

Klimaschutz und Klimaanpassung durch die Kompostwirtschaft

Michael Schneider, Alice Schumacher

Zusammenfassung

Die Vergärung von Biogut ist ein Verwertungsverfahren zur Erzeugung von Energie, ohne dabei auf Masse für die Herstellung von humusreichem organischem Dünger verzichten zu müssen. Die Bioabfall- und Kompostwirtschaft leistet bereits heute einen bedeutenden Beitrag zum Ressourcen- und Klimaschutz. Ein Ausbaupotenzial ist jedoch insbesondere durch eine Steigerung der getrennt erfassten Bioabfälle aus privaten Haushalten gegeben. Für Unternehmen der Bioabfall- und Kompostbranche ist es empfehlenswert, sich einen Überblick über die betriebliche Treibhausgasbilanz anhand anerkannter Normen zu verschaffen. Dazu hat der VHE in Zusammenarbeit mit der AWADO Agrar- und Energieberatung einen Leitfaden erstellt.

1 Einleitung

Auf dem 15. Bad Hersfelder Biomasseforum wird das 40-jährige Jubiläum der Biotonne gefeiert. Warum hat man vor 40 Jahren die ersten Versuche mit der Biotonne durchgeführt? Wollte man dadurch das Klima schützen? Es gab andere Gründe, den Rohstoff Küchen- und Gartenabfälle getrennt zu erfassen? In Witzenhausen tat man es, um einen organischen Dünger, insbesondere für den ökologischen Landbau, produzieren zu können. In anderen Regionen sollte durch die getrennte Erfassung der organischen Haushaltsabfälle in erster Linie der damals immer knapper werdende Deponieraum geschont werden.

Die Deponierung von unbehandelten Siedlungsabfällen war in den 80er Jahren gegenüber der getrennten Erfassung und Verwertung insbesondere von Küchenabfällen noch deutlich kostengünstiger. Das änderte sich schnell, als immer höhere Anforderungen an den Deponiebau und die Deponienachsorge gestellt wurden. Weiterhin war nach Umsetzung der sogenannten TAsi im Jahr 2005 in Deutschland Schluss mit der Deponierung von unbehandelter Organik. Der häusliche Restmüll muss seitdem in mechanisch-biologischen Behandlungsanlagen (MBA) oder in Müllverbrennungsanlagen (MVA) entsorgt werden.

In den 90er Jahren erkannte man, dass die Methanemissionen aus den Deponiekörpern zur Klimaerwärmung beitragen. Die Kompostierung hatte gegenüber der Deponierung von organischen Abfällen erhebliche Vorteile, weil die Kompostierung deutlich weniger klimarelevante Emissionen aufwies.

Der klimarelevante Vorteil der Kompostierung hielt nicht lange an, weil die MVA insbesondere durch die Weiterentwicklung von Abgasreinigung und der Nutzung der Verbrennungsenergie hinsichtlich der Klimarelevanz deutlich aufholten. Einige Studien kamen zu dem Schluss, dass die MVA gegenüber der Kompostierung sogar „klimafreundlicher“ seien.

Andere Studien bezogen in ihren Betrachtungen die Bindung von Kohlenstoff im Boden durch die Humuswirkung von Komposten sowie die Substitution von Pflanzennährstoffen mit ein. Damit holte die Kompostierung gegenüber den MVA wieder auf.

Heute zählt es immer häufiger zum Standard einer modernen Kreislaufwirtschaft, das Biogut zumindest in Teilstromverfahren zu vergären und somit einen Teil des energetischen Potenzials der Organik zur Methan-, Strom- und Wärmeproduktion zu nutzen. Durch diese Kaskadennutzung wird die biologische Behandlung von Bioabfällen zur „Eierlegendenwollmilchsau“.

2 Bioabfälle

Die Rohstoffe der Bioabfall- und Kompostwirtschaft sind in erster Linie Biogut und Grüngut, also die Inhalte der Biotonne sowie Garten- und Parkabfälle. Von diesen Gütern wurden in Deutschland 2021 insgesamt rund 11 Mio. t getrennt erfasst und verwertet. Mit etwas mehr als 134 kg Bio- und Grüngut pro Einwohner und Jahr ist dieser Abfallstrom mit Abstand der Größte unter den verwertbaren Siedlungsabfällen.

Biogut besteht aus verschiedenen Anteilen von Küchen- und Gartenabfällen. Dementsprechend unterliegen auch die Inhaltsstoffe von Biogut – insbesondere Wassergehalt, Glühverlust und mineralische Bestandteile – Schwankungen, welche sich wiederum auf den Energiegehalt des Rohstoffes auswirken. Erschwerend kommt hinzu, dass die Probenahme des Materials aufgrund des breiten Kornspektrums und der Vielfalt der Ausgangsstoffe mit erheblichen Fehlern behaftet ist.

