

## **Bachelorthesis**

zur Erlangung des Abschlusses

Bachelor of Arts (B.A.)

# Wirtschaftliche Betrachtung der Nahwärmenetzerweiterung einer Biogasanlage in der Gemeinde Scheeßel

eingereicht von:

Krüger, Paula Theresa

s3004124

### **Bachelorthesis**

im Studiengang

Agrarmanagement (B. A.)

Tag der Themenübergabe: 21. April 2023

Tag der Einreichung: 14. Juli 2023

Bearbeiterin: Paula Theresa Krüger, geb. am 22.09.1999 in Rotenburg (Wümme), Matrikelnummer: s3004124

1. Gutachter: Dipl. – Ing. agr. (FH) Henning Precht
2. Gutachterin: Eva-Maria Neumann MBA (Master of Business Administration)

---

**Paula Theresa Krüger**

**Studiengang**    **Land- und Ernährungswirtschaft –  
Agrarmanagement**

**Seminargruppe**    **3AM20 - 1**

## **Auftrag zur Anfertigung der Bachelorthesis**

Hiermit erteilen wir Ihnen den Auftrag, folgendes Thema zu bearbeiten:

### **Wirtschaftliche Betrachtung der Nahwärmenetzerweiterung einer Biogasanlage in der Gemeinde Scheeßel**

1. Gutachter:    Herr Dipl.-Ing. agr. (FH) Henning Precht
2. Gutachter:    Frau MBA Eva-Maria Neumann

Dresden, 21. April 2023



---

Leiter des Studienganges Land- und Ernährungswirtschaft

## Autorenreferat

Krüger, Paula Theresa; s3004124; Wirtschaftliche Betrachtung der Nahwärmenetzerweiterung einer Biogasanlage in der Gemeinde Scheeßel; Berufsakademie Dresden, Staatliche Studienakademie Sachsen; Studiengang Land- und Ernährungswirtschaft, Fachrichtung Agrarmanagement, Bachelorthesis; 2023.

67 Seiten, 54 Literaturquellen, 6 Anlagen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll die Wirtschaftlichkeit der Nahwärmenetzerweiterung einer Biogasanlage in der Gemeinde Scheeßel betrachtet werden. Ziel dieser Bachelorthesis ist es, die wirtschaftliche Machbarkeit der Erweiterung eines Nahwärmenetzes zu analysieren und zu bewerten.

Die Arbeit beginnt mit einer Einleitung, die die Bedeutung einer nachhaltigen Energieversorgung betont und die Motivation für die Untersuchung der Nahwärmenetzerweiterung darlegt. Im zweiten Kapitel der Arbeit erfolgt eine Vorstellung der Unternehmensstruktur. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf den Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V., die Agrarservice Rotenburg GmbH und die Bioenergie gelegt.

Im darauffolgenden Kapitel liegt der Fokus auf dem Ist-Zustand der Biogasanlage. Es werden die Anlagenbeschreibung und die Leistungsdaten der Biogasanlage betrachtet, sowie ökonomische Parameter wie Kosten und Erlöse analysiert.

Im vierten Kapitel werden verschiedene Optimierungsstrategien für die Biogasanlage diskutiert. Hierbei steht insbesondere die Anpassung an die künftigen Vorgaben der Ausschreibung besonders im Vordergrund. Es werden drei Optimierungsmöglichkeiten vorgestellt, die vom EEG 2023 gefordert werden, darunter die Erweiterung der Gärrestlagerkapazität, die Veränderung des Substrateinsatzes und die Flexibilisierung des Satelliten. Zudem wird der Einsatz einer Hackschnitzelheizung als weitere Optimierungsoption für die Wärmeproduktion betrachtet.

Das fünfte Kapitel befasst sich mit der Erweiterung des Nahwärmenetzes. Hier wird explizit drauf geachtet, wie viel Wärme vermarktet werden kann und wie viel Potenzial an Wärmeabnehmern in der betrachteten Region zu realisieren. Danach werden die Planung und die Kosten für die Erweiterung betrachtet.

Im Hauptteil der Arbeit erfolgt die wirtschaftliche Betrachtung der Nahwärmenetzerweiterung. Hier werden Grundlagen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse, zum Investitionsbegriff erläutert um

anschließend die Einnahmen und Investitions- und Betriebskosten für die Erweiterung des Nahwärmenetzes zu berechnen. Danach wird eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt, um die wirtschaftliche Rentabilität der geplanten Maßnahme bewerten zu können.

Am Ende dieser wissenschaftlichen Arbeit werden die Ergebnisse zusammengefasst und die Zielsetzung beantwortet. Abschließend werden Schlussfolgerungen gezogen und Empfehlungen für die Erweiterung des Nahwärmenetzes, sowie der Optimierungsoptionen gegeben.

Diese Bachelorthesis liefert somit einen wichtigen Beitrag für das Unternehmen in Bezug auf die wirtschaftliche Betrachtung einer Nahwärmenetzerweiterung und gibt praxisrelevante Empfehlungen für den Weiterbetrieb im Post-EEG.

## Gender Erklärung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Bachelorarbeit auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Formulierungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	III
Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Formelverzeichnis .....	VI
Tabellenverzeichnis .....	VII
1 Einleitung .....	1
2 Unternehmensvorstellung.....	2
2.1 Erläuterung Unternehmensstruktur .....	2
2.2 Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. ....	3
2.3 Agrarservice Rotenburg GmbH.....	6
2.4 Bioenergie .....	8
3 Ist-Stand der Biogasanlage.....	10
3.1 Anlagenbeschreibung und Leistungsdaten.....	10
3.2 Ökonomische Parameter.....	17
4 Optimierungsstrategien der Biogasanlage.....	22
4.1 Anforderungen und Anpassungen zum Weiterbetrieb im EEG 2023 .....	22
4.1.1 Optimierung 1: Erweiterung Gärrestlagerkapazität.....	22
4.1.2 Optimierung 2: Substrateinsatzveränderung.....	23
4.1.3 Optimierung 3: Flexibilisierung des Satelliten .....	24
4.2 Einsatz von einer Hackschnitzelheizung .....	26
5 Erweiterung des Nahwärmenetzes .....	30
5.1 Informationen zur aktuellen Gesetzeslage .....	30
5.2 Potenzielle Wärmeabgabe und Wärmebedarf der Umgebung .....	31
5.3 Planung und Kosten der Erweiterung des Nahwärmenetzes.....	35
6 Wirtschaftliche Betrachtung der Nahwärmenetzerweiterung .....	39
6.1 Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	39
6.2 Kostenvergleichsrechnung .....	40
6.3 Gewinnvergleichsrechnung.....	41
6.4 Rentabilitätsrechnung.....	41
6.5 Statische Amortisationsrechnung.....	43
6.6 Was ist eine Investition?.....	45
6.7 Berechnung der Investitions- und Betriebskosten sowie Erlöse .....	46
6.7.1 Einnahmen .....	46
6.7.2 Investitionskosten .....	49
6.7.3 Betriebskosten.....	49

---

6.8	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Kosten-Nutzen-Analyse .....	51
7	Schlussfolgerungen und Empfehlungen .....	54
8	Anhangverzeichnis .....	58
9	Anhang .....	59
10	Literaturverzeichnis .....	68

---

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Organigramm Maschinenring Mitte - Niedersachsen e.V.....	3
Abbildung 2: Geschäftsbereich Maschinenring Mitte - Niedersachsen e.V.....	5
Abbildung 3: Standort der Bioenergie .....	9
Abbildung 4: Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage .....	11
Abbildung 5: Anlagenschema der Biogasanlage .....	13
Abbildung 6: Luftbild der Biogasanlage .....	14
Abbildung 7: Wärmenetz.....	16
Abbildung 8: Anlagenschema der Biogasanlage mit den Optimierungsstrategien .....	25
Abbildung 9: Entwurfslageplan Bau Holzhackschnitzelheizung mit dazugehöriger Lagerhalle.....	28
Abbildung 10: Auszug aus Google Maps .....	34
Abbildung 11: Auszug aus Google Maps .....	34

**Abkürzungsverzeichnis**

CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
e.V.	eingetragener Verein
GmbH & Co. KG	Gesellschaft mit beschränkter Haftung & Compagnie Kommanditgesellschaft
MRVV	Maschinenring Versicherungsvermittlung
MRLab	Maschinenring Labor
Masch. Gem.	Maschinengemeinschaft
MR	Maschinenring
MG	Maschinengemeinschaft
O.V.	Ohne Verfasserangabe
DM	Deutsche Mark
Mio.	Million
z.B.	zum Beispiel
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
kW <sub>el</sub>	Kilowatt elektrisch
BHKW	Blockheizkraftwerk
m <sup>3</sup>	Quadratmeter
ca.	ungefähr
km	Kilometer
GTC	Gastransportcontainer
t	Tonne
FM	Frischmasse
a	annum
m	Meter
kWh	Kilowattstunde
cbm	Kubikmeter
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWh <sub>th</sub>	Kilowattstunde thermisch
install.	installiert
HBL	Höchstbemessungsleistung
prod.	produziert
vgl.	vergleiche

---

Abs.	Absatz
Nr.	Nummer
Nm <sup>3</sup>	Normkubikmeter
O.A.	Ohne Angabe
kW	Kilowatt
GEG	Gebäudeenergiegesetz
EnEV	Energieeinsparungsverordnung
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
SARS-COV-2	severe acute respiratory syndrome corona-virus 2
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
ct	Cent
EWP	elektrisch angetriebene Wasserpumpe
PV	Photovoltaik
zzgl.	zuzüglich
ges.	gesetzlich
MwSt.	Mehrwertsteuer
AfA	Absetzung für Abnutzung

---

**Formelverzeichnis**

Formel 1: Hydraulische Verweilzeit.....	22
Formel 2: Kosten pro Hausanschluss.....	36
Formel 3: Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Kosten-Nutzen-Analyse.....	39
Formel 4: Netto-Rentabilität.....	42
Formel 5: Brutto-Rentabilität.....	42
Formel 6: Durchschnittliche jährliche Verzinsung.....	42
Formel 7: Durchschnittlich gebundenes Kapital für nicht abnutzbares Anlagevermögen ..	43
Formel 8: Durchschnittlich gebundenes Kapital für abnutzbares Anlagevermögen ..	43
Formel 9: Bestimmung Amortisationszeit bei der Durchschnittsmethode.....	44
Formel 10: Bestimmung Amortisationszeit bei der Kumulationsrechnung ..	44
Formel 11: Gewinnermittlung ..	52
Formel 12: Kapitalrendite.....	53

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Substrateinsatz 2021 .....	14
Tabelle 2: Erlösübersicht 2021 .....	17
Tabelle 3: Gesamtinvestitionen .....	18
Tabelle 4: Substratkosten 2021 .....	19
Tabelle 5: Betriebs- und Allgemeine Kosten 2021 .....	20
Tabelle 6: Betriebszweigergebnis .....	21
Tabelle 7: Substrateinsatz optimiert .....	24
Tabelle 8: Voraussichtliche Gesamtkosten Hackschnitzelheizung .....	27
Tabelle 9: Wärmemengen 2019, 2021 und 2022 .....	32
Tabelle 10: Überschüssige Wärme .....	33
Tabelle 11: Neue überschüssige Wärme .....	33
Tabelle 12: Kosten Erweiterung .....	36
Tabelle 13: Kosten pro Hausanschluss .....	36
Tabelle 14: Kosten nach Abzug der Förderung .....	37
Tabelle 15: Berechnung Einnahmen Erweiterung Helvesieker Weg .....	46
Tabelle 16: Übersicht durchschnittlicher Wärmepreis (brutto) .....	47
Tabelle 17: Berechnung der Einnahmen pro Haus .....	47
Tabelle 18: Einnahmen für 24 Häuser .....	47
Tabelle 19: Bereitstellung Übergabestation.....	48
Tabelle 20: Einnahmen im ersten Jahr.....	48
Tabelle 21: Erweiterung Helvesieker Weg.....	49
Tabelle 22: Kosten pro Hausanschluss .....	49
Tabelle 23: Betriebskosten 2021+2022 .....	50
Tabelle 24: Betriebskosten pro Haus und Gesamtbetriebskosten.....	51
Tabelle 25: Berechnung Abschreibung.....	51
Tabelle 26: Berechnung der Kosten.....	52

## 1 Einleitung

Die Nutzung von Biogasanlagen zur Erzeugung von erneuerbarer Energie ist ein wichtiger Bestandteil der Energiewende und trägt zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. In diesem Zusammenhang spielt auch die effiziente Nutzung der erzeugten Wärmeenergie eine entscheidende Rolle. Eine Möglichkeit dazu bietet der Bau eines Nahwärmenetzes für eine Biogasanlage. Hierdurch kann nicht nur ein größerer Teil der erzeugten Wärme genutzt, sondern auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß weiter reduziert werden.

