, serologischen und/oder molekularbiologischen Arbeitstechniken.

Bei einer Einschätzung des Verbreitungsrisikos der jeweiligen Pathogene mit den Gärresten nach der mesophilen anaeroben Vergärung sind sowohl die zur Inaktivierung erforderliche Verweilzeit als auch die technischen Eigenschaften der jeweiligen Biogasanlagen zu berücksichtigen. Am weitesten verbreitet sind derzeit kontinuierlich betriebene Biogasanlagen mit einstufigen und zweistufigen Prozessstufen. Die bei der kontinuierlichen Zuführung und Entnahme von Substrat nicht auszuschließenden Kurzschlussströmungen be-

dingen für ein Teil des Substrates eine Verkürzung der Verweilzeit im Fermenter. Damit wird nicht nur der Biogasertrag reduziert, sondern auch die Effizienz der Hygienisierung reduziert.

**01-3 - Heiermann, M.<sup>1)</sup>; Plöchl, M.<sup>2)</sup>; Plogsties, V.<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.

<sup>2)</sup> BioenergieBeratungBornim GmbH – eine Ausgründung des ATB

**Probeneinschleusung in Labor- und Praxis-Biogasanlagen bei Untersuchungen zum phytosanitären Risiko**

*Insertion of samples into lab-scale and full-scale biogas plants for investigations regarding the phytosanitary risk*

**Einleitung**

Zur Bearbeitung der wissenschaftlichen Fragestellungen im Rahmen des Verbundprojektes „Untersuchungen zum phytosanitären Risiko bei der anaeroben Vergärung von pflanzlichen Biomassen in Biogasanlagen“ mussten Probenräger mit infiziertem Pflanzenmaterial (frisch oder siliert) sowie Unkrautdiasporen in den Biogasprozess ein- und ausgeschleust werden. Hierzu waren im Labor- und Praxismaßstab Methoden fortzuentwickeln, die eine Durchströmung der Probenräger, d. h. einen Austausch zwischen dem Medium inner- und außerhalb der Probenräger, garantieren. Neben der Permeabilität der Abschlussmembranen sollte die Dichtigkeit und mechanische Beständigkeit der Probenräger gewährleistet sein. Auch war bei der Entwicklung der Probenräger deren Einsatzfähigkeit in der Praxis, unter den vorherrschenden technischen Bedingungen in Biogasanlagen, zu berücksichtigen.

**Labor- und Praxisversuche**

Für die Laborversuche wurde eine Versuchsanlage mit zehn vollständig durchmischten Rührkesselreaktoren (Arbeitsvolumen: 8 l) mit mesophiler Prozessführung eingesetzt. Die Durchmischung des Reaktorinhaltes wurde über vertikale, zentral gelagerte, Paddelrührer gewährleistet. Um eine vollständige Durchströmung der Probenräger mit Fermentermaterial zu gewährleisten, wurden diese direkt an den Rührblättern befestigt. Pro Rührblatt standen drei Messplätze zur Verfügung, wobei jeweils drei modifizierte Rührblätter auf eine Welle in unterschiedlichen Eintauchtiefen montiert wurden, um eventuell eintretende Einflüsse von Schichtungen im Fermenter erkennen zu können.

Bei der Biogasanlage für die Praxisversuche handelte es sich um eine mesophil betriebene einstufige Durchflussanlage. Als Fermenter diente ein stehender Rundbehälter (800 m<sup>3</sup>), der mit einer Betondecke ausgestattet war. Die Substratmischung umfasste Schweinegülle und Maissilage, die im stündlichen Intervall dem Fermenter bei einer durchschnittlichen Raumbelastung von ca. 5 g oTM pro Liter und Tag zugeführt wurden. Die Durchmischung des Gärguts erfolgt im Fermenter über niedertourig laufende Rührwerke. Dazu waren jeweils ein Paddel- sowie ein Langachs-Rührwerk für eine alternierende Betriebsweise installiert. Die Vorrichtung zur Einschleusung der Probenräger bestand aus einer ortsfest installierten modifizierten Abdeckung einer Fermenterluke. In diese Abdeckung konnten zwei mobile Probenhalter, eigens für diese Anlage konstruiert und angefertigt, gasdicht eingesetzt werden.

