



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften  
Fachgebiet Agrarwirtschaft – Landwirtschaftliche Betriebslehre

## **Bachelorarbeit**

"Optimale Nutzungsdauer einer Biogasanlage nach dem EEG"

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2017-0355-4

1. Prüfer: Prof. Dr. sc. agr. Clemens Fuchs
2. Prüfer: Dipl. Ing. Frank Rixen

von

Jessy Blaschke  
342513

Prenzlau  
Juni 2017

## **Danksagung**

Mein Dank gilt in erster Linie den drei Betriebsleitern, die sich Zeit für mein Anliegen genommen haben, obwohl der Zeitpunkt wegen anfallender Feldbauarbeiten eher ungünstig war. Ohne die Gespräche mit Ihnen über den Austausch von Hintergrundinformationen und detaillierten Angaben zu den Reparaturaufwendungen und Instandhaltungsmaßnahmen, wäre die Anschaulichkeit dieser Arbeit nie in dem Maße gegeben.

Ein besonderer Dank gilt Benjamin Denecke. Er hat mir einige wichtige Daten zur Verfügung gestellt und mir viele Male mit Rat und Tat zur Seite gestanden.

Des Weiteren gilt mein Dank meinem betreuenden Professor Herr Dr. C. Fuchs, der mich immer unterstützte und die Neugierde und das Interesse an diesem Thema in mir weckte. Ebenfalls danke ich Herrn Rixen dafür, dass er sich bereit erklärt hat sich als Zweitprüfer zur Verfügung zu stellen.

Ein weiterer Dank gilt meiner Familie für das Interesse sowie die Unterstützung bei der Überarbeitung und Korrektur meiner Arbeit.

Vielen Dank!

# Inhaltsverzeichnis

<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>01</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>02</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>03</b>
<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>04</b>
1.1 Problemstellung	04
1.2 Zielsetzung	04
1.3 Aufbau der Arbeit	05
<b>2. GRUNDLAGEN ZUM THEMA BIOGASPRODUKTION</b>	<b>06</b>
2.1 Aufbau und Funktion einer Biogasanlage	06
2.2 Überblick Biogasanlagen in Deutschland	09
2.3 Rechtliche Regelungen	12
<b>3. GRUNDLAGEN ZUR ERMITTLUNG DER OPT. NUTZUNGSDAUER</b>	<b>14</b>
3.1 Berechnung der Einnahmen	14
3.2 Berechnung der Kosten	15
3.2.1 Investitionskosten	15
3.2.2 Substratkosten	16
3.2.3 Reparaturaufwand	17
<b>4. ÖKONOMISCHE ANALYSE</b>	<b>22</b>
4.1 Biogasanlage 1	24
4.2 Biogasanlage 2	31
4.3 Biogasanlage 3	38
<b>5. AUSBLICK</b>	<b>44</b>
<b>6. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>45</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>46</b>
<b>EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG</b>	<b>49</b>
<b>ANHANG</b>	<b>50</b>

## **Abkürzungsverzeichnis**

BMWi	- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
EEG	- Erneuerbare Energien Gesetz
EVU	- Energieversorgungsunternehmen
AEE	- Agentur für Erneuerbar Energien
DBV	- Deutscher Bauernverband
FNR	- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
BHKW	- Blockheizkraftwerk
MATIF	- Marché à Terme International de France
FM	- Frischmasse
NaWaRo	- nachwachsende Rohstoffe

Einheiten:	kW	- Kilowatt
	kWh	- Kilowattstunde
	MW	- Megawatt
	Mrd.	- Milliarde
	t	- Tonne

## **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 01: Aufbau einer Biogasanlage _____	07
Abb. 02: Strom aus erneuerbaren Energien im Jahr 2015 _____	09
Abb. 03: Entwicklung der Anzahl von Biogasanlagen _____	10
Abb. 04: Biogasanlagen in Deutschland _____	11
Abb. 05: Berechnung der Einnahmen _____	14
Abb. 06: Berechnung der Rohstoffkosten _____	16
Abb. 07: Betriebsspiegel 1 _____	19
Abb. 08: Betriebsspiegel 2 _____	20
Abb. 09: Betriebsspiegel 3 _____	21
Abb. 10: Darstellung optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 1 _____	24
Abb. 11: Berechnung der Einnahmen Biogasanlage 1 _____	25
Abb. 12: Berechnung der Rohstoffkosten Biogasanlage 1 _____	27
Abb. 13: Optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 1 _____	28
Abb. 14: Szenario Motorentausch Biogasanlage 1 _____	28
Abb. 15: Szenario Mindestvergütung Biogasanlage 1 _____	29
Abb. 16: Szenario sofortige Umstellung Biogasanlage 1 _____	29
Abb. 17: Darstellung optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 2 _____	31
Abb. 18: Berechnung der Einnahmen Biogasanlage 2 _____	32
Abb. 19: Berechnung der Rohstoffkosten Biogasanlage 2 _____	34
Abb. 20: Optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 2 _____	35
Abb. 21: Szenario sofortige Umstellung Biogasanlage 2 _____	35
Abb. 22: Szenario Mindestvergütung Biogasanlage 2 _____	36
Abb. 23: Szenario Fernwärmenetz 55 Haushalte Biogasanlage 2 _____	37
Abb. 24: Szenario Fernwärmenetz 50 Haushalte Biogasanlage 2 _____	37
Abb. 25: Darstellung optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 3 _____	38
Abb. 26: Berechnung der Einnahmen Biogasanlage 3 _____	39
Abb. 27: Berechnung der Rohstoffkosten Biogasanlage 3 _____	41
Abb. 28: Optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 3 _____	42
Abb. 29: Szenario sofortige Umstellung Biogasanlage 3 _____	42
Abb. 30: Szenario Mindestvergütung Biogasanlage 3 _____	42

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 01: Grundvergütung pro Kilowattstunde für Strom aus Biomasse\_\_\_\_\_13

# **1. Einleitung**

## **1.1 Problemstellung**

Umweltschutz und Nachhaltigkeit erlangen in unserer Gesellschaft einen immer höheren Stellenwert. Aus diesem Grund hat Deutschland den Atomausstieg in die Wege geleitet. Einhergehend mit diesem Beschluss wird die Energiewende angestrebt. Die Energieversorgung soll von fossilen und nuklearen Brennstoffen auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Ziel der Energiewende ist es, dass bis zum Jahr 2025 zwischen 40 und 45 Prozent der gewonnenen Energie aus regenerativen Quellen stammt. *[BMWi: Die nächste Phase der Energiewende kann beginnen; 15.03.2017 ]*.

Zu den erneuerbaren Energien gehören neben Windenergie, Photovoltaik und Wasserkraft auch die Erzeugung von Biogas. Derzeit wird die Bezahlung von Biogas im Erneuerbare-Energien-Gesetz (*kurz EEG*) geregelt. Die gesetzliche Vergütung wird über zwanzig Jahre gesichert. Nach dieser Zeit sind die Unternehmen gezwungen ihre Einnahmen anderweitig abzusichern. Daher wird es für die Unternehmer immer wichtiger ihre Kosten genau zu kennen und sich regelmäßig über neue Absatzmöglichkeiten zu informieren. Die zentrale Frage ist, wie die Unternehmen nach dem Auslaufen des EEG ihre Einnahmen absichern können.

Die Biogas erzeugenden Anlagen in Deutschland sind im Durchschnitt rund achteinhalb Jahre alt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass spätestens nach acht Jahren erste große Reparaturen anfallen. *[Statista: Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1992 bis 2016; 06.11.2016]*

## **1.2 Zielsetzung**

Die in dieser Arbeit erstellte Berechnungsgrundlage zur Ermittlung des Gewinnes einer Biogasanlage soll für jedes Unternehmen einfach und schnell zu bedienen sein. Berücksichtigt werden Investitionskosten, weiterführende Kosten für zum Beispiel Rohstoffe und Modernisierungen sowie jegliche Einnahmen. Die Tabelle soll ermöglichen zukünftige Investitionen zu simulieren um daraus folgende Veränderung des Gewinnes darzustellen. Sie soll den Unternehmer bei der Entscheidungsfindung unterstützen.

Ziel dieser Arbeit ist es, unter Berücksichtigung der sich verändernden gesetzlichen Gegebenheiten sowie auftretender Investitionen, die optimale Nutzungsdauer einer Biogasanlage zu ermitteln.

### **1.3 Aufbau der Arbeit**

Nach dem im ersten Kapitel kurz die Problemstellung und die Zielsetzung dieser Arbeit dargestellt wurden, folgt ein Kapitel, in dem die Grundlagen der Biogasproduktion erläutert werden. Es wird auf den Aufbau und die Funktion einer Biogasanlage sowie die gesetzlichen Regelungen eingegangen. Ebenso wird ein Überblick der Biogasproduktion in Deutschland gegeben.

Im dritten Kapitel werden die Grundlagen zur Ermittlung der optimalen Nutzungsdauer dargelegt. Es wird auf die Einnahmen sowie verschiedene Kostenpositionen wie Investitionskosten, Substratkosten und Reparaturaufwand eingegangen. Für die Berechnung der Einnahmen und der Substratkosten wird jeweils eine nahezu vollständig automatisch arbeitende Tabelle vorgestellt. Am Ende des Kapitels werden drei Betriebsspiegel, mit eigenständig erhobenen Daten, von drei unterschiedlichen Biogasanlagen als Beispiele aufgeführt. Diese dienen als Grundlage für das weitere Kapitel der ökonomischen Analyse. In diesem wird die optimale Nutzungsdauer mit Hilfe einer Tabelle ermittelt. Es werden mögliche Szenarien des Weiterbetriebes nach dem EEG beziehungsweise der ausgewiesenen optimalen Nutzungsdauer vorgestellt. Es folgt abschließend ein Ausblick sowie eine Zusammenfassung.



## **2. Grundlagen zum Thema Biogasproduktion**

### **2.1 Aufbau und Funktion einer Biogasanlage**

Biogas wird in einem biologisch anaeroben<sub>1</sub> Prozess erzeugt. Dieser findet im geschlossenen System der Biogasanlage statt. Grundsätzlich besteht eine Biogasanlage aus drei großen Hauptbaugruppen.

Zu Beginn steht die Futterstrecke. Diese beinhaltet neben den Lagern für Flüssig- und Feststoffe auch die Substrateintragstechnik. Die nächste Baugruppe besteht aus dem Fermenter, in dem das Biogas entsteht und den Behältern für die Lagerung der Reststoffe. Die letzte Baugruppe setzt sich aus der Gasspeicherung und der Gasaufbereitung zusammen. Die Abbildung auf der nachfolgenden Seite zeigt den schematischen Aufbau einer Biogasanlage.

Die Energiepflanzen gelangen nach der Silierung entweder direkt in den Futterbehälter oder werden an die Tiere verfüttert. Diese produzieren Gülle die in einer Vorgrube gelagert wird. Neben den klassischen landwirtschaftlichen Anlagen gibt es auch Biogasanlagen die zum Beispiel mit Biomüll betrieben werden. Über Schnecken oder ähnliches werden anschließend Gülle und Energiepflanzen in regelmäßigen Abständen in den Fermenter gegeben. Im Fermenter wird die organische Masse durch Mikroorganismen zu Biogas abgebaut. Der entstehende Reststoff wird Gärrest genannt. Diese werden im Gärrestlager gesammelt und später als organischer Dünger auf den Äckern ausgebracht. Im Blockheizkraftwerk, kurz BHKW, wird mit dem entstandenen Biogas ein Motor betrieben. Ein angeschlossener Generator erzeugt den Strom. Dieser wird dann ins Stromnetz eingespeist. Die bei der Umwandlung von Rohstoffen zu Strom entstehende Prozesswärme wird zum einen im Fermenter für den Erhalt der Mikroorganismen benötigt. Zum anderen können mit Hilfe eines Wärmenetzes Werkstatt, Melkstand aber auch Haushalte mit Wärme versorgt werden.

Fußnote: 2 in sauerstofffreiem Milieu [DocCheck Flexikon: Anaerob; <http://flexikon.doccheck.com/de/Anaerob>; 11.06.2017]

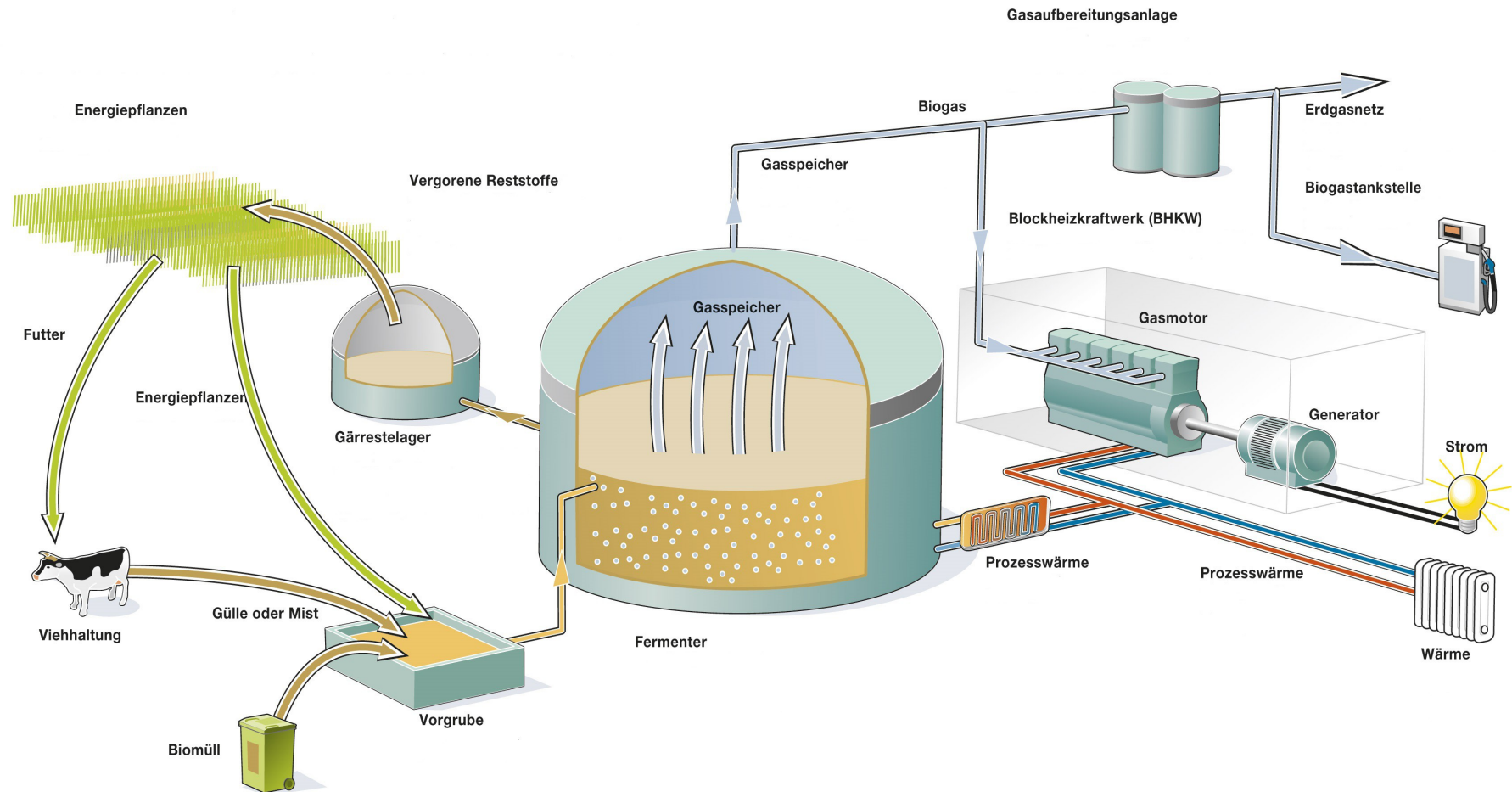


Abbildung 1: Aufbau einer Biogasanlage [PlanET: Nutzungspfade Biogas; 05.04.2017]

Biogas ist ein Gasgemisch und setzt sich zu großen Teilen aus Methan und Kohlendioxid zusammen. Die Anteile der unterschiedlichen Inhaltsstoffe sind stark abhängig von den eingesetzten Substraten zu denen vor allem Gülle, Silomais aber auch Ganzpflanzensilage oder Zuckerrüben zählen. Der Methangehalt liegt bei 50 bis 70 Prozent und der Kohlendioxidgehalt zwischen 25 und 50 Prozent. Die Entstehung von Biogas lässt sich in vier Teilschritte unterteilen. Alle Prozesse laufen durchgehend parallel zueinander ab.