Das Ziel dieser Bachelorthesis ist es, die wirtschaftliche Betrachtung einer Biogasanlage in der Gemeinde Scheeßel und dem dazugehörigen Nahwärmenetz zu untersuchen. Hierbei sollen mögliche Optimierungsstrategien erarbeitet und erläutert werden, wie beispielsweise die Erweiterung des Nahwärmenetzes. Zudem soll die Wirtschaftlichkeit der Nahwärmenetzerweiterung berechnet werden, um nach dem Auslaufen des EEG die Biogasanlage mit dem verbundenen Nahwärmenetz gewinnorientiert betreiben zu können.

Folgende Thesen werden in der vorliegenden Arbeit betrachtet:

- 1) Eine Nahwärmenetzerweiterung steigert die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen.
- 2) Der Preis für die Abwärme an den Blockheizkraftwerken im Nahwärmenetz ist oft günstiger als auf dem üblichen Markt.
- 3) Die Wirtschaftlichkeit der Erweiterung des Wärmenetzes ist eng an am Standort verfügbare Abnehmer geknüpft.

Im Rahmen dieser Arbeit wird zunächst das Unternehmenskonstrukt des Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. mit dem Tochterunternehmen der Agrarservice Rotenburg GmbH und die Bioenergie beschrieben. Im Anschluss dessen wird der Ist-Zustand der Biogasanlage beschrieben und deren Leistungsdaten sowie ökonomische Parameter erläutert. Anschließend werden Optimierungsstrategien für die Biogasanlage aufgezeigt, die notwendig sind, um den Weiterbetrieb im Post-EEG, lang Erneuerbaren Energien Gesetz, zu gewährleisten. Hierbei wird zu den Anpassungen für das Post-EEG, der Bau einer Holzhackschnitzelheizung mit Pufferspeicher und die Nahwärmenetzerweiterung betrachtet. In der vorliegenden Arbeit wird detailliert auf die Nahwärmenetzerweiterung eingegangen, indem der potenzielle Wärmebedarf und die Wärmeabgabe in der Umgebung untersucht und die Planung und Kosten der Erweiterung erläutert werden. Die anschließende wirtschaftliche Betrachtung der Nahwärmenetzerweiterung beinhaltet die Berechnung der Investitions- und Betriebskosten sowie eine Kosten-Nutzen-Analyse der Nahwärmenetzerweiterung. Abschließend werden die Ergebnisse in einer Schlussfolgerung zusammengefasst und Empfehlungen für die Biogasanlage ausgesprochen.

## 2 Unternehmensvorstellung

### 2.1 Erläuterung Unternehmensstruktur

Der Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. ist ein Verein, der im Jahr 1970 gegründet wurde und seinen Sitz in Brockel im Landkreis Rotenburg (Wümme) hat. Der Hauptzweck des Vereins ist die Vermittlung von Maschinen und Arbeitskräften. Die Vermittlung der landwirtschaftlichen Arbeitskräfte erfolgt im Sinne der Betriebshilfe. Wenn Betriebsinhaber krankheitsbedingt ausfallen, entsteht ein Anspruch auf Betriebshilfe.<sup>1</sup> Für Arbeiten oder andere Tätigkeiten, die aus haftungs- oder satzungstechnischen Gründen nicht vom Verein durchgeführt werden können, gibt es zwei Tochtergesellschaften.<sup>2</sup>

Eine der zwei Tochtergesellschaften ist die Agrarservice Rotenburg GmbH, welche ihrerseits an drei Unternehmen beteiligt ist. Die drei Unternehmen sind die Bioenergie GmbH mit 40% Geschäftsanteil, die Maschinengemeinschaft Aller GmbH & Co. KG als Komplementär und die Maschinenring Versicherungsvermittlung GmbH & Co. KG, kurz MRVV GmbH & Co. KG (siehe Abbildung 1). Das Maschinenring Labor, kurz MRLab genannt, ist ein Unternehmenszweig von der Agrarservice Rotenburg GmbH.

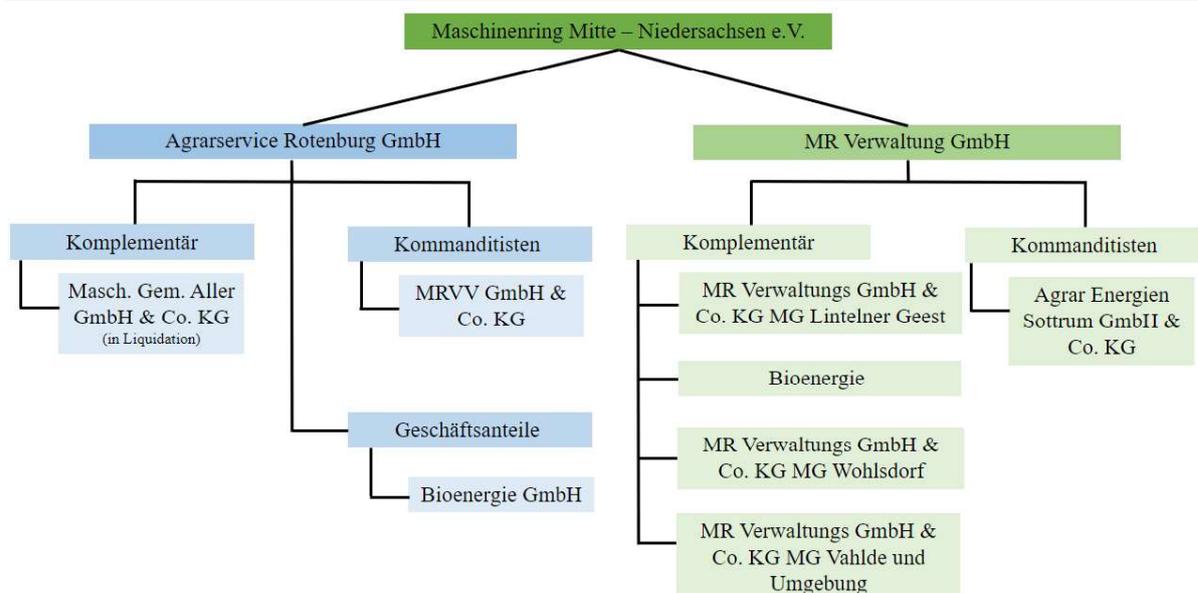
Zu der Bioenergie GmbH gehören zwei Biogasanlagen. Die Anteile an der Komplementärgesellschaft zweier Biogasanlagen sind bei der Fusionierung des Maschinenringes 2017 von der Agrarservice Rotenburg GmbH übernommen worden. Für die beiden Biogasanlagen erfolgt im Bereich der Dienstleistung, die Erstellung der Nährstoffdokumentation und der Stoffstrombilanzen.

Das zweite Tochterunternehmen des Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. ist die Maschinenring Verwaltungs GmbH, die als Komplementärgesellschaft für die fünf Gesellschaften: Maschinengemeinschaft Vahlde und Umgebung GmbH & Co. KG, Maschinenring Verwaltungs GmbH & Co. KG MG Wohlsdorf, Maschinenring Verwaltungs GmbH & Co. KG MG Linteler Geest, Agrar Energien Sottrum GmbH & Co. KG und Bioenergie auftritt. Im Fokus dieser Bachelorarbeit steht die Bioenergie, weil in der Zukunft keine relevanten Investitionen beim Praxispartner geplant sind. Um die Strukturen des Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. zu verdeutlichen folgt in Abbildung 1 das Organigramm.

---

<sup>1</sup> Vgl. Willers, G. (1970)

<sup>2</sup> Vgl. Rathjen, M. (1995b).

Abbildung 1: Organigramm Maschinenring Mitte - Niedersachsen e.V.<sup>3</sup>

## 2.2 Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V.

„Ein Maschinenring ist eine Vereinigung, in der sich landwirtschaftliche Betriebe zusammenschließen, um Land- und Forstmaschinen gemeinsam zu nutzen sowie landwirtschaftliche Arbeitskräfte bei Überkapazitäten zu vermitteln. Die Maschinenringe haben es sich zur Aufgabe gemacht, den Solidaritätsgedanken zwischen Mitgliedsbetrieben zu stärken. Auf Bundesebene ist der Bundesverband der Maschinenringe e. V. die Dachorganisation. Durch zwölf Landesverbände und rund 240 lokale Maschinenringe werden etwa 192.000 landwirtschaftliche Betriebe unterstützt.“<sup>4</sup>

Durch die Initiative des Landvolkes wurde am 01. Juli 1970 durch längere Vorüberlegungen der Maschinenring Rotenburg e.V. mit ungefähr 65 Mitglieder gegründet.<sup>5</sup> Der Maschinenring Rotenburg e.V. ist ein Zusammenschluss von Landwirten und Lohnunternehmen, um freie Maschinen- und Arbeitskraftkapazitäten betriebsübergreifend bei anderen Landwirten einzusetzen. Ziel des Maschinenringes ist es, den Wirtschaftserfolg von den Mitgliedsbetrieben zu verbessern. Die vermittelten Aufträge werden, wenn nichts anderes durch die Auftragnehmer oder Auftraggeber besprochen wurde, nach den beschlossenen Verrechnungssätzen abgerechnet.<sup>6</sup> Um weitere Mitglieder für den Verein zu akquirieren, hat der damalige Geschäftsführer, Manfred Rathjen, Landwirte im Ringgebiet angesprochen und ihnen die Vorzüge des Vereins dargestellt. Durch die Initiative des Geschäftsführers hatte der Maschinenring Rotenburg e.V. nach den ersten zehn Jahren schon knapp 600 Mitglieder.

<sup>3</sup> Christeleit, Thomas (2021)

<sup>4</sup> O.V. (2017).

<sup>5</sup> Vgl. Willers, G. (1970).

<sup>6</sup> Vgl. Willers, G. (1970).

Nach dem ersten Geschäftsjahr ergab sich ein Verrechnungswert von 100.000 DM. Dieser Verrechnungswert hat sich über zehn Jahre auf 1.000.000 DM im zehnten Jahr erhöht. Aus haftungs- und satzungstechnischen Gründen wurde am 01. Januar 1995 die Agrarservice Rotenburg GmbH als Tochterfirma gegründet.<sup>7</sup>

Im Jahr 1995 kommt es zwischen dem Maschinenring Rotenburg e.V. und dem Maschinenring Verden e.V. zu einem Kooperationsvertrag (siehe Anhang 1). Somit arbeiten beide Vereine in einer Bürogemeinschaft zusammen. Es erfolgt aber für beide Maschinenringe eine getrennte Abwicklung des Geschäftsbetriebes.<sup>8</sup> Nach vier Jahren guter Zusammenarbeit und der hohen Arbeitslast, durch den doppelten Geschäftsbetrieb, haben sich beide Maschinenringe dazu entschieden zu fusionieren. Daher wurde am 01. Januar 1999 aus dem Maschinenring Rotenburg e.V. und dem Maschinenring Verden e.V. der Maschinenring Rotenburg – Verden e.V..

