

Bericht



Biogasanlagen in der Steiermark

Stand Juli 2005

Fachabteilung 19D
Abfall- und Stoffflusswirtschaft



Das Land
Steiermark

Biogasanlagen in der Steiermark – eine Bestandsaufnahme per Juli 2005

Kurzfassung

Autor: Thomas Reichard

Betreuerin: Dipl.Ing. Dr. Angelika Stüger-Hopfgartner

Ziel dieser Arbeit ist es eine Bestandsaufnahme der steiermärkischen Biogasanlagen mit den Schwerpunkten Bewilligungsverfahren, Prozessführung und stoffflusswirtschaftliche Betrachtung durchzuführen. Zu diesem Zweck wurde ein eigener Fragebogen entworfen, die erfassten Daten sowohl im Detail, als auch in vergleichenden Darstellungen ausgewertet und präsentiert. Als Quintessenz dieser Studie kristallisierte sich eine speziell in den letzten Jahren stark steigende Bedeutung der Biogasanlagen sowohl in der Abfallverwertung, als auch in der Produktion erneuerbarer Energieträger, heraus.

Aus Datenschutzgründen sind jene Teile im Anhang der Arbeit, die im Rahmen von Kalkulationstabellen die Betreiber der einzelnen Biogasanlagen namentlich anführen sowie die ausgefüllten Fragebögen aus dieser publizierten Version entfernt. Es wird gebeten, sich bei Bedarf mit Frau DI Dr. Angelika Stüger-Hopfgartner in Verbindung zu setzen.

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
FA19D Abfall- und Stoffflusswirtschaft
A-8010 Graz, Bürgergasse 5a
Telefon: +43(316) 877 - 2929
Fax: +43(316) 877 - 2416
Email: angelika.stueger-hopfgartner@stmk.gv.at

Abstract

Biogas plants in Styria - status quo by July 2005

This work aims at a description of the status quo of biogas plants in Styria, especially stressing on the procedure of authorisation, on processing and on the input/output situation. In order to accomplish this task a questionnaire of its own was generated, the data of which being discussed in detail and from the point of view of a survey. Generally speaking biogas plants have seen a significant rise in importance in the field of waste management in the last couple of years, both in the recovery of residues and in the production of renewable energies.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 EINLEITUNG	3
1.1 Problemstellung	3
1.2 Zielsetzung	3
2 DATENERHEBUNG	4
2.1 Vorgangsweise und Bezugsquellen	4
2.2 Berechnungsweise.....	5
3 AUSWERTUNG DER FRAGEBÖGEN	7
3.1 Bescheid	7
3.1.1 Datum des Genehmigungsbescheids.....	7
3.1.2 Bewilligungsverfahren	9
3.2 Prozess.....	10
3.2.1 Beschreibung der Prozessparameter	10
3.2.2 Hygienisierung von Inputmaterial	11
3.3 Betrieb	14
3.4 Durchmischung	16
3.5 Stoffflusswirtschaftliche Betrachtung	18
3.5.1 Inputmaterial.....	18
3.5.2 Output.....	25
3.5.2.1 Stofflich.....	25
3.5.2.2 Elektrisch	28
3.5.2.3 Thermisch.....	31
3.5.2.4 Stoffliche Verwertung	34
4 ERGEBNISSE/DISKUSSION	38
4.1 Bewilligungsverfahren.....	38
4.2 Prozessführung.....	38
4.3 Stoffflusswirtschaftliche Betrachtung	39
4.3.1 Inputmaterial.....	39

4.3.2	Output.....	40
4.3.2.1	Stofflich.....	40
4.3.2.2	Elektrisch.....	40
4.3.2.3	Thermisch.....	41
4.3.2.4	Stoffliche Verwertung.....	41
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	42
6	VERZEICHNISSE.....	XLIV
6.1	Literatur.....	XLIV
6.2	Abkürzungen.....	XLV
6.3	Tabellen.....	XLV
6.4	Abbildungen.....	XLVI

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die anoxische¹ (d.h. unter vollständigem Sauerstoffausschluss) Abfallbehandlung hat in den letzten Jahren als Entsorgungsschiene für vergärbare organische Reststoffe aus Landwirtschaft (Wirtschaftsdünger, Fehlernten, Stroh u.a.), Industrie (Nahrungsmittelproduktion), Gewerbe (Speisereste) und Haushalten stark an Bedeutung gewonnen. Sie weist gegenüber den offenen aeroben Verfahren (Abfallbehandlung unter Sauerstoffatmosphäre) zwei gewichtige Vorteile auf. Zum Einen wird die Geruchsausbreitung durch die Kapselung des eigentlichen Gärprozesses besser beherrschbar, zum Zweiten besteht die Möglichkeit der energetischen Verwertung (Verstromung, idealerweise kombiniert mit einer Nutzung der Abwärme des Gasmotors) des anfallenden Faulgases, im Zuge dieser Arbeit in der Folge „Biogas“ genannt [1].

1.2 Zielsetzung

Ziel dieses Projekts, das im Rahmen eines Ferialpraktikums durchgeführt wurde, war eine Qualitätssicherung des Datenmanagements in der Fachabteilung 19D (in Folge mit FA19D abgekürzt) über eine Bestandsaufnahme der steiermärkischen Biogasanlagen mit den Schwerpunkten: Erhebung der Bewilligungsverfahren, einen Überblick über die Prozessführung zu erlangen sowie eine stoffflusswirtschaftliche Betrachtung vorzunehmen.

¹ Es ist auch der Begriff „anaerob“ in Verwendung, allerdings in diesem Zusammenhang nicht ganz richtig. Die Methanisierungsstufe im Biogasprozess läuft obligat ohne jeglichen Sauerstoff ab, d.h. auch unter Ausschluss des elementaren Sauerstoffs und somit anoxisch. Zur exakten Definition der Begriffe „anoxisch“ bzw. „anaerob“ siehe auch Kapitel 7.6 „Anhang F Begriffsbestimmungen“

2 Datenerhebung

2.1 Vorgangsweise und Bezugsquellen

In einem ersten Schritt wurden in einer Telefonrecherche die Betreiber der steiermärkischen Biogasanlagen ausfindig gemacht. Auf Basis von Adresslisten der „Lokalen Energie Agentur Oststeiermark“ (LEA, Ing. Karl Puchas), der „Bioenergie-Service reg.GenmbH“ (Ing. Franz Moser) sowie des abteilungsinternen Anlagenkatasters konnte eine Datenbank mit 46 Anlagenbetreibern zusammengestellt werden.

Aufgrund der Erfahrung in der Abteilung speziell in der Urlaubs- und Erntezeit mit einer geringen Rücklaufquote der Fragebögen rechnen zu müssen, wurde der Herstellung eines persönlichen Kontakts zu den Anlagenbetreibern eine besondere Bedeutung beigemessen, woraus eine fruchtbare Kollaboration zwischen den Kontaktpersonen und der FA19D erwuchs.

Diese enge Zusammenarbeit ermöglichte es, sich Synergieeffekte zu Nutze zu machen und 4 der ursprünglich angeführten Anlagen als nicht mehr in Betrieb befindlich, als nicht existent, als doppelt geführter redundanter Eintrag sowie als nicht realisiertes Projekt zu identifizieren und von der Liste zu nehmen. Des Weiteren konnte die Datenbank gemäß den Zielen dieser Studie auf das Einzugsgebiet Steiermark spezifiziert werden, in dem ein Betreiber, dessen Abnehmer von Wärme und Strom sich zwar in der Steiermark befindet, dessen Anlage allerdings außerhalb der definierten Systemgrenze Steiermark liegt, nicht in der statistischen Auswertung Berücksichtigung gefunden hat. Lediglich ein Betreiber war trotz wiederholten telefonischen Urgierens nicht bereit, den Fragebogen zeitgerecht zu returnieren.

Daraus ergibt sich ein endgültiges Datenmaterial aus 40 Anlagen, von denen 4 zum Zeitpunkt der Erhebung (Juli 2005) bereits errichtet, sich jedoch noch nicht in Betrieb bzw. erst in Projektierung befinden. Dieser 10%ige Anteil der Biogasanlagen in der Steiermark wurde in der Datenaufbereitung getrennt unter dem Begriff „In Planung“ zusammengefasst und verarbeitet, während auf die restlichen 36 Anlagen mit dem Begriff „In Betrieb“ Bezug genommen wird.

Zur Abfragung der gewünschten Informationen wurde ein eigener Fragebogen „Informationsblatt Biogasanlagen Steiermark“ in fachlicher Abstimmung mit der Betreuerin aus der FA 19D entworfen. Die ausgefüllten und bearbeiteten Fragebögen sind in den Kapiteln 7.2 „Anhang B Fragebögen In Betrieb“ und 7.3 „Anhang C Fragebögen In Planung“ beigelegt.

In Abbildung 1 ist eine Landkarte der Steiermark mit den eingetragenen Biogasanlagen dargestellt. Hierzu ist zu bemerken, dass als Anlagenstandort vereinfacht der Gemeindemittelpunkt angenommen wurde und die Anlage „Kurt Tauschmann Biogasanlagen GmbH“ nicht im Geographischen Informationssystem (GIS) der FA19D gefunden werden konnte und somit in der Eintragung fehlt. Diese Anlage hat aber selbstverständlich Eingang in die statistische Auswertung gefunden.

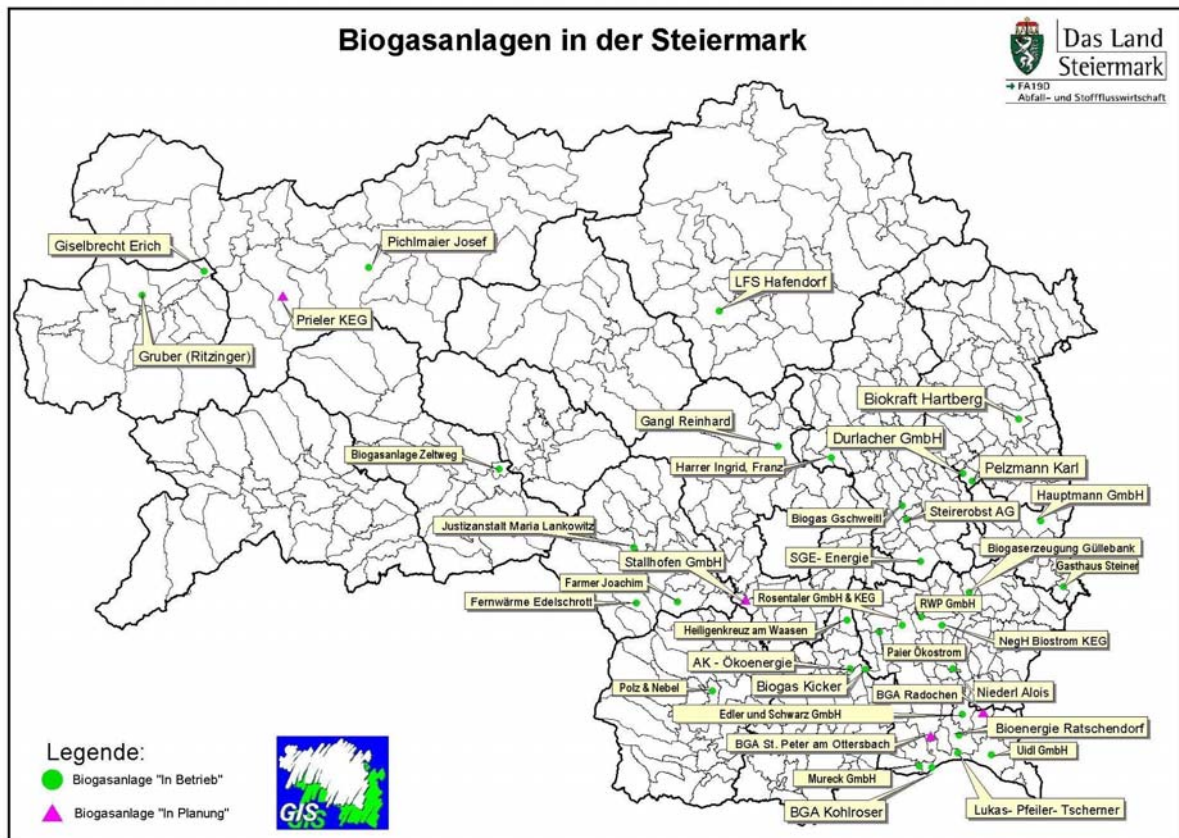


Abb. 1: Karte: Biogasanlagen in der Steiermark

2.2 Berechnungsweise

Um ein effektives, vergleichendes Datenmanagement zu gewährleisten wurden sämtliche Mengenangaben auf die Masseinheit Tonnen/Jahr [t/a] normiert. Die für diese Umrechnungen benötigten Materialdichten konnten einerseits teilweise von den Anlagenbetreibern erfragt, andererseits mittels einer Internetrecherche in Erfahrung gebracht sowie in Absprache mit der Betreuerin geschätzt werden. Eine vollständige Auflistung der verwendeten Materialdichten findet sich im Kapitel 7.5 „Anhang E Materialdichten“.

Alle Werte in diesem Bericht wurden zum Zweck einer anschaulichen Handhabung nach folgenden Regeln gerundet.

- Abrundung von Zahlenwerten 1-4
- Aufrundung von Zahlenwerten 5-9
- Rundung von 6stelligen Zahlen auf volle 1000er
- Rundung von 5stelligen, 4stelligen und 3stelligen Zahlen auf volle 100er
- Rundung nur von Endergebnissen
- Keine weiteren Berechnungen mit gerundeten Werten (Vermeidung einer doppelten Rundung). Im Bedarfsfall von Zwischenergebnissen bzw. Gesamtsummen über mehrere Rubriken, die ihrerseits bereits als Endergebnis gerundet worden waren, wurde jene Summe explizit mit den exakten Werten berechnet und dieses Endergebnis gerundet

Aufgrund dieser Bestimmungen kann gegebenenfalls die Summe mancher einzelnen Zwischensummen von dem im Text angegebenen Wert abweichen. Diese Stellen sind mit einer Fußnote und einem Verweis auf obige Rundungsregeln in diesem Kapitel versehen.

Eine detaillierte Auflistung sämtlicher Berechnungen ist dem Kapitel 7.4 „Anhang D Kalkulationstabellen“ beigelegt.

3 Auswertung der Fragebögen

Der Fragebogen „Informationsblatt Biogasanlagen Steiermark“ gliedert sich in die 7 Unterpunkte „Betreiber“, „Bescheid“, „Prozess“, „Betrieb“, „Durchmischung“, „Input“ und „Output“. In diesem Kapitel wird die Auswertung dieser Merkmale einer Biogasanlage in derselben Reihenfolge, wie diese im Fragebogen angeführt sind, präsentiert. Lediglich die Bereiche „Input“ und „Output“ werden als Einheit unter der Überschrift „stoffflusswirtschaftliche Betrachtung“ dargestellt.

Aus Gründen der einfachen Handhabung ist der Fragebogen prinzipiell darauf ausgelegt, mit „Ja“ und „Nein“ entsprechend des zutreffenden oder nicht zutreffenden Merkmals beantwortet zu werden. Nur in einzelnen Punkten, in denen eine detaillierte Information unumgänglich ist, wurden konkrete Daten verlangt.

Im ersten Unterpunkt des Fragebogens „Betreiber“ finden sich die Kontaktdaten der Anlagenbetreiber. Diese Daten wurden keiner statistischen Auswertung unterzogen. Somit ergeben sich für das Kapitel 3 „Auswertung der Fragebögen“ die 5 Unterkapitel 3.1 „Bescheid“, 3.2 „Prozess“, 3.3 „Betrieb“, 3.4 „Durchmischung“ und 3.5 „Stoffflusswirtschaftliche Betrachtung“.

Wie in Kapitel 2.1 „Vorgangsweise und Bezugsquellen“ bereits erwähnt, lässt sich die Gesamtheit der Anlagen in die Kategorien „In Betrieb“ und „In Planung“ unterteilen. Es werden in jedem Unterkapitel unter der Überschrift I zuerst die Anlagen „In Betrieb“ und anschließend unter der Überschrift II jene „In Planung“ behandelt.

3.1 Bescheid

3.1.1 Datum des Genehmigungsbescheids

Im Sinne einer effektiven Handhabung der Genehmigungsdaten wurden die Anlagen in die 7 Gruppen „1980iger“ (Datum des Genehmigungsbescheids zwischen 1980-1989), „1990iger“ (Datum des Genehmigungsbescheids zwischen 1990-1999), „2000“, „2001“, „2002“, „2003“ und „2004“ eingeteilt, wobei jeweils die erstmalige Genehmigung der Anlage zur Auswertung herangezogen wurde. Daraus ergibt sich, dass eventuelle Genehmigungen zur Erweiterung einer Anlage nicht in die Darstellung einbezogen sind.

I Anlagen „In Betrieb“

Die nachstehende Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Genehmigungen von Biogasanlagen seit den 1980iger Jahren „In Betrieb“. Die steigende Bedeutung von Biogasanlagen in der Abfallbehandlung ist deutlich am Wachstumstrend in den vergangenen 3 Jahren zu erkennen. So ist alleine im Jahr 2004 11 Konsenswerbern die Genehmigung zur Errichtung und Betreibung einer Biogasanlage erteilt worden. Dies entspricht der Summe der Genehmigungen dieser Kategorie in den beiden Jahren zuvor (2002, 2003) oder auch der Gesamtzahl an Genehmigungen dieser Kategorie der beiden letzten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts (1980-1999).