In der Hydrolyse werden die Ausgangsmaterialien wie zum Beispiel Eiweiße zu einfacheren organischen Verbindungen wie Aminosäuren umgebaut. Während der Acidogenese, auch Versäuerungsphase genannt, werden diese Zwischenprodukte durch säurebildende Bakterien zu niederen Fettsäuren wie zum Beispiel Essig-, Probion- und Buttersäure sowie Kohlendioxid und Wasserstoff abgebaut. Während der Acetogenese beziehungsweise Essigsäurebildung entstehen die sogenannten Vorläufersubstanzen des Biogases. In der Methanogenese werden diese dann durch strikt anaerobe Bakterien zu Methan umgewandelt.

Da die methanbildenden Bakterien die empfindlichsten des gesamten Prozesses sind, werden die Milieubedingungen im Fermenter grundsätzlich an diese angepasst. *[FNR: Leitfaden Biogasproduktion, Von der Gewinnung zur Nutzung; 5. Auflage; 2010; Seite 21 f.]*

Die Temperatur sollte bei mesophilem<sub>2</sub> Betrieb, welcher in der Praxis am häufigsten anzutreffen ist, zwischen 37 und 42 Grad Celsius liegen. Der optimale pH-Wert sollte für die methanbildenden Bakterien unbedingt zwischen 6,5 und 8 liegen. Die wichtigsten Nährstoffe der Mikroorganismen sind Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N). Das C/N-Verhältnis sollte für durchgängig hohe Methanbildung zwischen 10:1 und 30:1 liegen. Es wäre gut die Hemmstoffgehalte auf möglichst niedrigem Niveau zu halten, da sonst eine sofortige Störung im Prozess hervorgerufen wird. *[FNR: Prozessgrößen; 05.04.2017]* Ein möglicher Hemmstoff ist beispielsweise Ammoniak. Aber auch Kupfer und Zink sind Hemmstoffe, welche vor allem bei vermehrtem Eintrag von Schweinegülle in das System vorkommen. *[SCHAUMANN BIOENERGIE: Mikrobiologische Prozesse in einer Biogasanlage und deren Störungen; 01.06.2017]*

Fußnote: <sub>2</sub> Lebewesen bevorzugen mittlere Temperaturen *[Mesophil; 27.01.2013;*

*http://www.biologie-lexikon.de/lexikon/mesophil.php; 05.04.2017]*

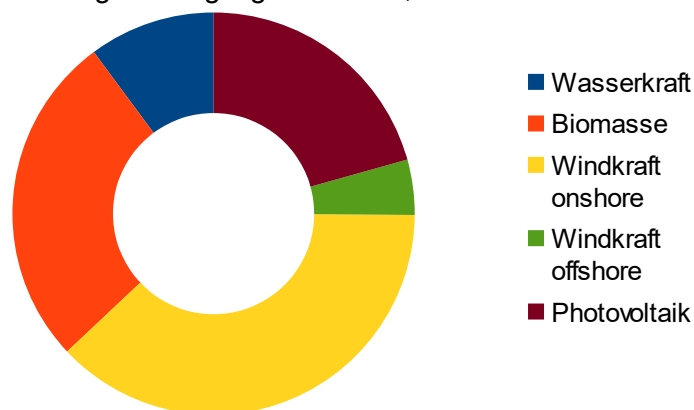
## 2.2 Überblick Biogasanlagen in Deutschland

Mit dem Atomausstieg und der Energiewende werden vor allem der Schutz und die Schonung von Klima und Umwelt verfolgt. Weltweit beteiligen sich 138 Staaten an der Energiewende und versuchen gezielt mit politischen Maßnahmen den Ausbau der erneuerbaren Energie zu fördern. [AEE: Politik; 10.11.2016] In Deutschland wurden im Jahr 2015 noch rund 14 Prozent des Stroms aus Kernkraft gewonnen. Bis spätestens zum Jahr 2022 werden die noch verbliebenen deutschen Kernkraftwerke vom Netz genommen. Die dadurch fehlende Energie soll möglichst vollständig durch regenerative Energie abgedeckt werden. Ziel ist es, dass bis zum Jahr 2025 etwa 40 bis 45 Prozent des in Deutschland erzeugten Stromes erneuerbare Energie ist. [BMWi: Die nächste Phase der Energiewende kann beginnen; 15.03.2017]

Im Jahr 2015 lag der Anteil Strom aus erneuerbaren Energien mit rund 187 Milliarden Kilowattstunden bei 29 Prozent von der erzeugten Gesamtstrommenge. Die nachfolgende Grafik zeigt, dass die Stromerzeugung aus Biomasse (50,3 Mrd. kWh), neben der onshore Windkraft (70,9 Mrd. kWh), einen sehr großen Anteil zur erneuerbaren Energieversorgung beiträgt. [AEE: Strommix in Deutschland im Jahr 2015; 05.04.2017]

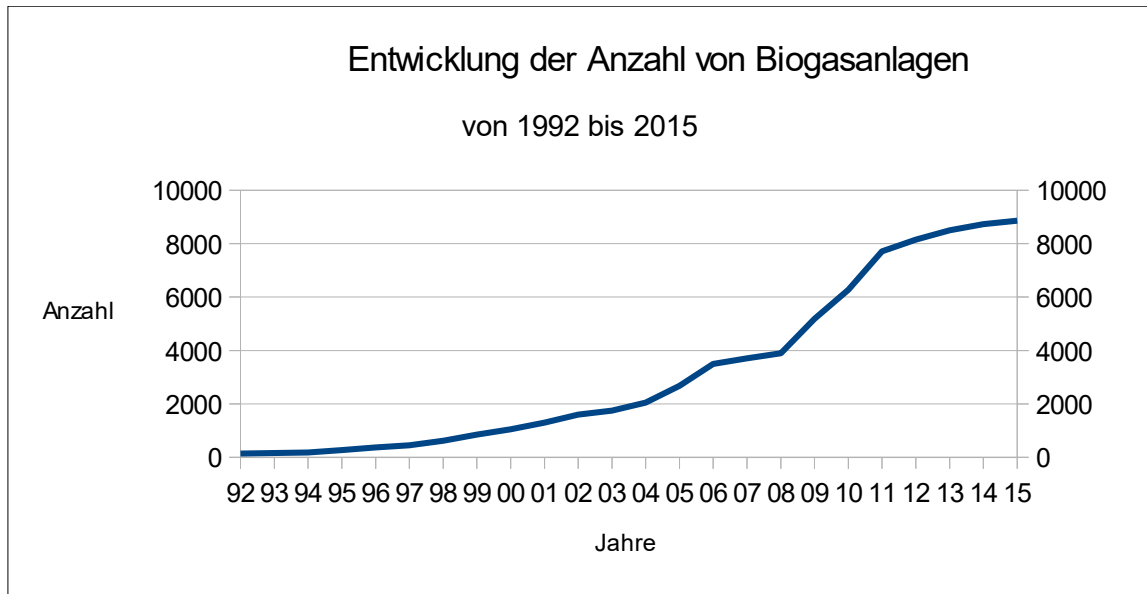
### Strom aus erneuerbaren Energien im Jahr 2015

- erzeugte Energie gesamt 187,3 Mrd kWh -



**Abbildung 2:** Strom aus erneuerbaren Energien im Jahr 2015; [AEE: Strommix in Deutschland im Jahr 2015; 05.04.2017]

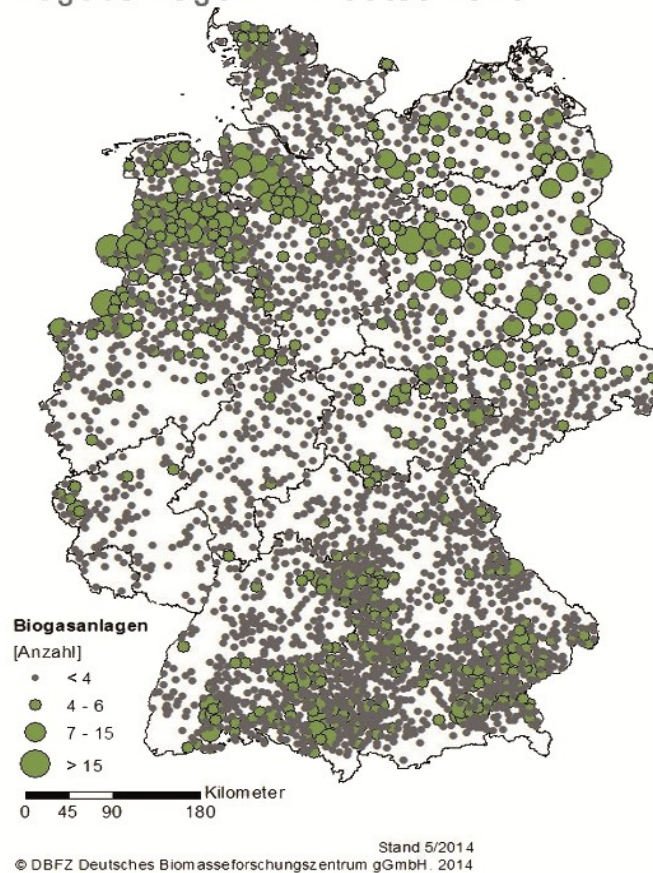
Strom aus Biomasse wird neben der Verwertung nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen auch aus Abfällen in sogenannten Bioabfallanlagen oder Holz gewonnen. Der größte Anteil entsteht, mit großem Abstand, in den Biogasanlagen. Im Jahr 2015 wurden in Deutschland 8.861 Biogasanlagen betrieben. Die nachfolgende Abbildung stellt die Entwicklung der Biogasanlagen in den vergangenen Jahren dar. *[Statista: Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1992 bis 2015; 06.11.2016]*



**Abbildung 3:** Entwicklung der Anzahl von Biogasanlagen; *[Statista: Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1992 bis 2015; 06.11.2016]*

Da Biogasanlagen vor allem mit Gülle und nachwachsenden Rohstoffen betrieben werden, sind diese zu meist in flächenreichen und landwirtschaftlich geprägten Bundesländern vertreten. Man sieht sie vor allem im Norden und Süden Deutschlands. Bayern ist vor Niedersachsen das Bundesland mit den meisten Anlagen. Mecklenburg-Vorpommern nimmt mit 511 Biogasanlagen im Jahr 2015 den sechsten Platz ein. *[Statista: Anzahl Biogasanlagen in Deutschland nach Bundesland im Jahr 2014; 06.11.2016]*

## Biogasanlagen in Deutschland



**Abbildung 4:** Biogasanlagen in Deutschland; [DBV: Situationsbericht 2014/15, 24.Dez. 2014; Seite 47]

In der vorstehenden Abbildung wird die Konzentration der deutschen Biogasanlagen im Jahr 2014 ersichtlich. Im Osten und in Niedersachsen sind viele große Anlagen zu finden, da dort die Landwirtschaftsbetriebe im Durchschnitt mehr Flächen bewirtschaften als zum Beispiel in Bayern. Dort werden vor allem kleine Biogasanlagen betrieben. Bayern hat sehr viele kleinere Milchviehalter, die ihre Anlagen vorwiegend mit Gülle betreiben. Im Osten sind die Anlagen durchschnittlich größer als 500 kW, während im Süden durchschnittlich Anlagen mit einer Leistung geringer als 350 kW betrieben werden. [AEE: Biogas in den Bundesländern; 11.Sep. 2015]

### 2.3 rechtliche Regelungen

Der Vorläufer des heutigen Erneuerbaren-Energien-Gesetzes, kurz EEG, war das Stromeinspeisegesetz. Dieses trat 1991 in Kraft und beinhaltete gesetzliche Regelungen zur vergüteten Abnahme von Energie aus Wasserkraft, Windkraft, Deponie- und Klärgas, Sonnenenergie und Biomasse. Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen wurden verpflichtet Energie aus regenerativen Umwandlungsprozessen abzunehmen und entsprechend zu vergüten. Die Produktion von erneuerbarer Energie wurde durch dieses Gesetz gezielt gefördert. In den 90iger Jahren wurden zunächst vor allem Windkraftanlagen gebaut. *[BMWi: Stromeinspeisegesetz vom 7.12.1990; 09.11.2016]*

Im Jahr 2000 löste dann das EEG das Stromeinspeisegesetz ab. Es ist eine wichtige Säule der Energiewende und damit zentrales Steuerungselement für den Ausbau der regenerativen Energien. Ziel ist es die Stromversorgung aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050 auf mindestens 80 Prozent zu steigern. *[BMWi: Ziele des erneuerbaren Energien Gesetzes; 09.11.2016]* Es soll eine nachhaltige Energieversorgung geschaffen werden. Klima und Umwelt sollen geschützt und fossile Energieressourcen geschont werden. Im EEG wird erstmals eine Mindestvergütung für erneuerbare Energie für eine Dauer von zwanzig Jahren festgelegt. *[BMWi: Erneuerbares Energien Gesetz (EEG 2000); 09.11.2016]*

Mit der ersten Novelle im Jahr 2004 wurden erstmalig konkrete Ziele zum Ausbau dieses Energiezweiges festgelegt. *[BMWi: Erneuerbares Energien Gesetz 2004 (EEG 2004); 09.11.2016]*

Mit dem EEG 2009 wurde eine grundlegend und umfassend überarbeitete Version des EEG 2000 veröffentlicht. Mit dieser Fassung wurden die Boni eingeführt. Einen Bonus gibt es beispielsweise für die Wärmenutzung, den Einsatz bestimmter Substrate wie zum Beispiel nachwachsender Rohstoffe, kurz NaWaRo, oder Gülle, aber auch für die Nutzung innovativer Technologien. *[BMWi: Erneuerbares Energien Gesetz 2009 (EEG 2009); 09.11.2016]*

Bereits drei Jahre später wurden weitere Veränderungen vorgenommen. Das Vergütungssystem beispielsweise wurde grundlegend geändert. Erstmals werden die Markt- und Flexibilitätsprämie eingeführt. Diese sollen Anreize schaffen die Anlagen marktorientiert zu betreiben und einen Ausbau der Gasspeicher vorzunehmen. *[BMWi: Erneuerbares Energien Gesetz 2012 (EEG 2012); 09.11.2016]*

Im Jahr 2014 lag der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bei 25 Prozent. Für jede Biogasanlage gilt grundlegend das EEG zum Zeitpunkt der Genehmigung beziehungsweise der Inbetriebnahme. *[BMWi: Erneuerbares Energien Gesetz 2014 (EEG 2014); 09.11.2016]*

In der nachfolgenden Tabelle werden die Grundvergütungen pro Kilowattstunde seit dem Jahr 2000 abgebildet.