Im Jahr 2003 wurde die Maschinenring Verwaltungs GmbH gegründet, siehe Abbildung 1, hier ist der Maschinenring Rotenburg – Verden e.V. der alleinige Gesellschafter. Die Gründung hat, wie auch bei der Agrarservice Rotenburg GmbH haftungs- und satzungstechnische Hintergründe.

Nach der Gründung der Maschinenring Verwaltungs GmbH wurde am 01. Dezember 2003 die Maschinenring Verwaltungs GmbH & Co. KG MG Lintelner Geest als Tochtergesellschaft der Maschinenring Verwaltungs GmbH gegründet. Die Landwirte treten als Kommanditisten auf, die MR Verwaltungs GmbH ist der Komplementär von der Maschinenring Verwaltungs GmbH & Co. KG MG Lintelner Geest. Die Gründung einer sogenannten Maschinengemeinschaft hat den Hintergrund, dass sich mehrere Landwirte zusammenschließen, um sich gemeinsam Maschinen zu kaufen, um diese dann gemeinschaftlich zu nutzen. Aus dem gleichen Hintergrund, wie die Maschinenring Verwaltungs GmbH & Co. KG MG Lintelner Geest gegründet wurde, wurde am 01. August 2012 die MR Verwaltungs GmbH & Co. KG MG Wohlsdorf und am 01. Juli 2015 die Maschinengemeinschaft Vahlde und Umgebung GmbH & Co. KG gegründet. 2007 wurde von acht Landwirten die Idee der Errichtung einer Biogasanlage an den Maschinenring Rotenburg – Verden e.V. herangetragen. Die Idee dabei war, dass der Maschinenring die Landwirte bei dem Bau, der Inbetriebnahme und dem Betrieb der Biogasanlage unterstützen sollte. Sowohl der Geschäftsführer, als auch der Vorstand, sahen in diesem Vorhaben großes Potenzial, weshalb zum 01. Januar 2008 die Bioenergie gegründet wurde. Bei der Bioenergie und den drei Maschinengemeinschaften ist die Maschinenring Verwaltungs GmbH die Komplementärin.

---

<sup>7</sup> Vgl. Rathjen, M. (1995b).

<sup>8</sup> Vgl. Rathjen, M. und Carstens, W. (1996).

Durch weiteres Wachstum des Maschinenringes Rotenburg – Verden e.V., konnten im Jahr 2010 schon acht Mitarbeiter beschäftigt werden. Durch den Anstieg der Mitarbeiter wurde das zu der Zeit genutzte Büro zu klein, weshalb die Geschäftsstelle von 27386 Hemslingen nach 27374 Wittorf verlegt wurde.

Am 01. Januar 2017 gab es eine weitere Fusion vom Maschinenring Rotenburg – Verden e.V. und des Maschinenring Asendorf – Bruchhausen – Hoya und Umgebung e. V.. Durch die Fusionierung ist der Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. entstanden.<sup>9</sup> Der Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. hat 1.450 Mitglieder. Die Mitglieder sind Landwirte, Lohnunternehmer, Gewerbetreibende, Gemeinden, sowie Banken und fördernde Mitglieder.

Eine Folge der Fusionierung war die Erweiterung des ursprünglichen Geschäftsbereichs. Das Geschäftsgebiet ist der Altkreis Rotenburg (Wümme), die Landkreise Verden, Nienburg und Diepholz sowie die umliegenden Bereiche. Der genaue Geschäftsbereich vom Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. kann aus der nachfolgenden Abbildung 2 entnommen werden.<sup>10</sup>

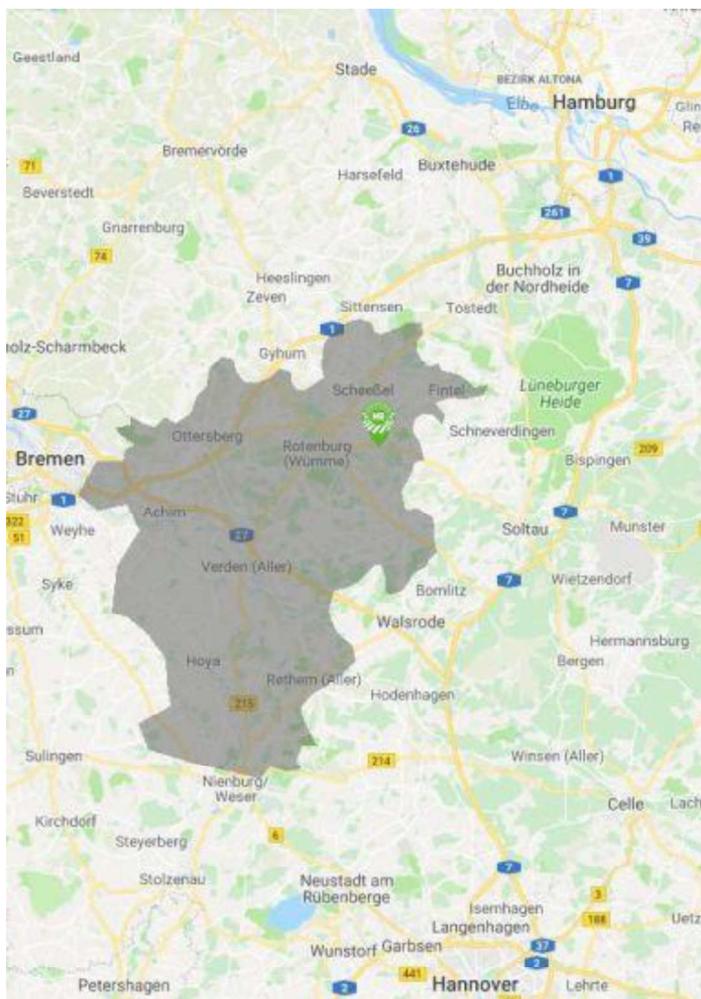


Abbildung 2: Geschäftsbereich Maschinenring Mitte - Niedersachsen e.V.<sup>11</sup>

<sup>9</sup> Vgl. Christeleit, T. (2017).

<sup>10</sup> Vgl. Grobrügge, M. (2018).

<sup>11</sup> Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. (2017), <https://www.mr-mitte.de/index.php?id=51>

Das Geschäftsfeld vom Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. sind die Vermittlung landwirtschaftlicher Dienstleistungen, Futtermitteln, organischen Nährstoffen, Betriebshilfe, Nährstoffbörse und Betriebsmitteln. Des Weiteren wird ein Abrechnungsservice angeboten. Der Maschinenring Mitte - Niedersachsen e.V. hat von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen den Status einer anerkannten Güllerbörse erhalten. Dies ermöglicht es dem Maschinenring, Optionsverträge mit Landwirten abzuschließen, die ihren errechneten Nährstoffanfall nicht auf ihren eigenen Flächen verwerten können. Diese Verträge sind Bestandteil einer Baugenehmigung im Zusammenhang mit der Nährstoffverwertung.<sup>12</sup>

Das Ziel vom Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. ist die zeitnahe, präzise und pünktliche Leistungserbringung für die Mitglieder und Kunden sowie die Senkung der Arbeitserledigungs- und Betriebsmittelkosten.<sup>13</sup>

Nach der Fusionierung entwickelte sich die Idee, sich von anderen Maschinenringen abzuheben, wodurch der Entschluss ein landwirtschaftliches Labor aufzubauen entstand. Das landwirtschaftliche Labor ist ein Betriebszweig der Agrarservice Rotenburg GmbH. Daraufhin wurde ein neues Geschäftsgebäude mit angeschlossenem Labor errichtet, um den Mitgliedern einen weiteren Service bieten zu können.

Am Ende vom Geschäftsjahr 2022 wurde von neun Mitarbeitenden ein Verrechnungswert von 21,726 Mio. € erzielt und die Mitgliederzahl betrug zu diesem Zeitpunkt 1.300. Der Rückgang der Mitglieder seit der Fusion ist weitestgehend auf den Rückgang der landwirtschaftlichen Betriebe zurückzuführen.<sup>14</sup>

### **2.3 Agrarservice Rotenburg GmbH**

Aus haftungs- und satzungstechnischen Gründen wurde am 01. Januar 1995 die Tochtergesellschaft vom Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. die Agrarservice Rotenburg GmbH gegründet.<sup>15</sup> Wie in der Abbildung 1 zu erkennen, hält die Agrarservice Rotenburg GmbH Gesellschaftsanteile an drei Unternehmen. Zu diesen drei Unternehmen zählen die Bioenergie GmbH, an der die Agrarservice Rotenburg GmbH 40 % der Firmenanteile besitzt. Die Bioenergie GmbH ist der Komplementär der Biogasanlage Holte GmbH & Co. KG und der Bioenergie GmbH Schweringen & Co. KG. Bei diesen beiden Biogasanlagen wird die Nährstoffdokumentation und die Erstellung von Stoffstrombilanzen von den Mitarbeitern der Agrarservice Rotenburg GmbH übernommen. Die Maschinengemeinschaft Aller GmbH & Co. KG ist seit der Fusionierung am 01. Juli 2017 ein weiteres Tochterunternehmen von der Agrarservice Rotenburg

---

<sup>12</sup> Vgl. Christeleit, T. (O.A.).

<sup>13</sup> Vgl. Christeleit, T. (O.A.).

<sup>14</sup> Vgl. Joost und Romundt (2023).

<sup>15</sup> Vgl. Rathjen, M. (1995a).

GmbH, wobei die Agrarservice Rotenburg GmbH als Komplementär auftritt. Die Maschinengemeinschaft Aller GmbH & Co KG befindet sich in Liquidation. Die MRVV GmbH & Co. KG ist die vierte Gesellschaft an der die Agrarservice beteiligt ist. Die MRVV GmbH & Co. KG ist eine Versicherungsvermittlung für die Landwirtschaft mit dem Ziel, für die Maschinenringe und deren Mitgliedern als Ansprechpartner im Bereich Versicherungen zu fungieren.

Mit dem Gedanken ein Labor für die Mitglieder des Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. zu eröffnen, wurde am 01. April 2019 das Maschinenring Labor als ein weiterer Unternehmenszweig eröffnet und am 30. Oktober 2020 akkreditiert. Das MRLab untersucht Düngemittel, Futtermittel und Bodenproben auf alle notwendigen Parameter.

Über die Agrarservice Rotenburg GmbH wird das Spektrum der gewerblichen Arbeiten für die Mitglieder vom Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. und Kunden, wie z.B. Gemeinden, Firmen oder Privatpersonen, erweitert.<sup>16</sup>

Die Agrarservice Rotenburg GmbH hat sich auf folgende Schwerpunkte der Geschäftstätigkeiten festgelegt:

- 1) Die Verwertung, Lagerung und Ausbringung flüssiger oder fester Wirtschaftsdünger oder anderer organischer Reststoffe, die landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden - insbesondere Gülle, Gärrest, Klärschlamm und Kompost - zu planen, zu organisieren, selbst durchzuführen oder durch Dritte durchführen zu lassen.
- 2) Geräte und Anlagen, die zum Transport, zur Ausbringung und zur Lagerung, sowie zur Behandlung und Verarbeitung von Stoffen nach Absatz 1 benötigt werden, zu planen, zu errichten, zu erwerben und zu betreiben.
- 3) Die ordnungsgemäße Verwertung nach den bestehenden rechtlichen Vorschriften der bei der Behandlung und Verarbeitung der nach Absatz 2 entstehenden Produkten sicherzustellen.
- 4) Landschaftspflegerische Arbeiten und weitergehende Unterhaltungsmaßnahmen für öffentliche und andere Auftraggeber sowie Kommunalarbeiten zu organisieren und auszuführen oder deren Ausführung durch Dritte zu vermitteln.
- 5) Landwirtschaftliche Transporte aller Art zu organisieren und selbst durchzuführen oder die Durchführung durch/an Dritte zu vermitteln.
- 6) Forstwirtschaftliche Arbeiten zu organisieren und selbst durchzuführen oder die Durchführung durch/an Dritte zu vermitteln.
- 7) Durchführung von Winterdienst, Garten und Anlagenpflege jeder Art zu planen, zu organisieren, selbst oder durch Dritte durchführen zu lassen.