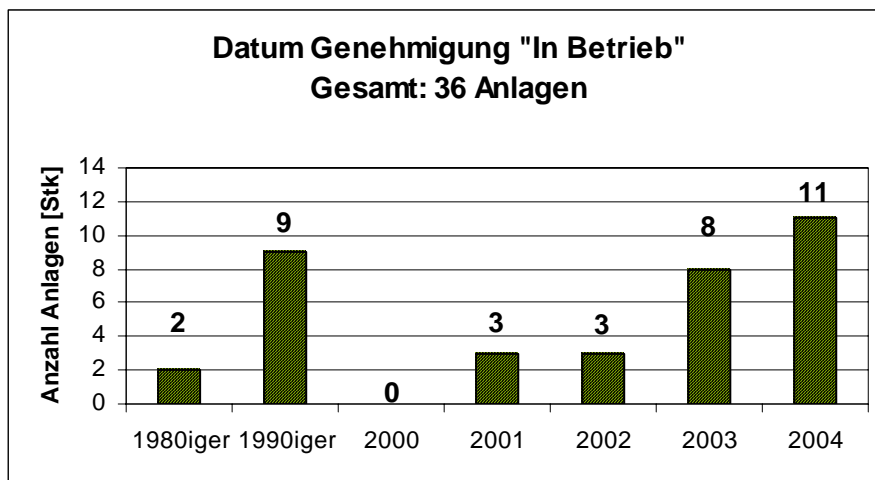


Abb. 2: Verteilung der Anlagen: Genehmigungen „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

In Abbildung 3 ist der status quo der Genehmigungen von Anlagen „In Planung“ ersichtlich. Die 4 Anlagen dieser Kategorie teilen sich vom Standpunkt des Genehmigungsdatums in den Jahren 2002, 2003 und 2004 im Verhältnis 1:2:1 auf.

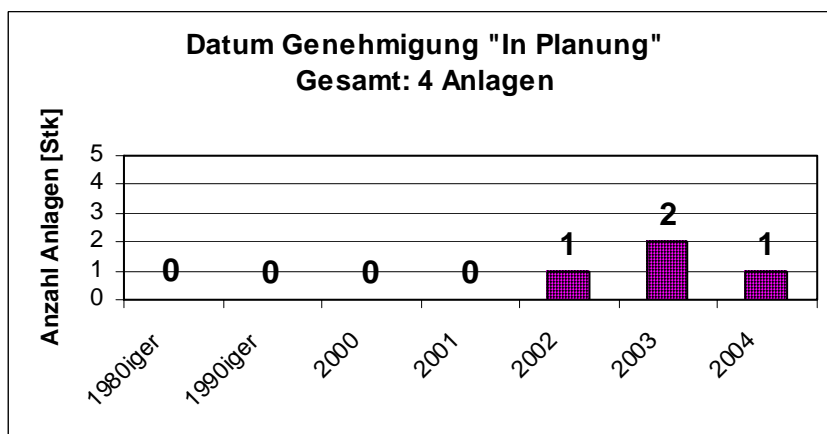


Abb. 3: Verteilung der Anlagen: Genehmigungen „In Planung“

3.1.2 Bewilligungsverfahren

Die Biogasanlagen in der Steiermark können eingeteilt werden in Bewilligungsverfahren nach der Gewerbeordnung, dem Wasserrechtsgesetz, nach einer kombinierten Genehmigung nach der Gewerbeordnung und dem Wasserrechtsgesetz, nach dem Abfallwirtschaftsgesetz und nach dem steiermärkischen Gasgesetz. 5 Betreiber haben in dieser Rubrik keine Angaben gemacht. Daraus ergeben sich die 6 Kategorien GewO, WRG, GewO+WRG, AWG, Gasgesetz und k.A. in den Diagrammen.

I Anlagen „In Betrieb“

Abbildung 4 zeigt die Verteilung der Anlagen nach Bewilligungsverfahren „In Betrieb“. Herausragend ist der überwiegende Anteil von Genehmigungen nach dem Gewerberecht. Mehr als die Hälfte der Biogasanlagen dieser Kategorie sind nach der Gewerbeordnung bewilligt.

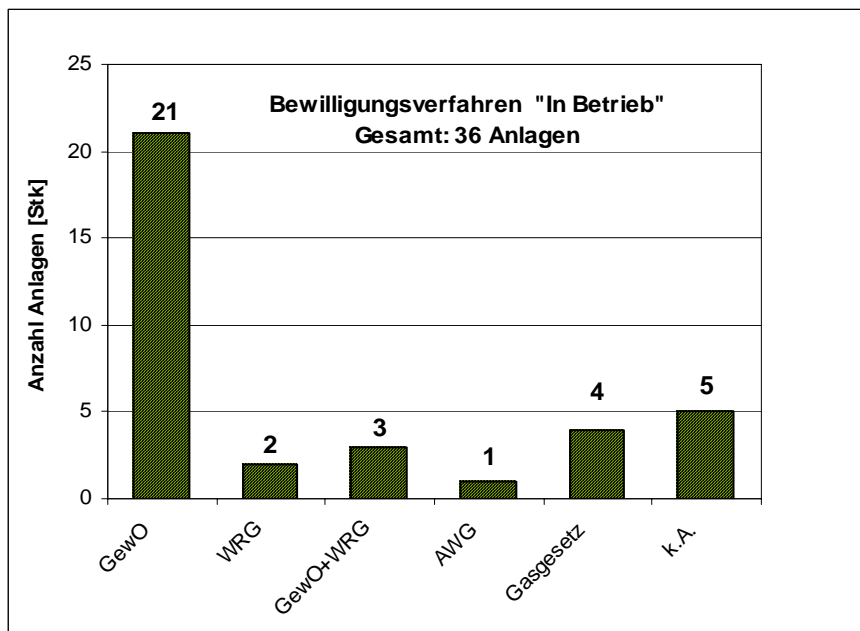


Abb. 4: Verteilung der Anlagen: Bewilligungsverfahren „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

Abbildung 5 hebt den Trend nach Bewilligung nach Gewerberecht bei den Anlagen „In Planung“ noch deutlicher hervor. Sämtliche Anlagen dieser Kategorie wurden nach der Gewerbeordnung bewilligt.

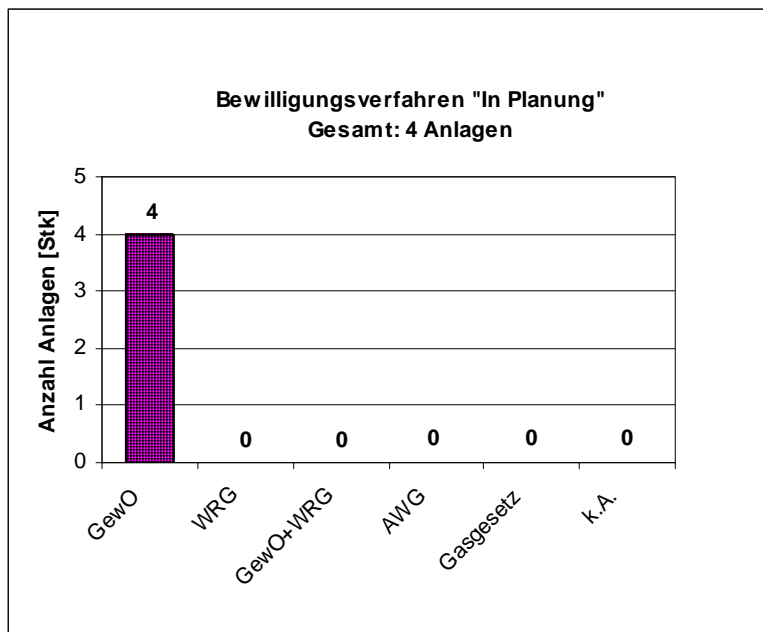


Abb. 5: Verteilung der Anlagen: Bewilligungsverfahren „In Planung“

3.2 Prozess

3.2.1 Beschreibung der Prozessparameter

In diesem Unterkapitel werden die wesentlichen abgefragten Prozessparameter näher beschrieben.

- **Prozesstemperatur**

Dabei kommt der Prozesstemperatur im Hinblick auf eine eventuelle Hygienisierung eine besondere Bedeutung zu. Aus diesem Grund ist der Hygienisierung ein eigenes Unterkapitel gewidmet. Hier soll lediglich auf die Unterscheidung zwischen thermophil und mesophil und die fehlende Einheitlichkeit einer Definition in der Literatur eingegangen werden.

Generell bezeichnen die beiden Begriffe thermophil (aus dem Griechischen „thermos“ = Hitze, „philos“ = Freund, also in etwa mit „hitze liebend“ zu übersetzen) und mesophil („Mittleres liebend“- gemeint sind mittlere Temperaturen) den Parameter Temperatur, unter der entsprechend thermophil bzw. mesophil benannte Mikroorganismen, die das Herzstück des Fermentationsprozesses darstellen, vom Standpunkt der Umgebungstemperatur ideale Lebensbedingungen auffinden. Die Grenze zwischen mesophiler und thermophiler Prozessführung (ab welcher Temperatur der Prozess als thermophil betrachtet werden kann) ist in der Literatur nicht eindeutig definiert. Manche Autoren setzen den mesophilen Bereich bei etwa 33°C-37°C (menschliche Normalkörpertemperatur als Obergrenze) an, es finden sich jedoch auch Beschreibungen, die Temperaturen um 40°C noch als mesophil bezeichnen.

In fachlicher Abstimmung mit der Betreuerin der FA19D wurde die Grenze bei 50°C gezogen. Somit ist für diese Arbeit eine Prozesstemperatur von 50°C oder höher als thermophil definiert.

- **Trockenmasse**

Anhand des Anteils an Trockenmasse (TM) im Fermenter lässt sich der Vergärungsprozess in eine Nassvergärung (< 15% TM) und eine Trockenvergärung (TM 20-40%) unterteilen.

- **Betrieb 1-stufig / 2-stufig**

Unter bestimmten Bedingungen ist es sinnvoll die Hydrolyse von der Methanisierung prozesstechnisch zu trennen. So wird dadurch beispielsweise die Steuerung des pH-Wertes erleichtert. Ein richtig eingestellter und möglichst konstant gehaltener pH-Wert (zwischen 6,8-7,2) ist besonders in der Methanisierungsphase wichtig, da diese Mikroorganismen sehr empfindlich auf Schwankungen im pH-Wert reagieren [1]. Leider hat dieser Punkt im Fragebogen bei vielen Betreibern zu Missverständnissen geführt, da unter der Überschrift Betrieb 1-stufig / 2-stufig oftmals die Vor- bzw. Nachfermentation verstanden wurde. Da es nicht möglich war, alle Betreiber nochmals telefonisch zu erreichen und diesen Punkt abzuklären, wurde dieser Aspekt der Prozessführung aus der Auswertung herausgenommen.

- **Mono/Co-Vergärung**

Mono-Vergärung bezeichnet die Einbringung von nur einer einzigen Substratart in den Fermentationsprozess. Im Gegensatz dazu versteht man unter Co-Vergärung die gemeinsame Vergärung mehrerer Substratarten [6]. Zur exakten Definition siehe auch Kapitel 7.6 „Begriffsbestimmungen“.

- **Hygienisierung**

Entsprechend des Charakters des Fragebogens finden sich im Auswertungsdiagramm die Kategorien Hyg_ ja und Hyg_ nein. Die Hygienisierungsparameter Temperatur [°C], Druck [bar], Verweildauer [min] und Größtkorn [mm] können im Detail den ausgefüllten Fragebögen in den Kapiteln 7.2 „Anhang B Fragebögen In Betrieb“ und 7.3 „Anhang C Fragebögen In Planung“ entnommen werden.

3.2.2 Hygienisierung von Inputmaterial

Wie in 3.2.1 „Beschreibung der Prozessparameter“ bereits erwähnt ist es sinnvoll, der Prozesstemperatur besondere Aufmerksamkeit zukommen zu lassen, da je nach Inputmaterialien und Temperatur im Fermenter eventuell eine Hygienisierung vorgeschaltet werden muss. Dies zieht nicht nur verfahrenstechnische Konsequenzen in der Konzeption einer Anlage nach sich, sondern stellt vor allen Dingen auch aus ökonomischer Sicht eine nicht zu vernachlässigende Größe in Form einer Zusatzinvestition dar.

Eine eingehende Diskussion über die Hygienisierung von Inputmaterialien in Biogasanlagen übersteigt den Rahmen dieser Arbeit. Als Rechtsgrundlage sei verwiesen auf die Tierische-Nebenprodukte-Verordnung (in Folge mit TNP-VO abgekürzt) der Europäischen Gemeinschaft [2], den „Erlass des Bundesministeriums für Gesundheit und Frauen (BMGF) betreffend die Verarbeitung von tierischen Nebenprodukten in Biogas- und Kompostieranlagen“ [3] sowie die Erläuterung des Bundesministeriums für Gesundheit und Frauen zu selbigem Erlass [4].

Zum näheren Verständnis dieses sensiblen Aspekts der Einsatzmaterialien in Biogasanlagen soll jedoch gestützt auf die obig erwähnte Erläuterung des BMGF der Versuch einer Interpretation der Sachlage unternommen werden.

Im ebenfalls bereits erwähnten Erlass des BMGF werden tierische Nebenprodukte als Ausgangsmaterial für Biogasanlagen in die 4 Gruppen A, B, C und D zusammengefasst. Die Einteilung stellt eine Gewichtung im Sinne der Anforderungen an die Verarbeitung der Materialien mit zunehmender Strenge der Auflagen von A nach D dar.

Danach können Materialien der Gruppe A - wie z.B. Gülle, Magen- und Darminhalte - als Rohware ohne vorherige Behandlung eingebracht werden (vorbehaltlich der Beschränkungen auf Grund tiereseuchenrechtlicher Maßnahmen).

Für Materialien der Gruppe B - wie z.B. Küchen- und Speiseabfälle - kommen nationale Vorschriften zum Tragen. Diese sehen für Biogasanlagen eine thermophile Prozessführung der Fermentation unter Einhaltung folgender Parameter vor: Die Temperatur hat mindestens 55°C, die hydraulische Verweilzeit 20 Tage mit garantierter Mindest-Aufenthaltszeit von 24h bei einer maximalen Partikelgröße von 12mm zu betragen. „In mesophil arbeitenden Anlagen (Temperaturbereiche um etwa 36-40°C)...ist eine Hygienisierung erforderlich“ [4, S.2].

Die Gruppe C umfasst sonstige Kat.3-Materialien (Kategorien gemäß TNP-VO) wie z.B. ehemalige Lebensmittel und Schlachtabfälle von gesunden Tieren. Diese Ingredienzien unterliegen den Verarbeitungsnormen gemäß TNP-VO [Anhang VI, Kap. II, C]. Hierfür ist ein Hygienisierungsprozess bei einer Temperatur von 70°C, 60 Minuten Dauer und einem maximalen Größtkorn von 12mm zwingend vorgeschrieben. Zusätzlich zu den Verarbeitungsnormen sind sämtliche Anforderungen gemäß [Anhang VI, Kap. II] der TNP-VO (diese umfassen eine Trennung der Tierhaltung, Desinfektion der Fahrzeuge und Behälter, ordnungsgemäße Kontrolle und Lagerung der Endprodukte, um beispielhaft einige zu nennen) zu erfüllen.

Die strengsten Auflagen obliegen dem Einsatzmaterial der Gruppe D, welches sonstiges Kat.2-Material beinhaltet. Hierzu zählen beispielsweise Flotate oder Siebreste aus Schlachtbetrieben deren Partikeln mehr als 6mm messen. Diese tierischen Nebenprodukte dürfen nur nach Vorbehandlung mit Methode 1 gemäß [Anh. V, Kap. III] der TNP-VO zum Einsatz kommen. Eine derartige Behandlung hat in einem dafür zugelassenen Verarbeitungsbetrieb (Tierkörperverarbeitung) unter den Bedingungen einer Drucksterilisation bei einer Temperatur von 133°C, einem Druck von 3 bar, einer Verweildauer von 20 Minuten in gesättigtem Dampf und einer Partikelgröße von 50mm vorstatten zu gehen.

Abschließend ist zum Thema Inputmaterialien und Hygienisierung zu sagen, dass laut Erlass des BMGF das Einbringen von Kat.1-Material nach der derzeitigen Rechtslage - selbst nach einer Vorbehandlung nach Methode 1 - nicht zulässig ist.

I Anlagen „In Betrieb“

Abbildung 6 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf die abgefragten Prozessparameter. Herausragend ist der überwiegende Anteil der Prozessführung bei weniger als 50°C, unter Bedingungen der Nassvergärung und als Co-Vergärung (Einbringung von mehr als einer Substratart). Mehr als die Hälfte der Betreiber dieser Kategorie gibt an, keine Hygienisierung vorgeschaltet zu haben.