**Tabelle 1:** Grundvergütung pro Kilowattstunde für Strom aus Biomasse [EEG 2000, 2004, 2009, 2014, 2017]

Anlagengröße	2000	2004	2009	2014	2017
Bis 150 kW	-	11,50ct	11,67ct	13,66ct	-
Bis 500 kW	10,23ct	9,90ct	9,18ct	11,78ct	-
Bis 5 MW	9,21ct	8,90ct	8,25ct	10,55ct	-
> 5 MW	8,70ct	8,40ct	-	-	-
Bis 20 MW	-	-	7,79ct	5,85ct	-

Mit dem aktuellen EEG aus dem Jahr 2017 soll erneuerbare Energie unabhängiger, bezahlbarer und verlässlicher werden. Zum ersten Mal wird die Vergütung nicht staatlich zugesichert, sondern soll durch sogenannte Ausschreibungen festgelegt werden. Gebote müssen bis zum 01. September jeden Jahres abgegeben werden. Der Betreiber legt eigenständig die einzuspeisenden Kilowattstunden und die angedachte Vergütung fest. Den Zuschlag erhalten der Reihenfolge nach jene Unternehmen welche die aus Sicht der Energieversorgungsunternehmen günstigsten Vergütungen angegeben haben. An Ausschreibungen können Betreiber mit einer Anlagenleistung von mindestens 150 kW teilnehmen. Für das Jahr 2017 wird eine Höchstgebotsgrenze für Bestandsanlagen von 16,9 Cent pro Kilowattstunde und Neuanlagen von 14,88 Cent pro Kilowattstunde gesetzlich festgelegt. Bestandsanlagen können über die Ausschreibungen einen Förderanspruch von weiteren zehn Jahren erwerben. Sobald diese bei einer Ausschreibung den Zuschlag erhalten, wird die Anlage als neu in Betrieb genommen angesehen und es gilt das EEG 2017. Für die Jahre 2017 und 2018 werden 150 Megawatt und für die Jahre 2019 und 2020 werden 200 Megawatt ausgeschrieben. [DLG-Mitteilungen 5/2017: EEG 2017 Jede Menge Fallstricke; 05.2017; Seite 46] Neu in dieser Auflage ist der sogenannte „Maisdeckel“. Neben den Höchsteintragsmengen für Mais wird auch Getreidekorn berücksichtigt. Für die Jahre 2017 und 2018 dürfen höchstens 50 Prozent Mais und Getreidekorn gefüttert werden. Für die Jahre 2019 und 2020 gelten 47 Prozent und für die Jahre 2021 und 2022 gelten 44 Prozent. Mit dem aktuellen EEG werden grundsätzlich Anreize zum Bau von Güllekleinanlagen und zum Ausbau bestehender Anlagen in Vorbereitung auf die Zeit nach der zugesicherten Vergütung geschaffen. [BMWi: Erneuerbares Energien Gesetz 2017 (EEG 2017); 11.11.2016]



### 3. Grundlagen zur Berechnung der optimalen Nutzungsdauer

#### 3.1 Berechnung der Einnahmen

Die erste wichtige Grundlage für die Berechnung der optimalen Nutzungsdauer sind die Einnahmen des Unternehmens. Biogasanlagen können Erträge aus dem Verkauf von elektrischer sowie thermischer Energie erwirtschaften. Zur Vereinfachung dieser Berechnung wurde die untenstehende Tabelle angefertigt. Sie zeigt die Berechnung der Vergütungshöhe für eine Biogasanlage mit 500 Kilowatt installierter Leistung.

Ertragsberechnungen		Stand: EEG 2004	
eingespeiste Menge:		4.000.000 kWh p.a.	
<b>Grundvergütung</b>			
bis 150 kW		1.314.000 kWh	0,1150 € / kWh
151 - 500 kW		2.686.000 kWh	0,0990 € / kWh
501 - 5.000 kW		0 kWh	0,0890 € / kWh
5.001 - 20.000 kW		0 kWh	0,0840 € / kWh
			<b>Summe: 417.024,00 €</b>
<b>NawaRo - Bonus</b>			
	ja		
bis 500 kW		4.000.000 kWh	0,0600 € / kWh
501-5.000 kW		0 kWh	0,0400 € / kWh
5.001 - 20.000 kW		0 kWh	0,0000 € / kWh
			<b>Summe: 240.000,00 €</b>
<b>Gülle - Bonus</b>			
	nein		
bis 150 kW		0 kWh	0,0400 € / kWh
151 - 500 kW		0 kWh	0,0100 € / kWh
			<b>Summe: - €</b>
<b>Emissionsminderungsbonus</b>			
	nein		
bis 500 kW		0 kWh	0,0100 € / kWh
			<b>Summe: - €</b>
		<b>Summe der Einspeisevergütung: 657.024,00 €</b>	
nutzbare Wärme nach Fermentation		0 kWh	
<b>KWK - Bonus</b>			
	nein		
Wärmenutzung 0% der Überschuwärme		0,00 kWh	
Nach KWK mit Faktor	0,000	0,00 kWh	0,0300 € / kWh
Wärmeverkauf:		0,00 kWh	0,0000 € / kWh
			<b>Summe: - €</b>
Sonst. Erträge:	Wärmeerlös		<b>Summe Erträge gesamt: 657.024,00 €</b>
		<b>Ertrag pro kWh: 0,164256 €</b>	

Abbildung 5: Berechnung der Einnahmen [eigene Angaben]

Sie berücksichtigt neben den Erträgen aus der Grundvergütung auch verschiedene Boni. Die Höhe der Grundvergütung sowie der Boni kann je nach Stand des EEG angepasst werden. Da nicht in jedem EEG die selben Boni zur Verfügung stehen, können die derzeit eingetragenen Zusatzvergütungen zum Beispiel durch die Markt- oder Flexibilitätsprämie ersetzt werden.

Nach dem im oberen Teil die eingespeiste Menge eingetragen wurde, errechnet die Tabelle die jeweiligen Anteile zu den unterschiedlichen Vergütungssätzen völlig selbstständig. Daraus wird wiederum eine Summe gebildet. Die Gesamtsumme aller Einnahmequellen wird im unteren Teil der Tabelle aufgeführt und automatisch in den Ertrag pro Kilowattstunde umgerechnet. Die abgebildete Tabelle zeigt die Berechnung der Vergütungshöhe für eine Biogasanlage mit 500 Kilowatt installierter Leistung.

### **3. 2 Berechnung der Kosten**

Ebenso wichtig wie die Berechnung der Einnahmen ist es die Kosten zu betrachten. Die wichtigsten und zu gleich umfangreichsten Kosten sind die Investitionskosten. Ist die Biogasanlage errichtet worden, entstehen neben den fixen Kosten für beispielsweise Versicherungen, biologische Betreuung oder Personal auch variable Kosten für zum Beispiel Substrateinkauf oder Reparaturaufwendungen. In den folgenden drei Unterkapiteln wird auf Investitions- und Substratkosten sowie auf den Reparaturaufwand genauer eingegangen.

#### **3.2.1 Investitionskosten**

Zu den Investitionskosten zählen neben den eigentlichen Kosten für die Errichtung der Biogasanlage noch zahlreiche weitere Kostenpositionen. Dazu zählen der Anschluss für die Energieversorgungsunternehmen, die bauseitigen Leistungen für zum Beispiel Erdarbeiten, Betriebsgebäude oder Genehmigungen sowie Kosten für das Grundstück und für die Errichtung der Siloplatte und der Zugangswege. Neben den kalkulierbaren Kosten sollten auch unvorhersehbare Kosten von angenommen 5 Prozent berücksichtigt werden.

Die Kosten sind stark abhängig von der Größe der Anlage und dessen Standort. Muss ein Standort erst neu erschlossen werden, steigen die Kosten für Genehmigungen, Betriebsgebäude und Erdarbeiten an. Die Größe der Anlage beeinflusst nicht nur die Investitionskosten für die Biogasanlage, sondern auch für die Siloplatzen. Je größer die Anlage je mehr Lagerkapazitäten für Futter müssen vorhanden sein.

Die Investitionssumme für Anlagen mit einer Leistung von 500 bis 550 Kilowattstunden liegt zwischen 1,6 Mio. und 2,0 Mio. Euro. *[eigene Erhebungen]*

### 3.2.2 Substratkosten

Substratkosten entstehen nicht nur beim Zukauf von Rohstoffen, sondern auch bei der innerbetrieblichen Nutzung. Die Kosten sind abhängig von den Preisen für Winterweizen und Winterraps, welche beispielsweise an Börsen wie der Pariser MATIF verfolgt werden können.

#### Berechnung der Rohstoffkosten

Größe der Anlage: 500 kW  
Volllaststunden: 8000 p.a

	Preise	Anteile
<b>Rohstoffe:</b>		
Gülle	0,1 €/t FM	20%
Maissilage	34 €/t FM	60%
GPS	32 €/t FM	20%
Grassilage	€/t FM	0%
Zuckerrüben	€/t FM	0%
andere	€/t FM	0%
<b>el. Leistung Mischung</b>		<b>306,8 kWh/t FM</b>
		Anteile
<b>Teilmengen:</b>		
Gülle	45 kWh/t FM	2.608 t FM
Maissilage	375 kWh/t FM	7.823 t FM
GPS	364 kWh/t FM	2.608 t FM
Grassilage	335 kWh/t FM	0 t FM
Zuckerrüben	243 kWh/t FM	0 t FM
andere	kWh/t FM	0 t FM
<b>Mischung</b>		<b>13.038 t FM p.a</b>
<b>Substratkosten</b>		<b>349.674 € p.a</b>

**Abbildung 6:** Berechnung der Rohstoffkosten [FNR: Faustzahlen; 11.06.2017; eigene Angaben]

In der oben stehenden Abbildung können in Abhängigkeit von der Größe der Anlage sowie den jährlichen Volllaststunden die Substratkosten berechnet werden.

Zu Beginn der Berechnung wird mit Hilfe der Fütterungsanteile und der Energie pro Tonne Frischmasse die elektrische Leistung der Gesamtmischung berechnet. Um die jährlich benötigte Menge Frischmasse zu ermitteln, muss die Größe der Anlage mit den Volllaststunden multipliziert werden und nachfolgend durch die elektrische Leistung der Gesamtmischung dividiert werden. Aus den Fütterungsanteilen ergibt sich daraus die jährliche benötigte Menge an Frischmasse der einzelnen Futterkomponenten. Nun werden die jährlich benötigten Fütterungsmengen mit den dazugehörigen Kosten pro Tonne Frischmasse multipliziert und schlussendlich zu einer Summe addiert.

Grundsätzlich müssen ausschließlich die Fütterungsanteile, die Größe der Anlage und die Volllaststunden in die Tabelle eingepflegt werden. Daraufhin werden automatisch die Substratkosten berechnet.

Die Annahmen für die Preise pro Tonne Frischmasse und die zu erwartende Energie pro Tonne Frischmasse können an den Betrieb angepasst und zusätzlich verändert werden.

### **3.2.3 Reparaturaufwendungen**

Zu den Reparaturaufwendungen zählen neben dem Ersetzen und Reparieren von technischen Anlagen auch die Instandhaltung in Form von Wartungen.

Die in Kapitel 2.2 Aufbau und Funktion einer Biogasanlage aufgeführten Hauptbaugruppen und deren Bestandteile haben eine unterschiedliche Nutzungsdauer.

Im Bereich der Fütterung fallen hauptsächlich in der Pumpen- und Schneckentechnik Reparaturkosten an. Diese variieren je nach Art und Aufbau.

In der Baugruppe Behälter werden in regelmäßigen Abständen Rührwerke ersetzt. Auch hier variieren die Kosten je nach Art und Größe der Rührwerke.

Für den Bereich der Gasaufbereitung fallen vor allem Kosten für den Austausch von Motoren und Generatoren der Blockheizkraftwerke an.

Die Durchführung von Service und Wartung kann zum einen je nach Bedarf erfolgen. Viele Unternehmen führen beispielsweise Ölwechsel an den Motoren selbst durch und ziehen nur bei größeren Reparaturen die Serviceunternehmen heran. Zum anderen gibt es die Möglichkeit mit Wartungsverträgen zu arbeiten. Die Unternehmen holen sich Angebote ein und wenn ein Vertrag geschlossen wurde, werden in regelmäßigen Abständen, gezählt in Betriebsstunden, kurz Bh, Wartungen mit unterschiedlichen Umfängen durchgeführt. Diese werden zumeist nach Erhaltungsstufen eingeteilt. Beispielsweise wird alle 1.500 Bh ein E30-Wartung durchgeführt. Bei 48.000 Bh erfolgt dann die sogenannte E70-Wartung in der häufig ein Motorentausch durchgeführt wird. Ein eigenständig erstellter Wartungsplan ist im Anhang beigelegt.

Die Kosten für die einzelnen Reparaturen sind stark abhängig von Art und Umfang. Auf die Abnutzung einzelner Bestandteile hat vor allem die Art der Fütterung einen großen Einfluss. Je nach Zusammensetzung der Futtermischung setzt sich später auch das Gas zusammen. Einige Futterkomponenten sorgen beispielsweise für mehr Schwefeleintrag. Somit muss mehr entschwefelt werden und die betreffenden Bauelemente müssen häufiger ersetzt werden. Ein Beispiel für diese Futterkomponenten ist Hühnertrockenkot.

Nachfolgend werden drei Betriebsspiegel, welche hauptsächlich Informationen zu den durchgeführten Reparaturen liefern, dargestellt. Die Daten stammen von bestehenden Biogasbetrieben und wurden eigenständig erhoben. Für die Jahre 2017, 2018 und 2019 wurden die zu erwartenden Reparaturen der Unternehmen übernommen. Ab dem Jahr 2020 wurden die bisher durchgeführten Reparaturen in etwa für die Folgejahre angenommen.

Die Erläuterungen der Besonderheiten und die von der Autorin getroffenen Annahmen werden in den einzelnen Betriebsspiegeln in der Spalte Bemerkungen individuell erläutert.

## Betriebsspiegel Biogasanlage 1 (Stand 2017)

Anlagengröße:	500 kW
Jahr der Inbetriebnahme	2006
Investitionskosten:	1.800.000 €
Anzahl Motoren	1
Größe der Motoren:	500 kW

### Reparaturaufwendungen und Unterhaltungskosten seit der Inbetriebnahme

Jahr	wichtige Einzelpositionen	Kosten in €	Gesamtsumme Kosten in €
2006			
2007			28.500
2008			61.300
2009			79.200
2010			34.500
2011			55.300
2012			134.500
2013	Motor- und Generatorwechsel	150.000	178.500
2014			61.300
2015	Wechsel Zylinderköpfe	5.600	84.800
2016	Austausch Gaskühler	10.700	46.900
	Getriebeaustausch Motor Fütterung	1.700	
2017			55.300
2018	Motorenwechsel	150.000	284.500
2019			28.500
2020	Wechsel Dachkonstruktion	75.000	136.300
2021			79.200
2022			34.500
2023			55.300
2024	Motorenwechsel	150.000	284.500
2025			28.500
2026			61.300

**Bemerkungen:** Es werden in regelmäßigen Abständen abhängig von den Betriebsstunden die Wartungen E30 bis E70 durchgeführt. Außerdem wird jährlich der Gaskühler gewartet (1.500€) und die Rührwerke werden ausgetauscht (7.500€). Ebenfalls fallen jährlich Kosten für die Softwarebetreuung an (2.000€). Alle zwei Jahre wird das Rührwerk im Anmischbehälter inklusive Elektronik gewechselt (6.000€).