**Fazit**

Die Durchführung der Einschleuseversuche im Labor kann aus Sicht des Fermenterbetriebs als erfolgreich betrachtet werden. Die Störungen durch das Einschleusen führten zu keiner nennenswerten Beeinträchtigung der Vergärung, sodass die Einschleusung der unterschiedlichen Erreger in einer dichten zeitlichen Folge durchgeführt werden konnten und somit eine optimale Ausnutzung der Fermenter ermöglichte. Durch die Versuche in den Laborfermentern wurden die Voraussetzungen gelegt, um die Versuche in Praxisanlagen zielgerichtet durchführen zu können. Für den ausgewählten Fermenter konnte somit eine geeignete Methode zur Einschleusung von Phytopathogenen via Probenräger entwickelt werden. Die im Hinblick auf verwertbare und reproduzierbare Ergebnisse wichtige vollständige Durchströmung der Probenräger konnte auch unter Praxisbedingungen gewährleistet werden. Sowohl das Einbringen der Probenräger in den Fermenter als auch das Wiederfinden der Probenbehälter funktionierte komplikationslos und ohne Beschädigung bzw. Verluste von Probenrägern. Art und Größe der Fermenteröffnung erlaubte eine zügige Beprobung. Der häufige Ein- und Ausbau der Probenhalter konnte somit problemlos in den laufenden Anlagenbetrieb integriert werden.

**01-4 - Schleusner, Y.; Goßmann, M.; Bandte, M.; Büttner, C.**

Humboldt-Universität zu Berlin

**Inaktivierung von Phytopathogenen während der anaeroben Vergärung in Biogasanlagen anhand ausgewählter Fallbeispiele**

*Inactivation of plant pathogens during anaerobic digestion based on case studies*

Im Rahmen eines Verbundforschungsvorhabens wurden Untersuchungen zur Inaktivierbarkeit ausgewählter Phytopathogene vorgenommen, um das Verbreitungsrisiko dieser Erreger durch den vermehrten Einsatz von Nachwachsenden Rohstoffen und Gülle in Biogasanlagen mit nachfolgender Ausbringung der Gärreste auf landwirtschaftlich genutzte Flächen abschätzen zu können. Nachfolgend wird der Einfluss der Einsatzstoffe basierend auf den Kulturpflanzen Hirse, Roggen/Weizen, Zuckerrübe und Kartoffeln, unterschiedlicher Verweilzeiten und der Dauer der Gärrestlagerung auf die Inaktivierung ausgewählter pilzlicher Krankheitserreger vorgestellt. Zu diesen Erregern gehören *Fusarium proliferatum*, *F. verticillioides*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* und *Synchytrium endobioticum*.

Infiziertes Pflanzenmaterial wurde mit Hilfe von Probenträgern zunächst in Rührkesselreaktoren (10 l Gärraum, mesophile Prozessführung) und später zur Validierung der erzielten Ergebnisse in Praxisbiogasanlagen eingebracht.

Mit Ausnahme des Quarantänerregers *S. endobioticum* führte die anaerobe Vergärung des Pflanzenmaterials in den Rührkesselreaktoren bei einer Verweilzeit der Probenträger von längstens 138 h zu einer vollständigen Inaktivierung der in den Prozess eingebrachten Phytopathogene (SCHLEUSNER et al., 2011). Für *S. sclerotiorum*, *R. solani* und *A. alternata* ist die phytohygienische Unbedenklichkeit der Gärreste schon nach einer Inkubationszeit von sechs Stunden gewährleistet. Die zur Inaktivierung der Krankheitserreger benötigte Verweilzeit ist abhängig vom pflanzlichen Substrat (Kulturpflanzenart, Vorbehandlung durch Silierung), der Pathogenart und der geplanten Zeitdauer der Gärrestlagerung. Bei Verwendung von infiziertem siliertem Pflanzenmaterial werden beispielsweise wesentlich geringere Verweilzeiten zur vollständigen Inaktivierung der mykotoxinbildenden pilzlichen Krankheitserreger (*F. proliferatum*, *F. verticillioides*) benötigt. Eine Gärrestlagerung führt bei den meisten Pathogenen ebenfalls zu einer weiteren Reduzierung der Vermehrungsfähigkeit. Einzig *S. endobioticum* kann unter den geprüften Prozessbedingungen nicht inaktiviert werden; auch nicht bei Inkubationszeiten von zwei Wochen. In den Praxisbiogasanlagen sind tendenziell deutlich längere Verweilzeiten zur Inaktivierung der Phytopathogene erforderlich. Einzig der Erreger *S. sclerotiorum* konnte wie zuvor in den Rührkesselreaktoren innerhalb einer Verweilzeit von sechs Stunden vollständig inaktiviert werden.

