

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⁻¹) 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 m³, HRT 35 d (reactor 1), or 40-41 °C, 200 m³, 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 Biogaspiplanlagen 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.