**Abbildung 7:** Betriebsspiegel Biogasanlage 1 [eigene Erhebungen]

**Betriebsspiegel Biogasanlage 2**

(Stand 2017)

Anlagengröße:	530 kW
Jahr der Inbetriebnahme	2002
Investitionskosten:	1.570.000 €
Anzahl Motoren	2
Größe der Motoren:	170 / 360 kW

**Reparaturaufwendungen und Unterhaltungskosten seit der Inbetriebnahme**

Jahr	wichtige Einzelpositionen	Kosten in €	Gesamtsumme Kosten in €	Bemerkungen
2002			0	Anlagengröße 170kW (1 Motor)
2003			0	
2004			18.000	
2005	Motorenwechsel	19.000	43.000	Anlagengröße 350kW (2 Motoren)
2006	Generatorwechsel	8.000	37.000	
2007	Wechsel Zylinderköpfe	5.000	15.000	
2008	Tauchmotorrührwerkwechsel	6.000		
	Motorenwechsel	25.000		
	Wechsel Annahmedosierer	60.000	110.000	
2009	Austausch Rührwerke (2)	16.000		
	Generatorwechsel	7.000	44.000	
2010	Generatorwechsel	13.000	29.000	
2011	Motorenwechsel	23.000	33.500	
2012	Austausch Rührwerke (2)	17.000	43.500	
2013	Motorenwechsel	22.500	42.000	Anlagengröße 530kW (2 Motoren)
2014	Wechsel Annahmedosierer	23.000	51.000	
2015	Wechsel Dachkonstruktion (2)	52.000	153.000	
	Wechsel Güllepumpe	3.000		
	Austausch Heizungsverteiler	17.000		
2016	Erneuerung Fermenterring	22.000	105.000	
	Austausch Gasfackel	12.000		
2017	Generatorwechsel	15.000	65.950	
	Austausch Rührwerke (2)	16.500		
2018	Motorenwechsel	150.000	184.450	
2019			34.450	
2020	Wechsel Annahmedosierer	40.000	90.950	
	Austausch Rührwerke (2)	16.500		
2021			34.450	
2022	Motorenwechsel	150.000	184.450	
2023			34.450	
2024	Generatorwechsel	15.000	49.450	

**Bemerkungen:** Die Wartungskosten für die kommenden Jahre (34.450€) errechnen sich aus den durchschnittlichen Kosten pro Kilowattstunde Leistung der Anlage der vergangenen Jahre.

**Abbildung 8:** Betriebsspiegel Biogasanlage 2 [eigene Erhebungen]

**Betriebsspiegel Biogasanlage 3**

(Stand 2017)

Anlagengröße:	500 kW
Jahr der Inbetriebnahme	2005
Investitionskosten:	1.100.000 €
Anzahl Motoren	2
Größe der Motoren:	250 / 250 kW

**Reparaturaufwendungen und Unterhaltungskosten seit der Inbetriebnahme**

Jahr	wichtige Einzelpositionen	Kosten in €	Gesamtsumme Kosten in €	Bemerkungen
2005			0	
2006			48.000	
2007	Austausch Rührwerk	4.500	53.000	
2008	Motorwechsel	30.000	114.000	Häufiger Motorenwechsel, da Metallspäne im Öl
	Austausch Schnecke Fütterung	17.000		
2009	Motorenwechsel	60.000	119.000	
2010	Motorenwechsel	60.000	130.000	
2011	Reparatur am Fermenter	25.000	95.000	Nötig, da Regenschaden
	Austausch Schnecke Fütterung	12.000		
2012	Motorwechsel	30.000	78.000	
2013	Dachmembran	10.000	70.000	
	Annahmedosierer	12.000		
2014	Wechsel Annahmedosierer	50.000	98.000	Fabrikatswechsel Annahmedosierer
2015			72.000	
2016	Wechsel Rührwerke (2)	13.000	223.000	
	Dachmembran	10.000		
	BHKW Komplett austausch	152.000		inklusive Elektronik, etc.
2017			62.500	
2018	Wechsel Dachkonstruktion	65.000	127.500	
2019	Austausch Schnecke Fütterung	15.000	77.500	
2020			62.500	
2021	Motorenwechsel	60.000	122.500	
2022			62.500	
2023	Wechsel Annahmedosierer	50.000	112.500	
2024			62.500	
2025	Wechsel Rührwerke	13.000	135.500	
	Motorenwechsel	60.000		

**Bemerkungen:** Die Wartungskosten für die kommenden Jahre (62.500€) errechnen sich aus den durchschnittlichen Kosten pro Kilowattstunde Leistung der Anlage der vergangenen Jahre addiert mit 48.000€ für den Service am BHKW.

**Abbildung 9:** Betriebsspiegel Biogasanlage 3 [eigene Erhebungen]



## **4. Ökonomische Analyse**

Für die ökonomische Analyse in Bezug auf die optimale Nutzungsdauer einer Biogasanlage wird eine Tabelle dienen, welche im Folgenden näher erläutert wird. Die Tabelle wurde zu großen Teilen mit Formeln hinterlegt und arbeitet nahezu selbstständig. Auf Grund ihrer Größe wird der Arbeit eine CD-ROM mit der dazugehörigen Excel-Datei beigelegt.

Über der Tabelle werden einige Grunddaten aufgelistet, die für die weiteren Berechnungen von Nöten sind. Dazu zählen die Höhe der Vergütungen, die Arbeitskosten sowie die Berechnung der sonstigen Kosten. Zu diesen gehören die biologische Betreuung, der Versicherungsschutz und die Energiekosten. Die Kosten können variieren und je nach Betrieb angepasst werden.

Zu Beginn der Tabelle wird das Jahr der Inbetriebnahme eingetragen. Dieses Jahr gilt als das Jahr „Null“ und beinhaltet ausschließlich die Herstellungskosten. Es folgen mehrere Spalten für den Bereich Reparaturaufwendungen. Dazu gehören die Wartungen sowie verschiedene Bauelemente, deren Reparatur oder Austausch häufig erfolgt. Die Spalten können an das Unternehmen angepasst und gegebenenfalls erweitert werden. Es folgen Spalten, in denen die Kosten für Arbeit, Substratzukauf und Sonstiges berücksichtigt werden. Die Kosten für Arbeit und Sonstiges werden aus den vorangegangenen Grunddaten berechnet und in die Tabelle übertragen. Die Substratkosten werden, wie in Kapitel 3.2.2 erläutert, mit einer separaten Tabelle errechnet. Es folgt eine farbig gekennzeichnete Spalte, welche die Kosten zusammenfasst.

Anschließend werden die Einnahmen berechnet. Es müssen die jährlichen Volllaststunden, aus denen sich mit Hilfe der Anlagengröße die eingespeiste Menge in Kilowattstunden pro Jahr errechnet, angegeben werden. Die Höhe der Vergütung wird aus den oben aufgeführten Grunddaten übernommen. Neben den Erlösen aus elektrischer Energie werden auch Erlöse aus thermischer Energie berücksichtigt. Die zweite farbig markierte Spalte kennzeichnet die Summe aller Erlöse.

In der folgenden Spalte wird der Deckungsbeitrag bestimmt. Dieser errechnet sich klassisch aus der Summe der Einnahmen vermindert um die Summe der Ausgaben. Dieser Deckungsbeitrag wird im Folgenden diskontiert, um den Zinsfuß sowie die Betriebsjahre der Anlage mit in die Berechnungen einfließen zu lassen. Dieser Wert nennt sich Kapitalwert. In der vorletzten Spalte werden die Kapitalwerte summiert und in der letzten die optimale Nutzungsdauer angegeben.

Die Summe der Kapitalwerte ist die Grundlage für die Entscheidung, welches Jahr der optimalen Nutzungsdauer entspricht. Das Jahr, in der die Summe der Kapitalwerte dem Maximum entspricht, wird als das Jahr der optimalen Nutzungsdauer ausgewiesen. Da der Ersatz von Biogasanlagen mit den EEG-Novellen eingestellt wurde, werden keine Restwerte in die Berechnungen aufgenommen. Die optimale Nutzungsdauer wird unter der Annahme bestimmt, dass kein Ersatz der Anlagen möglich ist. Ein Weiterbetrieb ist grundsätzlich so lange sinnvoll, wie ein positiver Deckungsbeitrag erwirtschaftet werden kann. Die Tabelle berücksichtigt alle wichtigen Kosten und ermöglicht die exakte Eingabe des sehr variablen Bereiches der Reparaturaufwendungen, so dass verschiedene Szenarien simuliert werden können.

Die Tabelle soll Landwirten übersichtlich ihre Kosten und Einnahmen darstellen, ihnen mögliche Schwachstellen aufzeigen und ihnen bezüglich künftiger Investitionen als Entscheidungshilfe dienen.

In den nachfolgenden drei Kapiteln werden drei Biogasanlagen als Beispiele vorgestellt und erläutert. Die Daten dieser Anlagen wurden eigenständig erhoben und so detailgetreu wie möglich übernommen. Die Betriebsspiegel aus dem Kapitel 3.2.3 dienen als Datengrundlage. Die für die Anlagen getroffenen Annahmen sowie die Ermittlung der Mindestausschreibungshöhe für die jeweiligen Unternehmen werden in den folgenden Kapiteln aufgeführt. Für alle Anlagen gilt jedoch eine jährliche Auslastung von 8.000 Volllaststunden. Ab dem 15. Betriebsjahr werden 7.000 Volllaststunden und ab dem 25. Betriebsjahr 6.500 Volllaststunden angesetzt.

#### 4.1 Biogasanlage „Beispiel 1“

	Jahr	Herstellungskosten	Wartungen	Rührwerke	Zylinderkopf	Gaskühler	Motoren / Generatoren	Dach	Annahmedosierer	sonstiges	Kosten für Arbeit	Substratkosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
<b>2006</b>	0	1.800.000												<b>1.800.000</b>		-1.800.000	
2007	1		21.000	7.500							22.000	349.674	61.000	<b>461.174</b>	<b>640.000</b>	-1.626.383	
2008	2		47.800	13.500							22.000	349.674	61.000	<b>493.974</b>	<b>640.000</b>	-1.488.739	
2009	3		71.700	7.500							22.000	349.674	61.000	<b>511.874</b>	<b>640.000</b>	-1.371.486	
2010	4		21.000	13.500							22.000	349.674	61.000	<b>467.174</b>	<b>640.000</b>	-1.217.932	
2011	5		47.800	7.500							22.000	349.674	61.000	<b>487.974</b>	<b>640.000</b>	-1.086.793	
2012	6		121.000	13.500							22.000	349.674	61.000	<b>567.174</b>	<b>640.000</b>	-1.025.802	
2013	7		21.000	7.500			150.000				22.000	349.674	61.000	<b>611.174</b>	<b>576.000</b>	-1.054.402	
2014	8		47.800	13.500							22.000	349.674	61.000	<b>493.974</b>	<b>640.000</b>	-939.128	
2015	9		71.700	7.500	5.600						22.000	349.674	61.000	<b>517.474</b>	<b>645.437</b>	-841.055	
2016	10		21.000	13.500		10.700				1.700	22.000	349.674	61.000	<b>479.574</b>	<b>645.437</b>	-717.637	
2017	11		47.800	7.500			150.000				22.000	349.674	61.000	<b>637.974</b>	<b>640.000</b>	-716.174	
2018	12		121.000	13.500							22.000	349.674	61.000	<b>567.174</b>	<b>576.000</b>	-709.983	
2019	13		21.000	7.500							22.000	349.674	61.000	<b>461.174</b>	<b>640.000</b>	-588.212	
2020	14		47.800	13.500				75.000			22.000	349.674	61.000	<b>568.974</b>	<b>600.000</b>	-567.700	
2021	15		71.700	7.500					50.000		22.000	349.674	61.000	<b>561.874</b>	<b>560.000</b>	-568.903	
2022	16		21.000	13.500							22.000	349.674	61.000	<b>467.174</b>	<b>560.000</b>	-511.057	
2023	17		47.800	7.500							22.000	349.674	61.000	<b>487.974</b>	<b>560.000</b>	-467.480	<b>-467.480</b>
2024	18		121.000	13.500	6.000		150.000				22.000	349.674	61.000	<b>723.174</b>	<b>496.000</b>	-600.290	
2025	19		21.000	7.500							22.000	349.674	61.000	<b>461.174</b>	<b>560.000</b>	-544.561	
2026	20		47.800	13.500		11.000					22.000	349.674	61.000	<b>504.974</b>	<b>560.000</b>	-514.095	
2027	<b>21</b>		21.000	7.500							22.000	168.472	61.000	<b>279.972</b>	<b>267.750</b>	-520.665	
2028	<b>22</b>		47.800	13.500							22.000	168.472	61.000	<b>312.772</b>	<b>260.750</b>	-544.161	
2029	<b>23</b>		71.700	7.500							22.000	168.472	61.000	<b>330.672</b>	<b>260.751</b>	-576.043	
2030	<b>24</b>		21.000	13.500							22.000	168.472	61.000	<b>285.972</b>	<b>260.752</b>	-585.007	
2031	<b>25</b>		47.800	7.500							22.000	168.472	61.000	<b>306.772</b>	<b>248.625</b>	-612.779	
2032	<b>26</b>		121.000	13.500			150.000				22.000	168.472	61.000	<b>535.972</b>	<b>218.025</b>	-760.209	
2033	<b>27</b>		21.000	7.500	6.000						22.000	168.472	61.000	<b>285.972</b>	<b>248.625</b>	-777.022	
2034	<b>28</b>		47.800	13.500							22.000	168.472	61.000	<b>312.772</b>	<b>248.626</b>	-805.059	
2035	<b>29</b>		71.700	7.500							22.000	168.472	61.000	<b>330.672</b>	<b>248.627</b>	-839.876	
2036	<b>30</b>		21.000	13.500		11.000			50.000		22.000	168.472	61.000	<b>346.972</b>	<b>248.628</b>	-880.393	

Abbildung 10: Darstellung optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 1 [eigene Erhebungen]

Bei der ersten Biogasanlage handelt es sich um eine Anlage mit 500 Kilowatt installierter Leistung. Die gesamte Leistung wird von einem Motor erbracht.