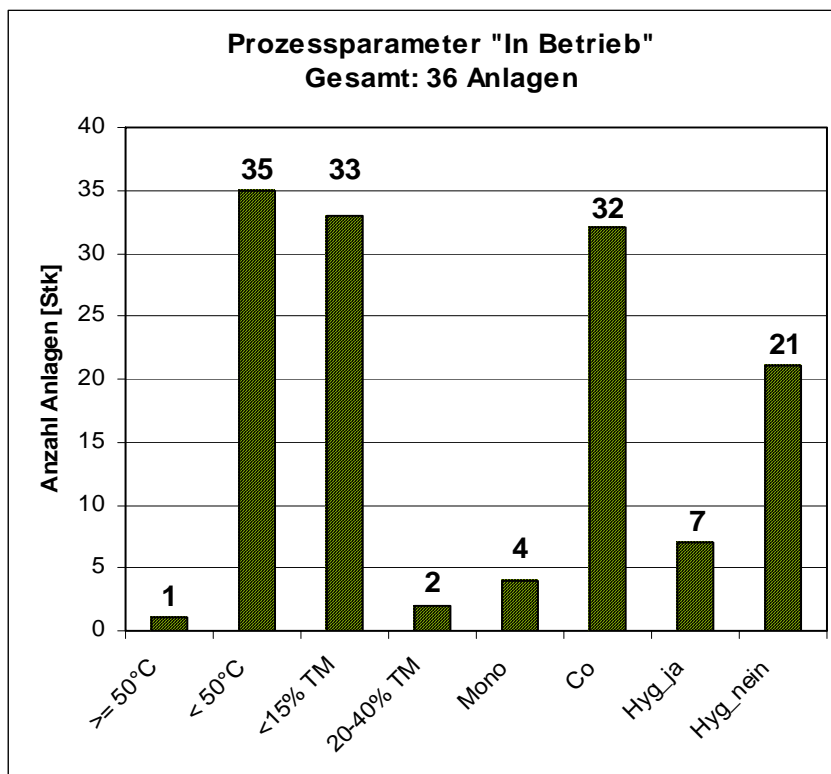


Abb. 6: Verteilung der Anlagen: Prozessparameter „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

Abbildung 7 hebt den Trend nach Prozessführung unter weniger als 50°C sowie unter Bedingungen der Nassvergärung bei den Anlagen „In Planung“ noch deutlicher hervor. Sämtliche Anlagen dieser Kategorie werden mesophil bzw. unter Nassvergärung betrieben. Bei der Verteilung der Anzahl der eingebrachten Substratarten herrscht unter den Anlagen „In Planung“ ein Gleichgewicht. Jeweils 50% werden als Co- bzw. Mono-Vergärung angegeben. Der Parameter Hygienisierung ist durch ein weniger stark ausgeprägtes Übergewicht der Anlagen „In Planung“ ohne eine derartige Einrichtung charakterisiert. Doppelt so viele Anlagen „In Planung“ verzichten auf eine Hygienisierung.

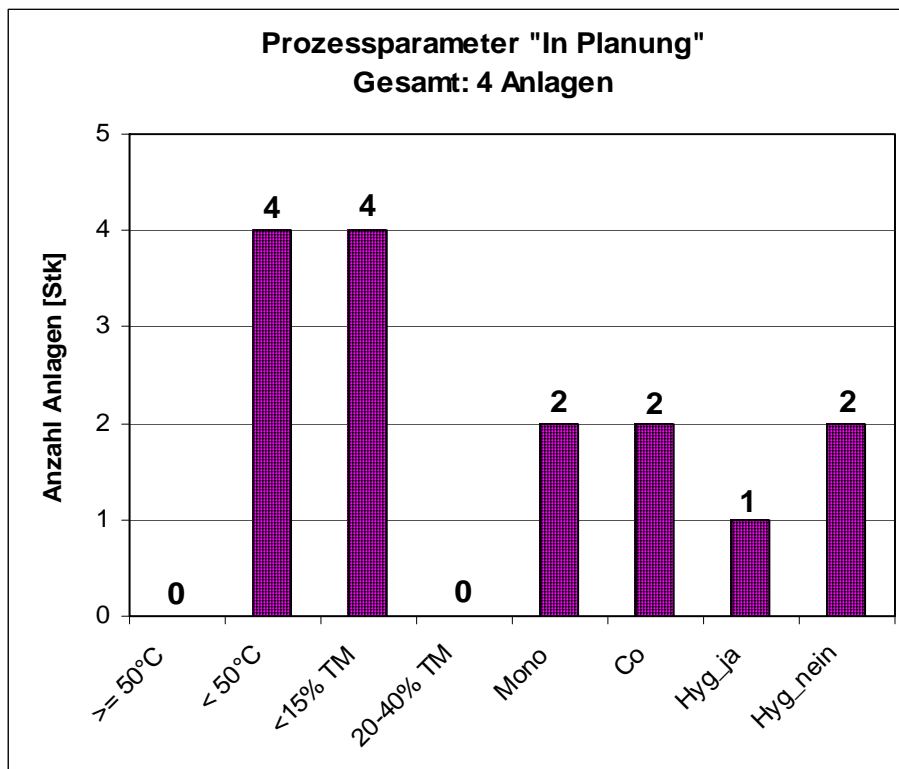


Abb. 7: Verteilung der Anlagen: Prozessparameter „In Planung“

3.3 Betrieb

In diesem Unterkapitel wurde der Schwerpunkt in der Auswertung der Beschickungsart „batch“, „fed-batch“ und „kontinuierlich“ der Fermenter gelegt. Unter einem „batch“-betriebenen Fermenter wird ein diskontinuierlicher Betrieb verstanden. Der Reaktor wird beschickt und erst nach Ende der Reaktion entleert. In einem „fed-batch“ betriebenen Fermenter läuft der Reaktor kontinuierlich, während Beschickung und Entleerung diskontinuierlich vonstatten gehen. Ein „kontinuierlich“ betriebener Fermenter letztlich wird quasi im Endlosbetrieb gefahren. Es wird im gleichen Ausmaß frisches Substrat nachgeliefert, wie ausreagiertes Substrat abgezogen.

Die Information bezüglich eines Voll- oder Probetriebes wurde hingegen in Absprache mit der Betreuerin als von untergeordneter Bedeutung eingestuft und deshalb nicht in die detaillierte Auswertung aufgenommen. Sie kann jedoch spezifisch für jede Anlage den ausgefüllten Fragebogen in den Kapiteln 7.2 „Anhang B Fragebögen In Betrieb“ und 7.3 „Anhang C Fragebögen In Planung“ entnommen werden.

I Anlagen „In Betrieb“

Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf Beschickungsarten der Fermenter. Die überwiegende Mehrheit von 28 der 36 Betreiber dieser Kategorie (rund 78%) hat sich für einen kontinuierlichen Betrieb entschieden. Interessant ist auch die zweitgrößte Gruppe, die eine Kombination eines „fed-batch“ Betriebs mit der kontinuierlichen Betriebsweise gewählt hat, allerdings mit einem Anteil von rund 8% der Anlagen „In Betrieb“ weit hinter den „rein kontinuierlich“ beschickten Anlagen liegt.

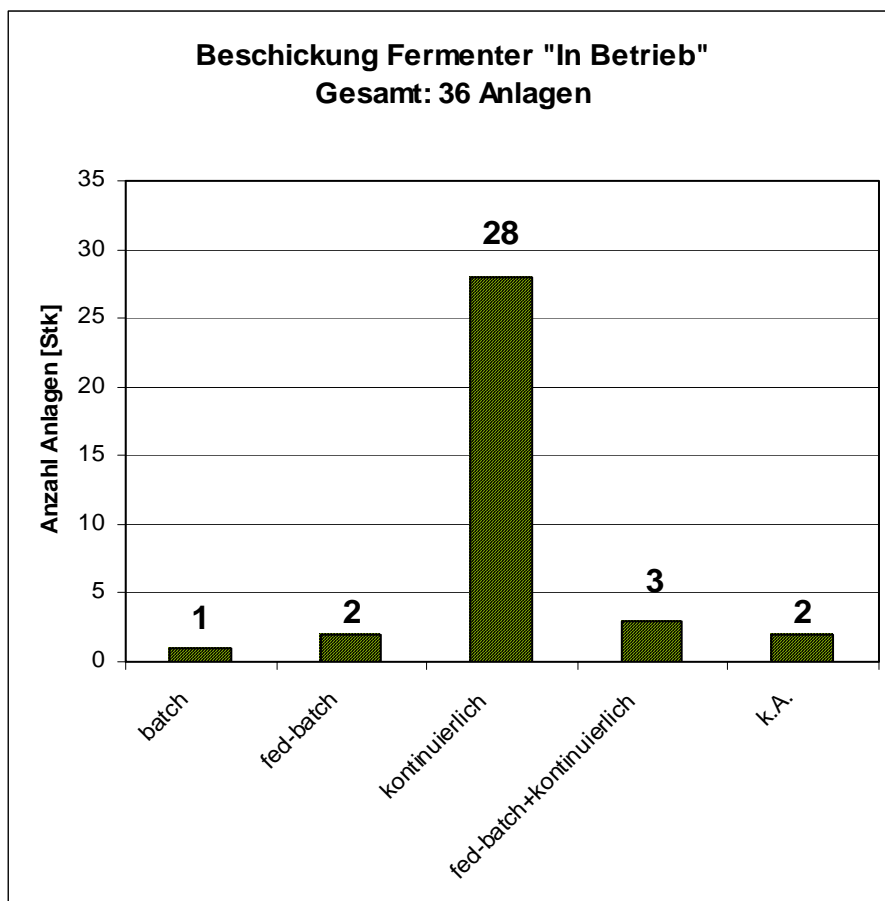


Abb. 8: Verteilung der Anlagen: Beschickungsarten „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

In Abbildung 9 ist ersichtlich, dass sich die Vorherrschaft der kontinuierlichen Beschickung der Fermenter auch bei den Anlagen „In Planung“ fortsetzt. 3 der 4 Betreiber dieser Kategorie haben sich für diese Betriebsart entschieden.

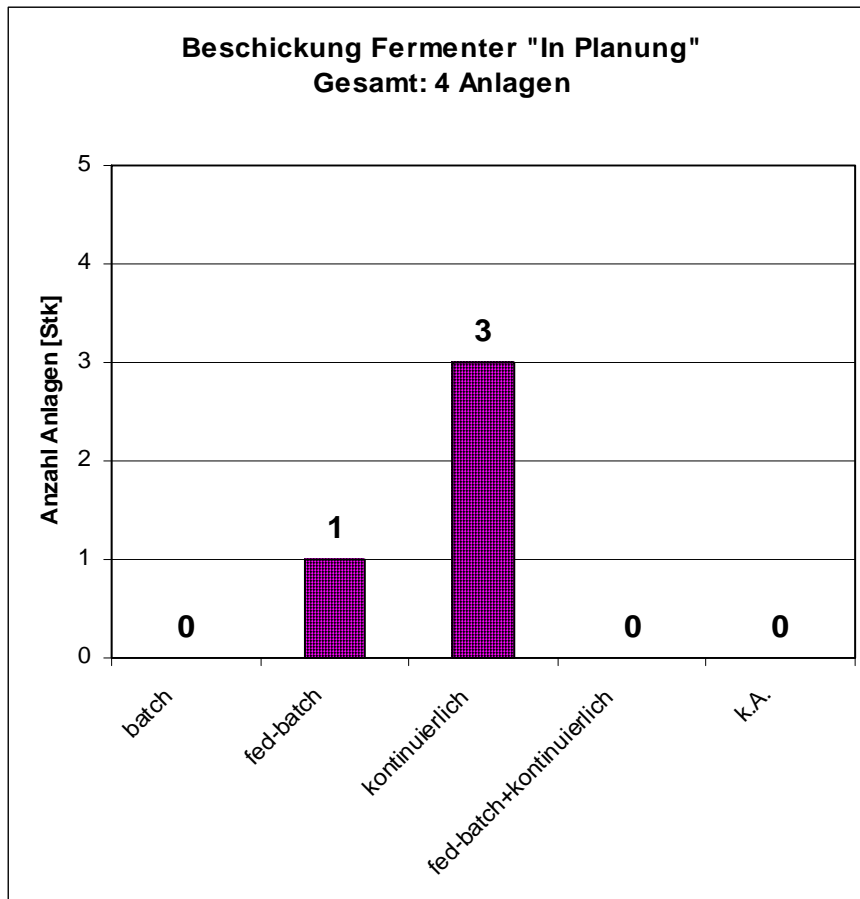


Abb. 9: Verteilung der Anlagen: Beschickungsarten „In Planung“

3.4 Durchmischung

Eine Durchmischung des Substrats im Fermenter dient der Homogenisierung von Nährstoffen und Mikroorganismen und zieht in der Folge eine Erhöhung der (Gas)ausbeute und auch eine Verkürzung der Verweildauer des Substrats im Reaktor nach sich. Es sind drei Arten der Durchmischung in Gebrauch; mechanisch, hydraulisch und pneumatisch, die nach Bedarf auch kombiniert werden können.

I Anlagen „In Betrieb“

Abbildung 10 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf Durchmischungsarten der Fermenter. Die überwiegende Mehrheit von 30 der 36 Betreiber dieser Kategorie (rund 83%) hat sich für eine mechanische Durchmischung entschieden. Diese Gruppe ist 10mal so stark vertreten wie die zweitgrößte Fraktion, jene die eine kombinierte mechanisch-hydraulische Durchmischung gewählt haben.

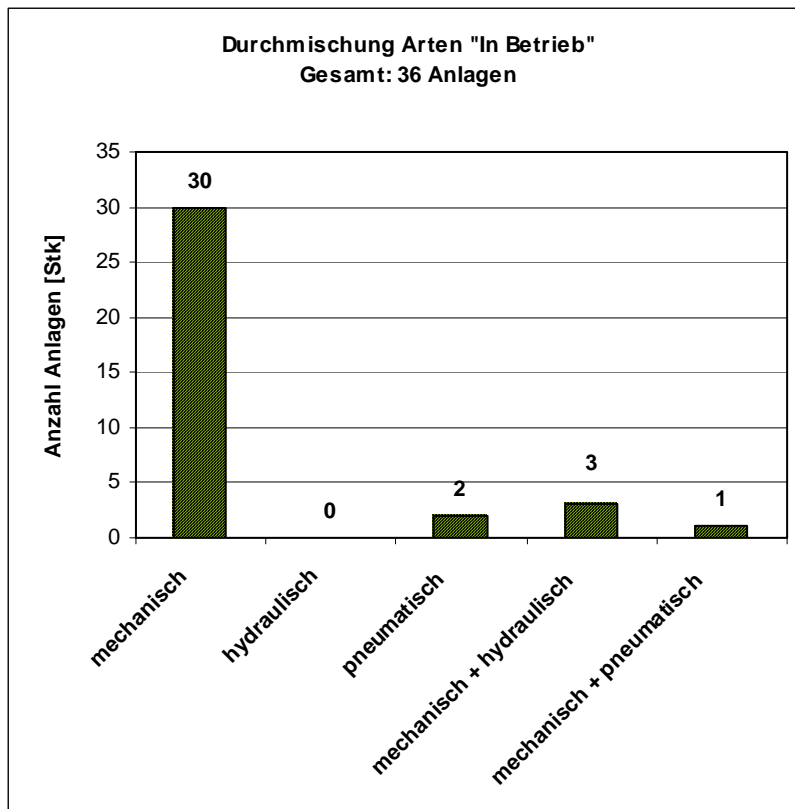


Abb. 10: Verteilung der Anlagen: Durchmischungsarten „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

In der nachstehenden Abbildung 11 ist ersichtlich, dass sich die Vorherrschaft der mechanischen Durchmischung der Fermenter auch bei den Anlagen „In Planung“ fortsetzt. Alle 4 Betreiber dieser Kategorie haben sich für diese Betriebsart entschieden.

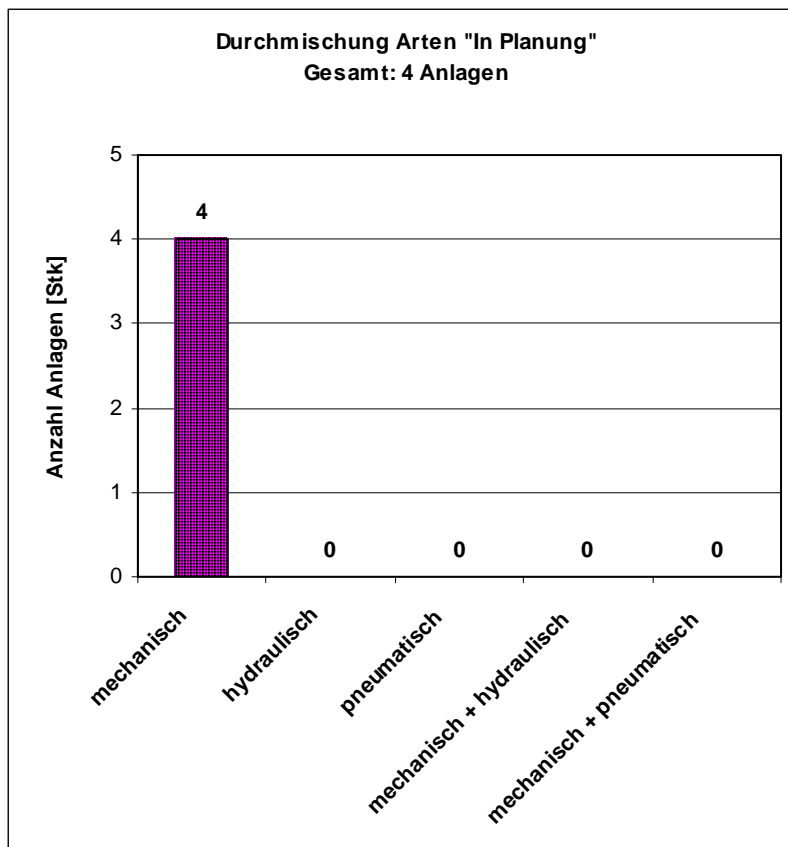


Abb. 11: Verteilung der Anlagen: Durchmischungsarten „In Planung“

3.5 Stoffflusswirtschaftliche Betrachtung

Die stoffflusswirtschaftliche Betrachtung stellt gemäß den Zielvorgaben (siehe Kapitel 1.2 „Zielsetzung“) den dritten Schwerpunkt dieser Arbeit dar. In diesem Kapitel soll ein Eindruck der Stoffflussarten von Biogasanlagen, wie auch deren Größenordnung, vermittelt werden. Dazu wurde die Gesamtheit der Stoffflüsse in die zwei Gruppen „Inputmaterial“ (Kapitel 3.5.1) und „Output“ (Kapitel 3.5.2) unterteilt. Es wird stets zuerst ein Überblick über die Verteilung der Anzahl der Anlagen des jeweiligen Punktes vermittelt und im Anschluss die mengenmäßige Aufstellung präsentiert.

