



HANDBUCH FÜR BETREIBER VON BIOGASANLAGEN

inklusive Betreiber von Kompostierungsanlagen mit integrierter Biogasproduktion



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Erscheinungsdatum: März 2016

AutorInnen: Bamelis, L. (DLV-InnoVision), Boeve, W. (INAGRO), Bolzonella, D. (Uni Verona), De Keulenaere, B. (Biogas-E), Tom Depuydt (Pro Natura), Hamelin, L. (SDU), Laub, K. (IZES), Meers, E. (UGent), Michels, E. (UGent), Ryckaert, B. (INAGRO), Trapp, M. (IZES), Van Poucke, R. (UGent)



Herausgeber:

IEE Projekt: IEE/12/046/SI2.645700 – GR3

Projekt Website: <http://www.grassgreenresource.eu/>

Gestaltung: www.magelaan.be

Disclaimer

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Le contenu de cette publication n'engage que la responsabilité de son auteur et ne représente pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne. Ni l'EACI ni la Commission européenne ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Publikation liegt bei den AutorInnen. Sie gibt nicht unbedingt die Meinung der Europäischen Union wieder. Weder die EACI noch die Europäische Kommission übernehmen Verantwortung für jegliche Verwendung der darin enthaltenen Informationen.

El contenido de esta publicación solo compromete a su autor y no refleja necesariamente la opinión de la Unión Europea. Ni la EACI ni la Comisión Europea son responsables de la utilización que se podrá dar a la información que figura en la misma.

INHALT

Inhalt	3
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis.....	6
Zusammenfassung	7
1 Einführung.....	9
2 Organisation der Wertschöpfungskette.....	10
2.1 Grasarten	10
2.2 Reinigung, Aufbereitung und geeignete Maschinen	11
2.3 Lagerung	13
2.4 Soziale Aspekte.....	15
3 Vergärung von Gras.....	16
3.1 Art der Vergärung (Nass oder Trocken).....	16
3.2 Biogaspotenzial und Energiegewinnung.....	16
4 Rechtliche Rahmenbedingungen für den Einsatz von Gras als Substrat in Biogasanlagen	17
4.1 Europäischer Rechtsrahmen.....	17
4.2 Vergleich der nationalen Gesetzgebung in den Partnerländern	19
4.3 Übersicht der rechtlichen Probleme in den GR3- Partnerländern	20
5 Gründe für die Grasvergärung	21
5.1 SWOT- Analyse	21
5.2 Ökologische Bewertung.....	23
5.3 Kosten – Nutzen – Analyse (CBA)	25
6 Fallstudien	27
6.1 Landwirtschaftliche Biogasanlage Jansen Wijhe, Groningen, Niederlande ^[17]	27
6.2 Erk energy, Zeewolde, The Netherlands.....	28
6.3 DRANCO© Biogasanlage, Bioabfall, Brecht, Belgien	28

6.4	Agricultural Digester, Azienda Possamai, Italy	29
6.5	Biogasanlagen in Deutschland	29
7	Fazit	30
8	GR3- Projektergebnisse:.....	31
	Noch Fragen?	32
	Literaturverzeichnis.....	33

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Mäharbeiten am Straßenrand	7
Abbildung 2 Graslagerung in einem Silierschlauch	13
Abbildung 3 Siloballen (links) & verdichtetes Fahrsilo vor der Abdeckung (rechts)	13
Abbildung 4 Grasreinigung.....	15
Abbildung 5 Abfallsammlung am Straßenrand	15
Abbildung 6 Rechtliche Einordnung von Gras	17
Abbildung 7 Übersicht der verschiedenen Fördermechanismen der Grasvergärung.....	19
Abbildung 8 Potenzial globale Klimaerwärmung (100J) für ausgewählte Grasverwertungsszenarios, Ergebnisse LCA	24
Abbildung 9 Wichtige Ergebnisse der Kosten- Nutzen- Analyse	25
Abbildung 10 Auflistung berücksichtigte Kosten und Einnahmen	26
Abbildung 11 Anaerobe Vergärungsanlage Jansen Wijhe, Groningen ¹⁷	27
Abbildung 12 Dranco Installation in Brecht	28

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Bewertung unterschiedlicher Lagertechniken.....	14
Tabelle 2 Beispiele deutscher Biogasanlagen	29

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BGP	Biogasbildungspotenzial
C	Kohlenstoff
CBA	Kosten– Nutzen– Analyse
CH ₄	Methan, etwa 50- 60% Biogas besteht aus Methan
EU	Europäische Union
FM	Frischmasse
GR3	Gras als grüne Grasressource
IFBB	Integrierte Herstellung von Festbrennstoffen und Biogas aus Biomasse
LCA	Ökobilanzierung
MSW	feste Siedlungsabfälle
MW	Megawatt
RED	Erneuerbare Energien Richtlinie
SBG	Straßenbegleitgrün
SWOT	Stärken, Schwächen, Chancen und Gefahren
THG	Treibhausgasemissionen
TM	Trockenmasse

ZUSAMMENFASSUNG

In Europa wird die anaerobe Vergärung von der Verwertung organischer Abfälle für die Produktion Erneuerbarer Energien bestimmt, obgleich sie oft mit Energiepflanzen als Substrate kombiniert wird. Kommunale und/ oder industrielle organische Abfälle und Klärschlamm sind in einigen Ländern ebenfalls übliche Inputmaterialien. In vielen Ländern der EU hat die Einführung von vorteilhaften Anreizsystemen zur Implementierung zahlreicher Biogasanlagen geführt. Etwa 14.000 Biogasanlagen sind heute in Europa in Betrieb, und etwa 80 % davon befinden sich auf landwirtschaftlichen Betrieben^[1]. Um jedoch die Rolle der anaeroben Vergärung innerhalb des Erneuerbaren Energiensektors zu festigen ist es wichtig, die Verfügbarkeit nachhaltig erzeugter Biomasse sicherzustellen. Gemäß den rechtlichen Rahmenbedingungen der EU sollte die Nutzung von Energiepflanzen zur Produktion Erneuerbarer Energien zukünftig begrenzt werden. Wo immer möglich können Biomassereststoffe diese Lücke schließen.



Abbildung 1 Mäharbeiten am Straßenrand

Derzeit ungenutzte Grasmaterialien von Straßenrändern, Schutzgebieten und extensivem Grünland stellen interessante Inputstoffe für die anaerobe Vergärung dar. Die Ergebnisse aus dem GR3- Projekt wurden in drei Handbücher aufgearbeitet. Jedes Handbuch richtet sich an eine eigenen Zielgruppe: I. Kommunalverwaltung, II. Flächenmanager, III. Biogasanlagenbetreiber (aktuelles Handbuch). Dieses Handbuch bewertet, inwiefern der Einsatz dieser Grasmaterialien innerhalb einer Biogasanlage für die Energieproduktion interessant ist. Gras aus der Landschaftspflege kann einen Ertrag von 9 MWh pro Hektar erzielen (Naturschutz oder Straßenränder^[2]) während bei landwirtschaftlichen Flächen ein Energieertrag nach einer Umwandlung zu Biogas von bis zu 34 MWh^[3] pro Hektar möglich ist. Hierdurch ergeben sich beträchtliche Möglichkeiten, insbesondere für ländliche Gemeinden. Neben den Einsparungen von Primärenergie - was eine wesentliche Reduzierung von Treibhausgas (THG)- Emissionen bedeutet - gibt es drei weitere Mechanismen, durch die die Biogaserzeugung THG- Emissionen reduziert^[4].

1. **Vermiedene Methanemissionen:** Die Methanemissionen während der Lagerung von Gülle tragen wesentlich zu den Gesamt – THG- Emissionen in der Landwirtschaft bei. Aber auch durch das Mulchen mit anschließender Verrottung des Grases vor Ort oder die Kompostierung, wird eine nicht unerhebliche Menge Methan und sonstigen THGs in die Atmosphäre abgegeben.
2. **Produktion von organischem Dünger:** Biogasanlagen produzieren Energie und Gärrest. Dieser enthält einen hohen Anteil pflanzenverfügbarer Nährstoffe und kann als Substitut für Mineraldünger eingesetzt werden.
3. **Kohlenstoffsequestrierung:** Bei der Verwendung des Gärrestes zur Bodenverbesserung, enthält dieser einen Anteil biologisch nicht leicht abbaubarem Kohlenstoff, welcher entweder gar nicht oder erst nach sehr langer Zeit abgebaut werden kann (Größenverhältnis: Jahre). Das bedeutet, dass Jahr für Jahr der ausgebrachte Gärrest eine Kohlenstoffsénke bildet.

Zur Bewertung der Vorteile für die Umwelt, werden mittels einer Ökobilanzierung (LCA) die Umweltauswirkungen der kompletten Biogas- Verwertungskette quantifiziert. Innerhalb dieser Ökobilanz

wurden die primär betrachteten Auswirkungen der CO₂- Emissionseinsparung zugeschrieben. Hieraus lässt sich eine wesentlich geringere Umweltbelastung durch die anaerobe Vergärung im Vergleich zu anderen Biomasse-Verwertungsansätzen, wie zum Beispiel die Kompostierung, ableiten. Eine Investition in die energetische Grasverwertung und somit in eine nachhaltige Entwicklung erfolgt nur wenn das Vorhaben wirtschaftlich darstellbar ist. Das aktuelle Handbuch beinhaltet auch die Ergebnisse der Kosten- Nutzen- Analyse die in den Partnerregionen durchgeführt wurde. Aktuell hängt die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlagen stark von den jeweiligen regionalen Fördermechanismen ab, obwohl die Unternehmen im Biogassektor europaweit eine finanzielle Unabhängigkeit anstreben. Eine optimale Verwertung der Grasreste, kann dieses Ziel unterstützen.

Im Verlauf dieses Handbuchs wird gezeigt, dass eine Grasvergärung ohne technische Probleme möglich ist, so lange einige wichtige Punkte beachtet werden. Hierbei ist es notwendig zwischen einer **Nass** und **Trocken**vergärung zu unterscheiden, denn die Grasqualität spielt in der Nassvergärung eine zentrale Rolle. Infolgedessen sind die nachfolgenden Punkte insbesondere bezeichnend für die Nassvergärung und nicht zwingend geltend für die Trockenvergärung.