Grundlage für die Höhe der Vergütung bildet das EEG 2004. In der unterstehenden Tabelle wird die Höhe der Vergütung pro Kilowattstunde berechnet. Für die Grundvergütung wurde eine Abstufung von drei Prozent vorgenommen. Dies ergibt sich aus dem Gesetzestext des EEG 2004, welcher besagt: „Die Mindestvergütungen nach Absatz 1 werden beginnend mit dem 1. Januar 2005 jährlich jeweils für ab diesem Zeitpunkt neu in Betrieb genommene Anlagen um jeweils 1,5 Prozent des für die im Vorjahr neu in Betrieb genommenen Anlagen maßgeblichen Wertes gesenkt und auf zwei Stellen hinter dem Komma gerundet.“ [BMWi; EEG 2004; § 8 Vergütung für Strom aus Biomasse; Seite 7; Absatz 5]

Als Boni werden der NaWaRo und Gülle-Bonus angesetzt, da es sich um eine landwirtschaftliche Biogasanlage handelt. Im EEG 2004 werden NaWaRo und Gülle-Bonus noch als Gesamtes betrachtet. In den folgenden Gesetzen werden diese getrennt aufgeschlüsselt.

Ertragsberechnungen		Stand: EEG 2004		
<b>ingespeiste Menge:</b>		<b>4.000.000 kWh p.a.</b>		
<b>Grundvergütung</b>				
bis 150 kW		1.314.000 kWh	0,1120 € / kWh	147.168,00 €
151 - 500 kW		2.686.000 kWh	0,0960 € / kWh	257.856,00 €
501 - 5.000 kW		0 kWh	0,0860 € / kWh	- €
5.001 - 20.000 kW		0 kWh	0,0820 € / kWh	- €
				<b>Summe:</b>
				<b>405.024,00 €</b>
<b>NawaRo - Bonus</b>				
bis 500 kW	ja	4.000.000 kWh	0,0600 € / kWh	240.000,00 €
501-5.000 kW		0 kWh	0,0400 € / kWh	- €
5.001 - 20.000 kW		0 kWh	0,0000 € / kWh	- €
				<b>Summe:</b>
				<b>240.000,00 €</b>
<b>Gülle - Bonus</b>				
bis 150 kW	nein	0 kWh	0,0400 € / kWh	- €
151 - 500 kW		0 kWh	0,0100 € / kWh	- €
				<b>Summe:</b>
				<b>- €</b>
<b>Emissionsminderungsbonus</b>				
bis 500 kW	nein	0 kWh	0,0100 € / kWh	- €
				<b>Summe:</b>
				<b>- €</b>
				<b>Summe der Einspeisevergütung:</b>
				<b>645.024,00 €</b>
<b>nutzbare Wärme nach Fermentation</b>		<b>0 kWh</b>		
<b>KWK - Bonus</b>				
Wärmenutzung 0% der Überschusswärme	nein	0,00 kWh		
Nach KWK mit Faktor	0,000	0,00 kWh	0,0300 € / kWh	- €
Wärmeverkauf:		0,00 kWh	0,0000 € / kWh	- €
<b>Sonst. Erträge:</b>				
	Wärmeerlös			- €
				<b>Summe Erträge gesamt:</b>
				<b>645.024,00</b>
				<b>Ertrag pro kWh:</b>
				<b>0,161256</b>

Abbildung 11: Berechnung der Einnahmen Biogasanlage 1 [eigene Anhaben]

Es wird davon ausgegangen, dass keine thermische Energie verkauft wird. Für die Jahre nach der gesicherten Vergütung gelten die Regelungen aus dem EEG 2017. Es wird eine Verlängerung von zehn Jahren angenommen.

Die Arbeitskosten in Höhe von 22.000 Euro pro Jahr wurden aus den Angaben des Betriebes übernommen. Für die sonstigen Kosten werden insgesamt 61.000 Euro jährlich angesetzt. Dazu zählen 16.200 Euro für die biologische Betreuung und den Versicherungsschutz und ausgehend von 4.000.000 Kilowattstunden erzeugter Energie bei 8.000 Volllaststunden Energiekosten in Höhe von 44.800 Euro.

Die Biogasanlage wurde im Jahr 2006 in Betrieb genommen. Die Investitionskosten ohne Grundstück beliefen sich auf 1,8 Millionen Euro. Dieses Unternehmen arbeitet mit einem Wartungsvertrag. Die Grundlage, für die in der Spalte „Wartungen“ angegebenen Kosten, ist ein selbstständig, auf Basis der betrieblichen Angaben, erstellter Wartungsplan, der im Anhang abgedruckt ist. Dazu gehören zusätzlich 2.000 Euro für den Service der Software und 1.500 Euro für die Wartung des Gaskühlers. Außerdem werden jährlich alle sechs Rührwerke getauscht, und alle zwei Jahre wird das Rührwerk der Anmischgrube inklusive Elektronik ebenfalls ersetzt. Die Angaben der Reparaturaufwendungen bis zum Jahr 2016 wurden aus den betrieblichen Angaben übertragen. Für die nächsten drei bis vier Jahre sind ein Motorentausch sowie der Austausch der Dachkonstruktion vorgesehen. Für die Jahre 2021 bis 2036 werden folgende Annahmen getroffen:

- bei einer E70-Wartung erfolgt ein Motorentausch (2024 und 2032)
- alle neun Jahre Austausch Zylinderköpfe (2024 und 2033)
- alle zehn Jahre Austausch Gaskühler (2026 und 2036)

Die Kosten für den Austausch der Zylinderköpfe sowie des Gaskühlers wurden in etwa aus den betrieblichen Angaben übernommen. Ausgehend von den aufgenommenen Daten der folgenden zwei Beispielbetriebe wird auch für dieses Unternehmen ein Austausch des Annahmedosierers nach circa fünfzehn Jahren angesetzt. Die Kosten für den Austausch wurden als Mittelwert aus den Angaben der anderen Betriebe erstellt. Die Substratkosten wurden auf Basis von 8.000 Volllaststunden berechnet und sind auf der folgenden Seite abgebildet. Es wird von einer Futtermischung mit 20 Prozent Gülle, 60 Prozent Maissilage und 20 Prozent Ganzpflanzensilage ausgegangen. Der Substrateinsatz nach der Weiterführung erfolgt unter Berücksichtigung des „Maisdeckels“ aus dem EEG 2017.

Die Mischung setzt sich zusammen aus 36 Prozent Gülle, 44 Prozent Maissilage und 20 Prozent Ganzpflanzensilage.

Die Kosten für Arbeit und Sonstiges werden aus den Grunddaten übernommen. Die Gesamtkosten bewegen sich je nach Höhe der jährlichen Aufwendungen zwischen 460.000 und 724.000 Euro.

### Berechnung der Rohstoffkosten

Größe der Anlage: 500 kW  
Volllaststunden: 8000 p.a

	Preise	Anteile
<b>Rohstoffe:</b>		
Gülle	0,1 €/t FM	20%
Maissilage	34 €/t FM	60%
GPS	32 €/t FM	20%
Grassilage	€/t FM	0%
Zuckerrüben	€/t FM	0%
andere	€/t FM	0%
<b>el. Leistung Mischung</b>		<b>306,8 kWh/t FM</b>
		Anteile
<b>Teilmengen:</b>		
Gülle	45 kWh/t FM	2.608 t FM
Maissilage	375 kWh/t FM	7.823 t FM
GPS	364 kWh/t FM	2.608 t FM
Grassilage	335 kWh/t FM	0 t FM
Zuckerrüben	243 kWh/t FM	0 t FM
andere	kWh/t FM	0 t FM
<b>Mischung</b>		<b>13.038 t FM p.a</b>
<b>Substratkosten</b>		<b>349.674 € p.a</b>

**Abbildung 12:** Berechnung der Rohstoffkosten Biogasanlage 1 [eigene Angaben]

Die Volllaststunden werden wie in Kapitel 4 festgelegt. Zusätzlich werden Ausfallzeiten für die Jahre, in denen ein Motorentausch (abzüglich 800 Bh), ein Austausch der Dachkonstruktion (abzüglich 500 Bh) und erhöhte Reparaturaufwendungen (abzüglich 300 Bh) anfallen, berücksichtigt. Die jährliche Leistung in Kilowattstunden passt sich automatisch an. Die Erlöse schwanken zwischen 400.000 und 650.000 Euro.

Als optimale Nutzungsdauer wird das Jahr 2023 ausgewiesen. Die Anlage ist dann siebzehn Jahre alt. Im Folgejahr würden auf das Unternehmen Kosten in Höhe von 723.000 Euro zukommen. Es fallen Wartungen für 121.000 Euro und ein Motorentausch für 150.000 Euro an. Die Abbildung folgt auf der kommenden Seite.

	Jahr	Wartungen	Rührwerke	Zylinderkopf	Motoren / Generatoren	Kosten für Arbeit	Substratkosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz	
	2022	16	21.000	13.500			22.000	349.674	61.000	467.174	560.000	-511.057	
	2023	17	47.800	7.500			22.000	349.674	61.000	487.974	560.000	-467.480	-467.480
	2024	18	121.000	13.500	6.000	150.000	22.000	349.674	61.000	723.174	496.000	-600.920	

**Abbildung 13:** optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 1 [eigene Erhebungen]

Entschließt sich das Unternehmen, den Motor nicht auszutauschen, entfallen 150.000 Euro der Kosten. Wird der Motor beispielsweise stattdessen repariert, beziehungsweise regeneriert, sollten die Kosten maximal 70.000 Euro betragen. Dies hat zur Folge, dass sich die optimale Nutzungsdauer von siebzehn Jahren auf zwanzig Jahre erhöht. Damit wäre ein wirtschaftlicher Weiterbetrieb bis zum Ende der gesicherten Vergütung möglich.

	Jahr	Wartungen	Rührwerke	Zylinderkopf	Gaskühler	Motoren / Generatoren	Kosten für Arbeit	Substratkosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz	
	2024	18	121.000	13.500	6.000		70.000	22.000	349.674	61.000	643.174	496.000	-553.929	
	2025	19	21.000	7.500			22.000	349.674	61.000	461.174	560.000	-497.570		
	2026	20	47.800	13.500		11.000	22.000	349.674	61.000	504.974	560.000	-467.103	-467.103	

**Abbildung 14:** Szenario Motorentausch Biogasanlage 1 [eigene Erhebungen]

Eine Verschiebung des Motorentausches um ein Jahr hat keine Änderung der optimalen Nutzungsdauer zur Folge.

Für den Weiterbetrieb nach zwanzig Jahren unter den Bedingungen des EEG 2017 müssen einige Voraussetzungen erfüllt werden. Zum Beispiel gibt es für die Erfüllung der Flexibilisierung zwei Möglichkeiten. Da die Anlage doppelt überbaut sein muss, kann die Anlage zum einen auf 1 Megawatt erweitert werden und 500 Kilowatt leisten, oder es wird nur die Hälfte der derzeitigen Leistung in die Ausschreibungen aufgenommen. Die Beispielanlage 1 hat noch neun Jahre bis zum Ende des aktuellen Förderungszeitraumes. Für die doppelte Überbauung fallen Kosten in Höhe von 400.000 Euro für das BHKW und 90.000 Euro für den Netzanschluss an. [DLG-Mitteilung 5/2017: Jede Menge Fallstricke; Seite 46ff] Es wird angenommen, dass ausreichend Gasspeicher vorhanden ist. Die Investitionskosten belaufen sich auf 490.000 Euro.

Zur Finanzierung der Flexibilisierung soll vor allem die Flexibilitätsprämie dienen.

Es wird davon ausgegangen, dass 120 Euro pro Kilowatt Prämie gezahlt werden. Bei einer 500 Kilowatt Anlage ergibt sich eine Summe von 60.000 Euro pro Jahr. Für die neun verbleibenden Jahre der möglichen Finanzierung ergeben sich 540.000 Euro Prämienvolumen. Werden die zusätzlichen Kosten für die EEG-Umlage (49.500 Euro für neun Jahre) berücksichtigt, ergibt sich ein Überschuss von 500 Euro. Da die Finanzierung über die Flexibilitätsprämie knapp gegeben ist, wäre eine Flexibilisierung auf 1 Megawatt möglich. Für den Weiterbetrieb bis zum Jahr 2036 benötigt das Unternehmen eine Mindestvergütung von 16,84 Euro pro Kilowattstunde.

	Jahr	Wartungen	Rührwerke	Gaskühler	Annahmedosierer	Kosten für Arbeit	Substratkosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
2036	30	21.000	13.500	11.000	50.000	22.000	336.945	61.000	515.445	547.300	-235.215	-235.215

**Abbildung 15:** Szenario Mindestvergütung Biogasanlage 1 [eigene Erhebungen]

Die zweite Möglichkeit des Unternehmens wäre eine sofortige Teilnahme an den Ausschreibungen. Auf Grund der Vorgabe, dass die Anlage doppelt überbaut sein muss, kann nun höchstens die Leistung von 250 Kilowatt eingespeist werden. Die Umstellung kann frühestens nach dreizehn Monaten nach Erhalt des Zuschlages erfolgen. Da die derzeitige Höchstvergütung von 16,9 Cent beinahe einen Cent über der momentanen Vergütung liegt, erscheint diese Maßnahme sinnvoll. Die Substratkosten wurden an die gesetzlichen Vorgaben des EEG 2017 angepasst und für 250 Kilowatt angesetzt. Auf Grund der sinkenden Einnahmen und trotz der halbierten Substratkosten wird nun das Jahr des EEG Wechsels als optimale Nutzungsdauer angegeben.

	Jahr	Wartungen	Rührwerke	Kosten für Arbeit	Substratkosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
2018	12	121.000	13.500	22.000	349.674	61.000	567.174	576.000	-709.983	
2019	13	21.000	7.500	22.000	168.472	61.000	279.972	338.000	-670.469	-670.469

**Abbildung 16:** Szenario sofortige Umstellung Biogasanlage 1 [eigene Erhebungen]



Da der Weiterbetrieb jedoch für zehn Jahre realisiert werden soll, ist dies nicht möglich. Auch der Flexzuschlag von 20.000 Euro (40 Euro pro Kilowatt) ändert nichts. Die Kosten für Wartungen und Reparaturen sind zu hoch. Bei drastischen Reduzierungen in diesem Bereich muss neu geprüft werden, welches Jahr als optimale Nutzungsdauer ausgewiesen wird.

#### Empfehlungen:

Das Unternehmen sollte die Reparaturaufwendungen in den kommenden Jahren möglichst gering halten, um bis zum Auslaufen der gesicherten Vergütung wirtschaftlich zu arbeiten. Der Weiterbetrieb mit 15,4 Cent pro Kilowatt ab dem einundzwanzigsten Betriebsjahr ist nicht ratsam. Eine sofortige Umstellung in das EEG 2017 erscheint zunächst sinnvoll, sollte jedoch ebenfalls nach genauerer Betrachtung verworfen werden. Die Flexibilisierung auf 1 Megawatt ist zum heutigen Zeitpunkt realistisch. Es wäre möglich, die Überbauung schnellst möglich in die Wege zu leiten und zu hoffen, dass sich das EEG bis zum Jahr 2026 zu Gunsten des Unternehmens ändert. Sollte dies nicht der Fall sein, ergeben sich durch die Flexibilisierung keine Nachteile für das Unternehmen.

Diese Empfehlung gilt, wie alle folgenden Empfehlungen, ausschließlich für die getroffenen Annahmen von 16 Cent gesicherter Vergütung über das EEG 2004, die zeitlich festgelegten Reparaturen sowie keine Flexibilisierung der Anlage und keine Fernwärmeanschluss zum momentanen Zeitpunkt. Diese Empfehlungen werden von der Autorin auf Grund der vorher betrachteten Szenarien eigenständig getroffen und sind keinesfalls ungeprüft anwendbar.