Der Anbau von Energiepflanzen nach guter fachlicher Praxis, die Zerkleinerung und Silierung des Einsatzstoffes vor dem Eintrag in die anaerobe Vergärung und eine Gärrestlagerung für mindestens vier Wochen tragen dazu bei, die Anzahl der vermehrungsfähigen Erreger im Gärrest zu reduzieren. Unter diesen Bedingungen besteht bei Verwendung der Gärreste nach anaerober Vergärung von mit Pflanzenpathogenen infizierten NaWaRos (Mais, Hirse, Roggen/Weizen und Zuckerrübe) als Ko-Substrat in mesophil betriebenen Anlagen kein erhöhtes Verbreitungsrisiko der geprüften Pflanzenkrankheitserreger. Auf Kartoffelpflanzen basierende Ko-Substrate hingegen dürfen nicht in mesophil betriebenen Biogasanlagen umgesetzt und der resultierende Gärrest auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden, sofern keine Unbedenklichkeit bezüglich einer Infektion/Kontamination mit dem Quarantänerreger *S. endobioticum* besteht.

Literatur

SCHLEUSNER, Y., POTTBERG, U., RODEMANN, B., BÜTTNER, C., 2011: Gärreste ohne Risiko? DLG-Mitteilungen 3/2011.

**01-5 - Rodemann, B.; Pottberg, U.; Pietsch, M.**

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsanstalt für Kulturpflanzen

**Inaktivierung von Getreide- und Maispathogenen in Biogasanlagen**

*Investigation for inactivation of cereal and maize phytopathogenic fungi in biogas plant*

In einem von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. geförderten Projekt wurde untersucht, inwieweit phytopathogen belastetes Pflanzenmaterial während der anaeroben Vergärung im Fermenter hygienisiert werden kann. Damit verbunden war die Frage nach der Definition neuer Vorgaben für die Prozessführung, um phytohygienisch unbedenkliche Gärreste zu erzielen. Bei den Untersuchungen in diesem Teilprojekt wurde sich auf bodenbürtige Pathogene fokussiert, die zum Teil durch die Ausbildung von Dauerformen langfristig im Boden überdauern können. Augenmerk wurde dabei auf *Fusarium avenaceum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium verticillioides*, *Rhizoctonia solani*, *Tilletia caries* und *Claviceps purpurea* gelegt. Als Testsubstrat wurden Maissilage, Getreideganzpflanzensilage sowie Mais- und Weizenkörner in die Biogasanlage eingeschleust.

Zur Klärung der Fragestellung wurden im ersten Projektabschnitt Untersuchungen zur Inaktivierbarkeit ausgewählter Schaderreger in Laborbiogasablagen durchgeführt. Auf der Basis dieser erzeugten Ergebnisse wurden Substrat-Schaderregerkombinationen ausgewählt, die in Praxisbiogasanlagen getestet wurden.

Aus den durchgeführten Experimenten des Projektes geht hervor, dass eine wirksame Inaktivierung der hier betrachteten Schaderreger schon im mesophilen Temperaturbereich durch die anaerobe Vergärung in Praxisbiogasanlagen erfolgen kann. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, dass Verweilzeiten von 138 Stunden (5,5 Tage) ausreichen, um die betrachteten Schaderreger abzutöten. Dabei hängt die Inaktivierung der Schaderreger vom eingesetzten Ausgangsmaterial ab. Andererseits zeigten die Versuche mit *Fusarium* spp. in infiziertem Pflanzenmaterial und Maiskörnern, dass Schaderreger im Pflanzengewebe scheinbar schwieriger zu inaktivieren sind als in den Körnern. Darüber hinaus beeinflusst die unterschiedliche Überlebensfähigkeit, wie Temperaturansprüche, der betrachteten Schaderreger die Inaktivierungsdauer und damit die notwendige Mindestverweildauer des befallenen Substrats. In Abhängigkeit von der Bauweise der Biogasanlage ist es somit entscheidend, die erforderlichen Mindestverweilzeiten für phytopathogen belastetes Material einzuhalten, um die Unbedenklichkeit von Gärresten gewährleisten zu können.