1. **Qualität:** Die Grasqualität ist der kritischste Punkt für den Einsatz von Gras in der Nassvergärung. In der Trockenvergärung ist es ebenfalls ein wichtiger Parameter. Während der Grasernte ist die Aufnahme von Störstoffen wie Sand, Abfall und auch holzartiger Biomasse zu minimieren. Diese Stoffe sind nicht abbaubar und verursachen unnötiges Transportgewicht sowie mögliche Verstopfungen und andere Schäden in der Biogasanlage. Diese Störstoffe sollten möglichst vermieden werden (z.B. durch manuelle Abfallsammlung, Vermeidung der Mahd von Flächen mit einem hohen Holzanteil, Anwendung angepasster Techniken und Maschinen um den Sandanteil zu minimieren). Falls notwendig können diese Stoffe nach dem Mähen entfernt werden (manuelle Abfallsammlung, Reinigen).
2. **Lagerung:** Ist eine direkte Grasverwertung nicht möglich, muss dieses luftdicht abgeschlossen gelagert werden. Eine Aufschichtung von Gras ist nicht empfehlenswert, da hierdurch der aerobe Abbau (Kompostierung) begünstigt wird und das Biogaspotenzial signifikant sinkt.
3. **Vorbehandlung:** Sollte das angelieferte Gras länger als 2 cm sein, ist eine zusätzliche Aufbereitung notwendig um Verstopfungen zu vermeiden. Gleichzeitig steigt die Abbaugeschwindigkeit, die Verweildauer im Fermenter reduziert sich und der Biogasertrag pro Tonne Frischmasse nimmt zu. Sollte Sand ein Problem sein, ist ein Reinigungsschritt entweder vor oder nach der Zerkleinerung empfehlenswert.
4. **Verträge/ Vereinbarungen:** Die Anforderungen bezüglich Qualität, Lagerung und einer potenziellen Aufbereitung sollten in einer rechtsverbindlichen Übereinkunft eindeutig definiert werden. Des Weiteren gilt es auch, eine klare Beschreibung aller Aufgaben und die Verantwortlichkeiten der einzelnen involvierten Beteiligten festzuhalten.

Gras ist derzeit kein Hauptinputsubstrat für Biogasanlagen. Die Ergebnisse des GR3- Projekts zeigen, dass zukünftig durchaus ein Potenzial für eine zunehmende Bedeutung der Grasverwertung in Biogasanlagen besteht. Dies bezieht sich hauptsächlich auf die Trockenvergärung, aber ein Einsatz in Nassfermentern ist durchaus möglich.

Weitere Informationen finden Sie auf der Projekthomepage: <http://www.grassgreenresource.eu/>

1 EINFÜHRUNG

Das EU- Projekt GR3 (Gras als grüne Gasressource) fokussiert den verstärkten Einsatz von Gras in Biogasanlagen. Das Grünflächenmanagement entlang der Straßen orientiert sich nach den Kriterien der Verkehrssicherheit, des Naturschutzes und den gesetzlichen Vorgaben der Straßenunterhaltung. Bevor diese Grasreste in Biogasanlagen eingesetzt werden können, ist es notwendig, die gesamte Wertschöpfungskette auf lokaler/ regionaler Ebene umzustellen.

Warum ist eine anaerobe Vergärung sinnvoll?

Die Erneuerbare- Energien- Richtlinie (RED) verlangt, dass alle EU Mitgliedsstaaten bis 2020 einen Einsatz von 10 % Erneuerbare Energien im Transportsektor erreichen, während der Gesamtanteil Erneuerbarer Energien im Bruttoendverbrauch zwischen 10- 49 % je nach Land variieren sollte. Die nationalen Aktionspläne der Mitgliedsstaaten ergeben dass - abhängig vom Mitgliedsstaat - eine wesentliche Steigerung der Biogaserzeugung notwendig wird.

Um die von der Europäischen Union festgesetzten Ziele zu erfüllen sind nachhaltig erzeugte alternative Substrate erforderlich. Im Großen und Ganzen sind tierische Ausscheidungen im Überfluss vorhanden und leicht als Substrat einsetzbar. Jedoch gilt das nicht für alle Länder und Regionen in Europa. Auch wenn Gülle verfügbar ist, wird diese im Allgemeinen mit anderen, leicht biologisch abbaubaren Substraten mit einem höheren Energieertrag mitvergoren, um so die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu steigern. In den vergangenen Jahren wurden die Defizite durch die Förderung der Vergärung von Energiepflanzen in Biogasanlagen aufgedeckt. Daher gilt es andere nachhaltige Substrate für die Biogasproduktion zu finden. Straßenbegleitgrün und Gras aus der Landschaftspflege können bei korrekter Vorgehensweise diese Rolle einnehmen. Die aktuelle Reihe mit drei Handbüchern soll die Herausforderungen und Chancen aufzeigen.

Im Gegensatz zu anderen landwirtschaftlichen Reststoffen (z.B. Molke, Biertreber) erhalten Grasreste eine geringe Beachtung. Dadurch bleibt ihr Potenzial häufig ungenutzt. Europäische Versuche zeigen, dass das Biogasbildungspotenzial von Gras zwischen 75- 180 Nm³/t Frischmasse variiert, wesentlich höher als Schweinegülle (10- 20 Nm³/t Frischmasse) und damit im unteren Bereich des BGPs von Mais liegt, welcher zwischen 180- 220 Nm³/t Frischmasse schwankt.

Ungeachtet dessen, gibt es in Europa bereits eine Vielzahl bestehender Anlagen (siehe auch die Beispiele in Kapitel 6 - Fallstudien), in denen Gras vergärt wird, jedoch sieht sich der flächendeckende Einsatz von Gras in Biogasanlagen einer Reihe von Herausforderungen gegenüber.

Dieses Handbuch zielt darauf ab, die aktuellen Kenntnisse zur Grasvergärung unter Berücksichtigung der gesamten Gras – zu – Biogas- Verwertungskette, von der Mahd bis zum Gärrestmanagement, widerzuspiegeln. Aus umwelttechnischen Gesichtspunkten scheint der anaerobe Vergärungsprozess im Vergleich zur Kompostierung ein sinnvoller Ansatz für die Grasverwertung zu sein. Nichtsdestotrotz bringt die Nutzung von Gras in der anaeroben Vergärung auch eine Reihe von Bedingungen mit sich. Eine ausreichende Grasqualität ist eins der wichtigsten Kriterien. Deshalb müssen eine Reihe von Qualitätssicherungs- (und Kontroll-) Schritten in der bestehenden Lieferkette umgesetzt werden, bevor Biogasanlagenbetreiber bereit sind das Gras zu verwenden.

2 ORGANISATION DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE

Gemähtes Gras kann ein attraktives Substrat für die Biogaserzeugung sein. Es gilt jedoch, eine Anzahl von wichtigen (technischen) Fragen zu berücksichtigen. Das folgende Kapitel beschreibt die Wertschöpfungskette beginnend mit der Wahl der Flächen, dem Mahdzeitpunkt und der Mähtechnik. Die Grasqualität und letztendlich dessen Eignung für die Vergärung wird maßgeblich durch eine optimale Organisation und Planung dieser vorbereitenden Arbeitsschritte bestimmt. In diesem Kontext entspricht eine 'gute Qualität' nicht nur einem Gras mit einem hohen BGP (Biogaspotenzial), sondern auch einer möglichst geringen Kontaminierung durch Sand und Abfall.

2.1 GRASARTEN

Die Grasqualität ist entscheidend für einen optimalen Gärprozess. Ein wichtiger Punkt ist hierbei das Wissen, dass es wesentliche Unterschiede in der Grasqualität gibt. Qualitätsschwankungen gibt es insbesondere zwischen Grasherkünften aus der kommunalen Parkpflege/ Straßenbegleitgrün und Gras von extensiven Grünlandflächen sowie Naturschutzgebieten. Extensives landwirtschaftliches Dauergrünland bzw. Schutzgebiete werden je nach (Schutz-) Zweck nur ein oder zwei Mal pro Jahr gemäht, abhängig von dem Bedarf. Bei Straßenbegleitgrün und Grasabfällen aus der kommunalen Parkpflege richtet sich die Schnitthäufigkeit nach der Notwendigkeit.

Hinsichtlich der Kontaminierung von Gras mit Fremdmaterialien sollten insbesondere Felder mit vielen Maulwurfshügeln, Holzbewuchs oder Steinen sehr sorgfältig gemäht werden. Straßenbegleitgrün ist ebenfalls zur Vergärung geeignet, allerdings ist eine Einsammlung des Abfalls vor dem Mähvorgang empfehlenswert. Insbesondere bei Straßenrändern mit einem hohen Verschmutzungsrisiko (z. B. in der Nähe von Autobahnausfahrten) sollte in Betracht gezogen werden, das Straßenbegleitgrün von einer möglichen Vergärung auszuschließen. Werden die genannten Faktoren bereits bei der Selektierung der Mähflächen berücksichtigt, können so die Kosten in der weiteren Verwertungskette reduziert werden^[2].

Aus der Perspektive der Biogasanlagen sind die Grasschnitte von Schutzgebieten und extensivem Dauergrünland besonders interessant aufgrund der Flächengröße und der kaum vorhandenen Verschmutzung durch Abfälle. Ferner ist es wahrscheinlich, dass diese Flächen mit einer geringeren Sandaufnahme gemäht werden können und dies sich positiv auf die Transport- und Reinigungskosten auswirkt.

Hinweis: Gras von landwirtschaftlichem Grünland und Schutzgebieten hat häufig eine sehr gute Qualität. Diese Materialien sollten primär als Futtermittel verwendet und nicht zur Biogasproduktion eingesetzt werden. Jedoch kann Gras von diesen Flächen aufgrund des Vorkommens diverser Kräuter (z. B. *Senecio jacobaea*), die für gewisse Tiere hoch toxisch wirken, als Futtermittel ungeeignet sein. In diesen Fällen ist einer Verwertung in Biogasanlagen Vorzug zu geben (Vorsicht bei der Gärrestausbringung).

2.2 REINIGUNG, AUFBEREITUNG UND GEEIGNETE MASCHINEN

Die Reinigung von Gras zur Vorbehandlung für die anaerobe Vergärung sollte aufgrund der damit verbundenen Kosten möglichst minimiert werden. Ernteverunreinigungen können bei Anwendung bewährter Verfahren vermieden werden. Aufgrund hoher Substratpreise kann es interessant sein, Gras mit niedriger Qualität in Biogasanlagen einzusetzen, allerdings müssen in diesem Fall die zusätzlichen Vorbehandlungsprozesse mit einkalkuliert werden. Die Reinigung des Materials ist essentiell, um Probleme wie Verstopfen oder physische Schäden an Leitungen und Maschinen zu vermeiden.

Ein Reinigungsschritt kann entweder größere (z. B. Dosen und Plastik) oder kleinere Fremdmaterialien (z.B. Sand) entfernen. Zur Vermeidung mechanischer Probleme empfiehlt sich beides zu kombinieren. Ein Trommelsieb eignet sich für die Sammlung von voluminösen Materialien (Plastiktüten, Dosen, Flaschen), während Sand sich oft beim Waschen oder Sedimentieren absetzt. Vorhydrolysetanks können wie alle anderen Arten von Lagertanks vor dem Fermenter den Sand entfernen. Nach einer gewissen Zeit setzt sich der Sand aufgrund der Schwerkraft ab und kann vom Tankboden entnommen werden^[2].

Bei der anaeroben Vergärung wird eine Vorbehandlung speziell zur Steigerung des Biogasertrages durchgeführt. Die meisten Techniken vergrößern die Kontaktoberfläche und reduzieren die Faserlänge, damit die Biomasse schneller vergoren werden kann. Durch die Reduzierung der Graslänge können technische Probleme bei der Nassvergärung vermindert werden. In vielen bestehenden Biogasanlagen ist die Nachrüstung zusätzlicher Aufbereitungstechniken notwendig, um eine ordnungsgemäße Vergärung des Grases zu gewährleisten. Insbesondere bei Nassfermentern mit einer kontinuierlichen Beschickung ist eine infrastrukturelle Umorganisation von Nöten, um entsprechend große Grasmengen verwerten zu können.