Biogut weist nach Kranert im Mittel einen Wassergehalt von ca. 55 % und einen Glühverlust von ca. 29 % bezogen auf die Frischmasse auf [1]. Die restlichen rund 16 % sind mineralische Bestandteile, wie z. B. Bodenpartikel und Nährstoffe. Zur genaueren Beurteilung der Zusammensetzung ist es notwendig, die Parameter bezogen auf die verschiedenen Kornklassen zu betrachten.

Es ist schwierig, die durchschnittlichen Gehalte der Inhaltsstoffe von Grüngut zu benennen, da die Art und Zusammensetzung in einem noch viel höherem Maße Schwankungen unterliegen als dies beim Biogut der Fall ist. Das Witzenhausen-Institut schätzt für ihre Berechnungen die Materialbeschaffenheit von Grüngut grob jeweils zur Hälfte aus krautigem und eher holzigem Material ab [2].

Im Mittel wurde bei Untersuchungen verschiedener Grünabfälle Wassergehalte von ca. 52 % ermittelt, wobei die einzelnen Wassergehalte zwischen 23 und 83 %

schwankten. Der Glühverlust in der Trockenmasse lag im Mittel bei ca. 74 % bei einem Schwankungsbereich zwischen 39 % bis 96 % an TM [3].

Für Grüngut bietet sich aufgrund der häufig höheren Holzanteile eine Abtrennung dieser Fraktion zur thermischen Nutzung an. Auch hier sollte nach den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft vorrangig eine stoffliche Verwertung der holzigen Fraktionen zum Beispiel als Torfersatz in der Erdenwirtschaft in Erwägung gezogen werden.

3 Rohstoffmengen

Im Jahr 2021 belief sich das Gesamtaufkommen an Bioabfällen aus dem Siedlungsbereich in Deutschland auf 11,2 Mio. t und wurden mit den üblichen Sammelsystemen erfasst. Dies entsprach einem Pro-Kopf-Aufkommen in Höhe von 134 kg, welches einer Steigerung um 6 kg pro Kopf im Vergleich zu 2020 entspricht. [4] Die Menge an getrennt erfasstem Biogut stieg 2021 auf 5,6 Mio. t, die Menge an gesammeltem Grüngut betrug ebenfalls 5,6 Mio. t. [5]

Weitere in biologischen Abfallbehandlungsanlagen (BABA) verwertete Bioabfälle sind zum Beispiel biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle (0,67 Mio. t) und Marktabfälle (0,06 Mio. t) sowie Speiseöle und -fette (0,009 Mio. t). [5]

Fast alle Bioabfälle werden in BABA verwertet. Die Verwertungswege für Bioabfälle sind vielseitig, im Regelfall werden diese in Kompostierungsanlagen, Vergärungsanlagen oder kombinierten Verfahren verwertet. [5]

Das Statistische Bundesamt gibt für Deutschland 1.190 biologische Behandlungsanlagen an. Unter den Kompostierungsanlagen werden 211 Bioabfallkompostierungsanlagen und 609 Grüngutkompostierungsanlagen aufgeführt. Die Bioabfallkompostierungsanlagen verwerteten im Jahr 2021 ca. 3,3 Mio. t Bioabfall zu 1,3 Mio. t Kompost. Die Grüngutkompostierungsanlagen verzeichneten im Jahr 2021 einen Input von ca. 4,2 Mio. t Grüngut, woraus circa 2,2 Mio. t Kompost produziert wurden [5].

Ferner werden 59 kombinierte Vergärungs- und Kompostierungsanlagen sowie 226 reine Vergärungsanlagen aufgeführt [5], wobei laut Biogas Kompendium [6] nur in 123 Vergärungsanlagen Biogut vergärt wird.

4 Biologische Verwertungsprozesse

Als biologische Abfallbehandlungsanlagen (BABA) werden Anlagen bezeichnet, die biologisch abbaubare organische Abfälle in anaeroben oder aeroben Verfahren behandeln. Aerobe Verfahren (unter Einwirkung von Luftsauerstoff) sind Kompostierungsverfahren. Die anaeroben Verfahren (unter Luftausschluss erfolgend) werden als Vergärungsverfahren bezeichnet. Um die Verwertung von Bioabfällen zu optimieren,

werden insbesondere bei der Verwertung von Biogut immer häufiger anaerobe und aerobe Verfahren nach dem Stand der Technik kombiniert.