## 4.2 Biogasanlage „Beispiel 2“

	Jahr	Herstellungskosten	Wartungen / Unterhaltung	Annahmedosierer	Rührwerke	Motor	Generator	Zylinderkopf	Heizungserw. erteiler	Pumpen	Dach	Fermenter	Gasfackel	Kosten für Arbeit	Substrat-kosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
	<b>2002</b>	0	700.000														<b>700.000</b>		-700.000	
	2003	1												10.950	118.889	63.688	<b>193.527</b>	<b>231.200</b>	-663.424	
	2004	2			18.000									10.950	118.889	63.688	<b>211.527</b>	<b>231.200</b>	-644.881	
	2005	3	300.000		24.000	19.000								10.950	118.889	63.688	<b>536.527</b>	<b>440.640</b>	-732.631	
	2006	4			29.000		8.000							10.950	251.765	63.688	<b>363.403</b>	<b>460.800</b>	-646.095	
	2007	5			10.000			5000						10.950	251.765	63.688	<b>341.403</b>	<b>460.800</b>	-543.102	
	2008	6		60.000	6.000	25.000								10.950	251.765	63.688	<b>436.403</b>	<b>397.440</b>	-575.733	
	2009	7		21.000	16.000		7.000							10.950	251.765	63.688	<b>370.403</b>	<b>460.800</b>	-502.232	
	2010	8		16.000			13.000							10.950	251.765	63.688	<b>355.403</b>	<b>460.800</b>	-419.030	
	2011	9		10.500		23.000								10.950	251.765	63.688	<b>359.903</b>	<b>414.720</b>	-377.018	
	2012	10		26.500	17.000									10.950	251.765	63.688	<b>369.903</b>	<b>460.800</b>	-3.093.982	
	2013	11	570.000	16.500		22.500								10.950	370.654	63.688	<b>1.054.292</b>	<b>610.560</b>	-629.943	
	2014	12		28.000	23.000									10.950	370.654	63.688	<b>496.292</b>	<b>678.400</b>	-502.216	
	2015	13		41.000					17.000	3.000	52.000			10.950	370.654	63.688	<b>558.292</b>	<b>610.560</b>	-466.624	
	2016	14		71.000								22.000	12.000	10.950	370.654	63.688	<b>550.292</b>	<b>636.000</b>	-409.961	
	2017	15		34.450	16.500		15.000							10.950	370.654	63.688	<b>511.242</b>	<b>593.600</b>	-357.099	
	2018	16		34.450		150.000								10.950	370.654	63.688	<b>629.742</b>	<b>525.760</b>	-421.897	
	2019	17		34.450										10.950	370.654	63.688	<b>479.742</b>	<b>593.600</b>	-353.011	
	2020	18		34.450	40.000	16.500								10.950	370.654	63.688	<b>536.242</b>	<b>568.160</b>	-334.263	
	2021	19		34.450										10.950	370.654	63.688	<b>479.742</b>	<b>593.600</b>	-269.331	
	2022	20		34.450		150.000								10.950	370.654	63.688	<b>629.742</b>	<b>525.760</b>	-326.903	
	2023	21		34.450										10.950	370.654	63.688	<b>479.742</b>	<b>593.600</b>	-265.699	
	2024	22		34.450			15.000							10.950	370.654	63.688	<b>494.742</b>	<b>593.600</b>	-214.106	
	2025	23		34.450	16.500									10.950	370.654	63.688	<b>496.242</b>	<b>593.600</b>	-164.775	<b>-164.775</b>
	2026	24		34.450		150.000								10.950	168.472	63.688	<b>427.560</b>	<b>285.670</b>	-234.576	
	2027	25		34.450				5.000						10.950	168.472	63.688	<b>282.560</b>	<b>285.670</b>	-233.090	
	2028	26		34.450	25.000	16.500								10.950	168.472	63.688	<b>319.060</b>	<b>285.670</b>	-248.573	
	2029	27		34.450										10.950	168.472	63.688	<b>277.560</b>	<b>285.670</b>	-244.922	
	2030	28		34.450		150.000								10.950	168.472	63.688	<b>427.560</b>	<b>232.617</b>	-330.127	
	2031	29		34.450			15.000							10.950	168.472	63.688	<b>292.560</b>	<b>265.265</b>	-341.710	
	2032	30		34.450										10.950	168.472	63.688	<b>277.560</b>	<b>265.265</b>	-346.775	
	2033	31		34.450										10.950	168.472	63.688	<b>277.560</b>	<b>265.265</b>	-351.693	
	2034	32		34.450		150.000								10.950	168.472	63.688	<b>427.560</b>	<b>232.617</b>	-427.396	
	2035	33		34.450										10.950	168.472	63.688	<b>277.560</b>	<b>265.265</b>	-432.032	

Abbildung 17: Darstellung optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 2 [eigene Erhebungen]

Die zweite Biogasanlage ist ein wenig spezieller als die anderen beiden Anlagen. Diese Anlage wurde zwei Mal erweitert. Zu Beginn, im Jahr 2002, hatte sie eine installierte Leistung von 170 Kilowattstunden. Im Jahr 2005 erfolgte eine Vergrößerung auf 360 Kilowattstunden und seit dem Jahr 2013 arbeitet die Anlage mit einer installierten Leistung von 530 Kilowattstunden. Diese wird durch zwei Motoren mit jeweils 170 und 360 Kilowattstunden erreicht.

Auch bei diesem Unternehmen ist die Berechnungsgrundlage der Vergütung das EEG 2004. Da die Anlage bereits 2005 erweitert wurde, werden von der Grundvergütung statt drei Prozent, wie bei Anlage 1, nur anderthalb Prozent abgezogen. In der Tabelle zur Berechnung der optimalen Nutzungsdauer wurde die Vergütung an die jeweiligen Anlagengrößen angepasst. Zur Vereinfachung wird nachfolgend ausschließlich die Tabelle zur Berechnung der Vergütungshöhe für eine 530 Kilowattstunden Anlage abgebildet.

Ertragsberechnungen		Stand: EEG 2004		
eingespeiste Menge:		4.240.000 kWh p.a.		
<b>Grundvergütung</b>				
bis 150 kW		1.314.000 kWh	0,1133 € / kWh	148.876,20 €
151 - 500 kW		2.926.000 kWh	0,0980 € / kWh	286.748,00 €
501 - 5.000 kW		0 kWh	0,0880 € / kWh	- €
5.001 - 20.000 kW		0 kWh	0,0830 € / kWh	- €
<b>Summe:</b>				<b>435.624,20 €</b>
<b>NawaRo - Bonus</b>				
	ja	4.240.000 kWh	0,0600 € / kWh	254.400,00 €
bis 500 kW		0 kWh	0,0400 € / kWh	- €
501-5.000 kW		0 kWh	0,0000 € / kWh	- €
5.001 - 20.000 kW		0 kWh	0,0000 € / kWh	- €
<b>Summe:</b>				<b>254.400,00 €</b>
<b>Gülle - Bonus</b>				
	nein	0 kWh	0,0400 € / kWh	- €
bis 150 kW		0 kWh	0,0100 € / kWh	- €
151 - 500 kW				- €
<b>Summe:</b>				<b>- €</b>
<b>Emissionsminderungsbonus</b>				
	nein	0 kWh	0,0100 € / kWh	- €
bis 500 kW				- €
<b>Summe:</b>				<b>- €</b>
<b>Summe der Einspeisevergütung:</b>				<b>690.024,20 €</b>
<b>nutzbare Wärme nach Fermentation</b>		<b>0 kWh</b>		
<b>KWK - Bonus</b>				
	nein	0,00	0,00 kWh	0,0300 € / kWh
Wärmenutzung 0% der Überschuwärme		0,00	0,00 kWh	0,0000 € / kWh
Nach KWK mit Faktor	0,000	0,00	0,00 kWh	0,0300 € / kWh
Wärmeverkauf:		0,00	0,00 kWh	0,0000 € / kWh
<b>Summe Erträge gesamt:</b>				<b>690.024,20</b>
<b>Ertrag pro kWh:</b>				<b>0,1627415566</b>
Sonst. Erträge:		Wärmeerlös		

Abbildung 18: Berechnung der Einnahmen Biogasanlage 2 [eigene Angaben]

Auch bei dieser Anlage wird der Bonus für NaWaRo und Gülle angerechnet. Erträge aus thermischer Energie werden nicht erwirtschaftet. Für die Folgejahre ab dem zwanzigsten Betriebsjahr gelten ebenfalls die Regelungen des EEG 2017. Die Arbeitskosten werden für diese Anlage auf der Basis von zwei Arbeitsstunden täglich berechnet. Als Lohnkosten werden fünfzehn Euro pro Stunde veranschlagt. Es entstehen jährliche Kosten in Höhe von 10.950 Euro. Die sonstigen Kosten für biologische Betreuung und Versicherungsschutz liegen wie bei allen Biogasanlagen bei 16.200 Euro pro Jahr. Auf Grund der dreißig Kilowattstunden Mehrleistung liegen die Energiekosten über denen der vorangegangenen Anlage und betragen 47.488 Euro.

Die Investitionskosten für die im Jahr 2002 errichtete Anlage betragen ohne Grundstückskosten 700.000 Euro. Für die Erweiterungen in den Jahren 2005 und 2013 fielen nochmals 870.000 Euro an. Es ergibt sich eine Gesamtinvestitionssumme von 1.570.000 Euro. Das Unternehmen arbeitet nicht mit einem Wartungsvertrag, sondern führt alle Instandhaltungsmaßnahmen und Services je nach Bedarf durch. Daraus ergibt sich, dass die Kosten für Wartung und Unterhaltung in den vergangenen Jahren stark variiert haben. Selbige Kosten für die Folgejahre seit 2016 sind Durchschnittswerte und ergeben sich aus den Kosten pro Kilowattstunde der vergangenen Jahre. Die Angaben zu den Reparaturaufwendungen bis zum Jahr 2016 wurden aus den betrieblichen Angaben übernommen. Für die kommenden Jahre sind neben Rührwerks- und Generatorentausch auch Motorenwechsel vorgesehen.

Für die Jahre 2020 bis 2035 werden folgende Annahmen getroffen:

- alle zwölf Jahre Austausch Annahmedosierer, auf der Hälfte Instandhaltungsmaßnahmen (2020 und 2028)
- Rührwerkstausch in zwei Etappen, alle acht Jahre (2025 und 2028)
- Motorentausch alle vier Jahre (2022, 2026, 2030 und 2034)
- alle sieben Jahre Austausch Generator (2024 und 2031)
- alle zwanzig Jahre Austausch Zylinderköpfe (2027)

Die kleineren Reparaturen wie beispielsweise der Austausch von Pumpen (3.000 Euro) werden für die Folgejahre nicht konkret festgelegt. Ebenfalls werden der Austausch des Heizungsverteilers, die Erneuerung des Fermenters und der Austausch der Gasfackel auf Grund ihrer geringen Auftretshäufigkeit nicht weiter berücksichtigt. Da die Dachkonstruktionen heutzutage nicht mehr aus Holz hergestellt werden und der Austausch erst im Jahr 2015 erfolgte, wird davon ausgegangen, dass kein weiterer Ersatz nötig wird.

Die Substratkosten wurden an die besonderen Gegebenheiten dieses Unternehmens angepasst und separat für 170, 360 und 530 Kilowattstunden berechnet. Auch bei diesem Unternehmen wurde ab dem zwanzigsten Betriebsjahr die Regelungen für den Maiseintrag in die Berechnung aufgenommen. Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht die Ermittlung der Substratkosten für eine 530 Kilowattstunden Anlage.

### Berechnung der Rohstoffkosten

Größe der Anlage: 530 kW  
Volllaststunden: 8000 p.a

	Preise	Anteile
<b>Rohstoffe:</b>		
Gülle	0,1 €/t FM	20%
Maissilage	34 €/t FM	60%
GPS	32 €/t FM	20%
Grassilage	€/t FM	0%
Zuckerrüben	€/t FM	0%
andere	€/t FM	0%
<b>el. Leistung Mischung</b>		<b>306,8 kWh/t FM</b>
		Anteile
<b>Teilmengen:</b>		
Gülle	45 kWh/t FM	2.764 t FM
Maissilage	375 kWh/t FM	8.292 t FM
GPS	364 kWh/t FM	2.764 t FM
Grassilage	335 kWh/t FM	0 t FM
Zuckerrüben	243 kWh/t FM	0 t FM
andere	kWh/t FM	0 t FM
<b>Mischung</b>		<b>13.820 t FM p.a</b>
<b>Substratkosten</b>		<b>370.654 € p.a</b>

**Abbildung 19:** Berechnung der Rohstoffkosten Biogasanlage 2 [eigene Angaben]

Die Kosten für Arbeit und Sonstiges wurden aus den Grunddaten übertragen. Die Summe der Kosten variiert auf Grund der zwischenzeitlich getätigten Investitionen stark zwischen 193.000 und 1.055.000 Euro.

Die Volllaststunden wurden wie bei allen Anlagen aus dem Kapitel 4 übernommen und je nach Reparaturaufwendungen um 800 (Motor), 500 (Dach) und 300 (erhöhte Aufwendungen) Betriebsstunden gemindert. Die jährliche Leistung passt sich, wie bereits bekannt, automatisch an. Für die ersten Jahre wurde ebenfalls die Vergütung des EEG 2004 angesetzt, da es sich um die ersten drei Jahre handelt und dieser Umstand keinen Beitrag zur Entscheidungsfindung beiträgt. Die Summe der Erlöse schwanken zwischen 231.000 und 678.000 Euro.

Als optimale Nutzungsdauer wird das Jahr 2025 ausgewiesen. Die Anlage ist dann 23 Jahre in Betrieb. Der Anlagenbetrieb endet mit der zugesicherten Vergütung. Die 15,1 Cent pro Kilowattstunde ab dem einundzwanzigsten Betriebsjahr sind nicht ausreichend, um die Anlage weiterzubetreiben.

	Jahr	Wartungen / Unterhaltung	Rührwerk e	Motor	Generator	Kosten für Arbeit	Substrat- kosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz	
	2024	22	34.450			15.000	10.950	370.654	63.688	494.742	593.600	-214.106	
	2025	23	34.450	16.500			10.950	370.654	63.688	496.242	593.600	-164.775	-164.775
	2026	24	34.450		150.000		10.950	168.472	63.688	427.560	280.105	-237.313	

**Abbildung 20:** optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 2 [eigene Erhebungen]

Für diese Anlage gibt es ebenfalls zwei Möglichkeiten des Weiterbetriebes. Die Anlage aus dem Beispiel 2 hat noch acht Jahre bis zum Auslauf der gesicherten Vergütung. Wie im vorangegangenen Beispiel fallen Kosten in Höhe von 490.000 Euro für die Überbauung an. Der Gasspeicher bietet ein ausreichendes Volumen. Die Flexibilitätsprämie in Höhe von 120 Euro pro Kilowatt installierter Leistung beläuft sich in den acht Jahren auf 480.000 Euro. Unter Berücksichtigung der zusätzlich anfallenden Kosten für die EEG Umlage (44.000 Euro) ergibt sich ein Fehlbetrag in Höhe von 54.000 Euro. Eine Überbauung ist unter Betrachtung des Fehlbetrages nicht sinnvoll.