---

<sup>16</sup> Vgl. Christeleit, T. (O.A.).

- 8) Handel mit Substraten für Biogasanlagen sowie Futtermittel, Raufutter und Einstreu für landwirtschaftliche Betriebe.<sup>17</sup>

Durch den Geschäftsbesorgungsvertrag (siehe Anhang 2) wird geregelt, dass die Agrarservice Rotenburg GmbH, soweit möglich die Aufträge von den Mitgliedern des Maschinenringes Mitte – Niedersachsen e.V. erledigen lassen muss. Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, dürfen externe Auftragnehmer engagiert werden. Auch die Abrechnung der getätigten Arbeiten erfolgt über den Abrechnungsservice des Maschinenringes Mitte – Niedersachsen e.V..<sup>18</sup> Im Jahr 2022 wurde bei der Agrarservice Rotenburg GmbH ein Umsatz von 6,58 Mio. € und ein Gewinn, ohne Abschlussbuchungen durch den Steuerberater, von 209.488,51 € erzielt. Die aktuelle Mitarbeiterzahl liegt in diesem Unternehmen bei sieben Angestellten, dazu zählen auch die Mitarbeiter vom MR-Lab.<sup>19</sup>

## 2.4 Bioenergie

Die Bioenergie ist ein Tochterunternehmen von der Maschinenring Verwaltungs GmbH und wurde im Jahr 2007 gegründet. Diese hat die Betriebsform einer GmbH & Co. KG. Die Maschinenring Verwaltungs GmbH ist der Komplementär der Biogasanlage und die acht Landwirte, die an der Biogasanlage beteiligt sind, sind die Kommanditisten. Somit ist die Maschinenring Verwaltungs GmbH der Komplementär und haftet mit dem Gesamtvermögen, die acht Kommanditisten haften lediglich mit Ihrem Stammkapital. Der Firmensitz der Bioenergie ist in Brockel. Die Biogasanlage befindet sich im Landkreis Rotenburg (Wümme), in der Gemeinde Scheeßel, nördlich der Ortschaft Scheeßel, wie es auf der nachfolgenden Abbildung 3 zu sehen ist.

---

<sup>17</sup> Grobrügge, M. (2020).

<sup>18</sup> Vgl. Rathjen, M. (1995b).

<sup>19</sup> Informationen aus der Buchhaltung Stand 09.05.2023

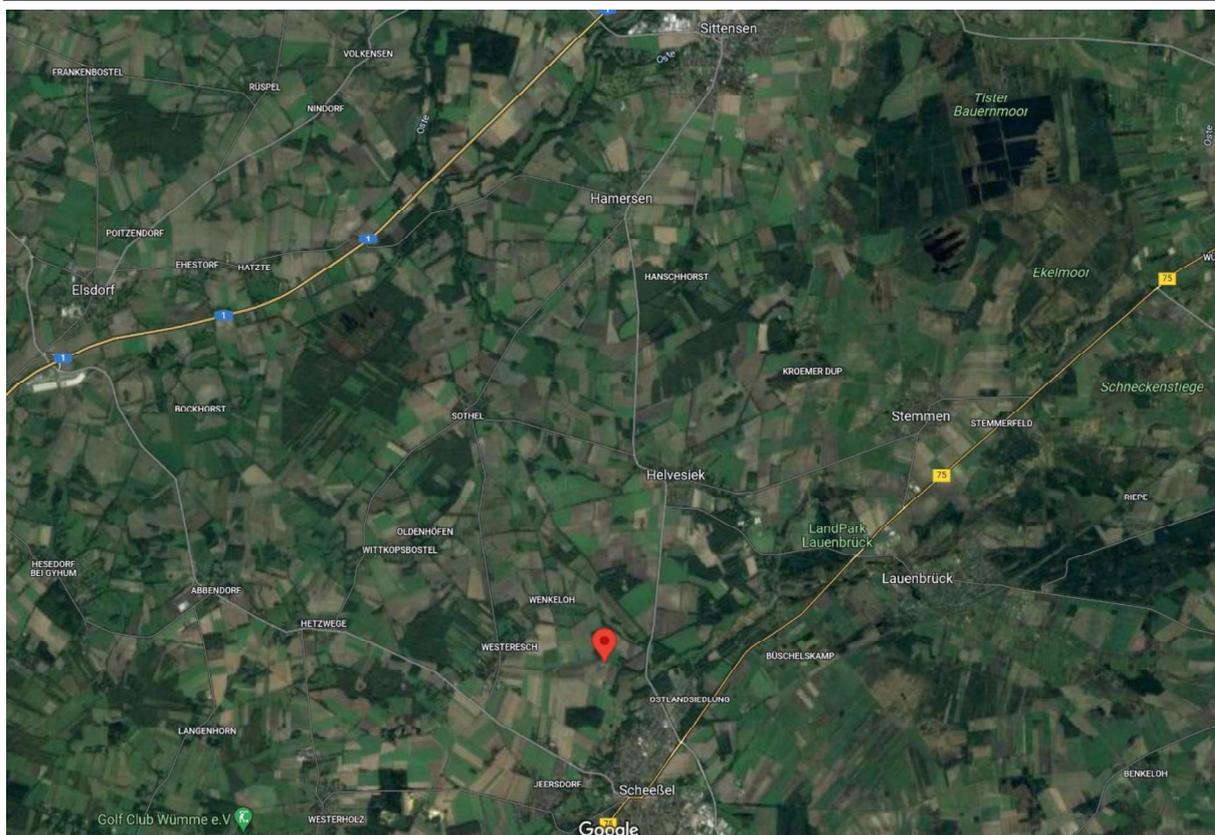


Abbildung 3: Standort der Bioenergie<sup>20</sup>

Für die Überlegungen zur Wahl des idealen Standortes für die Biogasanlage war es von Bedeutung, dass die acht Kommanditisten alle aus dem Raum Scheeßel und Umgebung kommen und somit nur geringe Wege zur Anlage haben sollen. Der Standort wurde von der Gemeinde Scheeßel vorgeschlagen, weil das Interesse bestand das anliegende Freibad mit an das Wärmenetz anzuschließen und darüber hinaus auch das anliegende Wohngebiet bei Interesse mit anzuschließen. Um die Transportwege, die Transportkosten und auch die Kosten für den Leitungsbau so gering wie möglich zu halten, wurde sich für den heutigen Standort, an folgenden Koordinaten  $53^{\circ}11'18.7''N$   $9^{\circ}28'35.6''E$ <sup>21</sup>, entschieden. An dem gewählten Standort ist eine Erweiterung der Biogasanlage bei Bedarf möglich, weil dort genügend zu erwerbende Fläche zur Verfügung steht.

Die Genehmigung für die Biogasanlage erfolgte durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz, kurz BImSchG. Zuvor wurde ein Flächennutzungsplan, sowie ein Bebauungsplan mit der Zielsetzung Erzeugung von erneuerbaren Energien umgesetzt. Bei der Biogasanlage handelt es sich um eine NawaRo-Anlage. NawaRo-Anlage bedeutet, dass nachwachsende Rohstoffe, wie z.B. Mais- und Grassilage, verfüttert werden. Zum derzeitigen Zeitpunkt hat die Biogasanlage eine elektrische Höchstbemessungsleistung von  $1.080 \text{ kW}_{el}$  und eine installierte elektrische Leistung

<sup>20</sup> Vgl. Google Maps (O.A.)c

<sup>21</sup> Google Maps (O.A.)c.

von 2.411 kW<sub>el</sub>. Die Inbetriebnahme der Biogasanlage war 2009 und im Jahr 2011 wurde ein Blockheizkraftwerk, kurz BHKW, an einem Satelliten-Standort in Betrieb genommen, dieser befindet sich an folgenden Koordinaten 53°10'33.5"N 9°29'10.3"E. Beide Standorte werden zurzeit nach dem EEG 2009 vergütet. Im Jahr 2029 endet der erste Vergütungszeitraum und dann müsste die Anlage in die Ausschreibung des neuen EEG wechseln. Aufgrund der späteren Inbetriebnahme des Satelliten-Standorts läuft der Vergütungszeitraum für diesen Standort erst im Jahr 2031 aus.

### 3 Ist-Stand der Biogasanlage

#### 3.1 Anlagenbeschreibung und Leistungsdaten

Biogasanlagen sind wichtige technische Einrichtungen, die organische Materialien, wie z.B. nachwachsende Rohstoffe, wie Mais- und Grassilage, Getreide oder Zuckerrüben, und tierische Materialien, wie z.B. Gülle oder Mist, mit Hilfe von Bakterien unter Ausschluss von Sauerstoff abgebaut und vergärt. In dem Vergärungsprozess entsteht Biogas, was zu 50-65 % aus Methan besteht. Umso höher der Methananteil, desto energiereicher ist das Biogas.<sup>22</sup> Der restliche Anteil des Biogases besteht aus Kohlenstoffdioxid, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff und Ammoniak zusammen.<sup>23</sup> Das Biogas, welches in dem Fermenter (siehe Abbildung 4) und Nachgärer (siehe Abbildung 4) produziert wird, kann entweder aufbereitet in das Erdgasnetz eingespeist werden oder den Motor von einem Blockheizkraftwerk antreiben, wodurch die Energie aus dem Biogas in elektrische Energie umgewandelt wird. Im selben Prozess entsteht Wärmeenergie (siehe Abbildung 4). Der produzierte Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist und die Wärme, die in diesem Prozess entsteht, wird in den meisten Fällen für die Versorgung von Wohnungen, Wirtschaftsgebäuden oder für Wärmenetze mit verschiedenen Wärmekunden verwendet (siehe Abbildung 4).<sup>24</sup> Bei der Biogasanlage wird Biogas in den vier Blockheizkraftwerken in Strom umgewandelt und die dabei entstehende Wärme wird für das bestehende Wärmenetz und das Beheizen der Behälter verwendet (siehe Abbildung 5). Nach dem Gärprozess kann der entstehende Gärrest als wertvoller organischer Dünger in der Landwirtschaft verwendet werden.<sup>25</sup> Der oben beschriebenen Prozess ist auf der Abbildung 4 komplett nachzuvollziehen.

---

<sup>22</sup> O.V. (2019).

<sup>23</sup> Vgl. Joachim Herz Stiftung (O.A.).

<sup>24</sup> O.V. (2011).

<sup>25</sup> O.V. (2019).