Die Kompostierung ist ein aerober, exothermer Prozess. Im Mittelpunkt steht der mikrobielle Abbau von organischen Substanzen, der dazu dient, ein nährstoffreiches Humusprodukt zu erzeugen.

Bei den biologischen Prozessen findet kein nennenswerter Massenverlust der mineralischen Substanz statt. Die gleiche Menge von mineralischer Substanz im Biogut findet sich somit auch im Kompost wieder. Durch den Massenschwund an Organik und Wasser steigt jedoch der Massenanteil der mineralischen Substanz relativ an.

Beim Abbau der organischen Substanz werden ca. 15 bis 22,5 kJ/g in Form von Wärme freigesetzt. Dieses Wärmepotenzial dient unter anderem der Verdunstung von Wasser. Bei der Umwandlung von einer Tonne Biogut werden rund 400 Liter Wasser verdunstet. Die dafür erforderliche Energie stammt zu einem großen Teil aus der beim biologischen Abbau erzeugten Wärmemenge.

Die Vergärung von Biogut wird häufig der Kompostierung vorgeschaltet. Oft wird hierfür ein Teilstromverfahren verwendet, sodass nur Teile des Bioguts vergärt werden und der Rest direkt kompostiert wird. Beim anaeroben Abbau von organischer Substanz wird fast 90 % weniger Wärme freigesetzt als bei der Kompostierung. Zur Optimierung der Vergärung von Biogut muss daher Wärme zugeführt werden.

Bei der Vergärung bleibt die Menge an Wasser und mineralischen Bestandteilen weitestgehend konstant. Lediglich ein Teil der organischen Substanz wird bilanztechnisch zu Biogas umgewandelt, das dem System entnommen wird. Bei der anschließenden Kompostierung der Gärreste wird ein weiterer Teil der organischen Substanz abgebaut. Ziel der Nachkompostierung ist es unter anderem, den Wassergehalt im Rottegut deutlich zu senken. Über alle biologischen Behandlungsphasen bleibt die Menge an mineralischen Bestandteilen bezogen auf den Input konstant und reichert sich somit bis zum Endprodukt hin relativ an.

5 Biogas

Das aus der Vergärung von Biogut stammende Biogas besteht hauptsächlich zu rund 50 bis 75 % aus Methan und 25 bis 45 % Kohlendioxid. Der Heizwert von einem Kubikmeter Biogas wird mit durchschnittlich 6 kWh bzw. 21,6 MJ angegeben. Dies entspricht einem Heizöläquivalent von 0,6 Liter pro Kubikmeter Biogas [7].

Durchschnittlich werden 100 m³ Biogas pro Tonne Biogut produziert. Entsprechend beträgt der Energiegehalt des Biogases, der aus einer Tonne Biogut erzeugt werden kann, 600 kWh bzw. 2.100 MJ.

Bei der Verstromung des Biogases können 30 bis 45 % der gesamten Energie in Strom und 35 bis 60 % in Wärme umgewandelt werden [7]. Der Rest ist technisch nicht nutzbar und stellen bei der Energietransformation Verluste dar.

Unter der Annahme, dass die im Jahr 2021 statisch erfasste Biogutmenge in Höhe von 5,6 Mg vollständig vergoren würde, könnten daraus mehr als eine halbe Milliarden Kubikmeter Biogas mit einem Gesamtenergiegehalt von über drei Milliarden Kilowattstunden produziert werden.

6 Kompost

Bei der Vergärung von Biogut werden die anfallenden Gärrückstände nahezu vollständig kompostiert. Die über die Vergärung erzeugten Kompostprodukte fließen in die nachfolgenden Betrachtungen mit ein.

Der durchschnittliche Gehalt an organischer Substanz im Kompost beträgt 245 kg/t FM. Rund 50 % davon können mehr oder weniger langfristig als Dauerhumus im Boden überdauern. Als Faustformel kann festgehalten werden, dass pro vier Tonnen Kompost über den Anteil an Dauerhumus rund eine Tonne Kohlendioxid-Äquivalente im Boden festgelegt werden.

7 Holzreiche Brennstofffraktionen

Ziel der biologischen Behandlung von Bioabfällen ist nach den Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes in erster Linie die stoffliche Verwertung. Durch eine vorgeschaltete Vergärung wird die anschließende stoffliche Verwertung der nährstoffreichen Humusprodukte nicht beeinträchtigt, da der im Biogas in Form von Methan enthaltene Kohlenstoff bei aeroben Prozessen mehr oder weniger im gleichen Umfang in Form von Kohlendioxid entweicht.