Die zweite Möglichkeit der sofortigen Umstellung in das EEG 2017 erfolgt, wie auch bei der vorangegangenen Anlage im Jahr 2019. Substratkosten, sowie Erträge aus 250 Kilowatt wurden berücksichtigt. Es zeigt sich, dass die optimale Nutzungsdauer, auf Grund der hohen Investitionskosten für die Erweiterung der Anlage auf 530 Kilowatt, bereits im Jahr 2012 erreicht gewesen wäre.

	Jahr	Herstellung- kosten	Wartunge n/ Unterhaltu ng	Rührwerk e	Motor	Kosten für Arbeit	Substrat- kosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz	
	2011	9		10.500		23.000	10.950	251.765	63.688	359.903	414.720	-377.018	
	2012	10		26.500	17.000		10.950	251.765	63.688	369.903	460.800	-309.382	-309.382
	2013	11	570.000	16.500		22.500	10.950	370.654	63.688	1.054.292	610.560	-629.943	

**Abbildung 21:** Szenario sofortige Umstellung Biogasanlage 2 [eigene Erhebungen]

Für den wirtschaftlichen Weiterbetrieb in der zehnjährigen Verlängerung benötigt das Unternehmen 21,9 Cent pro Kilowattstunde. Die hohen Kosten für den Motorentausch machen einen Weiterbetrieb unter diesem Grenzwert zwecklos.

	Jahr	Wartungen / Unterhaltung	Kosten für Arbeit	Substrat- kosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwe erte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
	2035	33	34.450	10.950	168.472	63.688	277.560	377.228	56.737

**Abbildung 22:** Szenario Mindestvergütung Biogasanlage 2 [eigene Erhebungen]

#### Empfehlung:

Das Unternehmen muss bestrebt sein, die Kosten für Reparaturen möglichst gering zu halten. Da die optimale Nutzungsdauer derzeit im zwanzigsten Betriebsjahr ausgewiesen wird, ist zu prüfen, wie die Einnahmen nach dem EEG nach oben korrigiert werden können. Da eine Flexibilisierung in Form einer weiteren Überbauung, wie vorangegangenen dargestellt, nicht in Frage kommt, sollte der Aufbau eines Fernwärmenetzes geprüft werden.

#### Überprüfung:

Angenommen wird, dass 100 Euro pro Meter gelegter Leitung und 7.500 Euro pro Haushaltsanschluss investiert werden müssen. Es werden pro Haushalt 30.000 Kilowattstunden thermische Energie jährlich abgenommen.

Um ein Dorf mit Wärme zu versorgen, müssen zweieinhalb bis drei Kilometer Leitungen gelegt werden. Es ergeben sich 300.000 Euro Investitionskosten für das Leitungssystem. Für das betrachtete Unternehmen werden fünfundfünfzig Haushalte angeschlossen, um eine Nutzungsdauer von dreißig Jahren zu gewährleisten. Die Summe der Haushaltskosten beläuft sich auf 412.500 Euro. Es ergibt sich eine Gesamtinvestitionssumme von 712.500 Euro. Bei fünfundfünfzig Haushalten á 30.000 Kilowattstunden Abnahme werden insgesamt 1.650.000 Kilowattstunden thermische Energie verkauft. In der Berechnung wird eine Vergütung von vier Cent angenommen. Nach der Investition in das Fernwärmenetz im Jahr 2019 wird für die optimale Nutzungsdauer, trotz der geringen Vergütung von 15,4 Cent für elektrische Energie, das Jahr 2033 ausgewiesen. Um eine optimale Nutzungsdauer bis zum Jahr 2036 sicher zu stellen, müssen die Reparaturaufwendungen möglichst gering gehalten werden. Die Kosten für den Motorentausch im Jahr 2034 dürfen sich höchstens auf 73.000 Euro belaufen. Dieser Umstand wird in der Abbildung auf der folgenden Seite dargestellt.

	Jahr	Wartungen / Unterhaltung	Motor	Kosten für Arbeit	Substrat- kosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
2034	<b>32</b>	34.450	73.000	10.950	168.472	63.688	<b>350.560</b>	<b>298.617</b>	-311.943	
2035	<b>33</b>	34.450		10.950	168.472	63.688	<b>277.560</b>	<b>331.265</b>	-291.695	<b>-291.695</b>

**Abbildung 23:** Szenario Fernwärmenetz 55 Haushalte Biogasanlage 2 [eigene Erhebungen]

Werden hingegen nur fünfzig Haushalte an das Fernwärmenetz angeschlossen, wird als optimale Nutzungsdauer das Jahr 2029 ausgewiesen. Im darauf folgenden Jahr wird wieder ein Motorentausch fällig.

	Jahr	Wartungen / Unterhaltung	Motor	Kosten für Arbeit	Substrat- kosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
2029	<b>27</b>	34.450		10.950	168.472	63.688	<b>277.560</b>	<b>345.670</b>	-307.352	<b>-307.352</b>
2030	<b>28</b>	34.450	150.000	10.950	168.472	63.688	<b>427.560</b>	<b>491.248</b>	-366.333	

**Abbildung 24:** Szenario Fernwärmenetz 50 Haushalte Biogasanlage 2 [eigene Erhebungen]

Die Betrachtung des vorangegangenen Szenarios ist nur als Ansatz für eine solche Investition anzusehen. Es muss geprüft werden, ob eine Vergütung in Höhe von vier Cent pro Kilowattstunde erreicht werden kann und ob ein Anschluss von fünfundfünfzig Haushalten realisierbar ist.



### 4.3 Biogasanlage „Beispiel 3“

	Jahr	Herstellungskosten	Wartungen	Annahmedosierer	Schnecken	Rührwerke	Motoren	Dach	Fermenter	Kosten für Arbeit	Substratkosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
	<b>2005</b>	0	1.787.500										<b>1.787.500</b>		-1.787.500	
	2006	1	48.000							10.000	349.674	61.000	<b>468.674</b>	<b>640.000</b>	-1.621.164	
	2007	2	48.500			4.500				10.000	349.674	61.000	<b>473.674</b>	<b>640.000</b>	-1.464.386	
	2008	3	67.000		17.000		30.000			10.000	349.674	61.000	<b>534.674</b>	<b>576.000</b>	-1.426.567	
	2009	4	59.000				60.000			10.000	349.674	61.000	<b>539.674</b>	<b>576.000</b>	-1.394.292	
	2010	5	70.000				60.000			10.000	349.674	61.000	<b>550.674</b>	<b>576.000</b>	-1.372.445	
	2011	6	58.000		12.000				25.000	10.000	349.674	61.000	<b>515.674</b>	<b>640.000</b>	-1.268.324	
	2012	7	48.000				30.000			10.000	349.674	61.000	<b>498.674</b>	<b>576.000</b>	-1.205.451	
	2013	8	48.000	12.000				10.000		10.000	349.674	61.000	<b>490.674</b>	<b>640.000</b>	-1.087.572	
	2014	9	48.000	50.000						10.000	349.674	61.000	<b>518.674</b>	<b>616.000</b>	-1.012.979	
	2015	10	72.000							10.000	349.674	61.000	<b>492.674</b>	<b>640.000</b>	-903.355	
	2016	11	48.000			13.000	152.000	10.000		10.000	349.674	61.000	<b>643.674</b>	<b>576.000</b>	-952.244	
	2017	12	62.500							10.000	349.674	61.000	<b>483.174</b>	<b>576.000</b>	-887.138	
	2018	13	62.500					65.000		10.000	349.674	61.000	<b>548.174</b>	<b>600.000</b>	-851.847	
	2019	14	62.500		15.000					10.000	349.674	61.000	<b>498.174</b>	<b>640.000</b>	-758.083	
	2020	15	62.500							10.000	349.674	61.000	<b>483.174</b>	<b>560.000</b>	-708.771	
	2021	16	62.500				60.000			10.000	349.674	61.000	<b>543.174</b>	<b>496.000</b>	-738.169	
	2022	17	62.500							10.000	349.674	61.000	<b>483.174</b>	<b>560.000</b>	-691.688	
	2023	18	62.500	50.000						10.000	349.674	61.000	<b>533.174</b>	<b>536.000</b>	-690.028	
	2024	19	62.500							10.000	349.674	61.000	<b>483.174</b>	<b>560.000</b>	-646.215	<b>-646.215</b>
	2025	20	62.500			13.000	60.000			10.000	349.674	61.000	<b>556.174</b>	<b>496.000</b>	-679.532	
	2026	<b>21</b>	62.500							10.000	168.472	61.000	<b>301.972</b>	<b>269.500</b>	-696.987	
	2027	<b>22</b>	62.500							10.000	168.472	61.000	<b>301.972</b>	<b>269.500</b>	-713.934	
	2028	<b>23</b>	62.500							10.000	168.472	61.000	<b>301.972</b>	<b>269.500</b>	-730.387	
	2029	<b>24</b>	62.500				60.000			10.000	168.472	61.000	<b>361.972</b>	<b>238.700</b>	-791.029	
	2030	<b>25</b>	62.500		15.000					10.000	168.472	61.000	<b>316.972</b>	<b>250.250</b>	-822.896	
	2031	<b>26</b>	62.500							10.000	168.472	61.000	<b>301.972</b>	<b>250.250</b>	-846.879	
	2032	<b>27</b>	62.500	50.000						10.000	168.472	61.000	<b>351.972</b>	<b>250.250</b>	-892.673	
	2033	<b>28</b>	62.500				60.000			10.000	168.472	61.000	<b>361.972</b>	<b>219.450</b>	-954.966	
	2034	<b>29</b>	62.500			13.000				10.000	168.472	61.000	<b>314.972</b>	<b>250.250</b>	-982.431	
	2035	<b>30</b>	62.500							10.000	168.472	61.000	<b>301.972</b>	<b>250.250</b>	-1.003.740	

Abbildung 25: Darstellung optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 3 [eigene Erhebungen]

Bei der dritten Biogasanlage handelt es sich ebenfalls um eine Anlage mit 500 Kilowattstunden installierter Leistung. Die Leistung wird jedoch im Gegensatz zur ersten Beispieranlage von zwei Motoren mit jeweils 250 Kilowattstunden erbracht. Auch für diese Anlage gilt das EEG 2004. Die Grundvergütung wurde genau wie bei der vorher betrachteten Anlage um anderthalb Prozent gemindert. Wie bei allen Anlagen wird auch hier der NaWaRo und Gülle-Bonus angerechnet. Die nachfolgende Tabelle stellt die Berechnung der Vergütung pro Kilowattstunde dar.

Ertragsberechnungen		Stand: EEG 2004		
eingespeiste Menge:		4.000.000 kWh p.a.		
<b>Grundvergütung</b>				
bis 150 kW		1.314.000 kWh	0,1133 € / kWh	148.876,20 €
151 - 500 kW		2.686.000 kWh	0,0980 € / kWh	263.228,00 €
501 - 5.000 kW		0 kWh	0,0880 € / kWh	- €
5.001 - 20.000 kW		0 kWh	0,0830 € / kWh	- €
				<b>Summe:</b> 412.104,20 €
<b>NawaRo - Bonus</b>				
bis 500 kW	ja	4.000.000 kWh	0,0600 € / kWh	240.000,00 €
501-5.000 kW		0 kWh	0,0400 € / kWh	- €
5.001 - 20.000 kW		0 kWh	0,0000 € / kWh	- €
				<b>Summe:</b> 240.000,00 €
<b>Gülle - Bonus</b>				
bis 150 kW	nein	0 kWh	0,0400 € / kWh	- €
151 - 500 kW		0 kWh	0,0100 € / kWh	- €
				<b>Summe:</b> - €
<b>Emissionsminderungsbonus</b>				
bis 500 kW	nein	0 kWh	0,0100 € / kWh	- €
				<b>Summe:</b> - €
				<b>Summe der Einspeisevergütung:</b> 652.104,20 €
nutzbare Wärme nach Fermentation		0 kWh		
<b>KWK - Bonus</b>				
Wärmenutzung 0% der Überschuwärme	nein	0,00 kWh		
Nach KWK mit Faktor	0,000	0,00 kWh	0,0300 € / kWh	- €
Wärmeverkauf:		0,00 kWh	0,0000 € / kWh	- €
Sonst. Erträge: Wärmeerlös				
				<b>Summe Erträge gesamt:</b> 652.104,20
				<b>Ertrag pro kWh:</b> 0,16302609

**Abbildung 26:** Berechnung der Einnahmen Biogasanlage 3 [eigene Angaben]

Thermische Energie wird auch für diese Anlage nicht in den Erträgen berücksichtigt. Die Arbeitskosten in Höhe von 10.000 Euro wurden aus den betrieblichen Angaben übernommen. Die sonstigen Kosten für die biologische Betreuung, den Versicherungsschutz sowie Energiekosten belaufen sich auf 61.000 Euro jährlich.

Die Inbetriebnahme der Biogasanlage erfolgte im Jahr 2005. Die betrieblichen Angaben zu den Investitionskosten in Höhe von 1,1 Mio. Euro wurden als zu gering angesehen. Daher wurden die Investitionskosten nach oben korrigiert und belaufen sich auf rund 1,8 Mio. Euro. Auch dieses Unternehmen arbeitet nicht mit einem Wartungsvertrag. Für die Angaben der Spalte Wartungen gilt, dass jährlich circa 48.000 Euro für den Service der BHKW's anfallen. Für die Jahre ab 2017 werden Kosten in Höhe von 22.500 Euro für anderweitige Wartungen angesetzt, die sich aus den Werten der vorangegangenen Jahre ergeben. Die Kosten wurden in Euro pro Kilowattstunde umgerechnet. Daraus wurde wiederum ein Durchschnittswert ermittelt und für die Folgejahre übernommen. Die Angaben zu den Reparaturen bis einschließlich 2016 stammen aus den betrieblichen Auskünften. Für die nächsten zwei Jahre wird ein Austausch der Dachkonstruktion angesetzt, da bisher nur die Dachmembran gewechselt wurde. Zu den bereits durchgeführten Reparaturen müssen zum besseren Verständnis zusätzlich einige Ergänzungen gemacht werden. Im Jahr 2013 wurde zum ersten Mal der Annahmedosierer gewechselt. Im nächsten Jahr erfolgte ein weiterer Wechsel auf Grund eines Fabrikatswechsels. In den Jahren 2008 bis 2010 wurden vermehrt die Motoren getauscht. Dieser Umstand lässt sich einfach erklären. Zu diesem Zeitpunkt gab es eine Verunreinigung des Motorenöles mit Spänen. Das Problem wurde zunächst nicht sofort erkannt. Nachdem jedoch das Problem eruiert wurde, ließ man ein Sieb einsetzen und, es gab keine Probleme mehr mit den Motoren. Die Instandhaltung des Fermenters im Jahr 2011 ist außerordentlich. Ein Regenschaden machte diese Reparatur erforderlich. Die 152.000 Euro für Motorentausch im Jahr 2016 beinhalten neben dem reinen Wechsel der Motoren auch einen Komplettaustausch des BHKWs. Diese aus speziellen Gründen nötigen Reparaturen, werden für die Prognose der Folgejahre nicht berücksichtigt. Für die Jahre 2019 bis 2035 ergeben sich folgende Annahmen:

- alle vier Jahre Motorenwechsel (2021, 2025, 2029 und 2033)
- alle neun Jahre Rührwerkswechsel (2025 und 2034)
- alle neun Jahre Austausch Annahmedosierer (2023 und 2032)
- alle elf Jahre Austausch Fütterungsschnecke (2019 und 2030)

Die getroffenen Annahmen sind in etwa eine Weiterführung der bereits durchgeführten Reparaturen und Instandhaltungsmaßnahmen. Die Kosten für Arbeit und Sonstiges wurden aus den Grunddaten übernommen.