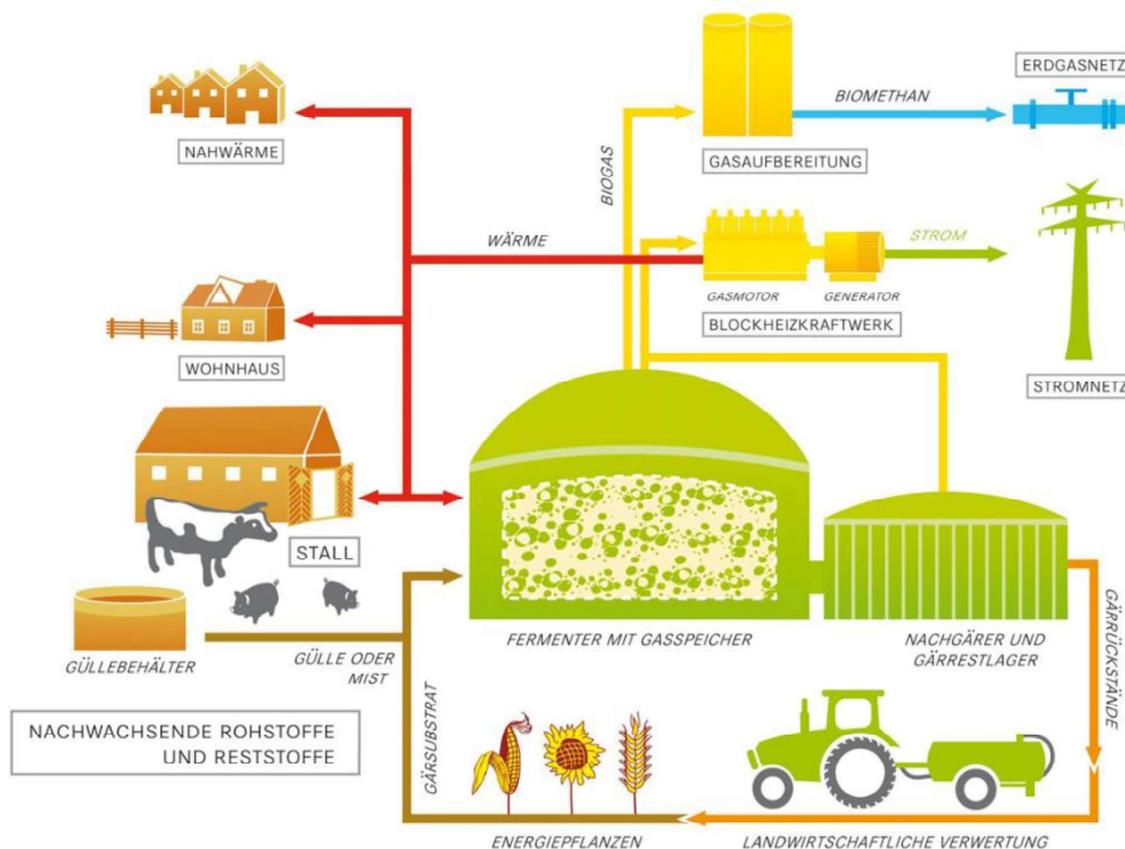


Abbildung 4: Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage<sup>26</sup>

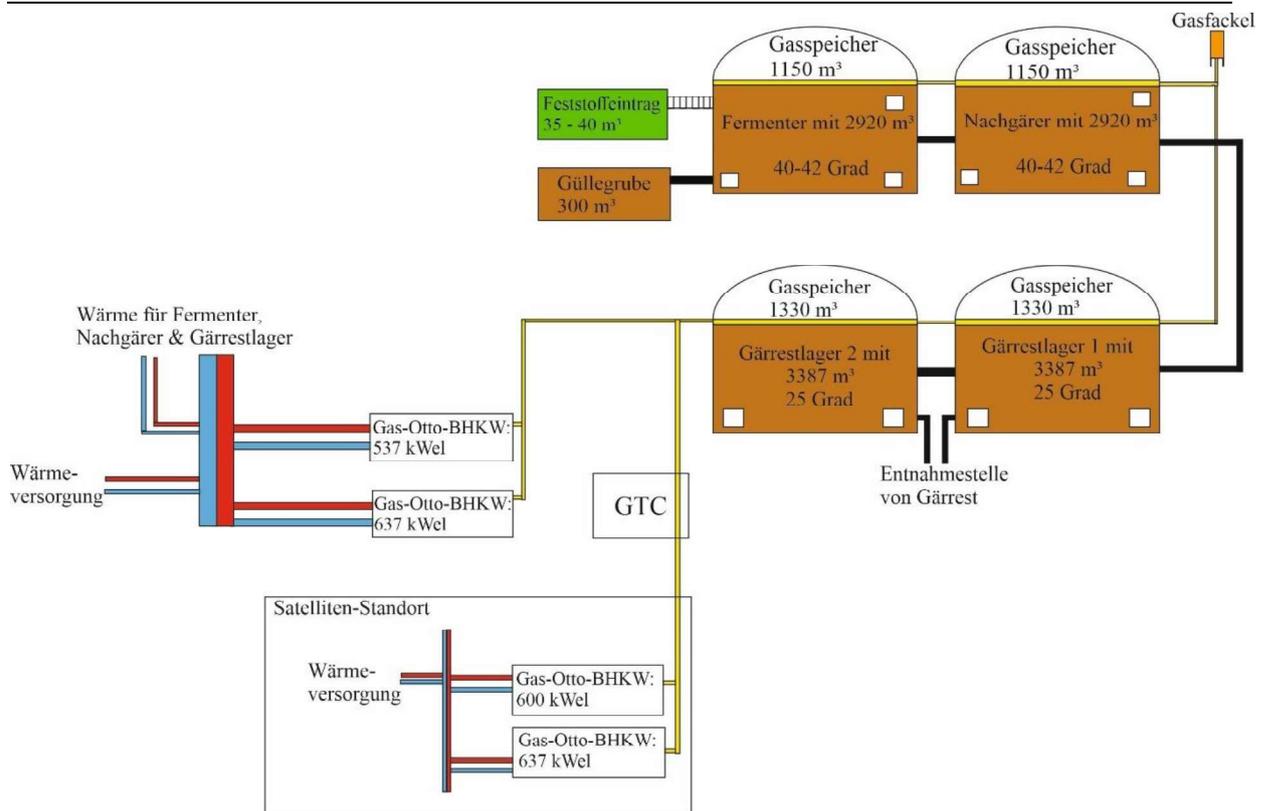
Die Biogasanlage besitzt mit vier vorhandenen Behältern ein beheiztes Gärvolumen von 9.227 m<sup>3</sup> und ein gasdichtes Gärvolumen von 12.614 m<sup>3</sup>. Dies kann der Abbildung 5 entnommen werden. Mit dem Biogas, welches bei der Vergärung produziert wird, erfolgt die Verwertung über eine Vor-Ort-Verstromung mittels vier Blockheizkraftwerken (BHKW). Zwei der Gas-Otto-BHKWs befinden sich an dem Standort der Biogasanlage und besitzen eine Gesamtleistung von 1.174 kW<sub>el</sub>. Die weiteren zwei Gas-Otto-BHKWs befinden sich am Satellitenstandort und diese besitzen eine Gesamtleistung von 1.237 kW<sub>el</sub>. Die produzierte Wärme wird in das Nahwärmenetz und der Strom komplett in das Stromnetz eingespeist.

Die benötigte Gülle wird von sechs Betrieben, die sich im unmittelbaren Umkreis von ca. 3,5 km befinden zur Biogasanlage angeliefert und in der Vorgrube (siehe Abbildung 5) bis zur Verwendung der Gülle gelagert. In einem bestimmten Zeitraum liefern die Gesellschafter den Mais und das Gras zur Biogasanlage, dieses Material wird auf den dafür vorgesehenen Siloplaten einsiliert. In dem Feststoffeintrag können 55 m<sup>3</sup> Futtermittel, im Falle der Biogasanlage Gras- und Maissilage, gefüttert werden. Aus dem Feststoffeintrag wird die Silage jede Stunde mit einer Futterschnecke in den Fermenter transportiert.

<sup>26</sup> FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2011).

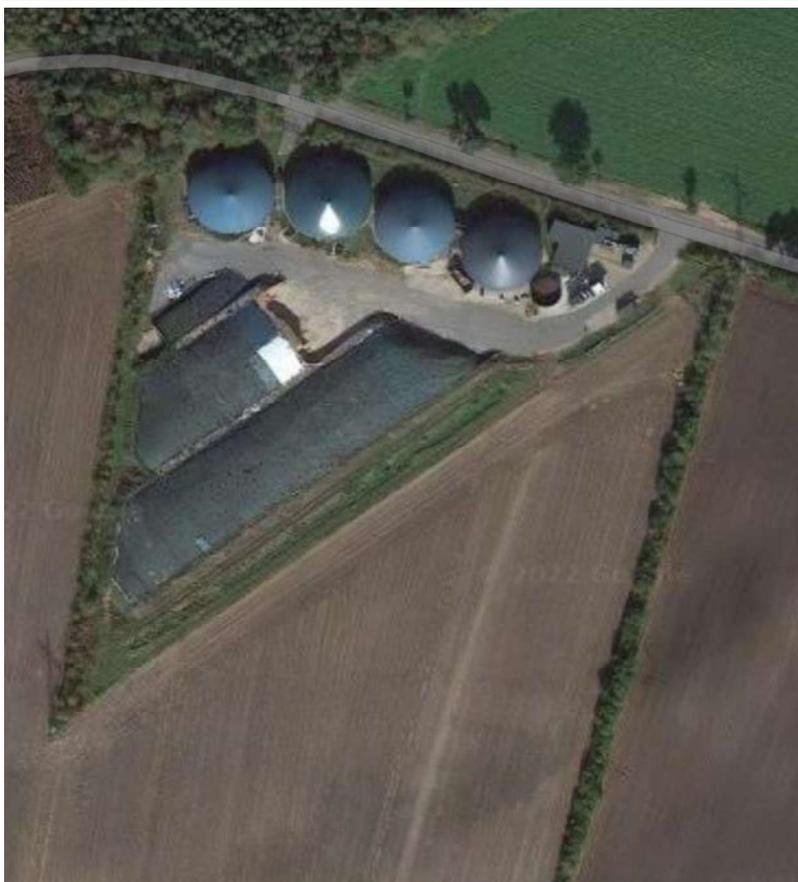
Die Biogasanlage hat vier Behältern, wie es auf der Abbildung 5 und Abbildung 6 abgebildet ist. Alle vier Behälter sind mit einem Tragluftdach ausgestattet, was aber in der Zukunft für die Errichtung eines größeren Gasspeichers verändert werden könne. Durch die Futterschnecke wird nur der Fermenter direkt gefüttert, wie in Abbildung 5 zu sehen ist, das Substrat wird zwischen dem Fermenter und dem Nachgärer mit einer dafür vorgesehenen Pumpe zirkuliert. Dies hat den Vorteil, dass die Gasproduktion im Fermenter und im Nachgärer immer gleich ist. Im Fermenter und Nachgärer sind drei Tauchmotorrührwerke (siehe Abbildung 5, weiße Quadrate) verbaut und im Gärrestlager 1 und 2 sind zwei Tauchmotorrührwerke (siehe Abbildung 5, weiße Quadrate) verbaut. Die Motoren laufen stündlich für ca. fünf bis zehn Minuten. Die Entnahme des Gärsubstrates erfolgt ausschließlich über die Gärrestlager 1 und 2 (siehe Abbildung 5).

Das produzierte Biogas wird aus dem zweiten Gärrestlager zur Gasverwertung durch einen Aktivkohlefilter zur Schwefelreduzierung zu den BHKWs geleitet. Ein Teil des produzierten Biogases wird vor Ort durch die auf der Anlage befindlichen BHKWs verstromt und ins Stromnetz eingespeist. Die Wärme, die bei der Stromproduktion anfällt, wird in das Nahwärmenetz eingespeist. Die BHKWs am Biogasanlagenstandort haben eine installierte elektrische Leistung von 537 kW<sub>el</sub> und 637 kW<sub>el</sub>. Der Rest des Biogases wird über eine 1.900 m Gasleitung zu den BHKWs am Satelliten-Standort mit einer Leistung von 600 kW<sub>el</sub> und 637 kW<sub>el</sub> geleitet und dort, wie bei den anderen beiden BHKWs, verstromt. Auf dem Standort der Biogasanlage befindet sich zudem, wie auch in Abbildung 5 zu sehen, eine Gasfackel.

Abbildung 5: Anlagenschema der Biogasanlage<sup>27</sup>

Um die Biogasanlage nicht nur durch das Anlagenschema in Abbildung 5 zu betrachten, folgt in Abbildung 6 ein Luftbild von dem Anlagenstandort. Die Biogasanlage musste auf dem Keilstück des Grundstückes gebaut werden, weil über das Grundstück eine Hochspannungsleitung verläuft und unter dieser durfte nicht gebaut werden (siehe Abbildung 6).

<sup>27</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an das EDV-Programm Biogas Datenbank V2

Abbildung 6: Luftbild der Biogasanlage<sup>28</sup>

Im Jahr 2021 wurden insgesamt 16.908 t Wirtschaftsdünger und 18.850,23 t nachwachsende Rohstoffe verfüttert. Als Substrate dienen für diese Biogasanlage im Jahr 2021 Rinder- und Schweinegülle als Wirtschaftsdünger und Mais- und Grassilage als nachwachsende Rohstoffe, wie aus der Tabelle 1 entnommen werden kann. Knapp 50 % des Substrates besteht aus Maissilage, wie es aus der Tabelle 1 entnommen werden kann.