Bei nahezu allen biologischen Abfallbehandlungsprozessen werden auch gewisse Anteile holzreicher Fraktionen insbesondere zur Nutzung in Heizkraftwerken ausgeschleust. Dies ist auch unter den Vorgaben einer vorrangigen stofflichen Verwertung sinnvoll, da hier insbesondere über die Siebüberläufe aus der Biogutverwertung Fremdstoffe ausgeschleust werden können. Dadurch kann je nach Verfahren ein bedeutender Beitrag zur Aufrechterhaltung der Kompostqualitäten hinsichtlich niedriger Fremdstoffgehalte geleistet werden.

Wie bei den flüssigen Gärresten wäre die Darstellung von durchschnittlichen Gehalten von holzigen Fraktionen aus der Bioabfallverwertung mit einer großen Ungenauigkeit verbunden. Hier ist es erforderlich, die einzelnen holzigen Siebfraktionen gesondert zu betrachten, was den Rahmen dieses Artikels sprengen würde. Zur Vertiefung der Nutzung wird auf die unter der Leitung des Witzenhausen-Instituts erstellten Studien „Optimierte Verwertung von Siebresten aus Biogutvergärungs- und Kompostierungsanlagen (Sieb-OPTI) [9] sowie „Optimierung der Erfassung, Aufbereitung und stofflich-energetische Verwertung von Grüngut in Deutschland (Grün-OPTI) [3] verwiesen.

8 Betriebliche Treibhausgasbilanzierung in der Bioabfall- und Kompostbranche

Um den Nutzen von Verfahren hinsichtlich Ressourcen- und Klimaschutz beurteilen zu können, reicht es nicht aus, nur den diesbezüglichen Nutzen der erzeugten Produkte hervorzuheben. Nur eine betriebliche Treibhausgasbilanzierung kann zumindest hinsichtlich der Klimawirksamkeit eine ehrliche Antwort und Orientierung für Verbesserungsmöglichkeiten bieten. Um hierfür ein Tool zu erarbeiten, hat der VHE in Zusammenarbeit mit der AWADO Agrar- und Energieberatung einen 28 Seiten umfassenden Leitfaden mit dem Titel „Herausforderungen und Chancen betrieblicher THG-Bilanzierung in der Bioabfall- und Kompostbranche“ erstellt [8].

Eine Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) ist das grundlegende Instrument, das es einer Organisation ermöglicht, seine THG-Emissionen zu verstehen und wirksame Strategien zum Klimawandel zu entwickeln. THG-Bilanzen helfen Unternehmen dabei, ihre Gefährdung durch THG-bezogene Risiken zu verstehen, Möglichkeiten zur Reduktion von Emissionen zu identifizieren, Basisdaten und Reduktionsziele für die Nachverfolgung der Leistung zu erstellen und die Leistung an die wichtigsten Zielgruppen zu kommunizieren. Um diese Vorteile zu nutzen, müssen die Bilanzen nach branchenweit anerkannten bewährten Methoden („Best Practices“) erstellt werden [9].

Zu den anerkannten Methodenstandards, auf denen der vorliegende Leitfaden basiert, zählen insbesondere

- das „THG-Protocol“ (Greenhouse Gas Protocol, dt. „Treibhausgasprotokoll“) von 2004 und die
- ISO-Norm 14064-1 (ursprünglich 2006 veröffentlicht und 2018 aktualisiert).

Unternehmen der Bioabfall- und Kompostbranche sind durch Emissionsquellen geprägt, die insbesondere Methan und Lachgas freisetzen, also Treibhausgase, welche um ein Vielfaches klimaschädlicher als Kohlendioxid sind.

Was die Branche jedoch ebenfalls charakterisiert, ist die stoffliche und/oder energetische Verwertung der eingesetzten Bioabfälle, wie z. B. Biogut (Inhalte der Biotonne) und Grüngut (Garten- und Parkabfälle), durch die Emissionen wiederum vermieden werden können. Unter „vermiedene Emissionen“ sind jene Einsparungen an THG-Emissionen zu verstehen, die Dritte durch die Verwendung von klimafreundlichen Produkten und Dienstleistungen anstelle von vergleichbaren, marktüblichen Angeboten erzielen. Dazu zählt beispielsweise die Substitution des Strombezugs über einen lokalen Anbieter durch Strom aus einer Biogutvergärungsanlage, der Ersatz von Torf durch Kompost aus einer Grüngutkompostierungsanlage oder die Substitution von mineralischen Düngemitteln.