**01-6 - Liebe, S.<sup>1)</sup>; Müller, P.<sup>2)</sup>; Bandte, M.<sup>1)</sup>; Heiermann, M.<sup>3)</sup>; Büttner, C.<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Humboldt-Universität zu Berlin

<sup>2)</sup> Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

<sup>3)</sup> Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V

**Überlebensfähigkeit von *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* in der anaeroben Vergärung**

*Survival of Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* during anaerobic digestion

Die bakterielle Ringfäule der Kartoffel, verursacht durch *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (Cms), unterliegt als Quarantäneschadorganismus weltweit strengen amtlichen Regelungen. Eine Möglichkeit der Verwertung von befallenden Partien könnte die Behandlung in mesophilen anaeroben Biogasanlagen darstellen. Der bisherige Kenntnisstand erlaubt jedoch keine zuverlässige Risikobewertung zur Überlebensfähigkeit von cms bei der anaeroben Vergärung. Aus diesem Grund wurde in einem von der "Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V". geförderten Forschungsprojekt die hygienisierende Wirkung der anaeroben Vergärung auf die Überlebensfähigkeit von cms untersucht. Mit Hilfe von Keimträgern wurde natürlich infiziertes Kartoffelmaterial in eine anaerobe Vergärungsanlage (Labor-Durchflussfermenter mit 10 L Fassungsvermögen) eingeschleust. Die anschließende Überprüfung der Lebensfähigkeit erfolgte mit verschiedenen Isolierungs- und Nachweisverfahren. Die Quantifizierung des Erregers im Ausgangsmaterial und in der Probe erfolgte mittels Immun-Fluoreszenztest. Zur Identifizierung von cms morphologisch vergleichbarer Bakterienkolonien als cms kam die Polymerase Kettenreaktion (PCR) zur Anwendung.

Die Untersuchungen ergaben, dass cms bei einer Verweilzeit von sechs Stunden im Fermenter nicht inaktiviert wird. Es konnten in allen Trägern lebende Kulturen von cms isoliert werden, die sich im anschließenden Biotest als virulent erwiesen. Selbst eine sich an die sechsstündige Verweilzeit anschließende Lagerung der Keimträger in Fermenterinhalt für einen Monat bzw. sechs Monate führte nicht zur vollständigen Inaktivierung des Erregers. Auch hier ließen sich aus dem Probenmaterial vollständig virulente cms-Kulturen isolieren. Im Gegensatz dazu war es nicht möglich, den Erreger weder nach 24 h noch nach 138 h Verweilzeit im Fermenter mit den verwendeten Methoden lebensfähig aus den Trägern zu isolieren. Aus den Ergebnissen kann gefolgert werden, dass die mesophile anaerobe Vergärung keine risikolose Variante der Verwertung befallener Kartoffelpartien darstellt.

**01-7 - Westerman, P. R.; Gerowitt, B.**

Universität Rostock

**Überlebensrate von Unkrautsamen nach der Vergärung in Versuchs- und Kommerziellen Biogasanlagen**

*Weed seed survival after anaerobic digestion in experimental and commercial biogas plants*

Crop biomass is used in co-fermentation with animal manure to produce biogas, as a durable alternative to fossil fuel. Digestate, the leftover after anaerobic digestion, is usually returned to the field as a crop fertilizer. If weed seeds survive the biogas process, the use of contaminated digestate could contribute to the spread of weeds, which can be particularly troublesome in the case of invasive weeds. In this study, the probability that weed seeds survive exposure to the conditions in biogas reactors was investigated. Seed survival chances were esti-

mated for a range of weed species, using small experimental batch reactors, either with or without ensiling as a pre-treatment, and large commercial continuous flow-through reactors (CSTRs). Several weed species with a water-impermeable seed coat (hard seeded or physical dormancy) were included, because literature had indicated that these might have a higher probability of surviving the conditions inside bioreactors.