<b>Substrateinsatz 2021</b>			
<b>Wirtschaftsdünger</b>	<b>t FM/a</b>	<b>16.908</b>	<b>47,28%</b>
<b>Nachwachsende Rohstoffe</b>			
Maissilage	t FM/a	17.781	<b>49,73%</b>
Grassilage	t FM/a	1.069,23	<b>2,99%</b>
<b>Summe Nachwachsende Rohstoffe</b>	<b>t FM/a</b>	<b>18.850,23</b>	<b>52,72%</b>
<b>Summe gesamter Substrateinsatz</b>	<b>t FM/a</b>	<b>35.758,23</b>	<b>100%</b>
<b>Täglicher Substrateinsatz</b>	<b>t FM/t</b>	<b>97,97</b>	

Tabelle 1: Substrateinsatz 2021<sup>29</sup>

An die Biogasanlage sind zwei Nahwärmenetze für die Versorgung der umliegenden Gebäude mit Wärme angegliedert. Das erste Wärmenetz startet von dem Standort der Biogasanlage und

<sup>28</sup> Vgl. Google Maps (O.A.)b.

<sup>29</sup> Eigenen Darstellung in Anlehnung an das Futtertagebuch 2021

besitzt den Namen „Holzweidenweg“. Für das zweite Wärmenetz wird die Wärme von dem Satelliten-Standort, welcher als „Vareler Weg“ bezeichnet wird, bezogen.

Die vorhandenen zwei Wärmenetze vom Biogasanlagenstandort und Satelliten-Standort haben eine Leitungslänge von ca. 2.200 m.

Zum Betrachtungsstichtag, den 31. Dezember 2021, waren öffentliche und private Gebäude, sowie das Freibad der Gemeinde Scheeßel an das Wärmenetz angeschlossen. Insgesamt waren es 53 Gebäudeanschlüsse. Darunter elf gewerbliche Anschlüsse und 42 private Anschlüsse (siehe Abbildung 7 und Anhang 3). Die Anzahl der Anschlüsse im Jahr 2021 betragen in dem Netz 1 „Holzweidenweg“ 40 Anschlüsse und in dem Netz 2 „Vareler Weg“ 13 Gebäudeanschlüsse. Diese 53 Gebäude haben zusammen eine Wärme von 3.200.026 kWh im Jahr 2021 verbraucht. Zudem wird ein Teil der erzeugten Wärme von der Biogasanlage verwendet, um den Fermenter, den Nachgärer und das Gärrestlager eins zu beheizen. Für das Beheizen von dem Fermenter, dem Nachgärer und dem Gärrestlager eins wurden im Jahr 2021 1.314.000 kWh verbraucht. Die Biogasanlage hat im Jahr 2021 insgesamt 9.039.526 kWh Wärme produziert<sup>30</sup>, wovon nur 3.918.803 kWh Wärme verkauft wurden. Die verbrauchte Wärme beträgt 43,4 % der gesamt produzierten Wärme. Am Freibad und bei einem Gesellschafter von der Biogasanlage stehen jeweils ein Spitzenlastkessel. Der Spitzenlastkessel am Freibad wird mit Öl betrieben und hat eine Größe von 600 kW und der Spitzelastkessel bei dem Gesellschafter der Biogasanlage wird mit Gas betrieben und hat eine Größe von 800 kW. Die Spitzenlastkessel werden in Betrieb genommen, wenn die produzierte Wärme bei der Stromproduktion nicht ausreicht, bzw. die Motoren nach Redispatch 3,0 geschaltet werden. Außerdem stehen am Satelliten-Standort zwei Pufferspeicher mit einer Größe von je 40 cbm. Diese dienen als Speicher, um auch bei großen Abnahmemengen genügend Wärme liefern zu können. Im Vergleich zu anderen Biogasanlagen, wo der Durchschnitt bei 52,4 % der Wärmeausnutzung ist, hat die Bioenergie in diesem Bereich noch Ausbaupotenzial.<sup>31</sup>

Aus der Abbildung 7 und Anhang 3 können die zwei vorhandenen Wärmenetze entnommen werden. Mit der Farbe Rot sind alle Gebäude und die zwei Netze gekennzeichnet, die an das Wärmenetz angeschlossen sind. Die mit der Farbe Grün gekennzeichnet sind, sind Potentialgebiete und einzelne Interessenten, die bei den Erweiterungen berücksichtigt werden sollen.

---

<sup>30</sup> Vgl. Schünemann-Plag, P. (2010).

<sup>31</sup> Vgl. FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2021).

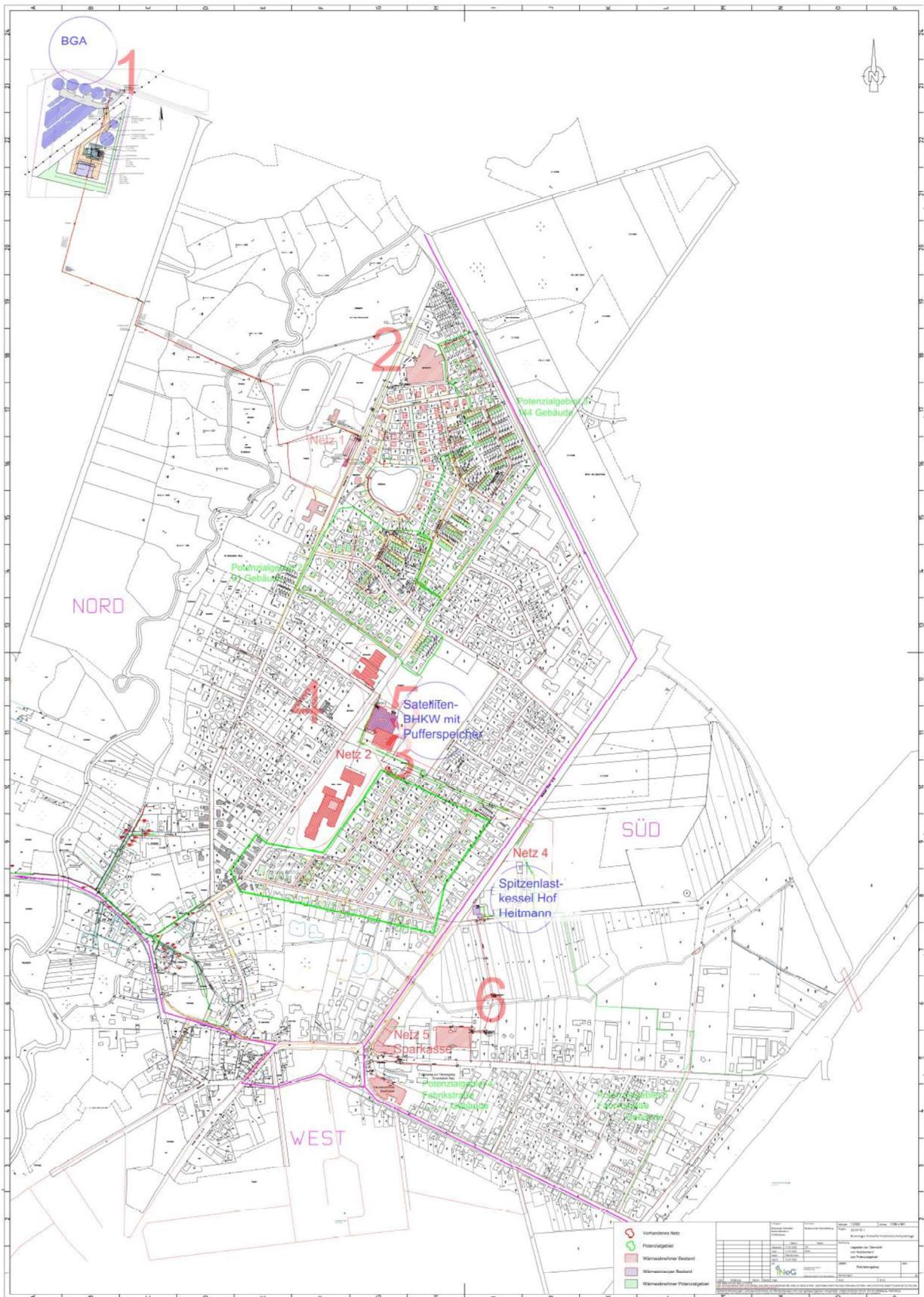


Abbildung 7: Wärmenetz<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Vgl. IngenieurNetzwerk eG (2022a).

### 3.2 Ökonomische Parameter

Die Vergütung der Biogasanlage erfolgt über das EEG 2009. Neben der Grundvergütung erhält die Biogasanlage noch den NawaRo-, den Gülle- und den KWK-Bonus, den Formaldehydbonus, die Marktprämie aus der Direktvermarktung, sowie die Flexibilitätsprämie.

In der Tabelle 2 wird die Erlösübersicht aus dem Jahr 2021 verdeutlicht. Zu den Erlösen zählen unter anderem die Einnahmen aus dem Verkauf von Strom und Wärme, sowie die Einnahmen aus dem Vermieten der Messerwalze und dem Güllefass. Diese Maschinen sind für die Vermietung vorgesehen. Die überschüssige Maissilage wird vor der neuen Ernte verkauft. Bei der Wärmevergütung und auch bei der Stromvergütung handelt es sich um Durchschnittspreise aus dem kompletten Jahr 2021. Insgesamt gab es durch den Verkauf von Wärme, Strom und Sonstigem im Jahr 2021 Gesamterlöse in einer Höhe von 2.249.582,58 €.

Erlösübersicht 2021				
		Anlage	Satellit	Gesamt
<b>Wärmeerlös</b>				
Wärmevergütung	ct/kWh th	3,93	5,43	<b>4,70</b>
Wärmeverkauf	kWhth/a	1.492.450,00	1.577.376,00	<b>3.069.826,00</b>
Wärmeerlös	€/a	58.648,26	85.638,17	<b>144.286,43</b>
<b>Stromerlöse</b>				
Stromvergütung	ct/kWh el	0,23	0,23	<b>0,23</b>
Eingespeister Strom	kWhel/a	4.327.906,00	4.097.974,00	<b>8.425.880,00</b>
Stromerlös	€/a	1.013.007,79	956.172,79	<b>1.969.180,58</b>
Erlös Vorteil Direktvermarktung	€/a	8.655,81	8.195,95	<b>16.851,76</b>
<b>Sonstige Erlöse</b>				
Verkauf Gärrest	€/a		8.824,72	
Güllefass Miete	€/a		18.259,69	
Verkauf Maissilage	€/a		91.173,40	
Miete Messerwalze	€/a		1.006,00	
<b>Summe Sonstige Erlöse</b>	<b>€/a</b>		<b>119.263,81</b>	
<b>Gesamterlös</b>				
Wärmeerlös	€/a		144.286,43	
Stromerlös inkl. Direktvermarktung	€/a		1.986.032,34	
Sonstige Erlöse	€/a		119.263,81	
<b>Gesamterlös</b>	<b>€/a</b>		<b>2.249.582,58</b>	

Tabelle 2: Erlösübersicht 2021<sup>33</sup>

Die Erst- und Folgeinvestitionen der Biogasanlage sind aus der Tabelle 3 zu entnehmen. Das Grundstück, auf welchem sich die Biogasanlage befindet, war keinem Betrieb von den Gesellschaftern zugeordnet, weshalb dieses gepachtet werden musste. In diesem Fall handelt es sich

<sup>33</sup> Eigene Darstellung, vgl. FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2021), S. 116, in Anlehnung an Stromrechnungen, Wärmeabrechnungen und Zahlen aus der Buchhaltung

um eine Erbpacht. Die Folgeinvestitionen sind relativ hoch, weil zwei Jahre nach der Inbetriebnahme der Biogasanlage der Satelliten-Standort errichtet wurde und dort ein weiteres Blockheizkraftwerk errichtet wurde. Außerdem sind in den Folgeinvestitionen Kosten für den Pufferspeicher und das Nahwärmenetz enthalten. Die Gesamtinvestitionen belaufen sich zum Ende 2021 auf 5.003.621 €, wie in der Tabelle 3 zu entnehmen ist.