Zusätzlich bieten die verkauften Düngeersatzprodukte Möglichkeiten für erhebliche Reduktionen der THG-Emissionen durch das Binden von Kohlenstoff in Böden (THG-Entzüge), also außerhalb der Organisationsgrenzen des bilanzierenden Unterneh-

mens. Dazu zählt beispielsweise die Anwendung von Kompost zur Humusanreicherung auf Ackerflächen.

Um diese positiven Klimaeffekte und damit verbundenen gesellschaftlichen Vorteile als wichtige Bestandteile von betrieblichen Nachhaltigkeitsstrategien aufzugreifen, sollten THG-Bilanzen und -Berichterstattungen mit fundierten und glaubwürdigen Angaben untermauert werden. Dafür stehen die weiter oben benannten international anerkannten Methodenstandards und weitere Leitfäden zur Verfügung, deren Anwendung die Unternehmen der Bioabfallbranche jedoch vor zum Teil komplexe Herausforderungen stellt. Die zentrale Fragestellung diesbezüglich lautet: Welche vermiedenen Emissionen können in einer THG-Bilanz berücksichtigt werden und wie? Welches grundlegende Verständnis über die Zweideutigkeit vermiedener Emissionen ist notwendig, um diese nach anerkannten Methodenstandards zu berücksichtigen, mengenmäßig zu schätzen und darüber zu berichten?

9 Ausblick

Die Verfahren zur energetischen und stofflichen Verwertung von Biogas über Vergärungstechnologien sind in der Zwischenzeit ausgereift und wirtschaftlich gut darstellbar, sofern eine gewisse Menge an Biogas kontinuierlich zur Verwertung zur Verfügung steht. Lediglich bei kleineren Anlagen ist gegebenenfalls der damit verbundene zusätzliche Aufwand nicht gerechtfertigt. Ziel der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger sollte es nach den Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sowie unter Aspekten des Klima- und Ressourcenschutzes sein, die getrennte Erfassung von häuslichen Bioabfällen und ähnlichen Abfällen aus anderen Herkünften zu steigern. Neben der Steigerung der getrennt erfassten Bioabfallmengen sollte parallel stets der Fokus auf die Qualität hinsichtlich möglichst geringer Fremdstoffgehalte im Bioabfall gelegt werden.

Die getrennte Erfassung von Grünabfall hat bereits ein hohes Niveau erreicht. Aber auch hier werden zum Teil immer noch Gartenabfälle über den Restmüll entsorgt. Daher wäre ein Ausbau von Getrennterfassungssysteme für Grünabfall sowie begleitende Öffentlichkeitsarbeit sicherlich zielführend. Bei der Verwertung von Grünabfall sollte insbesondere im Sinne des Ressourcenschutzes vorrangig eine stoffliche Verwertung durch Kompostierung bevorzugt werden.

10 Literaturverzeichnis

- [1] M. Kranert, K. Fischer und K. Cord-Landwehr (Hrsg.): 6 Biologische Verfahren. In: Einführung in die Abfallwirtschaft, Wiesbaden, Vieweg + Teubner Verlag, 2017, S. 228

- [2] F. Richter, M. Kern, T. Raussen und J. Wagner: Optimierung der Erfassung, Aufbereitung und stofflich-energetischen Verwertung von Grüngut in Deutschland (Grün-OPTI). Witzenhausen-Institut, Witzenhausen, 2019
- [3] R. Gottschall, M. Kranert, G. Hafner, C. Bruns, O. Schiere und C. Seibel: Ökologischer und ökonomischer Vergleich der stofflichen und energetischen Nutzung von Grünabfällen. In: Bio- und Sekundärrohstoffverwertung III, Kassel, 2008
- [4] Statistisches Bundesamt (Destatis): Neue Rekordmenge an Haushaltsabfällen im Jahr 2021. Statistisches Bundesamt (Destatis), Wiesbaden, 2022
- [5] Statistisches Bundesamt (Destatis): Abfallentsorgung 2021 EVAS_Nummer 32111. Statistisches Bundesamt (Destatis), 2023
- [6] M. Kern und T. Raussen: Biogas Compendium 2021/22, Witzenhausen: Witzenhausen-Institut, 2021
- [7] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR): Biogas Basisdaten Deutschland. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 2009
- [8] AWADO Agrar- und Energieberatung GmbH; Verband der Humus- und Erdenwirtschaft e. V.: Herausforderungen und Chancen betrieblicher THG-Bilanzierung in der Bioabfall- und Kompostbranche. April 2022. [Online]. Available: <https://vhe.de/service/publikationen/weitere>
- [9] World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development: GHG Protocol Agricultural Guidance. World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, 2013