

Christian Thullner, Sabrina Sanchez und Joachim Müller, Hohenheim

Vergleich des Trocknungsverhaltens von Biogasgärrest, Rindergülle und Klärschlamm

Bedingt durch die gesetzliche Förderung von erneuerbaren Energien nimmt die Anzahl der Biogasanlagen stetig zu. Das Nebenprodukt der Biogaserzeugung, der Gärrest, ist ein wertvoller organischer Dünger, der derzeit hauptsächlich in der Pflanzenproduktion Verwendung findet. Der steigende Anfall an Gärrest erfordert in Zukunft überregionale Verwertungsmöglichkeiten. Auf Grund seines hohen Wassergehaltes ist der Transport mit erheblichen Kosten verbunden. Die Trocknung des Gärrestes stellt eine Möglichkeit zur Steigerung der Transportwürdigkeit dar. Unterschiede im Trocknungsverhalten von Gärrest, Rindergülle und Klärschlamm erfordern angepasste Trocknungsverfahren für die Gärresttrocknung.

Der weltweit steigende Energieverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen führen zu einer Veränderung des Weltklimas. Um dem immer deutlicher werdenden Klimawandel zu begegnen, sind Alternativen für die Deckung des Primärenergiebedarfes gefragt. Neben der Vereinbarung zur Senkung der Treibhausgase und Steigerung der Energieeffizienz wurde als verbindliches Ziel europaweit beschlossen, den Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch der EU auf 20% im Jahr 2020 zu steigern [1]. Im Jahr 2005 lag der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch in der EU bei ~6,6%. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland lag 2005 bei 10,2% [2]. Hiervon entfallen rund 20% auf den Bereich Biomasse. Durch die gesetzliche Förderung der Stromerzeugung aus Biomasse (EEG) nimmt die Anzahl der Biogasanlagen stetig zu. Bei der Vergärung der Substrate bleibt als Nebenprodukt der Gärrest zurück. Der meist flüssige Gärrest ist ein organischer Dünger, dessen Nährstoffgehalt von den eingesetzten Ausgangssubstraten abhängt. Durch die steigende Biogasanlagenzahl und den damit verbundenen steigenden Gärrestanfall stößt die ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung des Gärrestes zunehmend an ihre Grenzen. Darüber hinaus werden der Verwertung als Dünger in der Pflanzenproduktion Grenzen durch die Düngemittelverordnung sowie durch die in vielen Regionen Deutschlands bestehenden Nährstoffüberschüsse bei landwirtschaftlich genutzten Flächen gesetzt. Praxisüblich ist derzeit eine Ausbringung des Gärrestes in flüssiger Form auf die pflanzenbaulich genutzten landwirtschaftlichen Flächen. Der Transport über größere Entfernung ist hierbei kostenintensiv, da der Wassergehalt des Gärrestes mit rund 93% (NawaRo-Gärrest) sehr hoch ist [3]. Aus diesen Gründen kann der flüssige Gärrest zum Problemstoff für die Biogasanlage bei geringer Flächenausstattung oder weiten Anlage-Feld-Entfernungen werden. Eine Lösungsmöglichkeit ist die überregionale Nutzung von Gärresten als organischer Dünger. Um die Forderung nach möglichst

geringen Transportkosten zu realisieren, ist die Reduzierung des Wassergehaltes eine wichtige Voraussetzung. Eine Möglichkeit zu dessen Reduzierung ist die Trocknung. In anderen Sektoren wie etwa der Klärschlammbehandlung gehört die Trocknung zur Steigerung der Transportwürdigkeit zu den etablierten Verfahren.

Trocknung biogener Stoffe

Die Trocknung biogener Stoffe erfolgt je nach ökonomischem Wert des getrockneten Produktes mit unterschiedlich hohem technischem Aufwand. Für die Trocknung von biogenen Reststoffen wie Klärschlamm werden vor allem solarunterstützte Trocknungsanlagen eingesetzt. Die Anforderungen an das getrocknete Produkt sind hierbei als gering einzustufen. Der Bau sowie der Betrieb und die Wartung sind bei solchen Systemen relativ kostengünstig. Die Nutzung von Abwärme zur Steigerung der Trocknungsleistung ist in der Regel ohne großen technischen Aufwand zu realisieren. Das Ziel der Trocknung ist in erster Linie die Reduzierung des Wassergehaltes. Darüber hinaus soll eine Konservierung der Inhaltsstoffe erfolgen. Ein weiterer Vorteil der Trocknung ist die Volumen- und Massereduktion. Die Nähr- oder Inhaltsstoffe des Ausgangsproduktes werden bei der Trocknung im Produkt konzentriert. Während der Trocknung entstehen Emissionen von der Oberfläche des Trocknungsgutes in die Trocknungsluft. Vor allem geruchsintensive Stoffe wie beispielsweise Ammoniak können hierbei zu Problemen führen. Einerseits wird der Nährstoffgehalt im Trocknungsprodukt reduziert und damit auch der wirtschaftliche Wert, andererseits können unerwünscht Geruchsemissionen auftreten. Eine weitere Beeinträchtigung der Umwelt kann durch Staubemissionen erfolgen. Eine viel versprechende Möglichkeit für die Trocknung von Gärresten aus Biogasanlagen könnte die solarunterstützte Gewächshaustrocknung darstellen. Damit eine optimale Anlagensteuerung während des Trocknungsvorganges erreicht wird, sind Grundlagenversuche zur Untersuchung des Trocknungsverhaltens von Gär-

