



lebensministerium.at



STUDIE

**Über die Erschließung des Potenzials  
biogener Haushaltsabfälle und Grünschnitt  
zum Zwecke der Verwertung in einer Biogasanlage  
zur optimierten energetischen und stofflichen  
Verwertung**

**Anwendungsbeispiel Modellregion Mödling**

lebensministerium.at

sterium.at

lebensministerium.at

lebensministerium.at

lebensministerium.at

lebensministerium.at

lebensministerium.at

lebensministerium.at

lebensministerium.at

lebensministerium.at

lebensministerium.at





# NACHHALTIG FÜR NATUR UND MENSCH SUSTAINABLE FOR NATURE AND MANKIND

## Lebensqualität / *Quality of life*

Wir schaffen und sichern die Voraussetzungen für eine hohe Qualität des Lebens in Österreich.

*We create and we safeguard the prerequisites for a high quality of life in Austria.*

## Lebensgrundlagen / *Bases of life*

Wir stehen für vorsorgende Erhaltung und verantwortungsvolle Nutzung der Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Luft, Energie und biologische Vielfalt.

*We stand for a preventive preservation and responsible use of the bases of life, soil, water, air, energy, and biodiversity.*

## Lebensraum / *Living environment*

Wir setzen uns für eine umweltgerechte Entwicklung und den Schutz der Lebensräume in Stadt und Land ein.

*We support an environmentally benign development and the protection of living environments in urban and rural areas.*

## Lebensmittel / *Food*

Wir sorgen für die nachhaltige Produktion insbesondere sicherer und hochwertiger Lebensmittel und nachwachsender Rohstoffe.

*We provide for the sustainable production in particular of safe and high-quality foodstuffs and of renewable resources.*

### IMPRESSUM

#### Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft  
Stubenring 1, 1010 Wien

#### Erstellt von der ARGE ECO.in, namentlich:

DI Dr. Karin MAIRITSCH

Ao. Univ.Prof. Dr. Wolfgang WIMMER, ECODESIGN company

DI Siegfried AIGNER, Aigner Energie Contracting GmbH

#### In Zusammenarbeit mit:

DI Bernhard DROSG, IFA Tulln

DI Dr. Richard ZWEILER, Güssing Energy Technologies

DI Werner TIPPEL, Abfallverband Mödling

#### Mitwirkung:

DI Robert KRAWINKLER, Aigner GmbH

DI Ludek KAMARAD, IFA Tulln

DI Christian DOCZEKAL, Güssing Energy Technologies

Dr. Adriana DIAZ, ECODESIGN company

Wien, 17.6.2011

#### Druck:

Copyright: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Alle Rechte vorbehalten

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier und mit Pflanzenfarben.





lebensministerium.at

**STUDIE**  
**Über die Erschließung des Potenzials biogener**  
**Haushaltsabfälle und Grünschnitt**  
**zum Zwecke der Verwertung in einer Biogasanlage**  
**zur optimierten energetischen und stofflichen**  
**Verwertung**  
**Anwendungsbeispiel Modellregion Mödling**

Mai 2011



---

## Hintergrund (Synopsis)

In der jüngsten Vergangenheit wurde auch in der Biogasbranche offensichtlich, dass die agrarische Rohstoffversorgung zu Marktpreisen auch sorgsam geplante und sauber geführte Biogasanlagen zumindest kurzfristig in arge wirtschaftliche Bedrängnis brachten.

Es konnte zwar zu einer spürbaren Stärkung der Position erneuerbare Energieträger innerhalb der Gesamtenergiewirtschaft festgestellt werden – dieser positive Aufschwung betraf allerdings nur jene erneuerbaren Energieträger, die von der „**Teller-Trog-Tank-Diskussion**“ nicht betroffen waren, namentlich Windkraft, Wasserkraft, Photovoltaik und die Nutzung fester Biomasse. Biogas hingegen hat diesbezüglich ein veritables Problem, und zwar sowohl wirtschaftlich als auch gesellschafts-politisch. Weil: Mais, als einer der begehrtesten Einsatzstoffe für Biogasanlagen, ist nicht nur ein wichtiges Nahrungsmittel für den Menschen, Mais wird auch in der Tierhaltung verfüttert, und aus Mais wird Bio-Ethanol produziert. 13 Prozent der globalen Maisernte werden in den USA zur Produktion von Treibstoff verwendet. Am Höhepunkt der Krise wurde Körnermais mit € 280 pro Tonne gehandelt.

Krise und Chance sind eng verknüpft. Biogene Abfälle, die als Abfall anfallen und für die Vergärung gut geeignet sind, stellen den wirtschaftlichsten und effizientesten Input dar. **Biogene Abfälle** wie beispielsweise Grasschnitt, Abfälle aus der Lebensmittelproduktion, überlagerte Lebens-mittel, Küchen- und Speiseabfälle gerieten daher verstärkt in den Blickwinkel der Anlagenbetreiber – und werden **als Rohstoff für die Gasproduktion** immer bedeutender. Die Entsorgung ist ein wirtschaftlich interessanter Aspekt, und die Gasausbeute des Materials ist sehr hoch, überhaupt wenn Fette und Zucker enthalten sind. Diese Abfälle sind im Allgemeinen stickstoffhaltiges Material mit dem das C:N-Verhältnis (Kohlenstoff-zu-Stickstoff-Verhältnis) der Vergärung sowie die Versorgung mit Spurenelementen verbessert werden kann.

Eine zukunftsorientierte Entwicklung stellt die **Biomethan-Netzeinspeisung dar**. Derzeit sind in Österreich acht Anlagen zur Einspeisung von aufbereitetem Biogas (Biomethan) in Betrieb. Diese noch recht junge Anwendung entwickelte sich neben der herkömmlichen Verwertung des Biogases in Blockheizkraftwerken (BHKW). Nicht unbeteiligt an diesem Trend ist vermutlich auch die Tatsache, dass ein fehlendes oder mangelhaftes Konzept zur Nutzung der bei der Verstromung freiwerdenden Wärme den Betrieb einer Biogasanlage wirtschaftlich anfällig macht.

Wesentlich bei Biogasanlagen ist die Gesamtbetrachtung bis zur **Verwertung des Gärrestes**. Es stellte sich heraus, dass bei Anlagen in Gebieten intensiver Tierhaltung ebenso wie bei zentralen Großanlagen die unmittelbare Verwertung des stofflichen Rückstands der Biogasanlagen kaum möglich ist und Probleme in der Entsorgung bereitet. Ungeachtet der Tatsache, dass der Gärrest über sehr gute Düngeeigenschaften (NPK - Stickstoff, Phosphor, Kalium) verfügt, kam es zu Engpässen an für die Ausbringung des Gärrestes zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Nutzflächen. Die gesetzlich erlaubte Stickstoffmenge zur Ausbringung in der Landwirtschaft ist beschränkt. Generell sollte bei kontrollierten ausgewählten Inputmaterialien, die einen hochqualitativen einwandfreien Gärrest gewährleisten, dieser als Düngemitteln in Verkehr gebracht werden dürfen.

---

---

## Zusammenfassung

Karin Mairitsch

Die biogenen Haushaltsabfälle setzen sich zusammen aus biogenen Küchenabfällen, Grünschnitt sowie Baum- und Strauchschnitt („Biotonne“). Grünschnitt kann sowohl in der Biotonne als auch über die Stoffströme des getrennt gesammelten privaten und kommunalen Grünschnitts anfallen.

Biogene Küchenabfälle und Grünschnitt eignen sich gut bis sehr gut für die anaerobe Vergärung in Biogasanlagen, Baum- und Strauchschnitt ist aufgrund seines hohen Anteils biologisch schwer abbaubarer Verbindungen (Lignin und Lignocellulosen) als Substrat für Biogasanlagen schlecht geeignet. Er ist daher entweder getrennt von der Biotonne zu sammeln oder auszusortieren. Abgeschiedener Strauchschnitt kann nach Zerkleinerung als Strukturmaterial für die Kompostierung herangezogen und der Baumschnitt verbrannt werden.

### Das rechnerische Potenzial biogener Küchenabfälle und Grünschnitt zur anaeroben Vergärung

Der Statusbericht 2009 über die Abfallwirtschaft in Österreich<sup>1</sup> weist einen Stoffstrom von 714.900 Tonnen biogener Haushaltsabfälle und 476.000 Tonnen getrennt gesammelte kommunalen und private Grünabfälle pro Jahr aus. Abzüglich des in beiden Stoffströmen vorhandenen Baum- und Strauchschnitts errechnet sich das österreichische Potenzial der getrennt gesammelten Küchenabfälle mit 207.000 Tonnen und das Potenzial des getrennt gesammelten Grünschnitts mit 718.500 Tonnen pro Jahr. Datengrundlage für diese Zahlen bilden der österreichische Bundesabfallwirtschaftsplan kumuliert mit Müllanalysen der ARGE ECO.in<sup>2</sup> sowie den beiden realistischen Annahmen, dass sich a) „Gartenabfälle“ zu 75% aus Grünschnitt und 25% aus Baum- und Strauchschnitt und b) getrennt gesammelter privater und kommunaler Grünschnitt je zur Hälfte aus diesen beiden Fraktionen besteht.

Zusätzlich zu den erwähnten getrennt gesammelten biogenen Haushaltsabfälle („Biotonne“) findet sich eine nicht unerhebliche Menge biogener österreichischer Haushaltsabfälle in der Restmülltonne wieder. Laut den 2009 aktualisierten Daten des österreichischen Abfallwirtschaftsplans fallen in Österreich pro Jahr 1.379.000 Tonnen Restmüll an. Davon sind 40,2 Prozent (!) organisches Material. Das Potenzial der biogenen Abfälle (Küchenabfälle und Grünschnitt) im Restmüll errechnet sich somit zu 66,8 Kilogramm pro Einwohner und Jahr oder bundesweit mit rund 554.000 Tonnen pro Jahr.

Der Grund für diese durchaus bewussten Fehleinwürfe von biogenen Haushaltsabfällen in die Restmülltonne ist zum einen im unzureichenden weil unhygienischen Sammelbehältnis sowie dem begrenzt verfügbaren Platz für dasselbe in österreichischen Küchen zu sehen, zum anderen aber schlichtweg auch in der mangelnden Motivation des Bürgers zum Sammeln, dies auch ungeachtet einer gesetzlich bestehenden Verpflichtung.

In Summe (inklusive der biogenen Haushaltsabfälle im Restmüll) schlummern in den biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt Österreichs rund 123 Mio. Normkubikmeter Biomethan. Zum Vergleich: Im Jahre 2008 betrug die österreichische Produktion 150 bis 200 Mio. Normkubikmeter Biomethan<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Umweltbundesamt: Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2009

<sup>2</sup> ARGE ECO.IN: Erstellung eines Logistikkonzepts zur effizienten Sammlung von biogenen Abfällen als Input für eine energetische Nutzung in Biogasanlagen, 2009. Die im Rahmen dieser Studie durchgeführte Analyse der „Biotonne“ weist für die Biotonne folgende Zusammensetzung aus: 68 % Gartenabfälle, 29 % Küchenabfälle, 3 % Verunreinigungen .

<sup>3</sup> Ökostrombericht 2009

---

---

Im Restmüll enthaltene biogene Haushaltsabfälle und Grünschnitt werden derzeit entweder einer thermischen oder mechanisch-biologischen Behandlung zugeführt.

Sowohl Müllverbrennungsanlagen als auch Kompostanlagen verlangen für die Annahme der studiengegenständlichen Stoffströme Entsorgungsgebühren.

Die Gesamtenergiebilanz der Verbrennung organischer Abfälle ist zwar bis zu einem Wassergehalt von 88% positiv, wenngleich die Vergärung bei diesen hohen Wassergehalten eine deutlich höhere Energieausbeute aufweist. Die Nährstoffe werden derzeit bei der Verbrennung nicht genutzt. Phosphor gilt mittlerweile als beschränkt zur Verfügung stehende Ressource.

Aufgrund der hohen Anzahl von Kompostanlagen kommt der Kompostierung biogener Abfälle in Österreich große Bedeutung zu.

### **Gedanken zu Aufbereitung und Lagerung der Substrate – Hygienisierung von Küchenabfällen und Silierung von Grünschnitt**

Da die Fraktion der „Biotonne“ eine relativ inhomogene Mischung aus biogenen Küchenabfällen, Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt sowie diversen Fehlwürfen darstellt, muss sie vor der Vergärung aufbereitet werden: Grobe Störstoffe (zu denen auch Baum- und Strauchschnitt zählen) werden abgetrennt, dann wird das Material zerkleinert und mit Prozesswasser aus der Biogasanlage angemischt. Verpackungen werden gezielt separiert.

Küchenabfälle, Speisereste und überlagerte Lebensmittel in denen tierische Nebenprodukte enthalten sind, müssen im Allgemeinen zudem einer – relativ kostenintensiven – Hygienisierung unterzogen werden. Dazu wird das auf maximal 12 Millimeter zerkleinerte Material 60 Minuten lang auf einer Temperatur von 70°C gehalten. Beim Hygienisieren werden potenziell pathogene Keime abgetötet, als Nebeneffekt wird das Material teilweise thermisch aufgeschlossen und damit für die Mikroorganismen im Biogasfermenter verfügbarer gemacht.

Die Silierung – also die Aufbereitung und Haltbarmachung des Substrates mit Hilfe der Milchsäuregärung – ermöglicht eine energieeffiziente Lagerung von saisonal anfallendem Grünschnitt.

Allgemein lässt sich sagen, dass die Qualität der Substrataufbereitung eine entscheidende Rolle bei der optimalen Ausnutzung der in den Substraten enthaltenen Energie spielt, wobei Art und Intensität der Aufbereitung stark vom Verunreinigungsgrad des verwendeten Substrates abhängen.

Noch weitgehend unerforscht ist die vorgeschaltete Hydrolyse der für zur Vergärung bestimmten Substrate. Diese wird vor dem Eintritt der Substrate in die Biogasanlage durchgeführt und erhöht die biologische Verfügbarkeit der Substrate für die Mikroorganismen und damit auch die Gasausbeute. Denkbar wäre eine derartige vorgeschaltete Hydrolyse auch für (Baum- und) Strauchschnitt.

### **Welche Technologie für welches Substrat?**

Die Wirtschaftlichkeit des Betriebes einer Biogasanlage wird durch die gewählte Technologie stark beeinflusst.

Biogene Haushaltsabfälle und Grünschnitt können sowohl durch Nassvergärung als auch durch Trockenvergärung sinnvoll energetisch verwertet werden. Werden biogene Küchenabfälle gemeinsam mit Grünschnitt vergoren, kommen ebenso beide Verfahren in Frage. Das Nassaufbereitungsverfahren bietet dem Anlagenbetreiber allerdings die Möglichkeit, ein breiteres Spektrum von zusätzlichen Substraten verwerten zu können.

---

---

Küchenabfälle werden bedingt durch die vom Gesetzgeber vorgeschriebene Hygienisierung am besten nass vergoren. Allerdings sind derzeit keine Biogasanlagen in Betrieb, die nur Küchenabfälle ohne die Zugabe anderer Substrate vergären. Der Grund: Küchenabfälle sind als Substrat für Biogasanlagen gut geeignet und sehr begehrt.

Grünschnitt wird häufig in kontinuierlich betriebenen Verfahren zur Nassvergärung verarbeitet. Eine Zerkleinerung des Materials auf vier bis fünf Zentimeter ist dabei unerlässlich, da es andernfalls zu Rührproblemen und Schwimmschichtenbildungen kommen kann. Besonders gut für die Vergärung geeignet ist Grünschnitt von Rasenflächen, wie Golfplätze oder Parks.

Halmartiger Grünschnitt mit hohem Anteil an Strukturmaterial kann auch gemeinsam mit Strauchschnitt mittels der Trockenvergärung verwertet werden. Wenngleich die ligninhaltigen Anteile eines derartigen Substrates keinen Biogasertrag liefern und die Gasausbeute des Substrates gerechnet auf die eingebrachte Masse somit geringer als bei der Nassvergärung ist, handelt es sich hier um ein kostengünstiges Verfahren, das auch einen hohen stofflichen Output liefert.

Um einen wirtschaftlichen und störungsfreien Betrieb der Biogasanlage gewährleisten zu können, muss die Verfügbarkeit der Substrate zB durch Dauerverträge gesichert sein.

### **Wirtschaftlichkeit der Verwertung von Biogas**

Die Analysen zeigen, dass die derzeitigen marktreifen Möglichkeiten zur Nutzung des Biogases wirtschaftlich in etwa gleichwertig sind.

Konkret betrachtet wurden die Gasaufbereitung auf Erdgasqualität („Biomethan“) mit anschließender Einspeisung ins Erdgasnetz, dessen Nutzung in Tankstellen sowie dessen mobile Verteilung und die Verstromung von Biogas mit gleichzeitiger Wärmenutzung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW). Kann die Wärme des BHKWs nicht genutzt werden ist die Gaserzeugung zu bevorzugen.

Die maximale Vergütung des erzeugten aufbereiteten Biogases kann erzielt werden, wenn das Gas an Kleinverbraucher, Einzelverbraucher (zum Beispiel als Ersatz für Heizöl) oder Tankstellen abgegeben wird.

Der Betrieb einer Gastankstelle direkt im Anschluss an eine wirtschaftlich optimierte Biogasanlage ist bereits unter den heutigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich. Muss das Gas aber durch ein Gasnetz oder eine mobile Speichereinheit zu einer Tankstelle transportiert werden, ist das unter den derzeitigen geltenden Rahmenbedingungen wirtschaftlich nicht mehr vertretbar.

Die Versorgung von Erdgastankstellen mit dezentral erzeugtem Biogas stellt notabene die nachhaltigste Möglichkeit zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des privaten und öffentlichen Verkehrs dar. Diese Möglichkeit kann unmittelbar realisiert werden, wobei eine ideelle oder finanzielle Förderung von (bio)gasbetriebenen Kraftfahrzeugen für die Erreichung einer kritischen Masse beim Fahrzeugbestand zielführend wäre.

### **Gärrest – Abfall und wertvoller organischer Dünger**

Gärrest besitzt aufgrund seiner Nährstoffgehalte sehr gute Düngereigenschaften. Er enthält sehr gut pflanzenverfügbare Nährstoffe sowie diverse organische Bestandteile, die zum Aufbau der Organik im Boden beitragen und bodenverbessernde Eigenschaften besitzen. Die Verwendung von Gärrest als Dünger in der Landwirtschaft ist daher eine – wenn nicht überhaupt die – sinnvolle Verwertungsschiene, die zudem zur Kreislaufführung von Nährstoffen beiträgt. Zudem kann durch den Einsatz von Gärresten mineralischer Dünger substituiert werden, dessen Herstellung mit nicht CO<sub>2</sub>-Emissionen einhergeht.

---

---

Gärrest ist de jure als Abfall einzustufen und in einer stofflichen Verwertung bestmöglich zu nutzen (Dünger).

Analysen zeigen, dass sowohl Gärrückstände aus Biogasanlagen mit biogenen Abfällen als Input wie auch Biogasgülle aus Anlagen mit NAWARO als Input die für den Einsatz als Düngemittel erforderlichen Grenzwerte erfüllen.

Die Verwertung von Gärresten in der Landwirtschaft kann bei forciertem Einsatz von organischen Abfällen und anderen überregionalen Substraten allerdings zu einem Problem werden. Bedingt durch die nur in begrenztem Ausmaß zur Verfügung stehenden regionalen landwirtschaftlichen Nutzflächen zur Ausbringung des Gärrestes kann es zu einem durch die stofflichen Rückstände der Biogasanlage zu einem regionalen Nährstoffüberschuss kommen. Limitierend wirkt sich hier vor allem die aus Gründen des Grundwasserschutzes erlaubte jährliche Ausbringungsmenge für Stickstoff von maximal 210 Kilogramm Reinstickstoff pro Hektar und Jahr aus. Diese Hürde kann mittels der Aufbereitung von Gärresten zu (kostengünstiger transportablen) organischen Düngern für die Landwirtschaft, theoretisch auch zu Düngemitteln und Düngemittelkonzentraten genommen werden.

Zur Reduktion der Transportkosten für Gärreste ist schon der Einsatz einer simplen Feststoffseparationsstufe zweckdienlich – die weitgehende Abtrennung der flüssigen Phase führt zu einer eklatanten Verringerung des zu transportierenden Gewichtes. Zudem kann die abgetrennte Flüssigkeit zum Anmischen und als Prozesswasser verwendet werden. Da in der festen Phase Phosphat und zu einem geringeren Anteil auch Stickstoff stark aufkonzentriert wird, erschließt sich durch das Verfahren der Feststoffseparation auch die Möglichkeit der Verwertung und Vermarktung der Feststoffe als Düngemittel.

Die umfassende Aufbereitung des Gärrestes ist mit hohen Kosten verbunden; die Aufbereitung des Gärrestes auf Vorfluterqualität schlägt sich mit bis zu 12 Euro pro Kubikmeter Gärrest zu Buche. Diese hohen Gesamtkosten werden nach Meinung der Studienautoren nur in den wenigsten Fällen wirtschaftlich tragbar sein.

### **Betrachtung der Treibhausgasemissionen**

Die Verwertung biogener Haushaltsabfälle und Grünschnitt zu Biogas und die weiterführende Nutzung des Biogases als Kraftstoff in Fahrzeugen oder zur Stromerzeugung ist trotz anzunehmender Streubreite der Ergebnisse und vereinfachten Annahmen in dieser Studie aus Sicht der Vermeidung von Treibhausgasemissionen jedenfalls sinnvoll: Es kann für die Verwertung in der Form der Verwertung zu elektrischem Strom oder Kraftstoff eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen erwartet werden.

Wird neben der energetischen Schiene (Biogas ) auch die stoffliche Schiene (Gärrest) genutzt, dann lässt sich – bei Nutzung des Gärrestes als Ersatz für Mineraldünger – die Reduktion der Treibhausgasemissionen weiter steigern.

Der Vergleich der bei der Erzeugung von Biogas auf der einen Seite und der Erzeugung von Kompost auf der anderen Seite entstehenden Treibhausgasemissionen zeigt, dass in beiden Prozessen etwa gleich viel Treibhausgase entstehen. Da die Verwertung von Biogas eine weitere Reduktion der Treibhausgasemissionen zulässt, ergibt sich daraus ein deutliches Argument für die anaerobe Form der Verwertung von biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt – in einer Biogasanlage.

### **Rechtliche Rahmenbedingungen**

Generell werden die Abfälle als Ressource in stofflicher und energetischer Hinsicht genutzt, wobei der Energiegewinnung aus biogenen Abfällen in Biogasanlagen ein erhöhter Stellenwert beizumessen ist.

---



---

## Ökostromgesetz samt Ökostromverordnung und dazugehörigen Novellierungen

Im österreichischen „Ökostromgesetz“ werden in erster Linie die Bedingungen und die Höhe der Einspeisetarife für aus Biogas produziertem elektrischen Strom geregelt, in zweiter Linie finden sich auch erste Ansätze für die Regelung der Gasnetz-Einspeisung von aus Erdgasqualität aufbereitetem Biogas in das österreichische Erdgasnetz. So ist die Ökostromabwicklungsstelle dazu verpflichtet, für Strom aus Gasmotoren (BHKWs) denselben Tarif zu bezahlen, gleichgültig ob diese direkt bei der Biogasanlage betrieben werden oder ob das Biogas aufbereitet, eingespeist und dezentral bei anderen Abnehmern als Ökostrom genutzt wird. In eine ähnliche Kerbe schlägt der Technologiebonus von zwei Cent pro Kilowattstunde, der bezahlt wird, wenn das Biogas auf Erdgasqualität aufbereitet wird.

Im Falle der Co-Fermentation von „nicht landwirtschaftlichen Substraten“ (also auch Abfälle) wird der Ökostromtarif um 20% reduziert, sobald geringste Mengen dieser Stoffströme eingesetzt werden.

## Gas-Einspeiseverordnung

Hierzulande gibt es derzeit noch kein Gesetz zur Gasnetzeinspeisung. Damit unterscheidet sich Österreich von den Nachbarländern, wo bereits sinnvolle Modelle in Kraft sind.

Bio-Erdgas stellt derzeit die einzige Möglichkeit dar den Anteil an erneuerbaren Energieträgern im Mobilitätssektor kurzfristig signifikant zu erhöhen. Dazu ist auch die mobile Verteilung von Bio-Erdgas in Ergänzung zum Gasnetz zur Versorgung netzferner Gebiete dazu in der Lage die Auslastung von netzfernen Biogasanlagen zu erhöhen und Ressourcen für Gebiete mit hoher Nachfrage zu liefern. Diese Technologien finden in der Gesetzgebung derzeit keine Berücksichtigung.

## Förderung von gasbetriebenen Fahrzeugen

Die Fördersituation in Österreich ist nicht landesweit geregelt, bundesländerspezifisch sehr verschieden und teilweise nur für relativ kurze Zeiträume gesichert. Dieser Umstände resultieren in einem äußerst geringen Marktanteil für gasbetriebene Fahrzeuge – was in Bezug auf die Bewusstseinsbildung für das Thema „Biomethan (aus Abfällen)“ bedauerlich ist.

## Rechtliche Akzeptanz und stoffliche Verwertungsmöglichkeiten für Gärreste (Biogasgülle und Gärrückstand)

Biogasgülle bezeichnet den Gärrest aus mit landwirtschaftlichen Produkten betriebenen Biogasanlagen, Gärrückstand ist Gärrest von (auch) mit Abfällen betriebenen Biogasanlagen. Beide Gärreste dürfen laut Gesetzeslage in der Landwirtschaft als Dünger ausgebracht werden, als Düngemittel in Verkehr gebracht werden darf nach DüngemittelVO jedoch nur Biogasgülle. Das gesammelte Datenmaterial zeigt jedoch, dass sowohl Gärrückstand als auch Biogasgülle die geforderten Grenzwerte nach der DüngemittelVO in der Regel erfüllen.

Durch die Einführung eines Zertifizierungssystemes könnte die Qualität der Gärreste aus Biogasanlagen gesichert und überprüft werden. Bei Erfüllen der Qualitätskriterien ist eine gleichwertige Verwendung der Gärreste – unabhängig davon ob sie aus Abfällen oder aus NAWAROs stammen – möglich. Eine rechtliche Gleichstellung von Gärrückstand in der Düngemittelverordnung würde in den meisten Fällen auch eine finanziell attraktivere Situation für Abfallvergärungsanlagen schaffen.

Momentan ist die Kompostierung rechtlich praktisch die einzige Möglichkeit, um Gärrückstand (also Gärrest aus Abfall) wieder als Produkt in Verkehr zu bringen.

Die Co-Vergärung von Abfällen in NAWARO-Anlagen zeigt reale Konkurrenzsituation bzw. das mögliche Neben- und Miteinander von Kläranlagen und Biogasanlagen auf. In diesem Zusammenhang gibt es für jede Variante sinnvolle Konzepte, die jedoch immer auch eine Untersuchung der lokalen Rahmenbedingungen bzw. des Gesamtkonzeptes sowie der einzusetzenden Substrate bedingen.

---

---

## Genehmigungsverfahren

Die Situation bezüglich der Genehmigung von Biogasanlagen in Österreich stellt sich als verbesserungswürdig heraus. Einerseits ist die Dauer der Verfahren nicht einheitlich und kalkulierbar, andererseits sind die Zuständigkeiten vielfach unklar. Vor allem sollen den Genehmigungsbehörden für die „nicht landwirtschaftlichen Substrate“ klare Positivlisten in die Hand gegeben werden.

### **Noch mehr „Neue Substrate“**

Den Prämissen der vorliegenden Studie folgend, werden unter „Neuen Substraten“ für die Vergärung in Biogasanlagen jene Stoffströme verstanden, die a) nicht mit der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln konkurrieren und b) regional verfügbar sind. In diesem Kontext und ohne Anspruch auf Vollständigkeit wären hier zu nennen:

- \* Straßenbegleitgrün
- \* Abfälle aus der Lebensmittelindustrie
- \* Abfälle aus Supermarktketten
- \* Verpackte überlagerte Lebensmittel
- \* Reststoffe aus der Biotreibstoffproduktion
- \* Frei verfügbarer Grünschnitt von landwirtschaftlichen Nutzflächen
- \* Zwischenfrüchte

Bewusst ausgeklammert werden die gängigen Biogas-Substrate wie Mais oder Maissilage, da diese der medial aufgeheizten Teller-Trog-Tank-Diskussion sowie dem globalen Markt unterliegen.

Bei sämtlichen der genannten Stoffströme besteht veritables Potenzial zur energetischen und stofflichen Verwertung in Biogasanlagen. Im Sinne der „Neuartigkeit“ hervor zu hebende Substrate sind Grünschnitt von landwirtschaftlichen Nutzflächen, Zwischenfrüchte und Abfälle aus Supermarktketten. Diese Substrate sind bis dato für die anaerobe Vergärung wenig bis gar nicht erschlossen.

Weitergehende Untersuchungen in Hinblick auf das verfügbare Mengenpotenzial sind ratsam, speziell in Hinblick auf Straßenbegleitgrün, Abfälle aus Supermarktketten und frei verfügbaren Grünschnitt von landwirtschaftlichen Grünflächen. Bei letzterem Punkt ist auch die Verwertung von Gärresten auf diesen Grünflächen zu betrachten, da in Kombination mit einer Ausbringung des Gärrestes erhebliche Steigerungen bei der Erntemenge zu erwarten sind.

### **Die Praxis spricht – Modellregion Mödling**

Um ob all dieser theoretischen Überlegungen nicht den Bezug zur Praxis zu verlieren, haben die Studienautoren ihre Überlegungen anhand des realen Bezirks Mödling überprüft.

Der Bezirk Mödling ist ideal als Praxisbeispiel für eine mit biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt betriebene Biogasanlage gut geeignet: Das Bezirksgebiet ist hinsichtlich der Raum- und Bevölkerungsstrukturen sehr heterogen – große Besiedlungsdichten in städtischen Gebieten stehen Agrarkulturen in vorwiegend ländlich strukturierten Gebieten gegenüber. Die Bevölkerungszahl wächst. Derzeit leben etwa 113.000 Einwohner in rund 46.000 Haushalten verteilt auf 20 Gemeinden.

---

---

Der Anteil landwirtschaftlicher Nutzflächen an der Gesamtfläche des Bezirks beträgt 27 Prozent, in absoluten Zahlen rund 7.500 Hektar. In der Landwirtschaft wird hauptsächlich Getreide angebaut. Der Anteil landwirtschaftlicher Grünflächen ist erheblich (1.623 Hektar), der Tierbestand eher bescheiden.

Küchen- und Gartenabfälle aus den Haushalten werden über die Biotonne bzw. in wenigen Gemeinden über eine Mehrkammer-Tonne im Holsystem entsorgt. In den Altstoffsammelzentren werden zudem Grün- und Strauchschnitt im Bringsystem erfasst. Pro Jahr fallen rund 9.100 Tonnen biogene Haushaltsabfälle und 5.500 Tonnen Grünschnitt an. Das Potenzial an biogenen Abfällen im Restmüll wird mit rund 3.000 Tonnen pro Jahr geschätzt.

Infrastrukturell verfügt der Bezirk Mödling über ein gut ausgebautes Netz an Verkehrsverbindungen zum Antransport von Input-Materialien (Rohstoffen) sowie zur Nutzung bzw. dem Absatz der erzeugten Produkte (Energie, stoffliche Verwertung).

Neben den grundsätzlichen Fragen der Wirtschaftlichkeit der Anlage sowie der damit in Zusammenhang stehenden Frage der Standortfindung beansprucht die Bereitstellung der Input-Materialien einen wesentlichen Teil der Aufwendungen in zeitlicher und finanzieller Hinsicht. Die zentrale Fragestellung dabei ist, ob die Sammlung und Logistik in der gewohnten Art und Weise – verstärkt durch finanzielle Anreize und Öffentlichkeitsarbeit – beibehalten werden kann, oder ob ein neues „bequemeres, haushaltsnäheres“ Sammelsystem erforderlich ist. Ziel ist es jedenfalls die gewünschten Rohstoffe in der gewünschten Qualität (störstofffrei!) und Quantität zu erbringen. Pilotprojekte könnten darüber Aufschluss bringen.

Letztendlich gilt es ein Projekt zu entwickeln, das für bestehende Strukturen wie Kompostanlagen ausreichend Platz lässt. Gegenseitige Synergien sind zu nutzen um im Sinne einer ökologisch und wirtschaftlich abgestimmten Lösung – auch verwaltungsbezirksübergreifend – die bestmögliche Nutzung und Verwertung von biogenen Abfällen und nachwachsenden Rohstoffen zur Energiegewinnung und Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen zu erzielen.

Für den Bezirk Mödling gilt es in weiterer Folge abzuklären, welche Substrate mittel- bis langfristig zusätzlich für die Biogasanlage gewonnen werden können. Das endgültige Substratportfolio bestimmt die schlussendliche Anlagengröße. Die politische Willensbildung, die durch Standortfindung und Finanzierungsmodell beeinflusst wird, bestimmt eine schlussendliche Umsetzung.

## **ABSCHLIESSENDE BETRACHTUNG**

### **Konkurrenzsituationen und mögliche Kooperationen**

Will man ein Biogas-Konzept zur Vergärung zur Vergärung biogener Küchenabfälle und Grünschnitt umsetzen, stößt man unweigerlich auch auf Widerstände. Diese ergeben sich aus der derzeit gängigen Bereitstellung und Verwertung der betrachteten Stoffe und Energieströme – und werden in Kapitel 10 / Systembetrachtung einer komplexen Analyse unterzogen. Dem geneigten Leser dieser Studie sei an dieser Stelle das Kapitel 10 mit den besten Empfehlungen ans Herz gelegt ... lesen lohnt sich!

Nachstehend eine kurze Zusammenfassung:

Folgende Stakeholder können im Konzept der vorliegenden Studie als die wesentlichsten genannt werden, ohne dabei eine Gewichtung vorzunehmen: Abfallwirtschaftsbetriebe, Biogasanlagenbetreiber, Düngemittelproduzenten und -lieferanten, Energieversorgungsunternehmen und Contractoren, Betreiber von Kompostieranlagen, Kommunen, Landwirtschaft und Gasversorgungsunternehmen.

Grundsätzlich ist das gegenständliche Biogas-Konzept mit der derzeitigen Sammlung der betrachteten Abfälle sowie der Transportlogistik theoretisch unmittelbar umsetzbar. Die Stoffströme müssten lediglich in die Biogasanlage umgeleitet werden.

---

---

Die Systembetrachtung zeigt jedoch eine Konkurrenzsituation um die Verwertung der Substrate zwischen dem Betreiber der Biogasanlage und dem Betreiber der Kompostieranlage auf. Dieser Konflikt zwischen den Betreibern, die in beiden Fällen vielfach die Kommunen sind, könnte jedoch über verschiedene Kooperationen entschärft werden.

Besonderes Augenmerk ist jenen biogenen Abfällen zu schenken, die bisher über die Restmülltonne entsorgt werden. Innovative Lösungsansätze für die Sammlung und Trennung zur Hebung dieses Potenzials sind gefragt. Diese sollten auch das Verhältnis von Aufwand (also Sammlung) zu Nutzen (also erfasste Stoffmenge) verbessern und damit eine Realisierung des gegenständlichen Biogas-Konzeptes vor allem in kleineren Einzugsgebieten erlauben.

Auf der Seite des Energieoutputs der Biogasanlage ergeben sich bei den Energieträgern Gas und Wärme in erster Linie Konkurrenzsituationen zu den Energieversorgungs- und Mineralölunternehmen. Auch diese können durch potenzielle Kooperationen aufgelöst oder doch zumindest entschärft werden.

Eine Änderung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für Ökostrom (Stichwort: 20% Abschlag bei Vergärung von „anders als rein landwirtschaftlichen Substrat-Einsatzstoffen“) könnte die energetische und stoffliche Nutzung der betrachteten Abfälle ebenso positiv beeinflussen wie eine gesetzliche Regelungen bezüglich der Biomethan-Einspeisung ins Erdgasnetz. Zudem könnte die regionale Wertschöpfung erhöht werden. In beiden Fällen sehen die Studienautoren den Gesetzgeber gefordert.

Auf der Stoffoutput-Seite wird insbesondere auf die Diskrepanz bei den Verwertungspfaden betreffend der Gärrückstände hingewiesen. Die (direkte) Ausbringung der Gärrückstände auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ist zulässig, nicht aber die Verwendung zur Produktion von Düngemittel (die gegebenenfalls anschließend ebenso auf landwirtschaftlichen Nutzflächen eingesetzt werden). Dieser Verwertungsweg wäre jedoch ein weiterer Schritt zur Verbesserung der Kreislaufwirtschaft sowie zur Substitution energieintensiver und CO<sub>2</sub>-emissionsbehafteter Düngemittelproduktion.

#### HINWEISE ZUM GEBRAUCH DER STUDIE:

Die Studie gliedert sich in 10 Kapitel. Jedem dieser Kapitel ist eine „Zusammenfassung“ vorangestellt, am Ende jedes Kapitels finden sich „Empfehlungen“. Die Inhalte dazwischen sind wissenschaftlich recherchiert.

---

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Das Potenzial biogener Haushaltsabfälle und Grünschnitt für die Vergärung in Biogasanlagen</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>2</b>
1.1.1	Sammlung und Logistik	2
1.1.2	Konkurrenzsituationen mit bestehenden Verwertungsschienen	4
<b>1.2</b>	<b>„Biotonne“</b>	<b>6</b>
1.2.1	Biogene Küchenabfälle	6
1.2.2	Grünschnitt	8
1.2.3	Baum- und Strauchschnitt	9
<b>1.3</b>	<b>Grünabfälle (nicht über die Biotonne gesammelt)</b>	<b>10</b>
1.3.1	Kommunale Garten- und Parkabfälle	10
1.3.2	Grünschnitt aus Haushalten (direkt von den Haushalten angeliefert)	12
<b>1.4</b>	<b>Zusammenfassung des in Österreich derzeit verfügbaren Potenzials an biogenen Haushaltsabfällen und kommunal sowie privat gesammeltem Grünschnitt</b>	<b>13</b>
<b>1.5</b>	<b>Referenzanlage 500 kW elektrisch</b>	<b>15</b>
1.5.1	Substrat-Input	15
1.5.2	Energie-Output	17
<b>2</b>	<b>Lagerung und Aufbereitung von biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Anlieferung</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Lagerung</b>	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>Aufbereitung biogener Abfälle für die Vergärung (allgemein)</b>	<b>23</b>
2.4.1	Vorsortierung	23
2.4.2	Weitergehende Separation von Störstoffen	24
2.4.3	Zerkleinerung	25
2.4.4	Anmischung (Auflösung)	26
2.4.5	Separation von Störstoffen	27
2.4.6	Hygienisierung	28
<b>2.5</b>	<b>Silierung</b>	<b>29</b>
2.5.1	Voraussetzungen für die Silierung	29
2.5.2	Der Silageprozess	31
2.5.3	Haltbarkeit der Silage	31
2.5.4	Silierung von kommunalem Grünschnitt	32
<b>2.6</b>	<b>Strauchschnitt – Störstoff in der Biogasanlage ?</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>Technologien zur Vergärung von biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Gängige Vergärungsverfahren – Technologiebetrachtung</b>	<b>36</b>
<b>3.2</b>	<b>Alleinige Vergärung von Küchenabfällen</b>	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>Alleinige Vergärung von Grünschnitt</b>	<b>38</b>
3.3.1	Grünschnitt / Nassvergärung	39
3.3.2	Grünschnitt / Trockenvergärung	40
<b>3.4</b>	<b>Gemeinsame Vergärung von Küchenabfällen mit Gras/Grünschnitt</b>	<b>43</b>

---



---

3.4.1	Szenario 1: 20% Küchenabfälle / 80% Grünschnitt	43
3.4.2	Szenario 2: 80% Küchenabfälle / 20% Grünschnitt	43
3.4.3	Szenario 3: 50% Küchenabfälle / 50% Grünschnitt	43
<b>3.5</b>	<b>Stichwort „C:N-Verhältnis“</b>	<b>45</b>
<b>4 Verwertung von Biogas</b>		<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Erzeugung von Strom und Wärme</b>	<b>48</b>
<b>4.2</b>	<b>Erzeugung von Biomethan und Einspeisung ins Erdgasnetz</b>	<b>48</b>
<b>4.3</b>	<b>Biogas-Tankstelle</b>	<b>50</b>
<b>4.4</b>	<b>Kombinationslösungen</b>	<b>52</b>
<b>4.5</b>	<b>Allgemeine Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit der Verwertung von Biogas</b>	<b>52</b>
4.5.1	Berechnungsgrundlage Referenzanlage	52
4.5.2	Abwärmenutzung (bei Verstromung)	54
4.5.3	Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz	55
4.5.4	Biogastankstelle / Gasfahrzeuge	60
4.5.5	Zusammenfassung der wirtschaftlichen Betrachtungen	61
<b>5 Verwertung von Gärrest</b>		<b>63</b>
<b>5.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>64</b>
<b>5.2</b>	<b>Inhaltstoffe von Gärresten und Analysedaten</b>	<b>64</b>
5.2.1	Nährstoffe und Gehalt an Organik	64
5.2.2	Analysen von Gärresten aus Abfallbehandlungsanlagen	66
5.2.3	Vergleich der Analysedaten von Gärresten mit den Grenzwerten der Düngemittelverordnung	66
<b>5.3</b>	<b>Abgrenzung Gärrest zu Klärschlamm</b>	<b>66</b>
<b>5.4</b>	<b>Problematik der „Entsorgung“ von Gärresten</b>	<b>67</b>
<b>5.5</b>	<b>Prinzipien der Gärrestaufbereitung</b>	<b>68</b>
<b>5.6</b>	<b>Kosten der Gärrestaufbereitung – Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit</b>	<b>72</b>
5.6.1	Allgemeine Kostenbetrachtungen	72
<b>5.7</b>	<b>Referenzanlage - Skizzierung eines möglichen Gärrestaufbereitungsszenarios</b>	<b>75</b>
5.7.1	Detaillierte Kostenbetrachtung	78
<b>5.8</b>	<b>Einfluss von Substrat und Verfahrenstechnik auf die Gärrestzusammensetzung</b>	<b>80</b>
<b>6 Betrachtung der Treibhausgasemissionen</b>		<b>82</b>
<b>6.1</b>	<b>Fragestellung und Problemstellung</b>	<b>83</b>
<b>6.2</b>	<b>Methode</b>	<b>83</b>
<b>6.3</b>	<b>Beschreibung der Referenzanlage</b>	<b>84</b>
<b>6.4</b>	<b>Berechnung der Treibhausgasemissionen bei der Biogasproduktion</b>	<b>85</b>
6.4.1	CO <sub>2</sub> -Emissionen bei Sammlung und Transport von biogenem Abfall	86
6.4.2	Treibhausgasemissionen der Referenzanlage	86
<b>6.5</b>	<b>Verwertung von Produkten aus der Biogasanlage</b>	<b>88</b>
6.5.1	Produktion von elektrischem Strom im Blockheizkraftwerk	88
6.5.2	Biogas als Kraftstoff für Fahrzeuge	90
6.5.3	Dünger aus Gärrest	92
6.5.4	Vermiedene Emissionen aus einer Kompostieranlage für Bioabfall	94
<b>6.6</b>	<b>Bilanzierung der Treibhausgasemissionen für die Biogasanlage</b>	<b>95</b>

---

---

<b>7</b>	<b>Rechtliche Rahmenbedingungen</b>	<b>97</b>
<b>7.1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>99</b>
<b>7.2</b>	<b>Rechtliche Rahmenbedingungen betreffend der Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme aus Biogas</b>	<b>100</b>
7.2.1	„Ökostromgesetz“ – Erläuterungen und Bedeutung für die Praxis	100
7.2.2	Aufwertung Abfallvergärung - Diskussion „neues Ökostromgesetz“	101
7.2.3	Exkurs NAWARO-Anlagen: Kopplung des Einspeisetarifes an den Rohstoffpreis?	103
<b>7.3</b>	<b>Netzeinspeisung von Biomethan - Potenzielle Gaseinspeise-VO</b>	<b>103</b>
<b>7.4</b>	<b>Förderung von Gasautos</b>	<b>105</b>
7.4.1	Ist-Stand	105
7.4.2	Verbesserungsvorschläge für die Förderung von Gasautos (Empfehlungen)	108
<b>7.5</b>	<b>Verwertung von Gärresten</b>	<b>108</b>
7.5.1	Begriffsdefinition Gärrest – „Biogasgülle“ und „Gärrückstand“	108
7.5.2	Verwendung von Gärresten in der Landwirtschaft	109
7.5.3	Düngebeschränkung durch Wasserrecht und Aktionsprogramm	110
7.5.4	Inverkehrbringen von Biogasgülle und Gärrückstand als Düngemittel	111
7.5.5	Mögliche Schadstoffe im Gärrest	113
7.5.6	Verbesserungsvorschläge für die aktuelle Rechtslage bezüglich Gärrest	119
<b>7.6</b>	<b>Getrennte Sammlung von Küchenabfällen</b>	<b>121</b>
7.6.1	Gesetzeslage	121
7.6.2	Empfehlungen	122
<b>7.7</b>	<b>Kompost-VO</b>	<b>122</b>
7.7.1	Kompostierung von Gärresten	122
<b>7.8</b>	<b>Genehmigungsverfahren für Biogasanlagen</b>	<b>125</b>
7.8.1	Allgemeine Anmerkungen	125
7.8.2	Co-Vergärung von NAWAROs und Abfällen	127
7.8.3	Co-Vergärung von biogenen Abfällen in Faultürmen von Kläranlagen	127
<b>8</b>	<b>Ausblick auf weitere Substrat-Potenziale</b>	<b>130</b>
<b>8.1</b>	<b>Straßenbegleitgrün</b>	<b>131</b>
<b>8.2</b>	<b>Abfälle aus der Lebensmittelindustrie</b>	<b>131</b>
<b>8.3</b>	<b>Abfälle aus Supermarktketten</b>	<b>132</b>
<b>8.4</b>	<b>Verpackte überlagerte Lebensmittel</b>	<b>132</b>
<b>8.5</b>	<b>Reststoffe aus der Biotreibstoffproduktion</b>	<b>133</b>
<b>8.6</b>	<b>Frei verfügbarer Grünschnitt von landwirtschaftlichen Grünflächen</b>	<b>133</b>
<b>8.7</b>	<b>Zwischenfrüchte</b>	<b>135</b>
<b>9</b>	<b>Praxisbeispiel Mödling</b>	<b>136</b>
<b>9.1</b>	<b>Beschreibung der Region – IST-Stand</b>	<b>137</b>
9.1.1	Anzahl der Einwohner und Haushalte	137
9.1.2	Flächennutzung	138
9.1.3	Infrastruktur	139
9.1.4	Klima	140
9.1.5	Biogene Abfallstoffströme	143
9.1.6	Landwirtschaft und Tierproduktion im Überblick	147

---

---

<b>9.2</b>	<b>Kurz- und mittelfristig verfügbare Substrate für die Biogasanlage</b>	<b>149</b>
<b>9.3</b>	<b>Rechnerische Gasausbeute in der Region</b>	<b>149</b>
9.3.1	Derzeitiges Potential	151
9.3.2	Nutzbares Potential	151
9.3.3	Realistisches Potential	152
<b>9.4</b>	<b>Sammel- und Logistikkonzept – Gedanken und Vorschläge</b>	<b>152</b>
<b>9.5</b>	<b>Allgemeine Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit</b>	<b>155</b>
<b>9.6</b>	<b>Kriterien zur Auswahl des Standortes der Biogasanlage</b>	<b>156</b>

---

## **10 Systembetrachtung** **159**

<b>10.1</b>	<b>Erläuterungen zum Aufbau des Kapitels „Systembetrachtung“ – MANUAL</b>	<b>161</b>
10.1.1	Einleitung	161
10.1.2	Prozessflussdiagramm	162
10.1.3	Betrachtungsebenen	166
10.1.4	Elemente der Betrachtung	166
10.1.5	Tabellen	167
10.1.6	Narrative Beschreibung	168
<b>10.2</b>	<b>Ergebnisse der Systembetrachtung</b>	<b>169</b>
10.2.1	Biogene Küchenabfälle / Häuslicher Grünschnitt (Schnittstelle Haushalt)	169
10.2.2	Kommunaler Grünschnitt aus Park- und Gartenabfällen (Schnittstelle Kommune)	171
10.2.3	Biogene Küchenabfälle und Grünschnitt (Schnittstelle Verwertungsanlagen)	172
10.2.4	Kompostierung	174
10.2.5	Flüssige und feste Gärrückstände (Schnittstelle Biogasanlage)	175
10.2.6	Biomethan (Schnittstelle Biogastankstelle / CNG)	178
10.2.7	Biomethan (Schnittstelle Einspeisung ins Erdgas-Netz)	180
10.2.8	Strom aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Einspeisung Strom-Netz)	182
10.2.9	Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt	184
10.2.10	Wärme aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Biogasanlage)	185
<b>10.3</b>	<b>Konkurrenzsituationen und mögliche Kooperationen – Zusammenfassung</b>	<b>187</b>

---

## **Anhang – Die hauptverantwortlichen Autoren der Studie** **189**

# 1 Das Potenzial biogener Haushaltsabfälle und Grünschnitt für die Vergärung in Biogasanlagen

[MAIRITSCH]

## Zusammenfassung

Der Statusbericht 2009 über die Abfallwirtschaft in Österreich weist einen Stoffstrom von 714.900 Tonnen biogener Haushaltsabfälle („Biotonne“) und 476.000 Tonnen getrennt gesammelter kommunaler und privater Grünabfälle pro Jahr aus. Abzüglich des in beiden Stoffströmen vorhandenen und für die Vergärung in Biogasanlagen nicht geeigneten Baum- und Strauchschnitts **errechnet sich das österreichische Potenzial der getrennt gesammelten Küchenabfälle mit 207.000 Tonnen und das Potenzial des getrennt gesammelten Grünschnitts mit 718.500 Tonnen pro Jahr.**

Aus diesen beiden Fraktionen könnte man jährlich rund 70 Mio. Normkubikmeter Biomethan generieren.

Zusätzlich zu den oben genannten Stoffströmen finden sich in Österreich **weitere 554.000 Tonnen pro Jahr biogene Abfälle (Küchenabfälle und Grünschnitt) im Restmüll** – aus denen sich weitere 53 Mio. Normkubikmeter Biomethan gewinnen ließen.

**In Summe schlummern in den biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt Österreichs also rund 123 Mio. Normkubikmeter Biomethan.** Zum Vergleich: Im Jahre 2008 betrug die österreichische Produktion rund 150 bis 200 Normkubikmeter Biomethan.

Als Abschluss des vorliegenden Kapitels wurde eine „**Referenzanlage**“ definiert, die unter Einsatz der derzeit über die Biotonne gesammelten biogenen Küchenabfälle aus Haushalten und Grünschnitt sowie des getrennt gesammeltem privaten und kommunalem Grünschnitts betrieben wird und mit einer installierten elektrischen Leistung von 500 Kilowatt ans Stromnetz geht. Für den Betrieb einer derartigen Anlage wären nach den Daten des Bundeabfallwirtschaftsplans die genannten Abfälle von 147.300 Einwohnern nötig.

## 1.1 Allgemeines

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass man sich bei der Gewinnung von Biogas als Energieträger nicht auf Substrate stützen sollte, die auch für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion herangezogen werden können. Erster guter Grund: Die globalen Verschränkungen in diesem Spannungsfeld sind massiv und kaum zu kontrollieren. Zweiter guter Grund: Die Konkurrenzsituationen sind beachtlich, dies nicht nur in Hinblick auf die Nahrungsmittelproduktion sondern auch in Hinblick auf die Produktion von flüssigen Biotreibstoffen.

Parallel dazu wird der Ruf nach regional verfügbaren Substraten immer lauter. Gesicherte Quellen sind gesicherte Quellen.

Biogas ist ein interessanter Puzzlestein im Bild der erneuerbaren Energieträger. Zum einen gibt es eine bestehende Infrastruktur (in Österreich sind derzeit rund 300 Anlagen in Betrieb, in Deutschland über 5.000), zum anderen muss es eben nicht immer Maissilage sein: Biogas kann aus vielen Substraten gewonnen werden – im Zentrum der Überlegungen stehen derzeit biogene Abfälle.

Die vorliegende Studie konzentriert sich auf biogene Haushalts- und Küchenabfälle sowie Grünschnitt. Diese Substrate bilden den Inhalt von Kapitel 1. Zusätzlich verfügbare Substrate, die ebenso wie Haushaltsabfälle und Grünschnitt nicht mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion konkurrieren und regional verfügbar sind, werden in Abschnitt 8 beschrieben um einen Überblick über das gesamte potenziell verfügbare Feld der „neuen“ Substrate für die Gewinnung von Biogas zu geben.

Vorangestellt bei der Betrachtung des Potenzials biogener Haushaltsabfälle und Grünschnitts sind einige grundsätzliche Überlegungen anzustellen. Diese betreffen in erster Linie Sammlung und Logistik sowie Konkurrenzsituationen mit bestehenden Verwertungsschienen.

### 1.1.1 Sammlung und Logistik

Nur wenn Abfälle getrennt gesammelt werden, können sie auch einer sinnvollen Verwertung zugeführt werden. Am Beispiel der biogenen Küchenabfälle wird schnell ersichtlich, dass ohne bzw. bedingt durch eine unzureichend durchdachte getrennte Sammlung das stoffliche und energetische Potenzial der Abfälle verloren geht: **Ein Gutteil der biogenen Küchen- und Haushaltsabfälle verschwindet im Restmüll oder wird über den Abwasserkanal entsorgt.**

Laut den 2009 aktualisierten Daten des österreichischen Abfallwirtschaftsplans<sup>4</sup> fallen in Österreich pro Jahr 1.379.000 Tonnen Restmüll an. Davon sind 40,2 Prozent (!) organisches Material. Umgelegt auf die Einwohnerzahl Österreichs sind das 165 Kilogramm Restmüll pro Einwohner und Jahr, davon sind 66,3 Kilogramm organisches Material.

---

<sup>4</sup> Umweltbundesamt: Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2009



Nach den Ergebnissen einer Studie der ARGE ECO.IN<sup>5</sup> setzt sich die organische Fraktion im Restmüll zu 13,3% aus Gartenabfällen und zu 86,7% aus Küchenabfällen zusammen, das sind 8,8 Kilogramm Gartenabfälle und 57,5 Kilogramm Küchenabfälle. Eine Zusammenfassung dieser Zahlen gibt Tabelle 1-1.

Tabelle 1-1: Zusammensetzung des Restmülls pro Einwohner und Jahr in Österreich

Restmüll	Gartenabfälle	Küchenabfälle	Andere
165 kg	8,8 kg	57,7 kg	98,7 kg

Der Grund für diese geringe Sammelquote bzw. die bewussten Fehleinwürfe von biogenen Haushaltsabfällen in die Restmülltonne ist zum einen im unzureichenden weil unhygienischen Sammelbehältnis sowie dem begrenzt verfügbaren Platz für dasselbe in österreichischen Küchen zu sehen, zum anderen aber schlichtweg auch in der mangelnden Motivation des Bürgers zum Sammeln, dies auch ungeachtet einer gesetzlich bestehenden Verpflichtung.



Abbildung 1-1: Speisereste, überlagerte Lebensmittel und Marktabfälle

**Mit einer getrennten Sammlung ist es aber noch nicht getan - auch die an die Sammlung anschließende Logistik ist von erheblicher Bedeutung für eine quantitative Erfassung der Abfälle:** Im Regelfall werden biogene Küchenabfälle gemeinsam mit Grün- und Strauchschnitt über die Biotonne entsorgt (es sei denn es besteht eine Möglichkeit zur Eigenkompostierung). Die Biotonne befindet sich zumeist im öffentlichen Raum, der per definitionem für alle frei zugänglich. Dieser freie Zugang entlässt den Einzelnen allerdings in die Anonymität, und dieser Umstand wiederum führt zu teils erheblichen Fehleinwürfen – sie reichen von Plastiksäcken über Kronenkorken bis hin zu ganzen Kühlschränken<sup>6</sup>. Dass diese Fehleinwürfe bei der Verwertung der Abfälle zu Schwierigkeiten und kostenintensiven Hürden führen, liegt auf der Hand.

<sup>5</sup> ARGE ECO.IN: Erstellung eines Logistikkonzepts zur effizienten Sammlung von biogenen Abfällen als Input für eine energetische Nutzung in Biogasanlagen, 2009

<sup>6</sup> Gerhard ZIEHENBERGER, Firma SAUBERMACHER, persönliche Mitteilung 2010

Fazit: Ohne ordnungsgemäße Sammlung und Logistik ist das Potenzial der biogenen Haushaltsabfälle und Grünschnitt nur schwer zu heben.

### 1.1.2 Konkurrenzsituationen mit bestehenden Verwertungsschienen

Die Verwertung biogener Küchen- und Haushaltsabfälle sowie Grünschnitt in Biogasanlagen hat zwei große Konkurrenten: Kompostierung und Verbrennung. Zudem verschwindet laut Umweltbundesamt eine „erhebliche“ Menge mehr oder weniger flüssiger biogener Haushaltsabfälle in den österreichischen Abwasserkanälen<sup>7</sup>.

Die in der Restmüllfraktion enthaltenen biogenen Abfälle werden in Österreich einer Verbrennung oder MBA vor Deponierung zugeführt. Für den Betrieb der Müllverbrennungsanlage ist diese Abfallfraktion ein nicht unwesentlicher Bestandteil ihrer Einnahmen, da Müllentsorgungsgebühren über das Gewicht des Abfalls verrechnet werden und biogene Haushalts- und Küchenabfälle einen mit 50 bis 90 Prozent relativ hohen Wassergehalt haben. Sie fallen daher im wahrsten Sinne des Wortes „ins Gewicht“. Der den Abfällen innewohnende Wassergehalt muss bei der Verbrennung verdampft werden - ein endothermer Prozess, der Energie kostet. Notabene ist die Gesamtenergiebilanz bei der Verbrennung biogener Abfälle bis zu einem Wassergehalt von 88 Prozent positiv, unterm Strich wird also Energie gewonnen. Konkret liefert eine Tonne Küchenabfall in einer optimierten Kehrricht-Verbrennungsanlage (KVA) vom Typ Hagenholz 60 Kilowattstunden (kWh) elektrische und 238 kWh thermische Energie. Zum Vergleich: Bei der Vergärung von einer Tonne Küchenabfall in der Biogasanlage mit moderner Kraft-Wärme-Kopplung werden 314 kWh elektrische und 344 kWh thermische Energie gewonnen, bei der Aufbereitung zu Biomethan ist der Wirkungsgrad noch größer<sup>8</sup>.

Eine in der Schweiz durchgeführte Vergleichsrechnung zur Verwertung von Küchenabfällen ergab für die Verbrennung Kosten von umgerechnet € 215 pro Tonne, für Vergärungsanlagen lag dieser Wert bei € 154 pro Tonne. Nach den Ergebnissen der Studie ist es sogar vorteilhafter Grüngut zu vergären als es thermisch zu verwerten<sup>9</sup>. Der Anteil an Trockenmasse wurde in dieser Studie mit 28% angenommen.

Bei der Verbrennung biogener Abfälle finden sich die Nährstoffe Phosphor und Kalium (ebenso wie etwaige vorhandene Schwermetalle) in der Flugasche. Stickstoff wird an die Atmosphäre abgegeben und geht als Nährstoff verloren.

Oftmals wird der **Wassergehalt** eines Substrates als Entscheidungskriterium für die Wahl der Verwertungs- und Nutzungsschiene eines Substrates herangezogen. Nachstehende Abbildung 1-2 gibt die prinzipiellen Überlegungen wider:

---

<sup>7</sup> Peter DOMINIK, Umweltbundesamt, persönliche Mitteilung im Rahmen des am 24. März 2010 von der ARGE ECO.in durchgeführten Workshops „waste 2 biogas“

<sup>8</sup> [WELLINGER, Energieproduktion aus Küchenabfällen, TU Braunschweig, Abfallwirtschaft, 2007]

<sup>9</sup> [WELLINGER, A. (2007): Reststoffe: Mitverbrennung in KVA vs. Energiegewinnung. Tagungsband Biogas Fachkongress, Wieselburg, 28.11.2007]

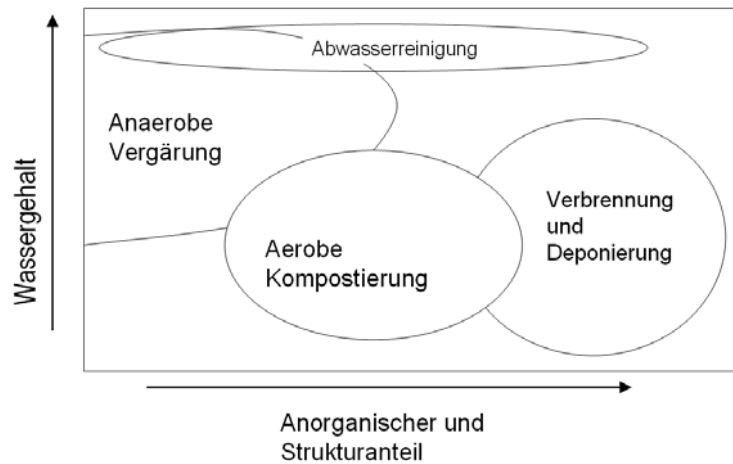


Abbildung 1-2: Prinzipielle Aufteilung von biogenen Substraten für die jeweilige Verwertung abhängig von Wassergehalt und Anteil an Strukturmaterial [IFA Tulln]

Generell lässt sich sagen, dass für hoch wasserhaltige Stoffe die Vergärung zu bevorzugen ist.

Bei der **Kompostierung** ist es neben dem Trockensubstanzgehalt des Materials vorwiegend eine Frage der Methanausbeute und der Biologie, welche anfallenden Rohstoffe kompostiert werden sollten beziehungsweise welche sich besser für eine anaerobe Vergärung eignen würden. Eine genaue Gegenüberstellung der Eignung von biogenen Reststoffen für die Kompostierung bzw. die Anaerobtechnologie wurde von einer ÖNORM-Arbeitsgruppe erarbeitet: In der ÖNORM S2101 sind in Anhang D hierzu Anmerkungen zu geeigneten Behandlungswegen für unterschiedliche biogene Abfälle gemacht.

Es muss (darf) an dieser Stelle gesagt werden, dass die Kompostierung biogener Abfälle in der biologischen Abfallwirtschaft einen hohen Stellenwert besitzt. Mit Einführung der getrennten Sammlung biogener Abfälle entwickelte sich in Österreich das Konzept der Eigenkompostierung gepaart mit dezentraler Kompostierung in regionalen Kompostanlagen. So werden heute über die Kompostierung in Österreich laut ARGE Kompost & Biogas rund 600.000 Tonnen Bioabfälle pro Jahr verwertet. Das Aufkommen an biogenen Abfällen, das in die Eigenkompostierung der Haushalte eingebracht wird, wird für das Jahr 2008 mit bundesweit 1,50 Millionen Tonnen geschätzt<sup>10</sup>.

Eine Besonderheit der dezentralen, kleinräumigen Lösungen stellt die Kompostierung der getrennt gesammelten biogenen Abfälle durch Landwirte dar, die den hergestellten Kompost überwiegend auf den eigenen landwirtschaftlichen Flächen einsetzen und „landwirtschaftliche Kompostierung“ betreiben.

Kompostierung und Vergärung sind zwei grundsätzlich verschiedene Verfahren zum Abbau biologischer Substanzen. So wird die Anaerobtechnologie sinnvollerweise für den Abbau stark wasserhaltiger Abfälle mit hohem Anteil an leicht abbaubaren Stoffen eingesetzt, während die Kompostierung besonders bei der Behandlung von Abfällen mit höherem Anteil an mittel- bis schwerabbaubaren Stoffen mit geringerem Wassergehalt eingesetzt wird. Während bei der Vergärung Lignin und Chitin nicht abgebaut werden, ist die Kompostierung für den

<sup>10</sup> Umweltbundesamt: Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2009

biologischen Abbau von Baum- und Strauchschnitt geradezu prädestiniert. So sind in der Natur für den Ligninabbau fast ausschließlich Pilze, die trockene, gut durchlüftete Bereiche bevorzugen, verantwortlich <sup>11</sup>.

Und die Verwertung (Entsorgung?) biogener Abfälle über die Schiene der **Abwasserreinigung** ist leider immer noch gängige Praxis, wenngleich vom Gesetzgeber ausdrücklich untersagt. Hier finden sich biogene Abfälle sowohl mit geringem als auch mit hohem Wassergehalt wieder – von der Gurke bis zum alten Vollkornweckerl. Es ist einfach sehr bequem, die Reste über den Gully zu entsorgen ...

Zur näheren Betrachtung der Konkurrenzsituationen siehe auch Kapitel 10 – Systembetrachtung.

\*\*\*

In den nachstehenden Abschnitten 1.2 – „Biotonne“ und 1.3 – „Grünabfälle“ werden sämtliche für die energetische und stoffliche Verwertung in Biogasanlagen in Frage kommenden biogenen Haushaltsabfälle und Grünschnitt in Hinblick auf ihre Qualität und österreichische Quantität dargestellt. Die in den Tabellen angeführten Angaben über Trockensubstanz und Gaserträge stammen wenn nicht anders angeführt aus [Fachagentur nachwachsende Rohstoffe, 2004] <sup>12</sup>.

## 1.2 „Biotonne“

### 1.2.1 Biogene Küchenabfälle

- **Art des Substrates**

Biogene Küchenabfälle aus Haushalten fallen bei der Zubereitung und dem Verzehr von Speisen an, beinhalten also Salatblätter, Obst- und Fruchtschalen, Zwiebelblätter, Gemüsereste etc. sowie gekochte Nudeln, Cerealien, Brot- und Marmeladereste, Joghurt, Käse und andere überlagerte Lebensmittel.

- **Eigenschaften**

Tabelle 1-2: Eigenschaften von biogenen Küchenabfällen

Vergärbarkeit		gut bis sehr gut
Trockensubstanz	[%]	20 – 75 *)
organische Trockensubstanz (oTS)	[% der TS]	80 - 90 *)
Gasertrag	[Nm <sup>3</sup> /t Frischmasse]	80 - 120
Gasertrag	[Nm <sup>3</sup> /t oTS]	150 - 600
Methangehalt im Biogas	[Vol.-%]	58 - 65

\*) eigene Überlegungen:

<sup>11</sup> [KROGMANN, U.: Vergärung oder Kompostierung? In: Anaerobe Behandlung von festen und flüssigen Rückständen. VCH-Verlag, Weinheim, 1994]

<sup>12</sup> Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V (FNR): Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung, Leipzig 2004

Da Küchenabfälle sehr, sehr unterschiedlich sind, weichen die einzelnen Literaturstellen – je nach persönlicher Ausrichtung und Seriosität des/der AutorIn – stark von einander ab. Die Planung einer Biogasanlage sollte daher am besten anhand von regional durchgeführten Abfallanalysen durchgeführt werden, auf deren Basis die Anlage auszulegen wäre.

- **Jahresaufkommen in Österreich**

**209.560 Tonnen pro Jahr** (eigene Berechnungen)

Erläuterung der Berechnungen:

Biogene Küchenabfälle werden in Österreich gemeinsam mit Grün- und Strauchschnitt in der „Biotonne“ gesammelt. Laut Umweltbundesamt<sup>13</sup> wurden im Jahre 2008 bundesweit 714.900 Tonnen biogene Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen über die Biotonne gesammelt. Das entspricht 86 Kilogramm pro EinwohnerIn und Jahr (Basis: 8,3 Millionen EinwohnerInnen). Nach einer Studie der ARGE ECO.in<sup>14</sup> setzt sich das Material in Biotonnen zu 68 % aus Gartenabfällen, 29 % aus Küchenabfällen und zu 3 % aus Verunreinigungen zusammen. Daraus folgt: Pro EinwohnerIn und Jahr werden in Österreich 24,94 Kilogramm Küchenabfälle über die Biotonne gesammelt. Diese Zahl multipliziert mit der Einwohneranzahl von Österreich von 8.402.549 (4. Quartal 2010)<sup>15</sup> ergibt das Jahresaufkommen biogener Küchenabfälle aus Haushalten, die über die Biotonne gesammelt werden.

- **Derzeitiges Sammel- und Logistiksystem**

Als Sammelsystem für biogene Abfälle aus Haushalten hat sich für das gesamte Bundesgebiet überwiegend die Biotonne (im Holsystem) durchgesetzt.

- **Derzeitige Verwertungsschiene**

Die Verwertung der getrennt erfassten biogenen Abfälle erfolgt über die landwirtschaftliche Kompostierung, über die Kompostierung in kommunalen Anlagen, über gewerbliche Kompostierung im Auftrag von Abfallwirtschaftsverbänden, von Kommunen oder sonstigen bzw. über Biogasanlagen.

Nicht verwertbare Reststoffe aus der getrennten Sammlung bzw. aus der Sortierung von biogenen Abfällen werden verbrannt und / oder deponiert.

- **Besonderheiten**

Es handelt sich bei biogenen Küchenabfällen um eine relativ inhomogene Abfallfraktion, die zudem mit Störstoffen wie Kronenkorken und Plastiksäcken einhergeht. Die Zusammensetzung variiert in Abhängigkeit vom Anfallsort und von der Jahreszeit.

---

<sup>13</sup> Umweltbundesamt: Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2009

<sup>14</sup> ARGE ECO.in: Erstellung eines Logistikkonzepts zur effizienten Sammlung von biogenen Abfällen als Input für eine energetische Nutzung in Biogasanlagen, 2009

<sup>15</sup> Statistik Austria



## 1.2.2 Grünschnitt

- **Art des Substrates**

Pflanzenreste und natürliche organische Abfälle aus Hausgärten – also Grasschnitt, Laub, Blumen, Fallobst und sperrige Grünabfälle wie Strauch- und Baumschnitt.

- **Eigenschaften**

Tabelle 1-3: Eigenschaften von Grünschnitt in

Vergärbarkeit		gut
Trockensubstanz	[%]	25 - 35 *)
organische Trockensubstanz (oTS)	[% der TS]	83 - 92
Gasertrag	[m <sup>3</sup> /t Frischmasse]	150 - 200
Gasertrag	[m <sup>3</sup> /t oTS]	550 - 680
Methangehalt im Biogas	[Vol.-%]	55 - 65

\*) eigene Überlegungen:

Hier weichen die angeführten Werte von jenen in [Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V (FNR): Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung, Leipzig 2004] ab. Der in der Literaturstelle angeführte Wert von „ca. 12% TS“ wird seitens der Studienautoren als unrealistisch angesehen, da derartiges Material annähernd flüssig wäre. Zum Vergleich: Grassilage – die in der Konsistenz ähnlich wie Grünschnitt zu bewerten ist – hat einen Trockensubstanzgehalt von größer 25%.

- **Jahresaufkommen in Österreich**

**368.536 Tonnen pro Jahr** (eigene Berechnungen)

Erläuterung der Berechnungen:

Biogene Küchenabfälle werden in Österreich gemeinsam mit Grün- und Strauchschnitt in der „Biotonne“ gesammelt. Nach [13] wurden im Jahre 2008 bundesweit 714.900 Tonnen biogene Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen über die Biotonne gesammelt. Das entspricht 86 Kilogramm pro EinwohnerIn und Jahr (Basis: 8,3 Millionen EinwohnerInnen). Nach [14] setzt sich das Material in Biotonnen zu 68 % aus Gartenabfällen, 29 % aus Küchenabfällen und zu 3 % aus Verunreinigungen zusammen. In der realistischen Annahme, dass sich die „Gartenabfälle“ zu 75% aus Grünschnitt und 25% aus Strauchschnitt zusammensetzen, ergeben sich pro EinwohnerIn und Jahr in Österreich 43,86 Kilogramm über die Biotonne gesammelter Grünschnitt. Diese Zahl multipliziert mit der Einwohneranzahl von Österreich von 8.402.549 (4. Quartal 2010) [15] ergibt das Jahresaufkommen biogener Küchenabfälle aus Haushalten, die über die Biotonne gesammelt werden.

- **Derzeitiges Sammel- und Logistiksystem**

Häuslicher Grünschnitt wird in sowohl über die Biotonne entsorgt als auch von den Haushalten direkt zu bestehenden Sammelstellen verbracht (siehe hierzu auch 1.3.2)

- **Derzeitige Verwertungsschiene**

Die Verwertung der getrennt erfassten biogenen Abfälle erfolgt über die landwirtschaftliche Kompostierung, über die Kompostierung in kommunalen Anlagen, über gewerbliche Kompostierung im Auftrag von Abfallwirtschaftsverbänden, von Kommunen oder sonstigen bzw. über Biogasanlagen.

Nicht verwertbare Reststoffe aus der getrennten Sammlung bzw. aus der Sortierung von biogenen Abfällen werden verbrannt und / oder deponiert.

- **Besonderheiten**

Die Anfallmenge variiert in Abhängigkeit von Anfallsort und Jahreszeit.

### 1.2.3 Baum- und Strauchschnitt

- **Art des Substrates**

Sperrige, tendenziell hölzerne Grünabfälle.

- **Eigenschaften**

Tabelle 1-4: Eigenschaften von Baum- und Strauchschnitt

Vergärbarkeit		schlecht
Trockensubstanz (erntefrisch)	[%]	40 - 60 <sup>16</sup>
organische Trockensubstanz (oTS)	[% der TS]	ca. 90 <sup>13</sup>
Gasertrag	[Nm <sup>3</sup> /t Frischmasse]	k.A.
Gasertrag	[Nm <sup>3</sup> /t oTS]	k.A.
Methangehalt im Biogas	[Vol.-%]	k.A.

- **Jahresaufkommen in Österreich**

#### 122.677 Tonnen pro Jahr (eigene Berechnungen)

Erläuterung der Berechnungen:

Biogene Küchenabfälle werden in Österreich gemeinsam mit Grün- und Strauchschnitt in der „Biotonne“ gesammelt. Nach [13] wurden im Jahre 2008 bundesweit 714.900 Tonnen biogene Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen über die Biotonne gesammelt. Das entspricht 86 Kilogramm pro EinwohnerIn und Jahr (Basis: 8,3 Millionen EinwohnerInnen). Nach [14] setzt sich das Material in Biotonnen zu 68 % aus Gartenabfällen, 29 % aus Küchenabfällen und zu 3 % aus Verunreinigungen zusammen. In der realistischen Annahme, dass sich die „Gartenabfälle“ zu 75% aus Grünschnitt und 25% aus Strauchschnitt zusammensetzen, ergeben sich pro EinwohnerIn und Jahr in Österreich 14,62 Kilogramm über die Biotonne gesammelter Strauchschnitt. Diese Zahl multipliziert mit der Einwohneranzahl von Österreich von 8.402.549 (4. Quartal 2010) [15] ergibt das Jahresaufkommen biogener Küchenabfälle aus Haushalten, die über die Biotonne gesammelt werden.

<sup>16</sup> Siegfried AIGNER, persönliche Mitteilung, 2011

- **Derzeitiges Sammel- und Logistiksystem**

Häuslicher Grünschnitt wird in sowohl über die Biotonne entsorgt als auch (gemeinsam mit Grün- und Strauchschnitt) von den Haushalten zu bestehenden Sammelstellen verbracht.

- **Derzeitige Verwertungsschiene**

Die Verwertung der getrennt erfassten biogenen Abfälle erfolgt über die landwirtschaftliche Kompostierung, über die Kompostierung in kommunalen Anlagen, über gewerbliche Kompostierung im Auftrag von Abfallwirtschaftsverbänden, von Kommunen oder sonstigen bzw. über Biogasanlagen. Im Falle von Strauchschnitt kommt die Verwertung in Biogasanlagen nicht in Frage, hier stehen die Schienen der Kompostierung und Verbrennung zur Verfügung.

Nicht verwertbare Reststoffe aus der getrennten Sammlung bzw. aus der Sortierung von biogenen Abfällen werden verbrannt und / oder deponiert.

- **Besonderheiten**

Die Anfallmenge variiert in Abhängigkeit von Anfallsort und Jahreszeit.

### 1.3 Grünabfälle (nicht über die Biotonne gesammelt)

Unter „Grünabfälle“ fallen laut Bundesabfallwirtschaftsplan kommunale Garten- und Parkabfälle, gesondert angelieferter Grünschnitt aus dem privaten Bereich, Friedhofsabfälle und Straßenbegleitgrün. Betrachtet werden in den Überlegungen dieses Abschnitts nur die ersten beiden Fraktionen, da Friedhofsabfälle und Straßenbegleitgrün nicht unter den Titel der Studie fallen.

#### 1.3.1 Kommunale Garten- und Parkabfälle

- **Art des Substrates**

Pflanzliche Rückstände aus dem kommunalen Bereich – Grünanlagen, Parks und Sportstätten – wobei deren Sammlung über die Biotonne wegen ihrer Beschaffenheit (Größe oder Masse) weitestgehend nicht möglich ist. Die Hauptfraktionen sind „Grünschnitt“ sowie „Baum- und Strauchschnitt“, wobei beide Fraktionen in etwa zu gleichen Teilen (zu jeweils 50%) anfallen<sup>17</sup>.

- **Eigenschaften**

Die Eigenschaften der beiden Substrate wurden bereits in den Abschnitten 1.2.2 und 1.2.3 dargestellt. Hervorgehoben sei an dieser Stelle einzig der Umstand, dass die Eignung von Grünschnitt zur Vergärung als „gut“, jene von Baum- und Strauchschnitt als „schlecht“ eingestuft wird.