3.5.1 Inputmaterial

Unter Inputmaterial werden in dieser Arbeit jene Substanzen verstanden, die in die Biogasanlagen als Substrate eingebracht werden. Die Materialien waren nach den Merkmalen „Material“, „Schlüsselnummer“, „Herkunft“ und „Menge“ zu spezifizieren und in den Fragebogen einzutragen. In der Spalte „Material“ findet sich eine kurze Bezeichnung der Substanz in Worten. Für die Spalte „Schlüsselnummer“ war die Eintragung der Abfallschlüsselnummern der Inputsubstanzen vorgesehen. Da die Mehrheit der Betreiber zu diesem Punkt keine oder nur unzureichende Angaben gemacht hat, entfällt die Auswertung nach den Schlüsselnummern. Die Mengenangaben sind in Tonnen/Jahr angeführt.

Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften und in der Folge stark divergierenden Verarbeitungsvorschriften - Stichwort Hygienisierung, das im Kapitel 3.2.2 „Hygienisierung von Inputmaterial“ diskutiert wurde - von Substanzen landwirtschaftlichen und gewerblichen Ursprungs, erschien eine Gliederung der Inputmaterialien in die beiden Gruppen „Herkunft: Landwirtschaft“ und „Herkunft: Gewerbe“ sinnvoll. Diese Einteilung schließt jedoch eine Mehrfachnennung in beiden Gruppen von einzelnen Betreibern nicht aus (für die detaillierte Auflistung und Berechnung siehe Kapitel 7.4 „Anhang D Kalkulationstabellen“).

Des Weiteren wurde der Vielzahl von Inputmaterialien im Sinne einer erleichterten Erfassung der Größenordnung der Massenströme mit der Entscheidung die Gruppe „Herkunft: Landwirtschaft“ in die Kategorien I-III sowie die Gruppe „Herkunft: Gewerbe“ in die Kategorien IV-VII noch einmal zu unterteilen, Rechnung getragen.

Tabelle 1 zeigt eine Aufstellung der Unterteilungen der Inputmaterialien und eine Bezeichnung der einzelnen Kategorien.

Tab. 1: Kategorien der Inputmaterialien

Unterteilung der Inputmaterialien	
Herkunft	
Landwirtschaft	
	Kat I = Kategorie I = Wirtschaftsdünger Kat II = Kategorie II = landwirtschaftliche Reststoffe Kat III = Kategorie III = Silage
Gewerbe	
	Kat IV = Kategorie IV = Altfette Kat V = Kategorie V = Speisereste Kat VI = Kategorie VI = Lebensmittelindustrie Kat VII = Kategorie VII = ausgestufte gefährliche Abfälle

Um den Zugriff auf die Daten zu erleichtern, wird die Auswertung der einzelnen Gruppen mit einer eigenen Überschrift versehen präsentiert und anschließend in einer Gesamtdarstellung zusammengefasst.

I Anlagen „In Betrieb“

Inputmaterial aus der Landwirtschaft

Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf die Herkunft des Inputmaterials aus der Landwirtschaft. Aufgrund von Mehrfachnennungen von Kategorien in manchen Betrieben übersteigt die Summe an Nennungen die Gesamtzahl der Betreiber (für die detaillierte Auflistung und Berechnung siehe Kapitel 7.4 „Anhang D Kalkulationstabellen“).

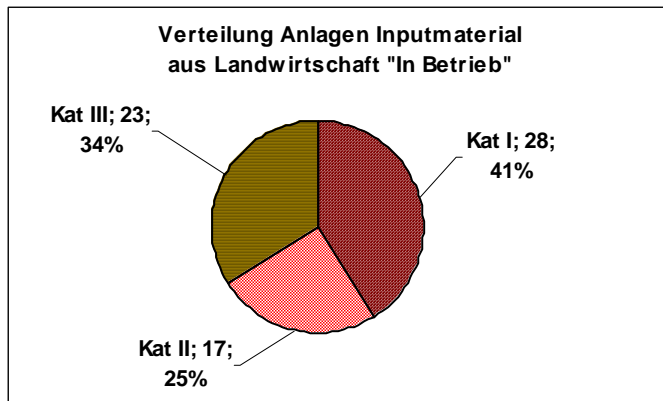


Abb. 12: Verteilung der Anlagen: Inputmaterialien aus Landwirtschaft „In Betrieb“

Abbildung 13 demonstriert die Verteilung der Kategorien I, II und III des Inputmaterials aus der Landwirtschaft der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf die jährlichen Inputmengen. Es zeigt sich deutlich ein überwiegender Anteil an Kategorie III-Material (Silage) von rund 62%. Die Kategorie I (Wirtschaftsdünger) trägt rund 28%, die Kategorie II (landwirtschaftliche Reststoffe) rund 10% zum Gesamtaufkommen bei.

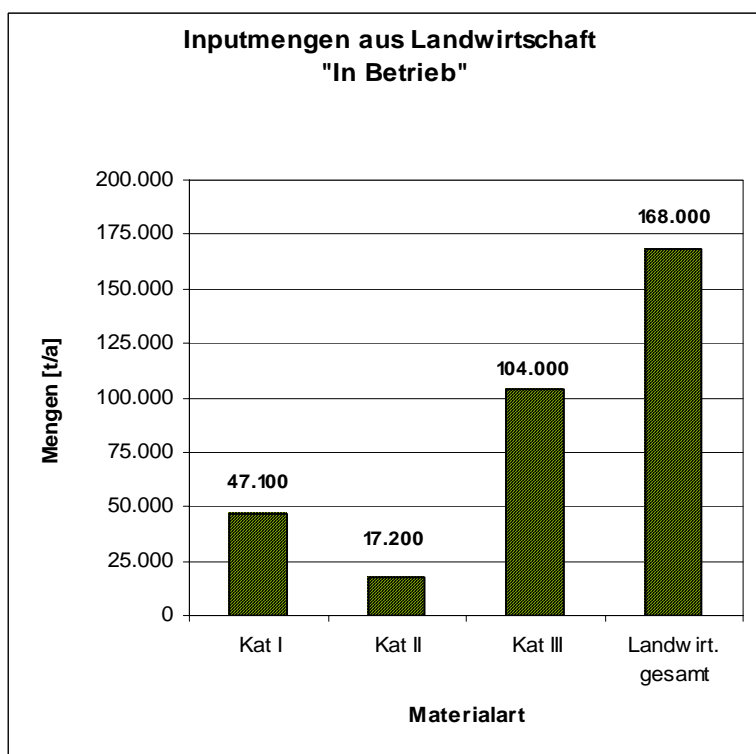


Abb. 13: Inputmengen aus Landwirtschaft „In Betrieb“

Inputmaterial aus Gewerbe

Abbildung 14 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf die Herkunft des Inputmaterials aus Gewerbe.

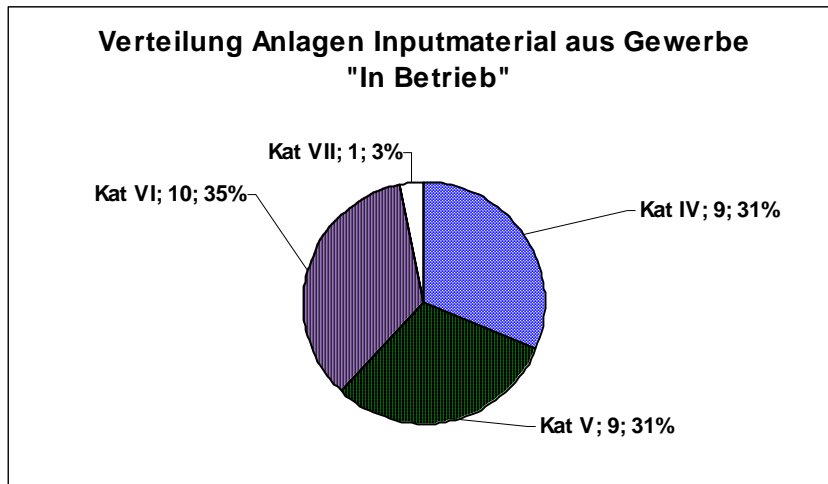


Abb. 14: Verteilung der Anlagen: Inputmaterialien aus Gewerbe „In Betrieb“

Abbildung 15 demonstriert die Verteilung der Kategorien IV, V, VI und VII des Inputmaterials aus Gewerbe der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf die jährlichen Inputmengen. Es zeigt sich deutlich ein überwiegender Anteil an Kategorie VI-Material (Lebensmittelindustrie) von rund 77%. Kategorie V (Speisereste) trägt rund 16% zum Gesamtinput bei, auf die Kategorie IV (Altfette) verfallen rund 7% des Gesamtaufkommens. Die Kategorie VII fällt mit einem Anteil von 0,3%, der von einem einzigen Betreiber aufgebracht wird, zwar mengenmäßig nicht ins Gewicht, ihr kommt allerdings aufgrund ihrer Natur eines ausgestuften gefährlichen Abfalls Brisanz zu, weshalb ihr auch eine eigene Rubrik gewidmet ist.

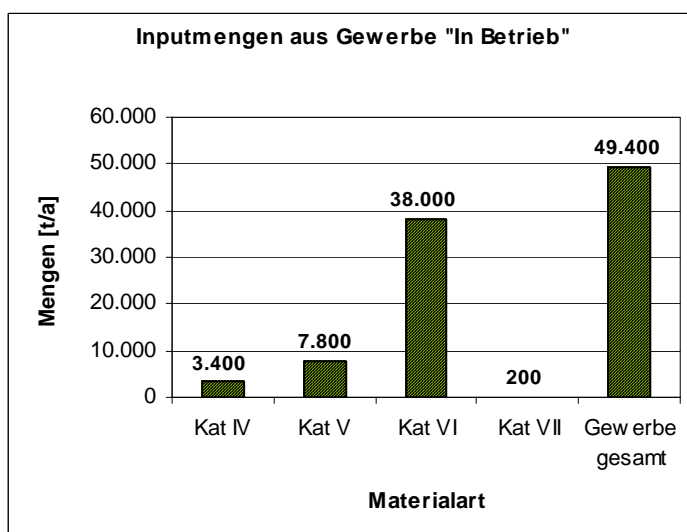


Abb. 15: Inputmengen aus Gewerbe „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

Inputmaterial aus der Landwirtschaft

Abbildung 16 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Planung“ in Bezug auf die Herkunft des Inputmaterials aus der Landwirtschaft. Aufgrund von Mehrfachnennungen von Kategorien in manchen Betrieben übersteigt die Summe an Nennungen die Gesamtzahl der Betreiber (für die detaillierte Auflistung und Berechnung siehe Kapitel 7.4 „Anhang D Kalkulationstabellen“).

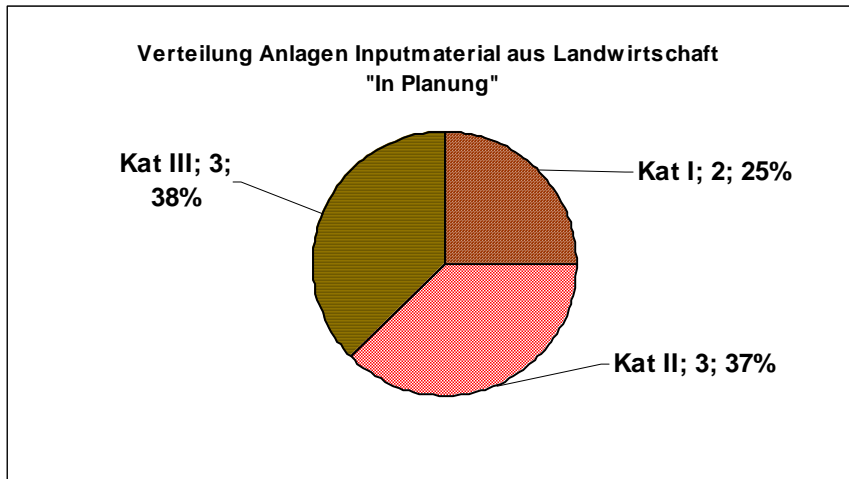


Abb. 16: Verteilung der Anlagen: Inputmaterialien aus Landwirtschaft „In Planung“

Abbildung 17 demonstriert die Verteilung der Kategorien I, II und III des Inputmaterials aus der Landwirtschaft der Anlagen „In Planung“ in Bezug auf die jährlichen Inputmengen. Die 3 Kategorien sind annähernd ausgewogen zu je einem Drittel vertreten, wobei die Kategorie III (Silage) mit rund 38% ein leichtes Übergewicht aufweist und die Kategorien I und II (Wirtschaftsdünger) bzw. (landwirtschaftliche Reststoffe) ex aequo bei rund 31% liegen.

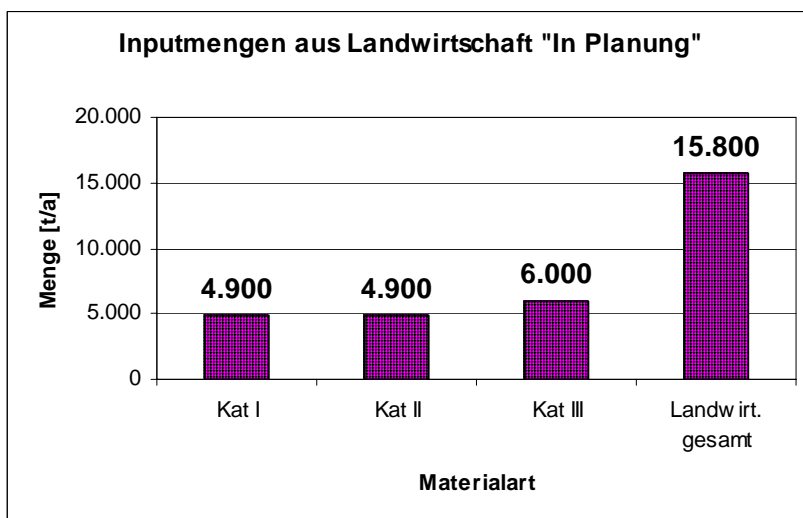


Abb. 17: Inputmengen aus Landwirtschaft „In Planung“

Inputmaterial aus Gewerbe

Abbildung 18 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Planung“ in Bezug auf die Herkunft des Inputmaterials aus Gewerbe.

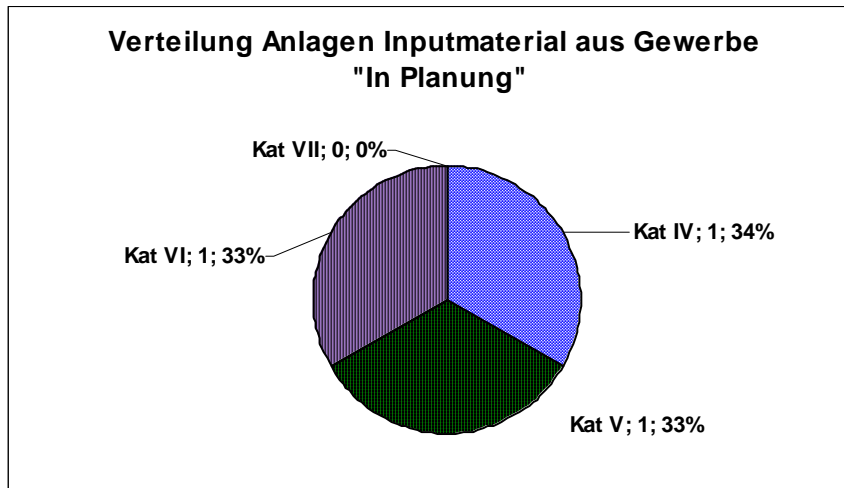


Abb. 18: Verteilung der Anlagen: Inputmaterialien aus Gewerbe „In Planung“

Abbildung 19 demonstriert die Verteilung der Kategorien IV, V, VI und VII des Inputmaterials aus Gewerbe der Anlagen „In Planung“ in Bezug auf die jährlichen Inputmengen. Sie wird durch ein unsymmetrisches Dreieck mit 2 gewichtigen Anteilen in den Kategorien V (40%) und VI (49%) (Speisereste) bzw. (Lebensmittelindustrie) und einem deutlich schwächeren Anteil in der Kategorie IV (11%) (Altfette) charakterisiert.