Mit einer entsprechenden **Einbringungstechnik**, besteht auch die Möglichkeit längere Grashalme direkt zu verfüttern. Diese Einbringtechniken zerkleinern das Gras vor Eintrag in den Fermenter automatisch. Grundsätzlich ist diese Lösung allerdings nur bei kleineren Grasmengen empfehlenswert. Aufgrund der hohen Faseranteile in Gras, entstehen bei klassischen Pumpsystemen häufiger Schwierigkeiten bei dem Pumpen des Gärrests. Dies kann verhindert werden durch den Einsatz einer **Vakuumpumpe**, da diese keine beweglichen Teile enthält. Ein weiterer Vorteil ist, dass diese Pumpe alle anfallenden Pumparbeiten übernehmen kann, die Einbringung verschiedener Substrate in den Fermenter sowie das Weiterpumpen des Gärrests.

Grundsätzlich zielen die verschiedenen Vorbehandlungstechnologien auf eine Änderung der Biomasseeigenschaften bzw. eine Steigerung des Zersetzungsgrades durch eine bessere Erreichbarkeit für mikrobielle Enzyme. Die einzelnen Vorbehandlungstechnologien sind in verschiedene Kategorien unterteilt.

Die **biologische Vorbehandlung** nutzt natürliche Prozesse zur Konservierung der Biomasse oder zur Verbesserung der chemischen Zusammensetzung. In diesem Fall werden Enzyme, Mikroorganismen oder organische Säuren hinzugefügt. Enzyme (wie Cellulase und Amylase) werden verwendet um die jeweilige Zellulose, Hemizellulose und Stärke aufzubrechen. Zusätzlich wird das Wachstum von Bakterien und Pilze durch die Zugabe von organischen Säuren bei der Silierung direkt gehemmt. Die Zugabe von Nährstoffen wie Melasse oder lösliche Kohlenhydrate, kann einen steigenden Säuregehalt aufgrund der Umwandlung von Zucker in organische Säuren veranlassen.

Während der **chemischen Vorbehandlung** werden anorganische Produkte wie Mineralsäure oder Laugen hinzugefügt. Diese werden hauptsächlich für das Aufspalten der Lignin Bestandteile verwendet, sodass ein größerer Anteil an biologisch abbaubarer Biomasse für die Mikroorganismen im Fermenter bereit steht.

Silieren ist eine Lagerungsmethode welche als eine Kombination von chemischer und biologischer Vorbehandlungsprozesse angesehen werden kann. Zusatzstoffe werden in der Regel eingesetzt wenn die physischen Parameter der Biomasse nicht für die Silierung geeignet sind. Diese steigern die Effizienz des Silierprozesses, gleichzeitig bereiten sie die Biomasse für die anaerobe Vergärung vor und fördern zu guter Letzt den Vergärungsprozess durch die Zersetzung der Fasern und das Hemmen der Bakterien etc.. Tatsächlich, werden normalerweise Mikroorganismen (z. B. Lactobacillus spp.) hinzugefügt um die Milchsäureproduktion zu steigern. Dies führt zu:

- einer rasanten Zunahme des Säuregehalts
- einer Hemmung gefährlicher Bakterien
- einer Verhinderung von TM- Verlusten, und
- einem besseren Faserabbau

Die Silierung schützt das Gras vor dem Eindringen von Wasser und Sauerstoff und spaltet komplexere Moleküle zur Unterstützung der Hydrolyse und Mikrobiologie während der anaeroben Vergärung in leichter abbaubare Bestandteile. Dies wiederum beschleunigt den Gärprozess und steigert die Methanproduktion. Kurz gesagt: Silierung wird zur optimalen Nutzung des Biogaspotenzials von Gras eingesetzt, wenn dieses nicht direkt vergärt werden kann.

Ungeachtet des hohen Vergärungspotenzials, bleibt Gras ein geringwertiges Produkt. Infolgedessen, kann eine Zugabe von Enzymen oder chemischen Produkten zu kostenintensiv sein.

Die **physikalische Vorbehandlung** zielt darauf ab die Partikelgröße zu reduzieren. Eine Reduzierung der Größe findet statt wenn die Biomasse zerkleinert, erwärmt, gereinigt oder Ultraschallwellen ausgesetzt wird. Die bereits erwähnten physikalischen Reize können innerhalb einer sogenannten „Vorbehandlungskette“ kombiniert werden.

Zur Entfernung der mitaufgenommenen Erdpartikel kann ein **Reinigungsschritt** integriert werden. Dies wurde 2013 in Belgien durch die Firma ProNatura bereits getestet. Die technischen Ergebnisse waren vielversprechend, allerdings besteht weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der ökonomischen Aspekte^[5].

Durch die Vermischung der Einsatzstoffe mit dem Gärrest in einem **(Vor-) Hydrolyse-** Behälter wird die Biomasse homogenisiert bevor sie in den Fermenter eingebracht wird. Typisch für einen (Vor-) Hydrolyse- Behälter ist eine kurze Verweilzeit (< 2 Tage) und ein geringer pH- Wert, welches die Aufspaltung der lignocellulosehaltigen Struktur des Grasses unterstützt.

Extrudieren ist eine spezielle Kombination aus mechanischer und thermischer Behandlung. Dies reduziert die Partikelgröße und löst chemische Verbindungen zwischen Cellulose und Lignin auf. Daraus ergibt sich eine bessere biologische Abbaubarkeit von Gras. Außerdem reduziert Extrudieren die Graspartikelgröße und ermöglicht so eine besseres Vermischen im Fermenter und verhindert potenzielle Probleme mit Verstopfungen und Schwimmschichtenbildung. Allerdings ist diese Technik kostenintensiv und es ist nicht klar ob diese Vorteile die entstehenden Kosten kompensieren. Der Energieverbrauch wird auf 20 kWh_{el}/ Tonne Gras geschätzt^[2].

Im Allgemeinen, reduzieren kleinere Partikelgrößen (mit Ausnahme von Verunreinigungen wie Sand) Probleme mit Pumpen, Verstopfungen und Rührwerken. Hauptsächlich in Nassfermenter, können diese Probleme durch eine kürzere Graslänge auf ein Minimum reduziert werden (Partikelgröße von 2 cm oder weniger).

2.3 LAGERUNG

Frisches Gras wird bei der Vergärung bevorzugt. Da jedoch die Mäharbeiten im Landschaftsmanagement meist ein begrenztes Zeitfenster haben, kann eine Silierung notwendig sein. Silieren ist eine Technik, Gras über längere Zeiträume (normalerweise Monate) zu lagern, und dabei das Biogaspotenzial zu erhalten. Dies erfolgt durch eine luftdichte (und somit sauerstofffreie) Lagerung des Grasses unter einer speziellen Silofolie.

Um eine gute Silage zu erzielen, sollte der TM- Gehalt des Grasses zwischen 25 und 35 % liegen^[6]. Die Graslänge sollte bei einer Nassvergärung < 2 cm sein, kleinere Partikelgrößen werden bevorzugt. Die Partikelgröße des Grasses sollte vor der Lagerung/ Silage reduziert werden, um das Verdichten zu steigern und damit zu verhindern, dass Sauerstoff in die Silage gelangt.

Nachdem die Biomasse verdichtet ist, muss sie luftdicht abgedeckt werden. Es ist empfehlenswert, ein horizontales Fahrsilo mit Betonboden und -wänden zu verwenden^[7]. In den meisten Fällen wird das Silo am Standort der Biogasanlage gebaut. Dies ermöglicht dem Anlagenbetreiber eine Kontrolle der Grasqualität bei der Silierung. Weitere Möglichkeiten sind Silierschläuche oder Siloballen; diese letzte Technik ist kosten- und arbeitsintensiver als die anderen, kann aber bei kleinen Grasmengen vorteilhaft sein^[8]. Diese Technik ist noch relativ neu. Optimal errichtete Silos sind Leckage frei und der Kohlenstoffverlust ist begrenzt (< 10%).



Abbildung 2 Graslagerung in einem Silierschlauch

Wie bereits zuvor erwähnt ist es am besten, das Gras so bald wie möglich im Fermenter zu vergären, da der Kontakt mit Sauerstoff unerwünschte mikrobielle Aktivitäten im Gras bewirkt und so zu einem Verlust des BGP führt. Gras sollte innerhalb von 48 Stunden nach dem Mähen siliert sein, insbesondere bei größeren Mengen. Dies sollte berücksichtigt werden, wenn die Grasflächen in viele kleine Wiesen unterteilt sind.



Abbildung 3 Siloballen (links) & verdichtetes Fahrsilo vor der Abdeckung (rechts)

Nach Öffnung des Silos ist eine möglichst rasche Verwertung ratsam. Für Fahrsilos gilt, dass täglich mindestens ein Meter Silo verfüttert werden sollte. Eine aufgedeckte Grassilage verliert in 5 Tagen bis zu 25 % ihres BGP^[9].

Eine Übersicht über die unterschiedlichen Lagertechniken findet sich in der nachfolgenden Tabelle 1.

Tabelle 1 Bewertung unterschiedlicher Lagertechniken

	Siloballen	Fahrsilo	Silierschlauch
Stärken	Flexibler Lagerort, gute Konservierung bei ausreichender Trocknung	Alle Größen verfügbar, bekanntes Verfahren	Leichtes Befüllen und Versiegeln für unterschiedliche Kapazitäten, sind in unterschiedlichen Größen verfügbar
Schwächen	für die Vergärung zusätzliche Grasverkleinerung nötig, Grasmahd nur mit Trommel- oder Scheibenmäher, finanziell interessant beim Silieren kleiner Mengen, Gefahr der Selbstentzündung bei zu trockener Lagerung,	Höhere Investition für Betonierung	Arbeitsintensiv, große Mengen an Plastikabfall, teuer
Volumen	1 – 3 m ³	1000 – 4000 m ³	240 – 1250 m ³

2.4 SOZIALE ASPEKTE

Durch das Erschließen schlecht zugänglicher Grasflächen können Arbeitsplätze für Arbeitskräfte mit einem geringeren Ausbildungsstandard geschaffen werden. Diese Arbeiten sind sehr arbeitsintensiv und erfordern eine hohe Flexibilität. Die Schaffung neuer Arbeitsstellen im Niedriglohnssektor ist langfristig günstiger als die Auftragsvergabe an Privatunternehmen. Je nach Ausbildungsstand sind eine Vielzahl von unterschiedlichen Aufgaben in der Grasverwertungskette dafür geeignet. Beim Einsatz von Fahrzeugen zur Grasbergung sind allerdings entsprechende Vor- und Fachkenntnisse erforderlich. Allgemein betrachtet könnten Arbeitskräfte ohne die entsprechenden Fachkenntnisse für Aufgaben eingesetzt werden, die wenig bis keine mechanische Unterstützung erfordern. Folgende Aufgaben kommen hierfür in Frage:



Abbildung 4 Grasreinigung

- **Erschwertes Mähen:** Große Mähfahrzeuge werden am Straßenrand durch das Vorhandensein diverser Gegenstände wie z.B. Verkehrsschilder, Bäume etc. behindert. Probleme entstehen auch wenn nasse, nicht leicht zugängliche Grasflächen oder ökologisch wertvolle Standorte befahren werden sollen. In all diesen Fällen kann der Einsatz von ungelernten Hilfskräften eine Alternative sein.
- **Logistik:** Insbesondere die Verwertung kleinerer Grasmengen erweist sich je nach Betriebsgröße als teuer, wenn die traditionellen Transportmethoden genutzt werden. Durch die Schaffung weiterer Stellen im Niedriglohnssektor können die Grasbergung und der Transport kleinerer Mengen individuell koordiniert werden. Hierzu wurde eine Fallstudie mit einem ähnlichen Szenario (für Biomasse generell) in dem ESF Co4-Energy Projekt untersucht. Diese ergab, dass eine Genossenschaft, die günstige ungelernete Hilfskräfte einsetzt, rentabel wirtschaften kann, wenn sie kleine Biomasse-Stoffströme für Biogasanlagen aufbereitet. ^[10]
- **Biomassesammelplatz/ Recyclingzentren:** Die schnelle und sachgerechte Verarbeitung von Gras verlangt eine gut organisierte Logistikkette. Biomassesammelplätze oder Recyclingzentren können zum Ausgleich von Lieferung und Nachfrage eine wichtige Rolle spielen. Arbeitspotenziale ergeben sich in der korrekten Trennung der angelieferten Stoffströme.
- **Müllentfernung:** Insbesondere Straßenbegleitgrün ist häufig durch große Abfallmengen verschmutzt. Bevor das Gras verwertet werden kann, müssen diese beseitigt werden. Abhängig von der Zugänglichkeit der Flächen können diese Abfälle entweder vor dem Mähen (z. B. entlang untergeordneter Straßen) oder während der Vorbehandlung (nach der Sammlung) entfernt werden. Für beide Aufgaben sind keine Fachkenntnisse erforderlich. ^[11]



Abbildung 5 Abfallsammlung am Straßenrand

3 VERGÄRUNG VON GRAS

Eine aktuelle Studie zeigt, dass die Co- Vergärung von Gras als Substitut für Mais mit bis zu einem Anteil von 20 % in einem typischen landwirtschaftlichen Fermenter (unter Annahme eines Inputmix von 30 % Mist, 30 % Maissilage und 40 % sonstige Substrate) keine biologischen Schwierigkeiten auslöst oder die Biogasproduktion negativ beeinflusst^[12]. In bestimmten Fällen, insbesondere bei der Trockenvergärung, kann der eingesetzte Grasanteil auch deutlich höher liegen. Dieses Kapitel gibt einen detaillierten Einblick zu den verschiedenen Kriterien, die es bei der Vergärung von Gras zu berücksichtigen gilt.

3.1 ART DER VERGÄRUNG (NASS ODER TROCKEN)

Die Auswirkung der Materialgröße und die Notwendigkeit einer Vorbehandlung sind abhängig von der Art des Fermenters.

Bei der "Nassfermentation" sind eine reduzierte Graslänge und die Entfernung von Störstoffen/ Fremdmaterialien zwei wichtige Kriterien, um einen optimalen Betriebsablauf zu gewährleisten. Nassfermenter arbeiten mit einem Trockenmassegehalt von $\leq 10\%$. Dies führt dazu, dass Gras als Co- Substrat mit einer flüssigeren Biomasse vergärt werden kann^[12].

In "Trockenfermentern" bzw. "Garagenfermentern" kann das Gras ohne eine Vorbehandlung vergoren werden. Die Kontaminierung und die Graslänge stellen grundsätzlich kein Problem dar, allerdings ist auch in Trockenfermentern mit geringeren Partikelgrößen ein höherer Biogasertrag möglich. Trockenmassegehalte von 30- 35 % sind bei der Trockenvergärung nicht unüblich. Für einen optimalen Vergärungsprozess ist es dennoch empfehlenswert stets eine leicht abbaubare Biomasse miteinzusetzen.

In Kapitel 5 erfolgt ein wirtschaftlicher Vergleich der beiden Fermentertypen basierend auf einen Kosten- Nutzen- Analyse. Weitere Beispiele für beide Fermenterarten befinden sich in Kapitel 6.

3.2 BIOGASPOTENZIAL UND ENERGIEGEWINNUNG

Gras von intensiven Grünlandflächen mit 2- 4 Schnitte pro Jahr, zeichnet sich unter optimalen Bedingungen durch ein hohes Biogaspotenzial aus: Der Ertrag liegt bei 500 bis 600 m³/ Tonne TM mit einem CH₄- Gehalt von ca. 55 %. Im Vergleich dazu sind für Gras, das nur einmal jährlich gemäht wird, hohe Lignin- Gehalte und ein relativ niedriges Biogaspotenzial von 200 bis 350 m³/ Tonne TM bezeichnend. Unter Berücksichtigung der erwarteten Trockenmassegehalte des Grases, entsprechen diese Werte einem Biogasertrag von 80 bis 150 m³ Biogas pro Tonne Frischmaterial. Dies entspricht ungefähr der Hälfte des Biogaspotenzials von einer Tonne Mais mit 200 m³ Biogas. Eine einfache Gegenüberstellung zeigt, dass mit 2- 3 Tonnen schlechter Grassilage der gleiche Biogasertrag erzeugt werden kann wie mit einer Tonne Maissilage.

Viele Studien vergleichen bereits wie das Biogas- bzw. Methanbildungspotenzial von Gras durch die unterschiedlichen Arten der Landbewirtschaftung, unterschiedliche Erntezeiträume (und 'Schnitte') sowie unterschiedliche Konservierungsmethoden beeinflusst werden kann. Basierend auf Literaturrecherchen und eigenen Forschungsergebnissen^{[3][13][14]} liegt das Energiepotenzial von Gras im Bereich von 200- 600 Nm³ und 100- 300 Nm³ Methan pro Tonne TM. Unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen TM- Gehalts von 25- 35 % und einem Energiegehalt von Methan mit 10 kWh/Nm³, entsteht ein potenzieller Bruttoenergieertrag von 250- 1.000 kWh (Brennwert) pro Tonne Frischmasse Gras. Innerhalb des GR3- Projekts wurde ein Tool für die Errechnung des Biogasertrags entwickelt <http://www.grassgreenresource.eu/grass-prediction-tool>.

4 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN EINSATZ VON GRAS ALS SUBSTRAT IN BIOGASANLAGEN

4.1 EUROPÄISCHER RECHTSRAHMEN

Die wichtigsten Rechtsvorschriften für die unterschiedlichen Grasherkünfte beziehen sich hauptsächlich auf die europäischen Abfalldefinitionen. Die nachfolgende Abbildung zeigt die unterschiedliche Herkunft des Grases, im Cluster sortiert nach Grünschnitt von privaten und öffentlichen Bereichen (Landschaftspflegeabfall), Gras als Landschaftspflegematerial aus Naturschutzgebieten und landwirtschaftlich genutzte Grasflächen.

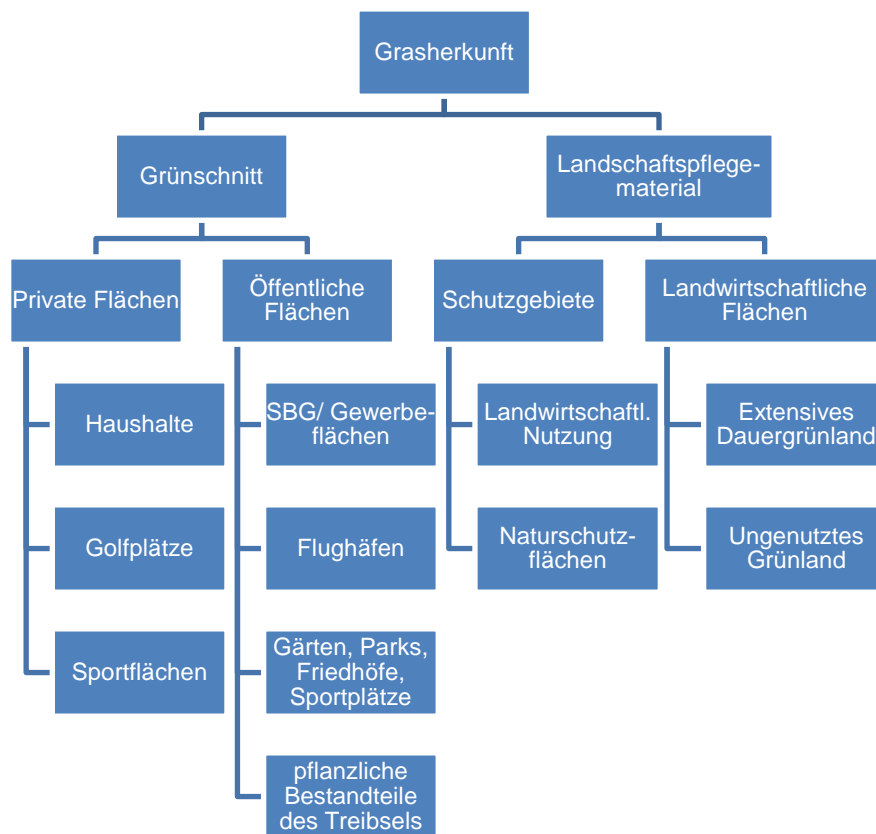


Abbildung 6 Rechtliche Einordnung von Gras

Die EU- Richtlinien zum Abfallmanagement sowie die jeweiligen nationalen Umsetzungen dieser Richtlinien in den Partnerländern, konzentrieren sich hauptsächlich auf die Definition, Sammlung und Behandlungsverfahren für Abfälle sowie die Genehmigungsverfahren der Verwertung und die Ausbringung als Bodendünger. Die Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) definiert rechtlich den Begriff Bioabfall als "biologisch abbaubare Garten- und Parkabfälle, Küchen- und Haushaltabfälle, Restaurant-, Caterer- und ähnliche Abfälle aus der Essensherstellung" (Definition orientiert am Herkunftsbereich).

Im Allgemeinen sollte Bioabfall getrennt gesammelt werden, "wenn technisch, umwelttechnisch und ökonomisch praktikabel". Nach europäischer Rechtsprechung sind unter gewissen Voraussetzungen die






































Verbrennung¹ und die Deponierung² von Bioabfällen weiterhin erlaubt. Dies ermöglicht der nationalen Gesetzgebung eine eigene Regelung für die getrennte Sammlung und biologische Behandlung von Bioabfällen zur Erzeugung eines umweltfreundlichen, stabilen Komposts und anderer Materialien. In vielen Ländern ist das Deponieren von Bioabfällen noch immer gängige Praxis. Die jeweilige Zuständigkeit für die Bioabfallsammlung wird durch den Rechtsrahmen der Abfallwirtschaft in den einzelnen Mitgliedstaaten organisiert. In diesem Handbuch wurden die Kompostierung und die anaerobe Vergärung als Methode der Bioabfallbehandlung weitergehend betrachtet. Durch den Einsatz des Komposts als Bodenhilfsstoff bzw. Dünger wird die Kompostierung als eine Recyclingmaßnahme angesehen, während die anaerobe Vergärung als eine Technik zur Energiegewinnung kategorisiert ist. Die Erneuerbare- Energien- Richtlinie (2009/28/EG) fordert eine gesteigerte Nutzung von Bioabfällen als nachhaltige Ressource zur Bioenergieproduktion. Gras als Abfall fällt unter die Biomassedefinition (biologisch abbaubarer Teil der Siedlungsabfälle) und fließt mit in die Kalkulation des nationalen Erneuerbaren Energien Anteils ein, welche für die Quantifizierung der länderspezifischen Klimaziele verwendet werden.