Experimental batch reactors. Per weed species and replicate, 100 seeds were enclosed inside small fine-meshed, which were grouped into larger bags and exposed to silage, anaerobic digestion or both (N = 6; two per treatment). Control bags were used to determine initial viability (N = 3; one per treatment). One replicate started in May (rye biomass); the other in September 2010 (maize biomass). For ensiling, 60 3 L jars were crammed with biomass (2-2.5 kg jar<sup>-1</sup>) with a large seed bag at mid-height, jars were sealed and re-opened after 153 (replicate 1) or 117 days (replicate 2). Sixty L batch reactors operating at approx. 37 °C were fed sludge, water and biomass. Bags were entered at the beginning and removed at the end of a run (30 d). Six species with and four without physical dormancy were tested; *Abutilon theophrasti* Medik., *Datura stramonium* L., *Erodium cicutarium* (L.) Aiton, *Geranium pusillum* L., *Malva neglecta* Wallr., *Vicia tetrasperma* (L.) Schreb, *Bromus secalinus* L., *Lycopersicon esculentum* L. (tomato), *Rumex obtusifolius* L., and *Stachys arvensis* L..

Commercial CSTRs. Depending on the duration of exposure, each small bag contained 100 seeds (0, 1 and 3 days), 200 seeds (6 days) or 300 seeds (9 days). Six of these were enclosed inside a larger bag and exposed to the conditions in one of two commercial biogas plants (40-41 °C, 800 m<sup>3</sup>, HRT 35 d (reactor 1), or 40-41 °C, 200 m<sup>3</sup>, HRT 70 d (reactor 2)). In reactor 1, both replicates were exposed in December; in reactor 2, one replicate was exposed in November and the other in December 2010. Species tested were; *A. theophrasti*, *M. neglecta*, *Chenopodium album* L., *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve, and *L. esculentum*.

Viability testing. Immediately after exposure, seeds were surface sterilized, transferred to 'diaspore' agar, stored in the dark at 4/20°C (8/16 h) and checked once or twice a week for germination. Seeds that did not germinate within three weeks were subjected to tetrazolium staining for approx. 24 h at 30 °C. Seed were carefully dissected under a binocular and the red-coloration of embryos was evaluated. Weed species clearly differed in their ability to survive anaerobic digestion. Species with physical dormancy were more likely to survive ensiling (up to 98 %) and anaerobic digestion in experimental batch reactors (up to 58 %) compared with species whose seeds lack a water-impermeable layer (≤ 1%). Tomato appeared to be a good model species for species without, but not for species with physical dormancy. In large-scale commercial CSTRs, ranking of species differed from that in batch reactors. For example, survival of *A. theophrasti* was poor, while survival of *C. album*, a species without physical dormancy, was relatively high. This suggests that experimental batch reactors are not necessarily a good model system for CSTRs. There were also large differences in seed survival between subsequent runs of a reactor that could not be traced back to changes in important process parameters. Apparently, fluctuations in chemical or microbial composition that do not affect biogas production can affect seed viability. Especially seeds of *C. album* are likely to survive the biogas chain, due to the combination of high seed production and survival probability in commercial biogas reactors, although in low numbers.

**01-8 - Seigner, L.; Friedrich, R.; Kaemmerer, D.; Büttner, P.; Poschenrieder, G.; Hermann, A.**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## **Evaluierung des Hygienisierungspotenzials des Biogasprozesses im Hinblick auf ausgewählte phytopathogene Schaderreger**

*Evaluation of the hygienisation potential of biogas fermentation with respect to selected phytopathogens*