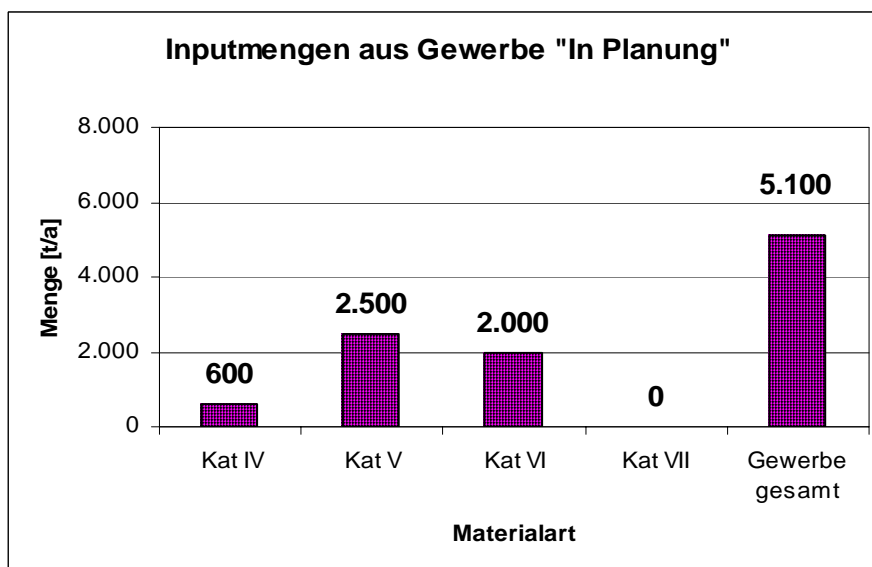


Abb. 19: Inputmengen aus Gewerbe „In Planung“

Inputmaterial Steiermark gesamt

Abbildung 20 vermittelt einen Überblick über die gesamten Inputmengen der Biogasanlagen in der Steiermark. Aus Gründen der anschaulicheren Vergleichbarkeit sind die Anlagen „In Betrieb“ und „In Planung“ in einem Diagramm zusammengefasst. Demnach werden derzeit in die Anlagen „In Betrieb“ rund 218.000 Tonnen/Jahr Material eingebracht. Davon stammen rund 49.400 Tonnen/Jahr (23%) aus gewerblichen Betrieben und rund 168.000 Tonnen/Jahr (77%) aus der Landwirtschaft². Die Gesamtkapazität bei den Anlagen „In Planung“ beträgt rund 20.800 Tonnen/Jahr, wovon rund 5.100 Tonnen/Jahr (24%) gewerblicher Herkunft und rund 15.800 Tonnen/Jahr (76%) dem Sektor Landwirtschaft zuzuordnen sind³. Im Vergleich status quo zu Kapazität „In Planung“ lässt sich etwa ein Faktor 10 erkennen. Nach Einbindung der derzeit geplanten Anlagen werden die insgesamt 40 Biogasanlagen der Steiermark rund 239.000 Tonnen/Jahr Material verarbeiten⁴.

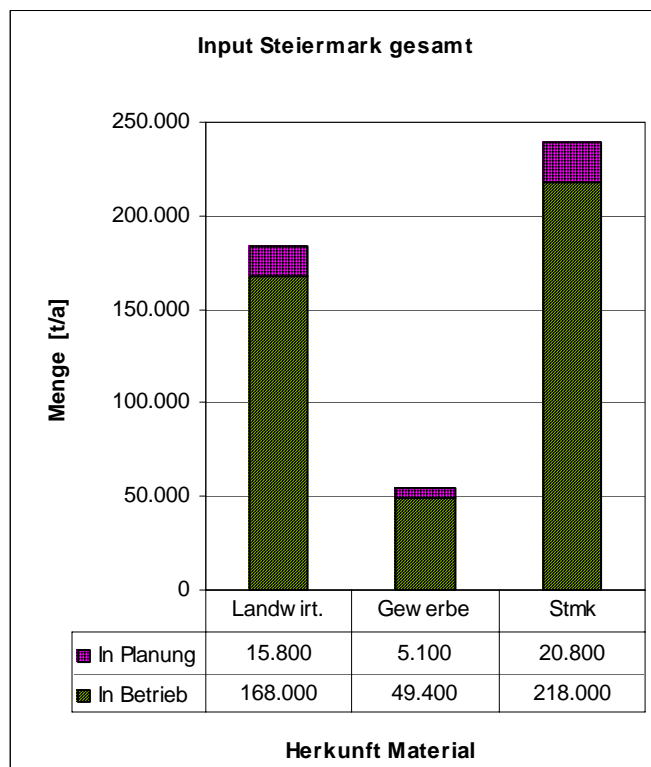


Abb. 20: Inputmengen Steiermark gesamt

² Die Summe der im Diagramm und Text verwendeten gerundeten Werte beträgt 217.400. Der angegebene Wert 218.000 ergibt sich aus den Rundungsregeln, siehe Kapitel 2.2 Berechnungsweise.

³ Die Summe der im Diagramm und Text verwendeten gerundeten Werte beträgt 20.900. Der angegebene Wert 20.800 ergibt sich aus den Rundungsregeln, siehe Kapitel 2.2 Berechnungsweise.

⁴ Die Summe der im Diagramm und Text verwendeten gerundeten Werte beträgt 238.800. Der angegebene Wert 239.000 ergibt sich aus den Rundungsregeln, siehe Kapitel 2.2 Berechnungsweise.

3.5.2 Output

Dieses Unterkapitel richtet sein Augenmerk auf jene Stoffflüsse, die aus den Biogasanlagen herauskommen. Im Gegensatz zu Kapitel 3.5.1 „Inputmaterial“, das seinen Fokus rein auf die Materialien, die in eine Biogasanlage eingebracht werden, legt, werden unter dem Begriff Output sowohl die materiellen als auch die energetischen Produkte und die Verwertung des vergorenen Materials betrachtet. Als materielle Produkte verlassen Biogasgülle und Gärrückstände⁵, subsumierend als „Vergorenes“ bezeichnet, die Anlage, während sich eine Anlage vom energetischen Standpunkt mit der erzeugten elektrischen und thermischen Energie charakterisieren lässt. Entsprechend werden die einzelnen Aspekte „materielle Produkte“, „elektrischer“ und „thermischer Output“ sowie „stoffliche Verwertung“ jeweils in einem eigenen Unterkapitel 3.5.2.1 „Stofflich“, 3.5.2.2 „Elektrisch“, 3.5.2.3 „Thermisch“ und 3.5.2.4 „Stoffliche Verwertung“ bearbeitet. Aufgrund der Struktur der Outputdaten erschien es sinnvoll, die Outputmengen „In Betrieb“ und „In Planung“ gemeinsam im Überblick zu präsentieren. Deshalb erfolgt in den Unterkapiteln lediglich die Beschreibung der Anlagenverteilung getrennt nach den Überschriften „I Anlagen in Betrieb“ und „II Anlagen In Planung“.

3.5.2.1 Stofflich

I Anlagen „In Betrieb“

Abbildung 21 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf den Output Vergorenes. Unter der Annahme, dass sämtliche Biogasanlagen auch tatsächlich Biogas erzeugen, liefert die Spalte Biogas keine einer Auswertung würdig befundene Information. Deshalb demonstriert dieses Diagramm nur die Anzahl der Anlagen im Hinblick auf Biogasgülle, Gärrückstände und den gemeinsamen Anfall von Biogasgülle und Gärrückständen. Aufgrund von fehlenden Angaben von 4 Betreibern stimmt die Summe der Segmente (32) nicht mit der Gesamtsumme der Biogasanlagen „In Betrieb“ (36) überein (für die detaillierte Auflistung und Berechnung siehe Kapitel 7.4 „Anhang D Kalkulationstabellen“. Anmerkung: Die Auswertung zählt in der Spalte Biogas nur 29 der 36 Anlagen „In Betrieb“. Diese Abweichung ist ebenfalls auf nicht erfolgte Angaben zu diesem Punkt seitens der Betreiber zurückzuführen).

⁵Es ist im Rahmen einer fachlichen Diskussion zum Thema Biogas von Bedeutung, die Bezeichnungen „Gülle“, „Biogasgülle“ und „Gärrückstände“ auseinander zu halten. Zur exakten Definition dieser Begriffe siehe auch Kapitel 7.6 „Anhang F Begriffsbestimmungen“

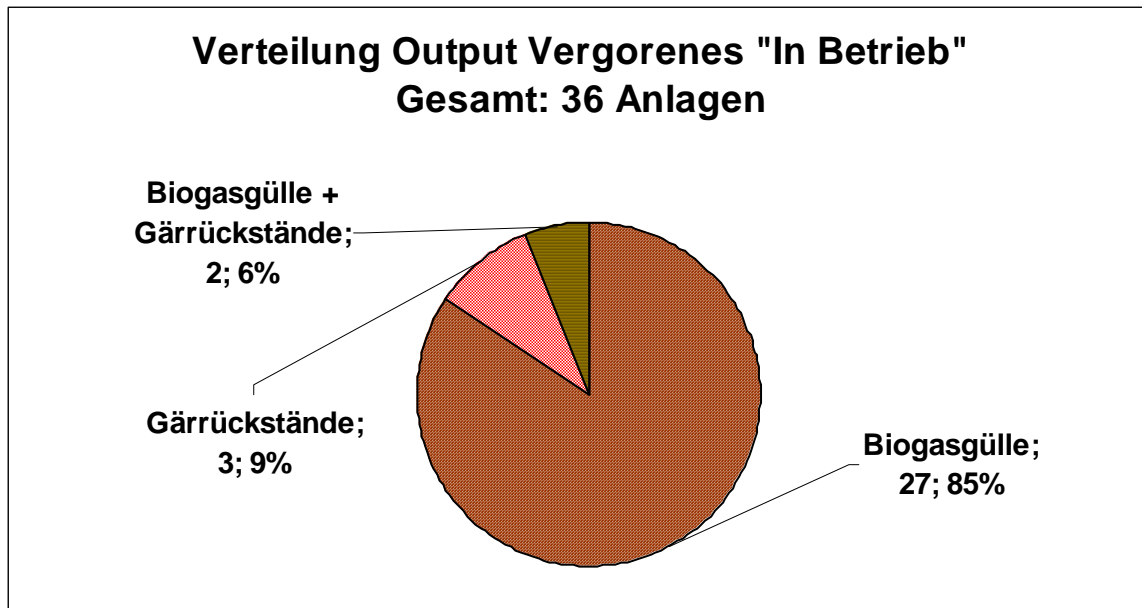


Abb. 21: Verteilung der Anlagen: Output Vergorenes „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

Abbildung 22 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Planung“ in Bezug auf den Output Vergorenes. Unter der Annahme, dass sämtliche Biogasanlagen auch tatsächlich Biogas erzeugen, liefert die Spalte Biogas keine einer Auswertung würdig befundene Information. Deshalb demonstriert dieses Diagramm nur die Anzahl der Anlagen im Hinblick auf Biogasgülle, Gärrückstände und den gemeinsamen Anfall von Biogasgülle und Gärrückständen.

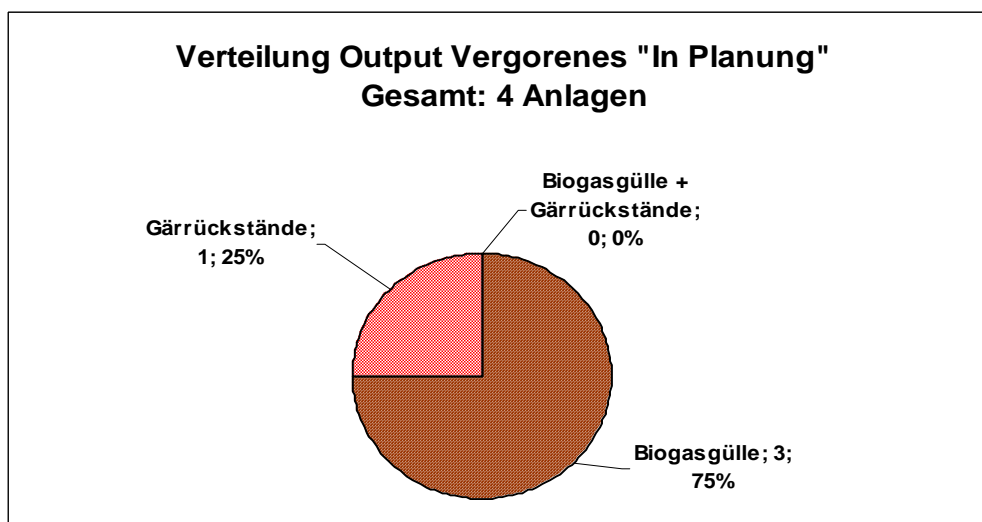


Abb. 22: Verteilung der Anlagen: Output Vergorenes „In Planung“

Output stofflich Steiermark gesamt

Abbildung 23 vermittelt einen Überblick über die gesamten stofflichen Outputmengen aus Biogasanlagen in der Steiermark. Aus Gründen der anschaulicheren Vergleichbarkeit sind die Anlagen „In Betrieb“ und „In Planung“ in einem Diagramm zusammengefasst. Demnach entstehen derzeit in den Anlagen „In Betrieb“ rund 228.000 Tonnen/Jahr Material.

Dieser stoffliche Gesamtoutput setzt sich aus rund 37.100 Tonnen/Jahr (16%) Biogas, rund 174.000 Tonnen/Jahr (76%) Biogasgülle und rund 16.800 Tonnen/Jahr (7%) Gärrückstände zusammen⁶. Herausragend ist der hohe Anteil an Biogasgülle, der mehr als 3/4 der Gesamtmenge ausmacht. Die nicht gasförmigen Produkte Biogasgülle und Gärrückstände des Biogasprozesses ergeben zusammengefasst 191.000 Tonnen/Jahr (84%). Diese Sparte wurde bewusst explizit noch einmal angeführt, da sie jenen Stofffluss darstellt, der einer stofflichen Verwertung zugänglich gemacht wird. Dieser Aspekt mag für die Betrachtung von landwirtschaftlichen Aufbringungsflächen bzw. Kompostierkapazitäten (je nach Verwertungsschiene, siehe Kapitel 3.5.2.4 „Stoffliche Verwertung“) von Interesse sein.

Die Gesamtkapazität bei den Anlagen „In Planung“ beträgt rund 25.500 Tonnen/Jahr, wovon rund 6.600 Tonnen/Jahr (21%) der Sparte Biogas, rund 23.500 Tonnen/Jahr (73%) der Sparte Biogasgülle und rund 2.000 Tonnen/Jahr (6%) der Sparte Gärrückstände zuzuordnen sind. Die geringe mengenmäßige Gewichtung der Gärrückstände aus Anlagen „In Planung“ wird - durch die breite Streuung der Größenordnungen im Diagramm bedingt - unfreiwilligerweise zusätzlich betont. Der Eintrag „Gärrückstände“ ist sehr wohl vorhanden, allerdings aufgrund des Maßstabs kaum erkennbar. Der Anteil an Vergorenem beträgt rund 25.500 Tonnen/Jahr (79%). Nach Einbindung der derzeit geplanten Anlagen werden die insgesamt 40 Biogasanlagen der Steiermark rund 260.000 Tonnen/Jahr Material produzieren.

⁶ Die Summe der im Diagramm und Text verwendeten gerundeten Werte beträgt 227.900. Der angegebene Wert 228.000 ergibt sich aus den Rundungsregeln, siehe Kapitel 2.2 Berechnungsweise.

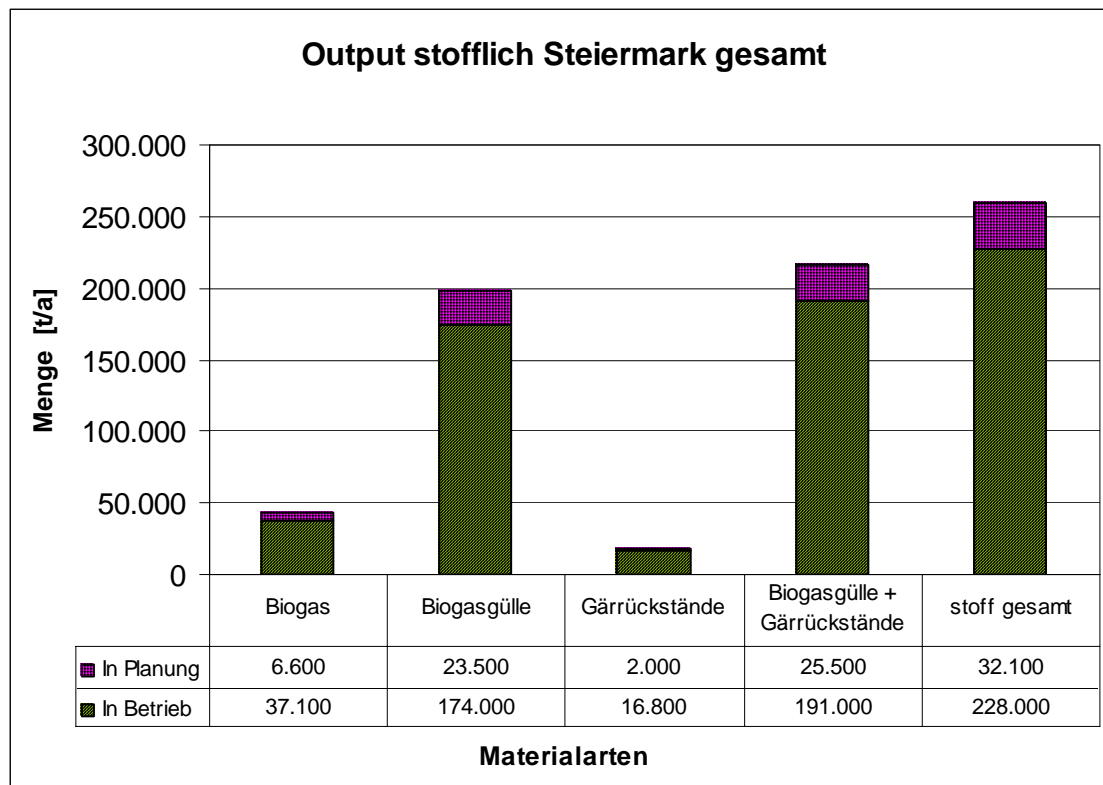


Abb. 23: Outputmengen stofflich Steiermark gesamt

3.5.2.2 Elektrisch

Im Sinne eines erleichterten Überblicks über die produzierte elektrische Leistung wurden die Anlagen nach der Größe der Leistung in die Kategorien A, B und C eingeteilt.