---

<sup>17</sup> Werner TIPPEL, Abfallverband Mödling, persönliche Mitteilung 2011

- **Jahresaufkommen in Österreich**

In [4] ist das Gesamtaufkommen der kommunalen Garten- und Parkabfälle mit 245.000 Tonnen pro Jahr vermerkt. In der realistischen Annahme, dass die beiden in „Garten- und Parkabfällen“ enthaltenen Fraktionen „Grünschnitt“ sowie „Baum- und Strauchschnitt“ zu jeweils 50 Prozent vertreten sind, ergeben sich folgende Jahresaufkommen:

Grünschnitt 122.500 Tonnen pro Jahr

Baum- und Strauchschnitt 122.500 Tonnen pro Jahr

- **Derzeitiges Sammel- und Logistiksystem**

Die Erfassung von „sperrigen“ Garten- und Parkabfällen erfolgt in zentralen Siedlungsbereichen zum größten Teil im Bringsystem zu Sammelplätzen bzw. Kompostierungsanlagen. Als kommunales Angebot existiert in einigen Gemeinden noch die Abholung dieser Abfälle „ab Grundstück“. Die Erfassung erfolgt zumeist über die Sammellogistik der Gemeinden, in deren Auftrag oder über die Straßenverwaltungen.

Saison- bzw. ortsabhängig werden kommunale Garten- und Parkabfälle am Anfallsort gehäckselt (mobiler Häckseldienst durch die oder im Auftrag der Gemeinden) oder direkt abtransportiert.

- **Derzeitige Verwertungsschiene**

Die Verwertung der kommunalen Garten- und Parkabfälle erfolgt zum Teil in reinen Grünabfall-Kompostierungsanlagen, zum Teil als Strukturmaterial in Anlagen zur Verwertung sonstiger biogener Abfälle über die landwirtschaftliche Kompostierung, über die Kompostierung in kommunalen Anlagen bzw. über private oder gewerbliche Kompostierungsanlagen im Auftrag von Abfallwirtschaftsverbänden und Kommunen. Die Materialeigenschaften lassen eine Kompostierung ohne entsprechende Aufbereitung nur sehr beschränkt zu. Grünschnitt und Pflanzenreste müssen daher im Allgemeinen zerkleinert, vermischt und fallweise angefeuchtet werden.

Zu einem weiteren Teil werden Strauch- und Baumschnitt für (kommunale) Biomasse- Heizkraftwerke verwendet.

- **Besonderheiten**

Da die Pflege der kommunalen Grünanlagen bundesweit bereits durchgehend organisiert ist, ist mit großen Steigerungen des Aufkommens dieser Abfälle nicht mehr zu rechnen.

Ein nicht unbedeutender Anteil verbleibt am Anfallsort und verrottet ohne Einbringung in Verwertungsanlagen.

Die Anfallmenge variiert in Abhängigkeit von Anfallsort und Jahreszeit.

### 1.3.2 Grünschnitt aus Haushalten (direkt von den Haushalten angeliefert)

- **Art des Substrates**

Grünabfälle aus Haus- und Schrebergärten, die in einigen Bundesländern nicht als „Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen“ summiert sind.

- **Eigenschaften**

Die Eigenschaften von „Grünschnitt“ wurden bereits im den Abschnitt 1.2.2 dargestellt, es sei an dieser Stelle allerdings nochmals erwähnt, dass die Vergärbarkeit von Grünschnitt allgemein als „gut“ eingestuft wird.

- **Jahresaufkommen in Österreich**

Das Jahresaufkommen von Grünschnitt, der von den Haushalten direkt zu Sammelstellen angeliefert wird (also nicht über die Biotonne gesammelt wird, wird in [1] mit **231.000 Tonnen pro Jahr** angegeben.

- **Derzeitiges Sammel- und Logistiksystem**

Die Erfassung von „Grünschnitt aus dem privaten Bereich“ erfolgt in zentralen Siedlungsbereichen zum größten Teil im Bringsystem zu Sammelplätzen bzw. Kompostierungsanlagen. Als kommunales Angebot existiert in einigen Gemeinden noch die Abholung dieser Abfälle „ab Grundstück“. Die Erfassung erfolgt zumeist über die Sammellogistik der Gemeinden, in deren Auftrag oder über die Straßenverwaltungen.

- **Derzeitige Verwertungsschiene**

Die Verwertung von Grünschnitt aus dem privaten Bereich erfolgt zum Teil in reinen Grünabfall-Kompostierungsanlagen, zum Teil als Strukturmaterial in Anlagen zur Verwertung sonstiger biogener Abfälle über die landwirtschaftliche Kompostierung, über die Kompostierung in kommunalen Anlagen bzw. über private oder gewerbliche Kompostierungsanlagen im Auftrag von Abfallwirtschaftsverbänden und Kommunen oder auch – in seltenen Fällen – über Biogasanlagen.

- **Besonderheiten**

Die Anfallmenge variiert in Abhängigkeit von Anfallsort und Jahreszeit.

## 1.4 Zusammenfassung des in Österreich derzeit verfügbaren Potenzials an biogenen Haushaltsabfällen und kommunal sowie privat gesammeltem Grünschnitt

Nachstehende Tabelle 1-5 gibt einen Überblick über das in Österreich derzeit verfügbare Potenzial an biogenen Haushaltsabfällen und kommunal sowie privat gesammeltem Grünschnitt. **Nicht berücksichtigt werden an dieser Stelle die 66,3 Kilogramm organische Abfälle pro Einwohner und Jahr im Restmüll** (57,7 Kilogramm Küchenabfälle und 8,8 Kilogramm Gartenabfälle – siehe hierzu auch Abschnitt 1.1.1) **oder insgesamt 554.000 Tonnen biogene Haushaltsabfälle, die jedes Jahr im Restmüll landen.**

Tabelle 1-5: In Österreich verfügbares Potenzial an biogenen Haushaltsabfällen und kommunalem sowie privat gesammeltem Grünschnitt

Substrat	Biotonne		Grünabfälle		Summe	
	[t/a]	[kg/EW*a]	[t/a]	[kg/EW*a]	[t/a]	[kg/EW*a]
Küchenabfälle	207.000	24,9			207.000	24,9
Grünschnitt	365.000	43,9	353.500	41,6	718.500	85,5
Baum- und Strauchschnitt *)	121.400	14,6	122.500	14,4	243.900	29
Anorganische Verunreinigungen **)	21.500	2,6			21.500	2,6
<b>SUMME</b>	<b>714.900</b>	<b>86,0</b>	<b>476.000</b>	<b>56,0</b>	<b>1.190.900</b>	<b>142</b>

\*) zur Kompostierung

\*\*\*) zur Verbrennung

Bei der Erstellung von Tabelle 1-5 wurden folgende Annahmen getroffen:

1. Den Berechnungen wird das Zahlenmaterial der 2009 aktualisierten Fassung des BAWPL [4] zugrundegelegt. Dieser fußt auf dem Zahlenmaterial von 2008 und basiert auf einer Einwohnerzahl von rund 8.313.000 Österreichern.
2. Berechnungen „Biotonne“:  
Gerechnet wird ausgehend von den in [4] ausgewiesenen 86 Kilogramm Biotonnenmaterial pro Einwohner und Jahr bzw. 714.900 Tonnen biogene Abfälle pro Jahr. Die 2,6 Kilogramm Verunreinigungen ergeben sich ebenso wie die 24,9 Kilogramm Küchenabfälle aus den in [5] durch Abfallanalyse für Biotonnenmaterial ermittelten Werten. Weiters wurde die Annahme getroffen, dass sich der ebendort ermittelte Anteil von Gartenmaterial zu 25% aus Baum- und Strauchschnitt sowie zu 75% aus Grünschnitt zusammensetzt.
3. Berechnungen „Grünabfälle“:  
Gerechnet wird ausgehend von den in [4] ausgewiesenen Jahresaufkommen an kommunalen Garten- und Parkabfällen sowie Grünschnitt aus dem kommunalen Bereich. Für die Garten- und Parkabfälle wurde die Annahme getroffen, dass sie sich zu 50% aus Grünschnitt und 50% aus Baum- und Strauchschnitt zusammensetzen.

Ausgehend von Tabelle 1-5 sowie den mittleren Gehalten an Trockensubstanz (TS), organischer Trockensubstanz (oTS) und Gasausbeuten der einzelnen Substrate<sup>18</sup> lässt sich die rechnerische Biogas-Ausbeute aus biogenen Haushaltsabfällen sowie kommunal und privat gesammelten Grünschnitt in einer ersten Näherung wie folgt darstellen:

Tabelle 1-6: Rechnerische Biogas-Ausbeute aus biogenen Haushaltsabfällen sowie kommunalem und privatem Grünschnitt in Österreich

Substrat	Jahresaufkommen [t/a]	TS [%]	oTS [% der TS]	Gasausbeute [Nm <sup>3</sup> /t oTS]	Biogas [Nm <sup>3</sup> /a]	Methan-gehalt [%]	Biomethan (100% CH <sub>4</sub> )
Küchenabfälle	207.000	35	90	500	32.602.500	63	ca. 20,5 Mio. Nm <sup>3</sup> /a
Grünschnitt	718.500	25	85	550	83.974.688	58	ca. 48,7 Mio. Nm <sup>3</sup> /a

Würde man auch das im Restmüll vorhandene Potenzial an biogenen Haushaltsabfällen quantitativ erschließen, dann ergäbe sich aus diesem Substrat mit denselben wie in Tabelle 1-6 getroffenen Annahmen eine weitere jährliche Biomethan-Menge von 53 Mio. Kubikmeter pro Jahr, siehe dazu Tabelle 1-7.

Tabelle 1-7: Rechnerische Biogas-Ausbeute aus biogenen Haushaltsabfällen im Restmüll in Österreich

Substrat	Jahresaufkommen [t/a]	TS [%]	oTS [% der TS]	Gasausbeute [Nm <sup>3</sup> /t oTS]	Biogas [Nm <sup>3</sup> /a]	Methan-gehalt [%]	Biomethan (100% CH <sub>4</sub> )
Küchenabfälle	482.000	35	90	500	75.915.000	63	ca. 48 Mio. Nm <sup>3</sup> /a
Grünschnitt	72.000	25	85	550	8.415.000	58	ca. 5 Mio. Nm <sup>3</sup> /a

Die rechnerische Biogas-Ausbeute aus im österreichischen Restmüll enthaltenen Küchenabfällen ist damit in etwa so groß wie die rechnerische Biogas-Ausbeute aus dem gesamten derzeit verfügbaren (getrennt gesammelten) österreichischen Grünschnitt!

**Zum Vergleich: Im Jahre 2008 betrug die gesamt-österreichische Biogasproduktion rund 300 bis 400 Millionen Kubikmeter Biogas (Methangehalt 50%), das entspricht 150 bis 200 Millionen Kubikmeter Biomethan (100% CH<sub>4</sub>)<sup>19</sup>.**

<sup>18</sup> Die Daten für TS, oTS und Gasausbeute wurden zusammengeführt aus eigenen Daten des IFA Tulln, aus der Praxis sowie der Literatur [Wellinger Arthur. et al: Energieproduktion aus Küchenabfällen, Ein Vergleich der Vergärung mit der Verbrennung in KVA, Biomasse Schweiz, 2006; FNR Handreichung Biogas]

<sup>19</sup> Ökostrombericht 2009, [http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/presse/dokumente/pdfs/ECG\\_Oekostrombericht\\_Endversion\\_Final%20Document\\_2009-07-2.pdf](http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/presse/dokumente/pdfs/ECG_Oekostrombericht_Endversion_Final%20Document_2009-07-2.pdf), am 5.1.2010



## 1.5 Referenzanlage 500 kW elektrisch

Um die in den Kapiteln 3, 4 und 5 der vorliegenden Studie angestellten Berechnungen auf eine gemeinsame Datenbasis stellen zu können, wurde eine Referenzanlage definiert, die einer gängigen Biogasanlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 500 Kilowatt entspricht.

### 1.5.1 Substrat-Input

Als Inputströme wurden ausschließlich biogene Haushaltsabfälle und Grünschnitt wie in Tabelle 1-5 definiert angenommen: 86 Kilogramm pro Einwohner und Jahr an Biotonnen-Material sowie die 56 Kilogramm pro Einwohner und Jahr an separat gesammeltem kommunalen und privaten Grünschnitt. Strauch- und Baumschnitt sowie anorganische Verunreinigungen aus Biotonne und Grünabfall werden im Laufe der Substrataufbereitung aussortiert. Das Schema dieser Inputströme ist in Abbildung 1-3 ersichtlich.

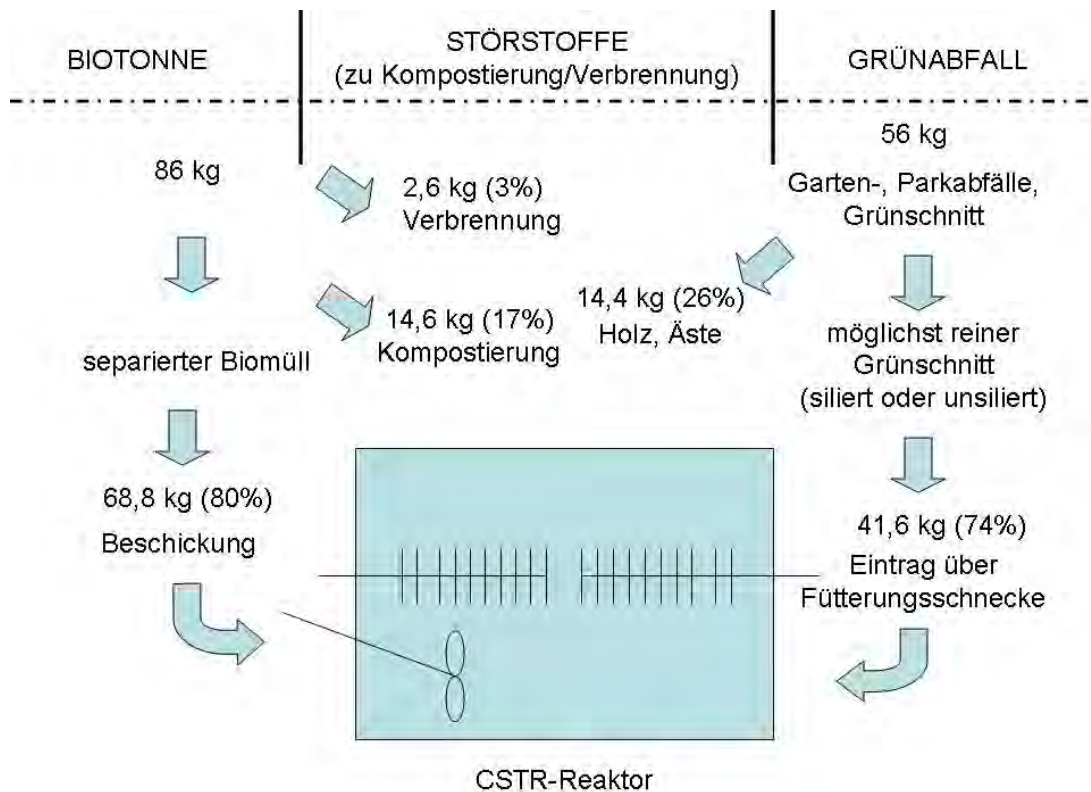


Abbildung 1-3: Schematische Darstellung der Inputströme der „Referenzanlage“ dieser Studie. Die angegebenen Massenströme beziehen sich auf Einwohner und Jahr (Datengrundlage: Tabelle 1-5: In Österreich verfügbares Potenzial an biogenen Haushaltsabfällen und kommunalem sowie privat gesammeltem Grünschnitt)

Die Massenbilanz der Referenzanlage ist in Abbildung 1-4 dargestellt. Aus ihr geht hervor, dass für den Betrieb der Referenzanlage pro Tag

- \* 10 Tonnen Küchenabfälle
- \* 34,5 Tonnen Grünschnitt
- \* 13,4 Tonnen Frischwasser

erforderlich sind (siehe hellblauer Kasten rechts oben).

Dementsprechend errechnet sich das für den Betrieb einer derartigen Anlage notwendige Einzugsgebiet mit 147.300 Einwohnern.

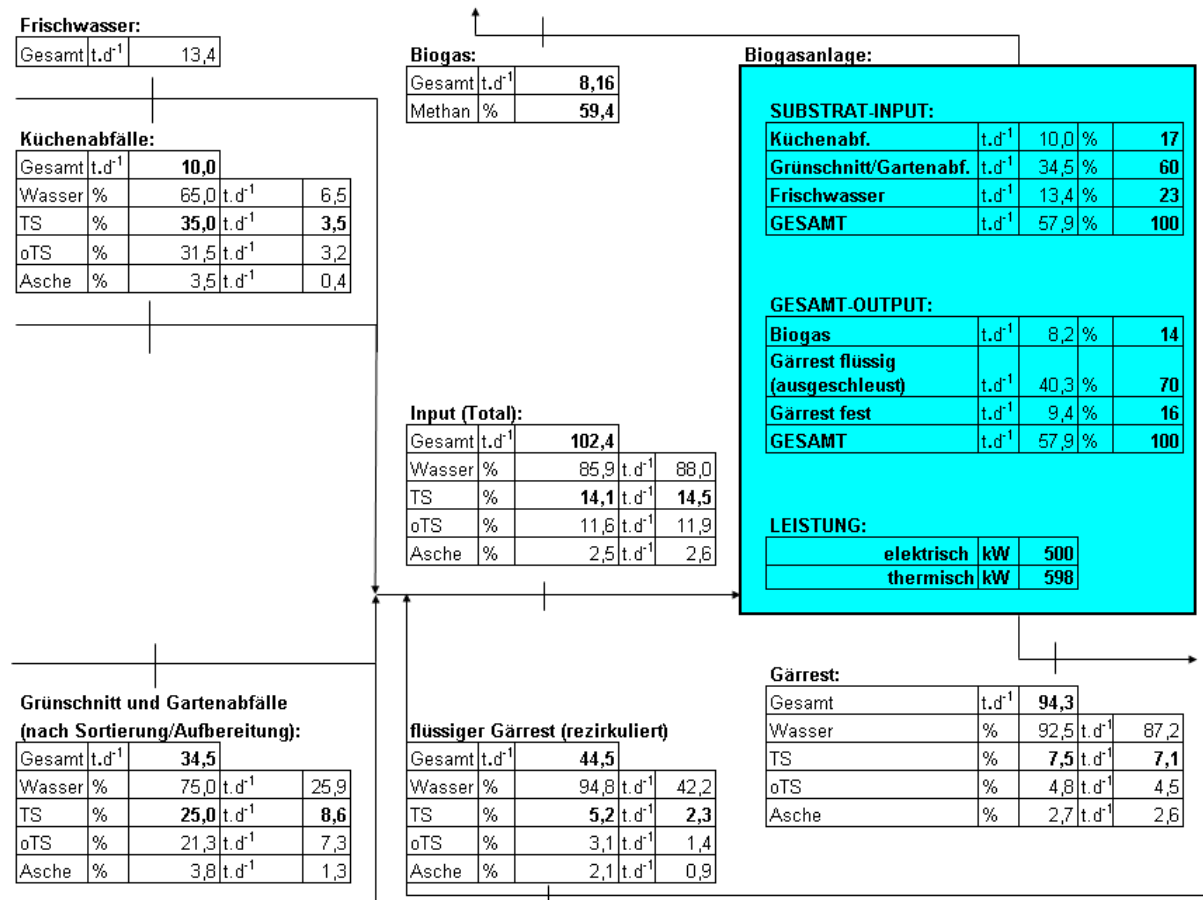


Abbildung 1-4: Massenbilanz der Referenzanlage

## 1.5.2 Energie-Output

Für die Berechnung der Energiegewinnung im Biogasprozess wurden die in Tabelle 1-8 nochmals explizit ersichtlichen Werte verwendet.

Tabelle 1-8: Substrateigenschaften im Biogasprozess der Referenzanlage

Substrat	TS [%]	oTS [% der TS]	Gas-ausbeute [Nm <sup>3</sup> /t oTS]	Methan-gehalt [%]
Küchenabfälle	35	90	500	63
Grünschnitt	25	85	550	58

### Die Referenzanlage produziert pro Jahr

\* 4,38 Mio. kWh elektrische Energie

\* 5,29 Mio. kWh thermische Energie

abzüglich des elektrischen Eigenenergiebedarfs von 8,75% (383.000 kWh) für Dekanter, Pumpen, Rührer und Vorbehandlung und abzüglich des thermischen Eigenenergiebedarfs von 14,63% (766.500 kWh) für Hygienisierung und Fermenterheizung.

### Empfehlungen

**1. Eine nicht unerhebliche Menge organischen Abfalls aus österreichischen Haushalten wird über den Restmüll entsorgt.** Konkret sind das 66,8 Kilogramm pro Einwohner und Jahr bzw. gesamt 554.000 Tonnen pro Jahr. Werden diese organische Abfälle in weiterer Folge über die Restmüllfraktion einer thermischen Verwertung zugeführt, so finden sich die in ihnen enthaltenen Nährstoffe Phosphor und Kalium in der Flugasche, Stickstoff in der Atmosphäre wieder. Da diese Elemente somit für eine geschlossene Kreislaufwirtschaft weitgehend verloren sind, täte man gut daran organische Abfälle erst gar nicht in den Restmüll gelangen zu lassen. Eine Hebung dieses Potenzials zum Zwecke der energetischen und stofflichen Verwertung ist fast schon ein Gebot der Stunde. Zu diesem Zwecke **scheinen eine Informationskampagne sowie die Etablierung eines geeigneten (neuen?) Sammel- und Logistiksystems sinnvoll.**

2. Es macht Sinn, das oftmals ungenützte Potenzial von privatem und kommunalem Grünschnitt zu identifizieren und energetisch zu nutzen.

3. Aufgrund der Unsicherheiten in Bezug auf die Zusammensetzung der „Biotonne“ ist bei Planung/Auslegung einer Biogasanlage eine regionale und saisonale Sortieranalyse in Hinblick auf „Küchenabfälle“, „Grünschnitt“ sowie „Strauch- und Baumschnitt“ durchzuführen.

## 2 Lagerung und Aufbereitung von biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt

[IFA TULLN]

### Zusammenfassung

Die Lagerfähigkeit der Substrate wird von der Substratart, der mikrobiologischen Stabilität, dem Wassergehalt und der Lagerungstemperatur stark beeinflusst.

Die Qualität der Substrataufbereitung spielt eine entscheidende Rolle bei der optimalen Ausnutzung der in **biogenen Haushaltsabfällen** enthaltenen Energie, wobei Art und Intensität der Aufbereitung stark vom Verunreinigungsgrad (Fehlwürfe) des verwendeten Substrates abhängen. Zum Einsatz kommen Störstoffabtrennung, Zerkleinerung, Anmischung (Auflösung) sowie gezielte Separation von Verpackungen. Küchenabfälle, Speisereste und überlagerte Lebensmittel, in denen tierische Nebenprodukte enthalten sind, müssen zudem einer Hygienisierung unterzogen werden.

Die Silierung – also die Aufbereitung und Haltbarmachung mit Hilfe der Milchsäuregärung - ermöglicht eine energieeffiziente Lagerung von saisonal anfallendem **Grünschnitt**.

**Strauchschnitt** ist hingegen für die Vergärung in Biogasanlagen als Störstoff zu betrachten. Er ist daher entweder getrennt von der Biotonne zu sammeln oder auszusortieren. Abgeschiedener Strauchschnitt kann nach Zerkleinerung als Strukturmaterial für die Kompostierung herangezogen oder verbrannt werden.

## 2.1 Einleitung

Lagerung und Aufbereitung der Substrate sind wichtige Punkte für den effizienten Betrieb einer Biogasanlage, wobei sowohl die Möglichkeiten als auch die Anforderungen in Hinblick auf Lagerung und Aufbereitung stark von den einzelnen Substartarten abhängig sind. So gibt es wesentliche Unterschiede zwischen (gängigen) landwirtschaftlichen und (innovativen) abfallwirtschaftlichen Biogasanlagen. Das folgende Kapitel behandelt die praktischen Aspekte der Lagerung und Aufbereitung von biogenen Haushaltsabfällen, Küchenabfällen, Marktabfällen und Grünschnitt, wiewohl auch Hinweise und Empfehlungen zur Lagerung und Aufbereitung von anderen potentiellen Abfallsubstraten gegeben werden.



Abbildung 2-1.: Marktabfälle als Substrat für eine Biogasanlage (Foto: © IFA Tulln)

Neben den klassischen landwirtschaftlichen Substraten können dazu entsprechend ausgestattete Biogasanlagen auch biogene Abfälle verwerten. Die in diesem Kapitel betrachteten Substrate werden je nach Aufbereitungsnotwendigkeit in zwei Hauptgruppen unterteilt: Abfallsubstrate und nachwachsende Rohstoffe (NAWAROs) oder NAWARO-ähnliche Substrate (z.B. kommunaler Grünschnitt).

### **Abfallsubstrate**

Aufbereitung, Lagerung und Bezeichnung der klassischen biogenen Abfallsubstraten (z.B. Biotonne, Küchen- und Speiseabfälle, überlagerte Lebensmittel usw.) für Biogasanlagen sind durch rechtliche Anforderungen (z.B. 1774/2002/EG bzw. ab 4.3.2011 1069/2009/EG u.a.) geregelt. In diesen Materialien sind wegen ungenügender Trennung oder der verwendeten Verpackungen sehr oft auch nicht vergärbare Störstoffe wie z.B. Plastikbeutel, Kunststoffstücke, Blechdosen, Glas, Verpackungen, Papier, Knochen, Besteckteile, Steine, Sand usw. zu erwarten. Diese Störstoffe müssen vor der Beschickung in den Biogasfermenter mittels Aufbereitung entfernt werden. Bestimmte Abfallsubstrate müssen laut der europäischen Richtlinie 1774/2002/EG hygienisiert werden. Die Hygienisierung wird in dazu errichteten Hygienisierungsbehältern entweder vor oder nach dem Gärprozess durchgeführt.

### **Nachwachsende Rohstoffe (NAWAROs) oder NAWARO-ähnliche Substrate**

NAWAROs oder NAWARO-ähnliche Substrate (mit Abfallkatalognummer wie z.B. kommunaler Grünschnitt) haben sehr ähnliche Eigenschaften wie landwirtschaftliche Biogassubstrate, also beispielsweise Grassilage, Maisilage, Grasschnitt. In diesen Substraten ist die Menge von Störstoffen im Vergleich zu Abfallsubstraten

nicht vorhanden oder vernachlässigbar, eine aufwändige oder gesetzlich vorgeschriebene Aufbereitung ist nicht notwendig. Diese Substrate können entweder z.B. im Fahrsilo oder in einer Grube (flüssige Materialien wie z.B. Gülle) gelagert werden.

Einzelne flüssige Substratarten (Co-Substrate) können z.B. in einer Vorgrube gemischt werden, die festen Substrate können direkt über Feststoffeintragsysteme in Gärfermenter eingebracht werden. Bei Mischung unterschiedlicher Substrate werden diese als Co-Substrate bezeichnet. Die gemeinsame Fermentation von Co-Substraten bezeichnet man als Co-Fermentation.

## 2.2 Anlieferung

Die Anlieferung der Inputmaterialien erfolgt üblicherweise mit einem Lastkraftwagen. Nach dem Abwiegen auf einer Brückenwaage (Abbildung 2-2) und Qualitätskontrolle wird das Material, falls alle relevanten gesetzmäßigen Bedingungen erfüllt sind, an der Biogasanlage angenommen. Dabei ist es notwendig, die Dokumentation sorgfältig nach den rechtlichen Anforderungen zu führen.



Abbildung 2-2: Brückenwaage (Foto: © IFA Tulln)

## 2.3 Lagerung

**Speisereste und Küchenabfälle** sollen laut gültiger Legislative möglichst schnell nach der Übernahme verarbeitet werden. Bei diesen Materialien werden die Lagerungsmöglichkeiten daher deutlich begrenzt. Eine kurze Zwischenlagerung in den Transportbehältern (Abbildung 2-3) ist in Übereinstimmung mit den rechtlichen Anforderungen möglich. Die entleerten Transportgefäße müssen entsprechend gereinigt werden.

Andere Bioabfälle wie z.B. **überlagerte Lebensmittel** können auf geeigneten Lagerungsflächen in Originalverpackungen für mehrere Tage zwischengelagert werden, falls alle rechtlichen Anforderungen erfüllt sind. Bei der Lagerung der Abfälle ist auf die richtige Bezeichnung und Eignung der Behälter und Lagerungsflächen zu achten. Umgebungstemperatur, Materialart und Wassergehalt beeinflussen stark die Lagerfähigkeit der Substrate. Die dabei entstehenden Substratenergieverluste vor allem bei nicht verpackten oder nicht abgedeckten Materialien und Geruchsemissionen sind nicht zu unterschätzen (z.B. Marktabfälle, Biotonne)





Abbildung 2-3: Sammel- und Transportbehälter für Küchenabfälle (Foto: © IFA Tulln)

Aus den erwähnten Gründen kann die Lagerung mancher Materialien problematisch oder zeitlich beschränkt sein. Es gibt **saisonal sehr abhängige Substrate**, deren Verfügbarkeit, Mengen und Qualität je nach Jahreszeit stark schwanken (z.B. Grünschnitt). Innerhalb einer Woche kann es auch zu **stark schwankenden Abfalllieferungen** kommen und aus diesem Grund sollte die Biogasanlage über genügend Pufferkapazitäten verfügen, um diese Schwankungen ausgleichen zu können. Dieses kann durch ausreichend vorhandene betonierte oder asphaltierte Lagerungsflächen bzw. Lagertanks für flüssige Materialien (Abbildung 2-4) gewährleistet werden.



Abbildung 2-4: Zwischenlagerung von überlagerten, verpackten Lebensmittelabfällen und Industrieabfällen (Foto: © IFA Tulln)

Das von den Lagerflächen und aus z.B. Fahrsilos aufgefangene **Sicker- und Regenwasser** kann als Prozesswasser verwendet werden (siehe hierzu auch Abbildung 2-5). Weil vor allem die flüssigen vergärbaren Industrieabfälle verschiedene Besonderheiten (z.B. extreme pH-Werte, hoher Stickstoffgehalt usw.) aufweisen können, ist es ratsam, diese in mehreren Lagertanks, je nach Eigenschaften, zu sammeln und zu lagern. Auf diese Weise kann man die Beschickungsrezeptur optimieren, die Schwankungen in den Anlieferungen ausgleichen und einen quasi-konstanten Inputmaterialmix für den Gärfermenter in einem Mischbehälter (z.B. Vorgrube) vorbereiten. Die Rezeptur des beschickten Materials ist möglichst konstant zu halten, um den stabilen Betrieb von Biogasanlagen zu gewährleisten.





Abbildung 2-5: Biertreber mit Sicker- und Regenwasser (Foto: © IFA Tulln)

Schon beim Lagern in Lagertanks entstehen häufig **Gärgase** (z.B.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) und Geruchsemissionen. Monitoring und Entsorgung der entstehenden Gase müssen sichergestellt werden. Diese können gemeinsam mit dem produzierten Biogas entweder im BHKW verbrannt (falls der Methangehalt nicht zu niedrig ist) oder an installierte Biofilter zugeführt werden.

Die Materialaufbereitung sollte in einer verschließbaren Unterdruck-Halle mit einem Abluftabzug zum Biofilter durchgeführt werden. Die entlüftete Halle dient zum Eliminieren von Geruchsemissionen und kann ebenfalls für die Zwischenlagerung von angenommenen Inputmaterialien verwendet werden.

## 2.4 Aufbereitung biogener Abfälle für die Vergärung (allgemein)

Die Aufbereitung von biogenen Abfällen für die Vergärung setzt sich zusammen aus Vorsortierung, weiterführende Störstoffentfernung, Zerkleinerung, Lösung (Anmischung), Separation (Störstoffabtrennung und Sandabscheidung) sowie Hygienisierung (zum Verfahrensablauf siehe auch Abbildung 2-6).

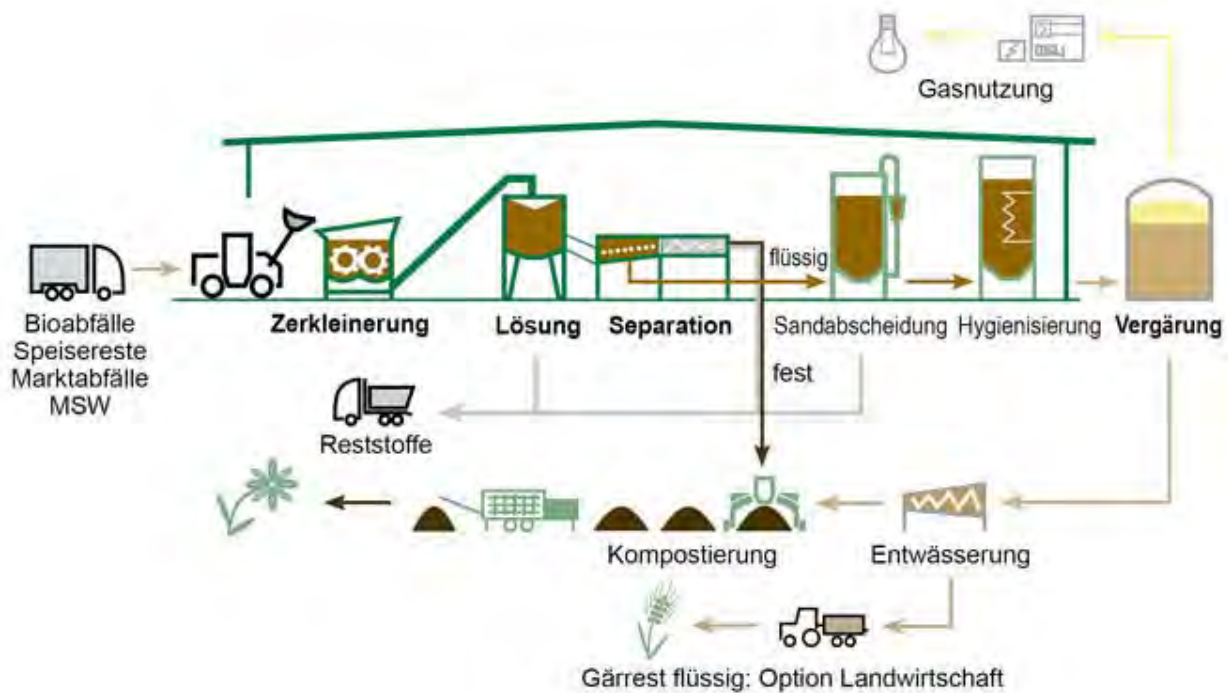


Abbildung 2-6: Schema der Abfallaufbereitung am Beispiel der Nassvergärung (Quelle: Fa. Komptech)

Nach Applikation der Aufbereitungsstufen kann das Material im Biogasfermenter störungsfrei vergoren werden.

### 2.4.1 Vorsortierung

Bei stark mit Störstoffen verunreinigten Bioabfällen oder hohem Holzanteil können Störstoffe (z.B. große Holzstücke, Sperrstoffe, Autoreifen etc.) z.B. händisch oder mechanisch (z.B. Trommelsieb) entfernt werden. Diese Störstoffe sollten sich bei einem richtig funktionierendem Sammel-, Trennungs- und Logistiksystem kaum im angelieferten Bioabfall befinden. Falls der Abfall zu stark verunreinigt oder zur Vergärung nicht geeignet ist, kann anders entsorgt werden (z.B. Kompostierung, Verbrennung, Recycling). Es ist auf jeden Fall besser, durch Informationskampagnen, Disziplin und Umweltbewusstseinsbildung der Bürger den Abfallverunreinigungen vorzubeugen.



Abbildung 2-7: Visuelle Kontrolle und händische Störstoffentfernung aus Küchenabfällen (Foto: © IFA Tulln)

In der klassischen Biotonne finden sich neben Küchenabfällen und Grünschnitt auch Strauchschnitt oder Äste. Diese sind für die Vergärung aufgrund ihres hohen Ligningehaltes nicht geeignet und müssen daher abgeschieden werden. Nach der Zerkleinerung werden diese Stoffe als Strukturmaterial für die Kompostierung verwendet.

## 2.4.2 Weitergehende Separation von Störstoffen

Viele Abfallsubstrate sind häufig durch Verpackungen, Störstoffe oder Inertanteile verunreinigt. Dies verhindert oftmals eine direkte Einbringung der Abfälle in den Gärprozess. Mit einer geeigneten Zerkleinerungs- und Separationstechnik können neben Speiseresten auch mit Störstoffen verunreinigte Bioabfälle, Marktabfälle und überlagerte Lebensmittel als Substrate für die Vergärung herangezogen werden.

Die weiterführende Separation von Störstoffen richtet sich nach dem jeweiligen Verfahren (zu den Verfahren siehe Kapitel 3).

Bei der **Trockenvergärung** ist fallweise eine Störstoffabtrennung vorgeschaltet, um den Eintrag von Störstoffen in die Vergärung zu verhindern. Die Störstoffabtrennung kann aber auch auf die Entwässerung des Gärrestes und eventuell eine weitere trockene Störstoffabscheidung nach der Trocknung des Gärrestes verlagert werden.

In der **Nassvergärung** ist die Abtrennung von Störstoffen zur Vermeidung von Sedimentation, Schwimmdeckenbildung und Anlagenverschleiß vor der Vergärung in jedem Fall erforderlich. Waschverfahren zählen ebenfalls zu den Verfahren der Nassvergärung. Bei Waschverfahren wird nur die flüssige Fraktion vergoren, nachdem der Sand abgeschieden wurde.

Auch der **Gärrest** muss nach der biologischen Trocknung bzw. Rotte nochmals von Störstoffen befreit werden

<sup>20</sup>

<sup>20</sup> SCHU, K; EcoEnergy Gesellschaft für Energie- und Umwelttechnik mbH, 2007

Einen Überblick über die Schritte der Störstoffabscheidung bietet Abbildung 2-8.

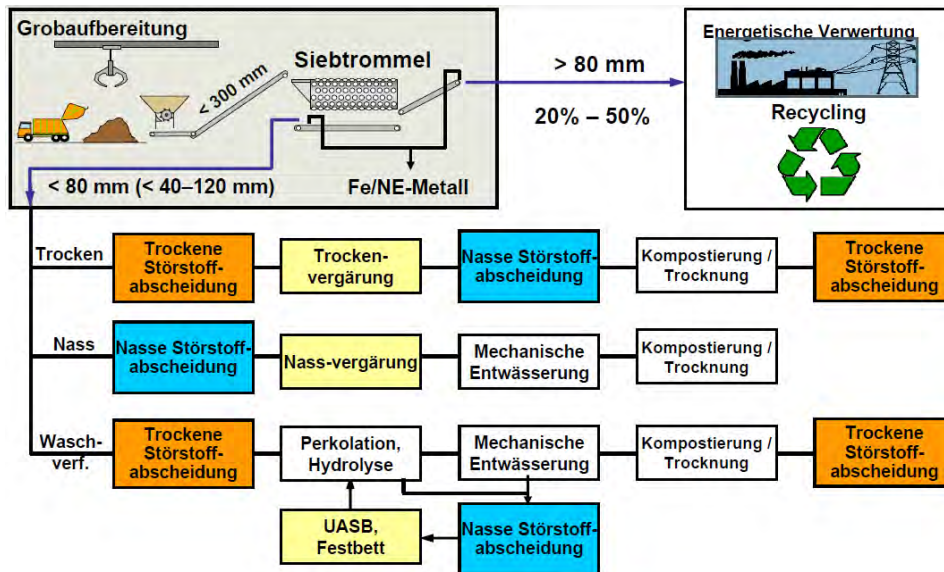


Abbildung 2-8: Schritte der Störstoffabscheidung bei Trocken- und Nassvergärung sowie bei Waschverfahren (Quelle: Fa. EcoEnergy)

Auf dem Markt stehen derzeit für die Aufbereitung biogener Abfälle mehrere Systeme zur Verfügung. Allgemein lässt sich sagen, dass für die Trockengärverfahren weniger Schritte in der Materialaufbereitung notwendig sind als für die Nassvergärung. Die Intensität und Qualität der Aufbereitung kann je nach verwendeter Gärtechnologie deutlich variieren.

### 2.4.3 Zerkleinerung

Die Vergärung von Bioabfällen wird in der Regel nach einer mechanischen Vorbehandlung durchgeführt, in der das Material vorzerkleinert, auf ca. 80 Millimeter gesiebt und von Metallen befreit wird.

Verpackter, inhomogener oder stückiger Abfall macht eine Vorzerkleinerung notwendig. Die Zerkleinerung bewirkt eine Limitierung der Korngröße und das sichere Öffnen von Verpackungen und Behältern. Genügende Zerkleinerung erhöht die Aktivfläche und macht das Substrat für die Gärmikroorganismen besser verfügbar.



Abbildung 2-9: Zerkleinern von Bioabfällen (Foto Fa. UNTHA shredding technology)



Die Zerkleinerung ist also ein wichtiger Schritt, um die in Substraten vorhandene Energie ausnutzen zu können. Bei Abfällen, die hygienisiert werden müssen, wird die Zerkleinerung der Partikel in der Gärsuspension auf 12 Millimeter vor dem Hygienisieren verlangt.



Abbildung 2-10: Bioabfälle (überlagerte Lebensmittel, Speisereste, Marktabfälle) vor dem Zerkleinern (Foto: © IFA Tulln)

#### 2.4.4 Anmischung (Auflösung)

Dieser Schritt wird nur **bei der Nassvergärung** benötigt. Zentraler Bestandteil der Anmischung (Auflösung) ist die Überführung der Organik in die flüssige Phase. Der eingesetzte Stofflöser (Pulper) erfüllt dabei mehrere Aufgaben: Erstens wird die Organik weiter zerkleinert und mit Prozesswasser (z.B. Gärrestflüssigkeit) homogenisiert, zweitens werden Verpackungen durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit im Löser geleert und gesäubert, und drittens werden Schwerstoffe über eine Schleuse abgetrennt.

Bei der Trockenvergärung entfällt die Anmischung.

Liegen Substrate ohne Verpackungsmaterialien vor, wird über die Anmischung der für den Betrieb der Biogasanlage erforderliche Gehalt an Trockensubstanz eingestellt.

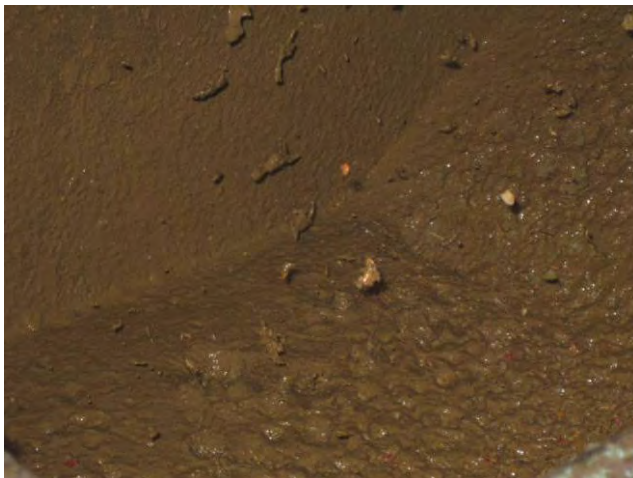


Abbildung 2-11: Aufgelöster organischer Anteil (Foto: © IFA Tulln)

## 2.4.5 Separation von Störstoffen

Sind gröbere Störstoffe (z.B. Verpackungsmaterialien) enthalten, muss ein Separationsschritt durchgeführt werden. Die Separation kann durch nasse oder trockene Separationsmethoden durchgeführt werden. Für die trockene Separation werden meistens Siebtrommel oder Sternsiebe verwendet. So können verschiedene gröbere Störstoffe abgetrennt werden. Bei den nassen Separationsmethoden läuft das Rohsubstrat aus dem Löser auf eine nachgeschaltete Siebanlage. Die Flüssigkeit mit der gelösten und suspendierten Organik (Abbildung 2-12) läuft meistens durch ein Sternsieb ab, wird in einer Wanne aufgefangen und von dort über eine Sandabscheidung in den Vorlagetank gepumpt.



Abbildung 2-12: Gärsuspension (Foto: © IFA Tulln)

Das Überkorn wird über die Siebsterne ausgetragen und in einer angeschlossenen Presse entwässert (Abbildung 2-13). Oft ist es notwendig, aus der flüssigen Phase zusätzlich noch den Sand durch Sedimentationsverfahren abzuscheiden.



Abbildung 2-13: Separierte Störstoffe (Foto: © IFA Tulln)

## 2.4.6 Hygienisierung

Zur Hygienisierung wird das Material in eigenen Hygienisierungsbehältern aufgeheizt. Dieser Prozess muss gewährleisten, dass im hygienisierten Material keine Partikel größer als 12 Millimeter enthalten sind und eine Temperatur von mindestens 70°C für mindestens 60 Minuten eingehalten wird. Der Hygienisierungsprozess muss dokumentiert werden.

Beim Hygienisieren werden potentiell pathogene Keime abgetötet. Als Nebeneffekt wird das Material teilweise thermisch aufgeschlossen und damit für die Gärmikroorganismen verfügbarer gemacht. Damit weist das hygienisierte Gärsubstrat ideale Eigenschaften für eine einfache Vergärung auf. Eine Zumischung von weiteren Co-Substraten ist je nach technischer Durchführung möglich.

**Die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Abfallvergärung werden mittels VERORDNUNG (EG) Nr. 1069/2009 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Oktober 2009 geregelt, welche vergärbaren Bioabfälle bei der Verwertung in Biogasanlagen hygienisiert werden müssen.**



## 2.5 Silierung

Die Silierung – also die Aufbereitung und Haltbarmachung des Substrates mit Hilfe der Milchsäuregärung - ermöglicht eine energieeffiziente Lagerung von Substraten wie kommunalem und privatem Grünschnitt, Wiesengras und Zwischenfrüchten (**Grassubstrate**).

Grassubstrate können durch Einsilieren bis zum nächsten Schnitt oder noch länger ohne massive Energieverluste gelagert werden. Das Material wird gemäht, eingeschwäd, gehäckselt und zum Einsilieren transportiert. Weil Gras in der Regel kürzere und feinere Fasern als Mais enthält, ist es technisch nicht möglich, das Gras so fein wie Mais zu häckseln. Aus diesem Grund ist die durchschnittliche Partikellänge von Grassilage größer als bei Maissilage (Abbildung 2-14). Dieser Umstand kann technische Probleme bei der Vergärung verursachen, beispielsweise Probleme beim Feststoffeintrag oder Rührprobleme. Die spezifischen Eigenschaften von Grassilage müssen bei der Auslegung und Auswahl der Vergärungstechnologie berücksichtigt werden.

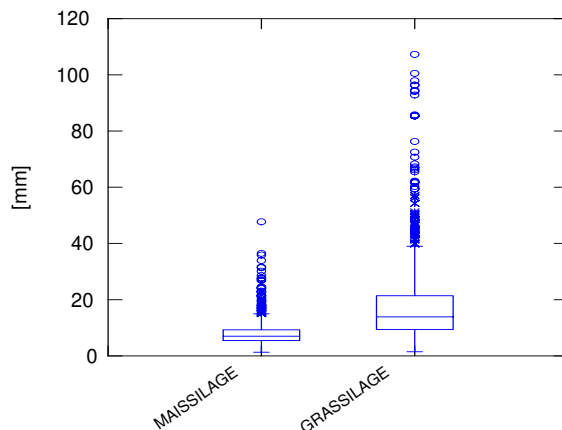


Abbildung 2-14: Partikellänge bei Maissilage und Grassilage (Quelle: IFA Tulln, Projekt AD.CFD)

### 2.5.1 Voraussetzungen für die Silierung

Die Ausführungen dieses Abschnittes wurden von [RESCH, 2010]<sup>21</sup> übernommen und durch eigene Recherchen ergänzt.

#### Erntezeitpunkt

Wiesengras, das im Ähren-/Rispschieben der Leitgräser (Knaulgras oder Goldhafer) gemäht wird, ist in der Zusammensetzung der Nährstoffe (Rohfasergehalt kleiner 26 Prozent) sehr gut für die Silagebereitung geeignet, weil eine ausreichende Menge an Zucker, Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen in diesem

<sup>21</sup> Resch, R; Beim Silieren von Gras Fehler vermeiden und damit Qualitätsverluste verringern, Österreichische BauernZeitung, 2.4. 2010  
[Online: <http://www.bauernzeitung.at/index.php?id=2500%2C79349%2C%2C>]

Vegetationsstadium vorhanden ist. Mit Beginn der Gräserblüte verringert sich der Anteil des wasserlöslichen Zuckers im Gras sehr schnell, sodass den Milchsäurebakterien die Nahrungsquelle entzogen wird und keine gute Milchsäuregärung zustande kommt, außerdem sinkt die Energiedichte um 0,5 Megajoule (MJ)/kg TM in einer Woche, und das Gras lässt sich nur mehr unzureichend verdichten.



Abbildung 2-15: Ernte und Häckseln vom Grasschnitt (Foto ©Agrarfoto.com)

Rohfaserreiche Silagen vergären ungünstig (Buttersäure), weil sich der pH-Wert auf einem höheren Niveau stabilisiert als bei Silagen, die im Ähren-/Rispschieben geerntet werden. Bei ungünstigem Wetter in der Erntezeit wird oftmals der Nutzungszeitpunkt aber hinausgezögert, weil der lückige Wiesenbestand zu wenig Ertragsmasse in der Phase Ähren-/Rispschieben liefert. Diesem Problem kann mit einer besseren zeitlichen und mengenmäßigen Steuerung der bedarfsgerechten Wirtschaftsdüngergaben und einer umbruchlosen Grünlanderneuerung mittels Nach- oder Übersaat abgeholfen werden. Falls der optimale Erntezeitpunkt überschritten wird, muss die Ernte innerhalb kurzer Zeit folgen, die Anwelkung mit etwa 35 Prozent TM ist optimal. Weiters sollte so kurz wie möglich geschnitten und bestens verdichtet werden.

Kraut- und kleereiches Material oder Luzerne sind schwieriger silierbar, weil wenig vergärbare Zucker enthalten ist und der hohe Eiweißgehalt die Absäuerung aufgrund der puffernden Wirkung erschwert. Bei derartigen Partien darf der Nutzungszeitpunkt nicht zu spät erfolgen, die Anwelkung sollte ungefähr 35 Prozent Trockenmasse (TM) erreichen und die Partikellänge sollte durch Schneiden oder Häckseln unter 8 Zentimeter (am besten 4 bis 5 cm) verkürzt werden.

#### Verschmutzungsgrad

Der Verschmutzungsgrad mit Boden beeinflusst sehr stark die Silagequalität, weil mit dem Boden unerwünschte *Clostridien* oder Schimmelpilze übertragen werden.

Bei Grünschnittverschmutzungen helfen die Silierzusätze auf Basis von Milchsäurebakterien nicht, das Risiko der Fehlgärung kann jedoch bei fachgerechter Anwendung mit Säuren (Ameisen-, Propion-, Sorbin-, Benzoesäure etc.) oder chemischen Salzverbindungen reduziert werden. Bei nicht verschmutztem Material sinkt das Fehlgärungsrisiko und die Energiedichte wird erhöht. Je niedriger die Schnitthöhe wird, desto höher Bodenverschmutzungsgrad zu erwarten ist. Die Einstellung von Zetter und Schwader soll vor dem Einsatz kontrolliert werden, damit diese nicht in der Grasnarbe kratzen.

Die Silagequalität lässt sich also mit der richtigen Erntezeit (niedrige Ligningehalte) und dem Mähen (niedrige Bodenverschmutzung) beeinflussen.

#### Anwelkgrad

Bei zu geringer Anwelkung bleibt der Trockenmassegehalt unter 28 Prozent. Dabei kommt es zu einer Gärstoffbildung und hohen Trockenmasseverlusten (Buttersäuregärung, Siliersäfte). Für das System Fahrsilo und Hochsilo ist der TM-Gehalt zwischen 30 und 35 Prozent optimal, das Maximum liegt bei 40 Prozent TM, weil darüber die Stabilität nach Siloöffnung problematisch werden kann. Beim Rundballen gilt: Je trockener das Erntegut wird, umso kürzer sollte die Schnittlänge sein, damit Gärung und Verdichtung gut verlaufen.

Für das Einsilieren und die Lagerung können Fahrsilos, Siloschläuche, Siloplatten (Nachteil ist die niedrigere Verdichtungsqualität) oder Siloballentechnologie (geeignet für kleinere Grünschnittmengen) verwendet werden.

### 2.5.2 Der Silageprozess

Verschmutzungsfreier, rechtzeitig geernteter Grünschnitt sichert nach guter **Verdichtung** im Silo eine gute Säuerungsgeschwindigkeit (pH-Wertabsenkung) und dadurch gute Silagequalität. Nach dem Verdichten wird die Grassilage im Silo mit einer Folie abgedeckt, um ein **anaerobes Milieu** zu unterstützen. Durch die ohne Animpfen von selbst erfolgende **Milchsäuregärung** sinkt der pH-Wert innerhalb eines Monats unter 4, was die angestrebte Materialstabilität gewährleisten soll. Der erste Monat ist die empfindlichste Zeit, in der eine Fehlgärung mit der unerwünschten Buttersäurebildung auftreten kann. Diese ist durch typischen Buttersäuregeruch zu identifizieren. Im Fall der Futtersilage-Produktion stellt die Buttersäuregärung ein großes Problem dar. Im Fall einer Biogasanlage ist derartige Silage problemlos vergärbar, wenngleich man neben Geruchsbelästigung mit Energieverlusten rechnen muss. Bei normalem Verlauf wird die Silage durch Absenkung des pH-Wertes gut stabilisiert.

Exkurs: In Skandinavien wird Grünschnitt häufig durch Zugabe von organischen Säuren konserviert. Hier handelt es sich um keine richtige Silierung, aber das Material kann danach sogar noch stabiler als nach klassischem Einsilieren werden.

### 2.5.3 Haltbarkeit der Silage

Beim konventionellem Silieren ist das Material nach zwei bis drei Monaten richtig einsiliert und bis zu ein Jahr lang problemlos haltbar, sollte aber am besten innerhalb von sechs bis zehn Monaten verbraucht werden. Wohlgermerkt kann Grünschnitt auch schon kurz nach dem Verdichten oder auch noch in frischem Zustand als Gärsubstrat in der Biogasanlage verwendet werden. Nach Erfahrungen von Anlagenbetreibern ist die Nutzung der Silage in der Nassvergärung betriebssicherer als die Nutzung des Grünschnitts im frischen Zustand.

Die Silage ist abgedeckt z.B. mit einer Folie anaerob zu lagern. Durch Luftzutritt und Entstehen von aeroben Bedingungen wird die erhaltene Energie durch z.B. Schimmelpilze, E.Coli, Hefen usw. metabolisiert und zu CO<sub>2</sub> umgesetzt. Dies kann zu großen Energieverlusten führen und das Substrat minderwertig machen. Aus dem Grund ist es wichtig, auch die Aufschnittsfläche im Fahrsilo zu schützen.

#### 2.5.4 Silierung von kommunalem Grünschnitt

Kommunaler Grünschnitt (Abbildung 2-16) kann problemlos als Substrat für eine Biogasanlage verwendet werden. **Besonders günstig sind Grünschnitte mit kurzen Partikeln wie z.B. Parkrasenschnitt und Golf- oder Fußballspielplatzschnitt.** Der unverschmutzte Grünschnitt kann ebenso gut wie Wiesengras einsiliert werden. Beim Einsilieren ist auf die richtige Erntezeit (minimaler Ligningehalt), gute Koordination und Logistik bei der Ernte zu achten. Trockene und langhalmige Grasschnitte sind ohne aufwändige Aufbereitung wie zusätzliches Häckseln als Substrat für eine klassische Biogasanlage nicht optimal geeignet und sollten bevorzugt kompostiert werden. Bei der Verwendung von bestimmten Trockenvergärungstechnologien können allerdings auch solche Substrate problemlos vergoren werden.



Abbildung 2-16: Grünschnitt (Foto ©2006 Michael Tettinger)

Kommunaler Grünschnitt bietet interessantes Potenzial für die anaerobe Vergärung. Wegen der nicht optimierten Ernte- und Sammelsystemen, Infrastruktur und Logistik wird der Grünschnitt derzeit nur kompostiert, ohne die erhaltene Energie auszunutzen. Durch gute Koordination und Systementwicklung kann der kommunale Grünschnitt in den Biogasanlagen energetisch verwertet werden und die festen Gärrückstände als wertvolles Material für eine nachgeschaltete Kompostierung verwendet werden.

#### 2.6 Strauchschnitt – Störstoff in der Biogasanlage ?

Strauchschnitt gilt aufgrund seines hohen Ligninanteils und seiner damit einhergehenden schlechten Vergärbarkeit als Störstoff in Substratquellen für Biogasanlagen. Zudem kann die Einbringung von Strauchschnitt in eine Biogasanlage die Pump- oder Förderungstechnik beeinträchtigen und ist aus dem Grund zu vermeiden.

Da sich aber sowohl in der Biotonne als auch in separat gesammeltem Grünschnitt häufig auch Strauch- oder Baumschnitt, Äste und andere Holzstücke befinden, müssen diese abgeschieden werden. Dies ist sowohl durch getrennte Sammlung als auch durch (händische) Aussortierung gut möglich.



Abbildung 2-17: Grünschnitt beigemischt mit Baum- und Strauchschnitt (FOTO: © Jürgen Lukaschek)

Die abgeschiedenen Holzstücke und Äste können nach dem Zerkleinern entweder als Strukturmaterial für die Kompostproduktion genutzt oder verbrannt werden.

Die anaerobe Vergärung von ligninhaltigem Material ist bis auf weiteres Zukunftsmusik – und momentan vor allem fern von jeglicher wirtschaftlicher Anwendbarkeit. Zwar kann Lignozellulose durch Druck und Hitzeeinwirkung sowie durch den Einsatz von Chemikalien (z.B. Schwefelsäure) aufgeschlossen werden, hierfür ist jedoch sehr hoher Energie- und Chemikalieneinsatz notwendig, sodass ein wirtschaftlicher Betrieb derzeit nicht realisierbar ist. Außerdem können z.B. durch den Einsatz von Schwefelsäure und Hitze Stoffe entstehen, die den Gärprozess hemmen können (z.B. Furfurale).

## Empfehlungen

1. Forschungsförderung im Bereich von Technologien, die eine effektivere Vergärung von faserhaltigen Substraten – also Grünschnitt, Zwischenfrüchte, Zuckerhirse etc. – unterstützen. Der derzeitige Fokus könnte dabei auf der Hydrolyse zum Aufschluss von Substraten liegen, wobei immer auf die Einhaltung einer positiven Energiebilanz zu achten ist.
2. Informationsweitergabe zur Schulung des Umwelt- und Energiebewusstseins der Bürger.

### 3 Technologien

## zur Vergärung von biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt

[IFA Tulln]

#### Zusammenfassung

**Biogene Haushaltsabfälle und Grünschnitt können sowohl durch Nassvergärung als auch durch Trockenvergärung sinnvoll energetisch verwertet werden.**

**Küchenabfälle** werden bedingt durch die vom Gesetzgeber vorgeschriebene Hygienisierungsstufe am besten nass vergoren. Allerdings sind derzeit keine Biogasanlagen in Betrieb, die nur Küchenabfälle (ohne die Zugabe anderer Substrate) vergären. Der Grund dafür: Küchenabfälle sind als Substrat sehr begehrt.

**Grünschnitt** wird häufig in kontinuierlich betriebenen Verfahren zur Nassvergärung verarbeitet. Eine Zerkleinerung des Materials auf 4 bis 5 Zentimeter ist dabei unerlässlich, da es andernfalls zu Rührproblemen und Schwimmschichtenbildung kommen kann. Besonders gut für die Vergärung geeignet ist Grünschnitt von Rasenflächen, wie Golfplätzen oder aus Parks.

Halmartiger Grünschnitt mit hohem Anteil an Strukturmaterial kann (auch gemeinsam mit Strauchschnitt) mittels der Trockenvergärung verwertet werden. Wengleich die ligninhaltigen Anteile eines derartigen Substrates keinen Biogasertrag liefern und die Gasausbeute des Substrates gerechnet auf die eingebrachte Masse somit geringer als bei der Nassvergärung ist, handelt es sich hier um ein kostengünstiges Verfahren, das auch einen hohen stofflichen Output liefert.

Werden biogene **Küchenabfälle gemeinsam mit Grünschnitt** vergoren, kommen ebenso beide Verfahren in Frage.

**Das Nassaufbereitungsverfahren bietet dem Anlagenbetreiber allerdings die Möglichkeit, ein breiteres Spektrum von zusätzlichen Substraten verwerten zu können.**

Die Wirtschaftlichkeit des Betriebes einer Biogasanlage wird durch die gewählte Technologie stark beeinflusst.

Es darf nicht übersehen werden, dass eine für die Verwertung von Abfällen in vielen Fällen notwendige **Hygienisierungsstufe** mit hohen Kosten verbunden ist.



### 3.1 Gängige Vergärungsverfahren – Technologiebetrachtung

Die Vergärungsverfahren lassen sich in zwei Haupttechnologien untergliedern:

Als **Nassvergärung** (auch als Flüssigvergärung bezeichnet) sind Technologien zu bezeichnen, die mit pumpfähigen Materialien arbeiten. Der Trockensubstanzgehalt im Fermenter erreicht maximal 15 Prozent.

Unter **Trockenvergärung** (auch als Feststoffvergärung bezeichnet) versteht man Technologien mit einem Trockensubstanzgehalt größer als 15% im Fermenter.

Beide Technologien können entweder mesophil (Temperatur im Fermenter 35-45°C) oder thermophil (Temperatur im Fermenter 45-55°C) betrieben werden. Die Nassvergärung wird häufiger im mesophilen, die Trockenvergärung im thermophilen Bereich betrieben. Ebenso können beide Technologien je nach Aufbereitungsintensität für die meisten Gärsubstrate eingesetzt werden. Welche Technologie zum Einsatz kommt, wird je nach Substratmix und Substrateigenschaften entschieden.

#### Nass- und Trockenvergärung im Vergleich

Die Vergärung von landwirtschaftlichen Produkten in Trockenvergärungsanlagen basiert im Vergleich zur Nassvergärung auf weniger Erfahrungshintergrund. In Expertenkreisen wird der Trockenvergärung jedoch ein großes Entwicklungspotenzial zugeschrieben.

In Tabelle 3-1 sind die wichtigsten Vor- und Nachteile von Nass- und Trockenvergärung dargestellt. Bei der Trockenvergärung werden das Batch-Verfahren (Boxen- oder Garagensystem) und das kontinuierlich betriebene Pfpfenstromverfahren der kontinuierliche betriebenen Nassvergärung gegenübergestellt.

Tabelle 3-1: Zusammenfassung Trockenvergärung vs. Nassvergärung [22].

	Trockenvergärung	Trockenvergärung	Nassvergärung
Bauformen	Boxen, Garagen	Pfpfenstromverfahren	Speicher-, Durchflussverfahren
Eignung	Für stapelbare Substrate geeignet (viel Strukturmaterial)	Für feste Substrate geeignet: wird z.B. zur Verwertung von Biomüll eingesetzt	Für flüssige Substrate geeignet – feste Substrate werden angemischt
Bauweise	(+) einfache Bauweise	(-) komplexe Bauweise	(-) komplexe Bauweise
Prozessenergie	(+) verringerter Prozessenergiebedarf durch Einsparung von Fördertechnik und Beschickungstechnik	(-) hoher Prozessenergiebedarf durch komplexe Prozessführung bzw. Verfahrenstechnik	(-) Förder- und Beschickungstechnik können mit hohem Energieverbrauch einhergehen (abhängig vom Substratinput)
Wärmenutzung	(+) Energieeinsparung zur Erwärmung des Gärsubstrates durch Nutzung der biologischen Wärmefreisetzung bei kurzzeitigem anaeroben Abbau des Materials	Wärmenutzungsgrad liegt zwischen jenen von Batch- und Durchflussverfahren (abhängig von Prozessführung)	(-) sehr hoher Wärmebedarf durch kontinuierliches Aufheizen des hohen Wasserinputs
Störstoffe	(+) unempfindlich gegenüber Störstoffen	Störstoffe werden entfernt, sonst empfindlich, jedoch weniger als Nassvergärung	(-) empfindlich gegenüber Störstoffen
Wartung	(+) Verminderter Wartungsaufwand und Verschleiß**	(-) Hoher Wartungsaufwand und Verschleiß	Förder- und Beschickungstechnik mit hohem Verschleiß (abhängig von Substratinput)

<sup>22</sup> Liesch, B. und Müller C.: Feststoffvergärung in der Schweiz, INES Ingenieurbüro für nachhaltige Energiesysteme, Schlussbericht 2007

Schwefelwasserstoff	(+) Entstehung eines Biogases mit meistens geringerer Schwefelwasserstoffkonzentration, in der Regel von Inputsubstraten abhängig	(+) Entstehung eines Biogases mit meistens geringerer Schwefelwasserstoffkonzentration, in der Regel von Inputsubstraten abhängig	(-) Schwefelwasserstoffkonzentrationen im Biogas abhängig vom Substrat (bei eiweißhaltigen Substraten relativ hoch)
Durchfluss	(+) Keine Durchflussströmungen	(+) Keine Durchflussströmungen	(-) Durchflussströmungen möglich
Gasproduktion	- kontinuierliche Gasproduktion erfordert den phasenversetzten Betrieb von mehreren Modulen - aufgrund fehlender Durchmischung können Zonen mit verminderter Gasbildung auftreten	- Pfropfenstromverfahren ermöglicht kontinuierliche Gasproduktion - aufwendige Substrataufbereitung ermöglicht gute Durchmischung	- Durchfluss bzw. Speicherverfahren ermöglicht kontinuierliche Gasproduktion  (+) Fermenter wird voll durchmischt
Impfmaterial	(-) um einen hohen Gasertrag zu erzielen, ist der Einsatz hoher Impfmateriamengen notwendig (Platzverlust)	Falls notwendig wird das Prozesswasser für die Substratanmischung genutzt	(+) Durchmischung bewerkstelligt kontinuierliches Impfen. Substratinput (z.B. Gülle) enthält schon gewünschte Mikrobiologie
Sicherheitstechnik	Für die explosions sichere Befüllung und Entleerung muss Sicherheitstechnik installiert werden	Sicherheitstechnik bei Gasspeicherung muss gewährleistet sein	Sicherheitstechnik bei Gasspeicherung muss gewährleistet sein
Emissionen	(-) Allfällige Mehremissionen bei der Vorrotte und beim Öffnen den Fermenterboxen*  (-) Allfällige Mehremissionen infolge der Ausbringung fester Gärreste im Vergleich zu den flüssigen Gärresten der Nassvergärung *	(+) geschlossenes, kontinuierliches System, daher keine Mehremissionen  - Vergorenes Material wird bodennahe ausgebracht - ansonsten Mehremissionen	(+) geschlossenes, kontinuierliches System, daher keine Mehremissionen  - Vergorenes Substrat wird bodennahe ausgebracht - ansonsten Mehremissionen
Kosten	(-) höhere Gesteungskosten als bei Nassvergärung möglich	(-) höhere Gesteungskosten als Nassvergärung	(+) Gesteungskosten tendenziell niedriger als bei Trockenvergärung

\*Datenlage teilweise ungenügend/ \*\*keine langen Betriebserfahrungen

In den folgenden Kapiteln 3.2 bis 3.4 werden die Möglichkeiten zur Vergärung von Küchenabfällen und Grünschnitt in verschiedenen Kombinationen diskutiert.

### 3.2 Alleinige Vergärung von Küchenabfällen

Abfallbiogasanlagen, die als solche genehmigt sind, dürfen neben NAWARO-Substraten und Bioabfällen auch Materialien vergären, die mittels 1774/2002/EG definiert sind. Die am häufigsten verwendeten Materialien wie Speisereste, Küchenabfälle sowie die Schlachthofabfälle sind hier als Materialien der Kategorie 3 definiert. Für die Verarbeitung von diesen Substraten ist es unter Umständen notwendig, eine **Hygienisierung** durchzuführen (siehe auch Abschnitt 2.4.6 – Hygienisierung).



Abbildung 3-1: Anlieferung von Speiseresten (Foto: MA 48 Wien)

Die alleinige Vergärung von den Küchenabfällen ist als problemlos zu betrachten und wäre somit durchaus zu empfehlen. Dennoch sind in der Praxis Biogasanlagen, die nur Speisereste vergären, kaum zu finden. Die Ursache liegt in der Konkurrenzsituation mit anderen Biogasanlagen, Kläranlagen und Kompostieranlagen, die einen Mangel an verfügbaren Küchenabfällen bedingt. **Küchenabfälle sind also in den Abfallbiogasanlagen ausschließlich als Co-Substrat zu finden, das sehr nachgefragt ist.**

Die Vergärung von Schlachtabfällen ist – anders als die Vergärung von Küchenabfällen – bedingt durch den hohen Stickstoffgehalt des Substrates mit dem Inhibitionseffekt des Stickstoffes verbunden. Diese Probleme erscheinen bei der Küchenabfallvergärung nicht, da es sich hier um eine komplexe Mischung von unterschiedlichen Lebensmitteln handelt.

In Küchenabfällen scheinen relativ häufig **Störstoffe** wie z.B. Kunststoffe, Besteck, Knochen usw. auf. Diese müssen bei der Materialaufbereitung entfernt werden. Als Aufbereitungstechnologie ist eine Zerkleinerung auf eine Partikelgröße von 12 Millimetern mit Störstofftrennung und Hygienisierung zu installieren. Nach der Hygienisierung ist das Material flüssig und gut pumpfähig. Aus diesem Grund kann das hygienisierte Material durch eine Nassvergärung problemlos verarbeitet werden. Das Material hat nach der Hygienisierung günstige Eigenschaften zur Vergärung. Es kann so relativ einfach die **Technologie klassischer landwirtschaftlicher Biogasanlagen** zum Einsatz kommen.

### 3.3 Alleinige Vergärung von Grünschnitt

Gras und Grünschnitt (sowie auch Zwischenfrüchte, die der Vollständigkeit halber an dieser Stelle aufgrund der Ähnlichkeit in den Gäreigenschaften erwähnt werden wollen) sind als Gärsubstrate vielversprechend und weisen für die Zukunft großes Potenzial auf. Durch Einsilieren (siehe hierzu auch Abschnitt 2.5) sind sie sehr gut lagerfähig und können in etwa **gleich hohe Biogasausbeuten wie Maisilage** gewährleisten. Wiesengras und Zwischenfrüchte haben nach der Ernte ähnliche Eigenschaften – die Biogaserträge können je nach Standort, Erntezeitpunkt, Grassorte oder Art der Zwischenfrucht stark variieren.

Für Rasenschnitt aus Gärten, Parks, Golfplätzen und kommunalen Grünschnitt kann man ähnliche Biogaserträge und Eigenschaften wie bei der Grassilage erwarten. Die Grassilage hat im Durchschnitt etwas längere Partikel als Maissilage und damit deutlich unterschiedliche physikalische Eigenschaften.

### 3.3.1 Grünschnitt / Nassvergärung

Die Grasvergärung erfolgt in Österreich derzeit zumeist in klassischen Rührkesselfermentern. Kleinere Fermenter sind für die Grasvergärung im allgemeinen günstiger als große Fermenter, weil die optimale Durchmischung sicherer erreicht werden kann. Wegen möglichen Rührproblemen und Schwimmschichtbildung ist das Häckseln des Materials auf 4 bis 5 Zentimeter notwendig. Dies ermöglicht auch gutes Einsilieren und Lagerung der Grassubstrate.

#### Zugabe von Flüssigkeit

Bei der Nassvergärung muss in der Regel Prozesswasser recirkuliert oder Gülle als Co-Substrat zugeführt werden. Flüssige Inputstoffe bilden meistens rund 50 Prozent der Materialinputmengen und halten so das Material im Fermenter gut rühr- und pumpfähig. Das Gras kann durch den Feststoffeintrag oder gemeinsam mit der flüssigen Phase zugegeben werden. Bei der Beschickung in der flüssigen Phase können Pumpprobleme auftreten.

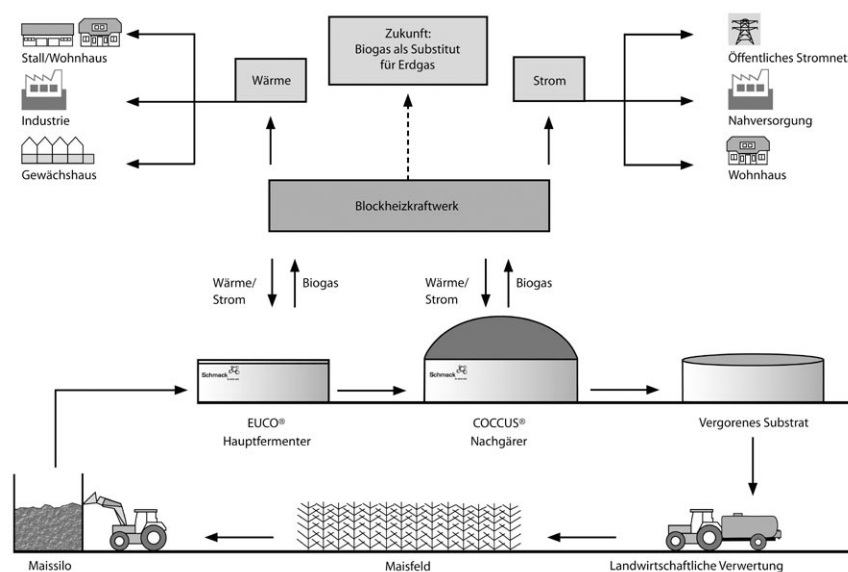


Abbildung 3-2: Landwirtschaftliche Biogasanlage für Nassvergärung (Quelle: Fa Schmack)

#### Förder-, Pump- und Rührtechnik

Die Nassvergärung von Gras benötigt eine sehr gute Förder- und Pumptechnik. Als Rührtechnik sind Paddelrührwerke eindeutig zu empfehlen.

In klassischen landwirtschaftlichen Biogasanlagen (Abbildung 3-2), die für reine Maisilage- und Gülle konzipiert wurden, kann der Gärprozess bei unterdimensionierten Rühr- und Pumpentechnik aufgrund der Substrateigenschaften (größere Partikel, höhere Viskosität, höhere Trockensubstanzgehalte) deutlich begrenzt sein.

Bei der Nassvergärung mit hohem Grasanteil sollte (beim Genehmigungsverfahren) darauf geachtet werden, dass eine Notstromversorgung für die Rührwerke existiert. Dies ist sehr wichtig, da es bei einem Stromausfall zu einer Entmischung kommt, das Gras schwimmt auf und bewirkt ein Anschwellen des Fermenterinhalt. Diese Entmischung kann nach längerer Rührpause zu Problemen beim Anfahren der Rührwerke führen.

#### Verweilzeiten

Mit geeigneter Vergärungstechnik ist Gras gut vergärbar, obwohl hier in der Regel zur Erreichung von gutem Abbaugrad längere Verweilzeiten als bei der Maisvergärung notwendig sind.

#### Etwaige Vorschaltung einer Hydrolysestufe

Als mögliche Lösung der Probleme bei der Grasvergärung im Nassverfahren könnte man die Vorschaltung einer Hydrolysestufe diskutieren. Durch Hydrolyse kann das Material thermisch, biologisch oder chemisch aufgeschlossen werden. Das erhöht den Abbaugrad der Organik während des Gärprozesses und kann die unerwünschten physikalischen Eigenschaften des Grases reduzieren und damit verbundene Betriebsprobleme lösen. Die Applikation der Hydrolyse als Vorbehandlungsstufe kann ebenso den Abbau beschleunigen bzw. Biogasausbeute erhöhen.

#### Referenzanlagen

Als Beispiele für reine Grasvergärungsanlagen in Österreich sind die Biogasanlagen Reitbach oder Strem zu nennen.

### **3.3.2 Grünschnitt / Trockenvergärung**

Die Grasvergärung ist mittels Trockenverfahren sehr gut durchführbar. Fast alle Arten dieser Technologien sind für die Vergärung von Grünschnitt mehr oder weniger geeignet.

#### Klassische Trockenvergärung (Pfropfenstromverfahren)

Zu den klassischen Trockenverfahren im Pfropfenstromverfahren gehören die Technologien von Kompogas (Abbildung 3-3), Valorga, BRV oder Dranco. Diese Technologien werden häufig auch zur Vergärung von Biotonnenmaterial und anderer Abfälle eingesetzt.

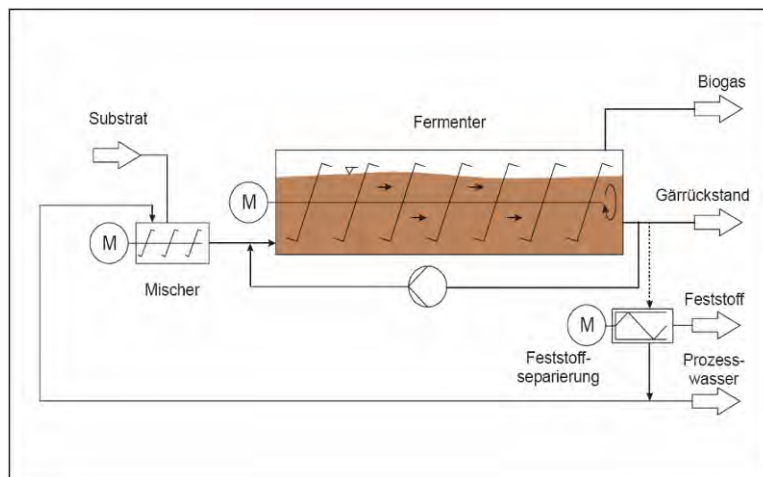


Abbildung 3-3: Prinzipschema des Kompogas-Verfahrens [23].