<b>Gesamtinvestitionen</b>			
		<b>Erstinvestition</b>	<b>Folgeinvestition</b>
Grundstück	€	56.300	99.551
Bauliche Anlage	€	1.753.494	774.667
Technische Anlage	€	298.651	288.761
BHKW	€	285.500	1.007.665
Maschinen	€	0	153.349
Sonstiges	€	175.443	110.240
<b>Gesamtinvestition</b>	<b>€</b>	<b>5.003.621</b>	
Kapitalkosten			
Abschreibung	€/a	262.819	
Zinslast	€/a	63.215	
Kapitalkosten gesamt	€/a	326.034	
<b>Spezifische Kapitalkosten</b>	<b>ct/kWhel</b>	<b>3,89</b>	
Kennzahlen			
Spez. BHKW-Investitionskosten	€/kWhel install.	536	
Spez. Investitionskosten	€/kWhel HBL	4.633	

Tabelle 3: Gesamtinvestitionen<sup>34</sup>

Die Maissilage wird den Kommanditisten mit 45 €/t Frischmasse, kurz FM, frei Anlage inkl. Erntekosten vergütet. Der Preis von 45 €/t FM gilt für einen Trockensubstanzgehalt von 32 %. Im Jahr 2021 wurde für Maissilage im Durchschnitt 47,27 €/t FM bezahlt und bei Grassilage lag der Durchschnittspreis bei 35,70 €/t FM. Verrechnet mit den Futtermengen aus Tabelle 1 ergibt dies Ausgaben in Höhe von 840.502,00 € für Maissilage und bei Grassilage in Höhe von 38.168,29 € (siehe Tabelle 4). Bei den eingesetzten Wirtschaftsdüngern wurden Rinder- und Schweinegülle geliefert und hier bekamen die Kommanditisten eine durchschnittliche Vergütung von 6,28 €/t FM von der Biogasanlage. Bei einer Gesamtmenge von 16.908 t Wirtschaftsdünger im Jahr 2021 entstehen Kosten in Höhe von 106.205,20 €. Zusätzlich zu den Kosten für Mais-, Grassilage und Wirtschaftsdünger kommen dazu auch noch Kosten für die Gärrestlogistik. In der Sperrzeit wird die Abholung von Gärresten vergütet. Sperrfrist bedeutet, dass die Vegetation in einem bestimmten Zeitraum im Jahr ruht. Hier hat der Gesetzgeber ein Verbot

<sup>34</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an die Zahlen der Buchhaltung

für das Ausbringen von Gülle, Mist und Gärresten ausgesprochen. Im Normalfall ist die Sperrfrist vom 1. November bis zum 31. Januar.<sup>35</sup> Somit kommt die Biogasanlage auf Substrat und Gärrestkosten von 1.002.926,19 € (siehe Tabelle 4). Die genauen Zahlen und Werte können aus der Tabelle 4 entnommen werden.

<b>Substratkosten 2021</b>		
<b>NaWaRo</b>		
Maissilage	to/a	17.781,00
	€/t FM	47,27
	€/a	<b>840.502,00</b>
Grassilage	to/a	1.069,23
	€/t FM	35,70
	€/a	<b>38.168,29</b>
<b>Wirtschaftsdünger</b>	to/a	16.908,00
	€/t FM	6,28
	€/a	<b>106.205,20</b>
<b>Gesamtkosten</b>	€/a	<b>984.875,49</b>
<b>Gärrestlogistik</b>	€/a	<b>18.050,70</b>
<b>Substrat- + Gärrestkosten</b>	€/a	<b>1.002.926,19</b>
<b>Spezifische Substratkosten</b>	ct/kWh <sub>el</sub>	<b>11,97</b>

Tabelle 4: Substratkosten 2021<sup>36</sup>

Die Betriebs- und allgemeinen Kosten aus dem Jahr 2021 können aus der Tabelle 5 entnommen werden. Zu den Betriebs- und allgemeinen Kosten gehören unter anderem der Stromzukauf, der auf dem Anlagen-Standort und beim Satelliten-Standort verbraucht wird, dazu, weil die Biogasanlage den produzierten Strom komplett verkauft. Aus diesem Grund kommt die Biogasanlage auf Energiekosten in Höhe von 101.080,82 € im Jahr 2021. Die Gesamtbetriebskosten belaufen sich auf 775.655,64 € im Jahr 2021. Die spezifischen Betriebs- und allgemeinen Kosten belaufen sich auf 9,26 ct/kWh<sub>el</sub> für 2021.

Bei dem Strombezug, den Versicherungen, dem Personal sowie der Buchführung und Verwaltung kann es durch die geplante Erweiterung des Nahwärmenetzes zu Veränderungen kommen.

<sup>35</sup> Vgl. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2020).

<sup>36</sup> FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2021), S. 119, eigene Darstellung in Anlehnung an Abrechnungen und Zahlen aus der Buchhaltung

<b>Betriebs- und Allgemeine Kosten 2021</b>		
Strombezug	€/a	101.080,82
Gaskosten	€/a	24.244,77
Silierkosten	€/a	22.350,31
Instandhaltung (Bau)	€/a	12.893,45
Instandhaltung (Technik und Maschinen)	€/a	26.227,82
Instandhaltung (BHKW)	€/a	259.173,88
Maschineninstandhaltung	€/a	11.264,91
Miete und Pacht	€/a	4.780,35
Prozessbetreuung und Beratung	€/a	33.981,46
Betriebsaufwand	€/a	54.626,13
Haftungsvergütung	€/a	1.250,00
Umweltgutachten	€/a	15.574,20
Versicherung, Beiträge	€/a	33.023,16
Personal (Anlagenfahrer + Geschäftsführer)	€/a	47.859,25
Buchführung und Verwaltung	€/a	17.880,73
Zinsen und ähnlicher Aufwand	€/a	63.153,76
Steuern (Gewerbsteuer, Grundsteuer)	€/a	38.449,62
Sonstiges (Bewirtung, PKW)	€/a	7.841,02
<b>Gesamtbetriebskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>775.655,64</b>
<b>Spezifische Betriebskosten</b>	<b>ct/kWh<sub>el</sub></b>	<b>9,26</b>

Tabelle 5: Betriebs- und Allgemeine Kosten 2021<sup>37</sup>

Die Gesamtkosten der Biogasanlage betragen im Jahr 2021 1.778.581,83 € (siehe Tabelle 6), wovon aber die Substrat- und Gärrestkosten ca. 56 % ausmachen. Die spezifischen Gesamtkosten lagen bei 25,13 ct/kW<sub>el</sub> (siehe Tabelle 6). Damit liegt die Biogasanlage über dem Mittelwert von 18,9 ct/kW<sub>el</sub>.<sup>38</sup> Der Gewinn für die Biogasanlage lag im Jahr 2021 bei 471.000,75 € (siehe Tabelle 6). Dies ist ein Indiz darauf, dass die Biogasanlage wirtschaftlich betrieben wird. In der nachfolgenden Tabelle 6 können die Werte entnommen werden.

<sup>37</sup> FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2021), S. 122, eigene Darstellung in Anlehnung an die Zahlen aus der Buchhaltung

<sup>38</sup>Vgl. FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2021) S. 122f.

<b>Betriebszweigergebnis</b>		
Leistungen		
Wärmeerlös	€/a	144.286,43
Stromerlös inkl. Direktvermarktung	€/a	1.986.032,34
Sonstige Erlöse	€/a	119.263,81
<b>Gesamterlös</b>	<b>€/a</b>	<b>2.249.582,58</b>
Kosten		
Kapitalkosten gesamt	€/a	326.034
Spezifische Kapitalkosten	ct/kWhel	3,89
Substrat- + Gärrestkosten	€/a	1.002.926,19
Spezifische Substratkosten	ct/kWhel	11,97
Gesamtbetriebskosten	€/a	775.655,64
Spezifische Betriebskosten	ct/kWhel	9,26
<b>Kosten Gesamt</b>	<b>€/a</b>	<b>1.778.581,83</b>
<b>Gesamtübersicht</b>		
Spezifischer Gesamterlös	ct/kWhel	26,70
Spezifische Gesamtkosten	ct/kWhel	25,13
<b>Gewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>471.000,75</b>
<b>Spezifischer Gewinn</b>	<b>€/kWhel install.</b>	<b>195,35</b>
	<b>ct/kWhel prod.</b>	<b>5,62</b>

Tabelle 6: Betriebszweigergebnis<sup>39</sup>

Aus buchhalterischen Gründen ist es dem Autor dieser Arbeit nicht möglich, den Gewinn für Wärme und Strom getrennt zu betrachten.

<sup>39</sup> FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2021), S. 125, eigene Darstellung in Anlehnung an die Zahlen aus der Buchhaltung

## 4 Optimierungsstrategien der Biogasanlage

### 4.1 Anforderungen und Anpassungen zum Weiterbetrieb im EEG 2023

#### 4.1.1 Optimierung 1: Erweiterung Gärrestlagerkapazität

Im aktuellsten EEG aus 2023 wird eine hydraulische Verweilzeit im gesamten gasdichten und an eine Gasverwertung angeschlossenes System der Biogasanlagen von mindestens 150 Tagen gefordert, vgl. § 9 Abs. 5 Nr. 1 EEG 2023.<sup>40</sup>

$$\text{Hydraulische Verweilzeit} = \frac{\text{Behältervolumen in } m^3}{\text{Tägliche Substratzufuhr}}$$

Formel 1: Hydraulische Verweilzeit

Die Biogasanlage hat ein Behältervolumen von 12.614 m<sup>3</sup>. Dies erschließt sich aus dem Fermenter mit 2.920 m<sup>3</sup>, dem Nachgärer 1 mit 2.920 m<sup>3</sup>, dem Gärrestlager 1 mit 3.387 m<sup>3</sup> und dem Gärrestlager 2 mit 3.387 m<sup>3</sup>. Die tägliche Substratzufuhr liegt im Jahr 2021 bei 97,97 Tonnen (siehe Tabelle 1).

$$\text{Hydraulische Verweilzeit 2021} = \frac{12.614 \text{ m}^3}{97,97 \text{ Tonnen}} = 128 \text{ Tage}$$

Im Jahr 2021 betrug die hydraulische Verweilzeit 128 Tage. Somit werden die Anforderungen vom EEG 2023 nicht erfüllt und die Biogasanlage könnte zum jetzigen Zeitpunkt nicht ins EEG 2023 einsteigen.

Hier müssen Veränderungen, wie z.B. die Anpassung des Verwertungskonzeptes vorgenommen werden, damit die Verweilzeit mindestens 150 Tage beträgt. Für diese Anpassung werden ein neues Gärrestlager von 6.400 m<sup>3</sup> (siehe Abbildung 8) und ein Regen- und Schmutzwasserbehälter von 1.500 m<sup>3</sup> (siehe Abbildung 8) geplant. Mit dem Bau des Regen- und Schmutzwasserbehälters wird der Nährstoffgehalt vom Gärrest nicht mehr durch das Regen- und Schmutzwasser verfälscht. Mit dem neuen Gärrestlager verändert sich das Behältervolumen von 12.614 m<sup>3</sup> auf 19.014 m<sup>3</sup>. Durch die Erweiterung des Gärrestlagers sowie des Regen- und Schmutzwasserbehälters ergibt sich eine geschätzte Investitionssumme von rund 750.500 €.<sup>41</sup>

$$\text{Neue hydraulische Verweilzeit} = \frac{19.014 \text{ m}^3}{97,97 \text{ Tonnen}} = 194 \text{ Tage}$$

Durch den Bau der zwei neuen Behälter verändert sich die hydraulische Verweilzeit von 128 Tagen im Jahr 2021 auf 194 Tage. Durch einen veränderten Substrateinsatz kann die hydraulische Verweilzeit sich verändern. Daher sollte bei einer Substratveränderung immer auf die hydraulische Verweilzeit Rücksicht genommen werden, damit weiterhin die Anforderungen

<sup>40</sup> Vgl. § 9 Abs. 5 Nr. 1 EEG 2023.