M.sc. agr. Christian Thullner und M.sc. Sabrina Sanchez Lopez sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Fachgebiet Agrartechnik in den Tropen und Subtropen (Leitung: Prof. Dr. Joachim Müller), Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart; e-mail: christian.thullner@uni-hohenheim.de

Schlüsselwörter

Rindergülle, Gärrest, Klärschlamm, Trocknungsverhalten

Keywords

Cattle slurry, biogas effluent, sewage sludge, drying characteristics

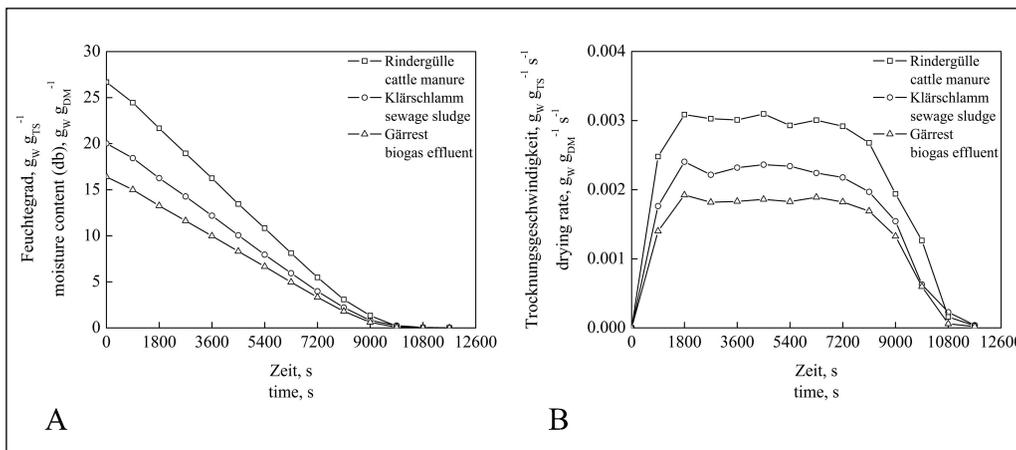


Bild 1: Verlauf des Feuchtegrades (A) und der Trocknungsgeschwindigkeit (B) während der Trocknung von Rindergülle, Klärschlamm und Gärrest aus Biogasanlagen

Fig. 1: Development of moisture content (A) and drying rate (B) of cattle slurry, sewage sludge and biogas effluent

resten unerlässlich. Aus diesem Grund wurden erste Trocknungsversuche im Labormaßstab durchgeführt. Hierbei wurde das Trocknungsverhalten von Gärresten aus Biogasanlagen mit dem von Rindergülle und Klärschlamm verglichen.

Versuchsaufbau

Der Gärrest für die Versuche stammt aus einer Biogasanlage, in der Rinder- und Schweinegülle, Saftreste, Salat- und Gemüsereste, Malzkaffeetreber sowie Getreide- und Rapsausputz als Substrate für die Biogasgewinnung vergoren werden. Die Rindergülle stammt von einer Milchviehherde mit Nachzucht, welche ganzjährig mit Silage gefüttert wird. Der Klärschlamm wurde von einer Kläranlage nach dem Stadium der Faulung entnommen.

Die ausgewählten Trocknungsprodukte wurden vor dem Einfüllen in die Versuchsbekälter intensiv gerührt, um eine gleichmäßige Durchmischung der Inhaltsstoffe zu gewährleisten. Für die Trocknungsversuche wurden je drei Proben der drei Trocknungsprodukte in Gefäße mit einem Durchmesser von 8,0 cm und einer Höhe von 2,5 cm gefüllt. Die Schütthöhe betrug etwa 0,7 cm, dies entspricht einem Gewicht von rund 20 g des Trocknungsproduktes. Die Trocknungsversuche wurden in einem Trocknungsschrank Memmert UL 30 durchgeführt. Die Proben wurden in den vorgeheizten Trocknungsschrank gestellt und bei einer Temperatur von 70 °C getrocknet. Die Luftfeuchtigkeit im Trocknungsschrank wurde während der Versuche nicht geregelt. Nach jeweils 900 s wurde das Gewicht der Gefäße gewogen. Bei Erreichen der Gewichtskonstanz wurde der Versuch beendet. Die Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes (TS-Gehalt) erfolgte nach der Standardofenmethode. Hierbei wurde die jeweilige Probe bei 105 °C 24 Stunden getrocknet. Für

die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse wurden der Feuchtegrad und die Trocknungsgeschwindigkeit berechnet. Der Feuchtegrad X berechnet sich aus der Gesamtmasse m und der Masse an Trockensubstanz m_{TS} nach Gleichung (1) [4].