### Boxen- oder Garagenverfahren

Eine relativ einfache und zuverlässige Alternative für reine Grasvergärung stellt die Technologie der Boxen- oder Gargenverfahren dar. Das in Abbildung 3-4 dargestellte Bekon-Verfahren ermöglicht den Einsatz von leicht vergärbare Biomasse, wie beispielsweise NAWAROs (Grassilage, Maissilage, Ganzpflanzensilage), Festmist von Rindern, Pferden und Geflügel oder kommunalen Abfällen (Biomüll, Straßenbegleitgrün, Marktabfälle, Gemüse usw.). Die Biomasse sollte jedoch einen TS-Gehalt über 25% enthalten und stapelbar sein.

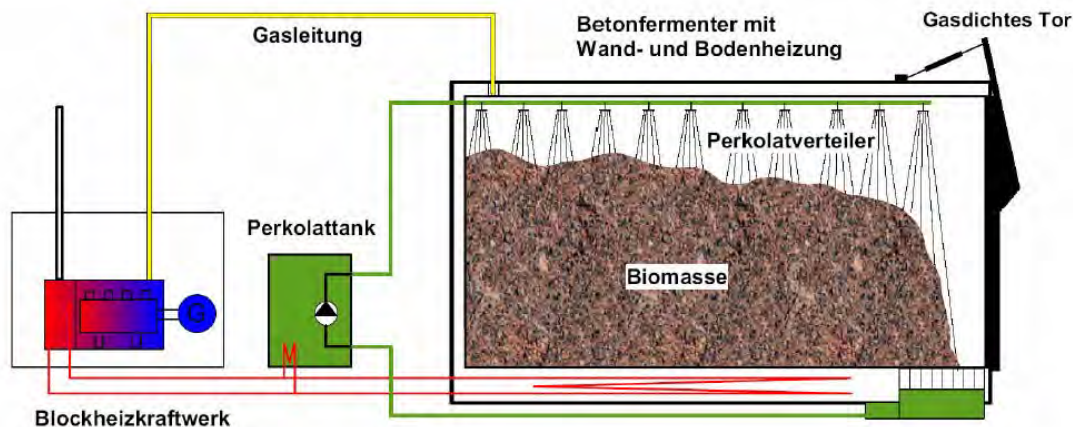


Abbildung 3-4: Prinzipschema der Firma Bekon Energy Technologies GmbH & Co [24].

Nach Animpfung mit bereits vergorenem Material wird das Substrat mit Radladern in den Fermenter geführt. Der garagenförmig aufgebaute Gärbehälter wird mit einem gasdichten Tor verschlossen. Die Biomasse wird unter Luftabschluss vergoren, dabei erfolgt keine weitere Durchmischung und es wird kein zusätzliches Material zugeführt.

<sup>23</sup> Weiland P., Stand der Technik bei der Trockenfermentation – Zukunftsperspektiven, Gülzower Fachgespräche, Band 23, 2004

<sup>24</sup> Haupt T., Die Trockenfermentation zur Behandlung von organischen Abfallstoffen – Potentiale einer zukunftsweisenden Technologie, Seminarunterlagen Bundesversammlung 2005 – Müllverwertung, Bauhaus-Universität Weimar, 2005

Das aus dem Gärgut sickernde Perkolat wird über eine Drainagerinne abgezogen, in einem Tank zwischengespeichert und zur Befeuchtung wieder über dem Substrat versprüht. Der Gärprozess findet im mesophilen Temperaturbereich bei ca. 37°C statt, die Temperierung erfolgt mittels Boden- und Wandheizung.

Die Grasvergärung mittels Garagenverfahren ist als problemlos zu bezeichnen, obwohl hier mit mehr Manipulation mit dem Radlader und möglichen Mehremissionen zu rechnen ist. Diese diskontinuierliche Technologie kann allerdings nicht so hohe Biogasausbeuten und Ausgärgrade wie ein kontinuierliches Verfahren gewährleisten (siehe hierzu auch Tabelle 3-1). Zur Materialstabilisierung kann eine nachgeschaltete Nachrotte (Kompostierung) verwendet werden.

In Tabelle 3.2 sind die Verfahren zur Trockenvergärung übersichtlich aufgelistet.

Tabelle 3-2: Zusammenfassung der verschiedenen Trockenvergärungs-Verfahren, Stand 2007 [25]

Verfahren	Typ	Kontakt	Entwicklungsstand
Pfropfenstrom kont.	Kompogas	<a href="http://www.kompogas.ch">www.kompogas.ch</a> / <a href="http://www.thoeni.com">www.thoeni.com</a>	Im Markt
Pfropfenstrom kont.	Linde BRV	<a href="http://www.linde-kca.de">www.linde-kca.de</a>	Im Markt
Siloartig kont.	Dranco	<a href="http://www.dranco.be">www.dranco.be</a>	Im Markt
Siloartig kont.	ATF	<a href="http://www.KriegFischer.de">www.KriegFischer.de</a>	Abbruch
Siloartig kont.	Valorga	<a href="http://www.valorgainternational.fr">www.valorgainternational.fr</a>	Im Markt
Siloartig kont.	Järna, Schweden	<a href="mailto:winfried.schafer@mtt.fi">winfried.schafer@mtt.fi</a>	Pilotstadium
Siloartig kont.	Anacom	<a href="http://www.fat.admin.ch">www.fat.admin.ch</a>	Abbruch
Perkolation kont.	ISKA	<a href="http://www.iska.-gmbh.de">www.iska.-gmbh.de</a>	Im Markt
Perkolation kont.	ATZ	<a href="http://www.azt.de">www.azt.de</a>	Pilotstadium
Perkolation kont.	BioPercolat	<a href="http://www.wehrle-werk.de">www.wehrle-werk.de</a>	Lizenzverlust
Perkolation diskont.	Bekon	<a href="http://www.bekon-d.de">www.bekon-d.de</a>	Im Markt
Perkolation diskont.	Bioferm	<a href="http://www.bioferm.de">www.bioferm.de</a>	Im Markt
Perkolation diskont.	Container	<a href="http://www.bioferm.de">www.bioferm.de</a>	Abbruch
Perkolation diskont.	Loock-TNS	<a href="http://www.loock-tns.de">www.loock-tns.de</a>	Im Markt
Perkolation diskont.	3-A	<a href="http://www.3a-biogas.com">www.3a-biogas.com</a>	Pilotstadium
Aufstau diskont.	Aufstau-Boxen	Ingenieurbüro Ratzka, Ostrau	Pilotstadium
Aufstau diskont.	Fahrsilo	<a href="http://www.chiemgauer-biogasanlagen.de">www.chiemgauer-biogasanlagen.de</a>	Pilotstadium
Haufwerk diskont.	Folienschlauch	<a href="http://www.ag-bag.de">www.ag-bag.de</a>	Pilotstadium

Durch Trockenvergärung können auch halmige und nicht gehäckselte Grünschnitte gut abgebaut werden. Im Extremfall kann der Fermenter auch mit einer Mischung aus Grün- und Strauchschnitt beschickt werden (dies vor allem im Boxen- oder Garagenverfahren), wenngleich Strauchschnitt und andere ligninhaltige Materialien als Ballaststoff zu werten sind und keinen Biogasertrag bringen: Strukturmaterial ist bei dieser Technologie durchaus willkommen.

<sup>25</sup> Liesch, B. und Müller C. Feststoffvergärung in der Schweiz, INES Ingenieurbüro für nachhaltige Energiesysteme, Schlussbericht 2007



## 3.4 Gemeinsame Vergärung von Küchenabfällen mit Gras/Grünschnitt

Im folgenden Kapitel wird die gemeinsame Fermentation (Co-Fermentation) von Küchenabfällen und Grünschnitt in verschiedenen theoretischen Verhältnissen zueinander betrachtet.

### 3.4.1 Szenario 1: 20% Küchenabfälle / 80% Grünschnitt

In diesem Substratmix ist ein Trockensubstanzgehalt von größer als 15 Prozent zu erwarten. Aufgrund des hohen Grünschnittanteils und Trockensubstanzgehaltes ist eine **Trockenvergärung** zu empfehlen. Das Trockenverfahren hat den Vorteil, dass der Grünschnitt nicht aufwendig aufbereitet werden muss, und es können hier einige potenzielle Störstoffe (wie z.B. Strauchschnitt) nach Zerkleinern mitbeschickt werden.

Jedenfalls benötigt man bedingt durch die Vergärung von Küchenabfall und Speiseresten eine Hygienisierung.

Bei guter Aufbereitung, Verdünnung und Vormischung mit dem Prozesswasser könnte unter Umständen auch eine Nassvergärung eingesetzt werden. Da die Hygienisierungsstufe bereits ohnehin vorhanden ist, wäre es zu erwägen, den Anteil an Küchenabfall zu erhöhen oder andere Substrate, die eine Hygienisierung benötigen, zu verarbeiten und damit die Hygienisierungseinheit besser auszunutzen.

### 3.4.2 Szenario 2: 80% Küchenabfälle / 20% Grünschnitt

Bei diesem Substratmix ist flüssiges Material mit niedrigerem Trockensubstanzgehalt zu erwarten (< 15%). In diesem Fall erscheint es ratsam, die Biogasanlage bei einem Trockensubstanzgehalt von etwa 10 Prozent zu betreiben.

Die günstigere Technologie für diesen Anwendungsfall ist die **Nassvergärung**. Bei diesem Konzept wird es wahrscheinlich günstiger sein, den Grünschnitt über einen Feststoffeintrag zu dosieren. Störstoffe wie z.B. Strauchschnitt können ernste Betriebsprobleme verursachen und müssen abgeschieden werden. Wegen des Grünschnittanteils muss die Rühr- und Pumpentechnik entsprechend dimensioniert werden.

Eine Hygienisierungsstufe ist obligat.

Weil Küchenabfälle und Speisereste von Abfallbehandlungsanlagen sehr nachgefragt sind, kann es in der Praxis relativ schwierig sein, die 80 % Küchenabfälle als Inputmaterial für eine Biogasanlage mit 500 Kilowatt installierter elektrischer Leistung abzusichern. Aus diesem Grund ist zu erwarten, dass hier sehr wahrscheinlich auch andere Co-Substrate zum Einsatz kommen müssen.

### 3.4.3 Szenario 3: 50% Küchenabfälle / 50% Grünschnitt

In diesem Fall handelt es sich um **die wahrscheinlich realistischste Variante der drei andiskutierten Szenarien**.

Bedingt durch die Küchenabfallvergärung ist eine Hygienisierungsstufe so wie auch bei den beiden vorherigen Varianten notwendig.

Im Szenario „50% Küchenabfälle / 50% Grünschnitt“ kann bei niedriger oder fehlender Verdünnung mit dem Prozesswasser die **Trockenvergärung** (bevorzugt Pfropfenstromsysteme) oder – bei stärkerer Verdünnung des Inputstoffes mit Prozesswasser – die **Nassvergärung** angewendet werden. Der zu erwartende Trockensubstanzgehalt im Biogasermenter würde nach der Prozessflüssigkeitszugabe im Bereich zwischen 10 und 13 Prozent liegen. In diesem Fall könnte z.B. das in Abbildung 3-5 dargestellte Konzept einer an die Abfallvergärung angepassten landwirtschaftlichen Biogasanlage verwendet werden.

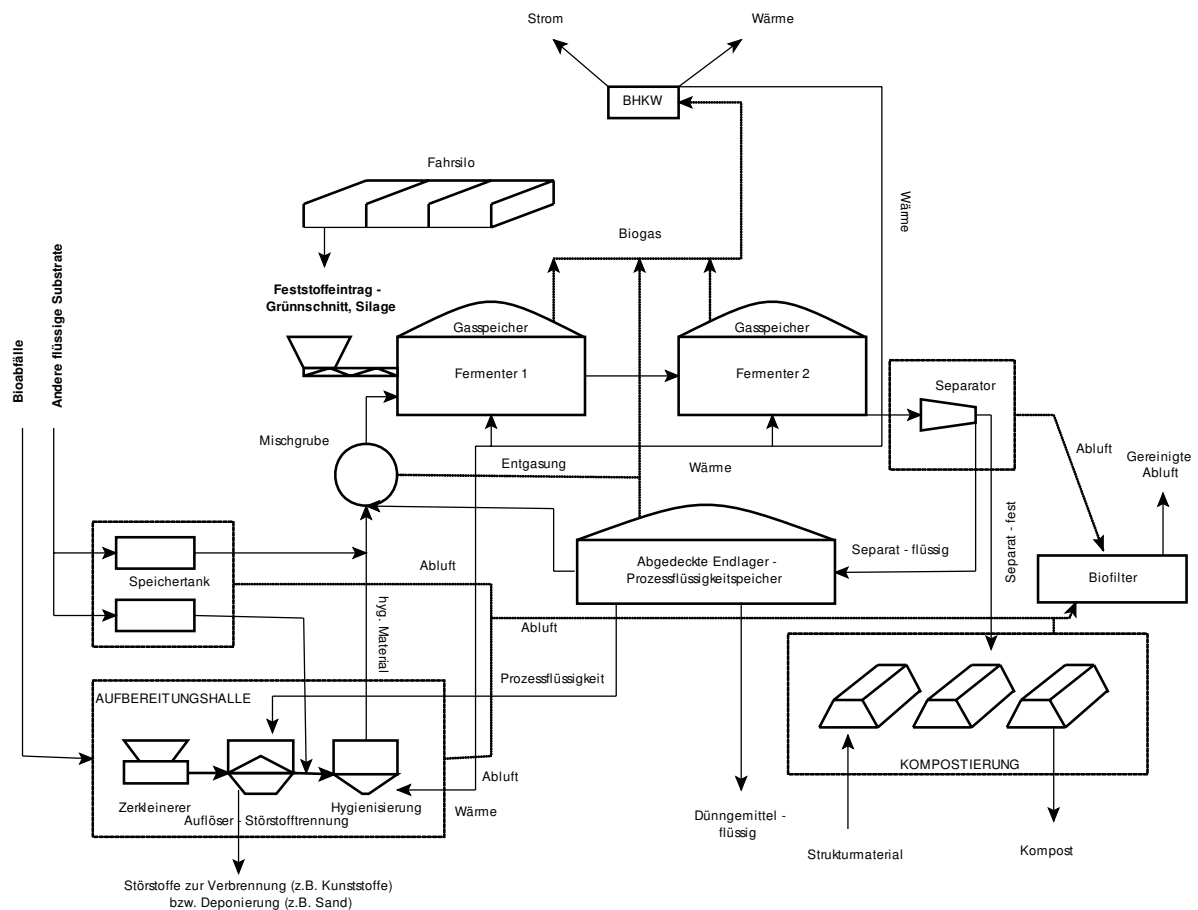


Abbildung 3-5: Konzept einer landwirtschaftlichen Biogasanlage angepasst für Abfallvergärung (Quelle: IFA Tulln)

In der Praxis ist es relativ häufig zu sehen, dass die Abfallbiogasanlagen nach dem klassischen Rührkesselkonzept so wie landwirtschaftliche Biogasanlagen geplant wurden. Diese werden zusätzlich mit einer Aufbereitungs- und Hygienisierungstechnologie ausgerüstet und für die Vergärung von z.B. Speiseresten verwendet.

An dieser Stelle soll nicht unerwähnt bleiben, dass eine gute Bioabfallaufbereitung je nach Anlagentyp häufig rund 30 Prozent der Gesamtinvestitionskosten ausmachen kann. Wegen der Unterdimensionierung der Rühr-, Pump- und Aufbereitungstechnik haben diese Anlagen häufiger technische Betriebsprobleme.

Aus den Praxiserfahrungen ist zu erwarten, dass eine derart konzipierte Abfallbehandlungsanlage neben den Küchenabfällen auch andere Abfallsubstrate als Inputstoffe verwenden wird. Eine gute Aufbereitungstechnologie ermöglicht es ein breiteres Spektrum von Abfallsubstraten verarbeiten zu können und damit in der Konkurrenzsituation mit anderen Anlagen besser zu bestehen.

Fazit: Die Inputsubstrate bedingen die Technologieauswahl und die Betriebsweise. Die Nassvergärung bietet dem Anlagenbetreiber die Möglichkeit, ein breiteres Spektrum von Substraten verwerten zu können. Die Fähigkeit, sich der Marktentwicklung besser anpassen zu können, kann helfen den wirtschaftlichen und effizienten Betrieb der Abfallbiogasanlage zu gewährleisten.

### 3.5 Stichwort „C:N-Verhältnis“

Die häufig gestellte Frage, ob man biogene Haushaltsabfälle und Grünschnitt gemeinsam mit anderen Fraktionen (Co-Vergärung) oder für sich alleine – ohne die Zugabe anderer Substrate – vergären sollte (Mono-Vergärung), führt zu folgenden Überlegungen:

Prinzipiell ist eine gute Mischung unterschiedlicher Substrate für die Mikroorganismen vorteilhaft, vergleichbar mit einer ausgewogenen Ernährung beim Menschen. Somit ist aus biologischer Hinsicht eine Co-Vergärung einer Monovergärung stets vorzuziehen. Einerseits ist dadurch die Wahrscheinlichkeit größer, dass unterschiedliche Mikro- und Makronährstoffe ausreichend verfügbar sind. Andererseits werden auch mögliche inhibierende Substanzen verdünnt. Als Mischung ist jedoch keinesfalls zu verstehen, dass ein schneller Wechsel unterschiedlicher Substrate erfolgen soll.

Das oft diskutierte optimale **Kohlenstoff-zu-Stickstoff-Verhältnis (C:N Verhältnis)** ist mittlerweile allerdings überholt und entspricht nicht mehr ganz dem jüngsten Kenntnisstand über die anaerobe Vergärung. In der Realität wird in Bezug auf die Stickstoffkonzentration zwischen den folgenden Bereiche Anaerobprozessen unterschieden:

1. Stickstoff-Limitierung: Dieser Bereich tritt bei sehr niedrigen Stickstoff-Konzentrationen auf. Er ist bei der Abfallvergärung jedoch kaum anzutreffen. Hier ist zu wenig Stickstoff vorhanden, um ausreichend Biomasse aufzubauen. Als Mindestverhältnis ist hier 800:5:1 (CSB:N:P)<sup>26</sup> anzusehen<sup>27</sup>.
2. Ausreichende Stickstoff-Verfügbarkeit: Bei den meisten Abfallverwertungsanlagen ist Stickstoff ausreichend vorhanden, es können aber noch keine Inhibierungen durch undissoziierten Ammoniak auftreten, der die Mikroorganismen in ihrer Aktivität beeinträchtigen kann. Die Grenze ist hier in etwa mit 2 bis 3 Gramm Ammonium-Stickstoff pro Liter ( $\text{g NH}_4\text{-N/l}$ ) anzusetzen. Zudem hängt diese Grenze auch von Temperatur und pH-Wert ab.
3. Stickstoff im Überfluss (möglicher Auftritt von Inhibierung): Oberhalb von 2 bis 3 Gramm Ammonium-Stickstoff pro Liter ( $\text{NH}_4\text{-N/l}$ ) ist die anaerobe Vergärung nicht als von vorneherein problematisch einzustufen. Stabile Prozesse können auch bei  $\text{NH}_4\text{-N/l}$  erreicht werden.

**Bei der Vergärung von Haushaltsabfällen und Grünschnitt wird man sich in der Phase 2 befinden, wo ausreichende Stickstoff-Verfügbarkeit gegeben ist.**

In der Praxis wird es jedoch bei vielen Abfallverwertungsanlagen vorkommen, dass spontan zusätzliche Substrate angenommen werden, die nicht den prinzipiellen Standard-Substraten entsprechen. Hier muss

---

<sup>26</sup> Erläuterung: CSB – Chemischer Sauerstoffbedarf, N – Stickstoff, P - Phosphor

<sup>27</sup> Quelle: Bischofsberger: Anaerobtechnik, 1993

bedacht werden, dass diese Substrate meist nicht auf einmal in die Anlage gekippt werden können – speziell dann, wenn sie sehr stickstoffreich sind.

Um eine stabile Vergärung auch bei hohen Ammonium-Konzentrationen (Phase 3) zu ermöglichen, sind folgende Punkte zu beachten:

- Kein sprunghafter Anstieg der Ammoniak-Konzentration: Die Mikroorganismen müssen sich erst über einen längeren Zeitraum adaptieren. Dies bedeutet auch in der Abfallvergärung kein rascher Substratwechsel von stickstoffarm zu stickstoffreich (umgekehrt ist es kein Problem, da sinkende Ammoniakkonzentrationen nicht inhibierend wirken können!), ebenso ist ein rascher Wechsel anderer Prozessparameter wie pH-Wert oder Temperatur zu vermeiden.
- Ausreichende Verfügbarkeit von Spurenelementen
- Auf eine niedrige Schwefelwasserstoff-Konzentration ist zu achten. Die Entschwefelung sollte sehr effektiv sein, da Schwefelwasserstoff die Ammoniakinhibierung verstärkt.
- Verweilzeit nicht am Limit fahren

**Der wichtigste Tipp für die Praxis ist es ausreichend Lagerungskapazitäten für die Input-Materialien einzuplanen, sodass ausgewogene Substratmischungen erstellt werden können.** Stark stickstoffreiche Fraktionen dürfen nicht plötzlich und auf einmal zugefüttert werden, die Gabe hat vielmehr längerfristig und in kleineren Dosen zu erfolgen. Auch kann in vielen Fällen die Performance der Mikrobiologie durch Spurenelementzusätze verbessert werden.

## Empfehlungen

**Um einen wirtschaftlichen und störungsfreien Betrieb der Biogasanlage gewährleisten zu können, muss die Verfügbarkeit der Substrate durch Dauerverträge gesichert sein.**

## 4 Verwertung von Biogas

[GÜSSING ENERGY TECHNOLOGIES]

### Zusammenfassung

**Die Analysen zeigen, dass die derzeitigen marktreifen Möglichkeiten zur Nutzung des Biogases wirtschaftlich in etwa gleichwertig sind.**

Konkret betrachtet wurden die **Gasaufbereitung auf Erdgasqualität (Biomethan)** mit anschließender Einspeisung ins Erdgasnetz, dessen **Nutzung in Tankstellen** sowie dessen **mobile Verteilung** und die **Verstromung von Biogas mit gleichzeitiger Wärmenutzung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW)**. Kann die Wärme des BHKWs nicht genutzt werden, ist die Gaserzeugung zu bevorzugen.

Die maximale Vergütung des erzeugten aufbereiteten Biogases kann erzielt werden, wenn das Gas an Kleinverbraucher, Einzelverbraucher (Ersatz für Heizöl) oder Tankstellen abgegeben wird.

Der Betrieb einer Gastankstelle direkt im Anschluss an eine wirtschaftlich optimierte Biogasanlage ist bereits unter den heutigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich. Muss das Gas aber durch ein Gasnetz oder eine mobile Speichereinheit zu einer Tankstelle transportiert werden, ist das wirtschaftlich nicht mehr vertretbar.

**Die Versorgung von Erdgastankstellen mit dezentral erzeugtem Biogas stellt die nachhaltigste Möglichkeit zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs dar. Diese kann unmittelbar realisiert werden.**

## 4.1 Erzeugung von Strom und Wärme

Die Bandbreite von Biogasanlagen in Österreich ist recht breit gestreut, wobei sich die üblichen Anlagengrößen zwischen 250 und 1.500 Kilowatt installierter elektrischer Leistung ( $kW_{el}$ ) liegen. Größere Anlagen machen Aufgrund der regional meist begrenzten Substrate wenig Sinn. Die Wärmeerzeugung einer Biogasanlage beträgt etwa das 1,2-fache der Stromerzeugung bzw. nach Abzug des Eigenwärmebedarfs etwa das 1,1-fache.

Die spezifischen Investitionskosten einer mit Mais oder Gras betriebenen Biogasanlage betragen etwa 4.500 Euro pro Kilowatt elektrisch ( $€/kW_{el}$ ) bezogen auf eine Anlagengröße von ca. 1.000  $kW_{el}$ . Die Kosten teilen sich auf etwa 60% für die gesamte Vergärung und etwa 40% für das BHKW auf.

Laut Ökostromverordnung liegen die zu erzielenden Wärmepreise bei durchschnittlich etwa 24 Euro pro Megawattstunde ( $€/MWh$ )<sup>28</sup> ab Flansch BHKW. Die Wärmenutzung entscheidet daher oft über die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage.

Der Standort der Anlage ist aufgrund der Wärmenutzung von Bedeutung. Lange Anschlussleitungen der Fernwärme sollten verhindert werden. Hierbei liegen die Kosten der Fernwärmetrasse, je nach Gelände, bei etwa 250 bis 450 Euro pro Meter ( $€/m$ ). Aufgrund der Geruchsbelästigung einer Biogasanlage kann es oft sinnvoller sein, das BHKW einige hundert Meter entfernt aufzustellen, um einerseits die Biogasanlage von den Fernwärmeverbrauchern, also einer Stadt oder Ort, fern zu halten, andererseits um die Wärmeerzeugung nahe an die Verbraucher heranzuführen. Dabei wird das erzeugte Biogas über eine unterirdisch verlegte Gasleitung thermisch verlustfrei zum BHKW transportiert.

## 4.2 Erzeugung von Biomethan und Einspeisung ins Erdgasnetz

Zur Erzeugung von Biomethan aus Biogas stehen mehrere Verfahren zur Auswahl, die in Abbildung 4-1 mit Punkten bewertet werden.

	Membran	PSA, TSA	Absorption Umgebungs-zustand	Absorption Umgebungs-temperatur, Vakuum	Absorption Gekühlt	Kryo
<b>Leistung</b>	++	+++	++	++	+++	+++
<b>Bedienbarkeit</b>	+++	+	++	++	+	+
<b>Sicherheit</b>	+++	++	+++	+++	+	++
<b>Kompaktheit</b>	+++	++	++	++	+	+
<b>Investmentkosten</b>	+++	++	+++	++	+	+
<b>Betriebskosten</b>	+++	++	++	+++	+	+
<b>Einfachheit</b>	+++	++	++	+	+	+
<b>Gesamtpunkte</b>	20	15	16	15	9	10

Abbildung 4-1: Vergleich der Aufbereitungstechnologien

<sup>28</sup> Der für Wärme erzielbare Marktpreis hängt sehr stark von lokalen Gegebenheiten und ganz allgemein von den eingesetzten Brennstoffen ab. Für die weiteren Überlegungen wird daher ein Wert als Referenz herangezogen, der in der Ökostromverordnung 2010 (§ 8 Abs. 5) angeführt ist. Dort wird ein Wärmepreis von 24  $€/MWh$  angegeben. Dieser Wert dient der Berechnung eines kombinierten Unterstützungstarifs Strom/Wärme – und gilt für eine bestimmte Klasse von Anlagen auf Basis von fester Biomasse.

Die sich hierbei am besten herauskristallisierende Technologie der Membran-Aufbereitung wird vor allem von der TU Wien beforscht und bereits bei mehreren Anlagen in Österreich eingesetzt (z.B. Bruck an der Leitha).

In einer Biogasanlage, die einer Leistungsgröße einer Anlage mit 500 Kilowatt installierter elektrischer Leistung entspricht, werden etwa 250 Kubikmeter Biogas pro Stunde bei einem Heizwert von etwa 5,1 Kilowattstunden pro Kubikmeter ( $\text{kWh/m}^3$ ) erzeugt. Dieser Heizwert ist abhängig vom Inputmaterial. Aufbereitetes Biomethan hat einen Heizwert von etwa  $9,4 \text{ kWh/m}^3$  (bei 95% Methangehalt) und eine Dichte von etwa  $0,757 \text{ Kilogramm pro Normkubikmeter (kg/Nm}^3\text{)}$ .

In Österreich sind einige Pilotprojekte zur Biomethan Netzeinspeisung ausgeführt, z.B. in Pucking (OÖ), Bruck an der Leitha, Leoben, Utzenaich und Weitendorf.

### Übernahmestation

In der Übernahmestation wird das gelieferte Gas hinsichtlich Menge und Qualität kontrolliert. Der Gasnetzbetreiber kann dadurch sicherstellen, dass das eingespeiste Gas keine Schäden im Gasnetz oder bei den Endgeräten verursacht.

Durch Druckregelgeräte wird der erforderliche Einspeisedruck eingestellt und der Mindest- und Maximaldruck abgesichert. Es kann dadurch das Druckniveau an den Druck im Gasnetz, in das eingespeist wird, angepasst werden.

Eine Übernahmestation besteht weiters aus einem Filter, durch den Staub und Partikel entfernt werden, und verschiedenen Absperrrichtungen. Die Messung des Volumenstroms erfolgt über einen Drehkolben- oder Turbinenradgaszähler.

Der Volumenstrom, der Brennwert, die Normdichte, der Wobbe-Index und die Methanzahl werden für die thermische Abrechnung mit dem Verbraucher herangezogen. Diese Messungen unterliegen der Eichpflicht. Mittels Gaschromatographen kann eine umfassende Analyse des Biogases durchgeführt werden.

Wird das Biogas in ein Gasnetz eingespeist, in dem odorisiertes Gas transportiert wird, dann muss das Biogas auch odoriert werden. Bei der Odorierung wird dem Biogas meist ein schwefelhaltiges Gas zugemischt, wodurch das Biogas den für Erdgas typischen Geruch erhält (siehe Abbildung 4-2).



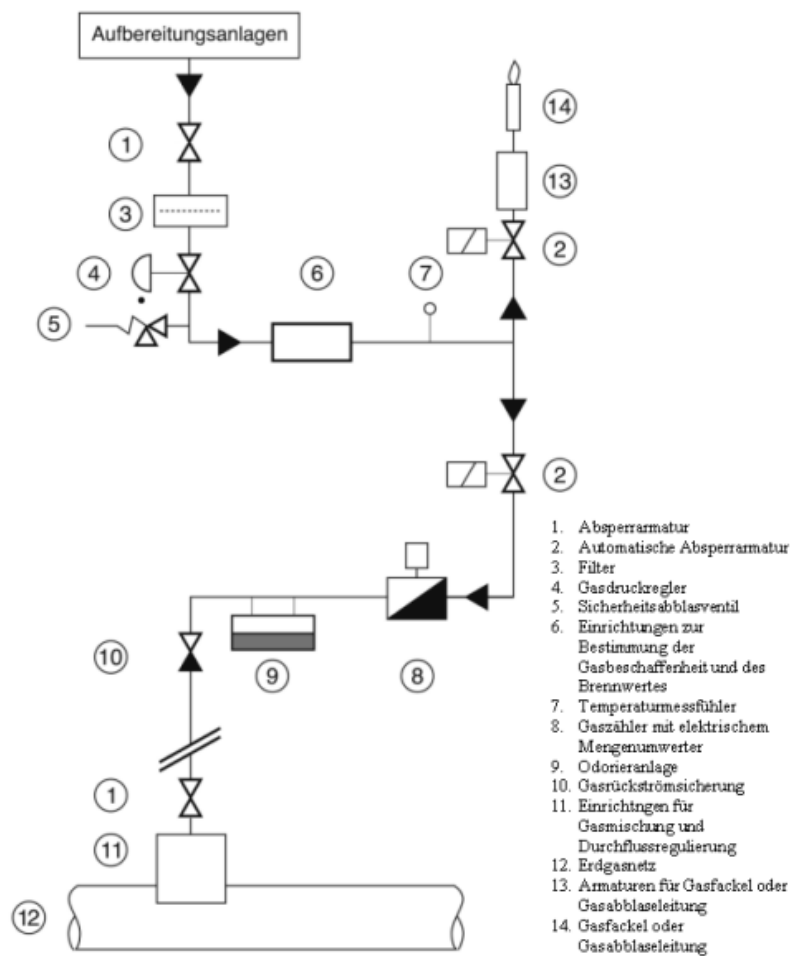


Abbildung 4-2: Schema einer Biogas-Netzeinspeisung [29]

Die Einbringung des Biomethans in das Gasnetz, sollte in der Netzebene 2 (Druckniveau zwischen 6 und 70 bar) erfolgen, da hierbei großteils unabhängig vom Gasverbrauch im Netz eingespeist werden kann.

### 4.3 Biogas-Tankstelle

Aufgrund der zu Verfügung stehenden handelsüblichen Technologien von Erdgasfahrzeugen und der dafür vorhandenen Infrastruktur ist es möglich, Biomethan, also auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas, an der Tankstelle anzubieten. Die Aufbereitungstechnologien entsprechen jenen zur Netzeinspeisung von Biomethan. Ziel sollte es sein, eine möglichst konstante Biomethanproduktion im Tagesverlauf zu erreichen um somit eine kleinere Aufbereitungsanlage mit geringeren Investitionskosten installieren zu können.

In Margareten am Moos (NÖ) wird das aufbereitete Biomethan an einer angeschlossenen Gastankstelle zur Vertankung in Fahrzeugen genutzt. Die Wirtschaftlichkeit der Aufbereitungsanlage wird durch die Anlagenauslastung erhöht. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass eine jährliche Anlagenverfügbarkeit und Auslastung von 80 Prozent angestrebt werden sollte. Hierbei ist die Speicherung und Bevorratung von

<sup>29</sup> BIOGASNETZEINSPEISUNG: <http://www.biogas-netzeinspeisung.at>, Zugriff am 17.11.2010

Biomethan von entscheidender Rolle, da die Betankungen der gasbetriebenen Fahrzeuge zeitlichen Lastschwankungen unterliegen.

### Anlagengröße

Eine Biogasanlage mit 500 Kubikmeter pro Stunde ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) Biogasproduktion – entsprechend einer  $1.000\text{kW}_{\text{el}}$ -Anlage – könnte ohne Verstromung in einem BHKW eine stündliche Biomethanproduktion von etwa  $209 \text{ m}^3/\text{h}$  (etwa 43% des Rohbiogases)<sup>30</sup> erreichen. Mit einer jährlichen Anlagenverfügbarkeit von 80 % wäre das somit eine Produktion von etwa 1.500.000 Normkubikmeter pro Jahr ( $\text{Nm}^3/\text{a}$ ) Biomethan. Mit dieser Kapazität könnte beispielhaft folgende Anzahl an Fahrzeugen versorgt werden:

Tabelle 4.4-1: Beispielhafte Aufteilung der Jahres-Biomethan-Produktion auf die Fahrzeuge

	Anzahl [Stück]	Fahrleistung [km/a]	Verbrauch Biomethan [kg/100km]	Verbrauch Biomethan pro Jahr und Fahrzeug [kg]	Gesamtbedarf Biomethan [ $\text{Nm}^3/\text{a}$ ]
LKW Nahverkehr	20	80.000	35,00	28.000	739.958
Linien-Bus	10	178.000	26,50	47.170	623.282
Taxi - PKW gewerblich	20	70.000	5,30	3.710	98.044
PKW - privat	20	15.000	5,30	795	21.010
<b>TOTAL</b>					<b>1.482.294</b>

Dabei ist ersichtlich, dass Linienbusse und LKWs im Nahverkehr den meisten jährlichen Biomethanverbrauch pro Fahrzeug haben, privat genutzte PKWs hingegen den geringsten Verbrauch verursachen. Die Abnehmerstruktur sollte daher größtenteils aus Linienbussen und LKWs im Nahverkehr bestehen.

### Standort der Biomethan-Tankstelle

Der Standort der Biomethan-Tankstelle wirkt entscheidend auf die Kundenfrequenz. Die Situierung einer Biomethan-Tankstelle direkt bei der Biogasanlage, die sich ja meist außerhalb eines Ortes/Stadt befindet und verkehrstechnisch schlecht angeschlossen ist, ist für potenzielle Kunden hinderlich. Linienbusse müssten ihre Fahrtroute ändern um zu tanken. Eine mögliche Lösung des Problems wird in den nächsten beiden Absätzen beschrieben.

#### 1. Biomethan-Tankstelle - leitungsversorgt

Aus kundenorientierter Sicht ist es notwendig die Tankstelle an einem besser frequentierten bzw. zugänglichen Standort zu errichten. Dieser kann auch mehrere hundert Meter von der Biogasanlage entfernt liegen.

Die Versorgung dieser Tankstelle mit Biomethan erfolgt über eine erdverlegte Gasleitung. Der Leitungsdruck liegt dabei – nach verwendeter Gasaufbereitungsanlage – bei etwa 10 bar, erst bei der Tankstelle wird das Biomethan auf den Zapfdruck von 250 bar verdichtet. Die Speicherung des Gases zur Überbrückung der Bedarfsschwankungen der Tankstelle kann entweder als druckloser Rohbiogasspeicher oder als Hochdruckspeicher direkt bei der Tankstelle erfolgen.

<sup>30</sup> Die Berechnung fußt auf der Annahme eines Methangehaltes von 50% im Rohbiogas. Ein Teilstrom des Biogases fällt als Off-Gas an.

## 2. Biomethan-Tankstelle - mobil versorgt

Bei der zweiten Variante werden über eine stationäre Aufbereitungsanlage mobile Hochdruckspeicher mit etwa 200 bis 250 bar befüllt, die mit LKW zu einen oder mehreren Tankstellen transportiert werden. Vorteil dieser Variante ist, dass auch weiter entfernte Tankstellen (bis zu 40 Kilometer) mit Biomethan versorgt werden können. Somit ist es möglich Tankstellen direkt bei größeren Verbrauchern zu situieren, wie etwa bei Paketdiensten, Bus- oder Transportunternehmen, Autobahntankstellen, Supermärkten etc.

## 4.4 Kombinationslösungen

Das Kombinieren von BHKW, Biomethan-Netzeinspeisung und Biomethan-Tankstelle ist prinzipiell möglich.

Biogasanlagen werden üblicherweise so groß dimensioniert, dass das angeschlossene BHKW zur Stromerzeugung mit einer installierten elektrischen Leistung von 500 kW mit den gültigen Einspeisetarifen des Ökostromgesetzes betrieben werden kann. Zusätzliche Biogaserzeugungskapazitäten zur Verwendung für Netzeinspeisung oder Tankstellen stehen an den Biogasanlagen beschränkt – aber doch – zur Verfügung.

Rechenbeispiel: Bei 20 Prozent Mehrkapazität der jährlichen Biogasproduktion einer 1000 kW<sub>el</sub>-Ökostromanlage könnte man rund 310.000 m<sup>3</sup>/a Biomethan erzeugen (Aufbereitungskapazität etwa 42 m<sup>3</sup> Biomethan pro Stunde bzw. 97 m<sup>3</sup> Rohbiogas pro Stunde). Diese Menge kann entweder ins Erdgasnetz eingespeist oder an Tankstellen genutzt werden.

Die Kombination Biomethan-Netzeinspeisung und Biomethan-Tankstelle ist aufgrund von Bedarfsschwankungen der Tankstellen sinnvoll. Bei geringerem Bedarf der Tankstellen kann die Überkapazität gegebenenfalls ins Gasnetz eingespeist werden.

Zu beachten bleibt, dass Aufbereitungsanlagen zusätzlich zum aufbereiteten Biomethan auch ein Off-Gas mit geringerem Heizwert erzeugen, das üblicherweise im BHKW mitgenutzt wird. Durch diese Zumischung ergibt sich ein geringerer Methangehalt im Gas, wobei dieser um maximal etwa 8 Volumprozent absinken darf, da es andernfalls zu Ausfällen des BHKWs kommen könnte. Die Kombination BHKW mit Aufbereitungsanlage (für Netzeinspeisung oder Tankstellen) ist daher sehr sinnvoll, da andernfalls das Off-Gas thermisch verwertet werden müsste.

## 4.5 Allgemeine Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit der Verwertung von Biogas

### 4.5.1 Berechnungsgrundlage Referenzanlage

Die in Abschnitt 1.5 definierte Referenzanlage (entsprechend 500 kW<sub>el</sub>) wird für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung herangezogen, wobei das erzeugte Biogas ausschließlich zur Biomethan-Netzeinspeisung verwendet wird.

Die Grundlagen der Berechnung sind bei der Dimensionierung der Referenzanlage als „Massenbilanz der 500 kW<sub>el</sub> Referenzanlage“ und „Massenbilanz der Feststoffseparation“ (siehe Abschnitt 1.5) dargestellt.

Gestehungskosten

Die Investitionskosten für diese Anlage wurden mit € 1.700.000,- für die Biogasanlage (ohne BHKW) und € 506.000 für die Aufbereitung und Netzeinspeisung veranschlagt, zusätzlich schlagen sich noch € 524.000 für Investition in Gärrestlager, Anlagenhalle und Dekanterzentrifuge zu Buche. Basis für diese sowie alle weiteren in diesem Abschnitt dargestellten Berechnungen ist das IV2Splus-Projekt „Mobiles Biogas“ [31].

Aufgrund der zu erwartenden Betriebs- und Verbrauchskosten von € 89.000 pro Jahr in einem Betrachtungszeitraum von 15 Jahren werden die Gestehungskosten für mit dem Druck von 6 bar ins Erdgasnetz eingespeistes Biomethan berechnet (Darstellung in Abbildung 4-3). Die Kosten für das Rohbiogas bis zum Eintritt in die Gasaufbereitung sind in dieser Darstellung unberücksichtigt – sie finden in weiterer Folge über den Substratpreis Eingang in die Kalkulation.

Betriebskosten

Die Betriebskosten für Gärrestentsorgung, Kompostierung fester Gärreste und Betrieb Gärrestlager betragen € 237.000 pro Jahr. Ausgegangen wird von einer jährlich eingespeisten Biomethanmenge von 780.000 Nm<sup>3</sup>/a (Aufbereitungsanlage etwa 104 Nm<sup>3</sup>/h Biomethan). Förderungen in Form von Investition oder Betrieb blieben für die Berechnung unberücksichtigt.

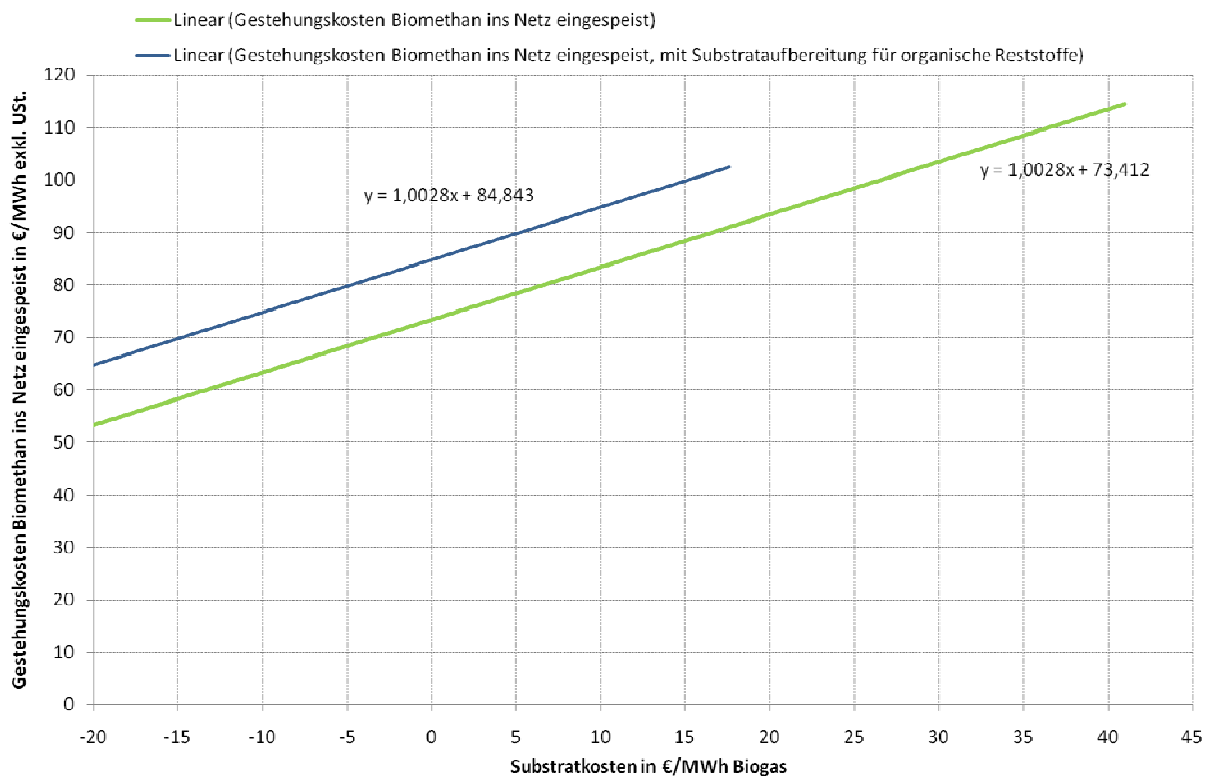


Abbildung 4-3: Gestehungskosten Biomethan eingespeist ins Erdgasnetz / in Abhängigkeit der Substratkosten (€/MWh Biogas)

<sup>31</sup> ZWEILER RICHARD et al. (2010): Flexible und wirtschaftliche Nutzung von Alternativenenergieträgern in einem flächenmäßig erschlossenen Gastankstellennetz; Mobiles Biogas; IV2Splus - Intelligente Verkehrssysteme und Services plus / A3plus 2. Ausschreibung

### Erläuterungen zu Abbildung 4-3:

Zur Unterscheidung des Substrattyps sind zwei Kennlinien ersichtlich. Die grüne untere stellt die Biogasanlage bei Verwendung von NAWAROs dar, die blaue obere berücksichtigt die Mehrinvestitions- und Betriebskosten gegenüber einer NAWARO-Anlage, wenn organische Reststoffe (z.B. Biomüll, Grünschnitt,...) verwendet werden. Als Mehrinvestitionskosten wurden € 520.000 für die Substrataufbereitung (Zerkleinerung, Pumpentechnik, Störstofftrennung, Hygienisierung) und € 450.000 für die Manipulationshalle mit Biofilter ermittelt.

Nun können je nach vorliegenden Substratkosten die Gestehungskosten für Biomethan in Euro pro Megawattstunde bestimmt werden. Aktuell liegen die Substratkosten von NAWARO-Anlagen – umgelegt auf den darin enthaltenen Gasertrag – etwa zwischen € 30 und 40 pro Megawattstunde (MWh). Dieser Umrechnung liegt ein Preisband von 28 bis 37 €/t für Mais (bezogen auf die Frischmasse) zu Grunde. Die Gestehungskosten für eingespeistes Biomethan liegen somit in diesem Bereich zwischen € 105 und 115 pro MWh. Die Notwendigkeit einer ausreichenden Netzeinspeise-Förderung steht hierbei außer Frage.

Deutlich zeigt sich auch die Verschiebung der Kennlinie bei Verwendung von organischen Reststoffen. Durch den Mehraufwand an Investition und Betriebskosten, ergibt sich bei gleichen Gestehungskosten eine Differenz der Substratkosten von rund € 12 pro MWh Biogas. Anders gesagt: Bei gleichen Gestehungskosten müsste somit eine Anlage, die mit organischen Reststoffen betrieben wird, bei den Substratkosten um € 12 pro MWh Biogas günstiger sein als eine NAWARO-Anlage.

## 4.5.2 Abwärmenutzung (bei Verstromung)

Der Grad der Abwärmenutzung bei Verstromung des Biogases im BHKW entscheidet in hohem Ausmaß über die wirtschaftliche Betriebsweise einer Biogasanlage.

Entscheidend ist hierbei einerseits die erzielbare Höhe des Wärmepreises ab Flansch (laut Ökostromverordnung mit durchschnittlich € 24 pro Megawattstunde Wärme angesetzt, siehe [28]), andererseits der Anteil der verkauften Wärmemenge. Im Sinne der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit ist natürlich eine größtmögliche Nutzung der bei der Stromerzeugung im BHKW anfallenden Wärme anzustreben.

Auch von Seiten des Gesetzgebers wird ein gewisses Maß an Wärmenutzung für die Unterstützung von Ökostrom aus Biogasanlagen vorausgesetzt. Dabei sind zwei gesetzliche Bestimmungen maßgeblich:

Zum einen muss die Anlage nach § 2 Abs. 1 der Ökostromverordnung (2010) einen Brennstoffnutzungsgrad von mindestens 60 % für die Gewährung der Einspeisetarife erreichen. Zum anderen ist in der Ökostromverordnung (2010) vorgesehen, dass für elektrische Energie, die in KWK-Anlagen ausschließlich auf Basis von Biogas erzeugt wird, ein Zuschlag von 2 Cent/kWh gewährt wird, sofern diese Anlagen das Effizienzkriterium nach § 8 Abs. 2 des KWK-Gesetzes (BGBl. I Nr. 111/2008) erfüllen.

Das Vorhandensein bzw. Schaffen entsprechender Wärmeabnehmer zur Erhöhung der Abnahmemenge muss jedenfalls als wichtiges Ziel der Wirtschaftlichkeit angesehen werden. Beispielhaft können für jede erzeugte Megawattstunde elektrischer Strom je nach Anlage maximal zwischen 1,1 und 1,4 Megawattstunden Wärme verkauft werden. Die wirtschaftliche Bewertung der Wärmenutzung ist in Abschnitt 4.5.3 bzw. Abbildung 4-6 dargestellt.

### 4.5.3 Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz

Die in diesem Abschnitt genannten Zahlen wurden entnommen von [32].

Die Investitionskosten für die Odorierung können mit € 10.000 (bei 100 m<sup>3</sup> Biomethan pro Stunde) bis € 30.000 (bei 1.000 m<sup>3</sup> Biomethan pro Stunde) angenommen werden, die Investitionskosten einer Übernahmestation samt Qualitätskontrolle ohne Gaschromatograph betragen € 50.000. Die Investitionskosten können für einen Produktgasvolumenstrom zwischen 70 und 400 Nm<sup>3</sup>/h als konstant angesehen werden. Wird ein Gaschromatograph eingesetzt, muss mit Mehrkosten von rund € 20.000 gerechnet werden.

Die Verbrauchskosten setzen sich aus den Kosten für die Odorierung von € 30 pro Jahr und aus den Wartungskosten von € 5.000 pro Jahr zusammen. Die Wartungskosten resultieren aus der Kalibrierung des Gaschromatographen. Der Stromverbrauch der Übernahmestation ist mit 1.000 kWh/Jahr anzusetzen. Die Betriebskosten können über den Produktgasvolumenstrom von 70 bis 400 Nm<sup>3</sup>/h als konstant angenommen werden. Eine Abhängigkeit der Betriebskosten von der Anlagenkapazität ergibt sich dann, wenn eine Verdichtung notwendig ist.

Der spezifische Energiebedarf für die Verdichtung von Biogas wird in Abbildung 4-4 dargestellt.

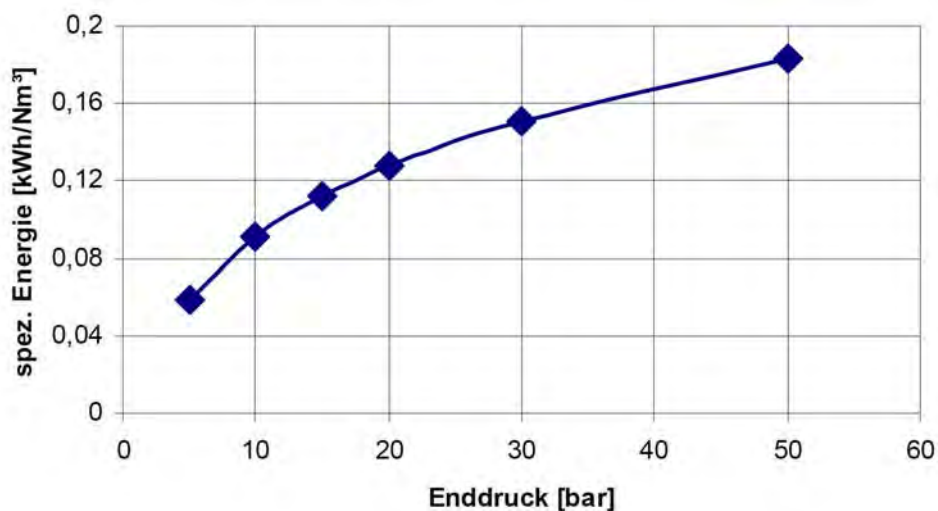


Abbildung 4-4: Spezifischer Energiebedarf für die Verdichtung von Gas von 1bar/20°C auf Enddruck [Theißing, 2005]

#### Netzebenen zur Gaseinspeisung

Es werden je nach Funktion 3 verschiedene Netzebenen unterschieden:

\* Leitungen der Netzebene 1 werden im Allgemeinen als Fernleitungen bezeichnet. Charakteristisch für Fernleitungen ist das hohe Druckniveau mit Drücken bis zu 70 bar. Die Leitungsdimensionen hängen stark von der Durchsatzkapazität und dem benötigten Druck des Gases ab, Rohrleitungsdurchmesser von 800 bis 1050 mm reichen in der Regel aus. Druckabfälle des Gases aufgrund von Reibungsverlusten werden beim Transport über weite Strecken durch Verdichterstationen ausgeglichen, die in Abständen von 100 bis 150 Kilometer installiert sind. Fernleitungen dienen nur dem Transport von Gas über weite Strecken; es gibt keine direkten Abnehmer.

<sup>32</sup> HORNBACHNER, et al. (2005): Rechtliche, wirtschaftliche und technische Voraussetzungen für die Biogas-Netzeinspeisung in Österreich, Projekt-Nr.807712 Energiesysteme der Zukunft

\* Leitungen der Netzebene 2 werden als Verteilerleitungen bezeichnet. Als Verteilerleitungen bezeichnet man alle Rohrleitungen, die der unmittelbaren Versorgung von Kunden dienen und sich über ein geografisch abgegrenztes Verteilergebiet erstrecken. Gemeinsam mit den Fernleitungen zählen auch die Verteilerleitungen der Netzebene 2 zu den Hochdruckleitungen. Es gilt, ein Druckniveau von 6 bar nicht zu unterschreiten. Der maximale Betriebsdruck ist ebenfalls mit 70 bar begrenzt. Auch in dieser Netzebene sind mit Ausnahme einiger Großabnehmer keine direkten Abnehmer an das Netz angeschlossen.

\* Leitungen der Netzebene 3 sind alle Verteiler- und Versorgungsleitungen mit einem Druck kleiner 6 bar. Sie zweigen immer direkt von Verteilerleitungen der Ebene 2 ab und bilden das dichteste Netz. Meist verlaufen diese Leitungen entlang von Straßenzügen und sie dienen der direkten Belieferung von Abnehmern.

Grundsätzlich kann in keinem Gasnetz – unabhängig von der jeweiligen Netzebene – von einem konstanten Betriebsdruck ausgegangen werden. Dieser ist direkt proportional zum Gasverbrauch. Je größer der Gasverbrauch in einem Gasnetz, Subnetz oder Netzabschnitt ist, desto größer muss der Druck am jeweiligen Einspeisepunkt sein. Das ist eine direkte Folge der Druckverluste im Gasnetz.

Für jegliche Einspeisung von Gas, also auch von Biogas, bedeutet das, dass die einspeisende Anlage in der Lage sein muss, variable Einspeisedrücke bereitstellen zu können. Die hierfür nötige Druckerhöhung kann mit einem mehrstufigen, drehzahlgeregelten Kompressor erfolgen, was größere Investitionskosten bedeutet. Alternativ dazu wäre auch eine Verdichtung des eingespeisten Gases auf den maximal auftretenden Druck im Netz möglich. Die Anpassung an den jeweiligen Betriebsdruck kann dann durch Drosselung erfolgen. Den niedrigeren Investitionskosten für den Kompressor stehen in dieser Variante eklatant höhere Betriebskosten gegenüber, die vom Motor zum Antrieb des Kompressors hervorgerufen werden. Damit kommt diese Konfiguration vor allem in den Niederdruckgasnetzen der Netzebene 3 zum Tragen<sup>33</sup>.

Die Anlagengröße zur Biomethan-Netzeinspeisung ist vor allem bei Netzebene 3 sehr stark abhängig vom Verbrauch des Gasnetzes. Hierbei kann es vorkommen, dass in den Sommermonaten nicht das gesamte produzierte Biomethan ins Netz eingespeist werden kann. Somit sind die Biogasanlagengrößen im Vorfeld mit dem Gasversorger abzustimmen. Zu berücksichtigen bleibt, dass kleinere Biogasanlagen höhere Biomethan-gestehungskosten aufweisen.

#### Gestehungskosten Biomethan bei Netzeinspeisung

Als Basis der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde eine Biogasanlage mit etwa 500 m<sup>3</sup>/h Biogas (entsprechend einer 1.000 kW<sub>e</sub>-Anlage) herangezogen, die kein BHKW versorgt sondern nur zur Biomethan-Netzeinspeisung verwendet wird.

Die Investitionskosten wurden mit € 2.600.000 für die Biogasanlage und € 700.000 für die Aufbereitung und Netzeinspeisung veranschlagt. Die Berechnungsgrundlage baut auf das IV2Splus-Projekt „Mobiles Biogas“ [31] auf, das für die hier durchgeführten Berechnungen adaptiert wurde.

Aufgrund der zu erwartenden Betriebs- und Verbrauchskosten von € 118.000 pro Jahr in einem Betrachtungszeitraum von 15 Jahren werden die Gestehungskosten für mit einem Druck von 6 bar ins Erdgasnetz eingespeistes Biomethan berechnet (siehe Abbildung 4-5). Die Kosten für das Rohbiogas bis zum Eintritt in die Gasaufbereitung sind in dieser Darstellung nicht berücksichtigt – sie finden in weiterer Folge über den Substratpreis Eingang in die Kalkulation.

<sup>33</sup> THEIBING MATTHIAS, et al. (2005): BIOGas – Einspeisung und Systemintegration in bestehende Gasnetze, Programmlinie Energiesysteme der Zukunft



Die Berechnungen fußen auf einer eingespeisten Biomethanmenge von 1.560.000 Nm<sup>3</sup> pro Jahr (entspricht einer Aufbereitungsanlage mit 210 Nm<sup>3</sup> Biomethan pro Stunde). Förderungen in Form von Investition oder Betrieb blieben für die Berechnung ebenso unberücksichtigt wie etwaige Kosten für Gärrestlager/Entsorgung.

Je nach Substratkosten können nun die Gestehungskosten für Biomethan bestimmt werden. Aktuell liegen die Substratkosten von NAWARO-Anlagen – umgelegt auf den darin enthaltenen Gasertrag – etwa zwischen € 30 und 40 pro Megawattstunde (MWh). Ausgangsbasis für diese Kalkulation ist ein Preis von 28 bis 37 €/t für Mais-Frischmasse. Die Gestehungskosten für eingespeistes Biomethan (mit 95% Methangehalt) liegen somit in diesem Bereich zwischen € 65 und 75 pro MWh.

Die Notwendigkeit einer ausreichenden Netzeinspeise-Förderung steht hierbei außer Frage. Die zusätzlichen Kosten für die Aufbereitung bei der Biogasanlage mit biogenen Abfallstoffen (z.B. mit negativen Substratkosten) blieben hierbei unberücksichtigt und könnten daher durch Umlegen der Kosten auf den vorliegenden Substratpreis Berücksichtigung finden.

#### Vergleich Biomethan-Netzeinspeisung mit BHKW

Der Vergleich der Ökostromförderung einer Biogasanlage mit der Biogasnetzeinspeisung zeigt folgendes Bild:

Eine 1.000 kW<sub>el</sub>-NAWARO-Biogasanlage mit BHKW als Ökostromanlage erhält für 8.600 Volllaststunden jährliche Zuschüsse aus der Ökostromförderung von rund € 890.000,- (€ 150<sup>34</sup> pro MWh Ökostrom abzüglich des Marktpreises von € 46,53 pro MWh<sup>35</sup>). Wenn man bei der gleichen Biogasanlagengröße anstatt des BHKWs eine Biomethan-netzeinspeisung installiert und die genannte Ökostromförderung in Abbildung 4-5 von den Gestehungskosten abzieht, ergibt sich die gelb dargestellte Linie – mit stark verringerten Gestehungskosten und einer Differenz von etwa € 39,90 pro MWh.

Diese Differenz von € 39,90 pro MWh bedeutet, dass man Biomethan mit eben diesem Betrag subventionieren müsste um für die Einspeisung von Biomethan ins Erdgasnetz dieselbe Förderwirkung zu erzielen wie für Ökostromanlagen. Ausgehend von den oben angenommenen Substratkosten von € 30 bis 40 pro MWh (Gasertrag) könnte Biogas an der Schnittstelle nach der Gasaufbereitung um € 23 bis 33 pro MWh verkauft werden. Die Praxis zeigt, dass Gasversorger für Biomethan sogar bis zu € 60 pro MWh bezahlen – also quasi schon jetzt eine freiwillige Förderung gewähren.

---

<sup>34</sup> Die angegebenen € 150 pro MWh setzen sich zusammen aus € 130 Vergütung für den eingespeisten Ökostrom plus € 20 KWK-Bonus

<sup>35</sup> Mittelwert 2003-01/2011 für Marktpreis laut e-control

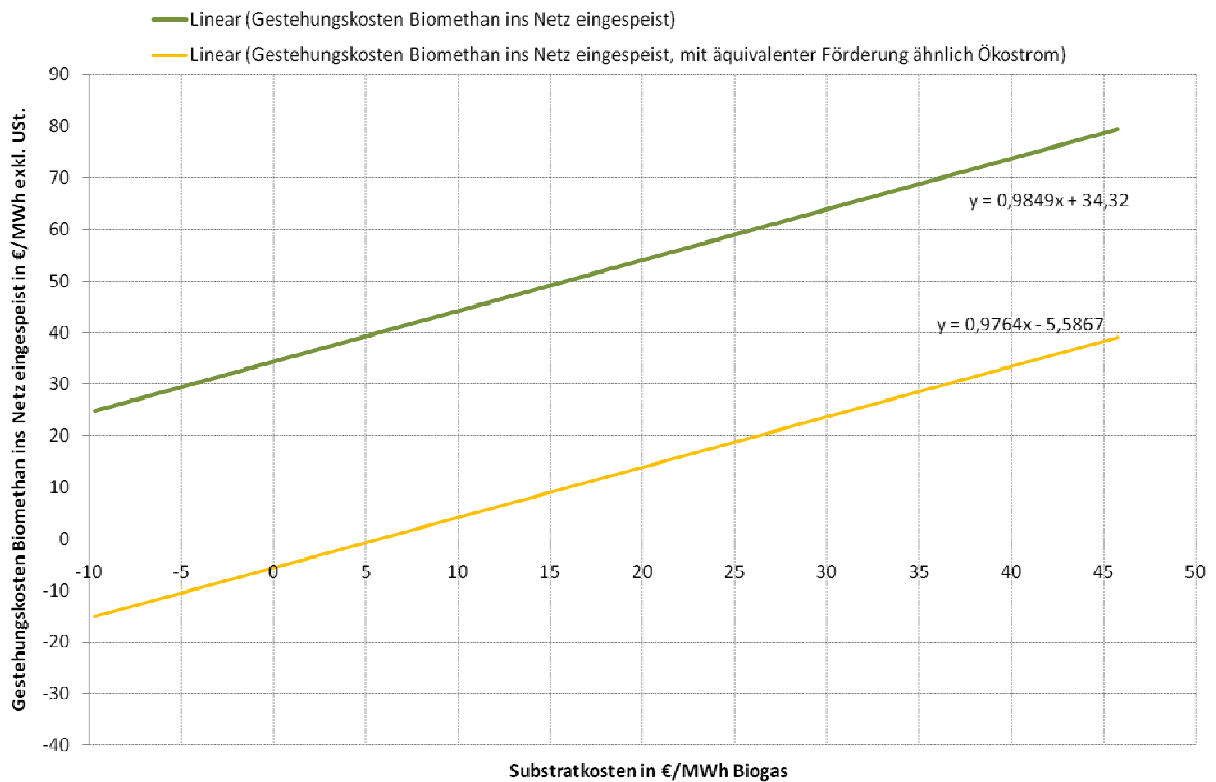


Abbildung 4-5: Gestehungskosten Biomethan ins Erdgasnetz eingespeist, in Abhängigkeit der Substratkosten (€/MWh Biogas)

In Abbildung 4-6 sind die Break-Even-Points (internal rates of return blieben unberücksichtigt) für Strom und Biomethan einer Anlage mit 500 m<sup>3</sup>/h Biogas dargestellt. Der Break-Even-Point gibt Auskunft darüber, zu welchem Mindestpreis Strom bzw. Biomethan verkauft werden muss, damit die Anlage wirtschaftlich dargestellt werden kann.

Der Vergleich zeigt, dass NAWARO-Anlagen ohne Einspeiseförderung wirtschaftlich nicht tragbar sind. Ökostromanlagen (mit einer Vergütung von € 150 pro MWh Strom) und Substratpreisen unter € 37 pro MWh Biogas lassen sich hingegen sehr wohl wirtschaftlich darstellen.

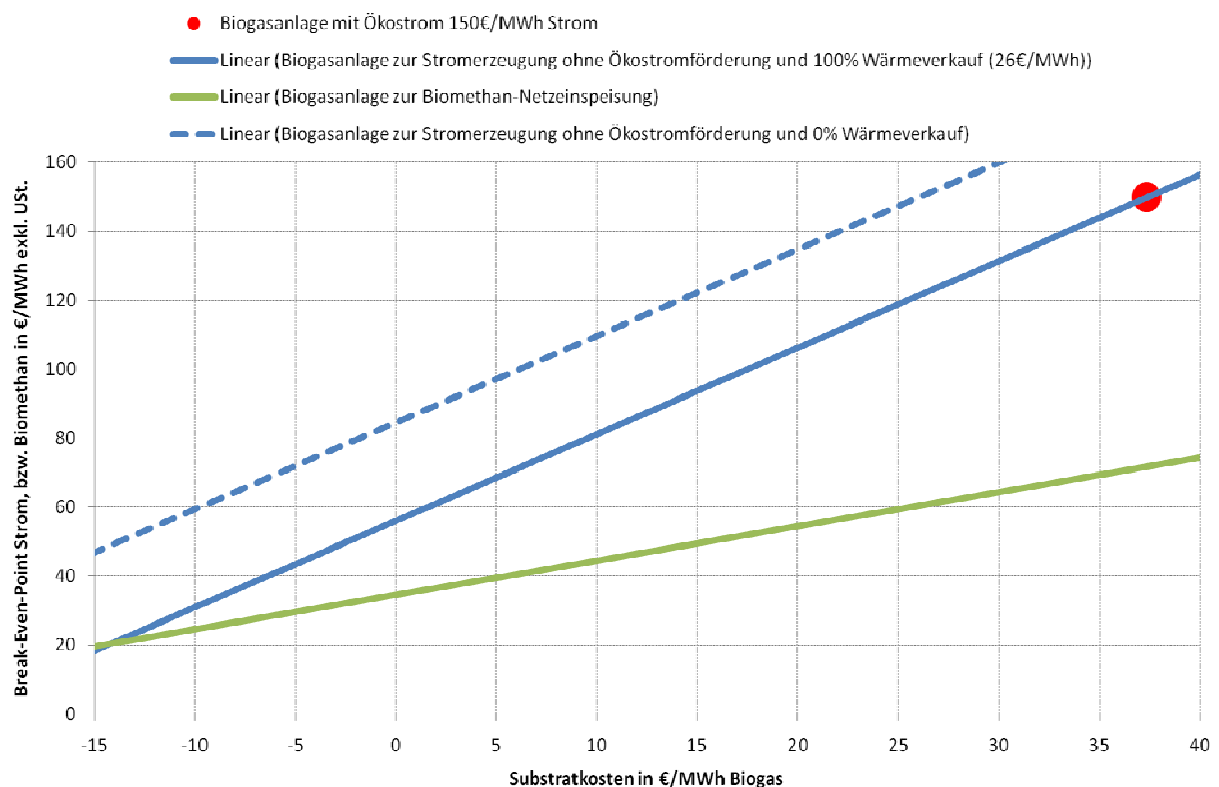


Abbildung 4-6: Break-Even-Point Strom, bzw. Biomethan in Abhängigkeit der Substratkosten (€/MWh Biogas)

Beim Vergleich Biomethan-Netzeinspeisung und BHKW (ohne Ökostromförderung) zeigt sich, dass die Biomethan-Netzeinspeisung einerseits höhere Substratpreise erlaubt, andererseits die Kennliniensteigung nicht so groß ist wie bei der BHKW-Variante, was wiederum die geringere Abhängigkeit vom Substratpreis zum Ausdruck bringt.

Die Auswirkungen des Wärmeverkaufs, wie in 4.5.2 beschrieben, sind durch 0 bzw. 100% Wärmeverkauf dargestellt. Der Unterschied schlägt sich dabei in den Substratkosten mit etwa € 11,3 pro MWh Gasertrag nieder, bei gleichbleibendem Break-Even-Point. Sowohl Förderungen in Form von Investition oder Betrieb als auch die Kosten für Gärrestlager und etwaiger Gärrest-Entsorgung blieben für die Berechnung unberücksichtigt.

Basis der Abbildung 4-6 zugrunde liegenden Berechnungen stellt die Abbildung 4-5 dar, wobei für die Stromerzeugung von Investitionskosten des gesamten BHKW-Teils von € 1.830.000 ausgegangen wird. Die bei der Verstromung anfallende Wärme wurde mit 0 bzw. 100% Wärmeverkauf und € 24 pro MWh ab Flansch BHKW veranschlagt.

In Abbildung 4-7 sind die durchschnittlichen Marktpreise elektrischer Grundlastenergie angeführt. Geht man von den derzeit € 51 pro MWh aus, müsste laut Abbildung 4-6 ein negativer Substratpreis vorliegen, um die Biogasanlage (ohne Ökostromförderung) kostendeckend betreiben zu können. Allerdings liegen in den wenigsten Fällen negative Substratpreise vor ...



Abbildung 4-7: Durchschnittliche Marktpreise elektrischer Grundlastenergie [36]

#### 4.5.4 Biogastankstelle / Gasfahrzeuge

Der Anschluss einer von der Biogasanlage entfernten Biomethan-Tankstelle kann über eine erdverlegte Gasleitung erfolgen, wobei hierbei die Investitionskosten je nach Geländeform etwa € 150 bis 250 pro Meter betragen.

Die Investitionskosten einer Tankstelle inkl. Verdichtung auf 250 bar belaufen sich auf etwa € 150.000, zuzüglich Infrastruktur (Bau, Strom etc.).

Alternativ zu einer erdverlegten Gasleitung zur Tankstelle kann der Gastransport auch über ein mobiles System erfolgen. Hierbei müssen mobile Gasspeicher mit etwa 200 bar Druck an der Biomethanaufbereitungsanlage befüllt und anschließend zur Tankstelle transportiert werden. Es ist mit Mehrkosten von etwa € 13,5 pro MWh Biomethan zu rechnen. Diese Mehrkosten setzen sich zusammen aus Frächterkosten für den Transport zur 20 Kilometer entfernten Tankstelle sowie aus Investitionskosten für mobile Speicher [31].

Im Vergleich dazu sind die Betriebskosten für eine Biogastankstelle vernachlässigbar. Wenn diese zu 100 Prozent ausgelastet ist, fallen Kosten von € 1,8 pro MWh Biomethan an. Unter diesen Bedingungen ist der Betrieb einer Tankstelle im direkten Anschluss an eine Biogasanlage bereits unter den heutigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich vertretbar.

<sup>36</sup> ENERGIE CONTROL GMBH (2011): Abfrage durchschnittlicher Marktpreise elektrischer Grundlastenergie auf <http://www.e-control.at>, Zugriff am 18.01.2011

## 4.5.5 Zusammenfassung der wirtschaftlichen Betrachtungen

Der Betrieb von Biogasanlagen ist unter den derzeit herrschenden Rahmenbedingungen wirtschaftlich grenzwertig. Hohe Substratkosten bei NAWARO Anlagen können nur durch Inanspruchnahme des derzeitigen Ökostromgesetzes getragen werden.

Theoretisch verbessert sich die Wirtschaftlichkeit bei Nutzung von biogenen Abfallströmen, allerdings bedingt dies eine fachgerechte Vergärung mit hohen Investitionskosten bei der Substrataufbereitung. Ist zusätzlich aufgrund fehlender Möglichkeit der Ausbringung des Gärrestes in der Landwirtschaft eine Gärrestaufbereitung mit den dazu notwendigen Investitions- und Betriebskosten erforderlich, kann der Betrieb aufgrund des 20%igen Abschlages beim Ökostromtarif wirtschaftlich nicht mehr gerechtfertigt werden.

Die Analysen dieser Studie zeigen, dass alle derzeitigen marktreifen Möglichkeiten zur Nutzung des Biogases wirtschaftlich in etwa gleichwertig sind. Kann die Wärme des BHKWs nicht genutzt werden, ist die Gaserzeugung zu bevorzugen.

Derzeit wird „Biomethan“ über den Bonus von 2 Cent pro Kilowattstunde gefördert. Dieser gelangt dann zur Auszahlung, wenn Biogas aufbereitet, ins Erdgasnetz eingespeist und an anderer Stelle zur Ökostrom-Produktion genutzt wird. Die Erzeugung von elektrischem Strom genießt hingegen eine wesentlich intensivere Förderung, was zu einer Verschiebung in Richtung Nutzung des Biogases in einem BHKW führt.

Aufgrund des heutigen Preisgefüges auf dem Strom- und Gasmarkt ist es nicht möglich ohne Förderung in eines dieser Netze (Erdgas oder Strom) einzuspeisen: Der Großmarktpreis für den Stromeinspeisung beträgt circa € 50 pro Megawattstunde, Gas wird am Großmarkt in den meisten Fällen zum halben Strompreis gehandelt.

In Einzelfällen wird von Einspeisetarifen für Strom aus Biogas-Abfallanlagen am freien Markt von bis zu € 80 pro Megawattstunde berichtet, Biomethan (entsprechend ÖVGW97) wird fallweise mit € 60 pro Megawattstunde vergütet. Einzig mit Hilfe dieses von den EVUs bisher freiwillig (!) gewährten und im Vergleich zum aktuellen Marktpreis deutlich höheren Einspeisetarifs war es möglich einige derartige Biogasanlagen in Österreich zu errichten.

Eine höhere Vergütung des erzeugten aufbereiteten Biogases kann erzielt werden, wenn Gas an Kleinverbraucher, Einzelverbraucher (Ersatz für Heizöl) oder Tankstellen abgegeben wird.

Der Betrieb einer Gastankstelle direkt im Anschluss an eine wirtschaftlich optimierte Biogasanlage ist bereits unter den heutigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich. Muss das Gas aber durch ein Gasnetz oder einer mobilen Speichereinheit zu einer Tankstelle transportiert werden, ist das wirtschaftlich nicht mehr darstellbar.

Die Versorgung von Erdgastankstellen mit dezentral erzeugtem Biogas stellt die nachhaltigste Möglichkeit zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs dar. Diese Möglichkeit kann auch unmittelbar realisiert werden.

## Empfehlungen

1. In der derzeitigen Fassung des Ökostromgesetzes ist nicht eindeutig definiert, welche Menge an Abfällen in einer Biogasanlage neben nachwachsenden Rohstoffen vergoren werden darf, ein 20%iger Abschlag beim Einspeisetarif ist aber festgehalten.

Nimmt ein Betreiber diesen Abschlag in Kauf, wird er daher danach trachten möglichst viele Abfälle in der Biogasanlage zu nutzen. Diese kostengünstigen Substrate bedingen aber auch eine hochwertigere Substratvorbehandlung. Oft werden daher Abfälle ohne ausreichende Vorbehandlung in Biogasanlagen vergoren, was die Qualität des Gärrestes verringert.

Im Sinne einer Gleichstellung des Wettbewerbes zwischen Biogasanlagen zur Co-Fermentation von nachwachsenden Rohstoffen und Abfällen und Anlagen auf Basis nachwachsender Rohstoffe scheint es notwendig denselben Einspeisetarif zu gewähren, damit die Investition in eine entsprechende Substratvorbehandlung wirtschaftlich tragbar ist.

2. Das fehlende Gaseinspeisegesetz in Österreich führt dazu, dass die Technologieentwicklung heimischer Firmen verhindert, die Erreichung der gesteckten Reduktionsziele von CO<sub>2</sub>-Emissionen verzögert und die heimische Wertschöpfung verringert wird. Es wäre an der Zeit für eine derartige gesetzliche Regelung!

In diesem Fall wäre auch die Förderung von gasbetriebenen Kraftfahrzeugen notwendig, um eine kritische Masse zu erreichen.

## 5 Verwertung von Gärrest

[IFA Tulln]

### Zusammenfassung

Gärrest besitzt aufgrund seiner Nährstoffgehalte sehr gute Düngereigenschaften. Er enthält sehr gut pflanzenverfügbare Nährstoffe und organische Bestandteile, die zum Aufbau der Organik im Boden beitragen und bodenverbessernde Eigenschaften besitzen.

**Prinzipiell erfüllen sowohl Gärrückstände aus Biogasanlagen mit biogenen Abfällen als Input als auch Biogasgülle aus Anlagen mit NAWARO als Input die für den Einsatz als Düngemittel erforderlichen Grenzwerte.**

Die Verwendung von Gärresten als Dünger in der Landwirtschaft ist daher eine sehr sinnvolle Verwertung, die zudem zur Kreislaufführung von Nährstoffen beiträgt. Organische Abfallstoffe können so zu Wertstoffen werden.

Die Verwertung von Gärresten kann bei forciertem Einsatz von organischen Abfällen und anderen überregionalen Substraten allerdings bedingt durch die nur in begrenztem Ausmaß zur Verfügung stehenden regionalen landwirtschaftlichen Nutzflächen zur Ausbringung des Gärrestes und dem damit einhergehenden regionalem Nährstoffüberschuss zu einem Problem werden. Limitierend wirkt sich hier vor allem die Stickstoffmenge aus. Diese Hürde kann mit der Aufbereitung von Gärresten (zu Düngemitteln bzw. Düngekonzentraten) genommen werden.