Die Biogastechnologie ist unter dem Aspekt der Nutzung erneuerbarer Energieträger, der Schonung bestehender Ressourcen und Aufrechterhaltung natürlicher Kreislaufprozesse sowie des Klimaschutzes eine zukunftsweisende Technologie. Gleichwohl könnte das Ausbringen von Gärrückständen ein Risiko bedeuten, wenn Phytopathogene den Fermentationsprozess überdauern und mit dem Gärrest auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Flächen ausgebracht werden. Durch die Kreislaufwirtschaft könnte es zu einem stetigen Anstieg der Konzentration bestimmter Erreger auf den Produktionsflächen kommen. Insbesondere Gärreste aus mesotherm betriebenen Biogasanlagen könnten problematisch sein. Zur Abklärung dieser Phytohygienierisiken wurde an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) das Hygienisierungspotenzial des Biogasprozesses im Hinblick auf ausgewählte Phytopathogene untersucht. Zur Untersuchung der Überdauerung von Schaderregern im Biogasprozess wurde pathogenhaltiges Material in Versuchsfermentern vergoren. Diskontinuierliche Batchversuche dienten zur Feststellung des Überlebens der Erreger in Abhängigkeit von Temperatur, Milieu und während der Lagerung im Gärsubstrat. Zu verschiedenen Terminen wurden Proben für die Bestimmung der Überlebensfähigkeit der Pathogene genommen. Zudem wurde der Einfluss einer Silierung auf das Schaderregerüberleben untersucht. Zum Erregernachweis wurden mikroskopische, kulturtechnische, biologische, serologische und molekularbiologische Verfahren angewandt. Zur Ermittlung der Vitalität der

Pathogene wurden ihr Wachstum auf Nährmedien und ihre Infektiosität betrachtet. Ein Monitoring auf phytopathogene Pilze in bayerischen Biogaspielanlagen sollte Auskunft über die Situation in der Praxis geben.

Die im Batchverfahren durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass erwartungsgemäß neben der Verweildauer die Temperatur und das Milieu kritische Faktoren bei der Überdauerung sind. Für eine Reihe bedeutsamer Phytopathogene konnte gezeigt werden, dass die Biogasfermentation zu einer Verringerung der mikrobiellen Belastung des vergorenen Materials führt. Nicht nur thermophile Verhältnisse, sondern bereits Temperaturen um 38 °C (mesophiler Bereich) reichen bei Einhaltung einer gewissen minimalen Verweildauer dafür aus. Temperatur und Verweildauer im Fermenter wie auch die Widerstandsfähigkeit des Pathogens selbst beeinflussen dessen Überdauerungsvermögen. Eine Zerkleinerung des Pflanzenmaterials vor der Vergärung scheint die Inaktivierung der Erreger zu begünstigen. Für die meisten Pathogene wurden bei 38 °C Überdauerungszeiten zwischen 8 Stunden und 7 Tagen ermittelt. Hervorzuheben sind die nur kurze Zeit persistierenden Kartoffelzystennematoden *Globodera pallida* und *G. rostochiensis*, die beide als Quarantäneschaderreger eingestuft sind. Ein nur kurzzeitiges Überleben wurde auch bei den in der Düngemittelverordnung gelisteten Pilzen *Sclerotinia sclerotiorum* und *Rhizoctonia solani* festgestellt. Selbst unter mesothermen Bedingungen lagen die Überlebenszeiten der meisten Erreger unter den für Substrate angegebenen durchschnittlichen theoretischen Verweildauern in Biogasanlagen, so dass hinsichtlich dieser innerhalb weniger Stunden oder Tage abgetöteten Erreger in der Praxis keine phytosanitären Risiken bei der Ausbringung von Gärresten zu erwarten sind. Manche Erreger waren indes in der Lage, über einen längeren Zeitraum zu überdauern. Dies betrifft die drei Quarantäneschadorganismen *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Cms), *Ralstonia solanacearum* (Rs) und *Synchytrium endobioticum* (Se) wie auch *Verticillium albo-atrum* an Hopfen und das in § 5 Abs. 2 der Düngemittelverordnung genannte Tabakmosaikvirus zumindest bei Inkubation im Gärsubstrat sowie *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* im Durchflussfermenter und bei Inkubation im Gärsubstrat. Da cms, Rs und Se Quarantäneschaderreger sind, für die „Nulltoleranz“ gilt, besteht ein besonderes Risiko - vor allem, wenn man sogenannte „Kurzschlussströme“ berücksichtigt, bei denen das Material nur kurze Zeit im Fermenter verbleibt. Überleben diese Erreger die Fermenterpassage, so werden sie auch während der Lagerung nicht inaktiviert. Das Biogasanlagen-Monitoring, in welchem Proben aus Praxisanlagen auf phytopathogene Pilze untersucht wurden, erbrachte keine Hinweise auf ein Verschleppungsrisiko von Pilzkrankheiten bei thermo- und mesophil betriebenen Anlagen. Eine optimale Silierung trägt zur Hygienisierung des Inputmaterials bei.