¹ Die Verbrennung von Bioabfällen wird in der Abfallverbrennungsrichtlinie (2000/76/EG) mit eingeschränkten Emissionsgrenzen reguliert.

² Die Deponierichtlinie (1999/31/EG): Die Mitgliedsstaaten müssen die Anteile an biologisch abbaubaren Siedlungsabfälle von den Werten aus 1995 bis 2016 auf 35% reduzieren (in einigen Ländern bis 2020). Das erfordert die Umlenkung von biologisch abbaubaren Siedlungsabfällen aus Deponien.

4.2 VERGLEICH DER NATIONALEN GESETZGEBUNG IN DEN PARTNERLÄNDERN

Die nachfolgende Abbildung beschreibt die unterschiedlichen Regularien, welche die Grasvergärung betreffen. Die Flaggen geben an, um welches GR3- Projektland (Dänemark/ Belgien/ Italien/ Deutschland/ Portugal) es sich handelt.

					
Förderungsstruktur für Erneuerbare Energien					
• Einspeisevergütungssystem					
• Zertifikate System					
• Extra Förderung/ Auflagen für Wärmenutzung					
Gras als Abfall					
• Erweiterung der Begriffsbestimmung					
• Systematische Sammlung					
• Bringsystem (kommunale Grünschnittsammelplätze)					
• Gemeinsame Sammlung mit Bioabfall (Haushalte)					
• Annahmgebühr für Gras					
• Extra Einspeisetarif für Bioabfall					
Gras als Produkt					
• Extra Einspeisetarif für Gras					
• Annahmgebühr für Gras					
Behandlungsvoraussetzungen für die Gärrestausbringung abhängig von der Grasherkunft					




Legende:  legally valid since 2014;  legally valid for biogas plants installed before July 2014;  dependent on municipalities

Abbildung 7 Übersicht der verschiedenen Fördermechanismen der Grasvergärung³

³ Die Europäische Definition bezieht sich auf die einzelnen Herkunftsarten und nicht auf die einzeln eingesetzte Biomasse. Die innerstaatlichen Abfallrechtvorschriften der GR3- Projektländer entsprechen dieser Definition.

4.3 ÜBERSICHT DER RECHTLICHEN PROBLEME IN DEN GR3- PARTNERLÄNDERN

Anreizsysteme für die Grasvergärung - Einspeisevergütungssysteme oder Quotensysteme

Gras kann als Inputmaterial in Biogasanlagen eingesetzt werden und ist als Biomasse zugelassen, um entweder die nationale Einspeisevergütung oder grüne Zertifikate innerhalb eines Quotensystems zu erhalten. Die meisten GR3- Partnerländer haben ein gesetzlich geregeltes Einspeisevergütungssystem mit einem garantierten Vergütungssatz pro produzierte Kilowattstunde Biomassestrom für einen bestimmten Zeitraum. Beide Instrumente beeinflussen die Stromproduktion aus Biomasse direkt über den Einsatz verschiedener Konversionstechnologien. Besonders gefördert wird die Vergärung von organischen Abfällen durch die Zahlung eines höheren Preises/ kWh Strom im Vergleich zu allgemeinen Biomasseeinsatzstoffen. Deutschland ist das einzige Land, wo Gras nach seiner Herkunft zwecks unterschiedlicher Vergütungstarife, differenziert wird.

Systematischer Abholservice durch Gemeinden oder Drittparteien

In allen GR3- Partnerländern ist die Abholung von Bioabfall/ Grünschnitt ähnlich organisiert, da in allen Ländern ein separater Abholservice durch die Gemeinden existiert. Unterschiede gibt es zwischen den Abhol- oder Bringsystemen sowie der gemeinsamen Abholung von Bioabfall und Restmüll. Hinsichtlich der technischen Anforderungen für die Behandlungsverfahren (Stabilisierung und Hygienisierungsprozesse) beeinflusst die Sammlung der Bioabfälle die spätere Düngequalität des Endprodukts sowie die möglichen Vergütungstarife für den Bioabfall. Besondere Aufmerksamkeit sollte den Landschaftspflegematerialien und dem Straßenbegleitgrün gewidmet werden. Die Landschaftspflege in Naturschutzgebieten wird meist an Dritte vergeben. Dies führt häufig zu nicht-ganzheitlichen Daten über aktuelle Mengen an Landschaftspflegematerialien und Recyclingsystemen. Des Weiteren ist die Sammlung von Straßenbegleitgrün in den GR3- Partnerländern nicht einheitlich. In einigen Ländern existieren derzeit Vorschriften zur Verwertung des Straßenbegleitgrüns, während in anderen Ländern bestehende Richtlinien die Sammlung von Straßenbegleitgrün verhindern und ein Mulchen bevorzugen. In einigen Regionen unterliegt die Abfallsammlung und Entsorgung einem Monopol durch die Abfallentsorger, die unter Kontrolle der Kommunalverwaltungen für die Verwertung zuständig sind und regional die Nutzung der Grasabfälle (öffentlicher Abfall) in privaten Biogasanlagen verbieten. Obwohl die potenzielle Verwertung durch private Unternehmen dadurch verhindert wird, bleiben suboptimale Bewirtschaftungssysteme (z. B. Vorort- Rotte) weiterhin bestehen, was bedeutet, dass ein Monopol die nachhaltige Entwicklung in diesem Bereich blockiert.

Unterschiedliche Behandlungsanforderungen für Gras

Keines der GR3- Partnerländer sieht die anaerobe Vergärung als ein alleiniges technisches Konversationsverfahren, auch wenn die Abfall- oder Düngegesetzgebung hinsichtlich einer ressourceneffizienten Behandlung von Massenströmen dies direkt beeinflussen könnte. In einigen Projektregionen ist eine Deponierung von Gras oder die direkte bodennahe Ausbringung ohne vorherige Behandlung (Mulchen) weiterhin erlaubt bzw. wird toleriert.

5 GRÜNDE FÜR DIE GRASVERGÄRUNG

Trotz verschiedener Hemmnisse ist die Co- Vergärung von Gras immer noch eine vielversprechende Technik. In diesem Kapitel fasst eine SWOT- Analyse die Stärken, Schwächen, Chancen und Gefahren der Grasvergärung zusammen. Nachfolgend schlüsselt die Ökobilanz mögliche Vorteile für die Umwelt auf.

5.1 SWOT- ANALYSE

Stärken

- In der Vergangenheit haben die meisten EU- Länder durch günstige Rahmenbedingungen einen stabilen Biogassektor geschaffen, was die Rolle der anaeroben Vergärung als ein positives Instrument für ein nachhaltiges Abfallmanagement stärkt.
- Einige Regionen leisten Subventionen für die Bewirtschaftung von Naturlandschaften, die als Anreiz dienen, Gras aus Naturschutzgebieten zu ernten.
- Manche Länder (IT, DE) differenzieren in ihren Vergütungssystemen zwischen Biomasse (z.B. Energiepflanzen) und organischen Abfällen.
- Grasvergärung kann die Stickstoffkonzentrationen im Gärrest reduzieren und das Potenzial einer Ammonium- Toxizität senken.
- In den meisten europäischen Ländern wird der Gärrest auf landwirtschaftlichen Böden ODER als Bodenverbesserer für sonstige Nutzungszwecke (z. B. Wohnanlagen, Parks,...) eingesetzt, wodurch eine Schließung des Nährstoffkreislaufs erfolgt.

Schwächen

- Grasabfälle werden rechtlich als Bioabfall klassifiziert. Aufgrund dessen sind eine entsprechende Sammlung, Behandlung und Entsorgung des Grases notwendig, die dem Abfallentsorgungsbetreiber unterliegen und folglich auch die Zahlung von Annahmegebühren und Transportkosten mit sich bringen. Dies fördert nicht den Graseinsatz in der Biogasanlage und hat eine extensive Kontaminierungskontrolle vor und nach dem Vergärungsprozess sowie vor der Entsorgung oder Wiederverwendung zur Folge. Grasabfall hat jedoch nicht die gleichen hohen Risikoeigenschaften wie anderer Bioabfall.
- Unzureichende Kenntnisse und Akzeptanz für verfügbare Technologien für Mähen; Lagerung und Transport von Grasabfällen zur Biogasanlage.
- Straßenbegleitgrün ist aufgrund der umfangreichen Vorbehandlung und Verarbeitung und den damit zusammenhängenden Kosten ein komplexes Substrat.
- Es gibt keine speziellen Förderungen für die Vergärung von landwirtschaftlichem Gras, Landschaftspflegematerialien aus Schutzgebieten oder Anspruch auf einen Biomethan- Bonus.
- Die einzelnen Akteursgruppen sind untereinander nicht vernetzt und arbeiten daher auch nicht zusammen.
- Straßenbegleitgrün und Gras von Wasserläufen wird meistens gemulcht und verbleibt vor Ort, nur selten werden diese Materialien kompostiert.

Chancen

- Gras kann als ein Standard- Einsatzmaterial in Biogasanlagen verwendet werden oder als Ersatz für Energiepflanzen dienen.
- Fördersysteme und Initiativen zur Beschleunigung der Grasverwertungskette können verbessert werden.
- In einigen Ländern gibt es finanzielle Anreize für die nachhaltige Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen im ländlichen Raum.
- In Städten und Vorstadtgebieten gibt es viele Grünanlagen, welche ein gutes Potenzial an Grasmaterialien für die Biogasanlagen bieten. Da dieses Gras sowieso gesammelt wird, gehen die zusätzlichen Kosten gegen Null. Dies macht es zu einem spannenden Konkurrenz-/ Alternativprodukt zu Energiepflanzen.

Gefahren

- Wenn der Gärrest nach der Co- Vergärung von Gras als Abfall angesehen wird, kann eine zusätzliche Behandlung bzw. nachfolgende Kompostierung verlangt werden.
- Die lokale Pflege der Straßenränder wird größtenteils durch Subunternehmer durchgeführt, die möglichst nach den kosteneffektivsten Managementtechniken suchen, während die Biogasanlagenbetreiber ein gleichbleibendes, zuverlässiges Substrat benötigen.
- Die Transportkosten und Annahmegebühren verhindern die Grassammlung und Verwertung.
- In vielen Ländern (inklusive Deutschland, Belgien, Dänemark und Italien) sind die staatlichen (finanziellen) Anreize und Fördermechanismen für Biogasanlagen zurückgegangen, was zur Reduzierung von Margen und einer Beeinträchtigung des Graseinsatzes in Biogasanlagen führt.

5.2 ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG

Für eine langfristige und strategische Entscheidungsfindung ist eine umfangreiche, ganzheitliche Bewertung des Gesamtsystems notwendig. Es ist nicht wünschenswert, eine kostenintensive Investition für eine Technologie oder ein Managementsystem zu tätigen, welches im Nachhinein unvorhergesehene Nebeneffekte für die Umwelt hervorruft, die eine Neubewertung bzw. Entfernung der fraglichen Technik verlangen.