Schon der Einsatz einer simplen Feststoffseparationsstufe kann zweckdienlich sein: Die weitgehende Abtrennung der flüssigen Phase führt zu einer eklatanten Verringerung der Transportkosten für die verbleibende feste Phase, zudem kann die abgetrennte Flüssigkeit zum Anmaischen und als Prozesswasser verwendet werden. **Da in der festen Phase Phosphat und zu einem geringeren Anteil auch Stickstoff stark aufkonzentriert wird, erschließt sich durch diesen Verfahrensschritt auch die Möglichkeit einer gesonderten Verwertung/Vermarktung der Feststoffe als Düngemittel.**

Die umfassende Aufbereitung des Gärrestes ist mit hohen Kosten verbunden – so schlägt sich die Aufbereitung des Gärrestes auf Vorfluterqualität mit bis zu 12 Euro pro Kubikmeter Gärrest zu Buche. Diese Kosten werden nur in den wenigsten Fällen wirtschaftlich tragbar sein.



## 5.1 Einleitung

Gärrest aus Biogasanlagen ist eine wertvolle Ressource, da im Gärrest Nährstoffe und Boden verbesserndes Materialien enthalten sind. Aufgrund seines hohen Wassergehaltes von 90 bis 98 Prozent ist sein Marktwert momentan jedoch sehr gering.

Laut [37] wird die Bedeutung von Gärresten aufgrund folgender Faktoren in der Zukunft deutlich zunehmen:

- Steigende Preise für mineralische Düngemittel erhöhen den Nutzwert von Gärresten.
- Die Verwertung der Gärreste als Dünger trägt zur Minderung von Treibhausgasemissionen bei, da für die Herstellung mineralischer Dünger ein hoher (fossiler!) Energiebedarf erforderlich ist.
- Mit der Gärrestverwertung können die begrenzten Phosphatvorräte geschont werden.
- Durch Gärrestverwertung können die Düngerkosten durchschnittlich um 100 Euro pro Hektar (€/ha) reduziert werden.

Um den Marktwert von Gärresten zu erhöhen, können unterschiedliche Technologien zur Gärrestaufbereitung eingesetzt werden. Die Aufbereitung von Gärresten ist jedoch zumeist mit hohen Kosten verbunden, und die Wirtschaftlichkeit ist daher von Fall zu Fall zu prüfen.

Die rechtliche Unterscheidung zwischen Gärückstand und Biogasgülle sowie die rechtlich relevanten Grenzwerte und deren Einhaltung werden im Detail in Abschnitt 7 - „Rechtliche Rahmenbedingungen“ erörtert.

## 5.2 Inhaltstoffe von Gärresten und Analysedaten

Im Hinblick auf die in erster Linie landwirtschaftliche Verwertung des Gärrestes sind die folgenden drei großen Gruppen von Inhaltsstoffen von Interesse:

- die Nährstoffe als wertgebende und für die Düngewirkung ausschlaggebende Inhaltsstoffe
- der Gehalt an organischen Verbindungen im Zusammenhang mit ihrer bodenverbessernden Wirkung
- der potenzielle Gehalt an Schadstoffen, die eventuell einer landwirtschaftlichen Verwertung im Wege stehen

### 5.2.1 Nährstoffe und Gehalt an Organik

Die Hauptnährstoffe sind Stickstoff, Phosphor und Kalium. Darüber hinaus sind auch Calcium, Magnesium, Schwefel, Natrium und Chlor von Bedeutung.

Wenngleich Gärreste für die Landwirtschaft (derzeit) in erster Linie Nährstofflieferanten darstellen, ist die Wirkung als Humusdünger zur Verbesserung der organischen Bodensubstanz ein wichtiger zusätzlicher pflanzenbaulicher Aspekt. Ausschlaggebend für den Verbleib der Hauptnährstoffe bei der Gärrestbehandlung ist ihre jeweilige Bindungsform.

---

<sup>37</sup> Weiland P (2010) Flaschenhals Gärrestverwertung. Symposium „Aufbereitung von Gärresten“, 30.09.2010, IFA Tulln (Universität für Bodenkultur Wien), Tulln, A

### Stickstoff (N)

Stickstoff findet sich im Gärrest sowohl in organisch gebundener als auch in gelöster Form – vorwiegend als Ammonium-Stickstoff ( $\text{NH}_4$ ) – wieder.

Der Ammonium-Stickstoff ist sofort pflanzenverfügbar und kann in seiner Wirkung mit Mineraldünger verglichen werden. Durch den Gärprozess steigt der Ammonium-Gehalt im Gärrest auf bis zu 80 Prozent des Gesamtstickstoffgehaltes an.

Der in der organischen Substanz enthaltene Stickstoff ist hingegen stabil gebunden und reichert sich bei langjähriger Ausbringung im Boden an<sup>38,39</sup>. Daher ist seine Wirkung langfristig.

Der hohe Ammoniumanteil in Verbindung mit den höheren pH-Werten birgt bei der Ausbringung des Gärrestes die Gefahr von Verlusten in Form von Ammoniak. Dies zieht einerseits Schadstoffemissionen in die Luft und andererseits eine Verringerung der Düngewirkung nach sich. Bei der Gärrestaufbereitung kommt es im Zuge der Fest-Flüssig-Separation zu einer weitgehenden Trennung der langfristig wirksamen gebundenen Stickstoff-Komponenten und des in der Flüssigphase gelösten kurzfristig wirksamen Ammoniums.

### Phosphor (P)

Phosphor wird aus organischen Verbindungen in Form des wasserlöslichen Ortho-Phosphat-Ions  $\text{PO}_4^{3-}$  freigesetzt. Dies gilt unter anderem auch für das schlecht verfügbare, an Phytinsäure gebundene Phosphat, welches in Samen und Körnern die wichtigste P-Form darstellt und bis zu 80 % des Gesamtphosphors in Weizen oder Mais ausmachen kann. Ortho-Phosphat wird jedoch in der Folge in komplexer Form über Eisen bzw. Aluminium-Brücken an die im Gärrest befindlichen schwer abbaubaren organischen Anteile wie z.B. Huminstoffe gebunden.

Bei einer Feststoffabtrennung folgt der Phosphor der festen Phase. Entsprechende Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass die Bindung des Phosphors nicht sehr stark ist: So ist der im Gärrest enthaltene Phosphor leicht mobilisierbar und wird zu 100 % als unmittelbar pflanzenverfügbar angerechnet.

### Kalium (K)

Kalium liegt bereits im angemischten Substrat fast vollständig in löslicher Form vor. Dies gilt dementsprechend auch für den Gärrest. Im Unterschied zum Phosphor folgt es der wässrigen Phase.

### Humusbildende organische Inhaltsstoffe

Neben den oben genannten Nährstoffen ist der Gärrest auch ein wichtiger Lieferant an langsam zersetzbarem organischem Material, das die Humusbildung im Boden anregt. Dort tragen Huminstoffe zur Aggregatstabilität und zum Wasser- und Nährstoffhaltevermögen bei.

Angesichts des Organikverlustes sehr vieler Böden liefert Gärrest somit einen positiven Beitrag zum Aufbau von stabiler organischer Substanz im Boden. Das nicht abgebaute organische Material stellt den Großteil der im Gärrest enthaltenen festen Bestandteile dar und wird somit bei der Feststoffseparation mehrheitlich abgetrennt. Die Feststoffe können daher gezielt zur Bodenverbesserung eingesetzt werden.

---

<sup>38</sup> Biogashandbuch Bayern – Materialienband, Kapitel 2.2.7, 2007, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, D (<http://www.lfu.bayern.de/abfall/fachinformationen/biogashandbuch/doc/kap227.pdf> – Stand 30.11.2009)

<sup>39</sup> Wendland M (2009) Biogasgärreste - Einsatz von Gärresten aus der Biogasproduktion als Düngemittel, Biogas Forum Bayern Nr. 1 – 3/2009 (<http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Biogasgaerreste.pdf> – Stand 16.10.2009)

## 5.2.2 Analysen von Gärresten aus Abfallbehandlungsanlagen

In folgender Tabelle 5-1 sind die wichtigsten Parameter für die unterschiedlichen Gärreste von Abfallverwertungsanlagen zusammengefasst, wobei jeweils der Mittelwert, die Anzahl der Messungen sowie die Bandbreite angegeben werden. Zur Eingrenzung der typischen Bandbreiten bzw. zum Ausschluss von Ausreißern wurden die Werte des 10 % Quantils und des 90 % Quantils verwendet.

Tabelle 5-1: Übersicht über gemessene Gärrestzusammensetzung in Abfallverwertungsanlagen (Biotonne, Speisereste, überlagerte Lebensmittel etc.)

ABFALLVERWERTUNGSANLAGEN								
		SUBSTRAT	pH	CSB	TS	oTS	Total-N	NH4-N
			[-]	[kg/t]	[%]	[%]	[kg/t]	[kg/t]
Bandbreite			7,3 - 8,3	15 - 120	1,5 - 8,0	1,0 - 6,0	1,0 - 11,0	0,5 - 9,0
Einzelanlagen	I	überlagerte Lebensmittel, Blut, Biotonne	8,0 - 8,3 (Ø 8,2) n=16	-	3,9 - 4,1 (Ø 4,0) n=6	2,4 - 2,8 (Ø 2,6) n=6	6,4 - 8,1 (Ø 7,3) n=6	5,1 - 7,2 (Ø 6,4) n=13
	II	Biomüll, Speisereste	7,3 - 7,9 (Ø 7,5) n=38	15 - 31 (Ø 24,2) n=6	1,6 - 3,3 (Ø 2,2) n=19	1,0 - 1,7 (Ø 1,3) n=19	1,4 - 2,3 (Ø 1,8) n=18	0,6 - 1,5 (Ø 1,0) n=19
	III	Biomüll, Rüstabfälle, überlagerte Lebensmittel, Küchen- und Speiseabfälle, Flotatfette, Blut	7,8 - 8,2 (Ø 8,1) n=48	36 - 73 (Ø 57,1) n=48	5,6 - 8,1 (Ø 7,2) n=48	3,0 - 4,5 (Ø 3,9) n=47	4,2 - 6,7 (Ø 5,8) n=48	3,1 - 4,1 (Ø 3,7) n=48
	IV	Rindergülle, Schlachtabfälle, Biomüll, Küchen- und Speisereste, Mais	8,0 - 8,3 (Ø 8,2) n=11	115,2 n=1	5,7-7,2 (Ø 6,4) n=3	4,1-5,6 (Ø 4,8) n=3	8,4 - 10,8 (Ø 9,6) n=4	6,8 - 8,6 (Ø 7,9) n=5
Stichproben (9 Anlagen)		biogene Abfälle	7,6 - 8,1 (Ø 7,8)	-	2,5 - 4,7 (Ø 3,6)	1,4 - 2,7 (Ø 2,0)	3,0 - 6,8 (Ø 4,9)	1,5 - 5,6 (Ø 3,7)

\*) Angabe der Messwerte als Quantile Q(0,1) – Q(0,9); Mittelwert (Ø) und Anzahl der Messungen

## 5.2.3 Vergleich der Analysedaten von Gärresten mit den Grenzwerten der Düngemittelverordnung

### 5.3 Abgrenzung Gärrest zu Klärschlamm

Im Gegensatz zu Klärschlamm handelt es sich bei Gärrest um stabilisiertes biologisches Material. Im Gärrest sind die Nährstoffe schon in sehr guter pflanzenverfügbarer Form vorhanden. Klärschlamm von einer Kläranlage ist selbst noch nicht stabil. Wird er in einem Faultrum durch einen Anaerobprozess stabilisiert, ist der entstehende Faulschlamm nun ebenfalls eine Form von Gärrest.

Klärschlamm entsteht in kommunalen Kläranlagen oder industriellen Kläranlagen. Die möglichen Quellen für Schadstoffe sind somit sehr diffus. Über den Kanal können Schadstoffe von Straßen, Haushalten und öffentlichen Einrichtungen in die Kläranlage gelangen. Eine andere Möglichkeit ist, dass Schadstoffe aus

industriellen Prozessen in den Klärschlamm gelangen. Aus diesem Grund wird dem Klärschlamm des öfteren mit gewisser Skepsis begegnet.

Im Gegensatz zu Klärschlamm entsteht der meiste Gärrest in Österreich aus Nahrungspflanzen/Kulturpflanzen, wodurch hier die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, Schadstoffe im Gärrest vorzufinden. Auch bei der Behandlung von überlagerten Lebensmitteln oder Speiseresten kann man davon ausgehen, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schadstoffen sehr unwahrscheinlich ist. Natürlich gibt es aber auch biogene Abfälle, die einen gewissen Schadstoffgehalt aufweisen.

Wesentlich ist die Tatsache, dass in keinem der biotechnologischen Prozesse, weder im anaerobem Biogasprozess noch bei der aeroben Abwasserbehandlung, direkt Schadstoffe entstehen (*Anmerkung*: Der in der Biogasproduktion anfallende Schwefelwasserstoff findet sich praktisch nicht im Gärrest wieder und wird bei einer technischen Applikation durch Entschwefelung entfernt).

Dies bedeutet, dass alle etwaigen Schadstoffe im Gärrest bereits in den Substraten vorhanden waren, also noch *bevor* diese in eine Biogasanlage bzw. Kläranlage gelangen.

Eine kommunale Kläranlage kann sich in diesem Sinne nicht die Substrate/Abwässer aussuchen, die behandelt werden sollen. Sie muss alle ankommenden Abwässer behandeln. Eine Biogasanlage hat sehr wohl Einfluss darüber, welche Substrate sie annimmt, und welche nicht. Dadurch kann auch entschieden auf die Qualität des Gärrestes Einfluss genommen werden.

Gärrest kann also um einiges weniger kritisch gesehen werden kann als Klärschlamm. Auch die angeführten Analysen bezeugen, dass Gärreste prinzipiell deutlich unter den Grenzwerten liegen (siehe Kapitel 7 - Rechtliche Rahmenbedingungen). Zu Grenzwertüberschreitungen kam es bei den angeführten Daten eigentlich nur bei der Verwendung von Gülle. Dennoch ist eine starke Kontrolle von Substraten, die in Biogasanlagen Verwendung finden bzw. finden sollen, unabdingbar, um die gute Qualität von Gärresten zu garantieren.

## 5.4 Problematik der „Entsorgung“ von Gärresten

Gärrest besitzt einen hohen Düngewert und sollte daher idealerweise im Kreislauf auf die landwirtschaftlichen Flächen zurückgebracht werden. Dies funktioniert auch in vielen Fällen sehr gut, vor allem dann, wenn die Landwirte selber ihre eigenen Substrate (NAWARO, Gülle, landwirtschaftliche Abfälle) in Biogasanlagen verarbeiten: Die Landwirte besitzen die entsprechenden Felder, auf denen der Gärrest – entsprechend der Limitierung der Stickstofffracht – ausgebracht werden kann. Ein zusätzlicher positiver Faktor in diesem Erfolgsmodell ist natürlich auch, wenn die Landwirte an den Einnahmen der Biogasanlage beteiligt werden.

Bei der im deutschsprachigen Raum ständig wachsenden Anzahl an Biogasanlagen entsteht jedoch auch zunehmend die Problematik der „Entsorgung“ von Gärresten. Paradoxiertweise, da immer noch zu einem sehr großen Anteil fossiler Dünger (Mineraldünger) zum Einsatz kommt und zudem die globalen Phosphorreserven ständig abnehmen.

Diese Problematik der Verwertung von Gärresten mündet unter anderem in der Entwicklung von Gärrestaufbereitungsverfahren, um Düngekonzentrate/organische Dünger aus dem Gärrest zu produzieren.

Wodurch entsteht die Problematik der „Entsorgung“ von Gärresten (abgeändert nach Weiland<sup>37</sup>)

- Regionaler oder betrieblicher Überschuss an Nährstoffen
- Hohe Pachtpreise für Flächen zur Gärrestverwertung
- Große Biogasanlagen, die weite Gärresttransporte erfordern
- Niedrige Nährstoffgehalte im Gärrest (hoher Wassergehalt)
- Verwendung von überregionalen Substraten
- Entkoppelung von Biogasanlagenbetreibern und Landwirtschaft
- Ausbringungsverbot für Gärreste in Wasserschutzzonen und bei gefährdeten Oberflächengewässern

Negative Eigenschaften von Gärresten (nach Weiland<sup>37</sup>)

- Relativ geringe Nährstoffgehalte erhöhen den betrieblichen Arbeitsaufwand für die Düngung
- Schwankende Nährstoffgehalte und unbekannte Ammoniak-Verluste führen zu einem unsicheren Düngewert.
- Hoher pH-Wert bei gleichzeitig weitgehender Mineralisierung der org. Stickstoffverbindungen bewirkt Gefahr für Ammoniak-Ausgasung.
- Gefahr für Methanemissionen bei offener Lagerung der Gärreste
- Hoher Wassergehalt bewirkt hohe Lagerkosten und schränkt die Transportwürdigkeit der Gärreste ein

## 5.5 Prinzipien der Gärrestaufbereitung

Bei Biogasgroßanlagen, in denen Gärrest in riesigen Mengen anfällt, oder in Regionen, in denen ein starker regionaler Überschuss an Nährstoffen herrscht, lassen sich Gärreste über die in Kleinanlagen übliche Praxis den Gärrest als Dünger direkt auf den umliegenden landwirtschaftlichen Flächen auszubringen, kaum mehr handhaben. Hierfür müssen enorme Lagerkapazitäten sowie ausreichende landwirtschaftliche Flächen zur Verfügung stehen. Jedenfalls ist der Gärrest, welcher zum Großteil aus Wasser besteht, über weite Strecken zu transportieren, was mit entsprechendem Aufwand verbunden ist. Hier soll die Gärrestaufbereitung Erleichterung bringen.

Grundsätzlich können folgende wesentliche Ziele der Gärrestaufbereitung genannt werden:

- Abtrennung von Nährstoffen und ihre Überführung in transport- und verkaufsfähige Verwertungsformen
- Reduzierung der auszubringenden Mengen
- Verminderung von Lagerungs- und Ausbringungskosten
- Verringerung der Umweltbelastungen

Die Gärrestaufbereitung umfasst eine Fülle an unterschiedlichsten Technologien, die es auch dem Fachmann schwer machen, den Überblick zu bewahren. Dies trifft umso mehr zu, als sich die Gärrestaufbereitung fast durchwegs aus einer beträchtlichen Anzahl einzelner Verfahrensschritte zusammensetzt. Hinzu kommt, dass die Gärrestaufbereitung nicht als etabliertes Verfahren bezeichnet werden kann, sondern in vielerlei Hinsicht noch in ihren Kinderschuhen steckt. Wenn sich einige Verfahrensabläufe auch als Standardansatz abzuzeichnen

beginnen, so hängt die richtige Verfahrensauswahl doch in hohem Maße von den lokalen Randbedingungen ab. Detaillierte Bewertungen und Vergleiche zur Gärrestaubebereitung finden sich bei *Fuchs und Drosig (2010)*<sup>40</sup>.

### Gängige Konzepte zur Gärrestaubebereitung

Kennzeichnend für die meisten Gärrestaubebereitungsverfahren ist, dass sie sich aus mehreren Einzeltechnologien zusammensetzen. Oftmals wird zwischen Teilaubebereitung und Vollaubebereitung unterschieden:

- Teilaubebereitung: Die Feststoffe werden abgetrennt und es wird eine nährstoffreduzierte Flüssigphase erzeugt, die innerbetrieblich Verwertung findet oder ausgebracht wird.
- Vollaubebereitung: Die Feststoffe werden abgetrennt und die Flüssigphase wird bis zur Einleiterqualität aufgereinigt, wobei ein nährstoffreiches Konzentrat hergestellt wird.

Die genannte Einteilung ist nicht immer ganz zutreffend, eignet sich aber zur groben Gliederung der eingesetzten Verfahrenskombinationen.

Erster Schritt ist fast durchwegs eine Feststoff-Separierung mittels Schneckenpresse oder Dekanterzentrifuge (siehe

Abbildung 5-1: Separation der Feststoffe als erster Schritt der Gärrestaubebereitung).

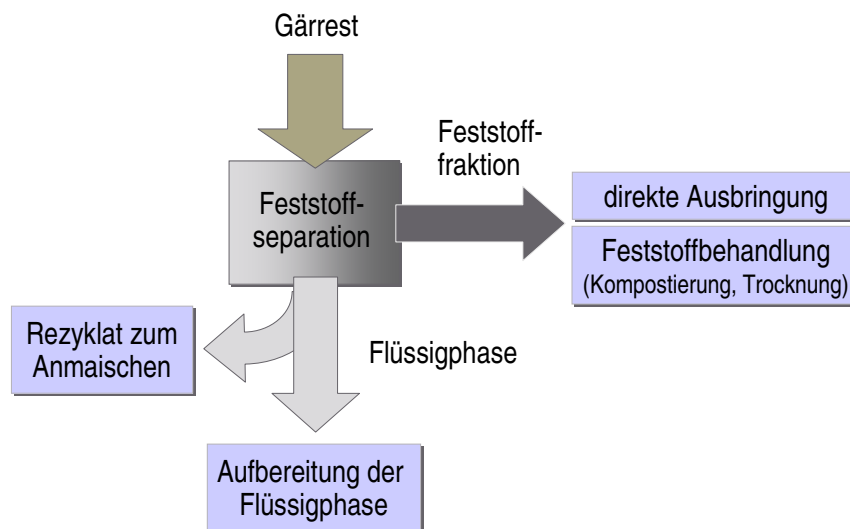


Abbildung 5-1: Separation der Feststoffe als erster Schritt der Gärrestaubebereitung

Werden die Feststoffe nicht unmittelbar ausgebracht, kann eine zusätzliche Stabilisierung entweder durch Kompostierung oder durch Trocknung erfolgen.

Die erstehende Flüssigphase, auch Dünngülle genannt, kann teilweise zum Anmischen, d.h. zur Einstellung des Trockensubstanzgehaltes der Eingangssubstrate, zurückgeführt werden. Für die verbleibende Flüssigfraktion

<sup>40</sup> Fuchs und Drosig (2010) Technologiebewertung von Gärrestbehandlungs- und Verwertungskonzepten. Eigenverlag der Universität für Bodenkultur Wien, ISBN 978-3-900962-86-9.

gibt es eine Vielzahl an Verwertungs- und Behandlungsmöglichkeiten. Im einfachsten Fall kann diese ebenfalls auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden. Der Vorteil der Fest-Flüssigseparierung kann hierbei in einer verbesserten Logistik bei der landwirtschaftlichen Verwertung liegen. So ergeben sich beispielsweise aufgrund des verringerten Feststoffgehaltes Vereinfachungen bei der Ausbringung der Flüssigphase.

Für die weitergehende Aufbereitung der Flüssigphase können u.a. die Eindampfung, Membrantrennverfahren oder biologische Verfahren eingesetzt werden, optional ist eine eigene Verfahrensstufe zur Stickstoffentfernung. Einen Überblick über mögliche Verfahrenskombination bietet Abbildung 5-2: Mögliche Gärrestaufbereitungskonzepte.

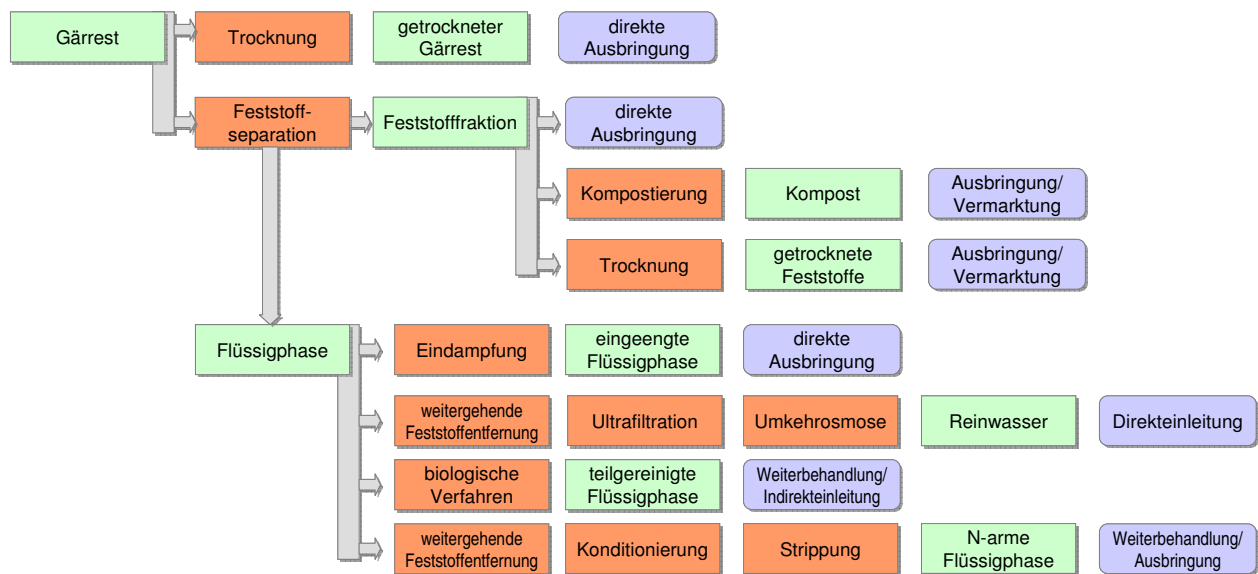


Abbildung 5-2: Mögliche Gärrestaufbereitungskonzepte

Eine bereits etablierte Variante zur Teilbehandlung der Flüssigphase ist die Eindampfung. Als Hauptstufe der Aufbereitung dient eine mehrstufige Vakuumeindampfung unter Nutzung der Abwärme des Blockheizkraftwerks. Es entsteht ein Gärrestkonzentrat, wobei Eindickungsgrade von maximal etwa 50 % erzielbar sind. Entsprechend verringern sich die Transportkosten. Insgesamt gibt es zumeist jedoch auch höherwertigere Möglichkeiten zur Wärmenutzung, sodass die Sinnhaftigkeit einer Gärresteindampfung im Einzelfall zu prüfen ist.

Eine andere Möglichkeit der Transportkostensenkung ist die Verringerung des Stickstoffanteiles im Gärrest durch Strippung, da die mögliche Ausbringmenge pro Hektar in erster Linie durch die Reglementierung der maximalen Stickstoffmenge limitiert wird. Man erhält zusätzlich ein Stickstoffkonzentrat (z.B. Ammoniumsulfat), welches als Dünger Anwendung finden kann. Betreffend Strippung hat sich der Einsatz von Füllkörperkolonnen nicht bewährt. Viel versprechender sind Verfahren, welche in Reaktoren ohne notwendige Einbauten ausgeführt werden. Eine erste großtechnische Anlage nach diesem Verfahrensprinzip ist bereits in Betrieb (Anlage BENAS in Deutschland). Inwieweit das erwähnte Verfahren die angesprochenen Vorteile erfüllen kann, wird die weitere Praxis zeigen

Die wichtigste Variante zur Totalaufbereitung der Flüssigphase stellen Membranverfahren dar. Nach der Separation der Feststoffe wird als Zwischenschritt eine weitere Partikelentnahme mittels Siebung oder Flotation durchgeführt. Es folgt eine Ultrafiltration zur Abtrennung der Schwebstoffe. Dabei werden alle noch



enthaltenen Feinstpartikel als Konzentrat abgetrennt. Der abschließende Verfahrensschritt ist eine Umkehrosmose. Es entstehen ein Nährstoffkonzentrat und Brauchwasser bzw. einleitfähiges Wasser.

### Fazit der Gärrestaufbereitung

Generell ist eine Gärrestaufbereitung mit hohem Aufwand verbunden und wird nur dann Anwendung finden, wenn die klassische Direktausbringung auf landwirtschaftlichen Flächen nicht oder nur unter hohem Transportaufwand möglich ist.

Einfache Konzepte, wie der alleinige Einsatz einer Feststoffseparation mittels Schneckenpresse oder Dekanterzentrifuge, können auch unter anderen Bedingungen sinnvoll sein. Einerseits kann durch eine Separierung Rezirkulat für die Anmischung zur Verfügung gestellt werden, wodurch sich die Menge an anfallendem Gärrestes sowie der Frischwasserbedarf, reduziert, andererseits können dadurch auch Lagerungs- und Ausbringungskosten gespart werden. Die Feststoffe können entweder durch Kompostierung oder durch Trocknung stabilisiert werden und als organische Dünger weiterverwendet werden.

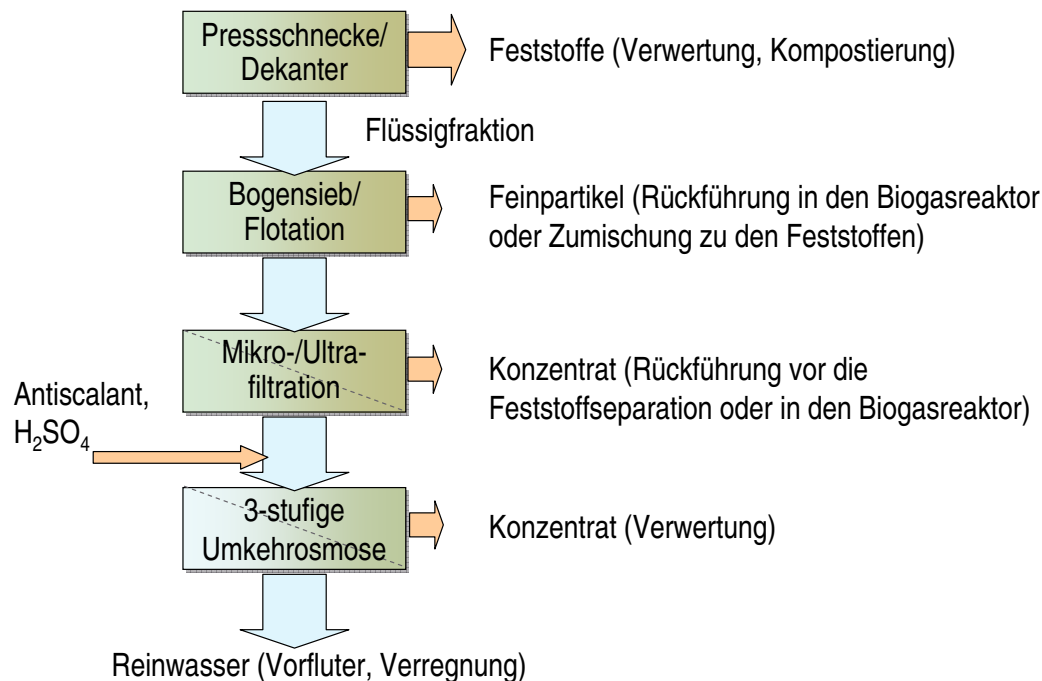


Abbildung 5-3: Verfahrensführung der Komplettaufbereitung der Flüssigphase mittels Membrantechnologie

Ist eine Aufbereitung der Flüssigphase notwendig, finden oftmals entweder Membranverfahren oder Eindampfungsanlagen Anwendung. Die Eindampfung ist eine vergleichsweise robuste Technologie, die in der aktuellen Situation in Deutschland durch den KWK-Bonus stark begünstigt wird. Anzumerken ist jedoch, dass es zur Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades der Anlage prinzipiell sinnvoller wäre, die Abwärme einer höherwertigen Nutzung zuzuführen.

Im Falle der Membranaufbereitung zeigen sich bei vielen Anlagen im Dauerbetrieb noch Verfahrensschwierigkeiten. Trotz einiger Referenzanlagen und mehrerer Marktanbieter können diese Verfahren noch nicht als vollständig etabliert bezeichnet werden. Insbesondere in den Bereichen Energieaufwand und Standfestigkeit der Membranen wird noch ein hohes Optimierungspotenzial gesehen. Generell stellt dieses Verfahrenskonzept

jedoch derzeit die einzige Technologie dar, die die Aufbereitung der Flüssigphase bis zu direkt einleitbarem Wasser ermöglicht.

In Summe gesehen ist die direkte Ausbringung in vielen Fällen nach wie vor der wirtschaftlich zweckmäßigste Weg. Dennoch ist absehbar, dass sich die Gärrestaufbereitung angesichts regionaler Nährstoffüberschüsse als sinnvolle Alternative bzw. Ergänzung etablieren wird. Auch die verstärkte Nachfrage und das gesteigerte Interesse zeigen, dass ein zunehmender Bedarf für Gärrestverwertungsverfahren besteht. Der weitere technologische Fortschritt und der zunehmende Erfahrungsgewinn lassen ein deutliches Sinken der derzeit teils noch hohen Kosten erwarten. Insgesamt ist somit davon auszugehen, dass die Gärrestaufbereitung, wenn auch nicht als Regelfall, so doch vor allem bei Großanlagen ihre Berechtigung besitzt und zukünftig einen festen Platz im Gesamtkonzept zur Erzeugung erneuerbarer Energie mittels Biogastechnologie einnehmen wird.

## 5.6 Kosten der Gärrestaufbereitung – Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit

Generell ist der Aufwand für eine Gärrestbehandlung noch relativ hoch – es muss mit Kosten von über 10 bis 12 Euro pro Kubikmeter Gärrest gerechnet werden. Je nach lokalen Rahmenbedingungen ergeben sich erhebliche Unterschiede bei den einzelnen Kostenfaktoren, so dass unterschiedliche Verfahrenskonzepte ihre standortspezifische Berechtigung besitzen.

Diesen Aufwendungen stehen Einsparungen bei den Ausgaben für Lagerung und Ausbringung sowie der Verwertung der entstehenden Produkte gegenüber. Die meisten Erzeugnisse finden wiederum in der landwirtschaftlichen Verwertung ihren Einsatz. Ziel ist es primär, ein möglichst volumenreduziertes, stark mit Nährstoffen angereichertes Endprodukt zu erhalten. Gerade jedoch bezüglich möglicher Erlöse aus der Gärrestaufbereitung ist die Situation unbefriedigend. Die Hoffnung, über deren Vermarktung signifikante Einnahmen erzielen zu können, ist derzeit kaum gegeben. Auf dem Sektor der Herstellung vermarktungsfähiger Produkte, die entsprechenden Qualitätsansprüchen genügen, besteht jedenfalls noch erheblicher Entwicklungsbedarf.

### 5.6.1 Allgemeine Kostenbetrachtungen

Das für die Planung bzw. den späteren Betrieb wahrscheinlich wichtigste Bewertungskriterium sind die Kosten der Gärrestaufbereitungsverfahren, wobei diese natürlich immer in Zusammenhang mit dem gewünschten Aufbereitungsgrad bzw. den lokalen Anforderungen gesehen werden müssen. In der Literatur finden sich einige Kostendarstellungen, die sich in den meisten Fällen jedoch auf einzelne Verfahrensvarianten beschränken<sup>41,42,43</sup>. Eine vollständige und sehr detaillierte Kostendarstellung für die wichtigsten Gärrest-

<sup>41</sup> Pietsch K, Köttner M (2007) Gärrestaufbereitung – Ziele, Methoden, Kosten. 6. Rottaler Biomasse Fachgespräch: Biomasse – Kostenfaktor Nr.1 in der Biogasanlage, 30.03.2007, Rottersdorf, D  
([http://www.biogas-infoboard.de/pdf/Seiten61-67%20aus%206.%20Rottaler%20Biom.%20Fachtagung\\_200%20dpi-6.pdf](http://www.biogas-infoboard.de/pdf/Seiten61-67%20aus%206.%20Rottaler%20Biom.%20Fachtagung_200%20dpi-6.pdf) – Stand 14.10.2009)

<sup>42</sup> Schulze D, Block R (2005) Ökologische und ökonomische Bewertung von Fermenterabwasseraufbereitungssystemen auf der Basis von Praxisversuchen und Modellkalkulationen für das Betreiben von Biogasanlagen. Projektbericht des Gartenbauzentrums Straelen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Straelen, D  
(<http://www.lvg-straelen-lwkr.de/biogas/projektbericht-gaerrestauebereitung-05.pdf> - Stand 14.10.2009)

aufbereitungskonzepte findet sich in einer vom deutschen Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft erstellten Studie (KTBL 2008)<sup>44</sup>. Die Ergebnisse der genannten Studie werden an dieser Stelle kurz zusammengefasst.

Der Kostenvergleich wurde anhand einer Modellbiogasanlage erstellt, deren Substrat zu 50 Prozent aus Rindergülle und zu weiteren 50 Prozent aus Maissilage besteht. Die jährliche Produktion an Gärrest beträgt 30.000 Kubikmeter. Das zugehörige Blockheizkraftwerk besitzt eine elektrische Leistung von 500 Kilowatt (kW) und eine thermische Leistung von 690 kW. Als Referenzszenario ohne Gärrestbehandlung wurde angenommen, dass für die Ausbringung des anfallenden Gärrestes hofnahe Flächen im Ausmaß von 420 Hektar und mit einer mittleren Entfernung von 3,7 Kilometer zur Verfügung stehen. Auf diesen hofnahen Flächen kann etwa die Hälfte des Gärrestes ausgebracht werden. Der verbleibende Gärrest muss im Mittel 20 Kilometer zu hoffernen Flächen transportiert werden. Die angesetzten Kosten für die Ausbringung betragen 3,34 Euro pro Tonne (€/t) für die anlagennahe bzw. 5,47 €/t für die anlagenferne Ausbringung.

Folgende Gärrestbehandlungstechnologien wurden miteinander verglichen:

- I. Referenzszenario ohne Gärrestbehandlung
- II. Separierung mittels Schneckenpresse und getrennte Ausbringung der flüssigen und festen Phase
- III. Separierung (Schneckenpresse) mit anschließender Trocknung der Feststoffe mittels Bandtrockner
- IV. Separierung mittels Dekanterzentrifuge und Weiterbehandlung der Flüssigphase mittels Ultrafiltration und abschließender Umkehrosmose
- V. Separierung mittels Dekanterzentrifuge und Eindampfung der Flüssigphase auf circa 38 Prozent der Ursprungsmenge (eine allfällig notwendige Nachbehandlung des Brüdenkondensates wurde kostenmäßig nicht berücksichtigt)
- VI. Separierung mittels Dekanterzentrifuge und Weiterbehandlung der Flüssigphase durch Stickstoffentfernung mittels Strippung und anschließender chemischer Fällung (eine danach wahrscheinlich notwendige Weiterbehandlung der Flüssigphase bis zur endgültigen Vorfluterqualität wurde in die Untersuchungen nicht miteinbezogen)

---

<sup>43</sup> Bauermeister U, Wild A, Meier T (2009) Stickstoffabtrennung mit dem ANAstrip-Verfahren System GNS, Gülzower Fachgespräche, Band 30: Gärrestaubebereitung für eine pflanzliche Nutzung – Stand und F&E Bedarf, Seiten 78-96 ([http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_365-index.htm](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_365-index.htm) Stand 15.10.2009)

<sup>44</sup> KTBL (2008) Umweltgerechte, innovative Verfahren zur Abtrennung von Nährstoffen aus Gülle und Gärresten - Technologischer Stand, Perspektiven und Entwicklungsmöglichkeiten. Studie im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, erstellt durch das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, D, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Technologie und Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, D

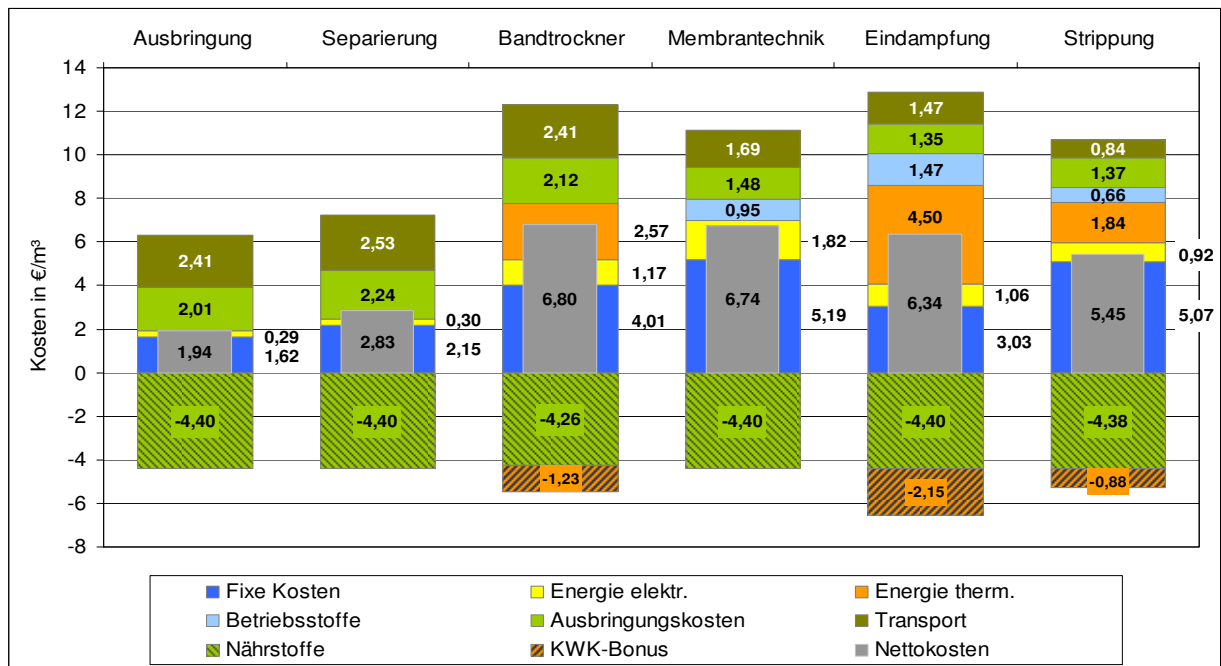


Abbildung 5-4: Vergleich der spezifischen Kosten für die Verfahren der Gärrestaufbereitung, nach KTBL (2008)

Die ermittelten Verfahrenskosten umfassen auch die bauseitigen Maßnahmen wie Hallen und Lagerkapazitäten sowie die Kosten für die Ausbringung der Aufbereitungsprodukte. Ebenso in die Berechnungen miteinbezogen wurden die Kosten für den Wärmebedarf von thermischen Verfahren, wobei diese mit 0,03 Euro pro Kilowattstunde (€ pro kWh) angesetzt wurden. Den Kosten wurden modellhaft fiktive Nährstoff Erlöse gegenübergestellt. Diese wurden aus den aktuellen Preisen für konventionelle Düngemittel errechnet und belaufen sich auf 0,60 € pro kg N, 0,51 € pro kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sowie 0,26 € pro kg K<sub>2</sub>O. Ebenso wurde bei den thermischen Verfahren die in Deutschland mögliche Lukrierung des KWK-Bonus in einer Höhe von 0,02 € pro kWh<sup>45</sup> berücksichtigt.

Wie schon weiter oben erwähnt kann der Einsatz für Wärme zur Düngemittelproduktion Sinn machen, wenn danach ein vermarktbare Produkt entsteht. Dies ist jedenfalls besser, als die Wärme ungenutzt an die Umwelt abzugeben. Im Einzelfall ist jedoch zu prüfen, ob am jeweiligen Standort nicht eine höherwertigere Wärmenutzung sinnvoll ist.

Seitens der Studierersteller wird darauf hingewiesen, dass bei einigen Verfahrenskonzepten aufgrund der geringen Erfahrung noch größere Unsicherheiten bezüglich der tatsächlichen Investitions- und Betriebskosten bestehen. Ebenso wird festgehalten, dass sich die genannten theoretischen Erlöse unter jetzigen Gegebenheiten nur schwer erzielen lassen.

Die erhaltenen Ergebnisse sind als Übersicht in Abbildung 5-4 und Tabelle 5-2angeführt.

<sup>45</sup> Ein KWK-Bonus von 0,02 €/kWh gilt in Deutschland für Altanlagen. Für Neuanlagen erhöht sich der Bonus auf 0,03 €/kWh, allerdings unter verschärften Auflagen.

Tabelle 5-2: Vergleich der spezifischen Kosten für Verfahren der Gärrestaufbereitung nach KTBL (2008)

	Gärrestaushbringung	Separierung	Bandrockner	Membrantechnik	Eindampfung	Strippung
	[€/m <sup>3</sup> Gärrest]					
Fixe Kosten	1,62	2,15	4,01	5,19	3,03	5,07
Energie und Betriebsstoffe	0,29	0,30	3,74	2,77	7,03	3,42
Transport und Ausbringung	4,42	4,77	4,53	3,17	2,82	2,21
Bruttokosten	6,33	7,23	12,28	11,13	12,88	10,70
Nährstoffe	-4,40	-4,40	-4,26	-4,40	-4,40	-4,38
KWK-Bonus	x	x	-1,23	x	-2,15	-0,88
<b>Nettokosten</b>	<b>1,94</b>	<b>2,82</b>	<b>6,80</b>	<b>6,72</b>	<b>6,32</b>	<b>5,43</b>

Erwartungsgemäß erhöhen sich die Bruttokosten, das heißt die Kosten ohne Erlöse aus der Verwertung der Produkte, mit der Zunahme der Komplexität der Gärrestaufbereitung. Desgleichen steigen die zugehörigen Nettokosten an, da der erzielbare Erlös hauptsächlich aus dem Nährstoffgehalt der erzeugten Produkte errechnet wurde, der für alle Verfahren annähernd gleich ist.

Wie dem Vergleich entnommen werden kann, ergeben sich für alle Aufbereitungsverfahren höhere Nettokosten, als dies bei der direkten Ausbringung der Fall ist. Eine positive Bilanz zugunsten einer Gärrestaufbereitung ergibt sich erst dann, wenn in unmittelbarer Umgebung kein Bedarf für die Nährstoffe besteht und sich ein entsprechender Erlös nur durch die Umwandlung in leicht transportierbare Nährstoffkonzentrate erzielen lässt.

#### Eigene Kostenbetrachtungen

Zwar liefert die obige Aufstellung einen guten Überblick über die einzelnen Kosten der verschiedenen Verfahren, sie bietet aber nur wenige Anhaltspunkte, unter welchen Voraussetzungen eine Gärrestaufbereitung tatsächlich ökonomisch sinnvoll ist. Darüber hinaus kann ein auf einem Ausgangsszenario beruhender Vergleich die lokalen Gegebenheiten, die jeweils für eine Gärrestbehandlung sprechen, nur schwer miteinbeziehen. Je nach Rahmenbedingungen ergeben sich nämlich erhebliche Unterschiede bei den einzelnen Aufwendungen und erzielbaren Erlösen, was eine sehr hohe Schwankungsbreite der Gesamtkosten bewirkt. Daher wird anschließend anhand eines Fallbeispiels eine möglichst detaillierte Kostenübersicht gegeben.

## 5.7 Referenzanlage - Skizzierung eines möglichen Gärrestaufbereitungsszenarios

Im Rahmen dieses Punktes wird bezugnehmend auf die Referenzanlage in Abschnitt 1.5 ein realistisches Gärrestaufbereitungsszenario gewählt.

Der Gärrest wird in einem Feststoffseparationsschritt (Dekanter) in einen festen und in einen flüssigen Gärrest aufgetrennt. Der Feststoff wird an die Kompostierung weitergegeben. Alternativ könnte auch eine Kompostierung vor Ort an der Anlage erfolgen.

Die flüssige Phase wird zum Teil rezirkuliert und zur Anmischung weiter verwendet sowie die aus dem Prozess ausgeschleuste Flüssigkeit in Gärrestlagern gelagert und als Düngemittel ausgebracht. Auf den Substratinput bezogen werden 30% Frischwasser und 100% Rezikulat für die Anmischung verwendet.

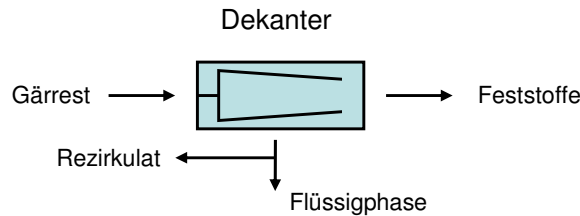


Abbildung 5-5: Verfahrensübersicht des der Feststoffseparation durch Dekanterzentrifuge in der Referenzanlage

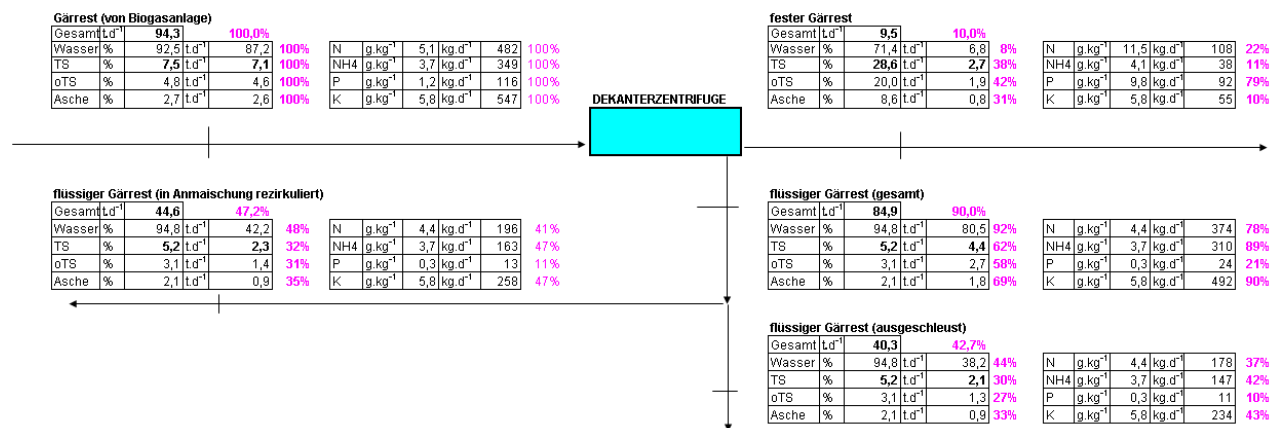


Abbildung 5-6: Übersicht über die Massen- und Nährstoffströme bei der Feststoffseparation des Gärrestes in der Referenzanlage

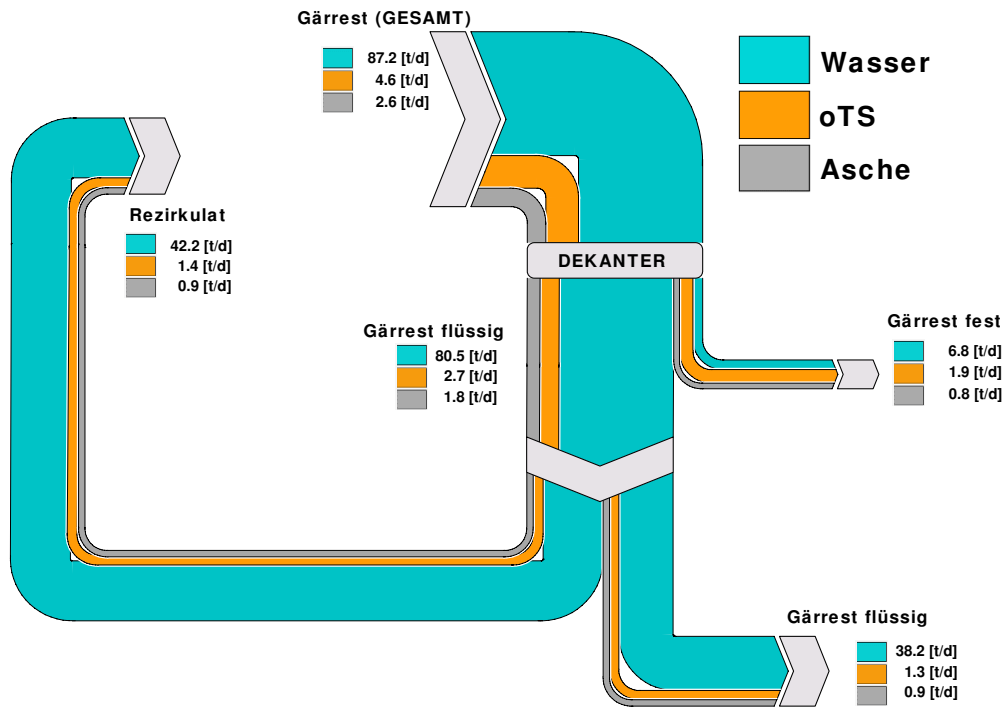


Abbildung 5-7: Verteilung der Stoffströme (Wasser, Asche, Organik) in der Gärrestaufbereitung durch Feststoffseparation mittels Dekanterzentrifuge in der Referenzanlage

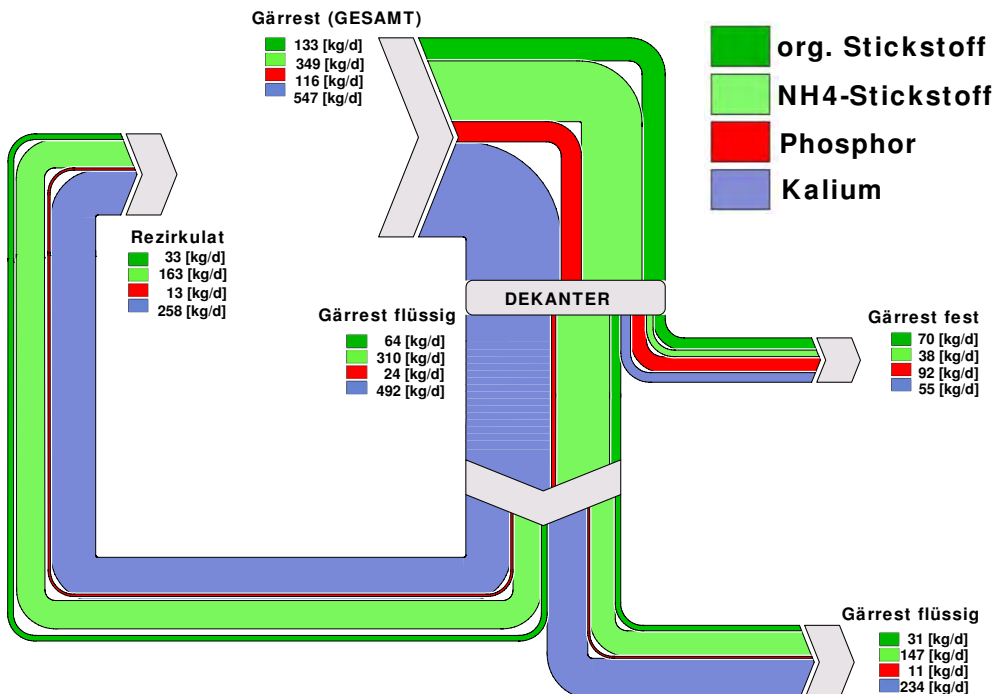


Abbildung 5-8: Verteilung der Nährstoffe (org. Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Phosphor und Kalium) in der Gärrestaufbereitung durch Feststoffseparation mittels Dekanterzentrifuge in der Referenzanlage



### 5.7.1 Detaillierte Kostenbetrachtung

Da es sich gezeigt hat, dass die entstehenden Kosten sehr stark vom Standort und den jeweiligen Rahmenbedingungen abhängig sind, wurden hier exemplarisch die Kosten der Gärrestaufbereitung dargestellt.

Für die Ausbringung der Gärreste wurde angenommen, dass der flüssige Gärrest zu Ausbringungskosten von 6 Euro pro Kubikmeter (€/m<sup>3</sup>) auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht wird. Für die Kompostierung von Gärrest muss in dieser Annahme 35 Euro pro Tonne (€/t) gezahlt werden, wobei hier natürlich regionale Schwankungen zu berücksichtigen sind<sup>46</sup>.

Würde eine rechtliche Aufwertung des Gärrückstandes stattfinden bzw. käme es zu einem gesellschaftlich anerkanntem Wert des Gärrestes aufgrund seines Nährstoffgehaltes, könnten Erlöse aufgrund seines Düngewertes erzielt werden. Somit würde diese Kalkulation deutlich besser aussehen.

In Tabelle 5-3 werden die Kosten für die Gärrestbehandlung/ -verwertung im Detail durchgerechnet. Sie machen einen nicht zu vernachlässigenden Anteil an den Gesamtkosten aus. Durch die Aufwertung von Gärrückstand und die Honorierung seines Düngewertes könnte die Gesamtwirtschaftlichkeit verbessert werden.

---

<sup>46</sup> Quelle: Hr. Hofmann; ARGE Kompost und Biogas Oberösterreich

Tabelle 5-3: Kostenübersicht über die Gärrestaufbereitung/-verwertung

<b>Menge Gärrest-gesamt (durch Dekanter) [t/a]</b>	<b>34.420</b>
<b>Menge Gärrest-flüssig [t/a]</b>	<b>14.710</b>
<b>Menge Gärrest-fest [t/a]</b>	<b>3.468</b>
<b>Investitionen</b>	
Investitionen Gärrestlager (50 €/m <sup>3</sup> Lagerkapazität)	367.738
Investitionen Anlagenhalle	12.000
Zinssatz	6%
Abschreibungsdauer [a]	25
<b>Annuität</b>	<b>29.706</b>
Investitionen Dekanterzentrifuge	110.000
Investitionen Peripherie (Gärrestzwischenlager, Verrohrung, Pumpe)	35.000
Investkosten (gesamt)	145.000
Zinssatz	6%
Abschreibungsdauer [a]	10
<b>Annuität</b>	<b>19.701</b>
<b>Annuität gesamt [€/a]</b>	<b>49.406</b>
<b>Laufende Kosten</b>	
Reparaturen allgemein (3%)	4.350
Energiekosten (Stromkosten 10 €Cent/kWh) Strombedarf Dekanter 3,5 kWh/m <sup>3</sup> (Menge Gärrest gesamt)	12.047
Kosten Betriebsmittel Flockungsmittel Dekanter (120 g/m <sup>3</sup> ; 1,2 €/kg)	4.956
Personalkosten (20 €/h) Arbeitsaufwand Dekanter: 1 Stunde pro Tag (333 Betriebstage)	6.667
<b>Laufende Kosten gesamt [€/a]</b>	<b>28.020</b>
<b>Gesamtkosten (Invest + laufend) [€/a]</b>	<b>77.426</b>
<b>Ausbringungskosten (Einsparpotential)</b>	
Gärrestentsorgung extern (6 €/t)	88.257
Kompostierung fester Gärrest (35 €/t)	121.380
<b>Summe Ausbringungskosten [€/a]</b>	<b>209.637</b>
<b>GESAMTSUMME KOSTEN [€/a]</b>	<b>287.063</b>
<b>GESAMTSUMME [€ pro m<sup>3</sup> Gärrest ausgeschleust]</b>	<b>15,79</b>

## 5.8 Einfluss von Substrat und Verfahrenstechnik auf die Gärrestzusammensetzung

Aus den erhobenen Daten können prinzipielle Unterschiede der Gärrestzusammensetzung abgeleitet werden. Von entscheidender Bedeutung ist hierbei erwartungsgemäß das eingesetzte Substrat. Dabei lassen sich charakteristische Unterschiede zwischen stark strukturreichem Material (Grünschnitt, Gartenabfälle) und sehr leicht abbaubarem Material (Küchenabfälle) identifizieren.

Hervorzuheben gilt, dass die Gärrestcharakteristik zusätzlich auch vom Ausgärgrad abhängt, wobei hier die größten Unterschiede bei Abfallverwertungsanlagen zu finden sind. Der Grund: Abfallverwertungsanlagen sind häufig dazu motiviert die Materialien möglichst schnell durch die Anlage durchzuschleusen, da diese sich mehr über die Verwertungsentgelte von Abfall finanzieren als durch die Energieproduktion.

Darüber hinaus spiegelt sich auch der Anteil des in der Anmischung verwendeten Rezykulates bzw. Frischwassers in der Gärrestcharakteristik wider. In Tabelle 5-4 sind die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Gärrestzusammensetzung und die sich daraus ergebenden Auswirkungen nochmals übersichtlich zusammengefasst.

Tabelle 5-4: Einfluss des verwendeten Substrates bzw. der eingesetzten Verfahrenstechnik auf die Gärrestzusammensetzung

Parameter	Auswirkungen auf Gärrest
<i>Einfluss des Substrates</i>	
Grünschnitt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hohe TS</li> <li>- hoher Anteil Restorganik (oTS/TS)</li> </ul>
Küchenabfälle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- niedrigere TS</li> <li>- niedriger Anteil Restorganik (oTS/TS)</li> </ul>
hoher Anteil Schlachtabfälle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hohe Stickstoffkonzentrationen</li> <li>- hoher Anteil NH<sub>4</sub>-N/Total-N</li> </ul>
<i>Einfluss der Verfahrensparameter</i>	
hoher Frischwasseranteil in der Anmischung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- größere Mengen an produziertem Gärrest</li> <li>- Absenkung der Salzkonzentrationen</li> <li>- generell niedrigere TS</li> </ul>
hoher Rezykulantanteil in der Anmischung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geringere Mengen an produziertem Gärrest</li> <li>- Anstieg der Salzkonzentrationen</li> <li>- Anstieg der TS</li> </ul>
hoher Anteil Inertstoffe (z.B. Sand)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anstieg der TS</li> <li>- Anteil Restorganik (oTS/TS) sinkt</li> </ul>
kurze Verweilzeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hohe Fettsäure-Werte</li> <li>- hoher Anteil Restorganik (oTS/TS)</li> <li>- geringerer Anteil NH<sub>4</sub>-N/Total-N</li> </ul>
einstufige oder zweistufige Verfahrensweise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kein signifikanter Einfluss auf Gärrestzusammensetzung</li> </ul>

## Empfehlungen

### **Der Einsatz von Gärrest als Dünger bzw. Düngemittel sollte politisch unterstützt werden.**

Gärrest enthält essentielle Nährstoffe wie Phosphor und Kalium, die mittlerweile als beschränkt verfügbare Ressourcen gesehen werden müssen. Zudem kann durch den Einsatz von Gärresten mineralischer Dünger substituiert werden, dessen Herstellung mit nicht unwesentlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen einhergeht.

Hierzu sollten sowohl die rechtlichen Grundlagen geschaffen als auch die Bewusstseinsbildung für dieses Thema in der Bevölkerung forciert werden.

## 6 Betrachtung der Treibhausgasemissionen

[WIMMER]

### Zusammenfassung

Die Verwertung der biogenen Abfälle aus Haushalten zu Biogas für die Nutzung als Kraftstoff in Fahrzeugen oder zur Stromerzeugung ist trotz zunehmender Streubreite der Ergebnisse und vereinfachten Annahmen in dieser Studie aus Sicht der Vermeidung von Treibhausgasemissionen jedenfalls sinnvoll. Es kann für die Verwertung in der Form der Erzeugung von elektrischem Strom oder Kraftstoff eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen erwartet werden.

Wird neben der Verwertung der biogenen Abfälle zu Biogas auch der Gärrest als Ersatz von Mineraldünger genutzt, lässt sich die Reduktion der Treibhausgasemissionen weiter steigern.

Der Vergleich der Treibhausgasemissionen durch die Erzeugung von Biogas und Kompostierung zeigt, dass in beiden Prozessen etwa gleich viel Treibhausgasemissionen entstehen. Da die Verwertung von Biogas eine weitere Reduktion der Treibhausgasemissionen zulässt, ergibt sich daraus ein deutliches Argument für diese Form der Verwertung.

## 6.1 Fragestellung und Problemstellung

Dieses Kapitel beschreibt die Treibhausgasemissionen, die bei der Verwertung von Bioabfall in einer Biogasanlage entstehen bzw. im Vergleich zu anderen Verwertungsschienen eingespart werden. Zu diesem Zweck wird eine Referenzanlage definiert, die sowohl getrennt gesammelte biogene Haushaltsabfälle („Biotonne“) als auch separat angelieferten privaten Grünschnitt sowie Grünschnitt aus Gärten und Parks verwertet. Im Verwertungsprozess entstehen dabei folgende nutzbare Produkte:

- Biogas/Biomethan
- Gärrest in fester Form
- Gärrest in flüssiger Form
- Elektrizität
- Wärme

Das der Betrachtung zugrundeliegende System wird in Abbildung 6-1 gezeigt. Berücksichtigt wurden der Transport der biogenen Abfälle zur Biogasanlage, die Aufbereitung und Vergärung der biogenen Abfälle sowie die Aufbereitung und der Transport des Gärrestes. Die Produktion des Substrats (Bioabfall) wird in der Analyse nicht berücksichtigt, da dieses als Abfallprodukt aus anderen Prozessen hervorgeht. Es wird weiters vorausgesetzt, dass landwirtschaftliche Abfälle nicht mit Biomüll aus Haushalten vermischt werden (anderenfalls müssten die Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse und die dabei aufkommenden Abfälle innerhalb der Systemgrenzen liegen).

Im ersten Schritt wird der Bioabfall zur Biogasanlage transportiert. Dort wird er zunächst aufbereitet und in einem Fermenter verarbeitet, wodurch infolge der anaeroben Zersetzung des Substrats durch bestimmte Bakterien Biogas erzeugt wird. Biogas und die verbleibenden Bestandteile (fester und flüssiger Gärrest) aus dem Fermentierungsprozess stellen die Ausgangsströme des Systems dar.

## 6.2 Methode

Die Betrachtungen zu den Treibhausgasemissionen basieren auf den *IPCC Guidelines for estimation of GHG emissions* [IPCC, 2006a/b]<sup>47,48</sup> für den Anwendungsfall einer Abfallverwertungsanlage - hier konkret einer Biogasanlage.

Die Nutzung der Anlagenerzeugnisse, also primär Biogas, kann unmittelbar vor Ort geschehen, wenn das Biogas einem Blockheizkraftwerk als Brennstoff zur Wärme- und Elektrizitätserzeugung zugeführt wird. Das Biogas kann aber auch zu Biomethan aufbereitet und in weiterer Folge als Kraftstoff für Fahrzeuge genutzt oder in ein bestehendes Erdgasnetz eingespeist werden. Der Gärrest (fest und flüssig) kann als Düngemittel in der Landwirtschaft verwendet werden.

---

<sup>47</sup> (IPCC, 2006a) Mobile combustion (Chapter 3, Volume 2: Energy) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006). [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_3\\_Ch3\\_Mobile\\_Combustion.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf)

<sup>48</sup> (IPCC, 2006b) Biological treatment of solid waste (Chapter 4, Volume 5: Wastes), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/V5\\_4\\_Ch4\\_Bio\\_Treat.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_4_Ch4_Bio_Treat.pdf)

In dieser Studie werden Szenarien für die Verwertung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen untersucht. **Betrachtet und vergleichend bewertet werden die Substitution von Elektrizität, Wärme, Kraftstoff für Fahrzeuge sowie Dünger durch alternative Quellen.** In dieser Betrachtung werden die Treibhausgasemissionen durch Multiplikation der relevanten Mengendaten mit den entsprechenden Treibhausgas-Emissionsfaktoren berechnet.

Die Mengendaten beziehen sich dabei auf die innerhalb der Systemgrenze berücksichtigten Prozesse. Diese Daten können von einer existierenden, realen Anlage durch direkte Messungen gewonnen werden, in den meisten Fällen werden jedoch Expertenmeinungen bzw. einschlägige Literatur herangezogen.

Für zahlreiche Materialien und Prozesse sind Treibhausgas-Emissionsfaktoren verfügbar. Dazu stehen Ökobilanz-Datenbanken bzw. Literaturquellen zur Verfügung. Diese Emissionsfaktoren drücken das Treibhauspotenzial (Global Warming Potential- GWP) eines Materials, eines Vorganges oder eines Prozesses aus. Die Emissionsfaktoren können so für einzelne im Kyoto-Protokoll gelistete Gase angegeben oder als Kohlenstoffdioxid-Äquivalente (CO<sub>2</sub> Äq) ausgedrückt werden. In dieser Studie werden die Emissionsfaktoren als CO<sub>2</sub> äquivalente Emissionen je Einheit eines Materials oder bezogen auf einen Prozessparameter angegeben. Alle angegebenen Emissionsfaktoren beziehen sich auf GWP (100a) nach Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007<sup>49</sup>.

Die Ergebnisse für die Treibhausgasemissionen werden dann als Masse von CO<sub>2</sub> Äquivalenten ausgedrückt. Die Berechnung basiert auf einer Jahresperiode.

### 6.3 Beschreibung der Referenzanlage

Für die Betrachtung der Treibhausgasemissionen wurde eine angemessene Referenzanlage herangezogen. Details zu dieser Referenzanlage siehe Abschnitt 1.5; das ebendort beschriebene Aufkommen biogener Abfälle pro Einwohner und Jahr wird in Tabelle 6-4 der Einfachheit und Lesbarkeit wegen nochmals wiedergegeben.

Tabelle 6-1: Aufkommen biogener Abfälle pro Einwohner und Jahr

Substrat	Biotonne [kg/EW*a]	Grünabfälle [kg/EW*a]	Summe [kg/EW*a]
Küchenabfälle	24,9		24,9
Grünschnitt	43,9	41,6	85,5
Baum- und Strauchschnitt *)	14,6	14,4	29
Anorganische Verunreinigungen **)	2,6		2,6
<b>SUMME</b>	<b>86,0</b>	<b>56,0</b>	<b>142,0</b>

\*) zur Kompostierung

\*\*\*) zur Verbrennung

<sup>49</sup> (IPCC, 2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.  
[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html)



Das betrachtete Abfallaufkommen bezieht sich auf eine Gemeinde von 147.300 Einwohnern (Begründung: Mit der aus diesem Abfallaufkommen erzielbaren Menge an Biogas kann ein BHKW mit einer installierten elektrischen Leistung von 500 kW betrieben werden.) **Die Gesamtmenge biogenen Abfalls, die in der Referenzanlage verwertet werden soll, beträgt somit 20.916,60 Tonnen/Jahr.**

Der durchschnittliche Transportweg von den Abholorten des Bioabfalls zur Biogasanlage beträgt 100 Kilometer

<sup>50</sup>

## 6.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen bei der Biogasproduktion

Wie aus Abbildung 6-1 ersichtlich bezieht sich der erste Schritt zur Berechnung der mit dem Betrieb der Biogasanlage verbundenen Emissionen auf den Transport des Bioabfalls zur Anlage. Weiters müssen die Treibhausgasemissionen der Biogasanlage selbst berücksichtigt werden. Auf die zugrundeliegenden Daten und Berechnungen wird in den Folgeabschnitten eingegangen, dabei werden jeweils die verwendeten Mengendaten und die Emissionsfaktoren jedes einzelnen Beitrags beschrieben.

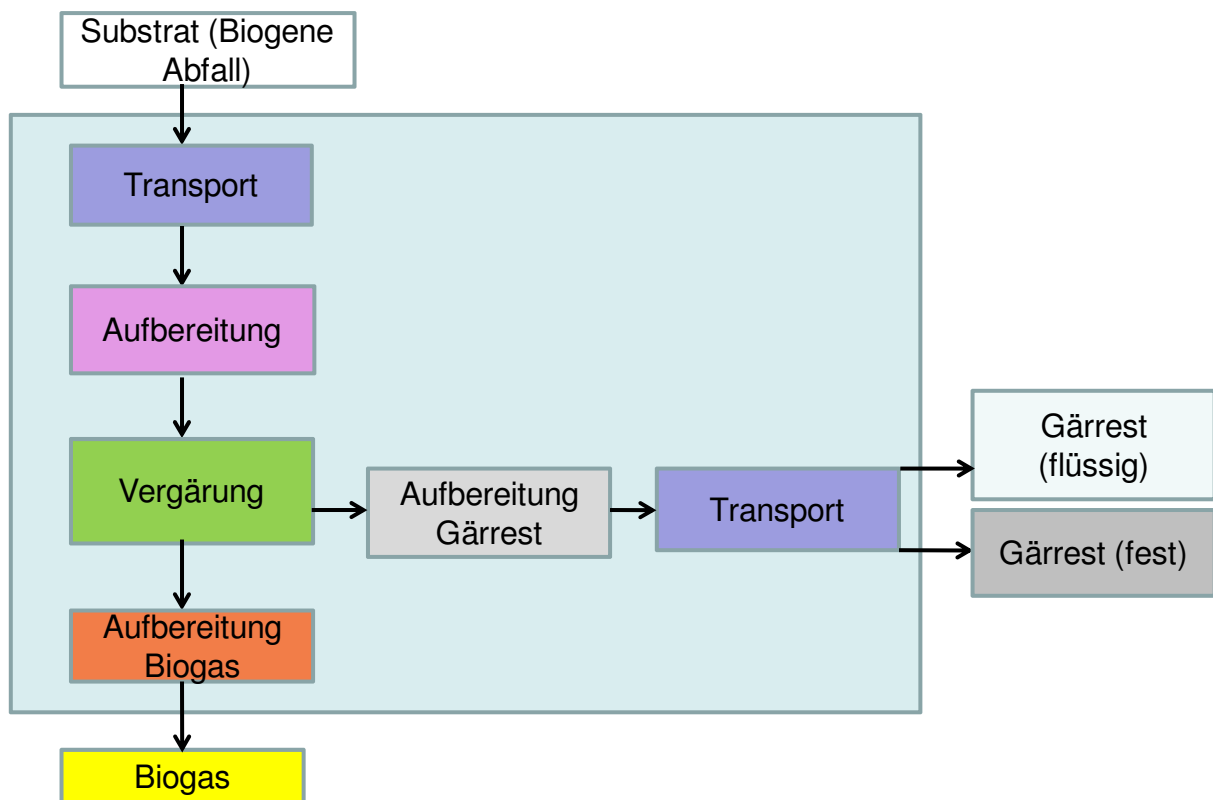


Abbildung 6-1: Systemgrenze für die Betrachtung der Treibhausgasemissionen bei der Produktion von Biogas

<sup>50</sup> (Tippel, 2011) Kommunikation mit DI Werner Tippel. Gemeindeverband für Abfallwirtschaft und Umweltangelegenheiten im Bezirk Mödling. Maria Enzersdorf, 2011

### 6.4.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Sammlung und Transport von biogenem Abfall

#### **Mengendaten**

Biogener Haushaltsabfall wird in eigens dafür vorgesehenen Behältern („Biotonnen“) gesammelt, die periodisch in die Fahrzeuge der Müllabfuhr entleert werden. Diese Fahrzeuge entsprechen 20-Tonnen-Lastkraftwägen (LKWs) mit einer Ladekapazität von 12 Tonnen Biomüll. Es wird angenommen, dass jeder LKW eine Durchschnittsstrecke von 100 Kilometer zwischen den Abholungsorten und der Biogasanlage zurücklegt.

#### **Emissionsfaktor**

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen stellen eine Funktion des Kraftstoffverbrauchs dar. Im Fall der in dieser Studie herangezogenen Müllabfuhrwägen handelt es sich um dieselbetriebene LKWs. Die Ecoinvent 2010 Datenbank stellt Datensätze mit Emissionsfaktoren für Straßentransport bereit, darunter auch verschiedene Typen von Lastkraftwägen.

Der für diese Berechnung verwendete Datensatz ist „Betrieb, LKW 16-32t, EURO3“, womit der Betrieb des Fahrzeugs gemeint ist und der dazu benötigte Dieselmotorkraftstoff inkludiert ist. Die Produktion und die Wartung der LKWs, die Errichtung und Wartung der Straßen sowie die Entsorgung von Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur werden hier vernachlässigt. Der Emissionsfaktor ist in diesem Fall 0,90352 Kilogramm CO<sub>2</sub> Äq pro Fahrzeug-Kilometer.

#### **Ergebnisse**

Die resultierenden Treibhausgasemissionen, die unter Verwendung des oben erwähnten Emissionsfaktors beim Transport von 20.916,60 Tonnen Abfall über 100 Kilometer anfallen, belaufen sich auf **157,49 Tonnen CO<sub>2</sub> Äq pro Jahr**.

Gemäß einer alternativen Berechnung nach den IPCC Richtlinien ergeben sich die einem durchschnittlich effizienten Müllabfuhrfahrzeug (Dieselverbrauch von 28,2 Liter/100 Kilometer) zugeschriebenen Emissionen für den Transport des Bioabfalls zu **151,23 Tonnen CO<sub>2</sub> Äq pro Jahr** (Emissionen der Dieselmotorkraftstoffproduktion darin eingeschlossen).

### 6.4.2 Treibhausgasemissionen der Referenzanlage

Die Treibhausgasemissionen aus dem Betrieb der Biogasanlage können folgendes beinhalten:

- Emissionen aus zugeführter elektrischer Energie (extern erzeugt)
- Emissionen aus der Verbrennung (fossiler) Brennstoffe; z.B. zur Erzeugung von Elektrizität oder Wärme vor Ort
- Diffuse Emissionen (hauptsächlich Methan) infolge von
  - Leckagen in der Anlage
  - unvollständige Verbrennung von Methan im Blockheizkraftwerk
  - Lagerung von Gärrest
  - Ausströmendes Gas aus Überdruckventilen

### **Mengendaten**

Um die Emissionen der Biogasanlage zu berechnen, ist es notwendig, die Eigenschaften der angenommenen Referenzanlage festzulegen. Die Daten der Referenzanlage sind in Abschnitt 1.5 dargestellt.

Es wird angenommen, dass die Anlage pro Jahr für 8.000 Stunden in Betrieb ist und sie ihren dazu nötigen Eigenstrombedarf und Prozesswärmebedarf mithilfe einer Kraft-Wärme-Kopplung selbst abdeckt. Zu diesem Zweck wird ein Teil des produzierten Biogases als Brennstoff im Blockheizkraftwerk eingesetzt. Damit entfällt die externe Versorgung mit Elektrizität oder Wärme.

Mit der Errichtung der Biogasanlage verbundene Treibhausgasemissionen werden hier nicht berücksichtigt.

Aus der in Abbildung 1-4 wiedergegebenen Massenbilanz errechnet sich eine Jahresproduktion von 2.269.257,14 Normkubikmeter (Nm<sup>3</sup>) Biogas. Unter der Annahme eines Methangehalts von 59,4% ergibt sich eine jährliche Menge an Biomethan (mit 100% CH<sub>4</sub>) von 1.347.938,74 Nm<sup>3</sup> pro Jahr.