$$X(t) = \frac{m(t) - m_{TS}(t)}{m_{TS}(t)} \quad (1)$$

Die Trocknungsgeschwindigkeit g wurde nach Gleichung (2) [4] aus dem Feuchtegrad X und der Zeit t sowie der Zeitspanne Δt berechnet.

$$g(t) = \frac{X(t) - X(t + \Delta t)}{\Delta t} \quad (2)$$

Ergebnisse

Der zeitliche Verlauf des Feuchtegrades während der Trocknung für die Rindergülle, den Klärschlamm und den Gärrest aus Biogasanlagen ist in Bild 1 (A) dargestellt. Der Anfangsfeuchtegrad ist bei den untersuchten Reststoffen unterschiedlich. Dies ist durch die verschiedenen Trockensubstanzgehalte der untersuchten Reststoffe bedingt. Die Rindergülle besitzt mit einem TS-Gehalt von 3,6 % den geringsten und der Biogasgärrest mit 5,8 % den höchsten Wert. Der Klärschlamm befindet sich mit 4,8 % im mittleren Bereich der untersuchten Stoffe.

Der Anfangsfeuchtegrad ist bei Rindergülle mit 26,7 $g_w g_{TS}^{-1}$ am höchsten und mit 16,4 $g_w g_{TS}^{-1}$ bei Gärrest am niedrigsten. Der Klärschlamm liegt mit 20,0 $g_w g_{TS}^{-1}$ zwischen der Rindergülle und dem Biogasgärrest.

Der Trocknungsverlauf der drei untersuchten Reststoffe ist jeweils unterschiedlich. Die Trocknungsgeschwindigkeit der entsprechenden Reststoffe ist in Bild 1 (B) gezeigt. Während der Aufwärmphase nimmt die Trocknungsgeschwindigkeit bei allen Trocknungsprodukten zu. Anschließend

folgt der erste Trocknungsabschnitt, in dem die Trocknungsgeschwindigkeit relativ konstant bleibt. Der zweite Trocknungsabschnitt ist dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungsgeschwindigkeit bis auf 0 abnimmt und somit der Reststoff getrocknet ist. Die Rindergülle weist mit 0,0030 $g_w g_{TS}^{-1} s^{-1}$ in Trocknungsabschnitt eins die höchsten Werte auf. Der Klärschlamm trocknet in Abschnitt eins mit durchschnittlich 0,0023 $g_w g_{TS}^{-1} s^{-1}$ und der Gärrest mit 0,0018 $g_w g_{TS}^{-1} s^{-1}$ in etwa halb so schnell wie die Rindergülle.

Fazit

Die Trocknung von Gärresten aus Biogasanlagen stellt eine interessante Alternative dar zu deren derzeit praxisüblicher flüssiger Ausbringung. Durch die Trocknung können zahlreiche neue Verwertungsmöglichkeiten erschlossen werden. Dies wird unter anderem durch die vereinfachte Handhabung des getrockneten Gärrestes ermöglicht. Der getrocknete Gärrest könnte nicht nur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen als organischer Dünger eingesetzt werden, sondern auch im Garten- und Landschaftsbau. Die Trocknung von Gärresten aus Biogasanlagen weist im Vergleich zur Trocknung von Rindergülle oder Klärschlamm Unterschiede auf. In Abhängigkeit vom TS-Gehalt der Reststoffe werden unterschiedliche Trocknungsgeschwindigkeiten erzielt. Für eine optimale Steuerung von Trocknungsanlagen sind weitere Untersuchungen zum Trocknungsverhalten von Gärresten aus Biogasanlagen erforderlich.

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] -: Erfahrungsbericht 2007 zum Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 5. 7. 2007
 - [2] Bayer, W., M. Burghardt, S. Hirner, A. Loschky, H. Mayer und K. Pötzsch : Energie in Deutschland. Statistisches Bundesamt Pressestelle-Wiesbaden, 2006
 - [3] -: Tagungsband pflanzliche Rohstoffe zur Biogasgewinnung 2007. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Karlsruhe, 27. 9. 2007
 - [4] • Bux, M.: Entwicklung eines solargestützten Trocknungsverfahrens für Zigarrentabak. Dissertation, Universität Hohenheim, 1996