Tabelle 2 zeigt eine Aufstellung der Leistungsbereiche der Kategorien A, B und C.

Tab. 2: Leistungsbereiche Kategorien elektrisch

Leistungsbereiche Kategorien elektrisch
Kat A = Kategorie A =< 999 MWh/a
Kat B = Kategorie B = 1000-3499 MWh/a
Kat C = Kategorie C = 3500-5000 MWh/a

I Anlagen „In Betrieb“

Abbildung 24 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf den Output elektrische Leistung. Dieses Diagramm demonstriert die Anzahl der Anlagen in den Kategorien A, B und C sowie den Anteil der Anlagen, die das erzeugte Biogas lediglich hinsichtlich des thermischen Energiegehalts verwerten und keine Verstromung vorsehen.

Aufgrund von fehlenden Angaben von 2 Betreibern stimmt die Summe der Segmente (34) nicht mit der Gesamtsumme der Biogasanlagen „In Betrieb“ (36) überein.

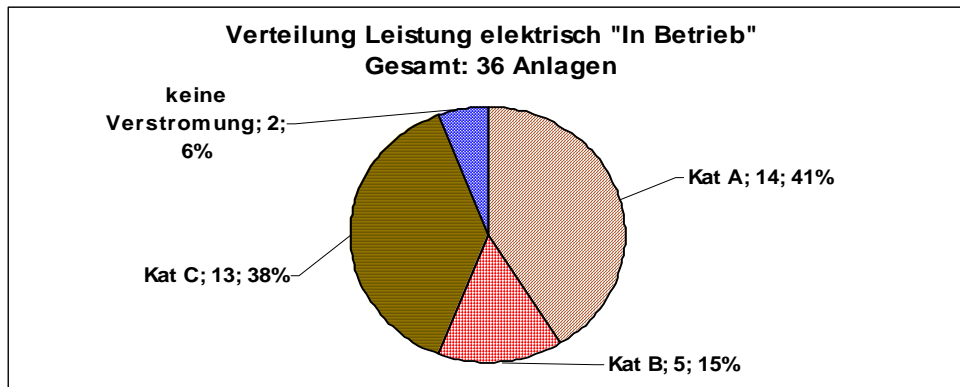


Abb. 24: Verteilung der Anlagen: Output elektrische Leistung „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

Abbildung 25 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Planung“ in Bezug auf den Output elektrische Leistung. Dieses Diagramm demonstriert die Anzahl der Anlagen in den Kategorien A, B und C sowie den Anteil der Anlagen, die das erzeugte Biogas lediglich hinsichtlich des thermischen Energiegehalts verwerten und keine Verstromung vorsehen. Wie aus der Aufstellung ersichtlich (0 Anlagen betreiben keine Verstromung) ist dies jedoch bei den Anlagen „In Planung“ nicht der Fall. Daraus kann geschlossen werden, dass sämtliche Anlagen „In Planung“ sowohl für eine elektrische als auch für eine thermische Verwertung des erzeugten Biogases konzipiert sind.

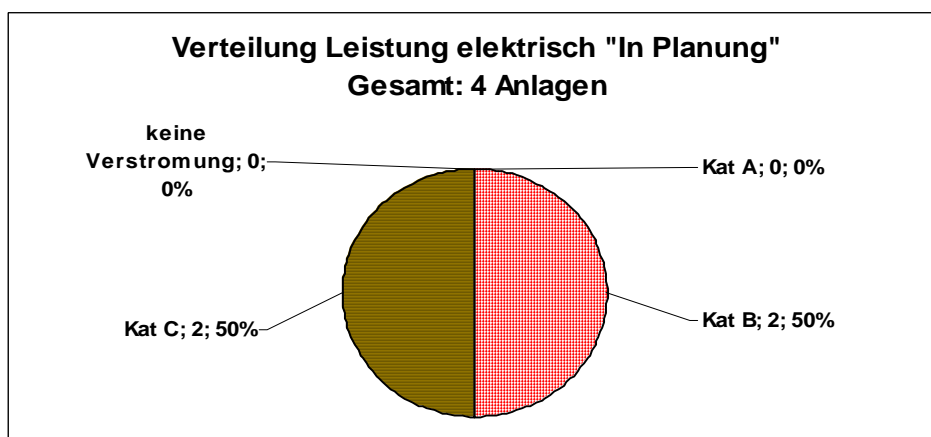


Abb. 25: Verteilung der Anlagen: Output elektrische Leistung „In Planung“

Output elektrisch Steiermark gesamt

Abbildung 26 vermittelt einen Überblick über den gesamten elektrischen Output aus Biogasanlagen in der Steiermark. Aus Gründen der anschaulicheren Vergleichbarkeit sind die Anlagen „In Betrieb“ und „In Planung“ in einem Diagramm zusammengefasst.

Demnach entstehen derzeit in den Anlagen „In Betrieb“ rund 70.600 Megawattstunden/Jahr (in Folge mit MWh/a abgekürzt) elektrische Leistung. Zu dieser elektrischen Gesamtleistung tragen die Anlagen der Kategorie A rund 5.200 MWh/a (7%), jene der Kategorie B rund 7.800 MWh/a (11%) und jene der Kategorie C rund 57.700 MWh/a (82%), bei⁷. Bezeichnend lässt sich mit einem Blick auf die Verteilung der Anzahl der Anlagen feststellen, dass sich Kategorie C (13 Anlagen) und A (14 Anlagen) in etwa die Waage halten, in den 13 leistungsstärksten Anlagen jedoch mehr als 10mal so viel elektrische Energie wie in den 14 leistungsschwächsten Anlagen erzeugt wird.

Die Gesamtkapazität bei den Anlagen „In Planung“ beträgt rund 12.000 MWh/a, wovon rund 4.000 MWh/a (33%) der Kategorie B und rund 8.000 MWh/a (67%) der Kategorie C zuzuordnen sind. Keine der Anlagen „In Planung“ sieht eine elektrische Leistung kleiner als 1000 MWh/a (Kategorie A) vor. Daraus lässt sich ein eindeutiger Trend in den zukünftigen Biogasanlagen zu höherer Leistung ablesen. Nach Einbindung der derzeit geplanten Anlagen werden die insgesamt 40 Biogasanlagen der Steiermark rund 82.600 MWh/a elektrische Leistung produzieren.

⁷ Die Summe der im Diagramm und Text verwendeten gerundeten Werte beträgt 70.700. Der angegebene Wert 70.600 ergibt sich aus den Rundungsregeln, siehe Kapitel 2.2 Berechnungsweise.

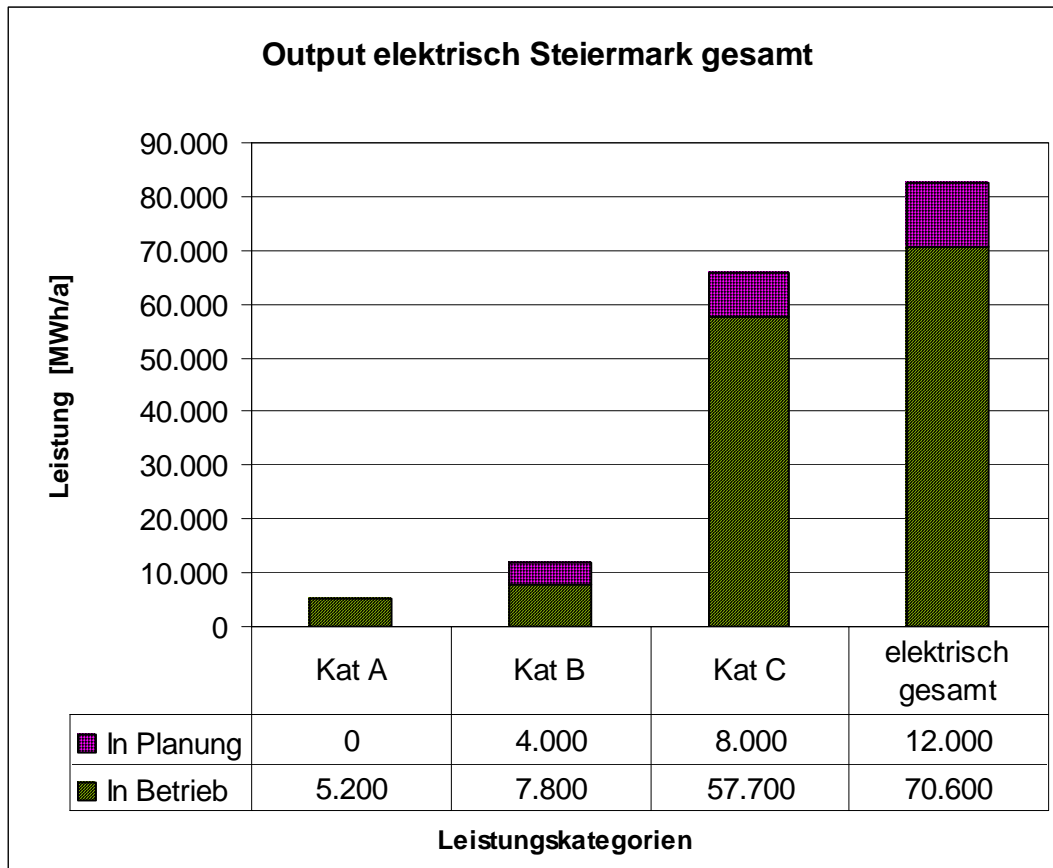


Abb. 26: Output elektrisch Steiermark gesamt

3.5.2.3 Thermisch

Im Sinne eines erleichterten Überblicks über die produzierte thermische Leistung wurden die Anlagen nach der Größe der Leistung in die Kategorien X, Y und Z eingeteilt.

Tabelle 3 zeigt eine Aufstellung der Leistungsbereiche der Kategorien X, Y und Z.

Tab. 3: Leistungsbereiche Kategorien thermisch

Leistungsbereiche Kategorien thermisch
Kat X = Kategorie X =< 999 MWh/a
Kat Y = Kategorie Y= 1000-3499 MWh/a
Kat Z = Kategorie Z = 3500-6500 MWh/a

I Anlagen „In Betrieb“

Abbildung 27 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf den Output thermische Leistung. Dieses Diagramm demonstriert die Anzahl der Anlagen in den Kategorien X, Y und Z sowie den Anteil der Anlagen, die keine thermische Verwertung des Biogases vorsehen. Wie aus der Aufstellung ersichtlich (0 Anlagen betreiben keine thermische Verwertung) ist dies jedoch bei den Anlagen „In Betrieb“ nicht der Fall. Daraus kann geschlossen werden, dass sämtliche Anlagen „In Betrieb“ für eine thermische Verwertung des erzeugten Biogases konzipiert sind. Aufgrund von fehlenden Angaben von 3 Betreibern stimmt die Summe der Segmente (33) nicht mit der Gesamtsumme der Biogasanlagen „In Betrieb“ (36) überein.

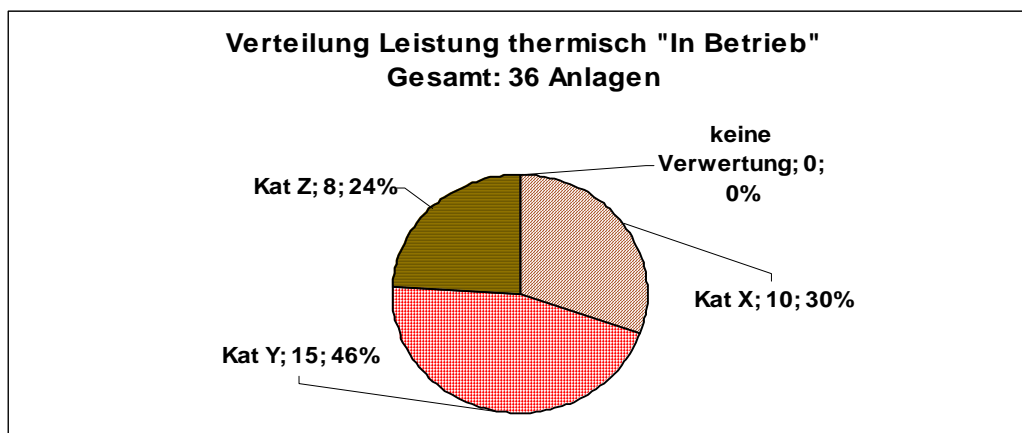


Abb. 27: Verteilung der Anlagen: Output thermische Leistung „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

Abbildung 28 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Planung“ in Bezug auf den Output thermische Leistung. Dieses Diagramm demonstriert die Anzahl der Anlagen in den Kategorien X, Y und Z sowie den Anteil der Anlagen, die keine thermische Verwertung des Biogases vorsehen. Dies ist jedoch wie bei den Anlagen „In Betrieb“ mit den gleichen Konsequenzen nicht der Fall.

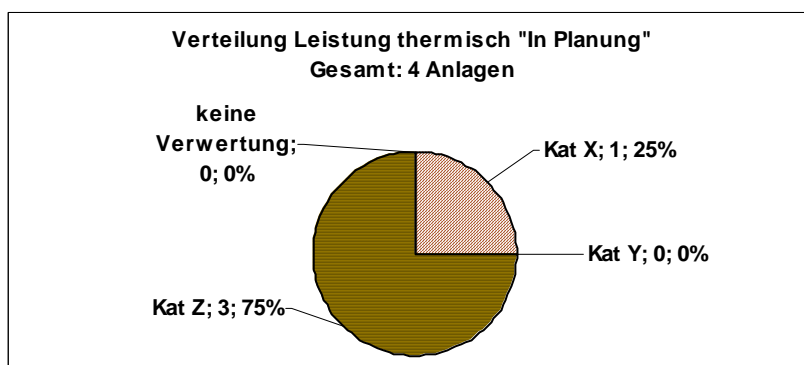


Abb. 28: Verteilung der Anlagen: Output thermische Leistung „In Planung“

Output thermisch Steiermark gesamt

Abbildung 29 vermittelt einen Überblick über den gesamten thermischen Output aus Biogasanlagen in der Steiermark. Aus Gründen der anschaulicheren Vergleichbarkeit sind die Anlagen „In Betrieb“ und „In Planung“ in einem Diagramm zusammengefasst.

Demnach entstehen derzeit in den Anlagen „In Betrieb“ rund 70.900 Megawattstunden/Jahr (in Folge mit MWh/a abgekürzt) thermische Leistung. Zu dieser thermischen Gesamtleistung tragen die Anlagen der Kategorie X rund 2.200 MWh/a (3%), jene der Kategorie Y rund 28.200 MWh/a (40%) und jene der Kategorie Z rund 40.500 MWh/a (57%), bei. Bezeichnend lässt sich mit einem Blick auf die Verteilung der Anzahl der Anlagen feststellen, dass in der Kategorie Z mit rund der Hälfte (8) der Anlagen der Kategorie Y (15) beinahe eineinhalbmal so viel thermische Energie erzeugt wird.

Die Gesamtkapazität bei den Anlagen „In Planung“ beträgt rund 14.300 MWh/a, wovon rund 800 MWh/a (6%) der Kategorie X und rund 13.500 MWh/a (94%) der Kategorie Z zuzuordnen sind. Die geringe leistungsmäßige Gewichtung der Kategorie X aus Anlagen „In Planung“ wird - durch die breite Streuung der Größenordnungen im Diagramm bedingt - unfreiwilligerweise zusätzlich betont. Der Eintrag der Kategorie X ist sehr wohl vorhanden, allerdings aufgrund des Maßstabs kaum erkennbar. Keine der Anlagen „In Planung“ sieht eine thermische Leistung im Bereich 1000-3500 MWh/a (Kategorie Y) vor⁸. Daraus lässt sich ein eindeutiger Trend in den zukünftigen Biogasanlagen zu höherer Leistung ablesen. Nach Einbindung der derzeit geplanten Anlagen werden die insgesamt 40 Biogasanlagen der Steiermark rund 85.100 MWh/a thermische Leistung produzieren⁹.

⁸ Die Kategorie Y ist in einem Bereich von 1000-3499 MWh/a thermischer Leistung definiert. Die obere Grenze wurde im Dienste der Anschaulichkeit an dieser Stelle im Text bewusst auf 3500 MWh/a aufgerundet.

⁹ Die Summe der im Diagramm und Text verwendeten gerundeten Werte beträgt 85.200. Der angegebene Wert 85.100 ergibt sich aus den Rundungsregeln, siehe Kapitel 2.2 Berechnungsweise.