Die für den biologischen Abfallverwertungsprozess relevanten Treibhausgasemissionen setzen sich aus Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) zusammen.

Die Annahme ist hier, dass die einzigen der Betrachtung zu Grunde liegenden in der Umwelt freigesetzten Emissionen die diffusen Emissionen der Biogasanlage sind.

### **Emissionsfaktor**

Das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH schätzt die diffusen Emissionen (Methan) von Biogasanlagen auf ungefähr 3,5% des produzierten Methangasanteils ein<sup>51</sup>. Für anaerobe Verfaulungsprozesse wird angenommen, dass die N<sub>2</sub>O-Emissionen vernachlässigbar gering ausfallen.

### **Ergebnisse**

Die Treibhausgasemissionen aus der Biogasanlage errechnen sich unter obigen Annahmen zu **892,84 Tonnen CO<sub>2</sub> Äq pro Jahr**.

---

<sup>51</sup> (Ifeu, 2008): Basisdaten zu THG-Bilanzen für Biogas-Prozessketten und Erstellung neuer THG-Bilanzen. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH. Heidelberg (2008).

## 6.5 Verwertung von Produkten aus der Biogasanlage

Die betrachtete Anwendung der Produkte aus der Biogasanlage gliedert sich zum Zweck der Evaluierung ihrer Treibhausgasemissionen folgendermaßen auf:

- Verwendung von Biogas als Brennstoff in einem Blockheizkraftwerk vor Ort. Erzeugung von Elektrizität und Wärme, die extern zur Versorgung von Endverbrauchern genutzt werden
- Verwendung von Biogas als Kraftstoff für Fahrzeuge
- Verwendung von festem Gärrest aus der Biogasanlage als Dünger in landwirtschaftlichen und/oder anderen Anwendungen
- Substitution einer Kompostieranlage durch eine Biogasanlage

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Berechnungen zu den verschiedenen Anwendungen.

### 6.5.1 Produktion von elektrischem Strom im Blockheizkraftwerk

#### **Mengendaten**

Ausgangspunkt ist die produzierte Methangasmenge der Referenzanlage von 1.347.938,74 Nm<sup>3</sup> pro Jahr.

In diesem Szenario wird angenommen, dass das Biogas einem Blockheizkraftwerk direkt zugeführt wird, um Elektrizität und Wärme zu erzeugen. Wie Abbildung 5.2 zeigt, ist die Leistung der Referenzanlage 500 kW<sub>el</sub> und 598 kW<sub>th</sub>.

Die Eigenverbräuche der Biogasanlage sind damit abgedeckt und es ist möglich, ein externes Stromnetz jährlich mit 4.000.000 kWh (4,0 GWh) zu versorgen. Die Wärmeerzeugung wird mit jährlich 4.784.000 kWh (4,78 GWh) angenommen.

#### **Emissionsfaktor**

Der für diese Studie verwendete Datensatz aus Ecoinvent ist „Strom, ab Erdgas - Kraftwerk (AT)“. Die LCA Software SimaPro v 7.2.4<sup>52</sup> wurde benutzt, um die Produktion zu berechnen (4 GWh elektrischer Strom, wie in Abbildung 6-2 gezeigt). Dies ermöglicht die vergleichende Abschätzung der Treibhausgasmenge, die anderenfalls bei der Verbrennung von Erdgas in einem österreichischen Gaskraftwerk anfallen würde.

---

<sup>52</sup> Prè, 2010: Life Cycle Assessment (LCA) Software SimaPro v 7.2.4. Product Ecology Consultants. The Netherlands, 2010

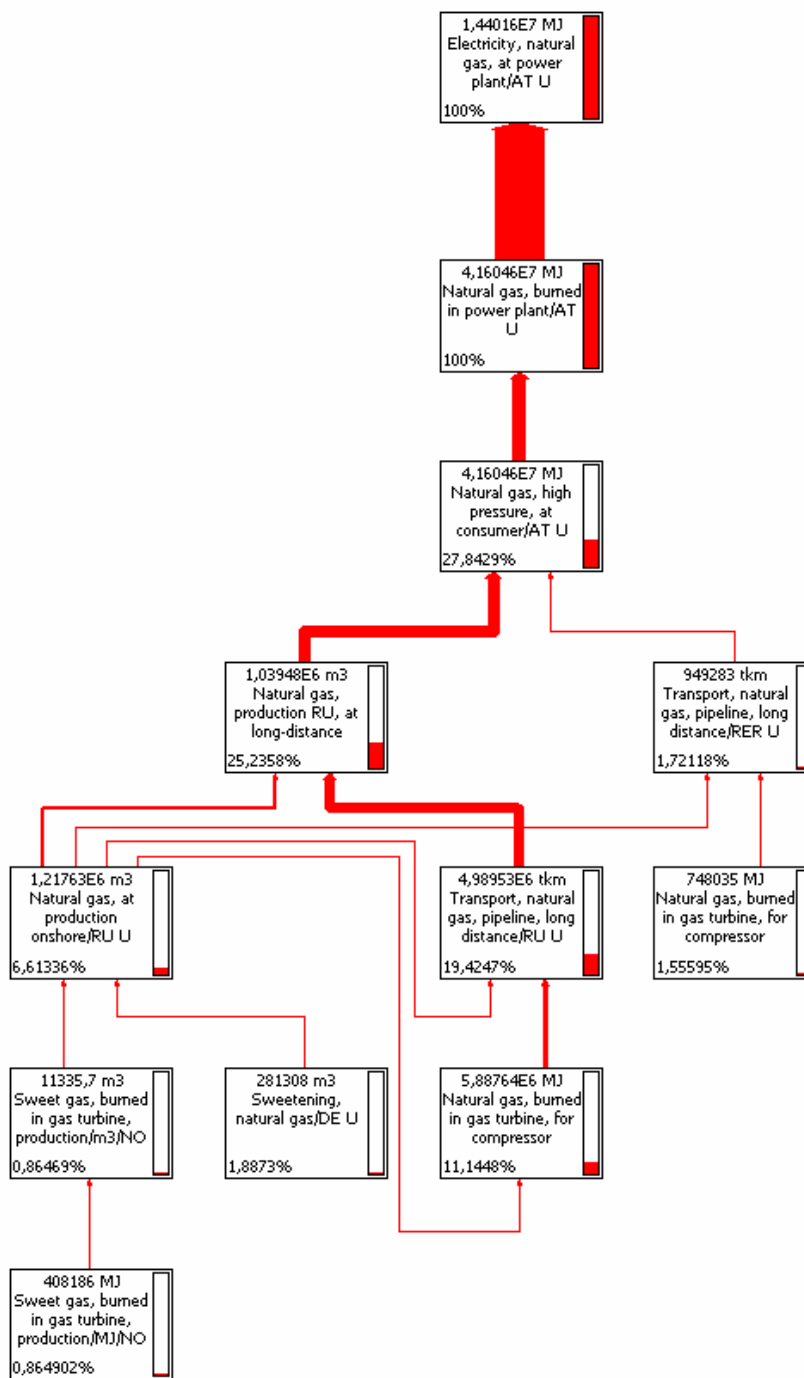


Abbildung 6-2: System zur Produktion von 4GWh Elektrizität durch Verbrennung von Erdgas in einem Gaskraftwerk <sup>45</sup>

### Ergebnisse

Wird Biogas anstatt Erdgas zur gekoppelten Strom und Wärmeproduktion in einem Gasmotor (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von 500 kW (entspricht ca. 4 GWh/Jahr) eingesetzt, werden **3.189,5 Tonnen CO<sub>2</sub> Äq pro Jahr eingespart**. Diese Berechnung setzt berechtigterweise voraus, dass die anfallende Wärme in beiden Fällen im gleichen Maße genutzt wird.

## 6.5.2 Biogas als Kraftstoff für Fahrzeuge

Für dieses Szenario der Biogasverwertung wird angenommen, dass das produzierte Biogas als Ersatz für Kraftstoff zu Mobilitätszwecken verwendet wird.

### - Szenario 1 -

#### **Mengendaten**

Diesel und Erdgas werden durch Biomethan aus Biogas ersetzt. Mit diesem Biomethan werden EURO 3 konforme PKWs - Privatfahrzeuge oder Taxis - betrieben. Privatfahrzeuge legen pro Jahr 15.000 Kilometer, Taxis pro Jahr 70.000 Kilometer zurück. Der Kraftstoffverbrauch dieser Fahrzeuge wird mit 5,30 Kilogramm Erdgas pro 100 Kilometer angenommen.

Die erzeugte Menge an Biogas (1.347.938,74 Nm<sup>3</sup> Methan pro Jahr) ermöglicht – beispielsweise – den Betrieb von 140 Privatfahrzeugen und 190 Taxis pro Jahr.

#### **Emissionsfaktoren**

Für den Betrieb der Fahrzeuge mit Erdgas und Diesel wurden aus Ecoinvent 2010<sup>53</sup> die folgenden Emissionsfaktoren herangezogen:

Betrieb, PKW, Erdgas: 0,21163 kg CO<sub>2</sub> Äq/ Kilometer

Betrieb, PKW, Diesel, EURO3: 0,21181 kg CO<sub>2</sub> Äq/Kilometer

#### **Ergebnisse**

Die durch den Einsatz von Biogas als Kraftstoffs **vermiedenen** Emissionen betragen

- bei Substitution von Erdgas durch Biomethan **3.259,10 t CO<sub>2</sub> Äq/Jahr**

- bei Substitution von Diesel durch Biomethan **3.261,87 t CO<sub>2</sub> Äq/Jahr**

### - Szenario 2 -

#### **Mengendaten**

Für ein zweites Szenario wurden Berechnungen unter Annahme von Kombinationen aus Fahrzeugtypen und jeweils zurückgelegten Jahreskilometern durchgeführt. Das Berechnungsszenario berücksichtigt eine Anzahl von Fahrzeugen, deren Gesamtverbrauch der Produktion der Biogasanlage entspricht – siehe Tabelle 6-2. Das Hauptaugenmerk bei der Auswahl der Fahrzeuge liegt dabei – anders als in Szenario 1 – auf öffentlichem Verkehr (Linien-Busse) und Lastkraftwägen (für den Transport der stofflichen Input- und Outputströme der Biogasanlage).

#### **Emissionsfaktoren**

Aus Ecoinvent 2010<sup>54</sup> wurden aus den für den Betrieb von Dieselmotorkraftfahrzeugen vorgesehenen Emissionsfaktoren die folgenden ausgewählt:

<sup>53</sup> Ecoinvent, 2010) Ecoinvent v.2.2 (2010) Swiss Centre for Life Cycle Inventories. <http://www.ecoinvent.org>

LKW: Betrieb, LKW 7.5-16t, EURO3: 0,6643 kg CO<sub>2</sub> Äq/ Kilometer

Linien- Bus: Betrieb, Linienbus: 1,3282 kg CO<sub>2</sub> Äq/ Kilometer

PKW: Betrieb, Pkw, Diesel, EURO3: 0,21181 kg CO<sub>2</sub> Äq/ Kilometer

### Ergebnisse

Das erzielbare Volumen von Fahrten/Fahrleistungen zeigt Tabelle 6-2. Es zeigt sich, dass der Ersatz von Kraftstoff für den öffentlichen Verkehr (Busse) mengenmäßig durchaus machbar ist.

Tabelle 6-2: Alternativszenario für vermiedene, jährliche Emissionen aus Dieselerbrennung durch den Einsatz von Biogas als Kraftstoff für verschiedene Fahrzeugtypen.

	Anzahl [Stück]	Fahrleistung [km/a]	Verbrauch Biomethan [kg/100km]	Emissions- faktoren Diesel [kg CO <sub>2</sub> eq/km]	Emissionen pro Fahrzeug und Jahr [kg CO <sub>2</sub> Äq]	Vermiedene Emissionen aus Dieselerbrennung [t CO <sub>2</sub> Äq/a]
LKW Nahverkehr	10	80.000	35,00	0,6643	53.147,20	531,472
Linien-Bus	10	178.000	26,50	1,3282	236.419,60	2.364,196
Taxi - PKW gewerblich	10	70.000	5,30	0,21181	14.826,70	148,267
PKW - privat	40	15.000	5,30	0,21181	3.177,15	127,086
					<b>TOTAL</b>	<b>3.171,02</b>

<sup>54</sup> Ecoinvent, 2010) Ecoinvent v.2.2 (2010) Swiss Centre for Life Cycle Inventories. <http://www.ecoinvent.org>



### 6.5.3 Dünger aus Gärrest

Diese Berechnung bezieht sich auf die Substitution durch in der Biogasanlage erzeugten Gärrestdünger als Alternative zu Mineraldünger. Die vermiedene Menge an Mineraldünger errechnet sich in Bezug auf die Elemente Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) im Gärrest. Die vermiedenen Treibhausgasemissionen werden in der Berechnung daher der Produktion der entsprechenden Menge Mineraldünger zugeschrieben.

#### **Mengendaten**

Die Referenzanlage erzeugt 3.166,7 Tonnen festen Gärrest und 13.433,33 Tonnen flüssigen Gärrest pro Jahr<sup>55</sup>. Tabelle 6-3 zeigt den Anteil von Gesamt-Stickstoff (Total und NH<sub>4</sub>-N), Phosphor und Kalium im Gärrest.

Tabelle 6-3: Nährstoffmassen in Gärrest der Referenzanlage<sup>56</sup>

	in Gärrest fest [t/a]	in Gärrest flüssig [t/a]	gesamt [t/a]
<b>Gesamt Stickstoff</b>	36,0	59,33	95,33
<b>Phosphor</b>	30,67	3,67	34,33
<b>Kalium</b>	18,33	78,00	96,33

Der Aufbereitungsprozess für den Gärrest, um ihn als Düngemittel einsetzen zu können, wurde in Form der erforderlichen Kompostierung des Feststoffanteils berücksichtigt.

#### **Emissionsfaktor - Teilrechnung Kompostierung fester Gärrest**

Die Treibhausgasemissionen, die durch die Kompostierung des Feststoffanteils im Gärrest entstehen, wurden mit dem Datensatz Ecoinvent dataset „Kompost, ab Werk“ (0,3621kg CO<sub>2</sub> Äq /kg) angenähert. Dieser Datensatz inkludiert den Energiebedarf der Kompostieranlage, die Prozessemissionen und die Infrastruktur der Anlage sowie notwendige Transporte.

#### **Ergebnisse - Teilrechnung Kompostierung fester Gärrest**

Die Annahme der Berechnung war, dass sich die Gärrestmenge in der Kompostierung um ein Drittel und der Stickstoffgehalt um 20% reduzieren. Damit ergibt sich ein Gewicht von 2114,46 t kompostierter Gärrest pro Jahr. Die dadurch verursachten Treibhausgasemissionen ergeben sich zu **765,65 Tonnen CO<sub>2</sub> Äq pro Jahr**.

Bezogen auf die Menge an flüssigem und kompostiertem Gärrest wurde für die Berechnung die vergleichbare Menge an Mineraldünger angenommen, sodass eine biologisch nutzbare Verfügbarkeit von 87% Stickstoff, 95 % Kalium und 95% Phosphor gegeben ist<sup>57</sup>.

<sup>55</sup> Diese Zahlen weichen von jenen im Kapitel 4.7 „Verwertung von Gärrest – Referenzanlage“ geringfügig ab (dort: fester Gärrest 3.468 t/a, flüssiger Gärrest 14.710 t/a; hier: fester Gärrest 3.166,7 t/a, flüssiger Gärrest 13.433,33 t/a). Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass dort die Mengenangaben für 8.760 Betriebsstunden, hier für 8.000 Betriebsstunden gerechnet wurden – siehe Eingangsdefinition. Die Abweichung beträgt 8%. Für die Berechnung der Treibhausgasemissionen in diesem Kapitel schlägt sich dieser Unterschied in einer Verringerung der Einsparungen zu Buche, ist also als konservativer Faktor zu werten.

<sup>56</sup> nach dem Rechenmodell in: [Fuchs W. und Drosig B.: Technologiebewertung von Gärrestbehandlungs- und Verwertungskonzepten. Eigenverlag der Universität für Bodenkultur Wien, Wien, ISBN 978-3-900962-86-9; (2010)

### **Emissionsfaktoren - Gesamtrechnung**

Zur Berechnung der Treibhausgasemissionen des Mineraldüngers wurde folgende Zusammensetzung von Stickstoff-Phosphor-Kalium gewählt:

- Ammoniumnitratphosphat, als N, ab Regionallager -> 5,2721 kg CO<sub>2</sub> Äq/kg N (mit 8,5% N und 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)
- Ammoniumnitratphosphat, als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ab Regionallager, -> 1,2929 kg CO<sub>2</sub> Äq/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Kaliumchlorid, als K<sub>2</sub>O, ab Regionallager -> 0,49895 CO<sub>2</sub> Äq/kg K<sub>2</sub>O (mit 60% K<sub>2</sub>O)
- Kaliumnitrat, als N, ab Regionallager -> 15,975 CO<sub>2</sub> Äq/kg N (mit 14% N und 44% K<sub>2</sub>O)
- Kaliumnitrat, als K<sub>2</sub>O, ab Regionallager -> 0,87018 CO<sub>2</sub> Äq/kg K<sub>2</sub>O

Die Emissionen der Transportwege für den Mineraldünger wurden im Datensatz berücksichtigt.

### **Ergebnisse - Gesamtrechnung**

Der Mineraldünger wurde nun als folgende Kombination modelliert (Mix 1):

- 460,46 Tonnen pro Jahr Kaliumnitrat (Beitrag von N und K)
- 143,66 Tonnen pro Jahr Ammoniumnitratphosphat (Beitrag an P)

Bei diesem Mix 1 ergeben sich die eingesparten Treibhausgasemissionen zu **1367,09 Tonnen CO<sub>2</sub> Äq pro Jahr**.

Zur Absicherung wurde eine zweite Kombination modelliert (Mix 2):

- 183,82 Tonnen pro Jahr Kaliumchlorid (Beitrag K)
- 902,07 Tonnen pro Jahr Ammoniumnitratphosphat (Beitrag P und N)

Bei diesem Mix 2 ergeben sich die eingesparten Treibhausgasemissionen zu **1102,43 Tonnen CO<sub>2</sub> Äq pro Jahr**.

Abzüglich der Treibhausgasemissionen durch die Kompostierung des festen Gärrest-Anteils ergeben sich die **vermiedenen Treibhausgasemissionen mit:**

**Mix 1 601,44 t CO<sub>2</sub>Äq/Jahr**

**Mix 2 336,78 t CO<sub>2</sub>Äq/Jahr**

Anmerkung: Die Kompostierung des festen Gärrestes ist unter den heutigen rechtlichen Rahmenbedingungen praktisch die einzige Möglichkeit, um Gärrückstände von Abfallanlagen zu einem Düngemittel zu machen, das nicht mehr nach dem Abfallrecht behandelt werden muss und als „Düngemittel“ in Verkehr gebracht werden kann. Zusätzlich erfolgt die Kompostierung der festen Gärreste in der Praxis oft mit dem Hintergrund diesen zu stabilisieren und der Kreislaufwirtschaft zuzuführen. Denkbar ist jedenfalls auch ein Szenario, bei welchem keine Kompostierung erfolgt und der feste Gärrest direkt in der Landwirtschaft ausgebracht wird. Hier könnten obige Treibhausgasemissionen eingespart werden. Man müsste sich in diesem Falle andererseits die Frage stellen, wieviele Treibhausgasemissionen bei der Ausbringung und Verwendung von festem Gärrest anfallen.

<sup>57</sup> Kommunikation mit DI Bernhard DROSG, IFA-Tulln, 2011

Die bei der Ausbringung des Gärrestes entstehenden Emissionen von Treibhausgasen blieben bei dieser Berechnung ebenso unberücksichtigt wie die Treibhausgasemissionen durch die Ausbringung von Mineraldünger.

### 6.5.4 Vermiedene Emissionen aus einer Kompostieranlage für Bioabfall

Für den Fall, dass der in der Referenzanlage verarbeitete biogene Abfälle aus Haushalten und Grünschnitt nicht in der Biogasanlage verwertet wird, wurde angenommen, dass die gesamten Abfälle kompostiert werden. Es wurde ein Szenario betrachtet, das die Emissionen berücksichtigt, die bei nicht existierender Biogasanlage in der Kompostieranlage entstehen würden.

#### **Mengendaten**

Die Kompostieranlage muss pro Jahr 20.916,60 Tonnen Bioabfall verarbeiten.

#### **Emissionsfaktoren**

Die Werte für die Berechnungen der Treibhausgasemissionen bei der Kompostierung werden in Tabelle 6-4 dargestellt und stellen ein Näherung der Bedingungen der Kompostierung in Österreich dar [UBA, 2009]<sup>58</sup> und [IPCC, 2006b]<sup>59</sup>.

Tabelle 6-4: Emissionsfaktoren für biologische Behandlungsprozesse zur Abfallkompostierung

emittiertes Gas und Quellen	Emissions-Faktor	Einheiten
CH <sub>4</sub> – biowaste, loppings, home composting (UBA,2009)	0,75	kg CH <sub>4</sub> / t FS
N <sub>2</sub> O - biowaste, loppings, home composting (UBA,2009)	0,1	kg N <sub>2</sub> O/ t FS
CH <sub>4</sub> – Composting (IPCC,2006b)	4,0	kg CH <sub>4</sub> / t FS
N <sub>2</sub> O – Composting (IPCC,2006b)	0,3	kg N <sub>2</sub> O/ t FS

FS: Feuchtsubstanz

#### **Ergebnisse**

Um die CO<sub>2</sub>-Äq zu errechnen wurde unter Verwendung der GWP100a [IPCC,2007]<sup>60</sup> für Methan der Faktor 25 und für N<sub>2</sub>O der Faktor 298 angewandt. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 6-5.

<sup>58</sup> (UBA, 2009) Austria's National Inventory Report 2009. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Umweltbundesamt, Wien (2009)

<sup>59</sup> (IPCC, 2006b) Biological treatment of solid waste (Chapter 4, Volume 5: Wastes), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006. [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5\\_Volume5/V5\\_4\\_Ch4\\_Bio\\_Treat.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_4_Ch4_Bio_Treat.pdf)

<sup>60</sup> (IPCC, 2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp. [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html)

Tabelle 6-5: Vermiedene Emissionen durch Substituierung einer Kompostieranlage durch eine Biogasanlage

mit Emissionsfaktoren aus	vermiedene Treibhausgasemissionen (t CO <sub>2</sub> - Äq/a)
Austria's National Inventory Report 2009 (UBA, 2009)	1.015,50
Biological treatment of waste IPCC 2006 Guidelines (IPCC,2006b)	3.961,60

## 6.6 Bilanzierung der Treibhausgasemissionen für die Biogasanlage

Die zusammenfassende Betrachtung der Treibhausgasemissionen zeigt Tabelle 6-6.

**Der Aufwand zur Erzeugung des Biogases ist wesentlich geringer als die möglichen Einsparungen, die sich bei der Nutzung des Biogases als Substitut von Kraftstoff in Fahrzeugen oder als Substitut von Erdgas bei Nutzung in einem BHKW ergeben.**

**Ein vielfach höheres Potential an Reduktion der Treibhausgasemissionen ergibt sich in der Substitution der Produktion von Mineraldünger durch Nutzung des Gärrestes aus Biogasanlagen.**

Tabelle 6-6: Treibhausgasemissionen und Potentiale zur Reduktion

	Treibhausgasemissionen Aufwand (t CO <sub>2</sub> Äq/a)	Potential zur Reduktion der Treibhausgasemissionen (t CO <sub>2</sub> Äq/a)
Bioabfall-Transport	+157,49	
Betrieb der Biogasanlage	+892,84	
Biogas – Verwendung zur Stromerzeugung		-3.189,5
Biogas - Verwendung als Ersatz für Kraftstoff in Fahrzeugen (Diesel, Erdgas, Scenario 1 und 2)		-3.171,02 bis -3261,87
Gärrest - Ersatz für Mineraldünger (Mix 1, Mix 2)		-336,78 bis -601,44

Wird der biogene Abfall einer Kompostierung zugeführt wird, entstehen in Bezug auf die Referenzanlage Treibhausgasemissionen in der Höhe von 1.015,50 Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent pro Jahr. Dabei nicht berücksichtigt sind die Transporte der biogenen Abfälle. Diese sind vergleichbar mit jenen für den Bioabfall-Transport in Tabelle 6-6.

## Empfehlungen

Das Potential der im biogenen Abfall vorhandenen Chance zur Reduktion von Treibhausgasemissionen über die Verwertung in Biogasanlagen scheint signifikant. Eine weitere Untersuchung der real verfügbaren maximalen Menge an biogenen Abfällen über die aus Haushalten stammende Menge biogenen Abfalls hinaus scheint sinnvoll.

## 7 Rechtliche Rahmenbedingungen

[Güssing Energy Technologies / IFA Tulln]

### Zusammenfassung

Generell werden die Abfälle als Ressource in stofflicher und energetischer Hinsicht genutzt, wobei der Energiegewinnung aus biogenen Abfällen in Biogasanlagen ein erhöhter Stellenwert beizumessen ist.

#### Ökostromgesetz samt Ökostromverordnung und dazugehörigen Novellierungen

Im österreichischen „Ökostromgesetz“ werden in erster Linie die Bedingungen und die Höhe der Einspeisetarife für aus Biogas produziertem elektrischen Strom geregelt, in zweiter Linie finden sich auch erste Ansätze für die Regelung der Gasnetz-Einspeisung von auf Erdgasqualität aufbereitetem Biogas in das österreichische Erdgasnetz. So ist die Ökostromabwicklungsstelle dazu verpflichtet, für Strom aus Gasmotoren (BHKWs) denselben Tarif zu bezahlen, gleichgültig ob diese direkt bei der Biogasanlage betrieben werden oder ob das Biogas aufbereitet, eingespeist und dezentral bei anderen Abnehmern genutzt wird. In dieselbe Kerbe schlägt der Technologiebonus von 2 Cent pro Kilowattstunde, der bezahlt wird, wenn das Biogas auf Erdgasqualität aufbereitet wird.

Im Falle der Co-Fermentation von „nicht landwirtschaftlichen Substraten“ (also auch Abfällen) wird der Ökostromtarif um 20% reduziert, sobald geringste Mengen dieser Stoffströme eingesetzt werden.

#### Gas-Einspeiseverordnung

Hierzulande gibt es derzeit noch kein Gesetz zur Gasnetzeinspeisung. Damit unterscheidet sich Österreich von den Nachbarländern, wo bereits sinnvolle Modelle in Kraft sind.

Bio-Erdgas stellt derzeit die einzige Möglichkeit dar den Anteil an erneuerbaren Energieträgern im Mobilitätssektor kurzfristig signifikant zu erhöhen. Dazu ist auch die mobile Verteilung von Bio-Erdgas in Ergänzung zum Gasnetz zur Versorgung netzferner Gebiete in der Lage die Auslastung von netzfernen Biogasanlagen zu erhöhen und Ressourcen für Gebiete mit hoher Nachfrage zu liefern. Diese Technologien finden in der Gesetzgebung derzeit keine Berücksichtigung.

#### Förderung von gasbetriebenen Fahrzeugen

Die Fördersituation in Österreich ist nicht einheitlich geregelt, sondern bundesländerspezifisch sehr verschieden und teilweise nur für relativ kurze Zeiträume gesichert. Dieser Umstände resultieren in einem äußerst geringen Marktanteil für gasbetriebene Fahrzeuge – was in Bezug auf die Bewusstseinsbildung für das Thema „Biomethan (aus Abfällen)“ bedauerlich ist.

#### Rechtliche Akzeptanz und stoffliche Verwertungsmöglichkeiten für Gärreste (Biogasgülle und Gärrückstand)

Biogasgülle bezeichnet den Gärrest aus mit landwirtschaftlichen Produkten betriebenen Biogasanlagen, Gärrückstand ist Gärrest von (auch) mit Abfällen betriebenen Biogasanlagen. Beide Gärrest dürfen laut Gesetzeslage in der Landwirtschaft als Dünger ausgebracht werden, als Düngemittel in Verkehr gebracht werden darf nach DüngemittelVO jedoch nur Biogasgülle. Das gesammelte Datenmaterial zeigt jedoch, dass sowohl Gärrückstand als auch Biogasgülle die geforderten Grenzwerte nach der DüngemittelVO in der Regel erfüllen.

Durch die Einführung eines Zertifizierungssystemes könnte die Qualität der Gärreste aus Biogasanlagen gesichert und überprüft werden. Bei Erfüllen der Qualitätskriterien ist eine gleichwertige Verwendung der Gärreste – unabhängig davon ob sie aus Abfällen oder aus NAWAROs stammen – möglich. Eine rechtliche Gleichstellung von Gärrest in der Düngemittelverordnung würde in den meisten Fällen auch eine finanziell attraktivere Situation für Abfallvergärungsanlagen schaffen.

Momentan ist die Kompostierung rechtlich praktisch die einzige Möglichkeit, um Gärrest (also Gärrest aus Abfall) wieder als Produkt in Verkehr zu bringen.

In der Folge wird auch die Co-Vergärung von Abfällen in NAWARO-Anlagen andiskutiert und Konkurrenzsituation bzw. das Neben- und Miteinander von Kläranlagen und Biogasanlagen durchleuchtet. In diesem Zusammenhang gibt es für jede Variante sinnvolle Konzepte, die jedoch immer auch eine Untersuchung der lokalen Rahmenbedingungen bzw. des Gesamtkonzeptes sowie der einzusetzenden Substrate bedingen.

### **Genehmigungsverfahren**

Die Situation bezüglich der Genehmigung von Biogasanlagen in Österreich stellt sich als verbesserungswürdig heraus. Einerseits ist die Dauer der Verfahren nicht einheitlich andererseits sind die Zuständigkeiten vielfach unklar.

## 7.1 Einleitung

Im vorliegenden Kapitel werden Überlegungen angestellt, wie die aktuelle rechtliche Situation in Hinblick auf die Verwertung von biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt verbessert werden kann. Diese Überlegungen stehen vor folgendem Hintergrund: Die Energiegewinnung von Biogas soll forciert werden und ein fairer Wettbewerb von biogenen Abfallstoffen mit nachwachsenden Rohstoffen geschaffen werden.

Es gilt dabei Lücken in der Gesetzeslage aufzuzeigen.

Die aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie die treibenden Kräfte zur energetischen Verwertung von biogenen Abfallstoffen wurden im Rahmen der Vorstudie im Projektkonsortium „Erstellung eines Logistikkonzepts zur effizienten Sammlung von biogenen Abfällen als Input für eine energetische Nutzung in Biogasanlagen, Projektbericht Energiesysteme der Zukunft, Nr. 62/2009“ zusammengetragen und werden in der Folge als Kurzfassung wiedergegeben:

„Die Nutzung von biogenen Abfällen zur Wärme-, Strom- und Treibstoffgewinnung wird durch unterschiedliche Regelwerke beeinflusst. Die EU-Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (2001/77/EG), welche durch das Ökostromgesetz (BGBl. I Nr. 149/2002 idGF 2009) nationale Umsetzung findet, regelt Mindestpreise und Abnahmepflicht für Ökostrom. Die Diskussionen über Einspeisetarife und Vertragsgestaltungen lassen etwas Unsicherheit in der Branche aufkommen und die hohen Preise für agrarische Rohstoffe bremsen den Boom an neu errichteten Anlagen und stellt Anlagenbetreiber vor wirtschaftliche Probleme.

Die Biokraftstoffrichtlinie (2003/30/EG) zielt ebenfalls direkt auf die Förderung von erneuerbaren Energiequellen ab. Die Hygieneverordnung (2002/1774/EG) sieht ein Verfütterungsverbot tierischer Abfälle vor, was die bisherige Praxis der Verfütterung von vor allem gewerblichen Küchenabfällen in der Landwirtschaft verhindert, weswegen alternative Entsorgungs- bzw. Verwertungswege eingeschlagen werden müssen. Die Vergärung von biogenen Abfällen ist durch Prozessanforderungen zur Hygienisierung geregelt. Das Mineralölsteuergesetz Österreich (BGBl. Nr. 630/1994 ST0197) sieht eine Befreiung regenerativer Treibstoffe von der Mineralölsteuer vor.

In Österreich wurden auf Basis des Abfallwirtschaftsgesetz (BGBl.Nr. 325/1990) eine Reihe von Verordnungen erlassen, die die Art und Menge an abzulagernden Abfällen sowie deren Emissionspotential beeinflussen z.B. BioabfallVO (BGBl. Nr. 68/1992), VerpackungsVO (BGBl. Nr. 648/1996 idF BGBl. II Nr. 364/2006), DeponieVO (BGBl. Nr. 164/1996) u. a [Lechner, Peter, Hrsg. (2004): Kommunale Abfallentsorgung, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien]

Gemäß österreichischer Deponieverordnung ist mit 1.1.2004 (mit Ausnahmen Beginn 2009) die Ablagerung von unbehandelten, biologisch reaktiven Abfällen nicht mehr möglich. Die Abfälle müssen einer Vorbehandlung zur Reduktion des organischen Kohlenstoffgehalts auf weniger als 5 % unterzogen werden. Eine Ausnahme stellen Abfälle aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung dar; diese dürfen auch bei einem TOC-Gehalt über 5 % abgelagert werden, wenn der obere Heizwert des abzulagernden Materials weniger als 6.000 kJ/kg TM beträgt.“



## 7.2 Rechtliche Rahmenbedingungen betreffend der Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme aus Biogas

### 7.2.1 „Ökostromgesetz“ – Erläuterungen und Bedeutung für die Praxis

Ökostromanlagen sind Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie, die auf Basis der erneuerbaren Energieträger Wind, Sonne, Erdwärme, Wellen- und Gezeitenenergie, Biomasse, Abfall mit hohem biogenen Anteil, Deponiegas, Klärgas oder Biogas betrieben werden.

Die rechtlichen Grundlagen für die Förderung von Ökostromanlagen bilden die Änderung des Ökostromgesetzes 2009 sowie die Ökostromverordnung 2010 - ÖSVO 2010. Nachstehend werden Teile dieser Gesetzestexte wiedergegeben.

#### Einspeisetarife für aus Biogas erzeugten elektrischen Strom

In Tabelle 7-1 sind die anhand dieser Verordnung für Biogas geltenden konkreten Einspeisetarife aufgelistet.

Tabelle 7-1: Einspeisetarife für elektrischen Strom nach Ökostromverordnung § 10<sup>61</sup>

Rohstoffabhängige Technologien / Laufzeit 15 Jahre		Einspeisetarif [Cent / kWh]
Biogas aus landwirtschaftlichen Produkten (wie Mais, Gülle)	bis 250 kW	18,50
	250 bis 500 kW	16,50
	Über 500 kW	13,00
	Biogas bei Kofermentation von Abfallstoffen	minus 20%
	Zuschlag für Erzeugung in effizienter KWK	2,00
	Zuschlag bei Aufbereitung auf Erdgasqualität	2,00
Mischfeuerungen		anteilig

KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

#### Einsatz von Gülle als Substrat

In § 10. Abs. 2 der Ökostromverordnung steht geschrieben:

„Die in Abs. 1 Z1 (Erläuterung: Diese Zeile betrifft Anlagen mit einer Engpassleistung bis 250 kW) festgesetzten Preise sind nur unter der Bedingung zu gewähren, dass Gülle mit einem Massenanteil von mindestens 30% eingesetzt wird.“

*Bedeutung für die Praxis:* In der Praxis stehen derartige Güllmengen meist nicht langfristig gesichert zur Verfügung, weshalb seit Inkrafttreten dieser Regelung Anlagengrößen von mehr als 250 kW<sub>el</sub> angestrebt wurden.

#### Besondere Bestimmungen zur Kontrahierungspflicht

In § 10a. (10) des gültigen Ökostromgesetzes – ÖSG, Änderung 2009, 2. Teil Förderung von erneuerbarer Energie, 1. Abschnitt Förderung von Ökostrom, steht geschrieben:

<sup>61</sup> Darstellung nach [Energie-Control GmbH, 2010]

„Die Ökostromabwicklungsstelle ist verpflichtet, auch Mengen an elektrischer Energie zu den gemäß § 11 bestimmten Preisen abzunehmen, die jenen Mengen elektrischer Energie entsprechen, die aus jenen Mengen des dem Gasnetz entnommenen Erdgases erzeugt werden, das im Wärmeäquivalent der Menge von an anderer Stelle in das Gasnetz eingespeistem Gas aus Biomasse entspricht.“

*Erläuterung:* Diese Regelung ist hochgradig sinnvoll, weil damit der Gesamtsystemwirkungsgrad erhöht wird. Die gesamte Energie aus einem BHKW einer dezentralen Biogasanlage kann nämlich selten vor Ort genutzt werden. Durch diese Verpflichtung der Ökostromabwicklungsstelle kann nun Erdgas in das Netz eingespeist und bei einem beliebigen Verbraucher, der Strom UND Wärme nutzen kann, im BHKW umgesetzt werden.

#### Bestimmungen betreffend Co-Vergärung von biogenen Abfällen

Im § 10. Abs. 3 der Ökostromverordnung steht geschrieben:

„Bei Einsatz von anderen als rein landwirtschaftlichen Substrat-Einsatzstoffen werden die [...] festgesetzten Preise (*Erläuterung: gemeint sind die Einspeisetarife*) um 20% reduziert.“

*Bedeutung für die Praxis:* Bereits die geringste Menge an „nicht landwirtschaftlichen“ Substraten bewirkt diesen 20%-igen Abschlag. Entscheidet sich ein Anlagenbetreiber somit dazu Abfälle zu vergären, werden gleich möglichst viele Abfälle eingesetzt, da diese wesentlich kostengünstiger sind als NAWAROs. Nicht in allen Fällen ist jedoch die Substratvorbehandlung in der Lage diese Abfälle entsprechend aufzubereiten. Zudem ist oftmals nicht klar, welche Einsatzstoffe als „nicht landwirtschaftliche“ Substrate einzustufen sind (z.B. Ernterückstände)

### 7.2.2 Aufwertung Abfallvergärung - Diskussion „neues Ökostromgesetz“

**Fakt ist: Derzeit gilt für Biogasanlagen, die Abfälle vergären, ein 20%-iger Abschlag auf den Ökostromtarif.**

Ein Neben- und Miteinander von Biogasanlagen zur Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen (NAWAROs) auf der einen Seite und Biogasanlagen zur Vergärung biogener Abfällen auf der anderen Seite macht definitiv Sinn, die Frage jedoch, ob ein Wegfall des Abschlages für Abfallanlagen in die richtige Richtung weist, kann nicht klar mit Ja oder Nein beantwortet werden.

Denn es ist zu beachten, dass die Preise für die Verfügbarmachung diverser biogener Abfälle zur Vergärung a) sehr unterschiedlich sind und b) zusätzlich aufgrund von Abgaben, Gebühren und Subventionen nicht klar an einem Weltmarktpreis festzumachen sind. Dessen ungeachtet landen c) bereits heute die gut verfügbaren Abfallsubstrate zu einem großen Teil in Biogasanlagen.

**Für eine Unterstützung der energetischen Verwertung biogener Abfälle sind folgende Ansätze denkbar:**

- Einführung eines eigenen Ökostromtarifes für Abfallverwertungsanlagen. Dieser soll einen prinzipiellen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen. Hierfür muss eine ganzheitliche Betrachtung erfolgen. Die energetische Verwertung von Abfällen beruht auf anderen Gesichtspunkten als die Energiebereitstellung basierend auf NAWARO.
- Die Schaffung einer Investitionsförderung kann Anreize schaffen um neuartige, innovative Konzepte in der Abfallvergärung zu realisieren. Diese Förderung sollte auch für Konzepte gelten, die neuartige Abfälle

erschließen. Jedenfalls muss das Gesamtsystem betrachtet werden, also Transportwege, Verwertungswege des Gärrestes, Substratverfügbarkeit etc.

- Das Sammelsystem (die Logistik) ist die Kernfrage für die Erschließung neuer Potenziale. Hier können Anreize gesetzt werden um z.B. Gemeinden zu unterstützen neuartige Sammelsysteme zu schaffen. Sowohl beim Grünschnitt als auch bei den Haushaltsabfällen ist die Bereitstellung von Abfällen ausreichender Qualität die Schlüsselfrage und mehr als der halbe Weg zum Ziel.
- Denkbar wäre auch ein Bonussystem vergleichbar mit jenem in Deutschland, wo ein Bonus für „neue Substrate“, also Landschaftspflegematerial, Grünschnitt, biogene Haushaltsabfälle etc., vergeben wird. Da eine Biogasanlage jedoch in der Praxis vermutlich nicht nur mit der Klasse „neue Substrate“ gefahren wird, kann es hier allerdings zu einem Problem bei der Bilanzierung der Abfälle kommen. Das ist in Deutschland zurzeit bereits der Fall.

**Eine gezielte Aufwertung der energetischen Verwertung biogener Abfälle kann zu folgenden positiven Entwicklungen führen:**

- Erleichterung der Erschließung noch ungenutzter Potentiale, da neue Substrate auch finanziell interessant werden.
- Abdeckung der erhöhten Kosten in Sammlung und Logistik
- Die Abfallwirtschaft ginge einen weiteren Schritt in Richtung Kreislaufwirtschaft.
- Aufwertung der Energiegewinnung aus Abfällen durch Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung (Abfall wird zu Wertstoff)

**Dennoch sollten folgende Punkte erfüllt bzw. nicht außer Acht gelassen werden:**

- Für Altanlagen zur anaeroben Abfallbehandlung sollten ähnliche Wettbewerbsbedingungen gelten wie bei Neuanlagen, um den schon existierenden Anlagen nicht die Substrate zu entziehen.
- Co-Vergärung von Abfällen und NAWAROs

Die Aufwertung der anaeroben Vergärung von Abfällen führt unweigerlich zu der Frage, ob Abfälle gemeinsam mit NAWAROs fermentiert werden dürfen. Viele bestehende landwirtschaftliche Anlagen (NAWARO-Anlagen) können die sicherheitstechnischen Auflagen nur schwer oder unzureichend erfüllen, da die notwendige Infrastruktur zur Behandlung von Abfällen (Hygienisierung!) häufig nicht vorhanden ist. Auch muss das Personal für den Umgang mit Abfällen gezielt geschult werden.

Eine weitere Frage ist die nach der rechtlichen Gleichstellung von Biogasgülle und Gärrückstand.

Eine Co-Vergärung von Abfällen in NAWARO-Anlagen könnte – für den Fall dass der 20%-ige Abschlag aufrechterhalten wird – zu der Problematik der Nachvollziehbarkeit der Abfallbehandlung führen: Es ist relativ einfach, Abfälle in Biogasanlagen „verschwinden“ zu lassen.

- Sinkende Verwertungserlöse für Abfälle

Vor dem Hintergrund einer Aufwertung der Abfallvergärung muss bedacht werden, dass dies vermutlich langfristig eine Verringerung der Entsorgungserlöse für Abfall bedeutet. Dies ist einerseits eine gute Nachricht, da unproblematische biogene Abfälle zu Wertstoffen aufgewertet werden, welche diese ja auch im Sinne einer Kreislaufwirtschaft darstellen. Andererseits kann es auch zu einer Umwälzung und/oder Solidarisierung der Abfallentsorgungskosten kommen. Ein einheitliches Zertifizierungssystem für Kompost, Gärreste und Klärschlamm könnte hier eine sinnvolle Preisgestaltung ermöglichen.

### 7.2.3 Exkurs NAWARO-Anlagen: Kopplung des Einspeisetarifes an den Rohstoffpreis?

Zusätzlich zu den oben angestellten Überlegungen (und bewusst den Titel der Studie sprengend) möchten die Autoren folgende Anmerkung betreffend der Problematik der schwanken Rohstoffpreise bei nachwachsenden Rohstoffen (NAWAROs) näher bringen:

Bei Beobachtung des Marktpreis eines genau definierten Rohstoff-Mixes könnte der Ökostromtarif quartalsweise an den Ökostromtarif angepasst werden. Investitionskosten und laufende Betriebskosten der Anlage sind linear und kalkulierbar, der schwankende Gestehungspreis des elektrischen Stromes resultiert also einzig aus dem schwankenden Substratpreis. Denkbar wäre auch die Einführung einer Preis-Obergrenze um zu verhindern, dass sich die Rohstoffpreise nicht gegenseitig zu sehr aufschaukeln. Ein derartiges Szenario würde die Biogasbranche in Österreich transparenter machen.

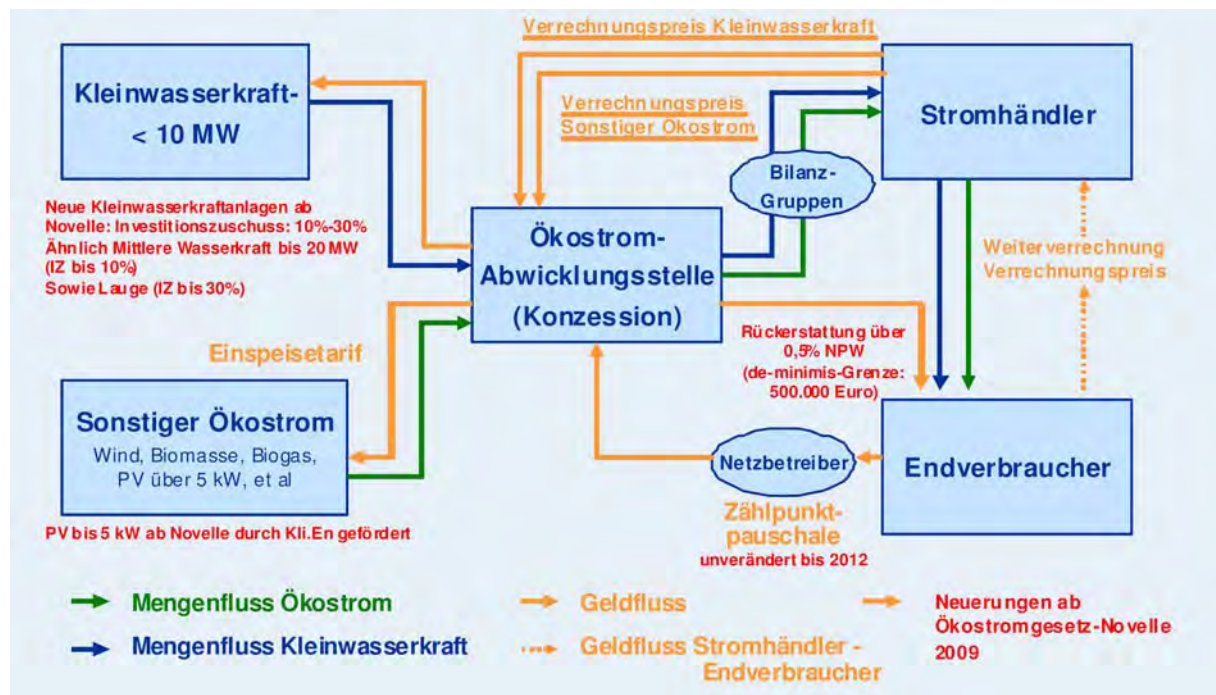
## 7.3 Netzeinspeisung von Biomethan - Potenzielle Gaseinspeise-VO

Die Förderung für Ökostrom wird im wesentlichen aus Verrechnungspreis und Zählpunktpauschale finanziert. Betreiber von geförderten Ökostromanlagen „verkaufen“ ihren Strom an die OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG und erhalten als Vergütung die verordneten Einspeisetarife. Der zuständige Netzbetreiber hat die Pflicht diesen Strom über sein Netz zu verteilen. Die OeMAG weist diesen Strom an die einzelnen Stromhändler zu, die dafür den Verrechnungspreis bezahlen. Neben dem Verrechnungszupreis wird der Ökostrom von den Endverbrauchern durch die Zählpunktpauschale finanziert. Im Falle der Weiterverrechnung des Verrechnungspreises durch den Stromhändler entsteht der Posten Mehraufwendungen für den Endverbraucher.<sup>62</sup>

Der Energiebezug bzw. die Lieferung sowie die Geldflüsse sind in Abbildung 7-1 dargestellt.

---

<sup>62</sup> [Energie-Control, 2010]

Abbildung 7-1: Ökostrom-Förderungssystem nach der Gesetzesnovelle 2009<sup>63</sup>

Analog zum Ökostromgesetz bestünde die Möglichkeit eine Ökogas-Abwicklungsstelle zu gründen bzw. ein bestehendes Unternehmen damit zu beauftragen, sich um den Ausgleich zwischen tatsächlichen Biogaskosten bei der Netzeinspeisung und dem Importgaspreis zu kümmern.

Die Abwicklungsstelle müsste das produzierte Biogas vom Biogas-Netzeinspeiser erwerben und könnte dies im Gegensatz dazu am Markt zum Importpreis absetzen. Den Biogas-Netzeinspeisern werden die vollen Gesamtkosten (inkl. angemessene Marge) ersetzt, der Differenzbetrag wird aus öffentlichen Mitteln zur Verfügung gestellt. Mit dieser Variante wären die Biogas-Netzeinspeiser vom – sicherlich schwierigen – administrativen Aufwand befreit<sup>64</sup>.

Bei diesem idealen Modell würden die Subventionsmittel aus öffentlichen Geldern bezogen werden, welche durch eine Energieabgabe bereitgestellt werden. Diese Energieabgabe muss gleichermaßen auf alle Energieträger verteilt sein, um eine Wettbewerbsverzerrung zu vermeiden. Ein Argument der Gasversorger gegen die Einführung einer Gas-Einspeiseverordnung besteht heute etwa darin, dass eine Ökoenergieabgabe auf Erdgas einen Wettbewerbsnachteil gegenüber Heizöl hervorrufen würde.

**Bisher existiert in Österreich keinerlei Gas-Einspeiseverordnung. Um das Thema der Gasnetzeinspeisung von „Biomethan“ in Österreich voranzutreiben, attraktiv zu machen und neue Impulse zu setzen, wäre eine solche aber wichtig.**

Hinweis: Ein entscheidendes Hindernis ist oft der Zugang zum Gasnetz. In Deutschland muss der Gasnetzbetreiber mit sehr wenigen Ausnahmen (maximal 4%) den Zugang zum Gasnetz ermöglichen. Die Anschlusskosten trägt zu 75% der Betreiber des Gasnetzes (maximal € 250.000), die restlichen 25% müssen vom Einspeiser getragen werden.

<sup>63</sup> Energie-Control, 2010

<sup>64</sup> HORNBACHNER, et al. (2005): Rechtliche, wirtschaftliche und technische Voraussetzungen für die Biogas-Netzeinspeisung in Österreich, Projekt-Nr.807712 Energiesysteme der Zukunft

Anmerkung: Eine weitere interessante Option ist die Kopplung der Verwendung erneuerbarer Energieträger (im vorliegenden Fall „Bioerdgas“) an die Vergabe der Wohnbauförderung, wie dies z.B. schon in Niederösterreich vorgesehen und in Oberösterreich Praxis ist. Durch diese Maßnahme wird erstens der Anteil erneuerbarer Energie im Haushalt angehoben und zweitens die Bewusstseinsbildung für erneuerbare Energie in der Bevölkerung unterstützt.

## 7.4 Förderung von Gasautos

### 7.4.1 Ist-Stand

Die Fördersituation in Österreich ist größtenteils bundesländerspezifisch sehr verschieden und teilweise nur für relativ kurze Zeiträume gesichert.

Derzeit wird eine Reihe von Fördermaßnahmen angeboten, wie z.Bsp.:

- KFZ-Haftpflichtversicherung: Bonus bis zu 25%
- NoVA: Bonus von € 500
- Firmenflotten: Förderung bezogen auf CO<sub>2</sub>-Einsparung von bis zu 50% der förderbaren Kosten, bzw. bis zu € 1.000 pro Fahrzeug
- Taxis: bis zu € 3.550 Investitionskostenförderung
- Gratis-Treibstoff: bis zu € 600 einmalig

Details zu den einzelnen Förderungen siehe Tabelle 7-2 und Tabelle 7-3.

Tabelle 7-2: Förderungen für Erdgasfahrzeuge Österreich Gesamt [OMV GAS & POWER, 2010]

HÖHE	BEDINGUNGEN
Bis zu 15% der Jahresprämie bei KFZ-Haftpflicht- und Kaskoversicherung	Erdgasfahrzeug
Kommunalförderung bis zu € 400	Alberndorf, Ansfelden, Grieskirchen, Rohrbach
Bonus von 10% der Jahresprämie bei KFZ-Haftpflicht- und Kaskoversicherung	Erdgasfahrzeug
NoVA neu, Bonussystem gemäß § 61 Abs1. Z4 NoVAG für alternative Antriebskraftstoffe i der Höhe von € 500	Seit Juli 2008 wird für alternative Fahrzeuge ein Bonus gewährt.
Förderungssatz bei Betrieben bis zu 30%, bei Gemeinden bis zu 50% der förderungsfähigen Kosten	Die Höhe der Förderung richtet sich nach dem CO <sub>2</sub> -einsparungseffekt des Fahrzeuges.
Förderpauschale für Flottenumstellung in der Höhe von € 500 bis 1000, für maximal 10 Fahrzeuge	Förderansuchen muss vor Lieferung des Fahrzeuges bei der Kommunalkredit Public Consulting GmbH beantragt werden. Antrag wird geprüft und der Betrag für die Förderung rückerstattet. Die geförderten Fahrzeuge dürfen das Gesamtgewicht von 3,5 Tonnen nicht überschreiten.

Tabelle 7-3: Förderungen für Erdgasfahrzeuge in den Bundesländern [OMV GAS &amp; POWER, 2010]

LAND/STADT	HÖHE	BEDINGUNGEN
WIEN	€ 1.000 Unterstützung für den Kauf oder das Umrüsten eines CNG-Fahrzeuges	Zulassung eines Erdgasfahrzeuges in Wien und Anbringung eines Aufklebers für 2 Jahre. Pro Person und Firma werden max. 10 Fahrzeuge gefördert. Gültig bis 31. Mai 2011
	€ 3.000 Förderung für die Anschaffung eines Erdgas-Taxis	Ab 1. Juni bis Ende Mai 2011. Gefördert werden im ersten Jahr 100 Fahrzeuge pro Taxiunternehmen.
VORARLBERG	Tankbonus für 500 kg Erdgas	Behördliche Zulassung eines Erdgasfahrzeuges in Vorarlberg. Die Betankung erfolgt bei Tankstellen in Vorarlberg. Ein Schriftzug ist auf dem Fahrzeug für 3 Jahre anzubringen. Die Förderung der VEG gilt bis auf weiteres.
STEIERMARK	€ 400 Unterstützung für Privatkunden € 600 für Gewerbe- und Industriekunden € 700 für Fahrschulen und Taxiunternehmen	Zulassung des Fahrzeuges in der Steiermark. Privatkunden: Anbringung eines Aufklebers am Heck des Fahrzeuges für mindestens 2 Jahre. Gewerbe- und Industriekunden, Taxiunternehmer und Fahrschulen: Anbringung eines Werbeschriftzuges am Fahrzeug für mindestens 2 Jahre - Werbevereinbarung
	Förderung im Zuge der Aktion „fein!staubfrei“ des Landes Steiermark: € 200 für Privatpersonen und Gewerbetreibende bzw. € 300 für Fahrschulen und Taxiunternehmen	Förderung wird über die Steirische Gas-Wärme GmbH abgewickelt
	€ 300 Förderung der Stadt Weiz	Nur für Personen, die in der Stadt Weiz gemeldet sind
	€ 250 Förderung der Stadt Leoben	Förderung pro Ankauf eines Erdgasfahrzeuges. Nur gültig für Personen bzw. Unternehmen mit Hauptwohnsitz Leoben
	€ 500 Förderung der Stadt Graz	Gültig für Unternehmen die das Taxigewerbe betreiben oder für die Stadt Graz soziale Dienste im Sinne des Steiermärkischen Sozialhilfegesetzes verrichten. Je Unternehmen werden maximal 3 Fahrzeuge gefördert.
TIROL	Umweltbonus: € 250 für Privatpersonen € 500 für Gewerbekunden € 750 für Fahrschulen	Zulassung eines neuen oder umgerüsteten Erdgasfahrzeuges in Nordtirol. Anbringung eines Werbeschriftzuges am Fahrzeuges für mindestens 2 Jahre. Aktion war befristet bis 31.12.2010.
	€ 3000 für die Anschaffung eines Erdgastaxis zuzüglich Jahresvignette und zuzüglich € 550 von der Stadt Innsbruck	Tiroler Taxiunternehmen: Zulassung eines Fahrzeuges in Nordtirol und anbringen eines Werbeschriftzuges für mindestens 2 Jahre. Aktion war befristet bis 31.12.2010. Förderung der Stadt Innsbruck: Erstmalige Anmeldung des Fahrzeuges in Innsbruck.



<b>NIEDERÖSTERREICH</b>	keine Förderungen	
<b>BURGENLAND</b>	„Alternative Mobilität“ bis zu € 750	Zulassung eines neuen oder umgerüsteten Erdgasfahrzeuges mit Hauptwohnsitz im Burgenland. Nur für Privatpersonen. Aktion war befristet bis 31.12.2010.
<b>KÄRNTEN</b>	keine Förderungen	
<b>OBERÖSTERREICH</b>	bis zu 25% der Jahresprämie bei KFZ-Haftpflicht- oder Kaskoversicherung	Erdgasfahrzeug
	€ 600 Tankbonus	für die ersten 200 Fahrzeuge nach Kennzeichnung als Erdgasauto; einzulösen bei allen Partner-Tankstellen
	Autobahn-Jahresvignette	Abschluss eines Leasingvertrages für ein Erdgasfahrzeug mit Raiffeisen Impuls-Leasing
<b>SALZBURG</b>	500 kg CNG, individuelle Förderungen für Flottenbetreiber	Anbringung eines Werbeschriftzuges am Fahrzeug für mindestens 2 Jahre
	€ 1000 vom Land 1.500 kg CNG	Umwelttaxi für mindestens 3 Jahre gebrandet

**Grundsätzlich gilt anzumerken, dass die Marktdurchdringung von gasbetriebenen KFZ bis dato noch sehr gering ist.** Dieser Umstand liegt begründet in den folgenden drei Tatsachen:

- Nicht flächendeckend erschlossenes Gastankstellennetz
- Zögerliches Marketing und Modellentwicklung seitens der KFZ-Industrie
- Unsicherheit der Konsumenten bezüglich künftiger Besteuerung von Erdgas als KFZ-Treibstoff

In Kombination mit aufbereitetem Biogas stellen Gasfahrzeuge allerdings die einzige sofort zu implementierende und dem Stand der Technik entsprechende Möglichkeit dar, um den Anteil erneuerbarer Energieträger im Bereich der Mobilität zu erhöhen.

Andere bisher verfolgte Strategien, wie die Beimischungsverordnung von erneuerbaren Treibstoffen stehen aufgrund vorhandener Strukturen in Konkurrenz zu Nahrungsmittel bzw. führen zu keiner nachhaltigen Produktion von Treibstoffen: Für die Biodieselproduktion werden Raps- oder andere Pflanzenöle vom Markt bezogen, ähnlich ist es um die Bioethanolproduktion bestellt. Einzig Biogas kann im state-of-the-art Prozess schon jetzt Treibstoff aus Abfallstoffen bereitstellen.

Derzeit ist noch keine kritische Masse an erdgasbetriebenen Fahrzeugen erreicht, welche einen weiten Personenkreis von der Anschaffung eines solchen abhalten. Dadurch sind wiederum bereits bestehende Erdgas-Tankstellen schlecht ausgelastet, die flächendeckende Versorgung ist nicht gewährleistet.



## 7.4.2 Verbesserungsvorschläge für die Förderung von Gasautos (Empfehlungen)

**Folgende Rahmenbedingungen sind für die Förderung von Gasfahrzeugen zu schaffen:**

- Keine künftige Besteuerung durch die Mineralölsteuer – zumindest für aus Biogas erzeugtes Erdgas
- Einheitliche Förderungen für die Anschaffung von Gasautos zumindest für die nächsten 5 Jahre
- Effiziente Förderung von Technologien zur Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität zur Nutzung in Tankstellen ähnlich dem Ökostromgesetz. Hier ist ein klares Bekenntnis zu Biogas vonnöten, um der Monopolstellung und den Interessen der Erdgas-Industrie entgegenzuwirken, bzw. diese Stakeholder entsprechend einzubinden.

Derzeit stehen bereits Technologien zur Verfügung, die annähernd konkurrenzfähig aufbereitetes Erdgas aus Biogas für den Mobilitätssektor herstellen können. Mit den angeführten Rahmenbedingungen ist es unmittelbar möglich zahlreiche dezentrale Aufbereitungsanlagen in bestehende und neu zu errichtende Biogasanlagen zu integrieren. Damit können bisher ungenutzte erneuerbare Ressourcen erschlossen werden und eine flächendeckende Versorgung mit aus Erdgas erzeugtem Biogas für den Mobilitätsbereich aufgebaut werden.

## 7.5 Verwertung von Gärresten

Die Zusammenfassungen der rechtlichen Grundlagen zum Thema Einsatz von Gärresten in der Landwirtschaft wurden von Pfundtner (2004<sup>65</sup> und 2006<sup>66</sup>) bzw. Wernitznig (2008)<sup>67</sup> zusammengestellt. Die dortigen Ausführungen wurden nachfolgend auszugsweise übernommen.

### 7.5.1 Begriffsdefinition Gärrest – „Biogasgülle“ und „Gärrückstand“

Um die pflanzenbaulichen Wirkungen von Gärresten zu optimieren und das Risiko allfälliger Schädigungen von Menschen, Tieren, Pflanzen und nicht zuletzt von Böden auch langfristig zu minimieren, hat der Fachbeirat für

---

<sup>65</sup> Pfundtner E (2004) Der sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärrückstand in der Landwirtschaft - Rechtliche Grundlagen. 10. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Biogasproduktion - alternative Biomassenutzung und Energiegewinnung in der Landwirtschaft, Irdning, A  
([http://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=422&Itemid=53](http://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=422&Itemid=53) - Stand 19.10.2009)

<sup>66</sup> Pfundtner E (2006) Neufassung der Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland, 12. Alpenländisches Expertenforum, 30. März 2006, Irdning, A  
([http://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=448&Itemid=53](http://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=448&Itemid=53) - Stand 12.12.2009)

<sup>67</sup> Wernitznig F (2008) Biogasgülle als „Düngemittel“ nach der Düngemittelverordnung. INPUT – Informationsmagazin der ARGE Kompost & Biogas Österreich; Heft 01/08: 27-28  
([http://www.kompost-biogas.info/images/arge\\_media/documents/input\\_1\\_08.pdf](http://www.kompost-biogas.info/images/arge_media/documents/input_1_08.pdf) - Stand 02.02.2010)

Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) die Richtlinie „Der sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland“ erarbeitet<sup>68</sup>.

Entsprechend den Vorgaben der genannten Anwendungsrichtlinie hängen die Möglichkeiten zur Verwertung des Gärrestes von der Art der gewählten Ausgangssubstrate ab. Geeignete Rohstoffe werden nach der Nachvollziehbarkeit ihrer Herkunft und ihrem Belastungspotenzial mit Schadstoffen in Stoffgruppen (1 - 3) eingeteilt, wobei hinsichtlich der entstehenden Gärreste zwischen *Biogasgülle* und *Gärrückstand* unterschieden wird.

– *Biogasgülle*

Gärrest aus der Stoffgruppe 1. Die *Stoffgruppe 1* umfasst Wirtschaftsdünger, organische Reststoffe aus der landwirtschaftlichen Urproduktion (einschließlich Ernterückstände, verdorbene Silage), Futtermittel (einschließlich überlagerter Futtermittel und Futterreste), verdorbenes oder überlagertes ungebeiztes Saatgut, Kerne, Schalen u. Fallobst sowie Gemüse(-reste), Nebenprodukte aus der Verarbeitung von Lebens- und Futtermitteln (Vinasse, Molkereirückstände, ...) und zum Zwecke der Vergärung angebaute nachwachsende Rohstoffe. Die Vergärung dieser Materialien führt zum Endprodukt *Biogasgülle*.

– *Gärrückstand*

Gärrest aus der Stoffgruppe 2 und 3. Die Verwendung von organischen Rohstoffen der *Stoffgruppe 2* (Rückstände der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie) und der *Stoffgruppe 3* (Kommunale Garten- und Parkabfälle, Küchen- und Kantinenabfälle, Bioabfall aus Haushalten, tierische Nebenprodukte) ergibt einen *Gärrückstand*, der nach dem Bundes-Abfallwirtschaftsgesetz bis zur Verwertung Abfall bleibt.

Mit der begrifflichen Trennung der vergorenen Substrate in Biogasgülle und Gärrückstände wird auf das höhere Belastungspotenzial der Materialien der Stoffgruppen 2 und 3 hingewiesen. Was Schwermetalle und organische Schadstoffe betrifft, haben die Abfälle der Stoffgruppe 2 ein geringeres Risikopotenzial als jene der Gruppe 3, da Herkunft, Gleichmäßigkeit der Qualität sowie das Entstehen der Abfälle verfahrensbedingt bekannt und nachvollziehbar sind.

Diese Richtlinie stellt eine Präzisierung der in Tabelle 7-4 angeführten entsprechenden gesetzlichen Bestimmungen dar und bildet somit die fachliche und normative Grundlage zur Anwendung und Ausbringung von Rückständen aus Biogasanlagen.

## 7.5.2 Verwendung von Gärresten in der Landwirtschaft

Sowohl Biogasgülle als auch Gärrückstände können in der Landwirtschaft zur Düngung verwendet werden. Die rechtliche Grundlage für beide „Gärreste“ ist jedoch unterschiedlich.

Biogasgülle ist seit der letzten Novelle der Düngemittelverordnung (DMVO 2004) im März 2007 als tierisches und pflanzliches Ausgangsmaterial zur Herstellung organischer und organisch-mineralischer Düngemittel einsetzbar.

---

<sup>68</sup> BMLFUW (2007) Der sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 2. Auflage, österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, A  
(<http://www.landnet.at/filemanager/download/26862/> - Stand 12.12.2009)

Gärrückstände hingegen gelten rechtlich als Abfall und werden im Abfallwirtschaftsgesetz (AWG 2002) geregelt. Zwar wird in diesem Gesetz eine ordnungsgemäße landwirtschaftliche Verwertung von organischen Abfällen unterstützt, allerdings ist es auch eine wesentliche Forderung dieses Gesetzes, dass bei einer solchen Verwertung keine Gefahr für Mensch und Umwelt bestehen darf. Dadurch soll eine nachhaltige Abfallverwertung und eine Vermeidung von potenziellen Schadstoffeinträgen in den Boden gewährleistet werden.

Hinsichtlich der Qualitätsanforderungen betreffend der landwirtschaftlichen Verwertung (siehe Tabelle 7-4) bestehen zwischen den Gruppen keine Unterschiede. Alle haben die angeführten Richtwerte in Bezug auf Schwermetalle, organische Schadstoffe und Hygiene einzuhalten.

Tabelle 7-4: Zusammenfassung der rechtlichen Grundlagen für eine landwirtschaftliche Gärrestverwertung nach *Pfundtner (2004)*<sup>1</sup>

Rechtliche Grundlage	Enthaltene Bestimmungen
Wasserrechtsgesetz 1959 (BGBl. Nr. 215/1959 idF BGBl. Nr. 156/2002)	Düngebeschränkung auf maximal 175 bzw. 210 kg N/ha aus stickstoffhaltigen Düngemitteln
Verordnung Aktionsprogramm 2003	Ausbringungsverbote und –beschränkungen, maximal 170 kg N/ha aus Wirtschaftsdünger
Bundes-Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (BGBl. Nr. 102/2002)	Behandlung und Verwertung von Gärrückstand als nicht gefährlicher Abfall
Düngemittelgesetz 1994 (BGBl. Nr. 513/1994 idF BGBl. Nr. 419/1996, BGBl. I Nr. 72/1997, BGBl. I Nr. 117/1998, BGBl. I Nr. 23/2001, BGBl. I Nr. 108/2001, BGBl. I Nr. 109/2001, BGBl. I Nr. 110/2002 und BGBl. I Nr. 87/2005)	Regelt die Zulassung von Düngemitteln
Düngemittelverordnung (BGBl. Nr.100/2004) in der Novelle von 2007 (BGBl. II Nr. 53/2007)	Zulassung von Biogasgülle als Ausgangsmaterial für die Düngemittelherstellung, gibt Grenzwerte für Schwermetalle und organische Schadstoffe an
EU - VO 834/2007 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel	Stoffliste und Qualitätsanforderungen für Düngemittel, die im biologischen Landbau zugelassen sind
EU - VO 1774/2002 über die Verarbeitung und Verwertung von nicht für den menschlichen Verzehr bestimmten tierischen Nebenprodukten	Hygiene- und Behandlungsvorschriften für Gärrückstand bei Einsatz tierischer Nebenprodukte

### 7.5.3 Düngebeschränkung durch Wasserrecht und Aktionsprogramm

Die Beschränkungen für das Ausbringen stickstoffhaltiger Düngemittel sollen ein Verlagern des Pflanzennährstoffes Stickstoff in tiefere Bodenschichten und die Auswaschung ins Grundwasser verhindern. Das Wasserrechtsgesetz 1959 und das Aktionsprogramm 2003 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat

aus landwirtschaftlichen Quellen<sup>69</sup> beinhalten Ausbringungsbeschränkungen für stickstoffhaltige Düngemittel und gelten somit auch für die Ausbringung von Biogasgülle und Gärrückständen.

Auf Ackerland können bewilligungsfrei 175 kg Reinstickstoff pro Hektar und Jahr (kg N/ha\*a) ausgebracht werden. Auf landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Gründeckung einschließlich Dauergrünland oder mit stickstoffzehrenden Fruchtfolgen erhöht sich dieser Wert auf 210 kg N/ha\*a. Dafür darf die unter Zusammenrechnung der über Wirtschaftsdünger, Kompost und andere zur Düngung ausgebrachte Abfälle und Handelsdünger eingesetzte Stickstoffmenge die genannten Höchstgrenzen nicht überschreiten.

Zur Ermittlung des anrechenbaren Stickstoffes (= Reinstickstoff laut Wasserrecht) sind die Stickstoffanalysewerte (Stickstoff gesamt) der Biogasgülle und der Gärrückstände mit 0,87 zu multiplizieren. Die rechnerische Differenz zwischen Analysewert und anrechenbarem Stickstoff ergibt sich auf Grund von unvermeidbaren gasförmigen Stickstoffverlusten bei der Ausbringung.

## 7.5.4 Inverkehrbringen von Biogasgülle und Gärrückstand als Düngemittel

Das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Pflanzenhilfsmitteln, Bodenhilfsstoffen und Kultursubstraten wird durch das Düngemittelrecht geregelt. Unter dem Begriff Inverkehrbringen versteht das Düngemittelgesetz das Einführen, Befördern, Vorrätighalten zum Verkauf, Feilhalten, Verkaufen sowie jedes sonstige Überlassen im geschäftlichen Verkehr. Auch die Abgabe in Genossenschaften und Personenvereinigungen an deren Mitglieder wird mit dem Inverkehrbringen gleichgesetzt. Die Verwertung der Gärreste im eigenen Betrieb fällt nicht unter den Begriff des Inverkehrbringens im Sinne des Düngemittelgesetzes.

### 7.5.4.1 Inverkehrbringen von Biogasgülle

*Biogasgülle* ist, wie bereits erwähnt, seit der letzten Novelle der Düngemittelverordnung (DMVO) im Jahr 2007 als tierisches und pflanzliches Ausgangsmaterial zur Herstellung organischer und organisch-mineralischer Düngemittel einsetzbar. Entsprechend den geltenden Bestimmungen des österreichischen Düngemittelrechtes sind die in den entsprechenden Typen zugelassenen Ausgangsstoffe auch als „Einzeldüngemittel“ möglich, d.h. ohne Verarbeitung oder Mischung mit anderen zugelassenen Ausgangsstoffen. Wie alle durch die düngemittelrechtliche Materie geregelten Produkte darf auch Biogasgülle nur unter Einhaltung von festgelegten Bestimmungen in Verkehr gebracht werden. Diese sind laut Pfundtner (2010)<sup>70</sup>:

- Meldepflicht nach § 16 Düngemittelgesetz beim Bundesamt für Ernährungssicherheit
- Kennzeichnung des Produktes auf dem Warenbegleitpapier
- Verwenden von erlaubten Ausgangsmaterialien
- Einhaltung der Qualitätsstandards der DMVO
  - Schwermetallgrenzwerte
  - Organische Schadstoffe
  - Keimfähige Unkrautsamen

<sup>69</sup> Aktionsprogramm 2003 idF Novelle 2006, vom 16. Februar 2006, Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Aktionsprogramm 2003 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen

<sup>70</sup> Pfundtner E (2010) Rechtliche Bestimmungen der landwirtschaftlichen Verwertung von Biogasgülle und Gärrückständen. Symposium „Aufbereitung von Gärresten“, 30.09.2010, IFA Tulln (Universität für Bodenkultur Wien), Tulln, A

Für Biogasgülle beinhaltet die Kennzeichnungspflicht basierend auf der DMVO folgende Punkte:

- Biogasgülle
- Name und Adresse des Herstellers
- Nährstoffgehalte (N, P, K)
- Ausgangsmaterialien (Schweinegülle, überlagertes Saatgut)
- Menge
- Anwendungshinweise und Aufwandmengenempfehlung entsprechend den Richtlinien für die sachgerechte Düngung

Wenn ein Biogasanlagenbetreiber als Hersteller von Biogasgülle diese als Düngemittel in Verkehr bringt, muss er insbesondere auch die entsprechende Meldepflicht (nach § 16 Düngemittelgesetz) einhalten. Dies bedeutet, dass er der zuständigen Behörde das beabsichtigte Inverkehrbringen vor Aufnahme dieser Tätigkeit bekannt geben muss. Diese Meldung hat neben den allgemeinen Firmendaten auch den Namen des verantwortlichen Betriebsinhabers sowie den Umfang der Gewerbeberechtigung zu enthalten. Für die Einhaltung der oben angeführten Bestimmungen des Düngemittelrechtes ist das Bundesamt für Ernährungssicherheit (BAES) zuständig.

Seit der Aufnahme von Biogasgülle als Ausgangsstoff für Düngemittel werden Hersteller und Inverkehrbringer (Biogasanlagenbetreiber) in den Kontroll- und Inspektionsplan der Düngemittelüberwachung eingebaut. Für den Anwender bedeutet dies, dass das Produkt in Hinkunft einer Überprüfung nach einem repräsentativen und risikobasierten Stichproben- und Prüfplan unterzogen werden wird. In der Vollziehung des Düngemittelrechtes hat das BAES zusammen mit seinem Auftragnehmer, der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES), mit seiner Überwachungstätigkeit auch die „Produktqualität“ und die Trennung zwischen Gärrückstand und Biogasgülle sicherzustellen.

#### 7.5.4.2 Inverkehrbringen von Gärrückstand

**Es ist festzuhalten, dass die in Österreich geltenden gesetzlichen Bestimmungen im Hinblick auf die Verwertung von *Gärrückstand* - im Unterschied zur *Biogasgülle* - bzw. der entsprechenden Endprodukte einer Gärrestaufbereitung unbefriedigend sind.**

Ein Inverkehrbringen von Gärrückstand als Düngemittel ist nach bestehender Rechtslage jedenfalls nicht gestattet. Abgesehen von einer Vermarktung der festen Gärreste über den Weg der Kompostherstellung verbleibt somit lediglich die Möglichkeit der Verwertung als nicht gefährlicher Abfall entsprechend dem Abfallwirtschaftsgesetz. Dies dürfte jedoch den erzielbaren Marktwert erheblich schmälern. Somit dürfen nur erlaubte Ausgangsmaterialien nach AbfallverzeichnisVO verwendet werden.

Die Grundlage für die Verwertung von Gärrückstand ist jedenfalls das Abfallwirtschaftsgesetz 2002 („Verwertung ist möglich wenn ein **Nutzen** vorhanden und kein **Schaden** entsteht“) [70].

Theoretisch möglich wäre – insbesondere für Produkte aus der Gärrestaufbereitung - auch eine Einzelzulassung als Düngemittel durch die Behörde, wie sie in § 9a Düngemittelgesetz vorgesehen ist. In diesem Fall kommt der Behörde jedoch eine besonders hohe Aufsichtspflicht zu. Angesichts der Tatsache, dass in Anlagen, die biogene Abfälle und Rückstände verarbeiten, die Substrate typischerweise einer wechselnden Zusammensetzung und

Herkunft unterliegen und somit ein erhöhtes Risikopotenzial besteht, ist der Erhalt einer solchen Einzelzulassung unwahrscheinlich bzw. mit kaum erfüllbaren Auflagen verbunden.

**Im Folgekapitel wird anhand von verfügbarem Datenmaterial klar dargelegt, dass sowohl Gärrückstand als auch Biogasgülle die in der DüngemittelVO geforderten Grenzwerte für die Ausbringung als Düngemittel in der Regel problemlos einhalten können.**

### 7.5.5 Mögliche Schadstoffe im Gärrest

In der Richtlinie „Der sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland“ des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz wird die Einhaltung der Grenzwerte für die Schwermetallkonzentrationen und Schwermetallfrachten der Düngemittelverordnung 2004 (siehe Tabelle 7-5) bei der Ausbringung des Gärsubstrates empfohlen.

Der Einsatz von Gärrückständen aus der anaeroben Gärung von pflanzlichen und tierischen Haushaltsabfällen auf biologisch wirtschaftenden Betrieben ist nur erlaubt, wenn die Bestimmungen der „EU-Verordnung 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel“ eingehalten werden. Unter anderem sieht die genannte EU-Verordnung für die Ausbringung von Gärrückständen strengere als die in der DMVO festgesetzten Grenzwerte für Schwermetallkonzentrationen vor.