Die Berechnung der Substratkosten erfolgte wie bei allen Betrieben auf der Basis von 8.000 Volllaststunden und einer Fütterung von zwanzig Prozent Gülle und Ganzpflanzensilage sowie sechzig Prozent Maissilage. Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht diese Berechnung. Ab dem zwanzigsten Betriebsjahr wird wie bei allen Unternehmen eine an das EEG 2017 angepasste Futtermischung angesetzt.

### Berechnung der Rohstoffkosten

Größe der Anlage: 500 kW  
Volllaststunden: 8000 p.a

	Preise	Anteile
<b>Rohstoffe:</b>		
Gülle	0,1 €/t FM	20%
Maissilage	34 €/t FM	60%
GPS	32 €/t FM	20%
Grassilage	€/t FM	0%
Zuckerrüben	€/t FM	0%
andere	€/t FM	0%
<b>el. Leistung Mischung</b>		<b>306,8 kWh/t FM</b>
		Anteile
<b>Teilmengen:</b>		
Gülle	45 kWh/t FM	2.608 t FM
Maissilage	375 kWh/t FM	7.823 t FM
GPS	364 kWh/t FM	2.608 t FM
Grassilage	335 kWh/t FM	0 t FM
Zuckerrüben	243 kWh/t FM	0 t FM
andere	kWh/t FM	0 t FM
<b>Mischung</b>		<b>13.038 t FM p.a</b>
<b>Substratkosten</b>		<b>349.674 € p.a</b>

Abbildung 27: Berechnung der Rohstoffkosten Biogasanlage 3 [eigene Angaben]

Die Summe der Kosten beläuft sich auf 468.000 bis 644.000 Euro.

Für diese Anlage gelten die selben Annahmen für die geleisteten Volllaststunden. Die jährlich geleisteten Kilowattstunden werden automatisch berechnet. Die Erträge schwanken zwischen 536.000 und 640.000 Euro.

Als optimale Nutzungsdauer wird das Jahr 2024 ausgewiesen. Die Anlage befindet sich zu diesem Zeitpunkt im neunzehnten Betriebsjahr. Auf Grund der angesetzten Investitionen in Motoren und Rührwerke im Folgejahr lohnt sich der Weiterbetrieb der Anlage nicht. Dieses Szenario wird auf der folgenden Seite abgebildet.

	Jahr	Wartungen	Annahmedosierer	Rührwerke	Motoren	Kosten für Arbeit	Substratkosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
2023	18	62.500	50.000			10.000	349.674	61.000	533.174	536.000	-690.028	
2024	19	62.500				10.000	349.674	61.000	483.174	560.000	-646.215	-646.215
2025	20	62.500		13.000	60.000	10.000	349.674	61.000	556.174	496.000	-679.532	

**Abbildung 28:** Szenario optimale Nutzungsdauer Biogasanlage 3 [eigene Erhebungen]

Wird der Motorentausch ein Jahr vor oder zurück korrigiert, hat das keine Auswirkungen auf die optimale Nutzungsdauer.

Wie auch bei der vorangegangenen Beispielanlage reicht die Höchstvergütung von 15,4 Cent nicht für einen Weiterbetrieb der Anlage aus. Die Biogasanlage hat noch acht Betriebsjahre bis zum Ende der gesicherten Vergütung vor sich. Wie auch bei der vorher betrachteten Anlage würde sich eine Investition in die Überbauung auf Grund des Fehlbetrages zwischen Kostenaufwand und Flexibilitätsprämie nicht lohnen. Es bleibt als zweite Möglichkeit die sofortige Teilnahme an den Ausschreibungen mit der Umstellung im Jahr 2019. Es wird als optimale Nutzungsdauer nun das Jahr der Umstellung ausgewiesen, daher ist dieses Szenario nicht sinnvoll.

	Jahr	Wartungen	Schnecken	Dach	Kosten für Arbeit	Substratkosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
2018	13	62.500		65.000	10.000	349.674	61.000	548.174	600.000	-851.847	
2019	14	62.500	15.000		10.000	168.472	61.000	316.972	338.000	-837.945	-837.945
2020	15	62.500			10.000	168.472	61.000	301.972	295.750	-941.938	

**Abbildung 29:** Szenario sofortige Umstellung Biogasanlage 3 [eigene Erhebungen]

Für den Weiterbetrieb nach der Verlängerung benötigt das Unternehmen eine Vergütung von mindestens 21,2 Cent pro Kilowattstunde.

	Jahr	Wartungen	Kosten für Arbeit	Substratkosten	sonstige Kosten	Summe Kosten	Summe Erlöse	Summe der Kapitalwerte der DB	opt. N, wenn kein Ersatz
2035	30	62.500	10.000	168.472	61.000	301.972	344.500	-554.455	-554.455

**Abbildung 30:** Szenario Mindestvergütung Biogasanlage 3 [eigene Erhebungen]

Empfehlung:

Eine Investition in ein Fernwärmenetz ist auf Grund der Lage der Biogasanlage kritisch zu betrachten. Es muss sorgfältig geprüft werden, ob eine solche Investition dem Unternehmen von Nutzen ist. Es sollten aber auf jeden Fall möglichst viele Einsparungen im Bereich der Reparaturen und Wartungen vorgenommen werden, um möglichst bis zum zwanzigsten Betriebsjahr rentabel zu wirtschaften.

## **5. Ausblick**

Ziel dieser Arbeit war es, eine Möglichkeit zu schaffen, Kosten und Einnahmen übersichtlich darzustellen und alles so zu verknüpfen, dass die optimale Nutzungsdauer ermittelt werden kann. Dieses Vorhaben ist geglückt und es konnten außerdem Anregungen für den Weiterbetrieb geliefert werden. Jedoch sind noch bei Weitem nicht alle variablen Größen berücksichtigt worden. In der Betrachtung wurden zur Vereinfachung für den Bereich der Substratkosten über zehn beziehungsweise zwanzig Jahre die Kosten festgelegt. Diese unterliegen jährlichen Schwankungen und sind stark abhängig von der Ernte anderer Feldbaufrüchte und den dazugehörigen Marktpreisen. Auch die Mischungsanteile spielen eine sehr große Rolle bei der Kostenbetrachtung.

Ebenso wurde der Verkauf von Wärme nicht weiter berücksichtigt. Der bei weitem wichtigste in dieser Arbeit nicht berücksichtigte Punkt ist die Ausfallwahrscheinlichkeit gewisser Bauelemente. Die optimale Nutzungsdauer ist sehr stark abhängig vom Zeitpunkt großer Reparaturen. Für die nachfolgenden Betrachtungen zu diesem Thema sind dies alle Aspekte die eine große Rolle spielen und unbedingt näher betrachtet werden müssen. Wichtig sind auch die Fragen wie verändert sich das EEG in den weiteren Jahren, oder ist ein Verkauf von Biogasanlagen in der Zukunft möglich.

Ob sich der Weiterbetrieb einer Anlage lohnt, hängt stark von den Gegebenheiten im Unternehmen ab. Es sollte genau geprüft werden, ob ein Weiterbetrieb sinnvoll ist. Unter den derzeitigen Bedingungen des EEG 2017 ist eine Weiterführung hauptsächlich für Anlagen mit einem Fernwärmeanschluss interessant, da sie zumeist die fehlenden Einnahmen aus der Grundvergütung für Strom mit den Erträgen aus thermischer Energie ausgleichen können. Anlagen mit sehr hoher Flexibilisierung sollten sich ebenfalls Gedanken zum Weiterbetrieb machen, da diese ihre Vergütung pro Kilowattstunde selbst beeinflussen können. Wenn sie ihre einzuspeisende Menge auf Basis von 300 statt 500 Kilowatt leisten, steigt der Preis pro Kilowattstunde an und zusätzlich verringern sich die Substratkosten. Für Anlagen ohne Fernwärmeanschluss und Flexibilisierung gestaltet sich die Weiterführung im EEG 2017 dagegen schwierig. Die Höchstausschreibungsgebote liegen auf zu geringem Niveau um langjährig die Kosten zu decken.

Das Thema dieser Ausarbeitung ist sehr aktuell und ebenso umfangreich. Diese Arbeit wurde zu dem Zweck erstellt einen kleinen Ausblick darauf zu geben, wie ein mögliches Beratungstool für Biogasanlagenbetreiber aussehen könnte, welchen Zweck es erfüllen soll und was damit simuliert werden kann.

## **6.Zusammenfassung**

Abschließend ist zu sagen, dass die hier erstellte Tabelle ihren Zweck erfüllt. Es werden alle wichtigen Aspekte einer wirtschaftlichen Analyse einbezogen. In den vergangenen Kapiteln wurden mögliche Szenarien dargestellt und Empfehlungen gegeben. In dieser Arbeit wurden nicht in Gänze alle Einflussfaktoren beachtet, dennoch ist die Tabelle als Vorgänger eines Tools als Hilfestellung sehr nützlich.

Bei genauer Betrachtung aller Unternehmen fällt auf, dass die Summe der Kapitalwerte bei jeder Anlage zum Zeitpunkt der optimalen Nutzungsdauer negativ ausfällt. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass sich die Investition in eine Biogasanlage, unter den getroffenen Annahmen, nicht gelohnt hat.

Grundsätzlich wird festgestellt, dass die Analyse eines Unternehmens immer einer Einzelfallbetrachtung bedarf. Es sind detaillierte Berechnungen von Nöten, vor allem, wenn es um das Analysieren der möglichen Zukunftsszenarien geht.



## **Literaturverzeichnis**

DLG-MITTEILUNGEN 5/2017: Dr. Helmut Loibl; Jede Menge Fallstricke; Mai 2017; Seite 46ff

FNR: Leitfaden Biogasproduktion, Von der Gewinnung zur Nutzung; 5. Auflage; 2010; Seite 21f

SCHAUMANN BIOENERGIE: Dr. H. Lindorfer; Mikrobiologische Prozesse in einer Biogasanlage und deren Störungen; 2014

DBV: Ressourcenschutz in der Landwirtschaft aus: Situationsbericht 2014/15, Trends und Fakten zur Landwirtschaft; 24.12.2014

BMWi: Die nächste Phase der Energiewende kann beginnen; Datum unbekannt; URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/energiewende.html>; Stand 15.03.2017

STATISTA: Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1992 bis 2016; Datum unbekannt; URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167671/umfrage/anzahl-der-biogasanlagen-in-deutschland-seit-1992/>; Stand: 06.11.2016

AEE: Biogas in den Bundesländern; Datum unbekannt; URL: <https://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/bioenergie/biogas2/biogas-in-den-bundeslaendern>; Stand: 06.11.2016

AEE: Strommix in Deutschland 2015; Datum unbekannt; URL: <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/strommix-in-deutschland-2015>; Stand: 05.04.2017

AEE: Politik; Datum unbekannt; URL: <https://www.unendlich-viel-energie.de/themen/politik>; Stand: 10.11.2016

STATISTA: Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland nach Bundesland im Jahr 2014; Datum unbekannt; URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/164247/umfrage/anzahl-der-biogasanlagen-nach-bundesland/>; Stand: 06.11.2016

FNR: Prozessgrößen; Datum unbekannt; URL: <https://biogas.fnr.de/gewinnung/gaerbiologie/prozessgroessen/>; Stand: 05.04.2017

Mesophil, 27.01.2013; URL: <http://www.biologie-lexikon.de/lexikon/mesophil.php>; Stand: 05.04.2017

AEE: Politik; Datum unbekannt; URL: <https://www.unendlich-viel-energie.de/de/politik/erneuerbare-energien-gesetz-eeg.html>; Stand: 10.11.2016

BMWi: Stromeinspeisegesetz vom 7.12.1990; Datum unbekannt; URL: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=72462](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=72462); Stand: 09.11.2016

BMWi: Erneuerbare-Energien-Gesetz 2000 (EEG 2000); Datum unbekannt; URL: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=71110](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=71110); Stand: 09.11.2016

BMWi: Erneuerbare-Energien-Gesetz 2004 (EEG 2004); Datum unbekannt; URL: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=71116](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=71116); Stand: 09.11.2016

BMWi: Erneuerbare-Energien-Gesetz 2009 (EEG 2009); Datum unbekannt; URL: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=71120](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=71120); Stand: 09.11.2016

BMWi: Erneuerbare-Energien-Gesetz 2012 (EEG 2012); Datum unbekannt; URL: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=71802](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=71802); Stand: 09.11.2016

BMWi: Erneuerbare-Energien-Gesetz 2014 (EEG 2014); Datum unbekannt; URL: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=73930](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=73930); Stand: 09.11.2016

BMWi: Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017 (EEG 2017); Datum unbekannt; URL: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html;jsessionid=2C938E79AE04C86CFC8F64C0333EB372?cms\\_docId=401818](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html;jsessionid=2C938E79AE04C86CFC8F64C0333EB372?cms_docId=401818); Stand: 11.11.2016

BMWi: Ziele des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes; Datum unbekannt; URL: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html;jsessionid=3B3A30908C0F048078E67B3316D0F255?cms\\_docId=132292](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html;jsessionid=3B3A30908C0F048078E67B3316D0F255?cms_docId=132292); Stand: 09.11.2017

PLANET: Nutzungspfade Biogas; Datum unbekannt; URL: <http://www.planet-biogas.com/nutzungspfade/>; Stand: 05.04.2017

FNR: Faustzahlen; Datum unbekannt; URL: <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen/>; Stand: 11.06.2017

**Eidesstattliche Erklärung**

Ich, Jessy Blaschke, erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Thema „Optimale Nutzungsdauer einer Biogasanlage nach dem EEG“ selbstständig und ohne Benutzung anderer als angegebener Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher und ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift

## Anhang

### Wartungsplan [eigene Erhebungen Beispielbetrieb 1]

Jahr	Betriebsstunden	Wartung	Kosten	Summe Kosten
<b>1</b>	1.500	E30	1.500	
	3.000	E40	6.500	
	4.500	E30	1.500	
	6.000	E40	6.500	
	7.500	E30	1.500	<b>17.500</b>
<b>2</b>	9.000	E40	6.500	
	10.500	E30	1.500	
	12.000	E50	28.300	
	13.500	E30	1.500	
	15.000	E40	6.500	<b>44.300</b>
<b>3</b>	16.500	E30	1.500	
	18.000	E40	6.500	
	19.500	E30	1.500	
	21.000	E40	6.500	
	22.500	E30	1.500	
	24.000	E60	50.700	<b>68.200</b>
<b>4</b>	25.500	E30	1.500	
	27.000	E40	6.500	
	28.500	E30	1.500	
	30.000	E40	6.500	
	31.500	E30	1.500	<b>17.500</b>
<b>5</b>	33.000	E40	6.500	
	34.500	E30	1.500	
	36.000	E50	28.300	
	37.500	E30	1.500	
	39.000	E40	6.500	<b>44.300</b>
<b>6</b>	40.500	E30	1.500	
	42.000	E40	6.500	
	43.500	E30	1.500	
	45.000	E40	6.500	
	46.500	E30	1.500	
	48.000	E70	100.000	<b>117.500</b>