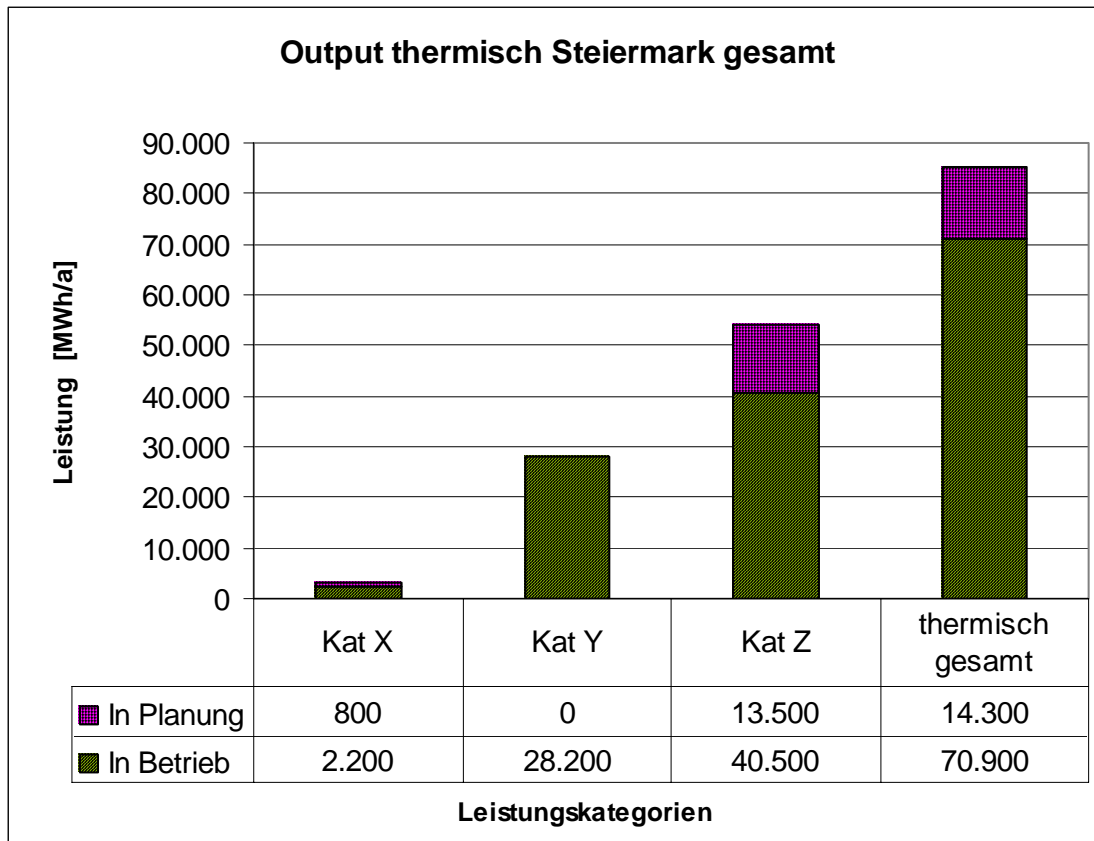


Abb. 29: Output thermisch Steiermark gesamt

3.5.2.4 Stoffliche Verwertung

Gestützt auf das Datenmaterial der 40 Anlagenbetreiber, die in dieser Arbeit erfasst wurden, lässt sich folgende Aussage formulieren: Die stoffliche Verwertung der materiellen Produkte Biogasgülle und Gärrückstände des Biogasprozesses erfolgt in der Steiermark mittels Aufbringung auf landwirtschaftliche Flächen und durch Kompostierung. Diese beiden Verwertungsschienen stehen jedoch in ihrer mengenmäßigen Bedeutung - gemessen an Masse Outputmaterial in Tonnen/Jahr, die den jeweiligen Weg beschreitet - keinesfalls gleichberechtigt neben einander. Die Auswertung der Fragebögen brachte ein überwältigendes Bekenntnis der Anlagenbetreiber in der Steiermark zur landwirtschaftlichen Verwertung hervor.

I Anlagen „In Betrieb“

Abbildung 30 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Betrieb“ in Bezug auf die stoffliche Verwertung. Dieses Diagramm demonstriert die Anzahl der Anlagen, die die angefallenen Stoffmengen an Vergorenem landwirtschaftlich verwerten, einer Kompostierung zuführen sowie eine Kombination aus beiden Verwertungsansätzen verfolgen. Aufgrund von fehlenden Angaben von 4 Betreibern stimmt die Summe der Segmente (32) nicht mit der Gesamtsumme der Biogasanlagen „In Betrieb“ (36) überein.

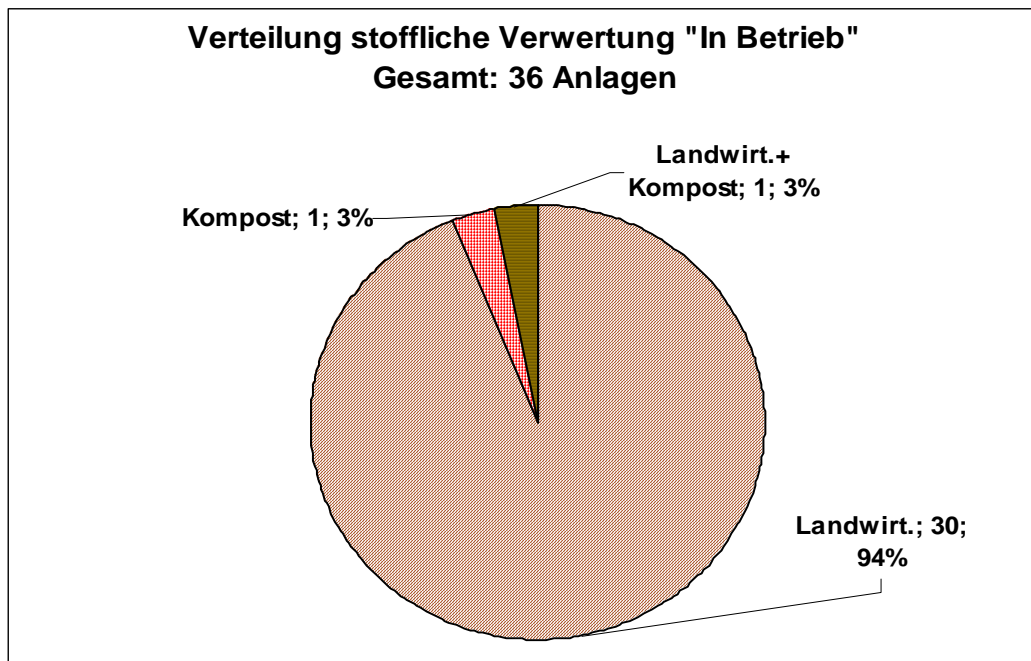


Abb. 30: Verteilung der Anlagen: stoffliche Verwertung „In Betrieb“

II Anlagen „In Planung“

Abbildung 31 zeigt die Verteilung der Anlagen „In Planung“ in Bezug auf die stoffliche Verwertung. Dieses Diagramm demonstriert die Anzahl der Anlagen, die die angefallenen Stoffmengen an Vergorenem landwirtschaftlich verwerten, einer Kompostierung zuführen sowie eine Kombination aus beiden Verwertungsansätzen verfolgen.

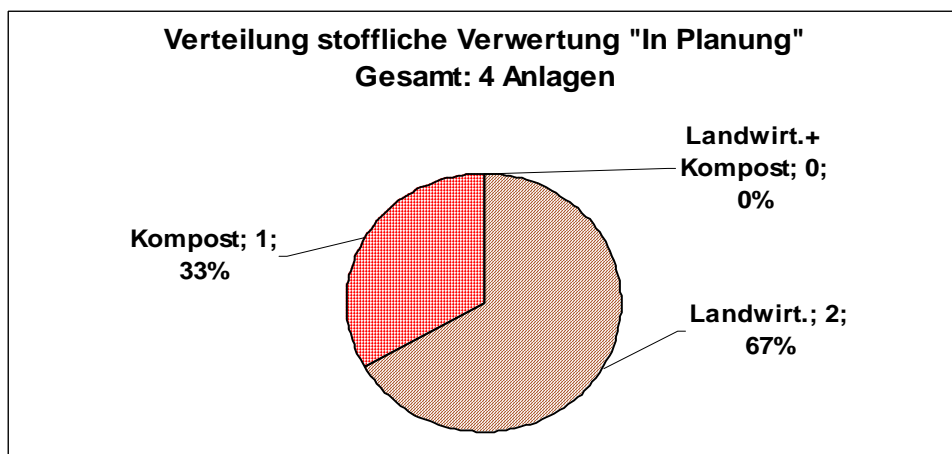


Abb. 31: Verteilung der Anlagen: stoffliche Verwertung „In Planung“

Output stoffliche Verwertung Steiermark gesamt

Abbildung 32 vermittelt einen Überblick über die stoffliche Verwertung des Outputs aus Biogasanlagen in der Steiermark. Aus Gründen der anschaulicheren Vergleichbarkeit sind die Anlagen „In Betrieb“ und „In Planung“ in einem Diagramm zusammengefasst.

Demnach werden derzeit in den Anlagen „In Betrieb“ rund 169.000 Tonnen/Jahr stofflich verwertet. Davon werden rund 2.000 Tonnen/Jahr (1%) einer Kompostierung und rund 167.000 Tonnen/Jahr (99%) einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt. Diese extreme Anteilsverteilung in den Mengen spiegelt sich ebenfalls bei der Anzahl der Anlagen wider.

Die Gesamtkapazität bei den Anlagen „In Planung“ beträgt rund 19.100 Tonnen/Jahr, wovon rund 2.000 Tonnen/Jahr (10%) der Kompostierung und rund 17.100 Tonnen/Jahr (90%) der Aufbringung in der Landwirtschaft zuzuordnen sind. Der Trend zur landwirtschaftlichen Verwertung lässt sich auch bei den Anlagen in Planung nachvollziehen, wenn auch nicht so scharf ausgeprägt. Das Verhältnis Verwertung Landwirtschaft : Kompostierung entspricht in Mengen 9 Teilen gegen 1 Teil und wird bei der Anlagenverteilung sogar auf eine lediglich doppelte Mehrheit von 2:1 abgedeckt.

Die geringe mengenmäßige Gewichtung der Verwertungsschiene Kompostierung wird - durch die breite Streuung der Größenordnungen im Diagramm bedingt - unfreiwilligerweise zusätzlich betont. Der Eintrag ist sehr wohl vorhanden, allerdings aufgrund des Maßstabs kaum erkennbar. Nach Einbindung der derzeit geplanten Anlagen werden die insgesamt 40 Biogasanlagen der Steiermark rund 188.000 Tonnen/Jahr stofflich verwerten¹⁰.

¹⁰ Die Summe der im Diagramm und Text verwendeten gerundeten Werte beträgt 188.100. Der angegebene Wert 188.000 ergibt sich aus den Rundungsregeln, siehe Kapitel 2.2 Berechnungsweise.

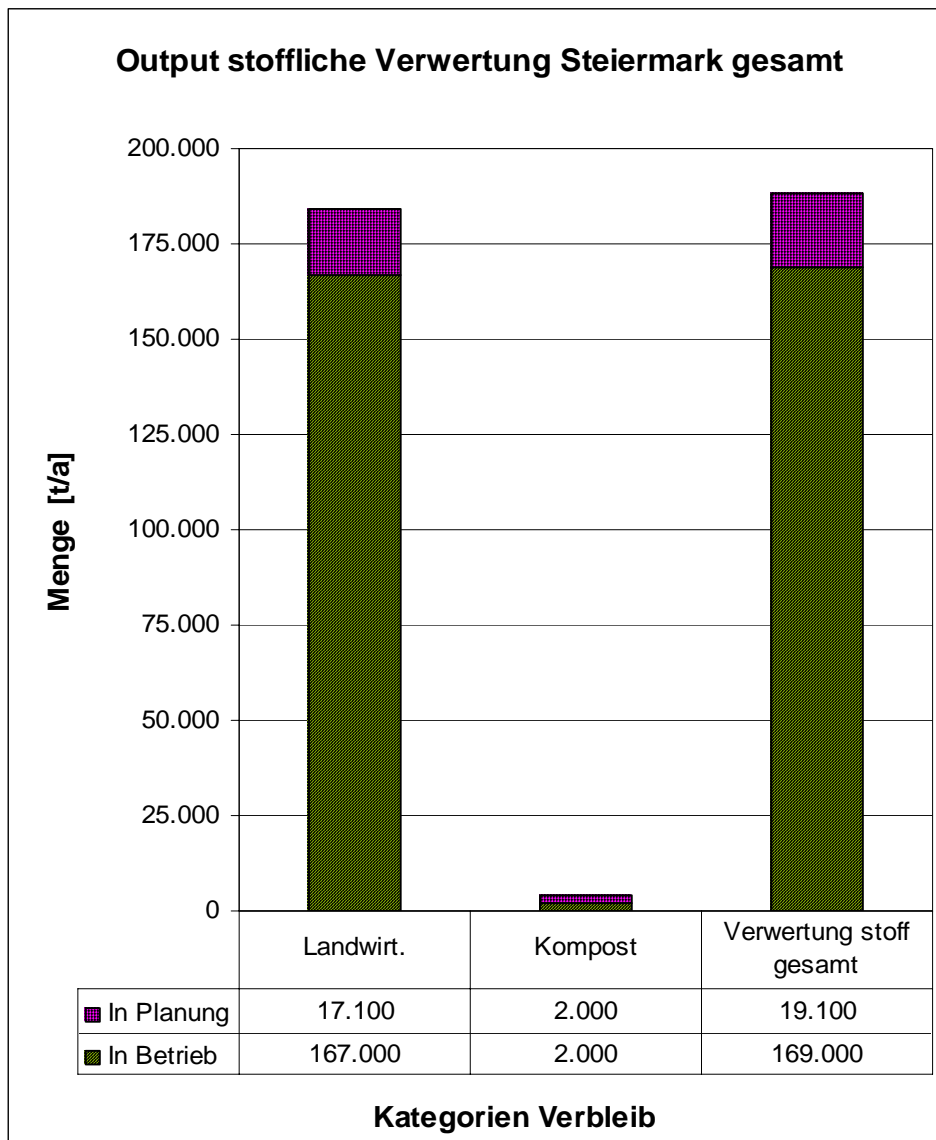


Abb. 32: Output stoffliche Verwertung Steiermark gesamt

4 Ergebnisse/Diskussion

Die Angaben zu den 40 in dieser Studie erfassten Biogasanlagen wurden in Kapitel 3 „Auswertung der Fragebögen“ graphisch aufbereitet und kommentiert. Dieses Kapitel „Ergebnisse/Diskussion“ setzt die Kommentierung fokussiert auf die 3 Grundfragen „Bewilligungsverfahren“, „Prozessführung“ und „stoffflusswirtschaftliche Betrachtung“ der Biogasanlagen in der Steiermark, auf die dieses Projekt ausgerichtet ist (siehe Kapitel 1.2 „Zielsetzung“), mittels jeweils eines herausragenden Merkmals, fort. Es wird einerseits bewusst nur ein Charakteristikum beschrieben und auf die Angabe von exakten Zahlenwerten verzichtet, andererseits der Versuch unternommen, Gemeinsamkeiten zwischen den Parametern aufzuzeigen, um in diesem Kapitel ein Gefühl für einen Überblick, Trends und Größenordnungen zu vermitteln. Für eine detaillierte Betrachtungsweise sei auf das vorangegangene Kapitel 3 „Auswertung der Fragebögen“ sowie auf die ausgefüllten Fragebögen und Kalkulationstabellen in den Kapiteln 7.2 „Anhang B Fragebögen In Betrieb“, 7.3 „Anhang C Fragebögen In Planung“ und 7.4 „Anhang D Kalkulationstabellen“ verwiesen.

4.1 Bewilligungsverfahren

I Anlagen „In Betrieb“

Bei der gesetzlichen Grundlage, anhand dessen die einzelnen Biogasanlagen „In Betrieb“ bewilligt wurden, zeichnet sich ein deutliches Übergewicht zu Gunsten einer Abwicklung des Verfahrens nach der Gewerbeordnung ab. Mehr als die Hälfte der Anlagen hält einen Genehmigungsbescheid nach dieser Rechtsgrundlage inne.

II Anlagen „In Planung“

Die Anlagen „In Planung“ unterstreichen diesen Trend eindrucksvoll. Sämtliche Anlagen dieser Kategorie geben einen Genehmigungsbescheid nach der Gewerbeordnung an.

4.2 Prozessführung

Die Grundfrage der Prozessführung wird in diesen Ausführungen durch die Prozesstemperatur repräsentiert. Die Wahl dieses Parameters fiel mit Bedacht auf seine weitläufige Bedeutung im Hinblick auf die Prozessführung und auf Aspekte der Projektfinanzierung, wie in Kapitel 3.2.2 „Hygienisierung von Inputmaterial“ ausgeführt.

I Anlagen „In Betrieb“

Die Betrachtung der Prozesstemperatur der Anlagen „In Betrieb“ zeichnet ein eindeutiges Bild im Sinne von mesophilen (kleiner als 50°C) Temperaturverhältnissen im Fermenter.

Lediglich eine einzige Anlage fällt unter die in Kapitel 3.2.1 „Beschreibung der Prozessparameter“ getroffene Definition für thermophile Prozessführung (mit Temperaturen von 50°C oder mehr), liegt jedoch mit 50°C Prozesstemperatur exakt an der Grenze.

Somit kann unter Berücksichtigung der Vorgabe für dieses Kapitel einen Eindruck in größeren Maßstäben zu bieten, von einer mesophilen Prozessführung in den steiermärkischen Biogasanlagen „In Betrieb“ gesprochen werden.

II Anlagen „In Planung“

Für die Anlagen, die noch nicht in Betrieb gegangen sind kann eine exakte Aussage in Bezug auf die Prozesstemperatur getroffen werden. Sämtliche Anlagen „In Planung“ sind für eine mesophile Prozessführung konzipiert.