Neben der Einhaltung der Grenzwerte für die Schwermetallkonzentrationen fordert der Fachbeirat bei der Düngung mit Gärrückständen eine Begrenzung der Schwermetallfrachten entsprechend der Düngemittelverordnung. Diese „Frachtenregelung“ soll die Eintragungsmengen von Schwermetallen - angegeben in g/ha in einem Zeitraum von zwei Jahren - in die landwirtschaftlich genutzten Böden beschränken, um eine irreversible Anreicherung von Schwermetallen zu verhindern.

Hinzuzufügen ist die generelle Tatsache, dass sich die auf die Trockenmasse bezogenen Schadstoffgehalte im Gärrückstand von persistenten Schadstoffen (also Schadstoffen, die nicht anaerob abgebaut werden) durch den Abbau der organischen Substanz erhöhen.

#### 7.5.5.1 Schwermetalle

Über die Ausbringung von Gärresten können Schwermetalle in die Umwelt eingebracht werden. Erhöhte Schwermetallkonzentrationen in Böden, Oberflächen- und Grundwasser können durch direkte oder indirekte Toxizität ein Gesundheitsrisiko darstellen, wobei sie sich durch Bioakkumulation in Pflanzen noch zusätzlich anreichern können. Aufgrund der genannten Schädigung bestimmter Schwermetalle ist deren Eintrag in den Boden grundsätzlich zu vermeiden.

Die Anwesenheit von Schwermetallen im Gärrückstand kann sowohl auf natürliche als auch anthropogene Quellen zurückzuführen sein. Von besonderer Bedeutung für den Gärrückstand sind dabei Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Quecksilber (Hg), Blei (Pb), Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Zink (Zn). Schwermetalle unterliegen keinem biologischen Abbau, weshalb sie sich durch die Fermentation im Gärrückstand bezogen auf die Trockenmasse konzentrieren. In Tabelle 7-5 sind die aktuell gültigen Schwermetallgrenzwerte angegeben.

Tabelle 7-5: Schwermetallgrenzwerte der österreichischen Düngemittelverordnung 2004 und der EU-Verordnung 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel

	Grenzwert EU-VO 2092/91	Grenzwert DMVO (2004)	
	Konzentration [mg/kg TM]	Konzentration [mg/kg TM]	Frachten in einem Zeitraum von 2 Jahren [g/ha]
<b>Blei</b>	45	100	600
<b>Cadmium</b>	0,7	3 *)	10
<b>Chrom</b>	70	100 *)	600
<b>Nickel</b>	25	100	400
<b>Kupfer</b>	70	-	700 **)
<b>Quecksilber</b>	0,4	1	10
<b>Zink</b>	200	-	3.000 **)

\*) ausgenommen mineralische Düngemittel mit mehr als 5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

\*\*) ausgenommen mineralische Spurennährstoffdünger

Generell ist davon auszugehen, dass Stoffe, die der menschlichen oder tierischen Ernährung dienen können oder aus Rohstoffen derselben bestehen, keine besondere Schwermetallbelastung darstellen. Bei alleiniger Verwendung von NAWARO-Pflanzen, pflanzlichen Nebenprodukten sowie überlagerten Lebensmitteln sind daher Schwermetalle im Allgemeinen nicht gesondert zu untersuchen. Auch Gülle enthält in der Regel kaum Schwermetalle. Eine Ausnahme können erhöhte Kupfer- und Zinkgehalte bei Schweinegülle darstellen, die vor allem aus der Fütterung herrühren<sup>71</sup>. Gering erhöhte Schwermetallgehalte weisen Flotatschlämme und Fettabsciederinhalte auf. Probleme können auch im Zusammenhang mit dem Einsatz von gewerblichen oder kommunalen Reststoffen auftreten. In Abbildung 7-2 sind Angaben über direkt in Gärrückständen ermittelte Schwermetallkonzentrationen angegeben. Weitere Schwermetallanalysen sind auch in *Biogashandbuch Bayern (2007)*<sup>72</sup> aufgeführt.

<sup>71</sup> Zethner G, Sattelberger R, Hanus-Ilmar A (2007) Kupfer und Zink im Wirtschaftsdünger von Schweine- und Geflügelmastbetrieben, Report REP-0073, Umweltbundesamt Wien, A

(<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0073.pdf> Stand 30.11.2009)

<sup>72</sup> LfU (2007) Biogashandbuch Bayern – Materialienband, Kapitel 1.6: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, D

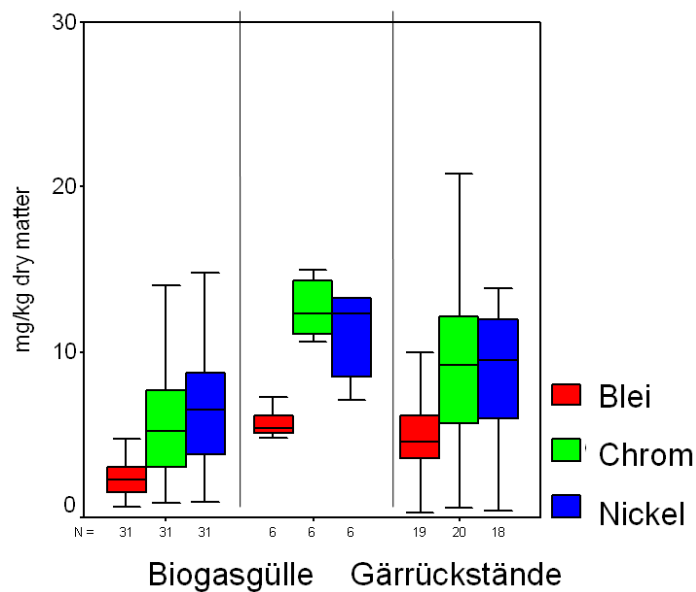


Abbildung 7-2: Blei, Chrom und Nickel Gehalte (mg kg<sup>-1</sup> TS) in Biogasgülle und Gärückständen - Grenzwert laut DMVO ist für alle drei Schwermetalle 100 mg/kg Trockensubstanz (Quelle: AGES und Arge Kompost und Biogas NÖ)<sup>70</sup>

Es ist jedenfalls darauf zu achten, dass die in der österreichischen Düngemittelverordnung angegebenen Grenzwerte im Hinblick auf den Gärrest bzw. aus Gärresten erzeugte Düngematerialien eingehalten werden. Gegebenenfalls sind auch die Grenzwerte gemäß der EU Verordnung 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel zu berücksichtigen.

Bei der Behandlung von Gärresten ist zu beachten, dass die Schwermetalle hauptsächlich in ungelöster Form vorliegen und daher großteils mit den Feststoffen abgezogen werden.

### 7.5.5.2 Organische Schadstoffe

Persistente organische Verbindungen können aufgrund ihrer Toxizität und anderer negativer ökologischer Auswirkungen eine Gefahr für Mensch, Umwelt und Pflanzen darstellen. Neben der möglichen Verursachung von Krebs könnten die genannten Verbindungen auch in das menschliche Hormonsystem eingreifen (*endokrin wirksame Substanzen*) und beispielsweise zu einer Verminderung der Reproduktionsfähigkeit führen. Potenzielle Eintragsquellen sind landwirtschaftliche Abfälle bzw. Nebenprodukte sowie Haushaltsabfälle, welche Belastungen mit Pestizidresten, Antibiotika und anderen Medikamenten aufweisen können. Industrielle organische Abfälle können aromatische, aliphatische und halogenierte Kohlenwasserstoffe enthalten.

Aufgrund von Untersuchungen durch das Umweltbundesamt bzw. die Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit (AGES)<sup>73</sup> hat sich gezeigt, dass insbesondere folgenden Stoffgruppen Beachtung zu schenken ist:

- AOX, ein Summenparameter für den Gehalt an adsorbierbaren halogenierten organischen Verbindungen

<sup>73</sup> BMLFUW (2007) Der sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärückständen im Acker- und Grünland. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 2. Auflage, österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, A  
(<http://www.landnet.at/filemanager/download/26862/> - Stand 12.12.2009)



- LAS, lineare Alkylbenzolsulfonate, die zur Gruppe der anionischen (negativ geladenen) Tenside gehören. Sie sind Hauptbestandteil der waschaktiven Substanzen in Reinigungs- und Waschmittel und dienen der Absenkung der Oberflächenspannung und der Reduktion der Schaumbildung.
- PAK oder Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Sie bilden eine Stoffgruppe von organischen Verbindungen, die aus zwei oder mehreren miteinander verbundenen Benzolringen bestehen. Fast alle PAK, die aus mehr als vier Benzolringen bestehen, sind nachweislich karzinogen. Hauptquelle für PAK sind unvollständige Verbrennungsvorgänge. Der Eintrag erfolgt über Staubimmissionen, die z.B. von befestigten Flächen abgespült werden können.

Tabelle 7-6: Grenzwerte für organische Schadstoffe

Parameter	Einheit	Grenzwert
PAK - Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe: Summe von Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Fluoranthen, Indeno-(1,2,3-c,d)pyren	[mg/kg TM]	6 <sup>a</sup>
Organochlorpestizide: Summe von Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptachlorepoxyd, Summe Hexachlorhexan (alpha-, beta-, gamma-, delta-HCH), DDT, DDE, Chlordan und Hexachlorbenzol	[mg/kg Produkt]	0,5 <sup>a</sup>
Polychlorierte Biphenyle: Summe der Kongenere 28, 52, 101, 138, 153 und 180	[mg/kg TM]	0,2 <sup>a</sup>
Polychlorierte Dibenzodioxine/Dibenzofurane Toxizitätsäquivalent des 2-,3-,7-,8-TCDD	[ng TE/kg]*	20 <sup>a</sup>
AOX – Summenparameter für adsorbierbare halogenierten organischen Verbindungen	[mg/kg TM]	500 <sup>b</sup>
LAS - lineare Alkylbenzolsulfonate	[mg/kg TM]	2600 <sup>b</sup>

\* Die Toxizität von Dioxinen wird durch das Toxizitätsäquivalent (TE) in Relation zur Toxizität des hochgiftigen 2,3,7,8 TCDD gesetzt. TE gibt an, welcher Menge an 2,3,7,8 TCDD das in Frage stehende Gemisch aus PCDD/PCDF in seiner toxischen Wirkung entspricht.

<sup>a</sup> laut österreichischer Düngemittelverordnung 2004

<sup>b</sup> laut Pfundtner (2010) Rechtliche Bestimmungen der landwirtschaftlichen Verwertung von Biogasgülle und Gärückständen. Symposium „Aufbereitung von Gärresten“, 30.09.2010, IFA Tulln (Universität für Bodenkultur Wien)

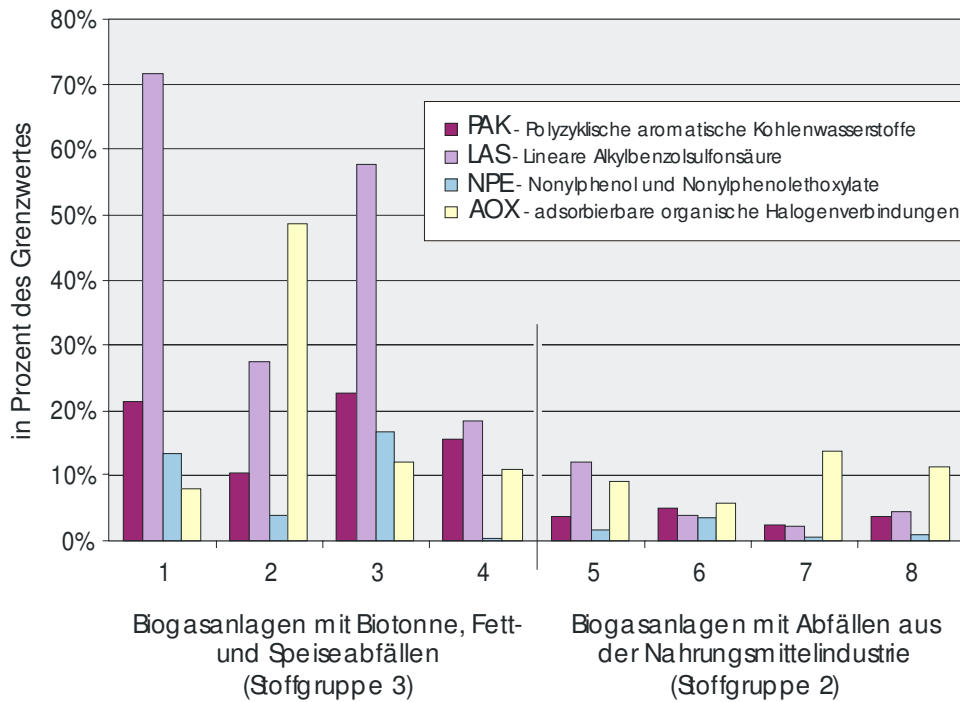


Abbildung 7-3: Gehalte an organischen Schadstoffen in Biogasgülle bzw. Gärrückständen in Prozent vom Grenzwert gemäß der österreichischen Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland, nach *Pfundtner (2006)*<sup>74</sup>

In Abbildung 7-3 sind Belastungen mit organischen Schadstoffen wiedergegeben, die in unterschiedlichen Gärresten gefunden wurden, auch im *Biogashandbuch Bayern 2007*<sup>75</sup> sind hier Analysenwerte zu finden.

**Insgesamt wird auf Basis der bisher vorliegenden Untersuchungen die Belastung von Gärrückständen mit organischen Schadstoffen im allgemeinen als unbedenklich betrachtet**<sup>73,65</sup>.

### 7.5.5.3 Mikrobiologische Parameter

Der Gärrest von Biogasanlagen muss auch gewissen hygienischen Parametern entsprechen. Diese sind in Abbildung 7-4 dargestellt. Dort sind die Grenzwertkonzentrationen von *Escherichia coli* und *Enterococcaceae* als Indikatorkeime angegeben. Salmonellen dürfen in 25 Gramm nicht nachweisbar sein.

<sup>74</sup> Pfundtner E (2006) Neufassung der Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland, 12. Alpenländisches Expertenforum, am 30. März 2006, Irnding, A

<sup>75</sup> Biogashandbuch Bayern – Materialienband, Kapitel 1.6: Umweltwirkungen, 2007, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, D

## ▼B

D. *Fermentationsrückstände und Kompost*

## ▼M7

15. Repräsentative Proben von Fermentationsrückständen bzw. Kompost, die während oder unmittelbar nach der Verarbeitung aus der Biogas- oder Kompostieranlage zur Überwachung des Verfahrens entnommen werden, müssen folgende Normen erfüllen:

*Escherichia coli*:  $n = 5$ ,  $c = 1$ ,  $m = 1\ 000$ ,  $M = 5\ 000$  in 1 g

oder

*Enterococcaceae*:  $n = 5$ ,  $c = 1$ ,  $m = 1\ 000$ ,  $M = 5\ 000$  in 1 g;

und

Repräsentative Proben von Fermentationsrückständen bzw. Kompost, die während oder unmittelbar nach der Auslagerung aus der Biogas- oder Kompostieranlage entnommen werden, müssen folgende Normen erfüllen:

*Salmonella*: In 25 g nicht nachweisbar:  $n = 5$ ;  $c = 0$ ;  $m = 0$ ;  $M = 0$

wobei

$n$  = Anzahl der zu untersuchenden Proben;

$m$  = Schwellenwert der Anzahl Bakterien; das Ergebnis gilt als zufrieden stellend, wenn die Keimzahl in allen Proben  $m$  nicht überschreitet;

$M$  = Höchstwert der Anzahl Bakterien; das Ergebnis gilt als nicht zufrieden stellend, wenn die Keimzahl in einer oder mehreren Proben größer oder gleich  $M$  ist;

$c$  = Anzahl der Proben, bei denen die Keimzahl zwischen  $m$  und  $M$  liegen kann, wobei die Probe noch als zulässig gilt, wenn die Keimzahl in den anderen Proben  $m$  oder weniger beträgt.

Fermentationsrückstände oder Kompost, der die in diesem Kapitel genannten Anforderungen nicht erfüllt, ist erneut zu verarbeiten, Salmonellen sind gemäß den Anweisungen der zuständigen Behörde zu handhaben oder zu beseitigen.

Abbildung 7-4: Hygienische Kriterien für die Verwendung von Gärrückständen und Kompost [Quelle: 1774/2002/EG, Kapitel II]

#### 7.5.5.4 Unkrautsamen

Auch das Vorhandensein von keimfähigen Unkrautsamen würde die Düngewirkung bzw. den Düngeinsatz von Gärresten negativ beeinflussen. Daher ist auch dies in der Düngemittelverordnung 2004 geregelt. Eine Probe Biogasgülle darf nicht mehr als drei keimfähige Samen und austriebsfähige Pflanzenteile pro Liter enthalten<sup>70</sup>.

In Abbildung 7-5 werden Analysenwerte aus Gärresten gezeigt. Bei den gemachten Untersuchungen konnten keine keimfähigen Samen nachgewiesen werden. Dies weist auf die inaktivierende Wirkung des Biogasprozesses auf Unkrautsamen hin.

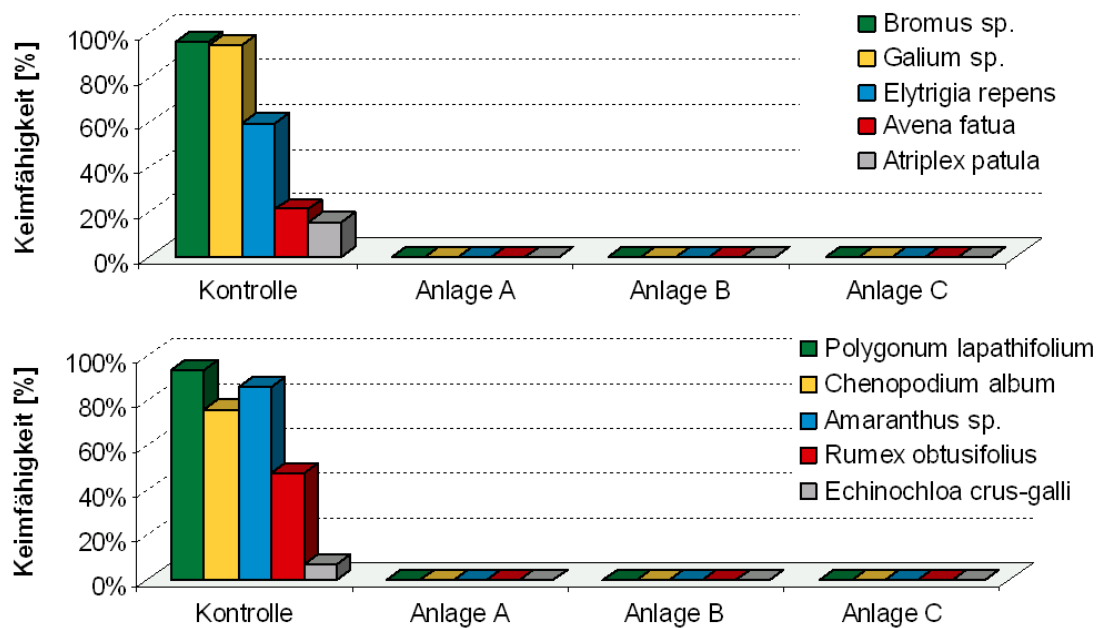


Abbildung 7-5: Keimfähigkeit [%] ausgewählter Unkrautarten nach einer siebentägigen Verweilzeit in den Biogasanlagen (Quelle: AGES und LLWK NÖ)<sup>70</sup>

## 7.5.6 Verbesserungsvorschläge für die aktuelle Rechtslage bezüglich Gärrest

Die einführenden Betrachtungen haben gezeigt, dass sowohl Gärrückstände aus Abfallanlagen als auch Biogasgülle die geforderten Grenzwerte zur Inverkehrbringung als Düngemittel in der Regel einhalten. Aus dieser Sicht ist die rechtliche Gleichstellung beider Gärrest-Typen zu unterstützen.

Wie in dieser Studie gezeigt wird, kann durch eine Aufwertung der Gärreste eine deutlich bessere finanzielle Situation für Biogasanlagen erreicht werden. Hinzu kommen noch die großen CO<sub>2</sub>-Einsparungen, die durch den Ersatz von fossilem Dünger bewirkt werden können.

Auch im Sinne einer optimalen Kreislaufwirtschaft und des Ersatzes von fossilen Düngemitteln muss der Gärrest gesellschaftlich aufgewertet und sein Potenzial als hochwertiges Düngemittel erkannt werden. In der Folge werden einige Denkanstöße genannt, welche die Umsetzung dieses Bestrebens erleichtern können.

### Denkanstoß 1: Zertifizierung

Um die Verwendung, Akzeptanz und Qualität von Gärresten sicher zu stellen wird vermutlich kein Weg an einer Zertifizierung, ähnlich wie im Kompostbereich, vorbeigehen. Die folgende Aufstellung gibt einen Überblick über vorhandene Zertifizierungsansätze in unterschiedlichen Ländern.

- EU-Ebene (European Commission – Joint Research Center):  
**End of waste criteria – final report**  
[\[http://susproc.jrc.ec.europa.eu/documents/Endofwastecriteriafinal.pdf\]](http://susproc.jrc.ec.europa.eu/documents/Endofwastecriteriafinal.pdf)
- Schweiz:  
**Schweizerische Qualitätsrichtlinie 2010 der Branche für Kompost und Gärgut**  
[\[http://www.kompost.ch/anlagen/xmedia/2010\\_Qualitaetsrichtlinie\\_Kompost\\_Gaergut.pdf\]](http://www.kompost.ch/anlagen/xmedia/2010_Qualitaetsrichtlinie_Kompost_Gaergut.pdf)

- Schweden:

**Rapport B2009 Certification rules for digestate**

[<http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Biologisk/B2009b.pdf>]

- Großbritannien:

**Anaerobic digestate -The quality protocol for the production and use of quality outputs from anaerobic digestion of source-segregated biodegradable waste**

[[http://www.kompost.ch/anlagen/xmedia/2010\\_Qualitaetsrichtlinie\\_Kompost\\_Gaergut.pdf](http://www.kompost.ch/anlagen/xmedia/2010_Qualitaetsrichtlinie_Kompost_Gaergut.pdf)]

- IEA Bioenergy Task 37:

**Quality management of digestate from biogas production**

[<http://www.iea-biogas.net/>; Broschüre wird überarbeitet, Veröffentlichung Mitte 2011]

Ein Auszug der wesentlichen Schritte bei der Zertifizierung von Gärresten ist in Abbildung 7-6 dargestellt. Die wesentlichen Punkte sind hierbei genaue Kontrolle der Qualität von Input-Materialien, Genehmigung und Kontrolle des Behandlungsprozesses sowie eine abschließende Untersuchung der Qualität des Endmaterials (Gärrestes).

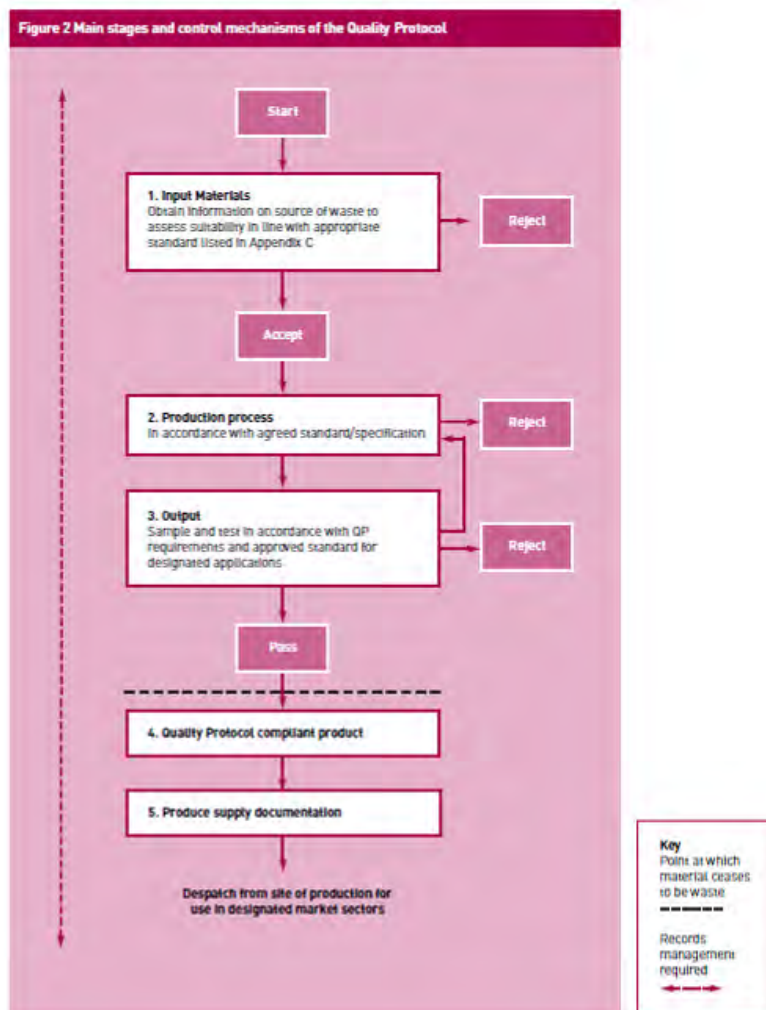


Abbildung 7-6: Auszug aus dem Zertifizierungsprotokoll in Großbritannien [Anaerobic digestate -The quality protocol for the production and use of quality outputs from anaerobic digestion of source-segregated biodegradable waste]

## Denkanstoß 2: Ausbringung

Bei der Ausbringung von Gärrest kann es oft zu nicht zu vernachlässigenden Emissionen von Ammoniak kommen. Insbesondere durch Sprühausbringung mit Güllefässern. Die Verwendung von Schleppschläuchen oder die direkte Injektion in den Boden sind hier wesentlich bessere Ausbringmethoden. In Dänemark herrscht sogar ein Verbot für die Verwendung von einfachen Güllefässern zur Sprühausbringung. In Österreich ist natürlich auf die Möglichkeiten einer klein strukturierten Landwirtschaft Rücksicht zu nehmen. Da aber Gärrest zentral bei einer Biogasanlage anfällt, wäre auch eine ähnliche Herangehensweise wie in Dänemark denkbar.

In Dänemark gibt es zusätzlich noch Förderungen und Unterstützung für die Verwendung von Gärrest als Dünger in dem landwirtschaftlichen Betrieb. Unter anderem wird auch der exakte Düngeplan mit einem Düngeexperten durchbesprochen. [Utilisation of digestate as fertiliser - a common practice in Denmark; T. Al Saedi; Biogas workshop and Working Group Meeting November 3 – 5, 2010, Den Bosch, NL]

## 7.6 Getrennte Sammlung von Küchenabfällen

### 7.6.1 Gesetzeslage

In Österreich wurden auf Basis des Bundesabfallwirtschaftsgesetzes eine Reihe von Verordnungen erlassen, die die Art und Menge an abzulagernden Abfällen sowie deren Emissionspotential beeinflussen, aber im speziellen auch die Sammlung dieser Abfälle. Diese Rahmenbedingungen des Sammelsystems sind im speziellen dann auch in den Abfallwirtschaftsgesetzen der Länder geregelt. **Prinzipiell ist in Österreich jeder Haushalt verpflichtet, die Bioabfälle getrennt zu sammeln.** Es herrscht ein Andienungszwang für die Haushalte und Betriebe, dass sie haushaltsähnliche Abfälle (und somit auch Küchenabfälle) über das kommunale Sammelsystem entsorgen.

Speziell im Bereich der Haushaltsabfälle und Küchenabfälle ist noch ein größeres Potential zur Energiegewinnung zu sehen. Dieses Potential sollte auch vom Gesetzgeber erkannt werden, und hier unterstützende Maßnahmen eingeleitet werden. Die Verfügbarmachung dieser Fraktionen ist jedoch keine Frage der Prozesstechnik, sondern der Abfallsammellogistik sowie der **Einbindung, Motivation und Bewusstseinsbildung der Bevölkerung.** Diese Bewusstseinsbildung kann des weiteren dazu führen, dass das Konsumverhalten der Bevölkerung zusätzlich bewusster erfolgt, und somit die Menge an entsorgten Lebensmittel verringert werden könnte.

Das **Sammelsystem** für biogene Abfälle aus Haushalten stellt überwiegend die **Biotonne im Holsystem** dar. Im städtischen Bereich sind die Biotonnen entweder auf zentralen Sammelstellen gemeinsam mit Tonnen für die restlichen Altstofffraktionen wie Altglas, Altmetalle, Altpapier, Altkunststoffe und Alttextilien platziert oder die Biotonnen sind direkt auf den Liegenschaften in Bezirken mit vermehrtem Grünanteil aufgestellt. In kleineren Gemeinden mit hohem Gartenanteil ist der Anteil an Eigenkompostierung hoch.

In vielen Gemeinden kann die Teilnahme an der Biotonnensammlung durch den Nachweis der Eigenkompostierung (unter Reduktion der Müllgebühren) unterbleiben. In sehr ländlich strukturierten Gemeinden erfolgt die Abholung der biogenen Abfälle mittels Sacksammlung durch die landwirtschaftlichen Kompostbetriebe. Grünschnitt aus Hausgärten wird zumeist von den Haushalten zu bestehenden Sammelstellen gebracht.

[Auszug aus „Erstellung eines Logistikkonzepts zur effizienten Sammlung von biogenen Abfällen als Input für eine energetische Nutzung in Biogasanlagen, Projektbericht Energiesysteme der Zukunft, Nr. 62/2009“]

## 7.6.2 Empfehlungen

Es müssen mehr Anreize auf eine getrennte Sammlung biogener Reststofffraktionen gegeben werden. Hier sind innovative Ideen gefragt. Eine Möglichkeit, um die Bevölkerung einzubinden, ist aus Sicht der Studienautoren, dass die Haushalte sich finanziell an einer potentiellen Biogasanlage beteiligen könnten, und sie jährlich Renditen aus der Verwertung des Biogases erhalten. Des Weiteren könnte auch Gärrest als Flüssigdünger (bzw. Düngerkonzentrat) an die Haushalte zurückgegeben werden, bzw. zur Abholung an den Biogasanlagen verfügbar sein. Diese Einbindung der Bevölkerung hätte auch eine positive Wirkung auf die Bewusstseinsbildung.

Ein spannender Ansatz für verpackte, überlagerte Lebensmittel, die einen Teil an biogenen Haushaltsabfällen darstellen, wäre auch die Zurücknahme in Supermarktketten. So wie heutzutage teilweise schon Batterien zurückgenommen werden müssen. Diese Abfälle könnten dann einer gezielten Verwertung unterzogen werden.

## 7.7 Kompost-VO

In der Kompost-VO wird klar geregelt, welche Ausgangsstoffe in der Kompostierung eingesetzt werden können und auch welche Qualitäten an Komposten erhalten werden können. Die Kompostierung von Gärresten (Festfraktionen) und Fraktionen aus der Separation von Biomüll, bzw. von Strauch und Grünschnitten sind ein sinnvoller Teil eines Gesamtkonzeptes für Biogasanlagen zur Verwertung von Haushaltsabfällen und Grünschnitt. Laut der aktuellen Gesetzeslage ist die Kompostierung von Gärresten die einzige Möglichkeit, um in einer Biogasanlage, die nach Abfallwirtschaftsrecht genehmigt worden ist, Endprodukte zu erzeugen, die nicht mehr dem Abfallwirtschaftsgesetz unterliegen:

Abfallende wird laut § 5 (1) AWG folgendermaßen definiert: „Soweit eine Verordnung gemäß Abs. 2 nicht anderes bestimmt, gelten Altstoffe so lange als Abfall, bis sie oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe unmittelbar als Substitution von Rohstoffen oder von aus Primärrohstoffen erzeugten Produkten verwendet werden.“ Der Bundesminister kann stoffspezifisch das Abfallende festlegen.

Es wäre sinnvoll durch ein entsprechendes Zertifizierungssystem auch unter anderen Umständen das Abfallende für qualitativ entsprechende Gärreste zu deklarieren.

In der Folge soll auf die aktuell vorhandene Möglichkeit der Kompostierung von Gärresten im Detail näher eingegangen.

### 7.7.1 Kompostierung von Gärresten

Die Herstellung von Komposten ist eine Möglichkeit, Gärreste nicht im unmittelbaren Wirkungskreis der Biogasanlage auszubringen, sondern ein vermarktbare und von der Bevölkerung anerkanntes Produkt zu erzeugen. Für die Herstellung bzw. das Inverkehrbringen sind in Österreich die in der Kompostverordnung BGBl. II Nr. 292/2001 vorgegebenen Regelungen einzuhalten. Die Verordnung regelt die Art und die Herkunft der Ausgangsmaterialien aus Abfällen, die Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen und die Kennzeichnung von Komposten. Mit der Deklaration gemäß der Kompostverordnung verliert der Kompost laut aktueller Gesetzeslage seine Abfalleigenschaft für die bestimmungsgemäße Verwendung und darf somit in Verkehr gebracht werden.



Einen Überblick über den Zusammenhang zwischen Ausgangsmaterialien und Qualitätsklassen bietet Tabelle 7-7.

Tabelle 7-7: Zusammenhang zwischen verwendeten Ausgangsmaterialien, Qualitätsklassen, zulässigen Anwendungsbereichen und Bezeichnungen nach der Kompostverordnung (modifiziert nach Amlinger (2002)<sup>76</sup>

Ausgangsmaterialien		Qualitätsklasse <sup>1</sup>		
		A+	A	B
<b>Biogene Abfälle</b>	Bezeichnung	Qualitätskompost "geeignet für den ökologischen Landbau gemäß 2092/91 EWG"	Qualitätskompost	Kompost
	Anwendungsbereich <sup>2</sup>	ökologische Landwirtschaft und Landwirtschaft	Landwirtschaft	Landschaftsbau und -pflege
<b>Biogene Abfälle und Klärschlamm<sup>3</sup></b>	Bezeichnung	Qualitäts-Klärschlammkompost <sup>4</sup>	Qualitäts-Klärschlammkompost <sup>4</sup>	Kompost
	Anwendungsbereich <sup>2</sup>	Landwirtschaft	Landwirtschaft	Landschaftsbau und -pflege
<b>Müll</b>	Bezeichnung	Müllkompost <sup>5</sup>	Müllkompost <sup>5</sup>	Müllkompost <sup>5</sup>
	Anwendungsbereich <sup>2</sup>	Deponierekultivierung, Biofilter		

<sup>1</sup> Anforderungen für die Qualitätsklassen, siehe Tabelle 7-8

<sup>2</sup> Es ist jeweils jener Anwendungsbereich mit den höchsten Anforderungen an die Kompostqualität angeführt, d.h. Qualitäts-Klärschlammkompost kann nicht nur für die Landwirtschaft, sondern auch für die Anwendungsbereiche Landschaftsbau oder Deponierekultivierung vorgesehen werden.

<sup>3</sup> Bei Klärschlamm, der für die Erzeugung von Kompost eingesetzt wird, darf die Schwermetallkonzentration die Grenzwerte der Anlage 2 Tabelle 2b der KompostVO nicht überschreiten.

<sup>4</sup> Die Bezeichnung Qualitäts-Klärschlammkompost ist nur zulässig, wenn hochwertiger Klärschlamm eingesetzt wird. In diesem Fall darf die Schwermetallkonzentration die Grenzwerte der Anlage 2 Tabelle 2c der KompostVO nicht überschreiten.

<sup>5</sup> Zusätzliche generelle Anforderungen an Müllkompost, siehe Tabelle 7-9

Die Kompostverordnung unterscheidet zwei Hauptkategorien an Ausgangsmaterialien, die in Anlage 1 der Verordnung aufgelistet sind:

- Teil 1 beinhaltet sämtliche Abfälle, die aufgrund der getrennten Erfassung an der Quelle eine hohe Qualität erwarten lassen. Hierunter werden typischerweise ‚biogene Abfälle‘ verstanden. Hierzu zählt auch die Biotonne. In der Regel sind analytische Qualitätsnachweise dieser Materialien nicht erforderlich.

<sup>76</sup> Amlinger F (2002) Fachinformation zur Kompostverordnung (BGBl. II 292/2001), Leitfaden zum Herstellen, Inverkehrbringen und zur Anwendung des Produktes Kompost gemäß Kompostverordnung, österreichisches Bundesministerium für Land- u. Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Schriftenreihe des BMLFUW; 2002, 25



- Teil 2 umfasst weitere organische Ausgangsmaterialien (z.B. kommunaler Klärschlamm, gering belastete Extraktions- oder Pressfilterrückstände) sowie die zugehörigen Qualitätsanforderungen. Zwar eignen sich diese Materialien für die Herstellung von Kompost (nicht für Qualitätskompost), jedoch sind generell materialspezifische Herkunfts- und/oder Qualitätsnachweise (z.B. chemische Analysen) erforderlich.

Zusätzlich werden die Anforderungen zur Herstellung von Müllkompost (Anlage 1 Teil 3) und zulässige Zuschlagstoffe (Anlage 1 Teil 4) definiert.

In beiden vorstehend beschriebenen Hauptkategorien ist jeweils auch Gärrest angeführt, sofern belegt werden kann, dass ausschließlich die in der zugehörigen Kategorie aufgelisteten Ausgangsmaterialien der Biogasanlage als Substrate zugeführt wurden. Die Miteinbringung von Klärschlamm oder ähnlichen Materialien führt somit automatisch zu einer Herabstufung des gesamten Gärrestes in die niedrigere Kategorie.

Entsprechend den obigen Ausführungen werden die Möglichkeiten zur Vermarktung der Gärrestprodukte in hohem Maße von den verwendeten Inputmaterialien bestimmt. Die jeweilige Kompostbezeichnung und der mögliche Anwendungsbereich ergeben sich aus den Eingangssubstraten und deren Qualität, die jeweils großen Einfluss auf den generierbaren Verkaufswert besitzen.

Tabelle 7-8: Anforderungen für die Qualitätsklassen nach der Kompostverordnung

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	[mg/kg TM]						
<b>A+</b>	0.7	70	100	0,4	25	45	200
<b>A</b>	1.0	70	150	0.7	60	120	500
<b>B</b>	3	250	500 <sup>a</sup>	3	100	200	1.800 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Richtwert für Cu: 400 mg/kg TM (bei Überschreiten des Richtwertes ist der Cu-Gehalt in der Kennzeichnung anzugeben)

<sup>b</sup> Richtwert für Zn: 1 200 mg/kg TM (bei Überschreiten des Richtwertes ist der Zn-Gehalt in der Kennzeichnung anzugeben)

Tabelle 7-9: Zusätzliche generelle Anforderungen an Müllkompost nach der Kompostverordnung

Parameter	AOX	Mineralöl-KW	PAK (16)	PCB	Dioxin
	[mg/kg TM]	[mg/kg TM]	[mg/kg TM]	[mg/kg TM]	[ng TE*/kg TM]
<b>Grenzwert</b>	500	3.000	6	1	50

\* Anmerkung: Die Toxizität (Giftigkeit) von Dioxinen wird durch das so genannte Toxizitätsäquivalent (TE) in Relation zur Toxizität des hochgiftigen 2,3,7,8 TCDD gesetzt. TE gibt an, welcher Menge an 2,3,7,8 TCDD das in Frage stehende Gemisch aus Dioxinen in seiner toxischen Wirkung entspricht.

**Momentan ist die Kompostierung rechtlich praktisch die einzige Möglichkeit, um Gärrest (also Gärrest aus Abfall) wieder als Wertstoff in Umlauf zu bringen.**

Nach diesem Muster der Kompost-Zertifizierung („Gütesiegel Kompost“) könnte aber auch der Gärrest selber als stabilisiertes Material in Umgang gebracht werden – wie schon eingangs erläutert. Der große Vorteil wäre, dass das „Abfallende“-Kriterium schon nach der Anaerobbehandlung erfüllt wäre. Voraussetzung sind hier

natürlich auch ausreichende Verweilzeiten in der Biogasanlage, um auch die biologische Stabilität zu gewährleisten. Ein solcher Qualitätskriterien-Katalog müsste für Gärreste noch erstellt werden.

## 7.8 Genehmigungsverfahren für Biogasanlagen

### 7.8.1 Allgemeine Anmerkungen



Abbildung 7-7: Beispiel der Schritte zur Planung und Genehmigung einer Biogasanlage in der Steiermark <sup>77</sup>

<sup>77</sup> [NOEST – Bauherrenmappe Biogas; <http://www.oebn.at/downloads/1052151439.pdf>]

Wie in Abbildung 7-7 dargestellt ist, sind die Schritte von der Planung einer Biogasanlage bis zur Genehmigung sehr komplex. Es sind unterschiedliche Behörden und Sachverständige eingebunden, wodurch die Genehmigung zusätzlich schwieriger wird. So ist es für Abfallverwertungsanlagen z.B. möglich sowohl die Genehmigung nach Abfallrecht als auch nach Gewerberecht zu beantragen.

In der momentanen Situation werden teilweise sehr unterschiedliche Auflagen für Bau und Betrieb von Biogasanlagen auferlegt bzw. in manchen Fällen schwer nachvollziehbare Auflagen verlangt. Häufig ist es auch der Fall, dass die Verfahren sich unkalkulierbar in die Länge ziehen.

**Biogasanlagen – rechtliche Voraussetzungen in der Steiermark (Stand 20.10. 2003)**

	<b>ANLAGENTYP</b>			
	<b>Mit Kofermentation<sup>1)</sup>, nicht gewerblich</b>	<b>Mit Kofermentation<sup>1)</sup>, gewerblich</b>	<b>Ohne Kofermentation, nicht gewerblich</b>	<b>Ohne Kofermentation, gewerblich</b>
<b>Stmk. Raumordnungsgesetz</b> erforderliche Ausweisung	Sondernutzung im Freiland oder Industriegebiet. Bei reiner Eigenversorgung: Freiland	Sondernutzung im Freiland oder Industriegebiet	Sondernutzung im Freiland oder Industriegebiet. Bei reiner Eigenversorgung: Freiland	Sondernutzung im Freiland oder Industriegebiet
<b>Abfallwirtschaftsgesetz</b>	Bewilligung Landeshauptmann FA13A	Mitbehandlung und Genehmigung durch die BH	—	—
<b>Gewerbeordnung</b>	Mitbehandlung im AWG-Verfahren	Genehmigung durch die BH	—	Genehmigung durch die BH
<b>Stmk. Elektrizitätswirtschaftsorganisationsgesetz</b>	Mitbehandlung im AWG-Verfahren	Mitbehandlung im Genehmigungsverfahren	Bewilligung über 200 kW Engpassleistung (Landesregierung, FA13A)	Mitbehandlung im Gewerbeordnungsverfahren
<b>Stmk. Baugesetz</b>	Mitbehandlung im AWG-Verfahren	Bewilligung (Bürgermeister) oder bei Übertragungs VO Mitbewilligung durch BH	Bewilligung (Bürgermeister) oder bei Übertragungs VO Mitbewilligung durch BH	Bewilligung (Bürgermeister) oder bei Übertragungs VO Mitbewilligung durch BH
<b>Stmk. Gasgesetz</b>	—	—	Bewilligung über 60.000 kcal/h durch BH	—
<b>Elektrotechnikgesetz</b>	Mitbehandlung	Mitbehandlung	Mitbehandlung	Mitbehandlung

Abbildung 7-8: Rechtliche Voraussetzung für die Genehmigung unterschiedlicher Biogasanlagentypen in der Steiermark <sup>78</sup>

<sup>78</sup> [NOEST – Bauherrenmappe Biogas; <http://www.oebn.at/downloads/1052151439.pdf>]

## 7.8.2 Co-Vergärung von NAWAROs und Abfällen

In Hinblick auf die Anlagengenehmigung ist die gemeinsame Vergärung von NAWAROs und biogenen Abfällen nicht unproblematisch und wird in manchen Fällen mehr Probleme schaffen als lösen. Bei einer Genehmigung entsprechen die Auflagen denselben Kriterien wie jenen von reinen Abfallvergärungsanlagen. Die Mitverwendung von separat gesammeltem Grünschnitt wird hierbei als unproblematisch gesehen. Bei der Verwertung von Küchenabfällen müssen auf jeden Fall die entsprechenden Hygienevorschriften eingehalten werden.

## 7.8.3 Co-Vergärung von biogenen Abfällen in Faultürmen von Kläranlagen

Es ist nicht selten der Fall, dass das Faulraumvolumen von Kläranlagen zu groß ausgelegt wurde oder der aerobe Schlamm durch spezielle Eindickvorrichtungen stark eingedickt wird, sodass zusätzliches Faulvolumen frei wird. Das freie Volumen kann dann anderweitig genutzt werden – beispielsweise eben durch die Co-Vergärung von biogenen Abfällen. Die Ausbeute von Biogas / Klärgas wird so um bis zu 50% gesteigert <sup>79</sup>.

Die Co-Vergärung von Abfällen in Faultürmen birgt jedoch auch Nachteile in sich. Einerseits bedingt eine zu starke Belastung der Faultürme eine schlechte Stabilisierung des Klärschlammes. Zusätzlich kann die Qualität des Gärrestes der cofermentierten Abfälle automatisch verschlechtert werden, da der Gärrest nur mehr als Klärschlamm behandelt werden kann. Insgesamt entsteht auch eine höhere Rückbelastung durch Stickstoff und den Rest-CSB in der flüssigen Fraktion des Gärrestes/Faulschlammes; dieser Umstand bewirkt höhere Kosten für die Belüftung und größere Mengen an Schlammanfall. Diese höheren Kosten werden in kommunalen Kläranlagen oft von der Allgemeinheit getragen (ebenso wie die Investitionskosten für den Faulturm). Dadurch können Kläranlagen die Abfälle billiger annehmen als in Abfallverwertungsanlagen, und es kann zu einer Verzerrung des Wettbewerbes kommen.

Folgende Umstände sind zu bedenken:

- Gärrestqualität/Klärschlammqualität: Ein entscheidendes Kriterium, ob Faultürme zur Vergärung von biogenen Abfällen zugelassen werden sollten, ist ihr Verwertungskonzept für den Klärschlamm bzw. die Gärrestqualität. Kläranlagen, die ihren Klärschlamm deponieren oder verbrennen, sollten aus Sicht der Studienschreiber nicht für biogene Abfälle zugelassen werden. Alternativ könnten stark belastete, bzw. weniger rein anfallende biogene Abfälle dort eingesetzt werden, vorausgesetzt, die gesamte Anlage erfüllt im Nachhinein noch ihre Auflagen und Grenzwerte.
- Stickstoffreiche Fraktionen: Bei Kläranlagen, die Kreislaufwirtschaft betreiben und Klärschlamm guter Qualität produzieren, macht eine Ausnützung des zusätzlichen Faulvolumens definitiv Sinn. Fraglich ist jedoch der Einsatz größerer Mengen stickstoffreicher Substrate. Einerseits kann ein Teil des Stickstoffes zwar über den Klärschlamm als Dünger ausgebracht werden, in der flüssigen Fraktion verbleibt jedoch einiges an Stickstoff, der als Rückbelastung in der Denitrifikationsstufe der Kläranlage landet. Dieser wird unter hohem Energieaufwand denitrifiziert, was die Gefahr in sich birgt, dass diese zusätzlichen Kosten auf die Allgemeinheit abgewälzt werden (bzw. über die Abwassergebühren eingehoben werden).

---

<sup>79</sup> Franz AIGNER, Aigner GmbH, persönliche Mitteilung 2010

- **Feststoffreiche Fraktionen:** Stark feststoffreichen Fraktionen, bzw. Fraktionen, die vermehrtes Strukturmaterial enthalten, wie z.B. Grünschnitt, sind für eine Verwertung in Faultürmen prinzipiell ungeeignet, hier sollten vermehrt pastöse Stoffe Verwertung finden.

Eine Aufwertung der Abfallvergärung erfordert auch eine stete Kontrolle der jeweiligen Anlagen. Es muss sichergestellt werden, dass keine Abfallströme in Anlagen verschwinden, die keine adäquate Infrastruktur besitzen. Hierbei kann ein Zertifizierungssystem Abhilfe schaffen.

## Empfehlungen

### Ökostromgesetz

Ein „Ökostromgesetz neu“ sollte langfristig konstant bleiben und somit eine strategische Entwicklung der Branche erlauben. Insbesondere sollte die strategische Ausrichtung deutlich werden. Es könnte eine Investitionsförderung für Abfallverwertungsanlagen enthalten, wobei nur sinnvolle, innovative Gesamtkonzepte gefördert werden sollten. Interessant wäre auch ein Bonus für die „Erschließung neuer (ungenützter) Substrate“ wie z.B. Haushaltsabfälle, Grünschnitt und Landschaftspflegematerial.

Die Vorschrift, dass bei Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von kleiner als 250 kW der Anteil von Gülle bei den Substratstoffen mindestens 30% zu betragen hat, führt bedingt durch den Umstand, dass häufig nicht so viel Gülle vorhanden ist, zum Bau größerer Anlagen – und nicht immer zu regional sinnvollen Anlagenkonzepten. Der Gesetzgeber wäre gut darin beraten, diesen Passus fallen zu lassen.

### Gas-Einspeiseverordnung

In Österreich existiert keine Gas-Einspeiseverordnung. Äquivalent zum Ökostromgesetz sollten Gasnetzbetreiber verpflichtet werden die Infrastruktur zur Einspeisung bereitzustellen, ebenso wie es derzeit bei Ökostromanlagen der Fall ist. Zudem sollte ein langfristig gesicherter Einspeisetarif vereinbart werden.

Vor dem Hintergrund der derzeitigen Situation von Biogasanlagen mit BHKW, bei denen ein großer Teil der Wärme nicht genutzt werden kann, sind Anlagen zur Aufbereitung auf Erdgas bereits jetzt wirtschaftlich im Vorteil. Daher kann mit geringeren Unterstützungen als bei der derzeitigen Ökostromproduktion ein größerer gesamtgesellschaftlicher Nutzen erzeugt werden, zumal auch die Gesamteffizienz von Biogasanlagen zur Einspeisung in das Erdgasnetz im Vergleich zur Verstromung mit geringer Wärmenutzung höher ist.

### Einsatz von Gärrest als Dünger

Der Einsatz von Gärrest als Dünger sollte forciert werden. Durch den Ersatz fossiler Düngemittel können hier ganz konkret CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Zudem würde ganz klar die Wirtschaftlichkeit von Abfallvergärungsanlagen verbessert werden.

### Rechtliche Gleichstellung von Gärrest und Biogasgülle

Die rechtliche Gleichstellung von Gärrest und Biogasgülle ist ein notwendiger Schritt zur Ermöglichung einer sinnvollen Kreislaufwirtschaft. Durch die Erstellung eines Zertifizierungssystems kann die Qualität der Gärreste garantiert werden.

### Genehmigungsverfahren

Die Genehmigungsverfahren sollten von der Dauer her normiert und einkalkulierbar gestaltet werden. Sehr wichtig wären hier Schritte zu einer Vereinheitlichung der Verfahren sowohl auf nationaler Ebene als auch unter den jeweiligen Behörden. Eine fachspezifische Ausbildung der Sachverständigen sollte für die speziellen Fragestellungen im Bereich Biogas forciert werden, sodass die Auflagen für Bau und Betrieb von Biogasanlagen realistisch und konsequent gestaltet werden können.

### Allgemein

Die Rahmenbedingungen für ein sinnvolles Neben- und Miteinander von Biogasanlagen, Kompostierungsanlagen und Kläranlagen mit Faultürmen sollten verbessert werden. Auf regionaler Ebene sind sowohl für die Substratwahl als auch für die Verwertung der Reststoffe optimale Konzepte zu entwickeln. Die Wiederverwertung von Kompost, Gärrest und Klärschlamm sollte unter möglichst einheitlichen Kriterien erfolgen.

## 8 Ausblick auf weitere Substrat-Potenziale

[IFA Tulln & MAIRITSCH]

### Zusammenfassung

Betrachtet werden im vorliegenden Kapitel den Prämissen der Studie folgend ausschließlich jene Substrate für die Vergärung in Biogasanlagen, die a) nicht mit der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln in Konkurrenz stehen und b) regional verfügbar sind. Dies sind nachstehend die folgenden:

- \* Straßenbegleitgrün
- \* Abfälle aus der Lebensmittelindustrie
- \* Abfälle aus Supermarktketten
- \* Verpackte überlagerte Lebensmittel
- \* Reststoffe aus der Biotreibstoffproduktion
- \* Frei verfügbarer Grünschnitt von landwirtschaftlichen Nutzflächen
- \* Zwischenfrüchte

Bewusst ausgeklammert werden die für die Vergärung in Biogasanlagen gängigen Substrate wie Mais oder Maissilage, da diese der medial aufgeheizten Teller-Trog-Tank-Diskussion sowie dem globalen Markt unterliegen.

## 8.1 Straßenbegleitgrün

Unter Straßenbegleitgrün versteht man alle Grünabfälle, die aus der Pflege von Straßenrändern stammen. Straßenbegleitgrün besteht aus Mähgut, Laub, Holz- und Strauchschnitt. Holz und Strauchschnitt wird in der Folge nicht behandelt, da dieses Material für die Verwertung in Biogasanlagen uninteressant ist. Das Substrat „Straßenbegleitgrün“ versteht sich also an dieser Stelle als Grünschnitt, der auf Straßenbegleitflächen anfällt.

Die Erfassung von Straßenbegleitgrün erfolgt zumeist über die Sammellogistik der Gemeinden, in deren Auftrag oder über die Straßenverwaltungen. Derzeit erfolgt der Arbeitsablauf derart, dass nach dem Mähen das Material gehäckselt wird und anschließend zur Behandlung verbracht werden muss. Die Vergabe der Grünschnitttätigkeit an externe Partner, verbunden mit der weiterführenden Behandlung des Schnittguts führt zu einer Reduktion des Aufwands für die Straßenmeister und mittels gezielter Bepflanzung kann eine weitere Aufwandsminderung herbeigeführt werden.

Die Verwertung von Straßenbegleitgrün erfolgt zum Teil in reinen Grünabfall-Kompostierungsanlagen, zum Teil als Strukturmaterial in Anlagen zur Verwertung sonstiger biogener Abfälle über die landwirtschaftliche Kompostierung, über die Kompostierung in kommunalen Anlagen bzw. über private oder gewerbliche Kompostierungsanlagen im Auftrag von Abfallwirtschaftsverbänden und Kommunen. Ohne den Holz- und Strauchanteil ist Straßenbegleitgrün jedoch sehr gut vergärbar und könnte daher auch zur Energiegewinnung in Biogasanlagen verwendet werden. Ein guter Teil dieses Straßenbegleitgrüns kann auch ohne allzu großen Aufwand geerntet werden. Hier wäre es definitiv interessant, ein Potenzial im Detail zu erfassen.

Da es sich bei den Grünschnittabfällen entlang der Autobahn um stark belastete Ausgangsmaterialien handeln kann, ist jedes Verwertungskonzept im Detail zu prüfen.

Im Gärrest würden sich potenzielle Schadstoffe im Ausgangsmaterial (Schwermetalle, persistente organische Schadstoffe) wiederfinden. Eine Co-Vergärung mit unbelasteten Substraten ist daher als problematisch zu sehen, da der gesamte Gärrest verunreinigt werden könnte. Vorstellbar wäre eine reine Vergärung von Straßenbegleitgrün, wobei der Gärrest wieder auf den Straßenbegleitflächen ausgebracht werden könnte.

Eine interessante Variante wäre hierbei eine kombinierte Ausbringung des Gärrestes parallel zum Mähvorgang – um den Aufwand gering zu halten.

Desweiteren ließe sich der Gärrest auch einer Feststoffseparation unterziehen: Schwermetalle und schwerlösliche Schadstoffe (z.B. PAKs) reichern sich im Feststoff stark an. Der Feststoff könnte dann z.B. als Sondermüll verbrannt und die flüssige, schadstoffreduzierte Phase ausgebracht werden.

## 8.2 Abfälle aus der Lebensmittelindustrie

Vergärbare Abfälle aus der Lebensmittelindustrie stellen eine relativ große und heterogene Substratgruppe dar. Diese Materialien verfügen beispielsweise über extreme pH-Werte (lederverarbeitende Industrie), hohen Stickstoffgehalt (Schlachtabfälle) oder einen hohen Fettgehalt (Fettabscheiderabfälle).

Generell sind die anfallenden Reststoffe der Lebensmittelindustrie gut anaerob vergärbar. Bei größeren Betrieben würde es sich sogar auszahlen eigene industrielle Biogasanlagen in den Prozess zu integrieren, um die Prozessenergie für den Industrieprozess bereitzustellen. Bei mittleren und kleineren Betrieben fallen definitiv potentielle Reststoffe für Abfallverwertungsbetriebe an. Ein Überblick über das Potenzial in der Lebensmittel-industrie in Österreich wurde in der FFG-Projektstudie „Technologie, Logistik und



Wirtschaftlichkeit von Biogas-Großanlagen auf Basis industrieller biogener Abfälle“ erhoben. Als interessante Branchen wurden die Zucker- und Stärkeindustrie, Schlachthöfe, Brauereien, Brennereien, Keltereien, Molkereien und Gemüse- sowie Kartoffelverarbeitung identifiziert.

Bei Großbetrieben existieren in Einzelfällen schon industrielle Biogasanlagen vor Ort. Zu erwähnen wäre hier die Landfrisch Molkerei mit einer Molkemonovergärungsanlage in Wels (500 kW<sub>el</sub>), sowie der Schlachthof Großfurtner in St.Martin im Innkreis (500 kW<sub>el</sub>). Bei den restlichen Betrieben werden die Reststoffe und Nebenprodukte einerseits zu Futtermittel verwertet und andererseits in externen Biogas- und Kompostieranlagen behandelt. Auch die Verbrennung gewisser industrieller Reststoffe wird praktiziert. Insgesamt ergibt sich hier ein sehr großes Potenzial für die Anaerobtechnologie, das aber bereits auch schon stark genutzt wird.

### 8.3 Abfälle aus Supermarktketten

Hier sehen die Studienschreiber ein unterschätztes Potential. Der Verdacht liegt nahe, dass im Supermarkt noch immer größere Fraktionen an organischem Material im Restmüll landen, speziell unverpacktes Gemüse und Obst.

Im Rahmen dieser Studie war es nicht möglich hier belastbares Zahlenmaterial zu erhalten um über einen Verdacht hinauszukommen. Hierfür wären weitere Arbeiten notwendig.

Generell lässt sich sagen, dass derartige Abfälle sehr gut anaerob vergärbar sind.

### 8.4 Verpackte überlagerte Lebensmittel

Überlagerte Lebensmittel (z.B. Joghurt, verpacktes Gemüse, Milchprodukte, gekühlte oder tiefgefrorene Produkte usw.) werden entweder bei den Produzenten oder im Vertrieb gesammelt und gelangen heutzutage schon zu einem gewissen Anteil in Biogasanlagen. Sie stellen für Biogasanlagen sehr interessante Substrate dar, da sie zum einen gegen Gebühr „entsorgt“ werden müssen und zum anderen einen relativ hohen Ertrag an Biogas liefern.

Ein besonders interessantes Potenzial sind hier die verpackten überlagerten Lebensmittel aus Haushalten, die im Restmüll landen. Hierfür sollte jedoch an der Wurzel des Problems angesetzt und Maßnahmen getroffen werden um die Entsorgung dieser Substrate im Restmüll zu reduzieren bzw. zu verhindern.

Ein Ansatz wäre es, originalverpackte überlagerte Lebensmittel in Supermärkten direkt dort – in den Verkaufsfilialen – wieder zurückzunehmen (vergleichsweise wie Batterien). Die derart separat anfallende Fraktion an überlagerten Lebensmitteln kann so einer gezielten Verwertung z.B. in Biogasanlagen zugeführt werden. Ein Nebeneffekt wäre hier natürlich die Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung: Der Konsument kann begreifen, welche Menge an Lebensmitteln er wieder wegwirft.

Die direkte Verwertung originalverpackter überlagerter Lebensmittel in einer Biogasanlage ist oft problematisch bzw. mit hohen Investitions- und Betriebskosten für die Aufbereitung verbunden (siehe hierzu auch Abschnitt 2 – Lagerung und Aufbereitung der Substrate). Dennoch ist eine gute Aufbereitungstechnik essentiell für den störungsfreien Betrieb der Biogasanlage.

Bei den Verpackungen handelt es sich um Glas-, Papier-, Metall- oder Kunststoffverpackungen, die vor der Nutzung in einer Biogasanlage abgeschieden werden müssen. Dazu werden die verpackten Abfälle zuerst

zerkleinert und der organische Anteil im Löser aufgelöst. Die nicht vergärbaren Störstoffe werden abgeschieden und kompostiert, wiederverwertet oder verbrannt. Durch die Notwendigkeit, die abgeschiedenen Verpackungen zu entsorgen, entstehen den Biogasanlagenbetreibern zusätzliche Mehrkosten.

Laut Interviews mit Abfallbiogasanlagenbetreibern wird das hohe Potenzial von diesen Abfällen bei weitem nicht ausgenutzt und die verpackten Lebensmittelabfälle werden derzeit häufig über andere Wege – zum Beispiel über die Verbrennung – entsorgt.

Das energetische Potenzial von überlagerten Lebensmitteln aus den Supermarktketten und von Nahrungsmittelerzeugern (Rücknahmefrist) wird derzeit nicht ausgenutzt. Die Daten zur genauen Potenzialabschätzung waren im Rahmen dieser Studie nicht verfügbar.

## 8.5 Reststoffe aus der Biotreibstoffproduktion

In Österreich fallen im Jahr rund 1.300.000 Tonnen Schlempe aus der Produktion von Bioethanol mit hohem Wassergehalt (ca. 87 Prozent) an. Zurzeit wird in Österreichs einziger Bioethanolanlage die Schlempe zu Futtermittel getrocknet.

Eine Alternative zur gängigen Verwertungsschiene ist die Vergärung der Schlempe zu Biogas. Dieser Weg reduziert den Einsatz fossiler und erhöht den energetischen Gesamtwirkungsgrad.

Schlempe ist prinzipiell gut anaerob abbaubar, aufgrund des hohen Schwefel- und Stickstoffgehaltes ist ein stabiler Prozess allerdings nur bei ausreichender Spurenelementverfügbarkeit und nach erfolgreicher Adaptierung der Mikroorganismen an das Substrat möglich. Dadurch könnte ein energieautarker Produktionsprozess von Bioethanol etabliert werden.

## 8.6 Frei verfügbarer Grünschnitt von landwirtschaftlichen Grünflächen

Laut Agrarstrukturerhebung 2007 (siehe Statistik Austria 2010) sind 54% der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Österreich Grünland (1,73 Millionen Hektar), welches in Wirtschaftsgrünland (0,87 Millionen Hektar) und extensives Grünland (0,86 Millionen Hektar), also hauptsächlich Almen und Bergmähder, unterteilt wird.

Die Gesamtgrünlandfläche in Österreich dient zu 80% für die Futternutzung, wobei hier in der Praxis alle Übergangsformen von extensiv bis intensiv vorliegen. Geschätzte 20% der Grünlandflächen Österreichs sind derzeit ohne Nutzung. Diese Grünbracheflächen im Ackerland können nach vertraglicher Vereinbarung wieder in die Produktion aufgenommen werden. Die nicht mehr genutzten Grünlandflächen, insbesondere in den Almregionen, würden ansonsten verbuschen und allmählich wieder zu Wald werden. Wie viele extensive Grünlandflächen, die heute noch bewirtschaftet werden, künftig durch die Nutzungsaufgabe verloren gehen werden, hängt von agrar- und gesellschaftspolitischen Zielen ab.<sup>80</sup>

In Abbildung 8-1 sind Grünflächen hellgrün ausgewiesen. Sie befinden sich vornehmlich in Nieder- und Oberösterreich sowie in der östlichen Steiermark und den großen Alpentälern. Abbildung 8-2 zeigt die zu erwartenden Methanhektarerträge in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform (extensiv / intensiv) und der Häufigkeit der Schnitte pro Saison. Es können bis zu 3.500 Nm<sup>3</sup> Methan pro Hektar und Jahr erwartet werden.

---

<sup>80</sup> "Grünlandbewirtschaftung in Österreich" (Buchgraber et al. 2006)

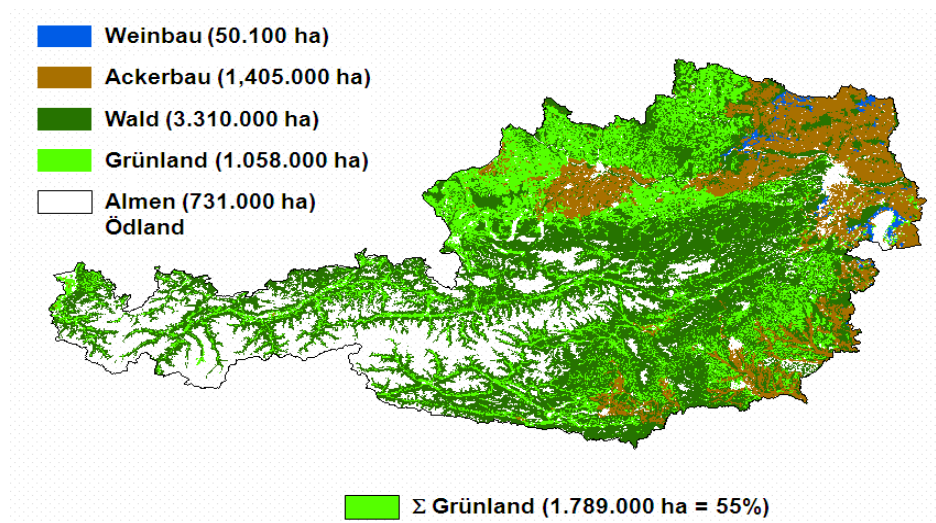


Abbildung 8-1: Landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Flächennutzung in Österreich (CORINE 1990 - UBA; BMLFUW 2007; SCHAUMBERGER 2008)

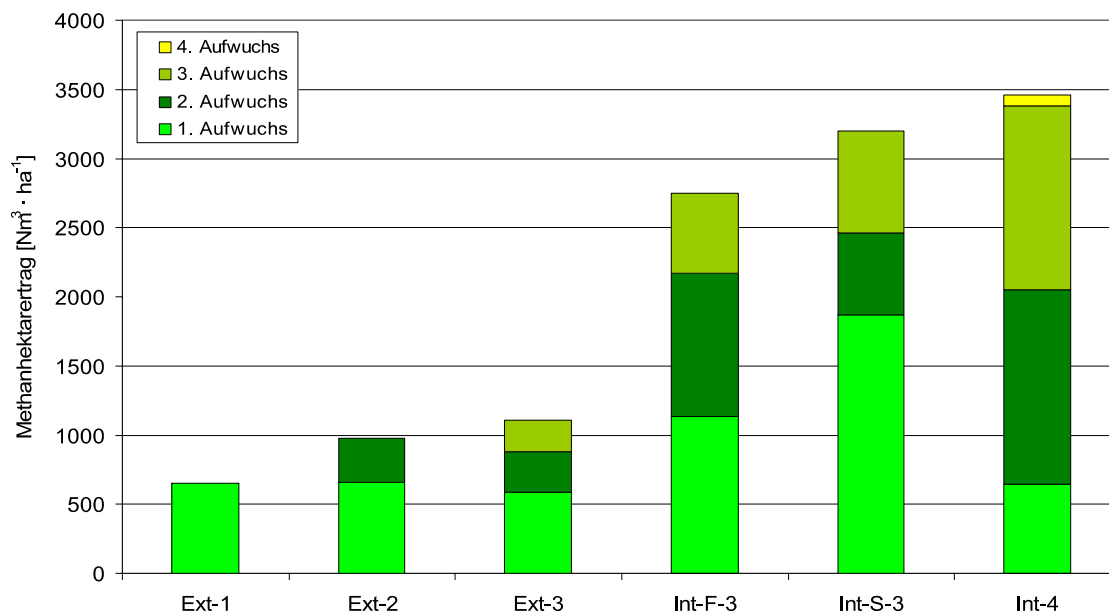


Abbildung 8-2: Methanhektarerträge der Wiesengrasbestände in den einzelnen Aufwüchsen<sup>81</sup>

Bei der Grasernte kann man bei entsprechender Düngung und drei Schnitten pro Jahr etwa 20 Tonnen Frischmasse oder 7 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr erwarten<sup>82</sup>. Es ließe sich hier also vor allem in Kombination mit einer forcierten Ausbringung von Gärresten ein signifikantes Potenzial erschließen.

<sup>81</sup> [Amon 2006]: Thomas Amon, Optimierung der Methanerzeugung aus Energiepflanzen mit dem Methanenergiewertsystem, Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur, Wien, April 2006, Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie Energiesysteme der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften [http://www.nachhaltigwirtschaften.at/edz\\_pdf/0680\\_methanerzeugung.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/edz_pdf/0680_methanerzeugung.pdf)

<sup>82</sup> Keymer, U., Strobel, M.; Vogler, S.; Ökonomische Bewertung der Gasvergärung: Von der Flächenbewirtschaftung bis zur Gasverwertung, 20. Biogas Jahrestagung und Fachmesse. 11.1.-13.1. 2011, Nürnberg

## 8.7 Zwischenfrüchte

Als Zwischenfrucht bezeichnet man jene Pflanzen, die nicht zu Nahrungszwecken, sondern nach der Ernte der Hauptfrucht „Getreide“ im Juli traditionellerweise zur Regeneration des Bodens ausgesät werden. Klee, Lupine, Senf, Sonnenblume, Grünroggen werden zur Auflockerung des Bodens traditionell wieder in den Acker gepflügt. Durch sie können Nährstoffe angereichert und organische Stoffe in den Boden eingebracht werden.

Diese Zwischenfrüchte können allerdings mit einer Vegetationszeit von 70 bis 100 Tagen auch als „Energiepflanzen“ genutzt werden, indem sie nach der Ernte im Oktober zur energetischen Verwertung in eine Biogasanlage eingebracht werden. Es handelt sich hier um ein sehr interessantes Substrat für Biogasanlagen, dessen Bedeutung steigen wird. Hier ist in Österreich definitiv noch ein Potenzial zur Nutzung in Biogasanlagen vorhanden.

In Österreich werden von der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche rund 800.000 Hektar für den Getreideanbau genutzt (Stand: 2006, Quelle: ÖSTAT), wobei Mais, Sorghum, Hirse und Buchweizen aufgrund ihres späten Erntezeitpunktes in der Kalkulationsgrundlage nicht berücksichtigt wurden.

Feldversuche im Energiepark Bruck/Leitha haben gezeigt, dass durch den Anbau einer ertragreichen Zuckerrhirsesorte über 3.000 Kubikmeter Biomethan pro Hektar und Jahr erzeugt werden können. Mit diesem Hektarertrag könnten zwei durchschnittliche Einfamilienhäuser ein Jahr lang beheizt werden. Würden alle für den Anbau von Zwischenfrüchten geeigneten niederösterreichischen Ackerflächen mit dieser Zwischenfrucht bebaut werden (theoretisches Potenzial!), könnte der niederösterreichische Erdgasbedarf zu nahezu 90 Prozent abgedeckt werden.<sup>83</sup>

### Empfehlungen

Bei sämtlichen der genannten Stoffströmen besteht vertitables Potenzial zur energetischen und stofflichen Verwertung in Biogasanlagen. Im Sinne der „Neuartigkeit“ der Substrate hervorzuheben sind Grünschnitt von landwirtschaftlichen Nutzflächen, Zwischenfrüchte und Abfälle aus Supermarktketten.

Weitergehende Untersuchungen in Hinblick auf das verfügbare Mengenpotenzial sind ratsam, speziell in Hinblick auf Straßenbegleitgrün, Abfälle aus Supermarktketten und frei verfügbaren Grünschnitt von landwirtschaftlichen Grünflächen. Bei letzterem Punkt ist auch die Verwertung von Gärresten auf diesen Grünflächen zu betrachten, da in Kombination mit einer Ausbringung des Gärrestes erhebliche Ertragssteigerungen bei der zu erntenden Menge Grünschnitt zu erwarten sind.

<sup>83</sup> Presseinformation Energiepark Bruck/Leitha: Feldtag – Zwischenfrüchte am 06.10.2010, Margarethen am Moos

## 9 Praxisbeispiel Mödling

[TIPPEL]

### Zusammenfassung

Der Bezirk Mödling ist ideal als Praxisbeispiel für eine mit biogenen Haushaltsabfällen und Grünschnitt betriebene Biogasanlage heranzuziehen: Das Bezirksgebiet ist hinsichtlich der Raum- und Bevölkerungsstrukturen sehr heterogen – große Besiedlungsdichten in städtischen Gebieten stehen Agrarkulturen in vorwiegend ländlich strukturierten Gebieten gegenüber. Die Bevölkerungszahl wächst. Derzeit leben etwa 113.000 Einwohner in rund 46.000 Haushalten verteilt auf 20 Gemeinden. Die Flächenverteilung weist einen zentralen nach Norden hin mit Wien verwachsenen Kernraum auf, der von land- und forstwirtschaftlichen Flächen umgeben ist.

Der Anteil von landwirtschaftlichen Nutzflächen an der Gesamtfläche des Bezirks beträgt ca. 27 %, das sind absolut gesehen rund 7.500 Hektar. In der Landwirtschaft wird hauptsächlich Getreide angebaut, der Anteil der landwirtschaftlichen Grünflächen ist erheblich (1.623 Hektar), der Tierbestand eher bescheiden.

Die biogenen Abfallströme werden über die Biotonne (Küchen- und Gartenabfälle) bzw. in wenigen Gemeinden über eine Mehrkammer-Tonne im Holsystem und über die Altstoffsammelzentren (Grün- und Strauchschnitt) im Bringsystem erfasst. Pro Jahr fallen rund 9.100 Tonnen biogene Haushaltsabfälle und 5.500 Tonnen Grünschnitt an. Das Potenzial an biogenen Abfällen im Restmüll wird mit rund 3.000 Tonnen pro Jahr geschätzt.

Infrastrukturell verfügt der Bezirk Mödling über ein gut ausgebautes Netz an Verkehrsverbindungen zum Antransport von Input-Materialien (Rohstoffen) sowie zur Nutzung bzw. dem Absatz der erzeugten Produkte (Energie, stoffliche Verwertung).

Neben den grundsätzlichen Fragen der Wirtschaftlichkeit der Anlage sowie der damit in Zusammenhang stehenden Frage der Standortfindung beansprucht die Bereitstellung der Input-Materialien einen wesentlichen Teil der Aufwendungen in zeitlicher und finanzieller Hinsicht. **Die zentrale Fragestellung dabei ist, ob die Sammlung in der gewohnten Art und Weise – verstärkt durch finanzielle Anreize und Öffentlichkeitsarbeit beibehalten werden kann oder ob ein neues „bequemes, haushaltsnäheres“ Sammelsystem erforderlich ist, das die gewünschten Rohstoffe in der gewünschten Qualität (störstofffrei!) und Quantität erbringt. Pilotprojekte könnten darüber Aufschluss bringen.**

Schließlich gilt es ein Projekt zu entwickeln, das Platz lässt für bestehende Strukturen wie zum Beispiel Kompostanlagen. Gegenseitige Synergien sind zu nutzen um im Sinne einer ökologisch und wirtschaftlich abgestimmten Lösung – auch verwaltungsbezirksübergreifend – die bestmögliche Nutzung und Verwertung von biogenen Abfällen und nachwachsenden Rohstoffen für eine fossilfreie Zukunft in der Energiegewinnung und der Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen zu erzielen.

## 9.1 Beschreibung der Region – IST-Stand

### 9.1.1 Anzahl der Einwohner und Haushalte

Der Bezirk Mödling besteht aus 20 Mitgliedsgemeinden. Insgesamt leben laut Erhebungen der Statistik Austria per 1.1.2009 112.978 Hauptwohnsitzer in den Gemeinden. Inklusive Zweitwohnsitzer ist mit ca. 133.000 Einwohnern zu rechnen. Diese verteilen sich auf eine Gesamtfläche von 276,97 Quadratkilometer (km<sup>2</sup>).

Das Bezirksgebiet ist hinsichtlich der Raum- und Bevölkerungsstrukturen sehr heterogen – große Besiedelungsdichten in städtischen Gebieten stehen Agrarkulturen in vorwiegend ländlich strukturierten Gebieten gegenüber. Das Spektrum reicht von 50 Einwohnern pro km<sup>2</sup> in ländlichen Bereichen bis über 2.000 Einwohner im städtischen Bereich. Dementsprechend unterschiedlich sind auch die Gewohnheiten und Lebensstile.