Zur Bewertung der Umweltauswirkungen möglicher Grasverwertungen wurde im Rahmen des GR3- Projektes durch die SDU Dänemark eine Ökobilanz erstellt (Bericht ist auf der GR3- Webseite verfügbar). Die Ökobilanz ist eine standardisierte Methode zur Bewertung von Umweltauswirkungen ausgewählter Produkte bzw. Dienstleistungen. D. h. auf dem gesamten Lebensweg ("cradle- to- grave") werden alle Umwelteinflüsse (Ressourcenverbrauch, Flächenverbrauch, Emissionen in Boden, Wasser und Luft, usw.) ermittelt, analysiert und bewertet (engl. Life Cycle Assessment – LCA). Dies beinhaltet alle relevanten Stoffflüsse aus der Umwelt in das betrachtete System sowie alle Stoffflüsse aus dem System in das Ökosystem hinein. Zur Vergleichbarkeit der analysierten Systeme (Produkte/ Dienstleistungen) werden alle Umweltauswirkungen auf eine gemeinsame funktionelle Einheit bezogen. Im nächsten Schritt werden alle Umweltauswirkungen im Rahmen der Wirkungsabschätzung ausgewählter Umweltkategorien, wie z.B. Treibhausgase/ globale Erwärmung, Versauerung und Eutrophierung zugeordnet. Diese Zuordnung erfolgt mittels so genannter Wirkindikatoren, z.B. ist das Treibhausgaspotenzial in CO₂- Äquivalenten nach IPCC von Methan (CH₄) 25 kg CO₂ pro kg CH₄; von Lachgas (N₂O) 298 kg CO₂ pro kg N₂O. Optional kann im Rahmen der Wirkungsabschätzung noch eine Normierung zur Vereinheitlichung der Ergebnisse oder eine Gewichtung zur Hervorhebung ausgewählter Wirkungskategorien stattfinden.

Ökobilanzen befassen sich nur mit den Umweltauswirkungen; sie ziehen keine Schlussfolgerungen in Hinsicht auf sonstige Auswirkungen wie z. B. sozio- ökonomische Auswirkungen.

Im GR3- Projekt war die zentrale Frage, die durch die Ökobilanz untersucht werden sollte: "Was sind die Unterschiede in der Umweltleistung zwischen den einzelnen Verwertungsstrategien für Grasreste im Vergleich zur aktuellen Verwertung?"

Szenarien

Im Referenzszenario der LCA wird das Gras gemulcht und bleibt auf der Fläche zur natürlichen Verrottung vor Ort zurück. Dieses Szenario dient als Maßeinheit für den Vergleich mit den alternativen Szenarien.

Die betrachteten Szenarien zur Grasverwertung waren: Biogasproduktion (Co- Vergärung mit Gülle), Kompostieren (offene Mieten), Tierfütterung (Ernte und direkte Nutzung) und eine grüne Bioraffinerie (das geerntete Gras wird gepresst, die Festbestandteile werden zur Co- Vergärung mit Schweinegülle verwendet, während der flüssige Teil weiterverarbeitet wird zu einem proteinreichen Kuchen für die Tierfütterung).

Wichtige Ergebnisse

Alle Input- und Outputströme beziehen sich auf die Funktionseinheit, definiert als Management von einer Tonne Gras (Wiesengras von natürlichen Grasflächen). In der folgenden Abbildung 12 sind die Ergebnisse der

Wirkungskategorie "globale Erwärmung" dargestellt, während im GR3- Projekt sonstige Umweltkategorien ebenfalls betrachtet wurden (siehe GR3- Webseite). Die Graphik zeigt das globale Erwärmungspotenzial für jedes Szenario, aufgeschlüsselt nach Verfahren (z. B. Produktionskette). Die Nettoauswirkung der alternativen Szenarien wird durch eine Subtraktion der vermiedenen Auswirkungen (d. h. die Negativwerte in der Graphik) von den induzierten Auswirkungen (positive Werte) ermittelt.

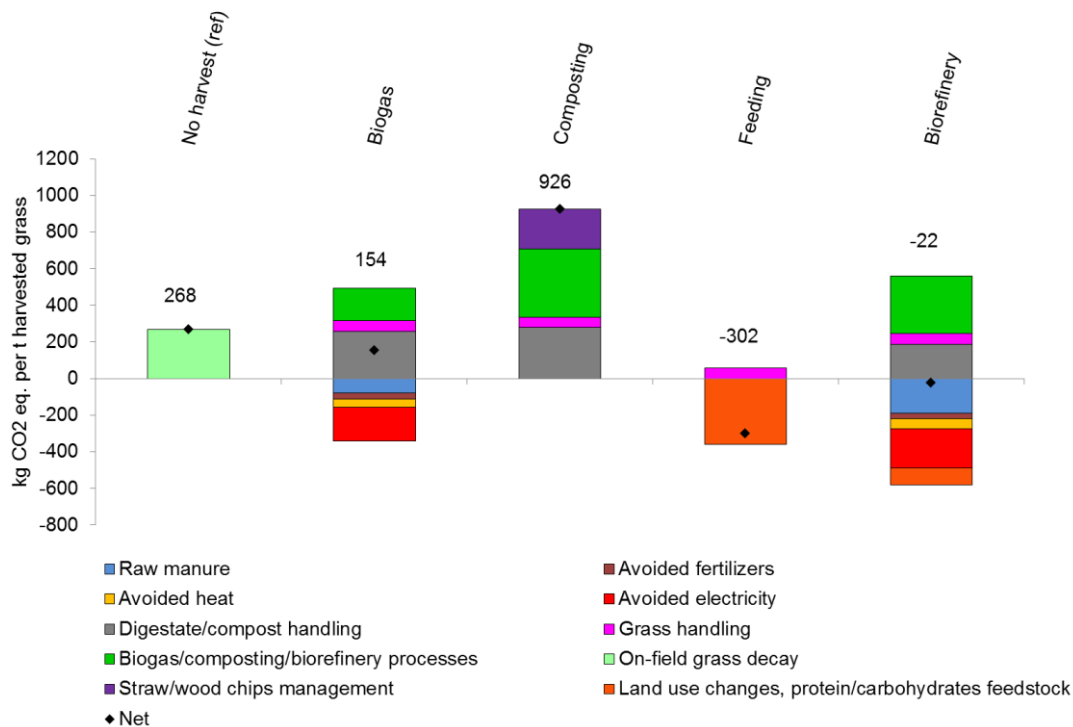


Abbildung 8 Potenzial globale Klimaerwärmung (100J) für ausgewählte Grasverwertungsszenarios, Ergebnisse LCA

Die Abbildung 12 zeigt, dass sich durch die Vergärung von Gras im Vergleich zum Referenzszenario „Mulchen“ der Beitrag zur globalen Erwärmung um 43 % reduzieren lässt. Eine Grasverwertung in der Tierfütterung (> 200 % Reduzierung) oder in einer Bio Raffinerie (> 100% Reduzierung) ermöglicht noch weitere Verbesserungen. Das Gegenteil ist der Fall bei der Kompostierung (> 200 % Steigerung im Vergleich zum Referenzszenario). Während der Kompostierung werden Stickoxide (insbesondere Lachgas mit einem Treibhausgaspotenzial von 298 kg CO₂ pro kg N₂O) und Kohlenstoff in erheblichen Mengen in die Atmosphäre freigesetzt. Die erheblich reduzierte Freisetzung von Treibhausgasen in den Szenarien Tierfütterung und Bio Raffinerie spiegelt die Vorteile der möglichen Substitution von proteinreichen Futtermittel durch die Grasfütterung und die damit verbundenen Landnutzungsänderungen in sensiblen Ökosystemen wider.

Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass alternative Grasverwertungsszenarien, die ein Maximum der Proteingewinnung ermöglichen, die größten Vorteile generieren. Dies kann im Wesentlichen auf die vermiedenen Landnutzungsänderungen zurückgeführt werden. In dieser Hinsicht erwies sich das Bio Raffineriekonzept mit einer gleichzeitigen Gewinnung nachhaltiger Energie, Proteine und Dünger als eine vielversprechende, umweltfreundliche Möglichkeit für die Grasverwertung. Die Grasverwertung in einer Biogasanlage bietet klare ökologische Vorteile, insbesondere durch die Reduzierung des Treibhausgaspotenzials im Vergleich zur derzeitigen Behandlung (Mulchen).

5.3 KOSTEN – NUTZEN – ANALYSE (CBA)

Zentrale Erkenntnisse

Die finanzielle Analyse berücksichtigt die Kapitalkosten basierend auf den Investitionskosten, die Betriebskosten welche Reparatur- und Wartungskosten, Personalkosten, Verbrauchs- und andere Kosten umfassen, und zu guter Letzt die Einnahmen durch den Produktverkauf, Subventionen, etc.. In allen Szenarien wurde der Prozess der Grasernte sowie der Transport zu den Sammelplätzen bzw. zu der Aufbereitungsanlage nicht mitbetrachtet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der verschiedenen CBA- Szenarien. Aufgrund der Unterschiede in den einzelnen Partnerregionen wurden die Szenarien länderspezifisch berechnet. Das Szenario Mulchen dient als Referenzszenario. Die positive Y-Achse zeigt die Kosten, inklusive Kapitalkosten, Reparatur- und Wartungskosten, Personalkosten, Verbrauchs- und andere Kosten. Die negative Y-Achse präsentiert die Einnahmen die durch den Produktverkauf und vermiedene Kosten inklusive Reparatur- und Wartungskosten, Gutschriften und Substitutionseffekte sowie Subventionen für Dauergrünland (diese wurden nur im Beispiel Deutschland berücksichtigt). Die roten Säulen präsentieren die Nettokosten (positive Werte) oder die Einnahmen (negative Werte). Die gelbe Markierung zeigt in den deutschen Szenarien die Summe der Nettokosten/ Nettoeinnahmen ohne Berücksichtigung möglicher Subventionen für Dauergrünland.