Dieses starke Bekenntnis zu niederen Temperaturen im Reaktor bei beiden Anlagenkategorien steht in direktem Zusammenhang zum Trend in den Inputmaterialien nach landwirtschaftlicher Herkunft, die - wie in Kapitel 3.2.2 „Hygienisierung von Inputmaterial“ beschrieben - keiner Hygienisierung bedürfen.

4.3 Stoffflusswirtschaftliche Betrachtung

Im Gegensatz zur detaillierten Auswertung der Stoffflüsse aus dem Datenmaterial der Fragebögen in Kapitel 3.5 „Stoffflusswirtschaftliche Betrachtung“, in dem sowohl die Verteilung der Anzahl der Anlagen als auch die Mengen der jeweilig beschriebenen Merkmale Beachtung fanden, beziehen sich die Beispiele in diesem Unterkapitel ausschließlich auf Mengenangaben.

4.3.1 Inputmaterial

Für die Diskussion des Inputmaterials wurde der Aspekt der Herkunft der eingebrachten Substanzen gewählt.

I Anlagen „In Betrieb“

Wie bereits im Kapitel 4.2 „Prozessführung“ erwähnt, ergibt die Neigung der Anlagenbetreiber zu mesophilen Bedingungen im Reaktor die Korrelation zur überwiegenden Herkunft der Materialien aus der Landwirtschaft. Mehr als 3/4 der eingesetzten Mengen in den Anlagen „In Betrieb“ lassen sich dieser Gruppe zuordnen.

II Anlagen „In Planung“

Die Anlagen „In Planung“ fügen sich unisono in die von der komplementären Sparte vorgezeichnete Tendenz ein. Der Anteil des Inputmaterials aus landwirtschaftlicher Herkunft übersteigt in den Anlagen „In Planung“ ebenfalls die 75% Marke.

4.3.2 Output

4.3.2.1 Stofflich

Die stofflichen Outputmengen haben mit den Inputmengen die Eigenschaft gemeinsam, jeweils ein herausstehendes Charakteristikum aufzuweisen. Auffallend ist der idente Anteil von 75%. Diese Zahlengleichheit ist allerdings auf keinen technischen Zusammenhang zurückzuführen. Bei den materiellen Produkten der Biogasanlagen nimmt die Biogasgülle diese dominierende Rolle ein.

I Anlagen „In Betrieb“

Der Anteil an Biogasgülle nimmt 3/4 von der gesamten vergorenen Masse, die die Anlagen „In Betrieb“ nach dem Biogasprozess verlässt, ein.

II Anlagen „In Planung“

Bei den Anlagen „In Planung“ beansprucht die Biogasgülle ebenso 3/4 von der gesamten vergorenen Masse.

4.3.2.2 Elektrisch

Der Output an elektrischer Leistung ist durch eine verstärkte Hinwendung zu höheren Leistungen geprägt.

I Anlagen „In Betrieb“

In den Anlagen „In Betrieb“ werden mehr als 80% des gesamten elektrischen Ausstoßes im Leistungsbereich C (3500-5000 MWh/a, siehe Kapitel 3.5.2.2 „Elektrisch“) erzeugt.

II Anlagen „In Planung“

Die Anlagen „In Planung“ bleiben der eingeschlagenen Richtung zur leistungsstarken elektrischen Anlagenauslegung treu, weisen allerdings eine weniger stark ausgeprägte Neigung im betrachteten Leistungsbereich C von lediglich 2/3 der gesamten verstromten Leistung auf.

4.3.2.3 Thermisch

Über die Kennzahlen elektrische und thermische Leistung lässt sich ein gemeinsamer Bogen spannen, der ein Bekenntnis zu höherer Leistung und damit größeren Anlagen ablegt.

I Anlagen „In Betrieb“

In den Anlagen „In Betrieb“ klafft die Schere zwischen dem betrachteten höchsten Leistungssegment Z (3500-6500 MWh/a, siehe Kapitel 3.5.2.3 „Thermisch“) und den anderen Kategorien weniger stark auseinander. Nichtsdestoweniger wird mehr als die Hälfte der gesamten thermischen Leistung von den leistungsstärksten Anlagen generiert.

II Anlagen „In Planung“

Bei den Anlagen „In Planung“ wiederum ist die Ausprägung zu hohen thermischen Leistungen besonders stark entwickelt. Annähernd die gesamte thermische Leistung kann dieser Kategorie zugeordnet werden.

4.3.2.4 Stoffliche Verwertung

Bezeichnend für die stoffliche Verwertung ist der hohe Anteil an landwirtschaftlicher Verwertung.

I Anlagen „In Betrieb“

Die Anlagen „In Betrieb“ zeigen die extremste Relation zwischen Parametern der gleichen Zuordnung. Es wird praktisch die gesamte stoffliche Outputmenge auf landwirtschaftlichen Flächen aufgebracht.

II Anlagen „In Planung“

Anlagen „In Planung“ grenzen sich in Bezug auf die stoffliche Verwertung in der Landwirtschaft weniger scharf von der alternativen Verwertungsschiene der Kompostierung ab. 90% der Anlagen dieser Gruppe haben sich für die dominierende Verwertungsart landwirtschaftliche Aufbringung entschieden.

Mit der detaillierten Aufbereitung des Datenmaterials in Kapitel 3 „Auswertung der Fragebögen“ und mittels der vergleichenden Ausführungen in diesem Kapitel „Ergebnisse/Diskussion“ wurden die zu Beginn der Arbeit formulierten Ziele (siehe Kapitel 1.2 „Zielsetzung“) erreicht.

5 Zusammenfassung

In dieser Studie sind 40 Biogasanlagen in der Steiermark erfasst, wovon sich 36 Anlagen „In Betrieb“ befinden und 4 Betreiber ihre Anlagen noch nicht angefahren haben. Durch die Diversität des Datenmaterials von 40 Anlagen ist ein repräsentativer Überblick über die Ist-Situation (Stand Juli 2005) gewährleistet. In diesem Kapitel soll eine Übersicht vermittelt werden, in der die einzelnen Aspekte in jener Reihenfolge beleuchtet werden, in der sie in dieser Arbeit Eingang gefunden haben.

„Demographisch“ betrachtet sticht eine Agglomeration von Anlagen im Süden und Südosten der Steiermark hervor (siehe dazu auch S. 5, Abbildung 1 Karte: Biogasanlagen in der Steiermark).

Die anoxische Abfallbehandlung hat in den letzten Jahren als Entsorgungsschiene für vergärbare organische Reststoffe aus Landwirtschaft, Industrie, Gewerbe und Haushalten stark an Bedeutung gewonnen. Weiters zeichnet sich die Entwicklung einer zusätzlichen Komponente ab: Biogasanlagen übernehmen nicht nur die Rolle der Entsorger von Abfällen, sondern tragen zur Produktion von erneuerbaren Energieträgern (Biogas) bei. Dieser Aspekt wird durch den Zusatz von Energiepflanzen, die eigens für die Vergärung zu Biogas angebaut werden, unterstrichen.

Der Vormarsch der Biogasproduktion in der Steiermark ist anhand der v.a. in diesem Jahrhundert steigenden Zahlen von bewilligten Anlagen eindrucksvoll dokumentiert. Allein im Jahr 2004 wurde 12 der 40 Konsenswerber die Genehmigung zur Errichtung und Betrieb einer Biogasanlage erteilt.

Eine herausragende Stellung in Bezug auf die Bewilligungsverfahren nimmt hierbei die Genehmigung nach Gewerberecht ein; 25 der 40 Anlagen halten einen Genehmigungsbescheid nach der Gewerbeordnung inne.

Im Rahmen der Prozessführung kommt der Prozesstemperatur, die während des Biogasprozesses im Fermenter vorherrscht, eine besondere Bedeutung zu. Generell wird zwischen „mesophilen“ und „thermophilen“ Bedingungen unterschieden. Die Grenze der Temperaturbereiche ist in der Literatur nicht exakt definiert und wurde für diese Arbeit mit 50°C festgesetzt. Demnach wird eine Prozesstemperatur von 50°C oder höher als thermophil bezeichnet.

Die besondere Aufmerksamkeit auf die Temperaturverhältnisse rechtfertigt sich nicht nur im Hinblick auf die verfahrenstechnische Auslegung der Anlage, sondern auch durch die vorhandene Gesetzeslage. Diese sieht je nach Inputmaterialien und eingestellter Prozesstemperatur zwingend eine Hygienisierung unter definierten Bedingungen für Temperatur, Druck, Verweildauer des Substrats in der Hygienisierungseinheit und Größtkorn vor. Daraus ergibt sich die Ausnahmestellung dieses Parameters, der in dieser Arbeit im Detail in den Kapiteln 3.2.1 „Beschreibung der Prozessparameter“ und 3.2.2 „Hygienisierung von Inputmaterial“ Rechnung getragen wurde.

Die Merkmale „Beschickungsart des Fermenters“ und „Durchmischungsart des Fermenters“ spielen für die Erlangung eines Gesamteindrucks der Biogasanlagen in der Steiermark eine untergeordnete Rolle und finden deshalb in diesem Kapitel keine nähere Ausführung. Eine Beschreibung und Kommentierung dieser Parameter findet sich in den Kapiteln 3.3 „Betrieb“ bzw. 3.4 „Durchmischung“.

Gemäß §2 (1) „Allgemeine Aufzeichnungspflicht“ der Abfallnachweisverordnung besteht in Österreich die Verpflichtung Art, Menge, Herkunft und Verbleib von Abfällen zu dokumentieren [5,§2(1)]. In Anlehnung an diese 4 Grundsäulen wurde die stoffflusswirtschaftliche Betrachtung in diesem Projekt konzipiert. „Art“ und „Menge“ der Materialien erfuhren eine getrennte Bearbeitung in den Kapiteln 3.5.1 „Inputmaterial“ und 3.5.2 „Output“, während die nähere Betrachtung der „Herkunft“ der Substanzen nur bei den eingebrachten Stoffen und der „Verbleib“ lediglich bei den ausgehenden Massen sinnvoll zu erfassen erschien.

Nach Inbetriebnahme der Anlagen „In Planung“ werden in die steiermärkischen Biogasanlagen rund 239.000 Tonnen/Jahr Material eingebracht werden und rund 260.000 Tonnen/Jahr an stofflichen Produkten die Anlagen verlassen. Dieser stoffliche Output umfasst rund 43.700 Tonnen Biogas sowie rund 216.000 Tonnen Vergorenes (Biogasgülle und Gärrückstände) pro Jahr¹¹. Die aus dem Biogas gewonnene energetische Leistung beträgt rund 82.600 MWh elektrisch und rund 85.100 MWh thermisch pro Jahr. Das vergorene Substrat wird zum überwiegenden Anteil von 184.000 Tonnen/Jahr landwirtschaftlich verwertet. Lediglich 4.000 Tonnen/Jahr sind für eine Kompostierung vorgesehen.

Tabelle 4 fasst die Kennzahlen der Stoffflüsse der Biogasanlagen in der Steiermark zusammen.

Tab. 4: Kennzahlen der Stoffflüsse der Biogasanlagen in der Steiermark

Kennzahlen Stoffflüsse							
Input Material	Output stofflich			Output Leistung		Output stoffliche Verwertung	
		Biogas	Biogasgülle + Gärrückstände	elektrisch	thermisch	Landwirtschaft	Kompost
[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[t/a]	[t/a]
239.000	260.000	43.700	216.000	82.600	85.100	184.000	4.000

¹¹ Die Summe der im Text verwendeten gerundeten Werte beträgt 259.700. Der angegebene Wert 260.000 ergibt sich aus den Rundungsregeln, siehe Kapitel 2.2 Berechnungsweise.

6 Verzeichnisse

6.1 Literatur

- [1] Maier, J.: Bioverfahrenstechnik - Folienskriptum zur Vorlesung LV.Nr. 510502. Teil 3. Leoben: Montanuniversität Leoben, Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik, 2005.
 - [2] Europäische Union: Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte. In: Amtsblatt Nr. L114 vom 10/10/2002
 - [3] Bundesministerium für Gesundheit und Frauen (Hrsg.): Erlass GZ: 39.190/12-IV/B/7/04 betreffend die Verarbeitung von tierischen Nebenprodukten in Biogas- und Kompostieranlagen, Ablieferung und Sammlung von Küchen- und Speiseabfällen sowie ehemaligen Lebensmitteln. Wien: BMGF, 2004.
 - [4] Bundesministerium für Gesundheit und Frauen (Hrsg.): Erläuterung zum Erlass GZ: 39.190/12-IV/B/7/04 Spezifische Bedingungen bei der Verarbeitung tierischer Nebenprodukte in Kompostier- und Biogasanlagen. Wien: BMGF, 2004.
 - [5] BGBl. II 2003/618. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Nachweispflicht für Abfälle (Abfallnachweisverordnung 2003)
 - [6] Pfundtner, E.: Der sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker- und Grünland., Wien: Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft, 2001.
 - [7] Definition Biogasanlage: <http://www.lvaktuell.at/news/?id=3047>, Juli 2005
 - [8] Definition Biogasanlage: <http://de.wikipedia.org/wiki/Biogasanlage>, Juli 2005
-

6.2 Abkürzungen

AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
BGBI	Bundesgesetzblatt
BMGF	Bundesministerium für Gesundheit und Frauen
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
Durchm.	Durchmischung
EG	Europäische Gemeinschaft
FA19D	Fachabteilung 19D
Gasgesetz	steiermärkisches Gasgesetz
gef. Abfälle	gefährliche Abfälle
GewO	Gewerbeordnung
GIS	Geographisches Informationssystem
GZ	Geschäftszeichen
Hrsg.	Herausgeber
k	Korngröße des Größtkorns
k.A.	keine Angaben in der gesamten Rubrik
Landwirt.	landwirtschaftlich, Landwirtschaft
LV.Nr.	Lehrveranstaltungsnummer
m. Feststoffabtr.	mit Feststoffabtrennung
MWh/a	Megawattstunden/Jahr
Nr.	Nummer
t/a	Tonnen/Jahr
TM	Trockenmasse
TNP-VO	Tierische Nebenprodukte Verordnung
u.a.	und andere
v.a.	vor allem
WRG	Wasserrechtsgesetz
z.B.	zum Beispiel

6.3 Tabellen

Tab. 1: Kategorien der Inputmaterialien	19
Tab. 2: Leistungsbereiche Kategorien elektrisch	28
Tab. 3: Leistungsbereiche Kategorien thermisch	31
Tab. 4: Kennzahlen der Stoffflüsse der Biogasanlagen in der Steiermark.....	43

6.4 Abbildungen

Abb. 1: Karte: Biogasanlagen in der Steiermark	5
Abb. 2: Verteilung der Anlagen: Genehmigungen „In Betrieb“	8
Abb. 3: Verteilung der Anlagen: Genehmigungen „In Planung“	8
Abb. 4: Verteilung der Anlagen: Bewilligungsverfahren „In Betrieb“	9
Abb. 5: Verteilung der Anlagen: Bewilligungsverfahren „In Planung“	10
Abb. 6: Verteilung der Anlagen: Prozessparameter „In Betrieb“	13
Abb. 7: Verteilung der Anlagen: Prozessparameter „In Planung“	14
Abb. 8: Verteilung der Anlagen: Beschickungsarten „In Betrieb“	15
Abb. 9: Verteilung der Anlagen: Beschickungsarten „In Planung“	16
Abb. 10: Verteilung der Anlagen: Durchmischungsarten „In Betrieb“	17
Abb. 11: Verteilung der Anlagen: Durchmischungsarten „In Planung“	18
Abb. 12: Verteilung der Anlagen: Inputmaterialien aus Landwirtschaft „In Betrieb“	20
Abb. 13: Inputmengen aus Landwirtschaft „In Betrieb“	20
Abb. 14: Verteilung der Anlagen: Inputmaterialien aus Gewerbe „In Betrieb“	21
Abb. 15: Inputmengen aus Gewerbe „In Betrieb“	21
Abb. 16: Verteilung der Anlagen: Inputmaterialien aus Landwirtschaft „In Planung“	22
Abb. 17: Inputmengen aus Landwirtschaft „In Planung“	23
Abb. 18: Verteilung der Anlagen: Inputmaterialien aus Gewerbe „In Planung“	23
Abb. 19: Inputmengen aus Gewerbe „In Planung“	23
Abb. 20: Inputmengen Steiermark gesamt.....	24
Abb. 21: Verteilung der Anlagen: Output Vergorenes „In Betrieb“	26
Abb. 22: Verteilung der Anlagen: Output Vergorenes „In Planung“	26
Abb. 23: Outputmengen stofflich Steiermark gesamt.....	28
Abb. 24: Verteilung der Anlagen: Output elektrische Leistung „In Betrieb“	29
Abb. 25: Verteilung der Anlagen: Output elektrische Leistung „In Planung“	29
Abb. 26: Output elektrisch Steiermark gesamt.....	31
Abb. 27: Verteilung der Anlagen: Output thermische Leistung „In Betrieb“	32
Abb. 28: Verteilung der Anlagen: Output thermische Leistung „In Planung“	32
Abb. 29: Output thermisch Steiermark gesamt	34

Abb. 30: Verteilung der Anlagen: stoffliche Verwertung „In Betrieb“	35
Abb. 31: Verteilung der Anlagen: stoffliche Verwertung „In Planung“	35
Abb. 32: Output stoffliche Verwertung Steiermark gesamt	37