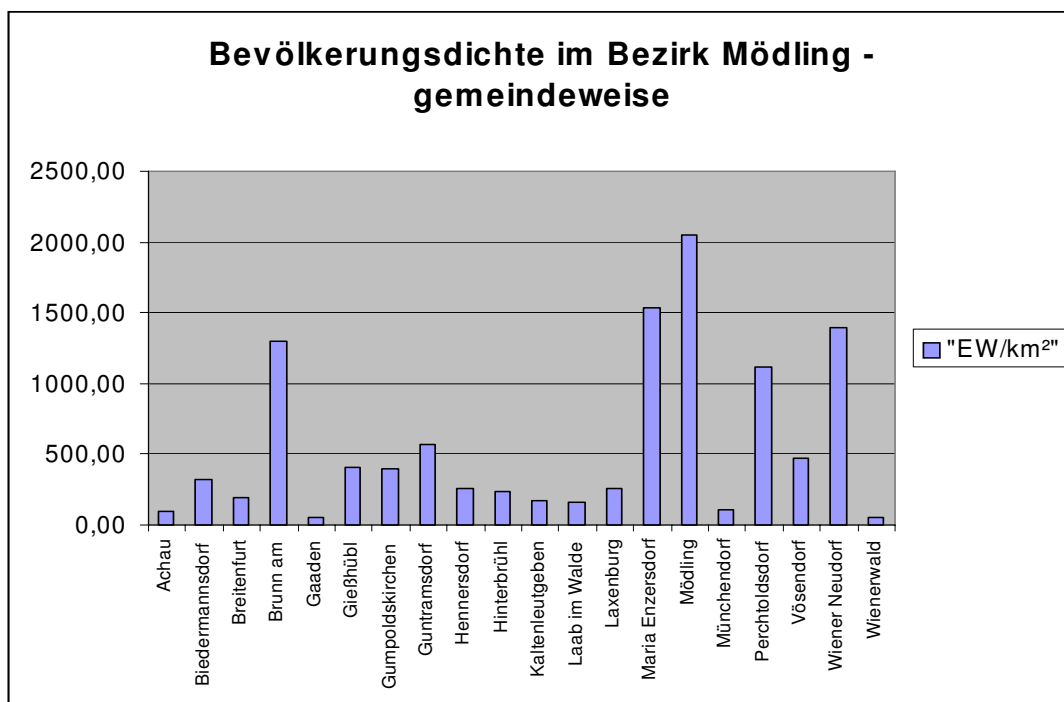


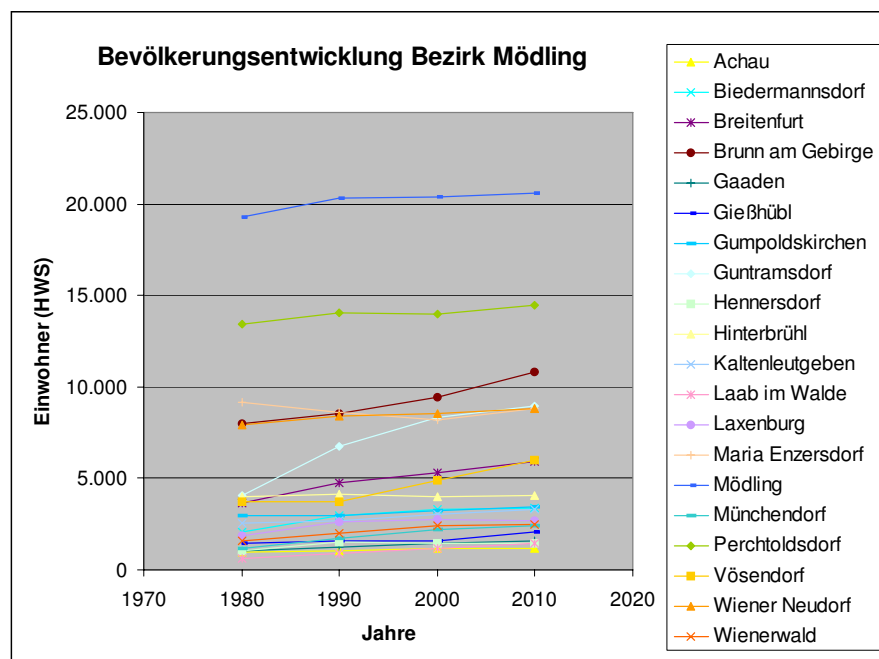
Abbildung 9-1: Bevölkerungsdichte im Bezirk Mödling in Einwohnern und nach Gemeinden pro Quadratkilometer <sup>84</sup>

Nach Auskunft der österreichischen Post AG gab es Anfang 2009 im Bezirk Mödling rund 46.000 Haushalte.

Prognosen der Statistik Austria zufolge könnte die Bevölkerung in Niederösterreich bis 2050 um ca. 17 % steigen. Auswirkungen werden sich vor allem im Sektor der Bevölkerungsschicht älter als 60 Jahre bemerkbar machen, während die Schichten < 15 Jahre und 15 – 60 Jahre nahezu den Stand 2010 halten werden <sup>85</sup>.

<sup>84</sup> Quelle: Statistik Austria

<sup>85</sup> STATISTIK AUSTRIA, Bevölkerungsprognose 2010. Erstellt am 29. Oktober 2010

Abbildung 9-2: Bevölkerungsentwicklung im Bezirk Mödling in den Jahren 1980 bis 2010 <sup>86</sup>

Aus obiger Abbildung 9-2 ist die Bevölkerungsentwicklung im Bezirk Mödling der letzten 30 Jahre ersichtlich. Besonders auffällig ist, dass es ausgewiesene Zuzugsgemeinden (z.B. Brunn am Gebirge, Guntramsdorf) gibt, in denen die Bevölkerungszahlen bis zu 50 % Steigerung erfahren haben.

Über den gesamten Bezirk gesehen betrug die Steigerung durchschnittlich ca. 26%, das sind ca. 8,7% je Dekade.

Diesen Rahmenbedingungen hinsichtlich Bevölkerungssteigerungen und Demographie ist bei den weiteren Überlegungen Rechnung zu tragen.

Nicht wissenschaftlich beweisbar jedoch aus Erfahrungswerten belegbar sind der ambivalente Einfluss des Bildungsstatus sowie der Kaufkraft der Wohnbevölkerung auf das Wegwerfverhalten. Der Wandel in eine Konsum- und Freizeitgesellschaft wirkt sich gerade in Gebieten mit hohem Bildungsstandard und hoher Kaufkraft – also in Gebieten mit großem Wohlstand – häufig umgekehrt proportional auf die Erfüllung der täglichen Pflichten und den Umgang mit den angefallenen Abfällen aus. Dieser Aspekt stellt vor allem hinsichtlich der Öffentlichkeits- und Überzeugungsarbeit große Herausforderungen an die Abfallberatung der Zukunft dar.

### 9.1.2 Flächennutzung

Die Flächennutzung im Bezirk Mödling wurde anhand von folgenden Flächentypen ermittelt: Gesamtfläche, Siedlungsfläche, Gewerbegebiet, Verkehrsfläche, Waldfläche, landwirtschaftliche Fläche und nicht nutzbare Fläche (Ödland, Gebirge etc.). Die Erhebung der Flächennutzung wurde mittels Fragebögen von den Gemeindeämtern ermittelt.

<sup>86</sup> Quelle: Bevölkerungszahlen Statistik Austria

Die Analyse dieser Fragebögen ergab, dass die verbaute Fläche, also Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsfläche, in den bezirkszentral gelegenen Gemeinden bei bis zu über 70 Prozent liegt. In ländlich strukturierten Gemeinden liegt der Anteil der verbauten Fläche bei fünf Prozent oder mehr. Auffällig ist der sehr geringe Anteil an nicht nutzbarer Fläche, der in kaum einer Gemeinde zwei Prozent übersteigt.

Waldflächen sind vornehmlich in den westlich gelegenen Bezirksgemeinden anzutreffen, die sich als „Wienerwald“ bis in den Bezirk Sankt Pölten Land erstrecken. Waldreiche Gemeinden, vor allem Wienerwald, Breitenfurt und Gaaden verfügen über mehr als 50 Prozent Waldfläche.

### 9.1.3 Infrastruktur

**Der Bezirk Mödling ist infrastrukturell sehr gut erschlossen. Ein ausgeprägtes Straßen- und Autobahnnetz steht einem gut ausgebauten öffentlichen Verkehr gegenüber.**

Der Infrastruktur kommt bei der Planung einer Biogasanlage eine erhebliche Bedeutung zu. Zum einen spielt sie eine bedeutende Rolle bei der Anlagenstandortfindung, zum anderen ist sie auch bei der Logistik der Inputströme (Sammlung und Transport) und Outputströme (Gasnetz, Stromnetz, Fernwärmenetz, Transport von Gärresten) von essentieller Bedeutung.

Die Infrastruktur des Sammelsystems ist vor allem dann wesentlich, wenn es sich um die Verwertung von aus den Haushalten stammenden Rohstoffen, wie z.B. die Biotonne handelt.

Die Transportwege sind sowohl für Bioabfälle als auch die Anlieferung von nachwachsenden Rohstoffen oder anderen Quellen singulärer Herkunft relevant.

Auf die Infrastruktur für die Verwertung der Outputströme wird in Abschnitt 9.6 – Kriterien zur Auswahl des Standortes der Biogasanlage näher eingegangen.

#### Infrastruktur Inputströme Biogasanlage

Sowohl in städtischen als auch in ländlichen Gemeinden sind Straßennetze und Sammeleinrichtungen gut ausgebaut. Jede Gemeinde verfügt über ein eigenes Altstoffsammelzentrum.

#### Infrastruktur Outputströme Biogasanlage

Innerhalb des Bezirks Mödling besteht theoretisch die Möglichkeit, jegliches potenzielle Energieprodukt einer Biogasanlage in eine bestehende Infrastruktur einzubinden:

- Es existiert ein Gasnetz bestehend aus Hochdruck-, Mitteldruck- und Niederdruckleitungen.
- Für das Stromnetz sind Hochspannung, Mittelspannung und Niederspannung verfügbar.
- Es gibt ein Fernwärmenetz, das derzeit über eine Biomasseverwertungsanlage gespeist wird.
- Auch hinsichtlich der Erzeugung von Biogas in Form von Treibstoff gibt es Absatzmöglichkeiten, so haben beispielsweise bereits viele Wirtschaftshöfe ihre kommunalen Fahrzeuge auf Erdgas umgestellt.



### 9.1.4 Klima

*Anmerkung:* Die Betrachtungen zum Klima sind vor allem für einige der „potenziellen zusätzlichen Substrate“ – siehe Kapitel 8 – von Bedeutung. Konkret hat das Klima einen Einfluss auf die Quantität und Qualität von Zwischenfrüchten, frei verfügbaren Grünschnitt von landwirtschaftlichen Grünflächen und nachwachsenden Rohstoffen. Auch bei der Ausbringung des Gärrestes auf landwirtschaftlichen Nutzflächen spielt das Klima eine Rolle: So sind beispielsweise bei anhaltendem Regen viele Felder nicht oder nur sehr bedingt befahrbar.

Klimatisch gesehen befindet sich der Bezirk Mödling in mehreren Klimazonen. Im Bereich des Eichkogels, auf dem einzigartige Trockenrasen gedeihen, schneidet sich die pannonisch pontische, d.h. kontinentale mit der atlantischen Klimazone. In den nachstehenden Betrachtungen wurden die Klimadaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, kurz ZAMG, herangezogen. Am Standort Gumpoldskirchen, 218 m ü.A. Seehöhe, 16° 17' geografische Länge und 48° 2' geographische Breite befindet sich eine Messstation, deren Daten in der Folge ersichtlich sind<sup>87</sup>:

#### 9.1.4.1 Temperatur

Monat	t	mtmax	mtmin	tmax	tmin
Jan	-0.3	2.9	-3.2	17.1	-22.5
Feb	1.0	4.9	-2.1	19.7	-19.2
Mar	5.2	9.9	1.5	27.5	-17.0
Apr	9.7	14.9	5.2	26.5	-4.0
Mai	14.8	20.2	9.8	31.0	-1.0
Jun	18.1	23.3	13.2	34.9	2.5
Jul	20.0	25.4	15.1	36.5	7.0
Aug	19.5	25.2	14.7	37.0	5.0
Sep	15.3	20.7	11.2	33.0	2.0
Okt	9.7	14.5	6.1	27.0	-6.2
Nov	4.3	7.8	1.5	21.0	-12.0
Dez	1.2	4.1	-1.5	17.6	-19.4
Jahr	9.9	14.5	6.0	37.0	-22.5

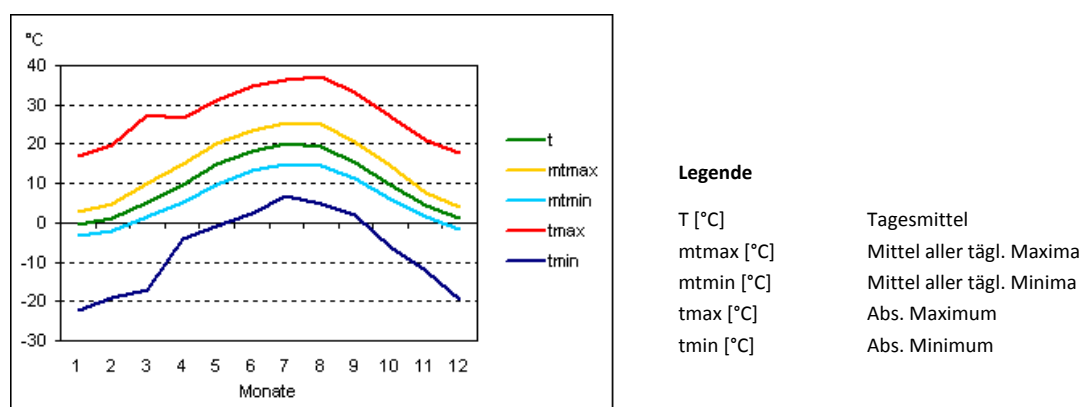


Abbildung 9-3: Jährlicher Temperaturverlauf in Gumpoldskirchen, Bezirk Mödling<sup>87</sup>

<sup>87</sup> (Quelle: Klimadaten der ZAMG; [http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten\\_oesterreich\\_1971\\_frame1.htm](http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm))

### 9.1.4.2 Niederschlag

Monat	rsum	rmax	n1	n10
Jan	40.9	31	7.2	1.1
Feb	34.4	26	6.6	0.8
Mar	50.2	45	8.4	1.2
Apr	54.2	61	7.7	1.7
Mai	60.7	96	8.4	1.6
Jun	67.2	44	9.1	2.1
Jul	63.7	54	8.8	2.0
Aug	54.5	53	8.0	1.5
Sep	51.1	46	7.0	1.7
Okt	41.1	43	6.2	1.2
Nov	53.0	37	8.7	1.5
Dez	43.8	29	8.0	1.1
Jahr	614.8	96	94.1	17.5

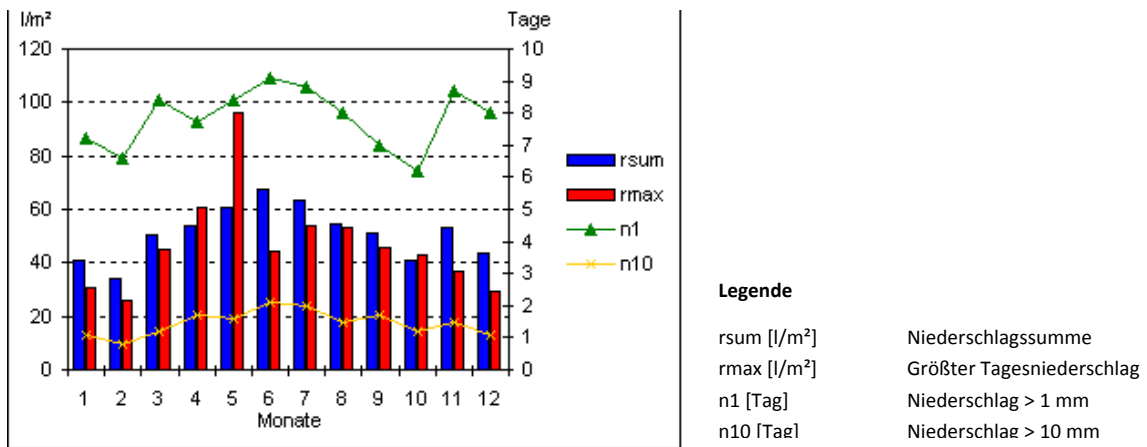
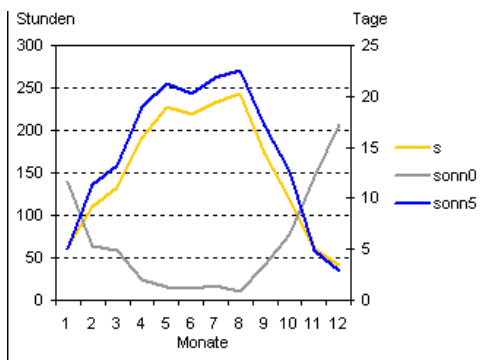
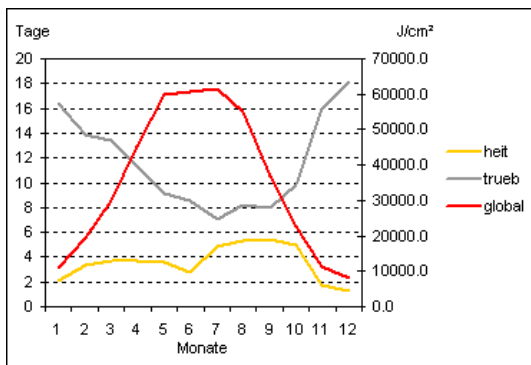


Abbildung 9-4: Jährlicher Verlauf der Niederschlagsmengen in Gumpoldskirchen, Bezirk Mödling<sup>87</sup>

### 9.1.4.3 Sonne

Monat	s	sp	sonn0	sonn5	global	heit	trueb
Jan	62.9	31.6	11.6	5.1	11001	2.1	16.4
Feb	110.6	47.1	5.3	11.3	19466	3.3	13.9
Mar	132.3	41.6	4.9	13.2	29998	3.7	13.4
Apr	191.9	53.4	2.0	18.9	45346	3.7	11.3
Mai	227.1	57.6	1.3	21.3	59986	3.6	9.1
Jun	218.3	55.2	1.1	20.2	60801	2.8	8.6
Jul	233.0	58.2	1.5	21.8	61596	4.8	7.1
Aug	242.6	62.3	0.9	22.6	54913	5.3	8.2
Sep	171.9	53.1	3.4	17.1	36848	5.4	8.0
Okt	119.7	41.8	6.5	12.7	22571	5.0	9.8
Nov	60.2	28.8	12.0	4.9	11455	1.7	16.0
Dez	41.0	22.9	17.3	2.9	8038	1.3	18.1
Jahr	1811.5	46.1	67.8	172.0	35168	42.7	139.9



**Legende**

- s [h]                    Summe aller Sonnenscheinstunden
- sp [%]                 relative Sonnenscheindauer
- sonn0 [Tag]            Sonnenscheindauer = 0
- sonn5 [Tag]            Sonnenscheindauer > 5
- global [J/cm²]        Monatssumme der Globalstrahlung
- heiter [Tag]            heitere Tage (Bewölkungsmittel < 20 %)
- trüb [Tag]             trübe Tage (Bewölkungsmittel > 80 %)

Abbildung 9-5: Jährlicher Verlauf der Sonnenstunden in Gumpoldskirchen, Bezirk Mödling

## 9.1.5 Biogene Abfallstoffströme

### 9.1.5.1 Sammlung und Logistik

Die Sammlung von organischen Abfällen erfolgt im Bezirk Mödling über unterschiedliche Sammelebenen:

**Küchenabfälle werden gemeinsam mit geringen Grün- und Strauchschnittmengen über die Biotonne als Haussammlung im Holsystem gesammelt.**

**Die Übernahme von größeren Mengen an Grün-, Strauch- und Baumschnitt wird im Bringsystem in den 20 Altstoffsammelzentren angeboten.** Diese sind flächendeckend über den Bezirk Mödling verteilt.

Als **Besonderheit** ist die Haussammlung biogener Abfälle über die so genannte „**Mekam**“ - Tonne (siehe Abbildung 9-7) zu nennen. „Mekam“ steht dabei als Abkürzung für **Mehrkammer**. In der Mekam - Tonne ist innerhalb des Behälters eine Trennwand angebracht, die den Behälter in zwei Abschnitte aufteilt. Ein Abschnitt ist für den Restmüll, der andere Abschnitt für Bioabfälle gedacht. Die Behälter werden in ein eigens dafür konstruiertes Fahrzeug geschüttet, das mit einer innenliegenden Trennwand ausgestattet ist um Vermischungen der Abfälle zu vermeiden. Erfahrungen haben gezeigt, dass die Mekam Tonne durchaus Problembereiche aufweist: Der Restmüll ist teilweise mit Bioabfällen vermischt (z.B. Restmüllteil ist voll – Bioteil wird als Pufferraum für Restmüll verwendet; Trennwand wird gänzlich entnommen etc.).



Abbildung 9-7: Mekam Tonne samt Inhalt – linke Behälterhälfte Biomüll – hier oberflächlich Grünschnitt, am Behälterboden (nicht sichtbar: Haushaltsabfälle); rechte Behälterhälfte Restmüll



Abbildung 9-7: Biotonne mit innenliegendem Vorsammelsack aus Kraftpapier; Inhalt Mischung aus Haushaltsabfällen und Grünschnitt

**Exkurs: Was darf in die Biotonne?** – per Definition sind die Biotonnen zur Aufnahme biogener Abfälle bestimmt – dazu gehören Obst- und Gemüseschalen sowie Gartenabfälle; Schalen von Bananen- und Zitrusfrüchten, Speisereste und verdorbene Lebensmittel ohne Verpackung (pflanzlicher Herkunft); Kaffee- und Teesud samt Filter und Papierbeutel; Eierschalen, Federn, Haare, verschmutzte Küchenrollen, Schnittblumen, Topfpflanzen (ohne Topf); Kleintiermist von Pflanzenfressern, kompostierbare Becher, Tassen, Teller etc.

Die Sortieranalyse des „Biomülls“ im Bezirk Mödling zeigt Abbildung 9-8.

**Die Analysen zeigen, dass 20 Prozent des Bioabfalls Lebensmittel sind .**

GEWICHT			
Ort			
Datum			
Anzahl	1100 Liter	Durchschnittlicher	
Behälter	240 Liter	Füllstand vor Analyse	
	120 Liter	in Prozent	
lfd. Nr.	Stoffgruppe		
E7	VERPACKUNGEN	7,59	10,58
K12	RESTMÜLL (sonstige Abfälle)	27,75	57,29
L13	Lebensmittel - Zubereitungsreste	405,99	287,64
L14	Lebensmittel - Speisereste	156,17	170,69
L15	originale Lebensmittel	109,27	104,69
L16	angebrochene Lebensmittel	87,99	38,41
L17	organische Abfälle (ohne LM)	1097,67	732,57
L171	organisch: Unterteilung nicht möglich	29,19	7,5
<b>GESAMT</b>		<b>1921,62</b>	<b>1409,37</b>

VOLUMEN			
lfd. Nr.	Stoffgruppe	GESAMT 09	GESAMT 08
E7	VERPACKUNGEN	79,2	162,5
K12	RESTMÜLL (sonstige Abfälle)	91,6	183,5
L13	Lebensmittel - Zubereitungsreste	946	692
L14	Lebensmittel - Speisereste	287,5	312
L15	originale Lebensmittel	214,5	190
L16	angebrochene Lebensmittel	243	120,5
L17	organische Abfälle (ohne LM)	5566	3682
L171	organisch: Unterteilung nicht möglich	43	12
<b>GESAMT</b>		<b>7171</b>	<b>5853</b>

GEWICHT		2009		2008		2009		2008	
Ort		Brunn/Geb.		Kaltenleutgeben		GESAMT 09	GESAMT 08		
Datum		20.11.09	14.10.08	26.11.09	16.10.08				
Anzahl	1100 Liter								
Behälter	240 Liter	5 (55%)	3 (15%)						
	120 Liter			5 (80%)	5 (20%)				
lfd. Nr.	Stoffgruppe								
E7	VERPACKUNGEN	0,18	0,08	0,14	0,07	0,32	0,08		
K12	RESTMÜLL (sonstige Abfälle)	0,03	0,11	1,12	0,95	1,15	0,91		
L13	Lebensmittel - Zubereitungsreste	19,63	25,4	12,61	28,21	32,24	15,87		
L14	Lebensmittel - Speisereste	0,97	0,8	0,75	0,82	1,72	1,21		
L15	originale Lebensmittel	3,08	0,86	0,69	1,06	3,77	1,12		
L16	angebrochene Lebensmittel	0,72	0,44	0,63	1,01	1,35	1,41		
L17	organische Abfälle (ohne LM)	33,92	27,7	72,37	20,0	106,29	21,64		
L171	organisch: Unterteilung nicht möglich	0	0	10,04	0	10,04	0		
<b>GESAMT</b>		<b>58,53</b>	<b>33,07</b>	<b>98,35</b>	<b>20,81</b>	<b>156,88</b>	<b>42,24</b>		

VOLUMEN		Brunn/Geb.		Kaltenleutgeben		GESAMT 09	GESAMT 08
lfd. Nr.	Stoffgruppe						
E7	VERPACKUNGEN	9	1	2	0	11	2
K12	RESTMÜLL (sonstige Abfälle)	0,1	0,3	4	3	4,1	6
L13	Lebensmittel - Zubereitungsreste	56	11	35	0	91	54
L14	Lebensmittel - Speisereste	1	0,5	0,5	0,1	1,5	3
L15	originale Lebensmittel	3	1	1,5	0,5	4,5	2
L16	angebrochene Lebensmittel	1,5	0,5	0,5	0,1	2	3
L17	organische Abfälle (ohne LM)	265	20	505	3	770	95
L171	organisch: Unterteilung nicht möglich	0	0	18	0	18	0
<b>GESAMT</b>		<b>335,6</b>	<b>22,4</b>	<b>566,5</b>	<b>3,6</b>	<b>902</b>	<b>163</b>

Abbildung 9-8: Ergebnisse der Erhebung der Niederösterreichischen Abfallverbände zum Thema „keine Lebensmittel im Abfall“ - Sortieranalysen aus den Jahren 2008 und 2009 im Biomüll (Quelle: NÖ Abfallverbände, 2008/2009)

### Sammlung und Logistik Biotonne

Im gesamten Bezirk sind ca. 19.000 Behälter unterschiedlicher Größe (80, 120, 240, 770 und 1100 Liter) im Einsatz. Großbehälter mit 770 und 1100 Liter Inhalt haben im Gesamtsystem stark an Bedeutung verloren und kommen nur noch vereinzelt vor. Hauptgrund dafür ist einerseits, dass das Abfuhrintervall bei Bioabfällen kurz zu halten sind und die Großbehälter daher oft nicht vollständig gefüllt werden, andererseits kleine Behälter einen „saubereren“ Eindruck hinterlassen und leichter zu reinigen sind.

Die Biotonnen werden im Holsystem entleert. Das Abfuhrintervall reicht von 26 bis 52 Abfahren pro Jahr. Die Tendenz liegt bei ca. 40 Abfahren, wobei während der Wintermonate in einem zweiwöchigen Intervall, während der Sommermonate in einem wöchentlichen Intervall gefahren wird.

Das derzeit aufgestellte Gesamtvolumen an Biotonnen beträgt ca. 110 Mio. Liter pro Jahr. Bei einem jährlichen Anfall von 9.100 Tonnen Bioabfall entspricht dies einem rechnerischen spezifischen Gewicht von 83 Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m<sup>3</sup>).

### Sammlung und Logistik Küchen- und Speiseabfälle

Gastronomiebetriebe mit einem Anfall von weniger als 80 Liter Küchen- und Speiseabfälle entsorgen diese Abfälle entsprechend der Tiermaterialien-Verordnung BGBl. II/141/2010 über die Biomüllsammlung. Größere Gastronomiebetriebe werden im Zuge einer eigenen Sammlung durch private Entsorgungsunternehmen bedient.

### Sammlung und Logistik Grünschnitt

Grünschnitte aus privaten Haushalten werden ausschließlich in den Altstoffsammelzentren lose oder in Containern gesammelt. Dies geschieht auch mit den kommunalen Grünschnitten.

## 9.1.5.2 Biogene Abfälle im Restmüll

Biogene Abfälle befinden sich allerdings nicht nur in den dafür vorgesehenen Sammelsystemen, sondern auch außerhalb dieser. **Vor allem in städtisch strukturierten Gebieten werden beträchtliche Mengen an biogenen Abfällen im Restmüll entsorgt.** Nachstehend die Details:

Im Rahmen einer Erhebung der Niederösterreichischen Abfallverbände zum Thema „keine Lebensmittel im Abfall“ wurden die Anteile an biogenen Abfällen im Restmüll erhoben. Die entsprechenden Sortieranalysen aus den Jahren 2008 und 2009 zeigen, **dass beträchtliche Mengen (ca. 12 %) angebrochene bzw. auch original verpackte Lebensmittel im Restmüll vorhanden sind.** Insgesamt wurden in dieser Analyse organische Stoffe (Bioabfälle) im Ausmaß von 26,5% im Restmüll aussortiert.

Eine Sortieranalyse des Restmülls aus dem Jahr 2005 durch die BOKU im Auftrag des Landes Niederösterreich wies für den Bezirk Mödling einen Anteil von ca. 15 % Bioabfällen auf (Abbildung 9-9).

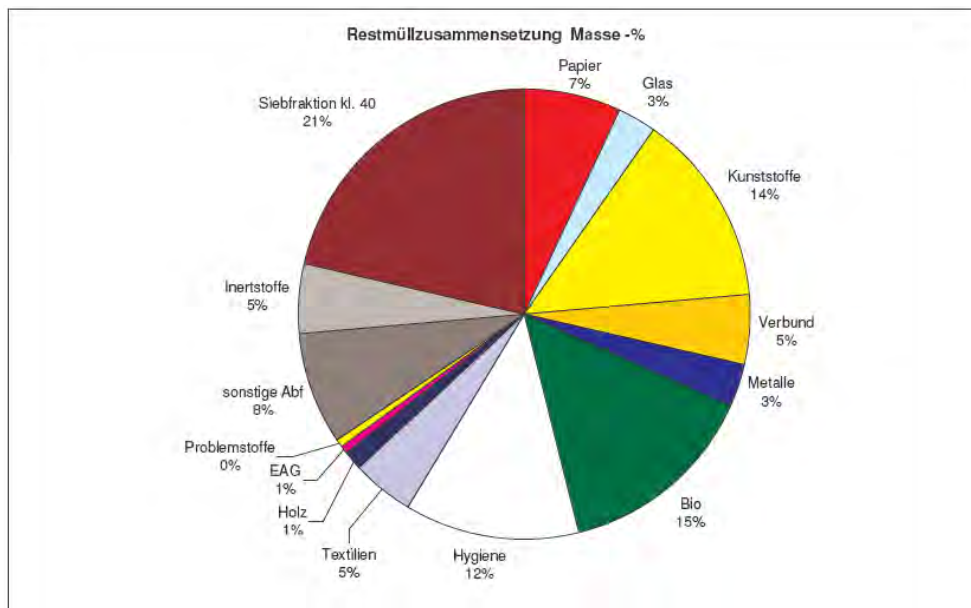


Abbildung 9-9: Sortieranalyse des Restmülls im Bezirk Mödling<sup>88</sup>

Eine Analyse durch das Technische Büro Hauer aus dem Jahr 2001 ergab ähnliche Ergebnisse: Der Biomüllanteil im Restmüll betrug hier zwischen 14,7 und 15,4 Masse %.

Hochgerechnet auf die jährliche Restmüllmenge von ca. 19.100 Tonnen errechnen sich aus den angeführten Sortieranalysen **rund 3.000 Tonnen Bioabfälle pro Jahr im Restmüll**.

### 9.1.5.3 Derzeitige Verwertungswege der biogenen Abfälle

**Das derzeit im Bezirk Mödling umgesetzte Logistikkonzept zur Verwertung von biogenen Abfällen ist in Ermangelung geeigneter Alternativen zu 100 % auf die Kompostierung ausgelegt.**

Nachdem die biogenen Abfallströme grundsätzlich in zwei Bereiche unterteilt werden – die Biotonne ab Haus und die Sammlung von Grün- und Strauchschnitten in den Altstoffsammelzentren – ist auch die Logistik derselben zweigeteilt.

Im Bezirk Mödling selbst gibt es derzeit drei Gemeindekompostanlagen (jeweils an den Bezirksrändern) und eine gewerbliche Kompostanlage (ebenfalls an einem Bezirksrand). Im Zentralraum besteht keine Anlage. Die Gemeindekompostanlagen verwerten derzeit ausschließlich die eigenen Bioabfälle. Die übrigen Bioabfälle werden überwiegend zu Kompostanlagen außerhalb des Bezirks verbracht. Der Aktionsradius beträgt dabei bis zu 40 km.

Der Anteil an Eigenkompostierung von Bio- und Grünabfällen ist sehr heterogen; in ländlich strukturierten Gemeinden kann der Anteil bis zu 80 % betragen. Tendenziell ist allerdings zu beobachten, dass die Biotonne auch in ländlichen Gebieten an Akzeptanz gewinnt, das Hobby „Kompostieren“ immer öfter aufgegeben und der Bioabfall über die Biotonne/Kompostierung Fachleuten übergeben wird.

<sup>88</sup> Quelle: Universität für Bodenkultur – Niederösterreichische Restmüllanalysen 2005/06 (2006)

### 9.1.6 Landwirtschaft und Tierproduktion im Überblick

Landwirtschaft und Tierproduktion bzw. Tierbestand sind bei der Betrachtung der potenziell verfügbaren Substrate einer Region aus folgenden Gründen von Bedeutung:

- a) Die Aufteilung der Nutzungsarten gibt einen Überblick über den möglichen Anbau von Zwischenfrüchten. Je früher die Ernte der Hauptfrucht erfolgt, desto länger ist die Vegetationszeit für die Zwischenfrucht, die dann in weiterer Folge in der Biogasanlage verwertet werden kann.
- b) Die Erhebung der landwirtschaftlichen Grünflächen gibt einen ersten Überblick über den landwirtschaftlich produzierten Grünschnitt in der Region.
- c) Die Tierproduktion / der Tierbestand der Region liefert in Korrelation zur Größe der landwirtschaftlichen Grünflächen eine erste Abschätzung des frei verfügbaren landwirtschaftlich produzierten Grünschnitts. Tierfutterproduktion geht vor Energiepflanzenproduktion.
- d) Die Aufteilung der Nutzungsarten liefert eine Abschätzung der zur Vergärung in Biogasanlagen verfügbaren nachwachsenden Rohstoffe (z.B. Maissilage).
- e) Die Größe der landwirtschaftlichen Nutzflächen ist in Hinblick auf die Ausbringung des Gärrestes von Bedeutung (auch hinsichtlich Transportkosten).

Selbstverständlich sind vor allem die Werte der Landwirtschaft mit jenen des Klimas in Relation zu setzen.

#### Datenerhebung

Zur Erhebung der Daten von landwirtschaftlichen Nutzflächen wurde ein Fragebogen an die Bezirksgemeinden ausgesandt. Es stellte sich heraus, dass hierüber auf den Gemeindeämtern nur vereinzelt Statistiken aufliegen. Daraufhin wurden die Datenbanken der Statistik Austria durchforstet; schließlich brachte eine Anfrage bei der Agrarmarkt Austria sämtliches Datenmaterial ein.

Grundlage der Erhebungen zur Feststellung der landwirtschaftlichen Nutzflächen bildet somit die Auswertung der Agrarmarkt Austria. Viehbestände wurden dem Antragsjahr 2010 entnommen, Nutzungsarten der Flächen entstammen ebenfalls dem Antragsjahr 2010, durchschnittliche Erträge sind in den Ertragsstatistiken (Sommer- und Herbsterhebung 2010) aus dem räumlich benachbarten Bezirk Baden entnommen.

#### Ergebnisse

Der Anteil von landwirtschaftlichen Nutzflächen an der Gesamtfläche des Bezirks beträgt ca. 27 %, das sind absolut gesehen rund 7.500 Hektar.

Die landwirtschaftlichen Flächen liegen vor allem an den Rändern des Bezirks und bilden einen nach Norden hin offenen Ring um den Zentralraum. Nach Westen hin mischen sich die Flächen immer mehr mit Waldgebieten. Die Gemeinden Münchendorf, Guntramsdorf, Wienerwald und Breitenfurt weisen die meisten landwirtschaftlichen Flächen auf.

**Weizen** stellt mit rund 2.250 Hektar die häufigste Kulturpflanze im Bezirk Mödling auf Basis 2010 dar. Der zweitgrößte landwirtschaftliche Flächenverbrauch wird mit rund 1.600 Hektar durch ein-, zwei-, drei und mehrmähdige **Wiesen und Dauerweiden** in Anspruch genommen. Gerste und Zuckerrübe waren 2010 mit rund. 500 Hektar Anbaufläche vertreten. Die übrigen Nutzungsarten sind der nachfolgenden Abbildung 9-10 sowie Tabelle 9-1 zu entnehmen. In Tabelle 9-1 sind für einige Kulturpflanzen durchschnittliche Erträge in Kilogramm pro Hektar (kg/ha) ausgewiesen.



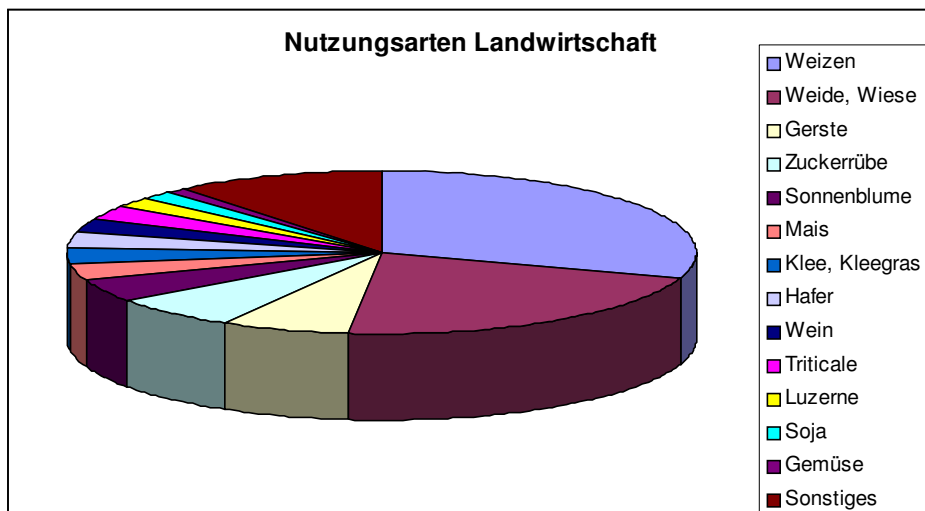


Abbildung 9-10: Nutzungsarten in der Landwirtschaft im Bezirk Mödling (Gesamtfläche der Landwirtschaft im Bezirk rund 7.500 Hektar) <sup>89</sup>

Tabelle 9-1: Nutzungsarten in der Landwirtschaft im Bezirk Mödling <sup>90</sup>

Nutzungsart	Fläche [ha]	Ertrag [kg/ha]
Weizen	2.249,61	5.241,98 (Hartweizen) 5.083,68 (Weichweizen)
Weide, Wiese	1.623,16	
Gerste	505,75	3.647,77 (Sommergerste) 5.275,64 (Wintergerste)
Zuckerrübe	491,74	
Sonnenblume	344,27	3.009,28 (Ölsonnenblume)
Mais	245,99	9.280,86 (Körnermais)
Roggen	233,27	3.757,53
Klee, Klee gras	230,06	
Hafer	221,12	2.800,00
Wein	212,47	
Triticale	208,25	4.500,00
Luzerne	153,13	
Soja	115,78	3.115,72
Gemüse	81,67	
Sonstiges	583,73	

<sup>89</sup> Quelle: Agrarmarkt Austria

<sup>90</sup> Quelle: Agrarmarkt Austria

In Tabelle 9-2 sind maßgeblichen statistischen Daten des Tierbestandes im Bezirk Mödling dargestellt:

Tabelle 9-2: Tierbestand im Bezirk Mödling [90]

Tierart	Anzahl [Stück]
Schweine	1.950
Rinder/Kälber/Kühe	1.735
Schafe	800
Ziegen	100
Pferde/Ponys, Esel	630
Geflügel	4.300
sonstige Kleintiere	100

Die Betriebe, welche in der Tierproduktion tätig sind, sind analog zu den landwirtschaftlichen Betrieben rund um das zentrale Ballungsgebiet des Bezirks gelegen.

## 9.2 Kurz- und mittelfristig verfügbare Substrate für die Biogasanlage

**Biogene Haushaltsabfälle** werden derzeit vornehmlich im Rahmen von Verträgen über Kompostanlagen verwertet und sind **kurz- bis mittelfristig verfügbar**. Auf diesbezügliche Verträge ist Rücksicht zu nehmen. Die Einbindung von bestehenden Kompostanlagen in das gesamtheitliche Konzept ist jedenfalls erwünscht, z.B. in Form einer Nachrotte.

**Grünschnitt, Laub und Strauchschnitte** wurden bis dato über freibleibende Vereinbarungen verwertet und sind **kurzfristig verfügbar**.

Hinsichtlich verfügbarer **Substrate und biogener Rohstoffe aus der Landwirtschaft** wird auf die Daten von Abschnitt 9.1.6 – Landwirtschaft und Tierproduktion im Überblick – verwiesen. Hier sind **offene Potenziale** vor allem bei den Zwischenfrüchten und beim frei verfügbaren landwirtschaftlichen Grünschnitt zu orten. Diese Potenziale sind zunächst in eine erste überschlägige Berechnung der Biogasanlage zu übernehmen. Die möglichen Eingangssubstrate sind in Richtung gegenseitiger Verträglichkeit/Hemmnis zu prüfen und nach positiver Beurteilung über Verträge für den Betrieb der Biogasanlage zu sichern.

Der Anbau von weiteren nachwachsenden Rohstoffen für die Energieproduktion ist zu prüfen und mit den Landwirten zu vereinbaren.

## 9.3 Rechnerische Gasausbeute in der Region

Laut Abfallwirtschaftsbericht des Landes Niederösterreich 2009 fallen im Bezirk Mödling pro Jahr 9.029,46 Tonnen Biomüll (in weiterer Folge „Biotonne“) und 11.081,15 Tonnen Gartenabfälle an. Diese Zahlen werden mit der von der ARGE ECO.in ermittelten Zusammensetzung der Biotonne sowie den realistischen Schätzungen der Zusammensetzung der Gartenabfälle kumuliert und in nachstehender Tabelle 9-3 analog zu Tabelle 1-5 gesamt und spezifisch bezogen auf die Einwohneranzahl Mödlings von 112.978 Einwohnern dargestellt. Nähere Erläuterungen zum Zahlenmaterial finden sich unterhalb der Tabelle 9-3.

Tabelle 9-3: Mengenerhebung Biomüll („Biotonne“) sowie Grünschnitt aus privatem und kommunalem Bereich im Bezirk Mödling<sup>91,7</sup>. Basis 112.978 Einwohner

Substrat	Biotonne		Grünabfälle		Summe	
	[t/a]	[kg/EW*a], gerundet	[t/a]	[kg/EW*a], gerundet	[t/a]	[kg/EW*a], gerundet
Küchenabfälle	2.636,82	23,34			2.636,82	23,34 *)
Grünschnitt	4.637,15	41,04	5.540,58	49,04	10.177,73	90,08 *)
Baum- und Strauchschnitt	1.545,71	13,68	5.540,58	49,04	7.086,29	62,72 **)
Anorganische Verunreinigungen	272,78	2,41			272,78	2,41
<b>SUMME</b>	<b>9.092,46</b>	<b>80,47</b>	<b>11.081,15</b>	<b>98,08</b>	<b>1.190.900</b>	<b>178,55</b>

\*) unmittelbar für die Vergärung in Biogasanlagen nutzbar

\*\*\*) zur Kompostierung

Erläuterungen zu Tabelle 9-3:

**Biotonne:** Der Jahresanfall dieser Fraktion liegt im Bezirk Mödling bei 80,47 Kilogramm pro Einwohner und Jahr (zum Vergleich: Österreich 86 kg/EW\*a). Laut einer Studie von ARGE ECO.IN<sup>92</sup> setzt sich die Biotonne zu 68% aus Gartenabfällen, 29% aus Küchenabfällen und zu 3% aus Verunreinigungen zusammen. Die Fraktion der Gartenabfälle (rechnerisch 54,7 kg/EW\*a) wiederum besteht realistischen Schätzungen zufolge zu 75% aus Grünschnitt und zu 25% aus Baum- und Strauchschnitt.

**Grünabfälle:** Die Masse an „Grünschnitt“ ergibt sich dabei aus der realistischen Annahme, dass der Anteil von „Grünschnitt“ in den jährlich gesammelten 11.081,15 Tonnen „Grün-, Baum- und Strauchschnitt“ 50 Prozent beträgt.

Diese Substrate „Küchenabfälle“ und „Grünschnitt“ dienen in weiterer Folge und auf Basis der angenommenen Substrateigenschaften und spezifischen Gasausbeuten der Tabelle 9-4 zur Bestimmung der rechnerischen regionalen Gasausbeute des Bezirks Mödling.

Tabelle 9-4: Substrateigenschaften und spezifische Gasausbeuten im Biogasprozess

Substrat	TS [%]	oTS [% der TS]	Gasausbeute [Nm <sup>3</sup> /t oTS]	Methan-gehalt [%]
<b>Küchenabfälle</b>	35	90	500	63
<b>Grünschnitt</b>	25	85	550	58

<sup>91</sup> Quelle: Abfallwirtschaftsbericht des Landes Niederösterreich, 2009

<sup>92</sup> ARGE ECO.in: Erstellung eines Logistikkonzepts zur effizienten Sammlung von biogenen Abfällen als Input für eine energetische Nutzung in Biogasanlagen, 2009

Analog zu den Daten aus der Dimensionierung der Referenzanlage kann daher folgende rechnerische Gasausbeute für den Bezirk Mödling ermittelt werden:

### 9.3.1 Derzeitiges Potential

Basis der Berechnungen des derzeitigen Biogas-Potenzials im Bezirk Mödling auf der Basis biogener Küchenabfälle und Grünschnitt sind die derzeit getrennt gesammelten Stoffströme dieser Fraktionen (siehe Tabelle 9-5):

Tabelle 9-5: Rechnerische Biogasausbeute im Bezirk Mödling auf der Basis von biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt – derzeitiges Potenzial

Substrat	Jahresaufkommen [kg/EW*a]	Jahresaufkommen [t/a]	TS [%]	oTS [% der TS]	Gasausbeute [Nm <sup>3</sup> /t oTS]	Biogas [Nm <sup>3</sup> /a]	Methan-gehalt [%]
Küchenabfälle	23,3	2.636,82	35	90	500	415.300	63
Grünschnitt	90,0	10.177,73	25	85	550	1.189.500	58

Derzeit wird der biogene Abfallstrom im Bezirk Mödling noch nicht zur energetischen Verwertung genutzt.

Bei Vergärung von 23,3 kg / EW\*a Küchenabfällen und 90 kg / EW\*a Grünschnitt und Gartenabfällen wird soviel Gas erzeugt, dass 467 kW an elektrischer Leistung zur Verfügung gestellt werden können.

Diese Berechnung basiert auf folgenden Annahmen einer typischen Biogasanlage:

- 8.000 Betriebsstunden des Gasmotors pro Jahr
- 10.063 MWh werden in Form von Biogas für eine 500 kW<sub>el</sub> Biogasanlage benötigt
- Aus obiger Tabelle und der Einwohneranzahl von Mödling folgt, dass Biogas mit einer thermischen Energie von 9.400 MWh durch Nutzung in einer Biogasanlage erzeugt werden kann

**Falls sämtliche dieser genannten Stoffströme in der Biogasanlage verwertet werden können, ist ein BHKW mit der installierten elektrischen Leistung von 500 Kilowatt (kW) sinnvoll.**

### 9.3.2 Nutzbares Potential

Basis der Berechnungen des theoretisch nutzbaren Biogas-Potenzials im Bezirk Mödling auf der Basis biogener Küchenabfälle und Grünschnitt sind die derzeit getrennt gesammelten Stoffströme dieser Fraktionen **plus die im Restmüll enthaltenen Küchenabfälle von 26,6 Kilogramm pro Einwohner und Jahr.**

Diese 26,6 kg/EW\*a stellen sich dar wie folgt:

Im Gegensatz zum gesamtösterreichischen Durchschnitt von ca. 40% liegt der Anteil an Organik im Restmüll laut Sortieranalysen im Restmüll im Bezirk Mödling (siehe Abbildung 9-9 in Abschnitt Biogene Abfälle im Restmüll) bei ca. 15%. Hierbei handelt es sich um Küchenabfälle und Speisereste bzw. Lebensmittel. Bei einem

Restmüll-Gesamtaufkommen von 19.100 Tonnen pro Jahr im Bezirk Mödling errechnet sich der Anteil der Organik im Restmüll mit rund 3.000 Tonnen pro Jahr oder 26,6 Kilogramm pro Einwohner und Jahr.

**Somit liegt das wahre Aufkommen biogener Küchenabfälle im Bezirk Mödling bei 49,9 Kilogramm pro Einwohner und Jahr (23,3 kg aus der Biotonne plus 26,6 kg aus dem Restmüll).**

Tabelle 9-6: Rechnerische Biogasausbeute im Bezirk Mödling auf der Basis von biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt – theoretisch nutzbares Potenzial

Substrat	Jahresaufkommen [kg/EW*a]	Jahresaufkommen [t/a]	TS [%]	oTS [% der TS]	Gasausbeute [Nm <sup>3</sup> /t oTS]	Biogas [Nm <sup>3</sup> /a]	Methan-gehalt [%]
Küchenabfälle	49,9	5,628,62	35	90	500	886.500	63
Grünschnitt	90,0	10.177,73	25	85	550	1.189.500	58

Unter der Annahme, dass zusätzlich 26,6 kg / EW\*a biogener Abfallströme aus dem Restmüll der Sammlung des biogenen Abfallstromes zugeführt und damit zur Vergärung genutzt werden kann, kann so viel Gas erzeugt werden, dass in einem BHKW 614 kW elektrische Leistung bereitgestellt werden können.

Unter den denselben Annahmen wie im Abschnitt 9.3.1 kann eine erzeugte thermische Energie in Form von Biogas mit 12.350 MWh berechnet werden.

### 9.3.3 Realistisches Potential

Wie der Vergleich mit dem gesamtösterreichischen Durchschnitt zeigt, ist die Trennung von biogenen Abfällen im Bezirk Mödling bereits relativ hoch. Daher kann angenommen werden, dass dieses Potential bereits weitgehend ausgeschöpft ist. Unter diesem Gesichtspunkt **erscheint die Errichtung einer Biogasanlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 500 Kilowatt (kW) im Bezirk Mödling als sinnvoll.**

## 9.4 Sammel- und Logistikkonzept – Gedanken und Vorschläge

**Der Sammlung kommt im Logistikkonzept eine Schlüsselrolle zu: Die Sammlung am Anfallort bestimmt die nachfolgende Logistik und damit die Qualität, Quantität und Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems.**

Für den störungsfreien und effizienten Betrieb einer Biogasanlage ist es essentiell, dass man bestmögliches Material, störstofffrei und in großer Menge über eine einfache Logistik erhält, und nebenbei will man auch noch die Akzeptanz und Identifikation des Bürgers gewinnen. Diese Anforderungen stellen eine große Herausforderung dar.

Das bestehende System der Biotonne beginnt in seiner Logistik erst nach der Sammlung im Haushalt. Diese ist dem Bürger freigestellt und wird auf unterschiedliche Weise gehandhabt. Dementsprechend heterogen ist das gesammelte Material. Haushaltsabfälle und Grünschnitt sind gemischt, daneben sind auch Störstoffe (z.B. Steine, große Knochen, Altstoffe, Restmüll ...) in den Biotonnen enthalten.

Grundsätzlich stellt sich bei der Abänderung, Beibehaltung oder Erweiterung des bestehenden Sammelsystems die Frage, ob der Bürger a) durch konstruktive Maßnahmen in seiner Eigenverantwortlichkeit für eine

sortenreine Sammlung eingeschränkt wird z.B. durch einen Sammelbehälter, der nur bestimmte Korngrößen zulässt oder b) ob der Bürger durch ideelle/konstruktive Maßnahmen „ins Boot geholt werden kann“ um eine Fehlurfsicherheit der Fraktion zu gewährleisten.

Nach Meinung der Studienautoren sollte jedenfalls weiteres angestrebt werden. In diesem Zusammenhang ist auch zu überlegen, wie ein System fehlerurfsicher gemacht werden und trotzdem praktikabel in der Handhabung sein kann. Diese Überlegungen sind speziell noch im städtischen Bereich unter Berücksichtigung der Wohnhausanlagen und geringeren Platzverhältnisse zu verfeinern.

Folgende Überlegungen sollten in weiterführenden Betrachtungen näher untersucht werden:

- Variante 1 – Beibehaltung der bestehenden Biotonne
- Variante 2 – Sammelsystem ähnlich dem des NÖLi zur Altspeiseölsammlung
- Zusatzvariante: Finanzielles Beteiligungsmodell

Variante 1: Beibehaltung der bestehenden Biotonne: Die Bürger werden über Infokampagnen auf die neue Verwertung „Biogas“ und den damit in Zusammenhang stehenden Rohstoff-Inputmix sowie die nicht in Frage kommenden Störstoffe hingewiesen und instruiert. Abgabemöglichkeiten für bisher in der Biotonne entsorgte organische Abfälle werden aufgezeigt und beworben.

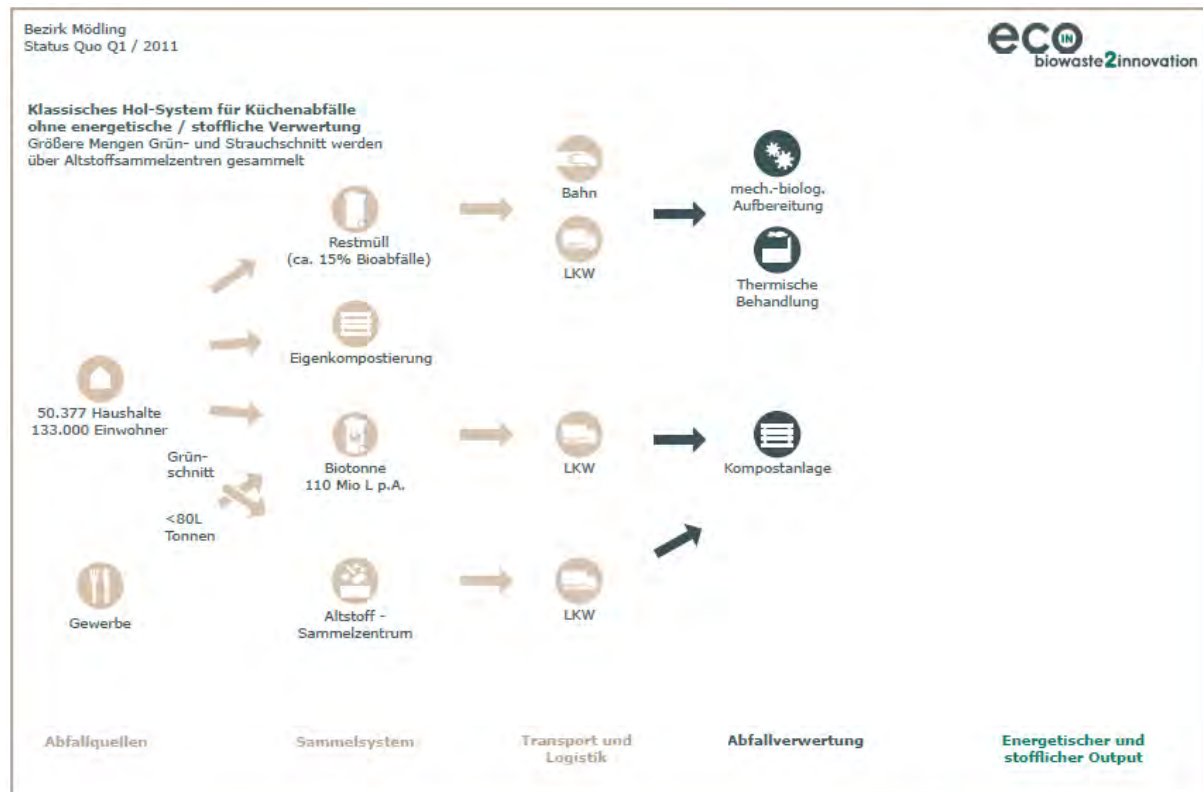


Abbildung 9-11: Status Quo der Entsorgungssituation im Bezirk Mödling<sup>93</sup>

<sup>93</sup> Quelle: ECO.in biowaste2innovation, 2011

Variante 2: Sammelsystem ähnlich dem des „NÖLI“ zur Altspisefettsammlung. Zielfraktion sind Küchenabfälle und pastöse Abfälle, die bisher im Regelfall über den Abfluss entsorgt werden. Diese Abfälle werden im Haushalt in einem eigenen Behälter gesammelt werden, der Behälter wird im Altstoffsammelzentrum abgegeben. Ist eine Sammeleinheit (z.B. Palette) voll, wird diese zur Biogasanlage transportiert. Die Behälter fahren (bei der Biogasanlage unter Nutzung der im BHKW entstehenden Wärme) über eine Waschstraße und werden über die Altstoffsammelzentren den Bürgern wieder gereinigt zur Verfügung gestellt. Die Biotonne würde entfallen und könnte beispielsweise als reine Grünschnitttonne weitergeführt werden.

Nachstehend eine Hochrechnung zur erforderlichen Behälteranzahl: Unter der Annahme, dass die Biotonne 29 % an Küchen- und Speiseabfällen enthält, bedeutet das auf die Bezirksmenge hochgerechnet einen Anteil von rund 2.700 Tonnen Küchenabfälle pro Jahr. Davon ausgehend, dass die Behälter alle zwei bis drei Tage im Altstoffsammelzentrum abgegeben werden, ergeben sich 100 bis 150 Umläufe pro Jahr. Somit errechnet sich für die Grobabschätzung die für den Bezirk Mödling erforderliche Behälterzahl aufgrund der Haushalte zu ca.  $46.000 + 46.000/2 + 10.000 = 79.000$  Stück inklusive einer Umlaufreserve<sup>94</sup>.

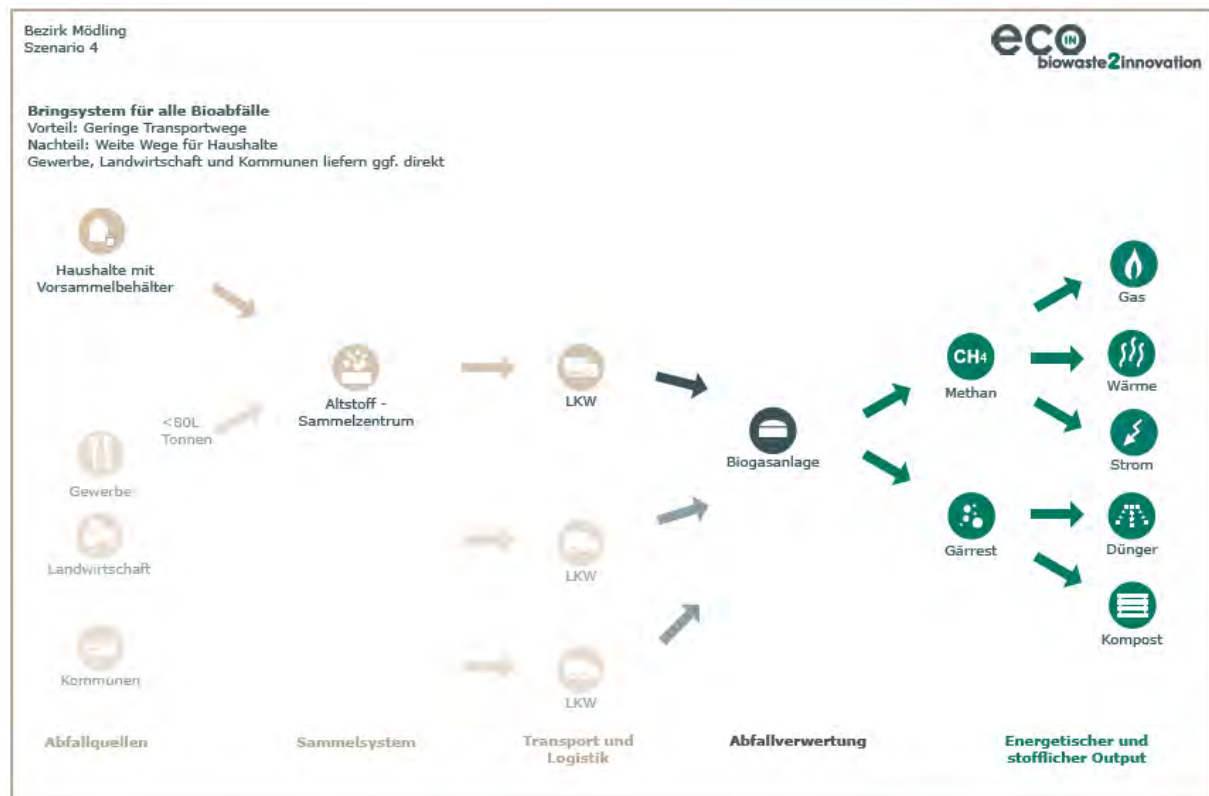


Abbildung 9-12: Biomüllbehälter im Tauschsystem<sup>95</sup>

Zusatzvariante: Finanzielles Beteiligungsmodell. Als zusätzlicher Anreiz für ein funktionierendes Sammelsystem könnte ein finanzielles Beteiligungsmodell angeboten werden: Bürger kaufen sich in die Biogasanlage ein und profitieren an der Vermarktung der Produkte. Die Anlage profitiert an den beteiligten Bürgern, die sortenrein für „ihre eigene Anlage“ sammeln und dies auch propagieren.

<sup>94</sup> Ausgehend von 46.000 Haushalten wird angenommen, dass eine weitere Hälfte an Behältern in Bezug auf die Haushalte für den Tausch vorgehalten werden muss und 10.000 Behälter für den Umlauf zu rechnen sind.

<sup>95</sup> Quelle: ECO.in biowaste2innovation, 2011

## 9.5 Allgemeine Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit stellt einen Teil des Erfolgs eines Projektes dar. Eine Anlage kann nur dann wirtschaftlich betrieben werden, wenn die Aufwendungen durch die Erträge abgedeckt werden. Zum Erreichen dieses Zieles sind stabile Kalkulationsparameter und geringe Volatilitäten erforderlich, andernfalls sind Spekulationen nicht auszuschließen.

Wohlgemerkt sollte die Wirtschaftlichkeit einer Anlage nicht in Widerspruch zur Ökologie stehen. In einem Nachhaltigkeitskonzept gilt es daher projektbegleitend wenig kommunizierte Wahrheiten ins rechte Licht zu rücken, beispielsweise die Tatsache, dass die Energie zum Betrieb einer Biogasanlage aus der eigenen (CO<sub>2</sub>-neutralen!) Produktion stammt und Billigstrom aus dem Netz im Gesamtkonzept keine Berücksichtigung findet.

Die folgenden Parameter haben wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Projektes:

- Sammelsystem
- Sortenreinheit
- Logistik
- Rohstoffe: Substratkosten, Übernahmetarife (?)
- Anlagengröße
- Verfahrenstechnik (Störstoffentfernung, Zusammenspiel der Eintragsstoffe, Energiemix, ...)
- Förderungen
- Ökostromtarif
- Absatzmarkt und Erlöse für Endprodukte
- Möglichkeiten der Nutzung von Endprodukten z.B. in der Landwirtschaft

**Der Betrachtungsrahmen der Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage reicht aber noch viel weiter als bis zur Anlage selber.**

Die gesamte vorgeschaltete Logistik, die monetär nicht messbare Zufriedenheit der „Rohstofflieferanten“ und Nutzer, die ökologischen Vorteile in Form von CO<sub>2</sub>-Einsparungen gegenüber bisheriger Logistik und Verwertung, die gezielte Verwendung von Rohstoffen, die aufgrund kurzfristiger Marktlagen nicht oder schwer absetzbar sind oder das Schließen von Stoffkreisläufen sind nur ein kurzer Abriss der möglichen Betrachtungsebene einer Wirtschaftlichkeitsberechnungsmethodik.

Es gilt also auch die Aktualität folgender Fragen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) zu überdenken:

- Ist der Stellenwert einer Biogasanlage jener einer Abfallbehandlungsanlage oder werden Bioabfälle als (wertvolle) Rohstoffe für die energetische Verwertung gesehen?
- Wird die Verwertung der Bioabfälle dem Bürger wie bisher in Rechnung gestellt oder soll der Bürger in Hinkunft für die Verwertung der Bioabfälle weniger oder nichts bezahlen? Soll er gar Geld für seine Abfälle bekommen? Bekommt er Geld refundiert und erhält damit den Anreiz sortenrein und viel zu sammeln?



- Soll es Förderungen für CO<sub>2</sub>-Einsparungen des Gesamtprojekts geben, also eine Förderung des ökologischen Erfolgs eines Projektes?

Für den Bezirk Mödling gilt es die Frage zu klären, ob eine Kombination der Anlage mit weiteren Möglichkeiten zur Energiegewinnung vereinbar ist oder gar sinnvolle Synergien geschaffen werden können. Es ist auch zu prüfen, ob der Anbau eines Altstoffsammelzentrums und damit die Übernahme von anderen Stoffen, Abfällen und Problemstoffen sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Vorteile bringt.

## 9.6 Kriterien zur Auswahl des Standortes der Biogasanlage

Für die Auswahl des Standortes für die Biogasanlage werden zunächst die in der Folge angeführten Parameter geprüft.

1. Ermittlung der räumlichen Abfall- bzw. Rohstoffschwerpunkte, sofern die Rohstoffe innerhalb des Bezirks anfallen und mengenbezogene Gewichtung.
2. Ermittlung der in diesen Bereichen verfügbaren, freien Grundstücke, unter Berücksichtigung folgender Parameter:
  - 2.1 Technische Eignung (z.B. Aufschließung)
  - 2.2 Infrastruktur (Anbindung an das Verkehrsnetz)
  - 2.3 Lage zum Siedlungsgebiet
  - 2.4 Ökologieverträglichkeit (Landschafts- und Naturraum)
3. Abstimmungsvorgang mit den Energieversorgern hinsichtlich der an den Standorten verfügbaren Netze; Überprüfung von Mikronetzen bzw. Insellösungen
4. Vorentwurf

Die Prüfung dieser Parameter wird im Zuge eines Iterationsprozesses solange im Kreis geführt bis der ideale Standort gefunden ist. Dies kann auch mit Hilfe einer Matrix erfolgen, indem die Parameter einer Gewichtung unterliegen, um derart Wichtigkeiten hervorzuheben. Jede untersuchte Variante erhält eine Punkteanzahl, die am Ende der Variantenuntersuchung verglichen werden kann.

Das grobe Schema zur Standortfindung ist aus der folgenden Abbildung 9-3 ersichtlich:

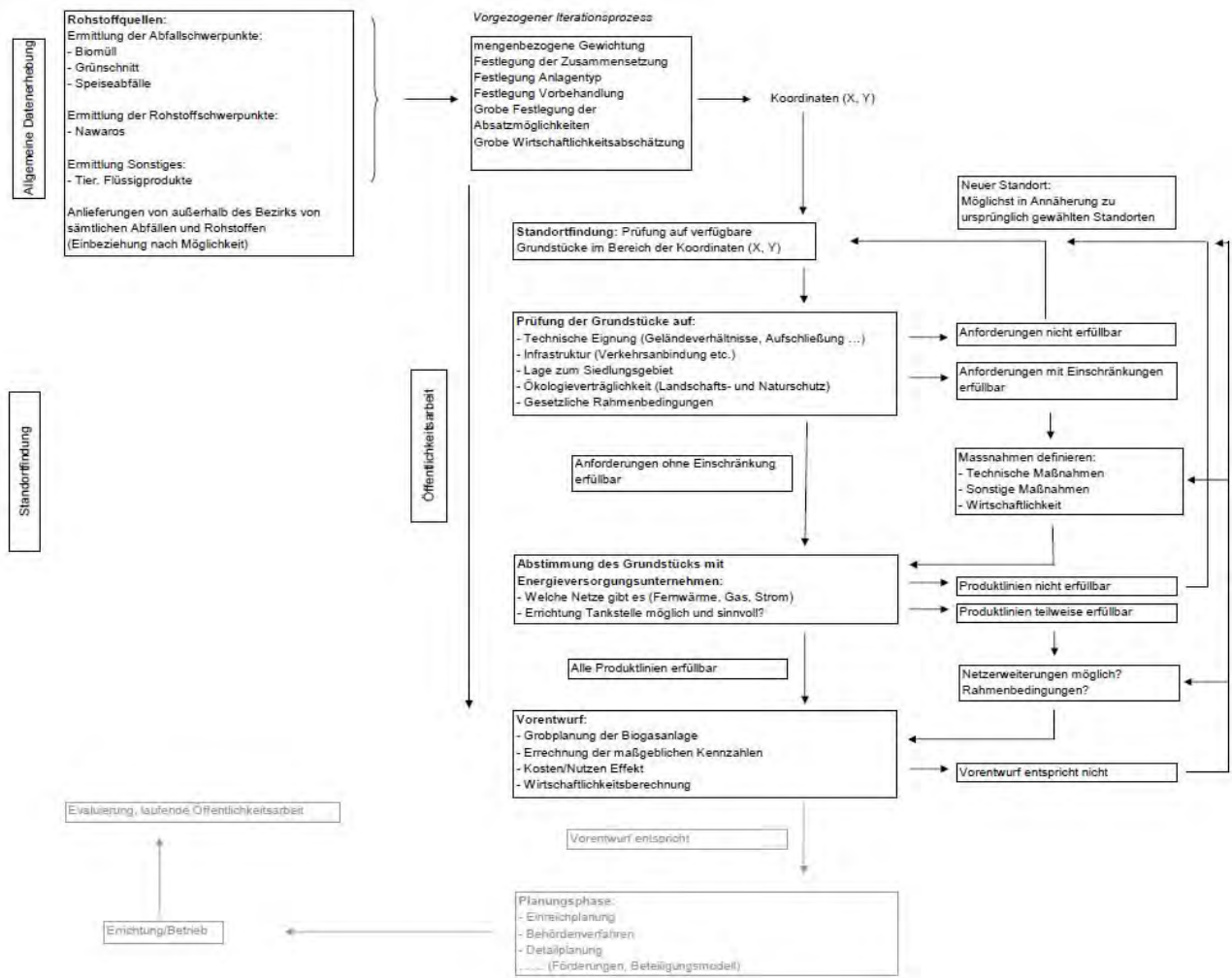


Abbildung 9-13: Mögliches Schema zur Standortfindung einer Biogasanlage<sup>96</sup>

<sup>96</sup> Quelle: GVA Mödling, 2011

## Empfehlungen

Für den Bezirk Mödling gilt es in weiterer Folge abzuklären, welche Substrate mittel- bis langfristig zusätzlich für die Biogasanlage gewonnen werden können. Das endgültige Substratportfolio bestimmt eine schlussendliche Anlagengröße. Die politische Willensbildung, die durch Standortfindung und Finanzierungsmodell beeinflusst wird, bestimmt eine schlussendliche Umsetzung. Die folgenden Empfehlungen begünstigen dabei den Fortschritt in Richtung einer Reduktion fossiler Energieträger:

- Förderung des Ausbaus von Biogasanlagen unter Einbindung von Kompostanlagen als gegenseitige Ergänzung durch Stärkung der Interessensgemeinschaften.
- Pilotprojekte zur Optimierung bzw. Entwicklung von bestehenden und neuen Sammelsystemen: Nutzung der Potenziale im Restmüll, störstofffreie Sammlung von biogenen Abfällen aus den Haushalten.
- Berücksichtigung und Förderung von innovativen Finanzierungsmodellen bei der Errichtung von Biogasanlagen (Stichwort: Bürgerbeteiligungsmodelle – Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung für die „eigene Anlage“).
- Gleichmäßige Chancenverteilung und Tarifgestaltung für Biogasanlagen jeglicher Art ohne Abschläge für die Verwertung von Abfällen, da die vorgeschaltete Logistik, die Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung sowie die aufwendigere Aufbereitung erhöhte Kosten verursachen.

## 10 Systembetrachtung

[AIGNER]

### Zusammenfassung

In der Systembetrachtung wurden sowohl das Biogas-Konzept zur Vergärung biogener Küchenabfälle und Grünschnitt als auch die derzeit gängige Bereitstellung und Verwertung der betrachteten Stoffe und Energieströme einer Analyse unterzogen.

Folgende Stakeholder können als die wichtigsten genannt werden, ohne dabei eine Gewichtung vorzunehmen: Abfallwirtschaftsbetriebe, Biogasanlagenbetreiber, Düngemittelproduzenten, Energieversorgungsunternehmen (sowie Contractoren), Kompostieranlagenbetreiber, Kommune, Landwirtschaft, Gasversorgungsunternehmen sowie Rohstofflieferanten (zur Düngemittelproduktion).

Grundsätzlich ist das gegenständliche Biogas-Konzept mit der jetzigen Sammlung der betrachteten Abfälle sowie der Transportlogistik theoretisch unmittelbar umsetzbar. Die Stoffströme müssten lediglich in die Biogasanlage umgeleitet werden.

Die Systembetrachtung zeigt nochmals die wesentliche Konkurrenzsituation zwischen dem Betreiber der Biogasanlage und der Kompostieranlage um die Verwertung der Substrate auf. Dieser Konflikt zwischen den Betreibern, die in beiden Fällen vielfach die Kommunen sind, könnte jedoch über verschiedene Kooperationen entschärft werden.

Besonderes Augenmerk ist den potenziell noch erschließbaren Stoffmengen zu schenken, insbesondere den biogenen Abfällen, die bisher über die Restmülltonne entsorgt werden. Innovative Lösungsansätze für die Sammlung und Trennung zur Hebung dieses Potenzials sind gefragt. Dies würde auch das Verhältnis von Aufwand (= Sammlung) zu Nutzen (= erfasste Stoffmenge) verbessern sowie eine Realisierung des Biogas-Konzepts in kleineren Einzugsgebieten erlauben.

Auf der Seite des Energieoutputs der Biogasanlage ergeben sich bei den Energieträgern Gas und Wärme in erster Linie Konkurrenzsituationen zu den Energieversorgungs- und Mineralölunternehmen. Im Zuge der Analysen wurden allerdings Ideen formuliert, wie diese entstehenden Konkurrenzsituationen durch potenzielle Kooperationen eventuell aufgelöst bzw. zumindest entschärft werden könnten.

Eine Änderung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für Ökostrom würde die energetische Nutzung der betrachteten Abfälle positiv beeinflussen. Dasselbe würde auch für noch nicht vorhandene gesetzliche Regelungen bezüglich der Biomethan-Einspeisung ins Erdgasnetz gelten. In beiden Fällen sehen die Studienautoren den Gesetzgeber gefordert. Zudem würden diese Maßnahmen einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der lokalen Wertschöpfung im Zuge des gegenständlichen Biogas-Konzepts mit sich bringen.

Auf der Stoffoutput-Seite wird insbesondere auf die Diskrepanz bei den Verwertungspfaden betreffend die Gärrückstände hingewiesen. Die (direkte) Ausbringung der Gärrückstände auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ist zulässig, nicht aber die Verwendung zur Produktion von Düngemittel (die gegebenenfalls anschließend ebenso auf landwirtschaftlichen Nutzflächen eingesetzt werden). Dieser Verwertungsweg wäre jedoch ein weiterer Schritt zur Verbesserung der Kreislaufwirtschaft sowie zur Substitution energieintensiver und CO<sub>2</sub>-emissionsbehafteter Düngemittelproduktion.

Die Landwirtschaft ist in einer ganzheitlichen Betrachtung des Konzepts ein wichtiger Stakeholder. Dies betrifft den Transport und die Ausbringung der Gärrückstände, die zur Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen eingesetzt werden können – als Ersatz (an)organischer Düngemittel.

Die Rolle der Kommune bzw. einer im Hinblick auf die Abfallwirtschaft zusammenhängenden Region wurde in erster Linie anhand der Konkurrenzsituationen und Kooperationsmöglichkeiten analysiert, in die die Kommune als Stakeholder involviert sein könnte.

Der einzelne Bürger ist ein bedeutender Stakeholder in dem Gesamtsystem. Hier ist zum einen die Bewusstseinsbildung bezüglich (biogener) Abfälle als Rohstoffe zur Energiegewinnung entscheidend. Zum anderen wurden Vorschläge formuliert, wie der einzelne Einwohner (Haushalt) in das Biogas-Konzept mit eingebunden werden kann. Mit diesen Maßnahmen kann am ehesten Einfluss auf die Akzeptanz neuartiger Lösungen zur Sammlung und Trennung der biogenen Küchenabfälle und des Grünschnitts sowie auf die Machbarkeit von Biogasanlagen (im Hinblick auf mögliche Interessenskonflikte bei der Standortauswahl) genommen werden.

## 10.1 Erläuterungen zum Aufbau des Kapitels „Systembetrachtung“ – MANUAL

### 10.1.1 Einleitung

Die Vergärung biogener Küchenabfälle sowie privaten und kommunalen Grünschnitts erfolgt zum (geringen) Teil bereits heute in bestehenden Biogasanlagen. Eine wesentliche Besonderheit des studiengegenständlichen Biogas-Konzeptes ist die „ausschließliche“ Vergärung dieser Einsatzstoffe in eigens darauf abgestimmten Biogasanlagen.

Die Umsetzung dieses Biogas-Konzeptes (darunter wird die Biogasanlage mitsamt ihren vor- und nachgelagerten Systemen verstanden) wird nachfolgend als **Situation NEU** bezeichnet. Sie erfordert Änderungen und bedingt Auswirkungen bei der derzeit gängigen Bereitstellung und Verwertung der Stoffe sowie Energieströme (**Situation IST**).

In der Systembetrachtung wurde daher das Gesamtsystem bestehend aus der Situation IST sowie der Situation NEU erfasst und in einem Prozessflussdiagramm (siehe Abbildung 10-1) dargestellt. Anschließend wurden die Elemente des Gesamtsystems basierend auf den Erkenntnissen der vorangegangenen Kapitel 1 bis 9 einer Analyse in **drei unterschiedlichen Betrachtungsebenen**, namentlich Nutzung, wirtschaftliche Betrachtungen und Legislative beleuchtet.