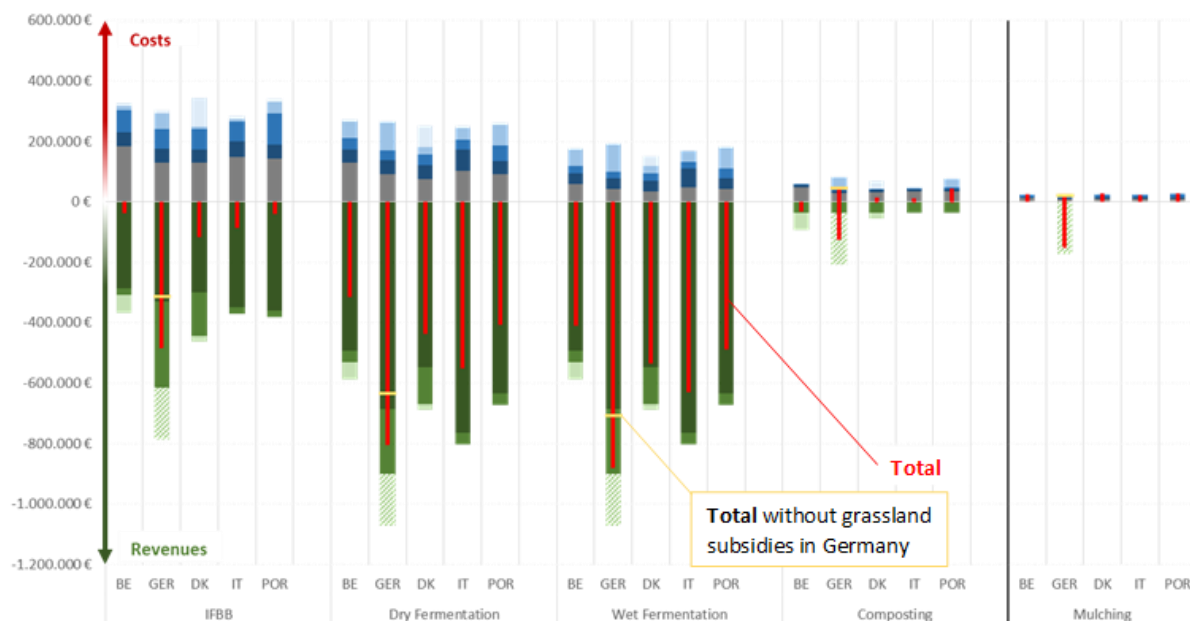


Abbildung 9 Wichtige Ergebnisse der Kosten- Nutzen- Analyse

Das IFFB Verfahren produziert die höchsten Investitions bzw. Kapitalkosten, wohingegen die Futterproduktion sowie Mulchen in Betrachtung der Kapitalkosten die günstigsten Szenarien sind. Technikintensive Grasverarbeitungsmethoden beinhalten hohe Reparatur- und Wartungskosten. Das IFBB Szenario, sowie die Trocken- und Nassfermentation verfügen über einen hohen Anteil an Personalkosten, was dem höheren Arbeitsaufwand in diesen Szenarien im Vergleich zur Futterproduktion geschuldet ist. Die Szenarien mulchen und kompostieren weisen in Summe geringe Produktionskosten auf, nur die Betriebskosten sind bei der Kompostierung im Vergleich mit den anderen Kostenpositionen in Portugal und Deutschland höher. In diesen beiden Ländern entstehen zusätzliche Kosten für die Substratannahme (Grünschnitt).

Die Einnahmen umfassen die marktfähigen Produkte sowie die Subventionen. Des Weiteren, werden Kostenvorteile bzw. Gutschriften für eine vermiedene Nutzung konventioneller Produkte wie z.B. fossile Energie miteingerechnet. Durch die Produktion und den Verkauf der verschiedenen Produkte generieren die IFBB, Trocken und Nassfermentation höhere Einkommen als andere Szenarien. In dem Szenario Futterproduktion, werden keine weiteren marktfähigen Produkte produziert, allerdings erfolgt hier eine Gutschrift für den teilweise vermiedenen Einsatz von Sojafutter. Mulchen erzeugt keinerlei Einnahmen, allerdings sind diese Pflegemaßnahmen insbesondere in Deutschland durch Subventionen abgedeckt.

Kernaussagen:

- Das Referenzszenario "Mulchen" verursacht geringe Kosten allerdings findet keine Grasverwertung statt. Dadurch sind die Einnahmemöglichkeiten limitiert bzw. existieren nicht.
- Kompostierung ist ein "Nullsummenspiel", das bedeutet dass die Gutschrift für vermiedene Kosten, die Investitions- und Produktionskosten ausgleichen.
- Beide Vergärungsszenarien (Nass und Trocken) resultieren in Nettoeinnahmen. Die Nassvergärung ist kosteneffektiver durch den Einsatz höherwertiger Substrate (höhere Energiegehalte) und den geringeren Investitionskosten im Vergleich zu den veranschlagten Investitionskosten für die Trockenfermentationsanlage.
- Im Ländervergleich sind die Einnahmen für die anaerobe Vergärung in Deutschland am höchsten.

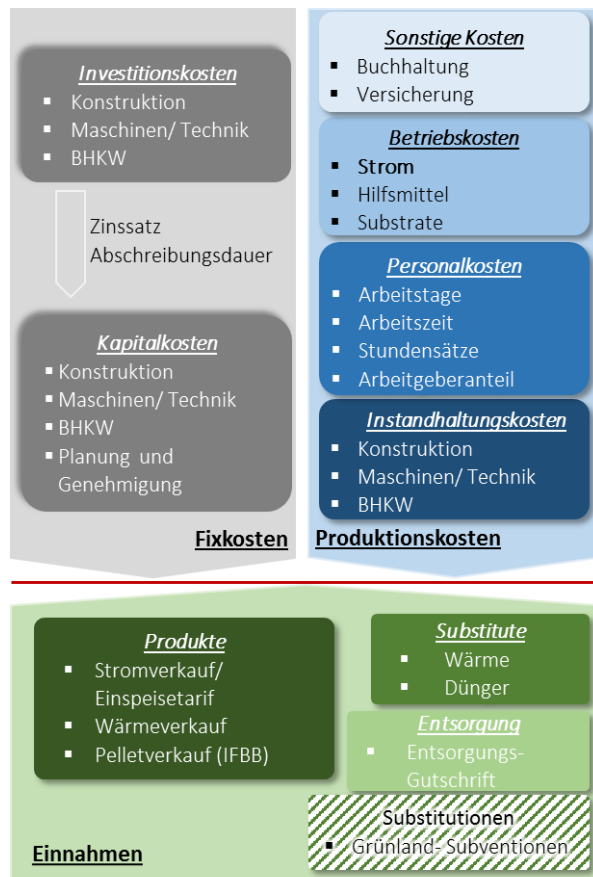


Abbildung 10 Auflistung berücksichtigte Kosten und Einnahmen

Weitere Informationen zur der ökologischen Bewertung sind im Handbuch I Kommunalverwaltung aufgeführt. Eine ausführliche Beschreibung der Bewertungsmethoden befindet sich im LCA und CBA Bericht, welche auf der GR 3 Projekthomepage zum Download bereit stehen.

6 FALLSTUDIEN

In diesem Kapitel werden zwei Fallstudien detaillierter beschrieben. Weitere Fallstudien sind in den anderen beiden Handbüchern zu finden.

6.1 LANDWIRTSCHAFTLICHE BIOGASANLAGE JANSEN WIJHE, GRONINGEN, NIEDERLANDE ^[17]

Jansen Wijhe besitzt ein langwirtschaftliches Unternehmen in der Provinz Groningen (Niederlande). Das Unternehmen ist im Gülletransport tätig, pflegt als Unterauftragnehmer für Kommunen Wasserläufe und Straßenränder und betreibt eine eigene Biogasanlage. Jansen Wijhes Unternehmen ist für alle Schritte der Graslieferecke zuständig und verantwortlich. Dies ermöglicht eine entsprechende Grasqualität für die Vergärung. Etwa 10 % der gesamten Inputsubstrate bestehen aus Grasresten. Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt eine Luftaufnahme der Biogasanlage.



Abbildung 11 Anaerobe Vergärungsanlage Jansen Wijhe, Groningen ¹⁷

Für Jansen Wijhes gibt es drei entscheidende Faktoren für den erfolgreichen Betrieb einer Biogasanlage, (1) zuverlässige Maschinen und Personal (2) hohe Kapazität und (3) Reduzierung der Distanz zwischen der Grasfläche und Biogasanlage. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor, den es zu beachten gilt, ist das Wetter. Eine effiziente Organisation gewährleistet geringe Zeitabstände zwischen Mähen, Ernten und Fermentereinbringung. Im landwirtschaftlichen Bereich verbleibt das Gras nach der Mahd zum Antrocknen zunächst auf der Fläche und wird anschließend aufgesammelt und zum

Silieren zur Biogasanlage transportiert. Die Grassilage kann zu einem späteren Zeitpunkt verwendet werden, wenn keine Grasreste zur Verfügung stehen. Der Substrateinbringung in den Fermenter ist eine Behandlung mittels eines Extruders vorgeschaltet. Dieser verkleinert die Graspartikel und verbessert damit den Aufschluss von lignocellulosehaltigen Verbindungen.

6.2 ERK ENERGY, ZEEWOLDE, THE NETHERLANDS

Erk Energy ist eine Nassfermentationsanlage mit einem Vorhydrolysebereich. Die Biogasanlage wurde 2011 erbaut und vergärt Rindergülle (50 %) mit verschiedenen Getreidearten (25 %) und Abfälle von Tulpenzwiebeln (25 %). Des Weiteren setzt die Anlage Gras in steigender Menge ein. Die Biogasanlage hat eine elektrische Leistung von 800 kW_{el}. Die Abwärme wird für die Trocknung von Gärrest (feste Phase), Hackschnitzel und Mais verwendet.

Vor der Einbringung in den Fermenter wird die Biomasse in dem Vorhydrolysebereich gemischt. Dieser Schritt der Vorbehandlung ermöglicht eine Vermischung zwischen den unterschiedlichen Substraten und führt zu einem homogenen Substratmix bei der Einbringung in den Fermenter. Straßenbegleitgrün wird vor der Einbringung in den Vorhydrolysebereich im Feststoffdosierer zerkleinert. Erk Energy nutzt eine Vakuumpumpe.

6.3 DRANCO® BIOGASANLAGE, BIOABFALL, BRECHT, BELGIEN

Das patentierte DRANCO® Verfahren besteht aus einem einphasigen, vertikalen Fermenter. Das Substrat wird mit dem unteren Gärrest gemischt und von oben in den Fermenter (Pfropfenstromvergärung) gefüllt. Der Fermenter enthält keine Rührwerke und kann sowohl unter mesophilen (35°C) wie auch thermophilen (50- 55°C) Bedingungen arbeiten. Aufgrund dessen ist es ein robustes System, das ein breites Spektrum an potenziellen Substraten zulässt. Da es sich hierbei um einen Trockenfermenter handelt, spielt auch die Bildung von Schwimmschichten und das Absetzen von Sedimenten keine Rolle.



Abbildung 12 Dranco Installation in Brecht

Die Biogasanlage in Brecht (Belgien) hat eine Kapazität von 50.000 Tonnen pro Jahr. 15 % der eingesetzten Substrate sind organische Haushaltsabfälle, 10 % Papier und 75 % Gartenabfall. Insgesamt werden jedes Jahr etwa 400 Tonnen Gras vergoren. Im Winter, wenn weniger Substrate zur Verfügung stehen, werden bis zu 25 % silierte Grasabfälle eingesetzt. Im Durchschnitt werden 118 Nm³ Biogas pro Tonne Einsatzmaterial produziert.

Im Vergleich zu der Nassvergärung bietet das DRANCO System mehrere Vorteile für die Vergärung von Gras:

- Ein Zusatz von Wasser ist nicht notwendig,
- Höhere Sandgehalte verursachen keine betrieblichen Probleme
- Keine Einschränkungen hinsichtlich des maximalen Graseinsatzes im Fermenter

Im Winter ist der Anteil der Gartenabfälle geringer; um trotzdem einen kontinuierlichen Prozess ganzjährig gewährleisten zu können, verarbeitet die Anlage seit 2004 Grasreste. Hauptsächlich wird siliertes Straßenbegleitgrün verwendet. Laut Anlagenbetreiber sinkt bei einer nicht ordnungsgemäßen Silierung das Biogaspotenzial von ± 100 Nm³/Tonne auf ± 70 Nm³/Tonne. Nach dem Silieren werden die Grasreste geschreddert und vergoren. Anschließend erfolgt die Kompostierung des Gärrests.

6.4 AGRICULTURAL DIGESTER, AZIENDA POSSAMAI, ITALY

Die Biogasanlage hat eine elektrische Leistung von 100 kW_{el}, ging 2014 ans Netz und vergärt Rindergülle (220 Milchkühe). Der Fermenter mit einem Volumen von 850 m³ wird täglich mit 16 Tonnen Gülle bestückt und hat eine hydraulische Verweilzeit von 60 Tagen. Sowohl die flüssige als auch die feste Phase des Gärrests werden auf den landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht. Die Biogasproduktion pro Tag liegt bei 1,000 m³. Der landwirtschaftliche Betrieb bewirtschaftet ca. 40 Hektar unterschiedlicher Grünlandarten. Die jährliche Grasproduktion übersteigt den Futterbedarf der eigenen Tiere.

Seit 2015, wird daher zusätzlich Grassilage in der Biogasanlage vergoren, umso den Biogas- und Energieertrag zu steigern. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung dieses Betriebs zeigt dass die Investitionskosten bei ca. 856,000 € liegen während die Betriebskosten jährlich 32,500 € betragen. Die erwarteten Einnahmen durch den Stromverkauf liegen bei ca. 180,000 €/Jahr aufgrund von Einspeisetarife in Höhe von 236 €/MWh brutto (212 €/MWh netto). Unter diesen Bedingungen wird eine Amortisierungszeit von 5.5 bis 6.6 Jahren erwartet.

6.5 BIOGASANLAGEN IN DEUTSCHLAND

In Tabelle 2 werden fünf Beispiele deutscher Biogasanlagen vorgestellt die Gras als Einsatzstoff einsetzen. Wie bereits Eingangs beschrieben, erwarten die Anlagenbetreiber bestimmte Qualitätskriterien für Gras: (1) vorherige Zerkleinerung um eine Verstopfung von Pumpen und Leitungen; (2) Trockenmassegehalte sollten zwischen 30- 35 % liegen (trockene Grassilage erhöht den Trockenmassegehalt im Fermenter); (3) möglichst keine Verschmutzung durch Steine und Erde. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien kann der Grasanteil im Fermenter durchaus auf 50 % erhöht werden.

Tabelle 2 Beispiele deutscher Biogasanlagen

Installierte elektrische Leistung (kW _{el})	Art der Vergärung	Einsatzstoffe	Grasanteil (% Masse)
180	Nass	Gras/ Rindergülle/ Festmist	60
185	Nass	Gras/ Silomais/ Grünroggen/ Rindermist	65
1000	Nass	Gras/ Silomais/ Rindergülle/ GPS	33
380	Nass	Gras/ Rindermist/ Energiepflanzen	19
190	Trocken	Gras/ Mais/ Energiepflanzen/ Rindermist	65

Deutsche Anlagenbetreiber nutzen Gras aufgrund der folgenden Vorteile: (1) keine Nutzungskonkurrenz zur Lebensmittelproduktion; (2) alternative Nutzungsmöglichkeit für Grasüberreste; (3) eine Verteilung der Arbeitsspitzen; (4) Lagerkapazitäten können reduziert werden, da sie zweimal jährlich genutzt werden können. Ein Schlüsselfaktor ist der Kostenunterschied zwischen einer Tonne Gras im Vergleich zu Mais. Dies hat einen starken Einfluss auf die Ökonomie der Biogasanlagen. Allerdings steigen mit dem Grasanteil im Fermenter auch die Stromkosten aufgrund eines höheren Rührbedarfs.

7 FAZIT

Die Vergärung von Gras bietet eine wirtschaftlich attraktive Alternative zu Mais, Gülle und anderen Substraten. Qualitativ hochwertiges Gras hat ein hohes Biogasbildungspotenzial und in vielen Regionen Westeuropas wird die Vergärung von Grasresten zusätzlich gefördert. Die Vergärung von qualitativ hochwertigem Gras kann die Profitabilität der Biogasanlage steigern. Allerdings kann eine Vergärung von qualitativ minderwertigem Gras im Fermenter zu Problemen führen. Gras, das mit Steinen, Erde oder Plastik, verunreinigt ist sowie bereits verfäult ist sollte nicht in den Fermenter gelangen. Hierfür sind klare Vereinbarungen mit den Graslieferanten äußerst wichtig. Während der Silierprozesses zeigte sich das Zusatzstoffe das Biogasbildungspotenzial von Gras nur geringfügig beeinflussen. Bei einer ordnungsgemäßen Silierung sinkt das Biogasbildungspotenzial um 10- 20 % verglichen mit frischem Gras. Bei einer unsachgemäßen Silierung können Verluste von bis zu 50 % des Biogasbildungspotenzials entstehen.

KERNAUSSAGEN

- Nur Grasmaterialien ohne Störstoffe und einem Trockenmassegehalt von 25- 35 % annehmen
- Gras zerkleinern auf < 2 cm, Ausnahme bei Trockenfermentern
- Luftdichte Lagerung des Grases (Silierung oder gleichwertig) oder direkte Vergärung

Auch wenn die Trockenvergärung gegenüber der Nassvergärung teurer ist, hat sie durchaus ihre Vorteile: kein Entstehen von Schwimmschichten, Schreddern der Inputstoffe ist von geringerer Bedeutung, keine Absatz fester Einsatzstoffe am Boden und Störstoffe stellen keine Behinderung der Rührwerke da. Eine Grasvergärung im Nassfermenter ist ohne technische Probleme möglich, zumindest bei einem Grasanteil von 20 %.

8 GR3- PROJEKTERGEBNISSE:

- ❖ Kosten- Nutzen- Analyse
- ❖ LCA der Verwertungsstrategien für Gras
- ❖ Qualitätsprognose und Rentabilitätstool
- ❖ Nationale Potenzialabschätzungen zur Verfügbarkeit von Grasresten
- ❖ Vergleich der nationalen Fördersysteme
- ❖ Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen
- ❖ Fallbeispiele für Grassammlung und Verwertung

Alle Berichte können von der Webseite heruntergeladen werden: <http://www.grassgreenresource.eu/>.

GR3 IN KÜRZE

Fokus:

Förderung und Stimulierung der Nutzung von Gras und anderen krautartigen Materialien – von Landschaftspflegeflächen, Dauergrünland, Straßenrändern, Uferrandstreifen, öffentliche Grünflächen – als nachhaltige Einsatzmaterialien in der Biogasproduktion

Leitprinzip:

Verknüpfung der Graslieferanten (Kommunen, Straßenmeistereien, Flächenmanagement) mit Biogasanlagenbetreibern. Entwicklung von Instrumenten, Bereitstellung von technischen, rechtlichen und finanziellen Empfehlungen als Impuls für die Umsetzung von Investitionen in der Wertschöpfungskette



NOCH FRAGEN?

GR3 Ansprechpartner			
Land	Partner	Kontakt	E-Mail
BE	DLV Belgium	Lies Bamelis	lba@dlv-innovation.be
BE	Pro Natura	Johan De Beule	johan.debeule@pronatura.be
BE	Universität Gent	Erik Meers	Erik.meers@ugent.be
DK	SDU	Lorie Hamelin	loha@kbm.sdu.dk
DE	IBBK	Michael Köttner	m.koettner@biogas-zentrum.de
BE	Inagro	Bart Ryckaert	Bart.Ryckaert@inagro.be
POR	LNEG	Santino Di Bernardino	santino.diberardino@lneg.pt
IT	Veneto Agricoltura	Federico Correale	federico.correale@venetoagricoltura.org
IT	Universität Verona	David Bolzonella	david.bolzonella@univr.it
DE	IZES	Katharina Laub	laub@izes.de
BE	PXL	Alain De Vocht	alain.devocht@pxl.be

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Meers, E., De Keulenaere, B., Pflüger, S., Stambasky, J. (2015) COP21 - Anaerobic digestion's and gasification's contribution to reduced emissions in EU's transport, agricultural and energy sectors. EBA Policy Paper.
- [2] Verbeke, W., Gybels, R., Meers, E., Devacht, C., Annaert, W., Ryckaert, B., Schoutteten, H., Janssens, L., Van Gijzeghem, F., De Vocht, A., Delief, A., Witters, N., Van Dael, M., Wygaerts, A., Vangronsveld, J., Vandaele, E & Vandenbroek, K. (2013). Eindrapport Graskracht. Eindverslaggeving in kader van EU-EFRO-project GRASKRACHT, 64 pp.
- [3] Smyth, B.M., Murphy, J.D. & O'Brien, C.M. (2009). What is the energy balance of grass biomethane in Ireland and other temperate northern European climates? *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, 2349–2360.
- [4] Meers, E., De Keulenaere, B., Pflüger, S., Stambasky, J. (2015) COP21 - Anaerobic digestion's and gasification's contribution to reduced emissions in EU's transport, agricultural and energy sectors. Policy paper presented at COP21, December, Paris 2015.
- [5] Cardoen D. (2012). Productie van zuiver bermmaaisel door innovatieve maaitechnologie. Pro Natura.
- [6] http://www.dairynz.co.nz/media/253723/1-46_What_is_high_quality_silage.pdf
- [7] Heldman, D. R., & Moraru, C. I. (Eds.). (2003). *Encyclopedia of agricultural, food, and biological engineering*. Marcel Dekker.
- [8] Boscaro, D., Pezzuolo, A., Grigolato, S., Cavalli, R., Marinello, F., & Sartori, L. (2015). Preliminary analysis on mowing and harvesting grass along riverbanks for the supply of anaerobic digestion plants in north-eastern Italy. *Journal of Agricultural Engineering*, 46(3), 100-104.
- [9] Prochnow, A., Heiermann, M., Plöchl, M., Linke, B., Idler, C., Amon, T., & Hobbs, P. J. (2009). Bioenergy from permanent grassland—A review: 1. Biogas. *Bioresource Technology*, 100(21), 4931-4944.
- [10] VV.AA., "Co-4-Energy Blauwdruk: De valorisatie van biomassa stromen tot hernieuwbare energie via 'een coöperatief vergistingsinstallatie model'", Report of the ESF project 'Co-4-Energy', 2014.
- [11] J-P. Balis, "Kyoto in 't Pajottenland: covergisting van bermmaaisel op een bestaande landbouwvergister", Report of the LEADER project 'Kyoto in 't Pajottenland', 2011.
- [12] De Moor, S., Velghe, F., Wierinck, I., Michels, E., Ryckaert, B., De Vocht, A., ... & Meers, E. (2013). Feasibility of grass co-digestion in an agricultural digester, influence on process parameters and residue composition. *Bioresource technology*, 150, 187-194.
- [13] Pick D., Dieterich M., Heintschel S. (2012) Biogas Production Potential from Economically Usable Green Waste. *Sustainability*, 4, 682-702
- [14] IEE GR3 "GRass as a GReen Gas Resource: Energy from landscapes by promoting the use of grass residues as a renewable energy resource". BAT's and best practices for grass residue collection and valorisation. Available via: <http://www.grassgreenresource.eu/sites/default/files/State%20of%20the%20art%20Report.pdf>
- [15] <http://www.jansenwijhe.nl>, besucht am 22/04/15.