Bei der Betrachtung wird von den derzeit verfügbaren Stoffmengen (biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt in der Biotonne sowie dem getrennt gesammelten privaten und kommunalen Grünschnitt) ausgegangen und anschließend die potenziell erschließbaren Stoffmengen dieser Abfälle (z. B. biogenen Abfälle in der Restmülltonne) in die Überlegungen mit eingeschlossen. Die detaillierte Beschreibung zu den Betrachtungen ist in den zugehörigen Unter-Kapiteln enthalten.

Weiters werden in der Systembetrachtung die wechselseitigen **Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den involvierten Stakeholdern** analysiert.

Das Gesamtsystem umfasst viele verschiedene Protagonisten mit unterschiedlichen Interessen und Zielsetzungen. Bei Umsetzung des gegenständlichen Biogas-Konzeptes können dadurch einerseits Konkurrenz-situationen sowie Interessenskonflikte entstehen, andererseits können auch neue Formen der Kooperationen bzw. Partnerschaften etabliert werden.

In Abschnitt 10.2 werden die **Ergebnisse** der Systembetrachtung detailliert dargestellt und beschrieben, in Abschnitt 10.3 werden die wichtigsten **Stakeholder sowie mögliche Konkurrenz-situationen und Kooperationen** nochmals zusammenfassend grafisch dargestellt und beschrieben.

## 10.1.2 Prozessflussdiagramm

Das **Prozessflussdiagramm** (Abbildung 10-1) **bildet den Ausgangspunkt der Systembetrachtung**. Darin sind alle wesentlichen Stakeholder, Prozesse und Stoffströme abgebildet. Diese Elemente der Systembetrachtung werden anhand folgender Systematik definiert:

- **Stoffe bzw. Stoffströme** (materielle Stoffe und Energieströme)



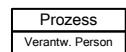
- **Personen und Stakeholder** (alle natürlichen und juristischen Personen, Organisationen, Betriebe, etc.)



- **Prozesse** (Umwandlungs-, Verarbeitungsprozesse, Sammel- und Transportprozesse)



- **Prozesse**, bei denen die **Verantwortlichkeit** im Zuge dieser Projektstudie von wesentlicher Bedeutung ist (insbesondere Transport-, Verteil- und Lieferprozesse)



Das System „Biogasanlage für die Vergärung biogener Küchenabfälle und Grünschnitts“ wird in dieser Systembetrachtung als Blackbox aufgefasst und steht im Zentrum der Abbildung. Um sie herum wurden die folgenden **Einzelsysteme mit ihren Systemgrenzen** eingezeichnet:

- Stoff INPUT
- Stoff OUTPUT
- Gas OUTPUT
- Strom OUTPUT
- Wärme OUTPUT

Das gegenständliche Biogas-Konzept bildet dabei die **Situation NEU**. Der Schwerpunkt der Studie bezüglich der betrachteten Eingangssubstrate sowie Verwertungspfade auf der Stoff-INPUT Seite ist farblich schraffiert hervorgehoben.

Bei den Anfangs- bzw. Endpunkten der Einzelsysteme der Situation NEU wurde eine **Spiegelungsebene** gelegt, sodass in der jeweils gegenüberliegenden Ebene die **Situation IST** dargestellt wird, also die Situation der derzeitigen Bereitstellungs- und Verwertungswege für Stoffe und Energieströme. Die vorliegende Art der Darstellung soll es ermöglichen, auf einfache Weise die Situation NEU mit der Situation IST zu vergleichen.

Auf der Stoff INPUT Seite wurden weitere vorhandene Stoffe und Verwertungspfade aufgelistet. Dies soll aufzeigen, welche Potenziale an anderen biogenen Abfällen (sowie gegebenenfalls nachwachsenden Rohstoffen) – abhängig von den regionalen und strukturellen Gegebenheiten – noch für eine (Co)-Fermentation erschlossen werden könnten.

Bei Betrachtung einer konkreten Region im Hinblick auf die Umsetzung des gegenständlichen Biogas-Konzepts sind die in Frage kommenden Stoffe und Verwertungspfade entsprechend auszuwählen. Dabei soll beachtet werden, dass nur Stoffe berücksichtigt werden, die auch tatsächlich verfügbar sind und für die noch kein vergleichbarer Verwertungspfad (z. B. Vergärung in bestehender Biogasanlage) vorhanden ist.



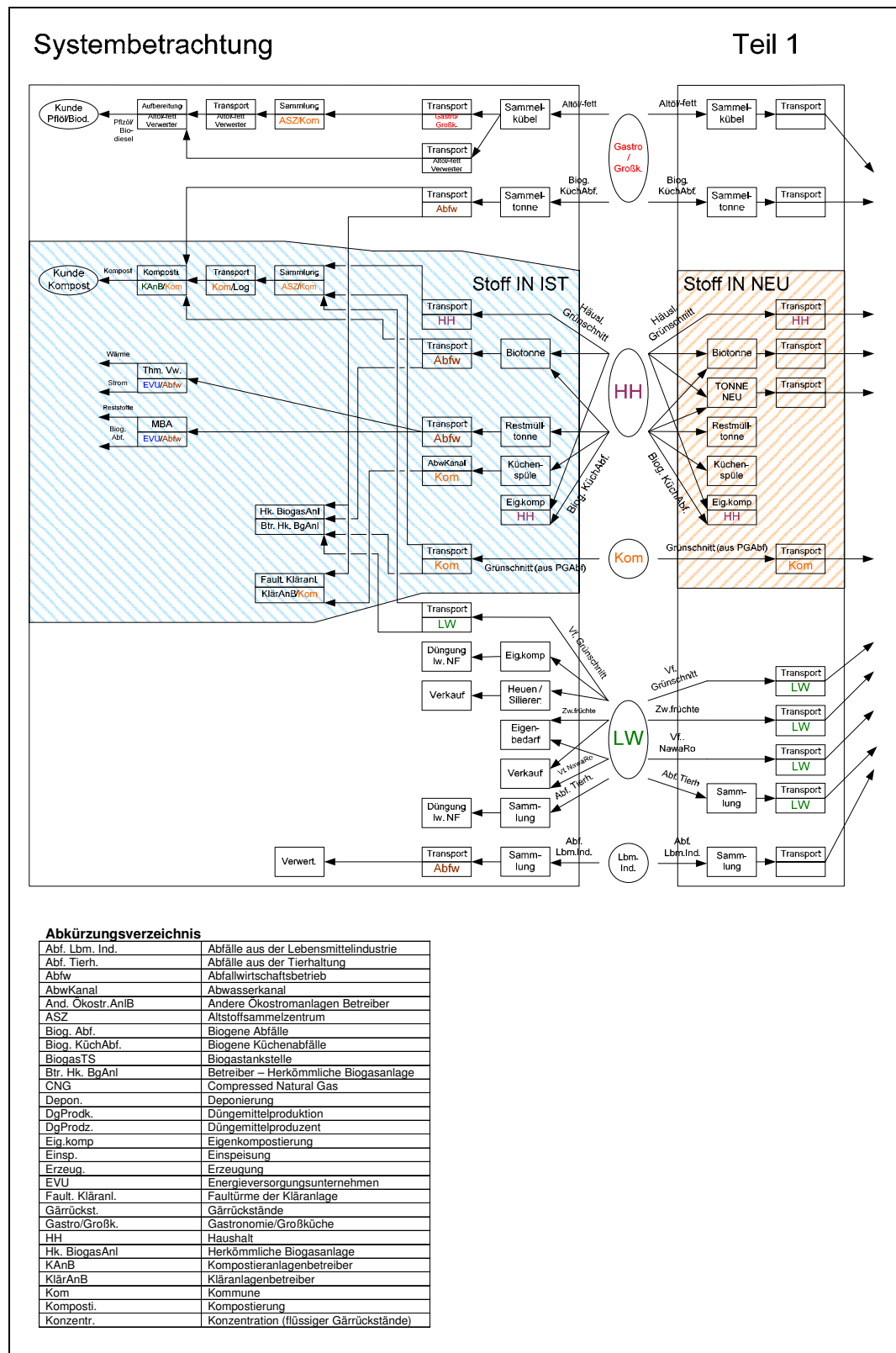


Abbildung 10-1 Teil 1: Prozessflussdiagramm Systembetrachtung – Gesamtsystem

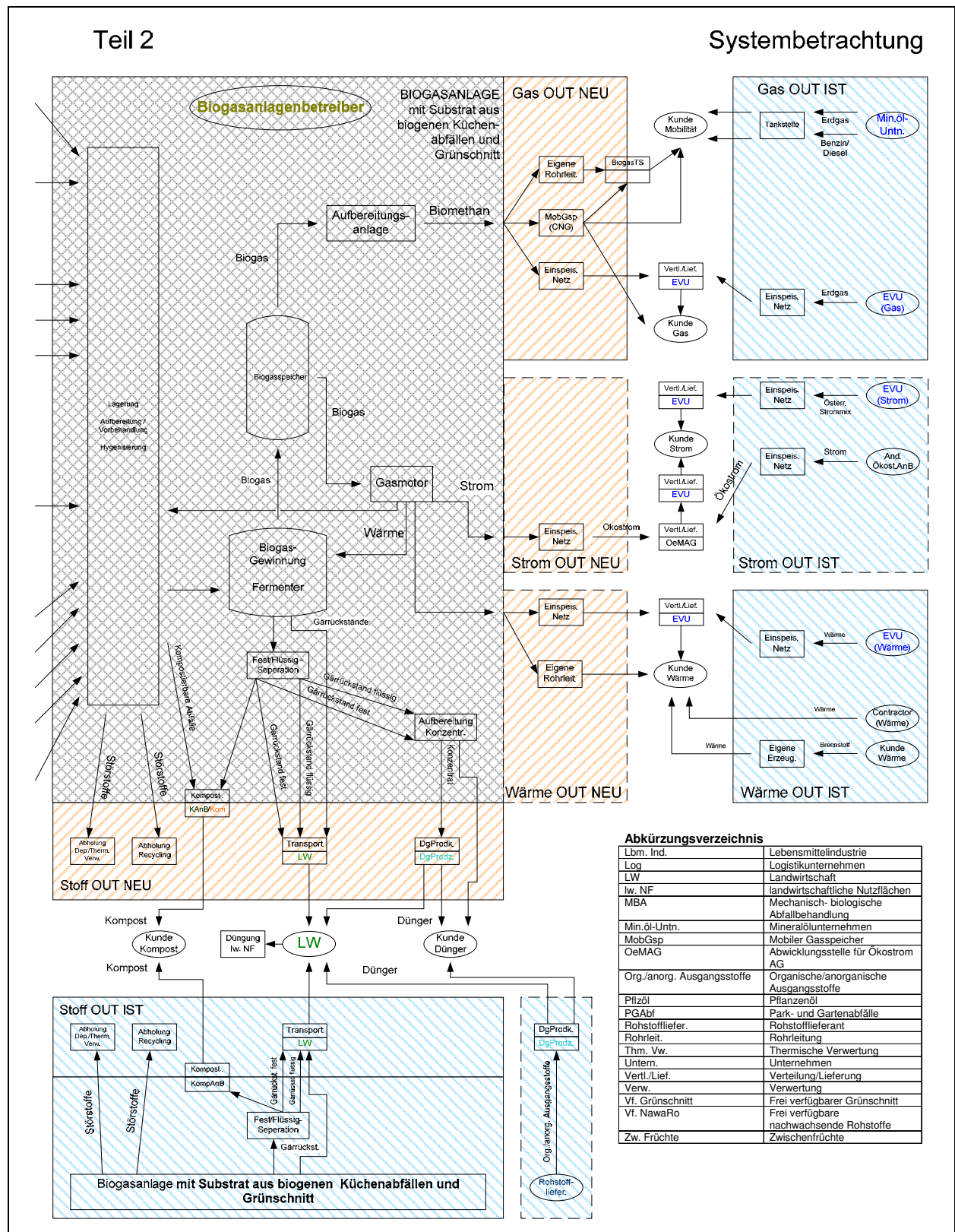


Abbildung 10-1 Teil 2: Prozessflussdiagramm Systembetrachtung – Gesamtsystem

### 10.1.3 Betrachtungsebenen

Das Gesamtsystem umfasst viele verschiedene Stakeholder, Prozesse und Stoffströme. In den vorangegangenen Kapiteln 1 bis 9 wurden die Voraussetzungen und Rahmenbedingungen betreffend die Situation IST dargestellt und Vorschläge und Schlussfolgerungen für die Situation NEU abgeleitet. Darüber hinaus wurden Berechnungen zu den Stoff- und Energieströmen, den CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Wirtschaftlichkeit durchgeführt.

Die Aufgabe der Systembetrachtung wurde nun dahingehend festgelegt, die Elemente des Gesamtsystems einer Analyse in drei unterschiedlichen Betrachtungsebenen zu unterziehen.

- **Nutzung**
- **Wirtschaft**
  - Finanzierungen / Förderungen
  - Zahlungsströme allgemein
- **Legislative**
  - Gesetzgebung EU / AT
  - Genehmigungsverfahren

### 10.1.4 Elemente der Betrachtung

In der Ausarbeitung werden jene Elemente dargestellt, die im Hinblick auf die Betrachtung des Gesamtsystems als wesentlich erachtet werden. Da es insbesondere bei den Stoffen und Energieströmen ein wichtiges Kriterium ist, an welcher Stelle das Element betrachtet wird, wird diese Angabe mit dem Begriff der **Schnittstelle** gekennzeichnet.

In Tabelle 10-1 sind zusammenfassend jene Elemente aufgelistet, bei denen in den unterschiedlichen Betrachtungsebenen wesentliche positive bzw. negative Auswirkungen oder erforderliche bzw. optimierende Maßnahmen von den Studienautoren identifiziert wurden.

Tabelle 10-1: Übersicht über die Elemente der Betrachtung

Element der Betrachtung	Kapitel
Biogene Küchenabfälle / Häuslicher Grünschnitt (Schnittstelle Haushalt)	10.2.1
Kommunaler Grünschnitt aus Park- und Gartenabfällen (Schnittstelle Kommune)	10.2.2
Biogene Küchenabfälle und Grünschnitt (Schnittstelle Verwertungsanlagen)	10.2.3
Kompostierung	10.2.4
Flüssige und feste Gärrückstände	10.2.5

Element der Betrachtung	Kapitel
(Schnittstelle Biogasanlage)	
Biomethan (Schnittstelle Biogastankstelle / CNG)	10.2.6
Biomethan (Schnittstelle Einspeisung ins Erdgas-Netz)	10.2.7
Strom aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Einspeisung Strom-Netz)	10.2.8
Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt	10.2.9
Wärme aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Biogasanlage)	10.2.10

### 10.1.5 Tabellen

Die Überlegungen zu den betrachteten Elementen werden in Tabellen gegossen. Dabei ist zu bedenken, dass die Aufzählungen in den Tabellen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sondern immer nur ausgewählte, maßgebliche Aspekte enthalten.

Die einzelnen Tabellen sind folgendermaßen aufgebaut:

- **Interessen der verantwortlichen Person**

Für Stoffe und Prozesse gibt es jeweils eine verantwortliche (juristische) Person, die ein bestimmtes Interesse hinsichtlich der Nutzung, Wirtschaftlichkeit und Gesetzgebung hat. Diese Person und ihre diesbezüglichen Absichten werden in der ersten Zeile der Tabellen angeführt.

- **Beschreibung der Situation IST und Situation NEU**

In der zweiten und dritten Zeile werden in den Tabellen die Situation IST sowie die Situation NEU stichwortartig beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, dass für die Situation NEU die derzeit verfügbaren Stoffmengen (biogene Küchenabfälle und Grünschnitt in der Biotonne sowie getrennt gesammelter privater und kommunaler Grünschnitt) den Ausgangspunkt für die Systembetrachtung bilden. Die Überlegungen werden schließlich im Hinblick auf potenziell erschließbare Stoffmengen, also beispielsweise biogene Abfälle im Restmüll, erweitert.

- **Erforderliche und optionale Maßnahmen**

Im nächsten Schritt (Zeile 4 der Tabelle) werden potenzielle Maßnahmen identifiziert, um die Einzelsysteme der Situation NEU, also Sammlung und Transportlogistik, Anlagenkonzept der Biogasanlage, Verwertung der Gärreste sowie Verwertung (Nutzung) des Biogases in Hinblick auf das gegenständliche Biogas-Konzept anzupassen und zu verbessern. Dabei wird zwischen erforderlichen Maßnahmen (für die unmittelbare Umsetzung des gegenständlichen Biogas-Konzepts zwingend erforderlichen) und optionalen Maßnahmen (für

eine Optimierung des gegenständlichen Biogaskonzepts bzw. für die Hebung weiterer Substratpotenziale) unterschieden.

Die Zusammenhänge im Gesamtsystem sind sehr komplex, Veränderungen können möglicherweise große Auswirkungen haben und Wechselwirkungen auslösen. Daher gibt es bei der jeweiligen Situation NEU und bei den Maßnahmen oftmals Aspekte, die den Rahmen dieser Studie übersteigen aber einer näheren Betrachtung bzw. einer eingehenderen Diskussion bedürfen. Diese Punkte werden in den Tabellen mit einem **Fragezeichen** gekennzeichnet.

- **Negative und positive Auswirkungen**

In den nächsten Zeilen der Tabellen werden negative Auswirkungen (Nachteile) sowie positive Auswirkungen (Vorteile) angeführt. Diese Auswirkungen beziehen sich immer auf die Situation NEU.

- **Konkurrenzsituationen und Partnerschaften**

Im Gesamtsystem sind zahlreiche Stakeholder mit unterschiedlichen Interessen involviert. Beispielsweise haben die Entsorgungs- und Abfallwirtschaft, die Energiewirtschaft oder Landwirtschaft durchaus auch divergierende Zielsetzungen, die zu Konkurrenzsituationen im Fall von unterschiedlichen Verwertungspfaden führen können. Im Zusammenhang mit dieser Studie ist der Begriff Konkurrenz/Konkurrent nicht rein im Sinne einer wirtschaftlichen Konkurrenz, also eines aktiven Wettbewerbs verschiedener Anbieter um Kunden bzw. verschiedener Kunden um ein (knappes) Angebot, sondern auch im Sinne von Konfliktsituationen und Interessenskonflikten zu verstehen.

Die potenziellen Konkurrenzsituationen werden in den Tabellen stichwortartig erfasst. Durch eine Umsetzung des gegenständlichen Biogas-Konzepts können sich jedoch auch neue Formen der Partnerschaften und Kooperationen ergeben, die möglicherweise auch zur Auflösung von Konkurrenzsituationen beitragen können. Vorschläge und Ideen dazu – die gegebenenfalls in weiterführenden Untersuchungen vertieft werden können – werden beispielhaft in einer eigenen Zeile angeführt.

In Abschnitt 10.3 wird der besseren Verständlichkeit wegen ein Überblick über die Konkurrenzsituationen und Kooperationen gegeben.

### 10.1.6 Narrative Beschreibung

Im Anschluss an die Tabellen erfolgt eine narrative Beschreibung zu den Schlagwörtern der Tabelle, insbesondere zu jenen der Situation NEU, der Maßnahmen, der Konkurrenzsituationen und der möglichen Kooperationen. Dort wird auch die Rolle der jeweiligen Stakeholder näher erläutert.

## 10.2 Ergebnisse der Systembetrachtung

### 10.2.1 Biogene Küchenabfälle / Häuslicher Grünschnitt (Schnittstelle Haushalt)

Biogene Küchenabfälle / Häuslicher Grünschnitt (Schnittstelle Haushalt)	Nutzungs-Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Person: HAUSHALT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsorgung</li> <li>• Eigenkompostierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Kosten für die Entsorgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammlung in Biotonne</li> <li>• Eigenkompostierung</li> <li>• Entsorgung über Küchenspüle</li> <li>• Entsorgung über Restmülltonne</li> <li>• Eigener Transport zu ASZ/Kompostieranlage (tw. bei häuslichem Grünschnitt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebühr für Entsorgung über Biotonne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfalltrenn-Verordnung</li> <li>• Andienungszwang</li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammlung biogener Abfälle und Eigenkompostierung wie bisher</li> <li>• Möglichst vollständige Sammlung der biogenen Abfälle in der Biotonne</li> <li>• Entsorgung über neu zu bestimmendes Sammel- und Logistiksystem?</li> <li>• Verzicht auf Eigenkompostierung?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	Optional: > Erhöhung der Trenn- und Sammelquote? > Größere Biotonnen / häufigere Entleerung? > Neues Sammel- und Logistiksystem?	Optional: > Wegfall der Gebühr für Entsorgung über Biotonne? > Vergütung für gesammelte Abfälle?	Optional: > Unterstützende Maßnahmen zur verstärkten Abfalltrennung
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	-	-	-
<b>Positive Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	+	+	+
<b>Konkurrenzsituationen (aufgrund NEU)</b>	= Haushalt – Betreiber Biogasanlage: Eigenkompostierung?	=	=
<b>Partnerschaften (Kooperationen) (aufgrund NEU)</b>	# HH – Kunde Kompost: Abholung von Kompost (aus der Kompostierung fester Gärrückstände) sowie von Düngerkonzentrat	# HH – Betreiber Biogasanlage: Finanzielle Partizipation an Biogasanlage	#

Betrachtet man den Haushalt als Ausgangspunkt für die biogenen Küchenabfälle und den dort anfallenden Grünschnitt, so würde es bei einer Umsetzung des gegenständlichen Biogas-Konzeptes (mit den derzeit

verfügbaren Stoffmengen) für den Haushalt zu keinen Veränderungen kommen. Die derzeitige Sammlungs- und Entsorgungsmöglichkeit über die Biotonne würde weiterhin bestehen, die Stoffströme würden lediglich zur Biogasanlage umgeleitet. Soll das Biogas-Konzept jedoch um die potenziell erschließbaren biogenen Küchenabfälle (z. B. jenem Anteil in der Restmülltonne) erweitert werden, bedarf dies einer Verbesserung des Trenn- und Sammelverhaltens der Haushalte sowie der Bereitstellung eines entsprechenden Sammel- und Logistiksystems.

**Der Sammlung und Logistik kommt im gegenständlichen Biogas-Konzept eine Schlüsselrolle zu.** Für das Biogas-Konzept ist vor allem die Verfügbarkeit möglichst störstofffreier Substrate in Biogas tauglicher Qualität entscheidend. Für die Haushalte als Ausgangspunkt der biogenen Abfälle würde das **grundsätzlich zwei Möglichkeiten** bedeuten:

Die erste theoretische Möglichkeit wäre, den Bürger von der Eigenverantwortlichkeit für eine sortenreine Sammlung zu entbinden, was aber einen enormen verfahrenstechnischen und finanziellen Aufwand für die Aufbereitung und Vorbehandlung bedeuten würde, um eine Verwertung der biogenen Abfälle zu ermöglichen.

Die zweite – eindeutig zu bevorzugende – Option ist, beim Verursacher des Abfalls die Identifikation mit dem geplanten Verwertungspfad zu erhöhen. Dies kann einerseits über ideelle/konstruktive Maßnahmen erfolgen, andererseits könnten finanzielle Anreize gesetzt werden. Diesbezügliche Überlegungen zur Sammel- und Transportlogistik sowie zu den finanziellen Anreizen (z. B. Entfall der Gebühren bzw. Vergütung der Entsorgung über Biotonne) sind in Kapitel 9 Praxisbeispiel Mödling enthalten.

Ein weiterer Aspekt, der an dieser Stelle zur Diskussion gestellt wird und einer ausführlicheren Betrachtung bedarf, ist die Frage, ob die Haushalte im Hinblick auf eine größtmögliche Inputmenge für die Biogasanlage innerhalb eines kleinstmöglichen Einzugsgebietes auch auf die **Eigenkompostierung** verzichten sollen.

In diesem Zusammenhang wäre eine Kooperationsmöglichkeit gegeben. Haushalten, die bisher Eigenkompostierung betrieben haben, könnte im Gegenzug für den Verzicht dafür angeboten werden, Kompost oder Düngerkonzentrat über die Biogasanlage (z. B. in abgepackter Form) zu beziehen.

Eine andere Form der Kooperation zwischen Haushalten und dem Betreiber der Biogasanlage wäre ein finanzielles Beteiligungsmodell an der Biogasanlage.

## Empfehlungen

Der Blick auf eine wirtschaftliche Anlagengröße und die damit verbundene Frage, wie eine größtmögliche Inputmenge innerhalb eines kleinstmöglichen Einzugsgebietes erreicht werden kann, verlangt nach innovativen Anwendungen bei der Trennung und Sammlung der biogenen Abfälle sowie auch bei den Transport- und Logistikkonzepten.

Weiters ist zu betrachten, wie mit der Eigenkompostierung umgegangen werden soll, und ob für den Fall, dass dieser Anteil ebenfalls einer energetischen Nutzung zugeführt wird, mit neuartigen Lösungsansätzen die Vorteile der Eigenkompostierung (Verfügbarkeit von Kompost; niedrigere Kosten für die Entsorgung der Haushaltsabfälle) trotzdem erhalten werden können.



## 10.2.2 Kommunalen Grünschnitt aus Park- und Gartenabfällen (Schnittstelle Kommune)

Kommunaler Grünschnitt aus Park- und Gartenabfällen (Schnittstelle Kommune)	Nutzungs-Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Person: KOMMUNE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsorgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Kosten für die Entsorgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompostierung</li> <li>• Herkömmliche Biogasanlage</li> <li>• Eigener Transport zu ASZ/Kompostieranlage/herkömmliche Biogasanlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfalltrenn-Verordnung</li> <li>• Andienungszwang</li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichst vollständige Einbringung in Biogasanlage</li> <li>• Silage des Grünschnitts für ganzjährige Verfügbarkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	>	Optional: > Vergütung für gesammelte Abfälle?	>
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	-	-	-
<b>Positive Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	+	+	+
<b>Konkurrenzsituationen (aufgrund NEU)</b>	=	=	=
<b>Partnerschaften (Kooperationen) (aufgrund NEU)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Kommune - Betreiber Biogasanlage: Gemeinsamer Standort</li> <li># Kommune – Kunde Mobilität: Nutzung Biogas für Dienstfahrzeuge, Verkehrsbetriebe der Kommune</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Kommune – Betreiber Biogasanlage: Gemeinsame Betreibergesellschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>#</li> </ul>

Betrachtet man den kommunalen Grünschnitt aus Park- und Gartenabfällen, so sind keine besonderen Änderungen hinsichtlich der Sammlung und Transportlogistik notwendig. Schon jetzt wird diese Abfallfraktion größtenteils von den Gemeinden bzw. in deren Auftrag oder über die Straßenverwaltungen im Bringsystem zu Sammelplätzen oder Kompostieranlagen gebracht. **Dieser Stoffstrom muss lediglich zu den Biogasanlagen, die für die Vergärung biogener Abfälle und Grünschnitt ausgelegt sind, umgeleitet werden.**

Die Kommune stellt einen wichtigen Player in der ganzheitlichen Betrachtung des Gesamtsystems dar. Wie auch in Abbildung 10-2 eingezeichnet, wären für die Kommune beim gegenständlichen Biogas-Konzept Partnerschaften mit dem Biogasanlagenbetreiber hinsichtlich des Standorts bzw. einer Betreibergesellschaft oder bei der Nutzung des Biogases für die Dienstfahrzeuge/Verkehrsbetriebe denkbar.



## Empfehlungen

Je nach organisatorischer und regionaler Gegebenheit sind die Kommunen (bzw. deren Abfallwirtschaftsverbände) die Betreiber von Kompostieranlagen sowie von Kläranlagen. Sie stellen daher einen wichtigen Stakeholder hinsichtlich Konkurrenzsituationen aber auch Kooperationsmöglichkeiten dar. Es gilt, die Kommunen im Hinblick auf eine Umsetzung und Machbarkeit des vorliegenden Biogas-Konzepts einzubinden.

### 10.2.3 Biogene Küchenabfälle und Grünschnitt (Schnittstelle Verwertungsanlagen)

Biogene Küchenabfälle und Grünschnitt (Schnittstelle Verwertungsanlagen)	Nutzungs- Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Personen: KOMPOSTIERANLAGEN- BETREIBER, EVU, ABFALLWIRTSCHAFT, KOMMUNE, BETREIBER HERKÖMMLICHER BIOGASANLAGEN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslastung der Anlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher Betrieb, Gewinnabsicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwertung in Kompostieranlage</li> <li>• Verwertung (des Anteils in Restmüll) in thermischen Verwertungsanlagen</li> <li>• Kovergärung in Faultürmen von Kläranlagen</li> <li>• (Ko)Vergärung in anderen Biogasanlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergütung für die Verwertung der Abfälle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichst vollständige Einbringung der biogenen Abfälle in die Biogasanlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringere Erlöse aufgrund weniger angelieferter und verwerteter Mengen</li> <li>• Geringere Erlöse aufgrund weniger Material-/Energie-Verkauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	>	>	>
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biogene Abfälle fehlen als Input für Kompostieranlagen</li> <li>- Biogene Abfälle fehlen für andere Biogasanlagen</li> <li>- Biogene Abfälle nicht mehr in Faultürmen von Kläranlagen verwertet</li> <li>- Biogene Abfälle in Restmülltonne „fehlen“ als Input für therm. Verwertung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Finanzierung der Verwertungsanlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>

Biogene Küchenabfälle und Grünschnitt (Schnittstelle Verwertungsanlagen)	Nutzungs- Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
Positive Auswirkungen (aufgrund NEU)	+	+	+
Konkurrenzsituationen (aufgrund NEU)	= Betreiber Biogasanlage – Betreiber Kompostieranlage = Betreiber Biogasanlage – EVU/Abfallwirtschaftsbetrieb = Betreiber Biogasanlage – Kommune (als Betreiber Kläranlage) = Betreiber Biogasanlage – Betreiber herkömmlicher Biogasanlage	=	=
Partnerschaften (Kooperationen) (aufgrund NEU)	#	#	#

Einer Verwertung biogener Küchenabfälle sowie Grünschnitts in Biogasanlagen der Situation-NEU stehen folgende **große Konkurrenten** gegenüber.

Die biogenen Abfälle werden zum einen in einer **Kompostieranlage** (siehe auch Kapitel 1) verwertet. Zum anderen werden die Inhalte der Restmülltonne und somit die darin enthaltenen biogenen Abfälle in Österreich entweder einer mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlage (MBA) oder einer **Verbrennung** zugeführt. Im Zuge einer mechanisch-biologischen Abfallbehandlung werden die biogenen Abfälle ausgeschieden. (Bezüglich der Unterschiede bei der Kompostierung und Verbrennung sowie der grundsätzlichen Eignung verschiedener Eingangssubstrate zur Vergärung siehe Kapitel 1.)

In die Faultürme von **Kläranlagen** gelangen biogene Abfälle entweder über den Weg, dass mehr oder weniger pastöse biogene Küchenabfälle über die Küchenspüle entsorgt werden, oder über die bewusste Co-Vergärung dieser Abfälle in den Faultürmen. Diesbezüglich wird oftmals ein zu groß ausgelegtes Faulvolumen ausgenutzt. Allerdings bringt die Co-Vergärung in den Faultürmen der Kläranlage prozess- und verfahrenstechnische Nachteile mit sich. Details dazu und zur rechtlichen Situation siehe Kapitel 5 und Kapitel 7.

Aufgrund der erwähnten Nachteile ergeben sich in den kommunalen Kläranlagen höhere Kosten, die aber von der Allgemeinheit getragen werden (ebenso wie die Investitionskosten für den Faulturm). Dadurch können Kläranlagen die Abfälle billiger annehmen als Abfallverwertungsanlagen. Vor allem vor dem Hintergrund der schlechten Gärrestqualität (ausgefaulter Faulschlamm) ist eine derartige Subventionierung problematisch zu sehen.

Hinsichtlich der Konkurrenz zur Co-Vergärung in anderen Biogasanlagen siehe Kapitel 10.2.8 Strom aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Einspeisung Strom-Netz).

## Empfehlungen

Im Zusammenhang mit den derzeit gängigen Verwertungsschienen sei an dieser Stelle nochmals auf die biogenen Abfälle in der Restmülltonne hingewiesen, die zur Zeit einer Verbrennung oder mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlage zugeführt werden. Diese Fraktionen in der Restmülltonne stellen ein bedeutendes Potenzial für das Biogas-Konzept dar, das es noch zu erschließen gilt.

Weiters soll die Frage, ob Kläranlagen einen geeigneten Verwertungspfad für die biogenen Küchenabfälle und Grünschnitt darstellen, verstärkt behandelt werden.

### 10.2.4 Kompostierung

Kompostierung	Nutzungs- Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Person: KOMPOSTIERANLAGEN-BETREIBER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslastung der Kompostieranlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher Betrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausreichend Input durch Anlieferung der biogenen Abfälle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wegfall eines großen Teils des Stoffinputs</li> <li>• Geringere Mengen an Kompost werden erzeugt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringere Erlöse aufgrund weniger angelieferter und verwerteter Mengen</li> <li>• Geringere Erlöse durch weniger Kompostverkauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	>	>	>
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	- Geringere Auslastung der Kompostieranlage	- Finanzierung der Kompostieranlage	-
<b>Positive Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	+	+	+
<b>Konkurrenzsituationen (aufgrund NEU)</b>	= Betreiber Kompostieranlage – Betreiber Biogasanlage: Inputstoffe	= Betreiber Kompostieranlage – Betreiber Biogasanlage:	=
<b>Partnerschaften (Kooperationen) (aufgrund NEU)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Betreiber Biogasanlage – Betreiber Kompostieranlage: Kompostierung der festen Gärrückstände</li> <li># Betreiber Biogasanlage – Betreiber Kompostieranlage: Gemeinsamer Standort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Betreiber Biogasanlage – Betreiber Kompostieranlage: Gemeinsame Betreibergesellschaft</li> </ul>	#

Im Falle einer Umsetzung des gegenständlichen Biogas-Konzepts würde es bei den Kompostieranlagen zu erheblichen Auswirkungen hinsichtlich Auslastung und wirtschaftlicher Gesichtspunkte kommen, da ein bedeutender Inputstrom entfällt.

Es bestünde eine **starke Konkurrenz zwischen dem Betreiber der Kompostieranlage und jenem der Biogasanlage um die Inputstoffe**. Diese Konfliktsituation kann eventuell dadurch gelöst werden, indem die Kompostieranlage die festen Gärrückstände zur Kompostierung übernimmt oder man eine gemeinsame Betreibergesellschaft (beispielsweise durch die Kommune oder ihre Abfallverbände) beziehungsweise auch einen gemeinsamen Standort andenkt.

### Empfehlungen

Zwischen dem Betreiber der gegenständlichen Biogasanlage und jenem der Kompostieranlage besteht eine starke Konkurrenz. Im Falle einer Implementierung des Biogas-Konzepts ist abzuklären, ob diese Konkurrenzsituation durch die verschiedenen angeführten Formen der Kooperation entschärft werden kann.

### 10.2.5 Flüssige und feste Gärrückstände (Schnittstelle Biogasanlage)

Flüssige Gärrückstände (Schnittstelle Biogasanlage)	Nutzungs- Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Person: BIOGASANLAGENBETREIBER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwertung</li> <li>• Klare stoffliche Abgrenzung des Gärrückstands im Vergleich zu Klärschlamm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwertung/Verkauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpassung der gesetzl. Rahmenbedingungen erstrebenswert</li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als Input zur Kompostierung (feste Gärrückstände)</li> <li>• Direkte Ausbringung auf lw. Nutzflächen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe bis gar keine Erlöse aus Gärrückständen erzielbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als Inputstoff zur Düngemittelproduktion bisher nicht gestattet</li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als Input zur Kompostierung (feste Gärrückstände)</li> <li>• Direkte Ausbringung auf lw. Nutzflächen</li> <li>• Aufbereitung/Konzentration: Verwendung als Inputstoff zur Düngemittelproduktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	>	>	Optional: > Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich Erlaubnis als Inputstoff zur Düngemittelproduktion
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	-	-	- Aufwand zur Etablierung eines Zertifizierungssystems

Flüssige Gärrückstände (Schnittstelle Biogasanlage)	Nutzungs- Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Positive Auswirkungen</b> (aufgrund NEU)	+ Substitution synthetisch hergestellter Düngemittel für die Landwirtschaft + Kreislaufwirtschaft: Einsparung fossiler Energieträger + deutlich höheres CO <sub>2</sub> - Einsparungspotenzial	+ Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Biogasanlage	+
<b>Konkurrenzsituationen</b> (aufgrund NEU)	= Betreiber Biogasanlage – Landwirtschaft: ev. nicht ausreichend zur Verfügung stehende landwirtschaftliche. Nutzflächen	= Betreiber Biogasanlage – Rohstofflieferant: Inputstoffe zur Düngemittelher- stellung	=
<b>Partnerschaften (Kooperationen)</b> (aufgrund NEU)	# Betreiber Biogasanlage - Landwirtschaft: Transport / Ausbringung # Betreiber Biogasanlage – Düngemittelproduzent: Inputstoff zur Düngemittelproduktion # Betreiber Biogasanlage – Haushalt: Abgabe des Düngerkonzentrats/Komposts	#	#

In Bezug auf die Verwertung und Anwendungen von Gärrückständen aus Abfallverwertungsanlagen sollte Rechtssicherheit geschaffen werden. Die **rechtliche Gleichstellung von Gärrückständen und Biogasgülle** (zur Begriffsdefinition siehe Kapitel 7) ist ein notwendiger Schritt zur Ermöglichung einer sinnvollen Kreislaufwirtschaft. Ebenso sollte der Einsatz von Gärrückständen als Input zur Düngemittelproduktion forciert werden. Dies würde eine zusätzliche Verwertungsmöglichkeit eröffnen, und so die Wirtschaftlichkeit von Abfallvergärungsanlagen verbessert.

Wie in Abbildung 10-2 dargestellt, lassen die derzeitigen gesetzlichen Rahmenbedingungen eine Ausbringung der Gärrückstände (auch ohne vorhergehende Aufbereitung) auf landwirtschaftlichen Nutzflächen zu. Wenn die Gärrückstände ebenso über den „Umweg“ der Düngemittelproduktion in den Verkehr gelangen könnten, wäre eine weitere Substitution fossiler Ausgangsmaterialien möglich. Zusätzlich würden dadurch bei der energieintensiven Produktion synthetisch hergestellter Düngemittel fossile Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart.

Voraussetzung für diesen Verwertungspfad ist natürlich, dass die Grenzwerte eingehalten werden. Dies sollte umfassend kontrolliert werden, wenngleich die Analyseergebnisse zeigen, dass Gärrückstände normalerweise die Grenzwerte der Düngemittelverordnung ohne Probleme einhalten. Ähnlich wie im Bereich des Komposts geht die Entwicklung bei Gärresten allgemein hin zu einem Zertifizierungssystem, um die Verwendung, Akzeptanz und Qualität von Gärresten sicher zu stellen. Details zu dieser Betrachtung siehe Kapitel 5 und Kapitel 7.

In der öffentlichen Darstellung erscheint eine **klare Abgrenzung des Gärrückstandes vom Klärschlamm** erforderlich. Gärrückstände können um einiges weniger kritisch gesehen werden als Klärschlamm. Eine kommunale Kläranlage kann sich die Substrate/Abwässer, die behandelt werden sollen, nicht aussuchen. Im Gegensatz dazu kann die Biogasanlage sehr wohl über die Annahme bestimmter Substrate verfügen. Dadurch

kann auch entschieden auf die Qualität der Gärrückstände Einfluss genommen werden. Details zur stofflichen und rechtlichen Situation des Klärschlammes siehe Kapitel 5 und Kapitel 7.

Bezüglich der **Verwertung der Gärrückstände** wird der **Landwirtschaft** eine wichtige Rolle zuteil. Für den Transport und die Nutzung der (flüssigen) Gärrückstände als Düngemittel ist sie ein wichtiger Stakeholder in dem Gesamtsystem. Dieser Aspekt ist insbesondere im Hinblick auf – für die Ausbringung ausreichende – landwirtschaftliche Nutzflächen von Bedeutung. Genau hinsichtlich dieser Diskrepanz könnte die Verwertung der Gärrückstände als Input zur Düngemittelproduktion eine Lösungsmöglichkeit darstellen.

Wie die organisatorische Einbindung und die Identifikation der Landwirtschaft mit dem gegenständlichen Biogaskonzept – in dem sie auf der Stoff INPUT Seite im Wesentlichen nicht vorgesehen ist – aussehen kann, bedarf noch einer genaueren Betrachtung (z. B. eine finanzielle Beteiligung der Landwirte, gemeinsame Betreibermodelle, etc.).

Hinsichtlich der angestrebten Verwendung der festen Gärrückstände sowie des Konzentrats aus flüssigen Gärrückständen ergibt sich möglicherweise eine **Konkurrenzsituation mit dem Lieferanten (an)organischer Ausgangsstoffe zur Düngemittelherstellung**. Zwischen dem Betreiber der Biogasanlage und dem Düngemittelproduzenten könnten eventuell Synergien hinsichtlich der Verwendung des Konzentrats zur Düngemittelherstellung entstehen.

Die oberhalb beschriebenen Sachverhalte betreffen in erster Linie die flüssigen Gärrückstände. Bei den festen Gärrückständen kommt noch der Aspekt zum Tragen, dass sie den Weg über die Kompostierung nehmen können. Diesbezügliche Anmerkungen zu Konkurrenz und Kooperation siehe Kapitel 10.2.4.

## Empfehlungen

Bezüglich der flüssigen und festen Gärrückstände sei nochmals auf die Diskrepanz bei den Verwertungspfaden bei der Ausbringung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen hingewiesen, vergleiche Abbildung 10-2. Eine (direkte) Ausbringung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ist gesetzlich möglich, über den „Umweg“ der Düngemittelherstellung ist das im Allgemeinen nicht möglich. Eine Evaluierung sowie gegebenenfalls Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen erscheint zweckmäßig.

Die Rolle und Einbindung der Landwirtschaft als wichtiger Stakeholder in diesem Biogas-Konzept gehört noch näher betrachtet. Dies betrifft sowohl die Eingangssubstrate in die Biogasanlage (z. B. Erweiterung um Grünschnitt von landwirtschaftlichen Brachflächen) als auch Aspekte rund um die Nutzung der Gärrückstände als Düngemittel (Stichwort: Substitution synthetisch hergestellter Düngemittel; Flächenbedarf).

Es wird auch als wichtig erachtet, die klare Trennung zwischen Gärrückständen und Klärschlamm hervorstreichend und zu kommunizieren.

## 10.2.6 Biomethan (Schnittstelle Biogastankstelle / CNG)

Biomethan (Schnittstelle Biogastankstelle / CNG)	Nutzungs-Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Person: BIOGASANLAGENBETREIBER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Auslastung der Biogastankstelle/CNG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amortisation im Zuge der gesamten Biogasanlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biogastankstelle noch gering verbreitet</li> <li>Mobile Gasspeicher (CNG) noch gering verbreitet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbereitung zu Biomethan in der Anlage bereits heute wirtschaftlich möglich</li> <li>Transport bzw. Durchleitung zu einer entfernten Biogastankstelle derzeit noch unwirtschaftlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Förderung der Gaserzeugung -&gt; Tendenz zur Stromproduktion in BHKW (allerdings Schwierigkeiten für Wärmeabnahme)</li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biogastankstelle in unmittelbarer Umgebung zu Biogasanlage</li> <li>Transport des Gases über mobile Einheiten zum Verbraucher / Tankstelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkauf des aufbereiteten Biogases an einer Tankstelle in unmittelbarer Nähe der Biogasanlage (ohne zusätzliche Förderungen möglich)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	>	Erforderlich: > Erhöhung der regionalen Anzahl von gasbetriebenen Fahrzeugen	Optional: > Bundesweite Förderung bzgl. Anschaffung von gasbetriebenen Fahrzeugen > Förderung mobiler Biomethan-Speicher
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	-	-	-
<b>Positive Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	+ Mögliche Erschließung ungenutzter Potenziale bei Inputsubstraten + Gezielte Aufwertung der Energiegewinnung aus biogenen Abfällen + Abfallwirtschaft geht in Richtung Kreislaufwirtschaft + Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger im Bereich Mobilität	+ Höhere Vergütung bei diesem Verwertungspfad möglich + Erhöhung der lokalen Wertschöpfung + Geringere Treibstoff-/Brennstoffkosten für Kunde Mobilität/Gas durch Biomethan	+
<b>Konkurrenzsituationen (aufgrund NEU)</b>	= Betreiber Biogasanlage - Mineralölunternehmen: Vertrieb/Verkauf Kraftstoffe = Betreiber Biogasanlage – EVU: Vertrieb/Verkauf Erdgas im Fall von mobilen Gasspeicher(-Tankstellen)	= Betreiber Biogasanlage – EVU: Kosten des mobilen Transports von Gas stehen in Konkurrenz zur Verteilung über das Gasnetz	=

Biomethan (Schnittstelle Biogastankstelle / CNG)	Nutzungs- Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Partnerschaften (Kooperationen)</b> (aufgrund NEU)	# Betreiber Biogasanlage – Kommune: Dienstfahrzeuge Kommune, Verkehrsbetriebe Kommune # Betreiber Biogasanlage – Mineralölunternehmen/Kunde Mobilität: Versorgung mit mobilen Speichern # Betreiber Biogasanlage – EVU: Versorgung netzferner Gebiete über mobile Speicher	# Betreiber Biogasanlage – Kommune: Dienstfahrzeuge Kommune, Verkehrsbetriebe Kommune	#

Wie bereits bei der Beschreibung der Referenzanlage und der Wirtschaftlichkeit bzw. beim Vergleich zwischen Gasaufbereitung und Strom/Wärmeerzeugung dargestellt, sind die Gestehungskosten von Biomethan und elektrischem Strom relativ gesehen etwa gleich hoch. Im sehr realistischen Fall, der bei vielen Biogasanlagen in der Praxis auftritt, dass die Wärme nicht vollständig genutzt und damit verkauft werden kann, ist die Gasaufbereitung im Vergleich zur Stromproduktion allerdings vorzuziehen.

Da im Moment aber ein erhöhter Einspeisetarif für Stromerzeugung aus Biogasanlagen – und keine Förderung für die Gaserzeugung – gewährt wird, ist die Gaserzeugung derzeit wirtschaftlich gesehen sehr stark im Nachteil. Bezogen auf den derzeitigen Marktpreis kann aber bei der Abgabe des erzeugten Erdgases an Tankstellen ein relativ hoher Verkaufspreis erzielt werden. **Dieser hohe Preis für den KFZ-Kraftstoff Biomethan würde bei den derzeitigen Substratkosten für nachwachsende Rohstoffe eine Aufbereitungsanlage samt Tankstelle, die direkt an der Biogasanlage situiert ist, wirtschaftlich tragen.**

Die erzielbare Marge reicht allerdings nicht aus, um eine eventuelle Netzeinspeisung oder die Kosten für die Verteilung mittels eines **mobilen Speichersystems (CNG – Compressed Natural Gas)** zu tragen. Will man die private Biogas-betriebene Mobilität unterstützen, dann sollte man über die Förderung dieser mobilen Speicher-Technologie nachdenken.

Biomethan – in Biogastankstellen oder mobilen Speichern – steht in erster Linie in Konkurrenz zu den fossilen Kraftstoffen. Andererseits können mobile Speicher möglicherweise auch Chancen zur Kooperation mit den Mineralölunternehmen hinsichtlich des Vertriebs und Verkaufs von Treibstoffen aus erneuerbaren Energieträgern eröffnen. Für die Mobilitäts-Kunden sind mit Biomethan als Kraftstoff gegebenenfalls geringere Treibstoffkosten zu realisieren (siehe auch Kapitel 10.2.2 bezüglich der Kooperationsmöglichkeiten für die Gemeinde als wichtiger Stakeholder in dem Gesamtsystem).

Ganz ähnlich zu den eben beschriebenen Überlegungen zu den Kraftstoffen stellt sich die Situation bei der Versorgung von Gas-Kunden mit mobilen Speichern dar (siehe auch Abbildung 10-2). Mit derartigen Systemen kann man in Konkurrenz zur herkömmlichen Versorgung mit Erdgas (oder auch Flüssiggas) treten. Dabei sind die wirtschaftlichen Gesichtspunkte möglicherweise auch günstiger als bei der Einspeisung ins Erdgasnetz (Details dazu siehe Kapitel 10.2.7). Auf der anderen Seite könnten eventuell Partnerschaften mit dem Erdgas-Versorgungsunternehmen hinsichtlich Verkauf und Vertrieb mobiler Speichereinheiten zur Versorgung (netzferner Gebiete) mit Gas aus erneuerbaren Energieträgern initiiert werden.



## Empfehlungen

Die Biomethanerzeugung ist aufgrund der Förderung der Stromerzeugung über die Einspeisetarife im Nachteil. Der Vertrieb des Biomethans an einer mit der Biogasanlage unmittelbar verbundenen Tankstelle ist auch ohne zusätzliche Förderung möglich.

Die Durchleitung zu einer Tankstelle, die nicht in örtlichen Zusammenhang mit der Biogasanlage steht, bzw. der Transport über innovative mobile Speichereinheiten zu den Mobilitäts- bzw. Gas-Kunden stellt sich derzeit noch wirtschaftlich schwierig dar. Es gilt noch zu untersuchen, wie derartige Nutzungswege und Speichersysteme unterstützt werden könnten.

### 10.2.7 Biomethan (Schnittstelle Einspeisung ins Erdgas-Netz)

Biomethan (Schnittstelle Einspeisung ins Erdgas-Netz)	Nutzungs-Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Person: BIOGASANLAGENBETREIBER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Auslastung und Qualität der Einspeisung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angemessene Vergütung des Biomethans</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagen zur Biogaseinspeisung vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Einspeisetarife vorhanden</li> <li>• Vergütung zum Marktpreis oder geringfügig darüber</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Förderung der Gaserzeugung -&gt; Tendenz zur Stromproduktion in BHKW (allerdings Schwierigkeiten für Wärmeabnahme)</li> <li>• Rahmenbedingungen ungenügend</li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einspeisung in das Gasnetz bei hinreichender Vergütung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbereitung zu Biomethan in der Anlage wirtschaftlich möglich, falls ein angemessener Einspeisetarif bezahlt wird.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	>	>	Erforderlich: > Gas-Einspeiseverordnung > Rahmenbedingungen anpassen (z. B. ähnlich Ökostromgesetz -> TOR Netzzugang, Abnahme- und Vergütungspflicht mit Abwicklungsstelle für Biogas)
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	-	-	-

Biomethan (Schnittstelle Einspeisung ins Erdgas-Netz)	Nutzungs- Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Positive Auswirkungen</b> (aufgrund NEU)	+ Mögliche Erschließung ungenutzter Potenziale bei Inputsubstraten + Gezielte Aufwertung der Energiegewinnung aus biogenen Abfällen + Abfallwirtschaft geht in Richtung Kreislaufwirtschaft + Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger im Bereich (Erd)Gas	+ Erhöhung der lokalen Wertschöpfung	+
<b>Konkurrenzsituationen</b> (aufgrund NEU)	= Betreiber Biogasanlage - EVU (Gas): Zugang anderer Gas-Erzeuger zu (öffentl.) Gasnetzen und Vertrieb des Gases	=	=
<b>Partnerschaften (Kooperationen)</b> (aufgrund NEU)	# Betreiber Biogasanlage – EVU: Gas aus erneuerbaren Energieträgern?	#	#

In Österreich gibt es einige Biogasanlagen, die aufbereitetes Biogas (= Biomethan) ins Erdgasnetz einspeisen. Im Vergleich zur ähnlich gelagerten Ökostrom-Thematik bestehen hier aber nur geringe bzw. keine Regelungen hinsichtlich Einspeisung, Abnahme und Vergütung.

Um die Einspeisung von auf Erdgasqualität aufbereitetem Biogas in das österreichische Gasnetz voranzutreiben, wäre eine **Anpassung der Rahmenbedingungen** ratsam. Geeignete potenzielle Maßnahmen dazu wären beispielsweise technische und organisatorische Regeln (TOR) für den Netzzugang ähnlich wie beim Elektrizitätsnetz sowie eine Abnahme- und Vergütungspflicht im Zuge einer eigens zu schaffenden Abwicklungsstelle für Biogas, also letztendlich die Verabschiedung eines Gas-Einspeisegesetzes vergleichbar mit dem Ökostromgesetz.

Auf der einen Seite würde hier eine **Konkurrenzsituation zu den Erdgas-Versorgungsunternehmen** bezüglich des Zugangs zu (öffentlichen) Gasnetzen und des Vertrieb von Erdgas geschaffen. Auf der anderen Seite gäbe es diesbezüglich auch Chancen für **Kooperationsmöglichkeiten**, da die Versorgungsunternehmen Gas aus erneuerbaren Energiequellen zu ihren Vertriebs- bzw. Marketingzwecken zur Verfügung hätten.

Im Zusammenhang mit der Biomethan-Einspeisung ins Erdgasnetz wird noch ein anderer Aspekt angeführt. Grundsätzlich sind die Preise (inkl. Netztarife) für den Bezug von Erdgas geringer als die Herstellungskosten von Biomethan (aus nachwachsenden Rohstoffen und ohne die Berücksichtigung einer Förderung). Diese liegen im Bereich von 65 bis 75 €/MWh. Allerdings kann aus erneuerbaren Energieträgern derzeit auch nur ein sehr kleiner Bruchteil der benötigten Erdgasmenge Österreichs bereitgestellt werden. Für Erdgas zahlen Großkunden in Österreich derzeit unter 30 €/MWh, (mengenmäßig) kleinere Abnehmer über 50 €/MWh. Daher wäre es auch eine mögliche Strategie, über mobile Speichereinheiten in Konkurrenz zur Erdgasversorgung zu treten und kleine Abnehmer zu bedienen, die aufgrund ihrer Abnahmemenge nicht in den Genuss eines niedrigen Gaspreises kommen (siehe dazu auch Kapitel 10.2.6).

## Empfehlungen

Bei den Rahmenbedingungen bezüglich Netzzugang, Einspeisung und Vergütung von Biomethan (aufbereitetem Biogas) wird von den Studienautoren noch klarer Handlungsbedarf für den Gesetzgeber gesehen. Detaillierte Betrachtungen dazu siehe Kapitel 7.

### 10.2.8 Strom aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Einspeisung Strom-Netz)

Strom aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Einspeisung Strom-Netz)	Nutzungs-Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Person: BIOGASANLAGENBETREIBER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Verfügbarkeit der Einspeisung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergütung des Stroms, die eine positive Wirtschaftlichkeit ermöglichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabile, langfristige Rahmenbedingungen</li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagen zur Ökostromeinspeisung vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergütung für Ökostrom aus Biogas vorhanden (jedoch Abschlag bei Fermentation von biogenen Abfällen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetzliche Rahmenbedingungen bzgl. Netzzugang, Abnahme und Vergütungspflicht vorhanden</li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	>	>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Novellierung des Ökostromgesetzes hinsichtlich Vergütung des Stroms aus Biogasanlagen mit Substraten aus biogenen Abfällen (bspw. Investitionsförderung; Wegfall des Abschlags; Bonus)</li> <li>&gt; Regelungen hinsichtlich Vorschreibung/Überprüfung fachgerechter Substratvorbehandlungen</li> </ul>
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	-	-	-
<b>Positive Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ökostrom aus Biogas unabhängiger von NAWAROS</li> <li>+ Mögliche Erschließung ungenutzter Potenziale bei Inputsubstraten</li> <li>+ Gezielte Aufwertung der Energiegewinnung aus biogenen Abfällen</li> <li>+ Abfallwirtschaft geht in Richtung Kreislaufwirtschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Abdeckung erhöhter Anstrengungen in der Sammlung</li> <li>+ Erhöhung der lokalen Wertschöpfung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Anreize für neuartige und innovative Sammel- und Logistiksysteme</li> </ul>

Strom aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Einspeisung Strom-Netz)	Nutzungs-Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Konkurrenzsituationen</b> (aufgrund NEU)	= Betreiber Biogasanlage – Betreiber herkömmlicher Biogasanlage: Biogene Abfälle gelangen möglicherweise in Anlagen mit NAWAROS als Hauptsubstrat (keine spezielle Eignung dafür)?	= Betreiber Biogasanlage – Betreiber anderer Ökostromanlage: begrenzte Fördermittel = Betreiber Biogasanlage – Betreiber herkömmlicher Biogasanlage: Benachteiligung von Anlagen auf NAWARO Basis	= Betreiber Biogasanlage – Betreiber herkömmlicher Biogasanlage: Biogene Abfälle gehen möglicherweise in Anlagen mit NAWAROS als Hauptsubstrat (keine spezielle Eignung dafür)?
<b>Partnerschaften (Kooperationen)</b> (aufgrund NEU)	#	#	#

Die Rahmenbedingungen zur Einspeisung und Abnahme des Ökostroms aus Biogasanlagen in das Elektrizitätsnetz sind durch die technischen und organisatorischen Regeln der Netzbetreiber sowie durch das Ökostromgesetz festgelegt. **Es gibt einen Einspeisetarif für Strom aus Biogas, allerdings ist dieser bei einer Co-fermentation von Abfallstoffen mit einem 20 %-igen Abschlag behaftet.**

Im Hinblick auf eine stärkere Verbreitung dieses Verwertungspfades für biogene Abfällen und Grünschnitt sowie aufgrund der zu tätigen Mehrinvestitionen für die Abfallvergärung (z.B. Hygienisierung) **wäre es wünschenswert, diesen Abschlag zu streichen bzw. auf bestimmte Anlagen zu beschränken.** Eine alternative Möglichkeit wäre eine Investitionsförderung. Denkbar wäre beispielsweise auch ein Bonus für die Verwendung von "neuen/unerschlossenen" Substraten.

Es ist in diesem Zusammenhang allerdings auch zu erwähnen, dass Betreiber von Kompostierungsanlagen für die Annahme respektive stoffliche Verwertung von „Biotonnenmaterial“, also einer Mischung aus Küchenabfällen, Grünschnitt, Strauch- und Baumschnitt derzeit einen Erlöse lukrieren, der nach Brancheninformationen in der Höhe von 30 bis 60 Euro pro Tonne liegt. Wie diese Erlössituation zukünftig allgemein bei Kompostieranlagen sowie speziell bei einer Vergärung in der gegenständlichen Biogasanlage aussehen kann, bedarf noch weiterführender Überlegungen.

Damit keine falschen Anreize gesetzt werden und die biogenen Abfälle ausschließlich in speziell für die Verarbeitung dieser Substrate geeigneten Biogasanlagen vergoren werden, müssen Regelungen getroffen werden, um den gewünschten Lenkungseffekt zu erzielen. Denkbar ist zum Beispiel die Vorschreibung und Überprüfung einer fachgerechten Substratvorbehandlung. Dies verhindert zudem die Konkurrenzsituation bei Biogasanlagen um die Eingangssubstrate.

Eine ausführliche Betrachtung zur Ökostrom-Thematik und potenzieller Lösungsmodelle zur Einspeisungsvergütung für die gegenständliche Biogasanlage ist in Kapitel 7 enthalten.

Bezüglich Konkurrenzsituationen wird auch auf folgenden Aspekt hingewiesen. Da insgesamt nur beschränkte Fördertöpfe für Ökostrom zur Verfügung stehen, kann es mit dem gegenständlichen Biogas-Konzept auch zu Interessenskonflikten mit anderen (rohstoffabhängigen) Ökostromanlagen kommen.

## Empfehlungen

Bezüglich der Stromerzeugung aus Biogasanlagen mit Substrat aus biogenen Abfällen und den Empfehlungen für die Einspeisung und Vergütung des Ökostroms wird auf die ausführlichen Betrachtungen in Kapitel 4 und Kapitel 7 verwiesen.

### 10.2.9 Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt

Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt	Nutzungs-Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Person: BIOGASANLAGENBETREIBER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausreichend Input für Auslastung der Anlage</li> <li>• Energetische Verwertung des Biogases</li> <li>• Stoffliche Verwertung der Gärrückstände</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirtschaftlicher Betrieb, Gewinnerzielungsabsicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparenz</li> <li>• Stabile gesetzliche Rahmenbedingungen</li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwierigkeit der Wärmeabnahme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Investitionskosten der Substrataufbereitung und ggf. Aufbereitung Gärrückstände</li> <li>• Möglichkeiten zur energetischen Verwertung des Biogases in etwa wirtschaftlich gleichwertig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagengenehmigung nach Abfallrecht bzw. Gewerberecht</li> <li>• Gesetzliche Anforderungen an Emissionen, Schall, Geruch, Brandschutz etc. gegeben</li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	•	•	•
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	>	>	> Optional: Vereinheitlichung des Genehmigungsverfahrens
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	-	-	-
<b>Positive Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	+	+	+
<b>Konkurrenzsituationen (aufgrund NEU)</b>	=	=	= Betreiber Biogasanlage – Kunde Wärme: Anlagenstandort Biogasanlage und Distanz zu Wärmekunden
<b>Partnerschaften (Kooperationen) (aufgrund NEU)</b>	#	#	#

Um die Bereitschaft zur Implementierung des gegenständlichen Biogaskonzepts zu erhöhen, sind stabile gesetzliche Rahmenbedingungen sowie **transparente Genehmigungsverfahren** von essentieller Bedeutung. Diese werden entweder nach dem Abfallwirtschaftsgesetz oder nach der Gewerbeordnung verhandelt.

Die Anforderungen hinsichtlich Emissions- und Immissionsschutz (von Schall, Abgasen, Geruch etc.) sowie die behördlichen Auflagen zur Anlagengenehmigung etc. sind gegeben. Der Standort der Anlage ist dabei insbesondere auch für die Wärmenutzung von Bedeutung. In diesem Kontext können sich möglicherweise Interessenskonflikte bezüglich eines Anlagenstandorts und der Distanz (respektive Wirtschaftlichkeit) zu potenziellen Wärmekunden auf tun, siehe auch Kapitel 10.2.10.

### Empfehlungen

Grundsätzlich sind die für das Biogas-Konzept benötigte und zum Einsatz kommende Technik State-of-the-Art. Es wird noch Handlungs- bzw. Optimierungsbedarf bei der Anlagengenehmigung und den damit verbundenen Genehmigungsverfahren gesehen.

### 10.2.10 Wärme aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Biogasanlage)

Wärme aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Biogasanlage)	Nutzungs-Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Interessen der verantwortlichen Person: BIOGASANLAGENBETREIBER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichst vollständige Wärmenutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Situation IST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situationsabhängig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökostromgesetz: Brennstoffnutzungsgrad <math>\geq 60\%</math></li> </ul>
<b>Situation NEU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situationsabhängig</li> <li>• Transport über eigene Rohrleitungen zu Wärmekunden</li> <li>• Einspeisung in FW-Netz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>Maßnahmen (für NEU)</b>	Optional: > Strom- und Wärmeerzeugung über eigene Rohrleitungen für Biogas näher an Wärmeverbraucher situieren	>	Optional: > Regelung für Zugang zu öffentlichen FW-Netzen?
<b>Negative Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	-	-	-
<b>Positive Auswirkungen (aufgrund NEU)</b>	+	+ Niedrige Gesteungskosten der Wärme	+

Wärme aus Biogasanlage mit Substrat aus biogenen Küchenabfällen und Grünschnitt (Schnittstelle Biogasanlage)	Nutzungs-Betrachtungsebene	Wirtschaftliche Betrachtungsebene	Legislative Betrachtungsebene
<b>Konkurrenzsituationen</b> (aufgrund NEU)	= Betreiber Biogasanlage – Kunde Wärme: Anlagenstandort Biogasanlage	= Betreiber Biogasanlage – EVU: Wärmeverkauf = Betreiber Biogasanlage – Contractor: Wärmeverkauf = Betreiber Biogasanlage – Kunde Wärme: eigene Erzeugungsanlagen	= Betreiber Biogasanlage – Kunde Wärme: Anlagenstandort Biogasanlage
<b>Partnerschaften (Kooperationen)</b> (aufgrund NEU)	#	#	#

Für die Wärmenutzung (abgesehen vom Bedarf für Hygienisierung und Fermenter) ist insbesondere der Standort der Anlage von entscheidender Bedeutung. Wie bereits im vorigen Kapitel erwähnt, können sich möglicherweise Interessenskonflikte bezüglich der Auswahl und Machbarkeit eines Anlagenstandorts und der Distanz zu potenziellen Wärmekunden auf tun. Das wird unter anderem auch durch die Investitionskosten in eigene Fernwärme-Rohrleitungen (respektive der Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems) entschieden.

Bei einer Wärmeversorgung aus der gegenständlichen Biogasanlage steht man gegebenenfalls in Konkurrenz zur Wärmeversorgung, die durch den Kunden selbst bzw. durch einen Contractor oder ein EVU durchgeführt wird. **Betrachtet man die reinen Gesteungskosten für die Wärme beim Betrieb eines Blockheizkraftwerkes in der Biogasanlage** (ohne die Investition in allfällige Netzinfrastruktur), **so ergeben sich hier Vorteile für die Biogasanlage, da die Gesteungskosten in der Regel sehr günstig ausfallen.**

Lange Anschlussleitungen der Fernwärme sollten jedenfalls vermieden werden. Es kann daher oft sinnvoller sein, das BHKW in einiger Entfernung von der Anlage selbst und in mittelbarer Umgebung zu potenziellen Wärmeverbrauchern zu installieren. Dabei wird das Biogas über erdverlegte Gasleitungen zum BHKW geführt. Details dazu siehe Kapitel 4.

### Empfehlungen

Das Vorhandensein von potenziellen (externen) Wärmeabnehmern trägt wesentlich zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der (gegenständlichen) Biogasanlage bei.

Im Hinblick auf eine sinnvolle Wärmenutzung wird auch vielfach die Frage des Zugangs zu (öffentlichen) Fernwärme-Netzen aufgeworfen. Die Aspekte rund um die Regelung für den Netzzugang, die Abnahme sowie Vergütung der Wärme von anderen, nicht Fernwärme eigenen Erzeugungsanlagen könnten Gegenstand für weitere tiefergehende Betrachtungen sein.

### 10.3 Konkurrenzsituationen und mögliche Kooperationen – Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Systembetrachtung aus Abschnitt 10.2 hinsichtlich Konkurrenzsituationen und Kooperationen werden in Tabelle 10-2 zusammengefasst. Eine ausführlichere Beschreibung der Zusammenhänge ist in den jeweiligen Kapiteln enthalten.

Um die in der Tabelle 10-2 aufgelisteten potenziellen Konkurrenzsituationen und Kooperationen greifbarer zu machen, wurden diese Zusammenhänge auch in einem Schaubild der Systembetrachtung (Abbildung 10-2) visualisiert. Zudem sind darin die wichtigsten Stakeholder farblich hervorgehoben eingezeichnet.

Die Farbgebung in Tabelle 10-2 orientiert sich an jener von Abbildung 10-2.

Tabelle 10-2: Übersicht Konkurrenzsituationen und Kooperationen

Verweis - Kapitel	Konkurrenzsituationen	Kooperationen
10.2.1	Haushalt – Betreiber Biogasanlage	Haushalt – Betreiber Biogasanlage Haushalt – Kunde Kompost/Dünger
10.2.2		Kommune – Betreiber Biogasanlage Kommune – Kunde Mobilität
10.2.3	Betreiber Biogasanlage – Betreiber Kompostieranlage Betreiber Biogasanlage – EVU/Abfallwirtschaftsbetrieb Betreiber Biogasanlage – Kommune (als Betreiber Kläranlage) Betreiber Biogasanlage – Betreiber herkömmlicher Biogasanlage	
10.2.4	Betreiber Biogasanlage – Betreiber Kompostieranlage	Betreiber Biogasanlage – Betreiber Kompostieranlage
10.2.5	Betreiber Biogasanlage – Rohstofflieferant Betreiber Biogasanlage – Landwirtschaft	Betreiber Biogasanlage – Landwirtschaft Betreiber Biogasanlage – Düngemittelproduzent Betreiber Biogasanlage – Haushalt
10.2.6	Betreiber Biogasanlage – Mineralölunternehmen Betreiber Biogasanlage – EVU	Betreiber Biogasanlage – Kommune Betreiber Biogasanlage – Mineralölunternehmen/Kunde Mobilität Betreiber Biogasanlage – EVU
10.2.7	Betreiber Biogasanlage - EVU	Betreiber Biogasanlage – EVU
10.2.8	Betreiber Biogasanlage – Betreiber herkömmlicher Biogasanlage Betreiber Biogasanlage – Betreiber anderer Ökostromanlage	
10.2.9	Betreiber Biogasanlage – Kunde Wärme	
10.2.10	Betreiber Biogasanlage – EVU Betreiber Biogasanlage – Contractor (Wärme) Betreiber Biogasanlage – Kunde Wärme	

Folgende Beispiele zu Konkurrenzsituationen und Kooperationen sowie zum Verständnis des Schaubildes seien hier angeführt. Zum einen die Konkurrenzsituation zwischen dem Betreiber der Biogasanlage und dem der Kompostieranlage um die Verwertung der Inputstoffe (siehe Kapitel 10.2.4), zum anderen eine mögliche Kooperation zwischen dem Biogasanlagenbetreiber und der Landwirtschaft hinsichtlich des Transports und der Ausbringung der Gärrückstände (siehe Kapitel 10.2.5).



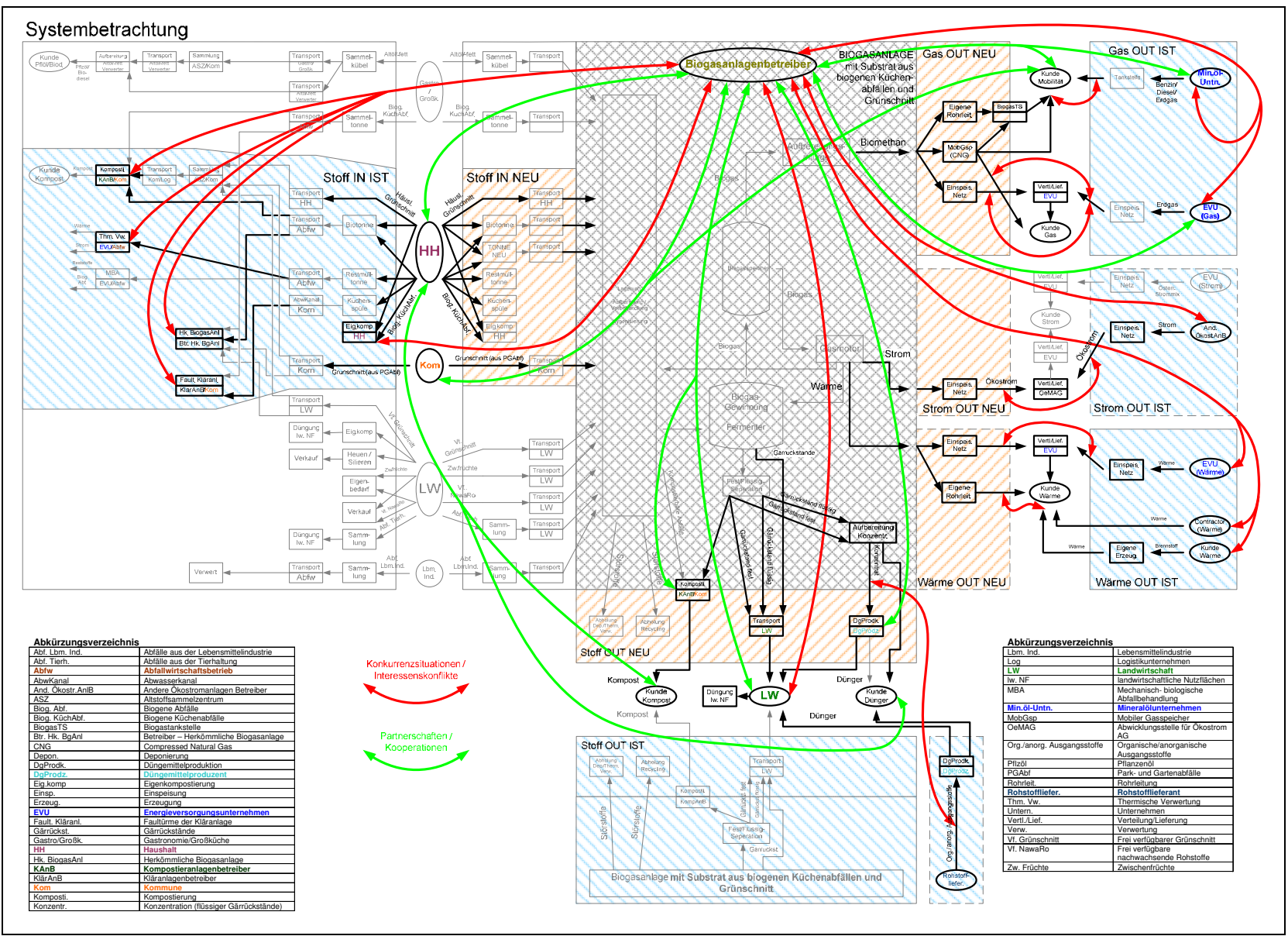


Abbildung 10-2: Systembetrachtung: Stakeholder – Konkurrenzsituationen – Kooperationen

**ANHANG – Die hauptverantwortlichen Autoren der Studie****DI Dr. Karin MAIRITSCH**, text + bild

Studierte Biotechnologin, promovierte technische Chemikerin, Journalistin und Buchautorin. Seit 1997 als freie Wissenschaftlerin und selbstständige Projektentwicklerin in der Biogasbranche tätig. Persönliches Spezialgebiet: Kommunikation und Schnittstellenmanagement.

**Ao. Univ. Prof. Dr. Wolfgang WIMMER**, ECODESIGN Company

Studium des Maschinenbaus an der Technischen Universität Wien. Sein Habilitationsfach: Konstruktionslehre – Ecodesign (2002). Leitung von Industrieprojekten für Philips Austria, Steelcase Inc. und Siemens Transportation, Betreiber des Informationsknotens [www.ecodesign.at](http://www.ecodesign.at), geschäftsführender Gesellschafter der „ECODESIGN Company“ mit Sitz in Wien, Seoul und Ottawa. Abhaltung weltweiter Seminare und Workshops zum Thema umweltgerechtes Produktdesign.

**DI Siegfried AIGNER**, Aigner Energie Contracting GmbH

Verfahrenstechniker. Studierte an der TU Graz, am RTC Cork und der TU Delft, dann im Bereich Prozessoptimierung im Forschungszentrum Seibersdorf tätig. 2003 in den Anlagenbau gewechselt, jetzt geschäftsführender Gesellschafter der Aigner Energie Contracting GmbH und der [ing.aigner wasser-wärme-umwelt GmbH](http://ing.aigner.com). Seine Themen: Konzeption und Errichtung von Biomasseheizwerken, kommunale Energiekonzepte, Biogasanlagenbau (landwirtschaftliche Anlagen, Kläranlagen und Biomethan- Netzeinspeisung).

**DI Bernhard DROSG**, IFA Tulln/Universität für Bodenkultur Wien

Studierter Biotechnologe. Federführend an der im Herbst 2010 erschienenen Studie zur vom klima + energiefond finanzierten Projekt „Aufbereitung von Gärresten“ beteiligt. Mitarbeit an der Bewertung der Biogasanlage Wien – inklusive Biomüllaufbereitung. Beratung von Biogasanlagen, Spezialgebiet Prozessmikrobiologie und Prozessführung.

**DI Dr. Richard ZWEILER**, Güssing Energy Technologies

Dissertation über druckaufgeladene Vergasung von Biomasse, leitender Prozessingenieur in der Petrochemie, seit 2007 Geschäftsführer der Güssing Energy Technologies. Betreuung von praxisnahen Projekten an der Biogasanlage Strem und Heiligenkreuz, Forschungsarbeiten zum Thema Biogasnutzung in lokalen Gasnetzen und der Aufbereitung zu Biomethan. Energiekonzepte für Gemeinden auf dem Weg zur Energieautarkie.

**DI Werner TIPPEL**, Abfallverband Mödling

Studium der Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, sechs Jahre Planung und Umsetzung von Projekten in Wasser- und Abfallwirtschaft, seit 2003 Geschäftsführer des Gemeindeverbandes für Abfallwirtschaft und Umweltangelegenheiten im Bezirk Mödling. Aufbau eines bezirksumfassenden Energiearbeitskreises.

Informationen zu Landwirtschaft, Lebensmittel,  
Wald, Umwelt und Wasser:

[www.lebensministerium.at](http://www.lebensministerium.at)



[lebensministerium.at](http://lebensministerium.at)

Die Initiative GENUSS REGION ÖSTERREICH  
hebt gezielt die Bedeutung regionaler Spezialitäten hervor:

[www.genuss-region.at](http://www.genuss-region.at)



Die Kampagne vielfalt**leben** trägt bei, dass  
Österreich bei der Artenvielfalt zu den reichsten  
Ländern Europas gehört:

[www.vielfaltleben.at](http://www.vielfaltleben.at)



Das Aktionsprogramm des Lebensministeriums  
für aktiven Klimaschutz:

[www.klimaaktiv.at](http://www.klimaaktiv.at)



Die Jugendplattform zur Bewusstseinsbildung  
rund ums Wasser:

[www.generationblue.at](http://www.generationblue.at)



Das Österreichische Umweltzeichen ist Garant  
für umweltfreundliche Produkte und Dienstleistungen:

[www.umweltzeichen.at](http://www.umweltzeichen.at)



Der Ökologische Fußabdruck ist die einfachste  
Möglichkeit, die Zukunftsfähigkeit des eigenen  
Lebensstils zu testen. Errechnen Sie Ihren  
persönlichen Footprint unter:

[www.mein-fussabdruck.at](http://www.mein-fussabdruck.at)



[www.mein-fussabdruck.at](http://www.mein-fussabdruck.at)

Das Internetportal der Österreichischen Nationalparks:

[www.nationalparksaustria.at](http://www.nationalparksaustria.at)



„Bio“ bedeutet gesunde, hochwertige Lebensmittel,  
die keine Spritzmittel oder Antibiotika enthalten:

[www.biolebensmittel.at](http://www.biolebensmittel.at)