<sup>41</sup> Vgl. Zahlen aus der Buchhaltung

des EEG 2023 erfüllt werden. Die baulichen Optimierungen mit einem neuen Gärrestlager von 6.400 m<sup>3</sup> und dem Regen- und Schmutzwasserbehälter können aus Abbildung 8 entnommen werden.

#### 4.1.2 Optimierung 2: Substrateinsatzveränderung

Im EEG 2021 wird erstmalig von einem sogenannten Maisdeckel gesprochen. Dies bedeutet, dass Biogasanlagen höchstens 40 % des Substrateinsatzes mit Mais und Getreidekorn vornehmen dürfen. Zu Mais gehören zudem die Ganzpflanzensilage, Maiskorn-Spindel-Gemisch, Körnermais und Lieschkolbenschrot.

Durch das EEG 2023 wurden der Maisdeckel noch einmal verschärft. So dürfen Biogasanlagen, die sich dem EEG 2023 anschließen wollen, wie auch im EEG 2021 höchstens 40 % an Getreide und Mais im Jahr 2023 verfüttern. Im Jahr 2024 und 2025 liegt der Getreide- und Maisanteil bei höchstens 35 % und von 2026 bis 2028 liegt der Getreide- und Maisanteil bei 30 % pro Kalenderjahr.<sup>42</sup>

Im Jahr 2021 liegt der Getreide- und Maisanteil bei 49,73 % (siehe Tabelle 1). Der Getreide- und Maisanteil im IST-Zustand der Biogasanlage erfüllt nicht die Voraussetzungen, die im EEG 2023 unter § 39i Abs. 1 EEG 2023 gefordert werden, weshalb der Substrateinsatz verändert werden muss. Als erste Möglichkeit kommt die Erhöhung des Gülleanteils in Frage. Die Erhöhung des Gülleanteils hätte aber zur Folge, dass die Verweilzeit wieder gesenkt wird, weil umso höher der tägliche Substrateinsatz, desto geringer ist die Verweilzeit. Der Rückgang der Verweilzeit hat zur Folge, dass das Gär- und Lagervolumen noch mehr erweitert werden müsste. Dies würde zu weiteren Investitionskosten führen, die durch eine Verschiebung der Futtermengen verhindert werden kann. Somit wird versucht, den täglichen Substrateinsatz von 97,97 Tonnen (siehe Tabelle 1) beizubehalten oder geringe Abweichungen von diesem Substrateinsatz zu haben. Aufgrund der Bodenqualität im Raum Scheeßel wird von den Kommanditisten vorzugsweise Mais angebaut. Der Anbau von Mais wird unter Betrachtung der Fruchtfolge vorgenommen. Damit die Kommanditisten weiterhin auf ihren Flächen Mais anbauen können, wurden Überlegungen getätigt, wie dieses möglich gemacht werden kann. Deshalb soll in Zukunft Körnermais angebaut werden, der in der Lagerhalle durch die Abwärme der BHKWs getrocknet werden kann. Anstelle von Ganzpflanzensilage könnte das anfallende Maisstroh als Substrat für die Biogasanlage verwendet werden, weil es unter § 39i Abs. 1 S. 4 EEG 2023 nicht unter den Maisdeckel fällt. Beim Maisstroh ist jedoch zu beachten, dass der Gasertrag geringer ausfällt als bei Maissilage. Maissilage hat einen Gasertrag von ca. 185,3 Nm<sup>3</sup>/t FM.<sup>43</sup> Maisstroh

<sup>42</sup> Vgl. § 39i Abs. 1 EEG 2023.

<sup>43</sup> Vgl. LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (O.A.).

liegt bei der Methanausbeute bei 80-90 % von der Maissilage.<sup>44</sup> Ein weiterer Vorteil an der Verwendung von Körnermais ist, dass der Körnermais zusätzlich verkauft werden kann, wodurch weitere Erlöse generiert werden können.

In der Tabelle 7 kann der optimierte Substrateinsatz betrachtet werden. Der prozentuale Anteil von Maissilage ist zurückgegangen. Im Jahr 2021 lag der prozentuale Anteil noch bei 49,73 % (siehe Tabelle 1) und der optimierte Substrateinsatz, der bei Eintritt in das EEG 2023 von 40 % gefordert ist, liegt bei 33,89 % (siehe Tabelle 7). Somit wird der geforderte Mais- und Getreideanteil von maximal 40 % eingehalten und die Biogasanlage würde die Kriterien des EEG 2023 einhalten. Im Jahr 2024 und 2025 liegt der Getreide- und Maisanteil bei höchstens 35 %.<sup>45</sup> Da die Biogasanlage erst ab dem Jahr 2024 in ein neues EEG einsteigen kann, muss der Getreide- und Maisanteil geringer als 35 % liegen, was aber mit dem neuen optimierten Substrateinsatz eingehalten wird.

<b>Substrateinsatz optimiert</b>			
<b>Wirtschaftsdünger</b>	<b>t FM/a</b>	<b>16.974</b>	<b>47,93%</b>
<b>Nachwachsende Rohstoffe</b>			
Maissilage	t FM/a	12.000	<b>33,89%</b>
Maisstroh	t FM/a	5.370	<b>15,16%</b>
Grassilage	t FM/a	1.069,23	<b>3,02%</b>
<b>Summe Nachwachsende Rohstoffe</b>	<b>t FM/a</b>	<b>18.439,23</b>	<b>52,07%</b>
<b>Summe gesamter Substrateinsatz</b>	<b>t FM/a</b>	<b>35.413,23</b>	<b>100%</b>
<b>Täglicher Substrateinsatz</b>	<b>t FM/t</b>	<b>97,02</b>	

Tabelle 7: Substrateinsatz optimiert<sup>46</sup>

### 4.1.3 Optimierung 3: Flexibilisierung des Satelliten

Mit einem Wechsel in die Ausschreibung werden laut EEG 2023 nur noch 45 % der installierten Leistung einer Biogasanlage bezuschlagt. Das bedeutet, dass eine Biogasanlage mindestens 2,2-fach überbaut sein muss, um die aktuelle Höchstbemessungsleistung zu sichern.

Die Biogasanlage ist sowohl am Anlagenstandort sowie am Satelliten-Standort bereits ausreichend überbaut. Am Anlagenstandort sind 1.174 kWh installierte Leistung mit einer Höchstbemessungsleistung von 510 kW (43 %). Am Satelliten-Standort ist eine installierte Leistung von 1.237 kWh mit einer Höchstbemessungsleistung von 557 kW (46 %) vorhanden. Für diese Optimierung muss die Biogasanlage keine Veränderungen vornehmen, weil diese Vorgabe bereits erfüllt wird.<sup>47</sup>

<sup>44</sup> Vgl. Holtmann Saaten (2020).

<sup>45</sup> Vgl. § 39i Abs. 1 Nr. 2 EEG 2023.

<sup>46</sup> Eigene Darstellung

<sup>47</sup> Vgl. § 50 b EEG 2023.

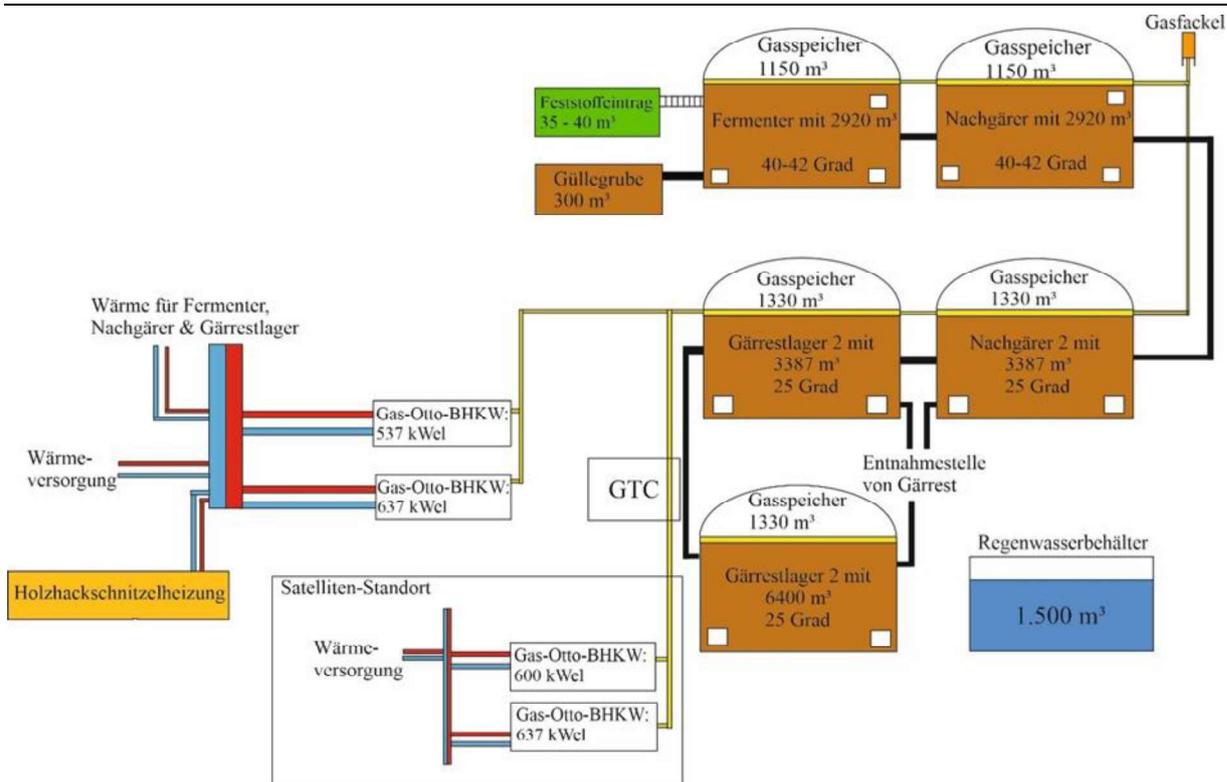


Abbildung 8: Anlagenschema der Biogasanlage mit den Optimierungsstrategien<sup>48</sup>

Die Bioenergie hat sich schon sehr früh dazu entschieden, nach dem Auslaufen des EEG im Jahr 2029 die Biogasanlage weiter betreiben zu wollen.

Die Betreiber der Biogasanlage können ab dem Jahr 2024 an der Ausschreibung teilnehmen und sich die Konditionen aus dem dann aktuellen EEG sichern.

Wenn keine Veränderungen an dem EEG 2023 vorgenommen werden, ist ein Einstieg der Biogasanlage mit den oben genannten Veränderungen in das EEG ab dem Jahr 2024 möglich. Starten würde das EEG aber erst nach dem Auslaufen des EEG 2009 im Jahre 2029 am Standort der Biogasanlage und 2031 am Satelliten-Standort. Die Laufzeit von dem neuen EEG beträgt zehn Jahre.

Dies bedeutet, dass die Biogasanlage sich zehn Jahre an die Vorgaben aus dem EEG 2023 halten muss. Dies ist derzeit noch für die Biogasanlage aufgrund des EEG 2009 der Fall. Unterschied zum EEG 2009 ist aber, dass der Betreiber sich im EEG 2009 für 20 Jahre verpflichtet hat und im EEG 2023 muss ein Betreiber sich nur für zehn Jahre verpflichten.

<sup>48</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an das EDV-Programm Biogas Datenbank V2

## 4.2 Einsatz von einer Hackschnitzelheizung

Zu den zuvor genannten Optimierungen überlegt der Betreiber der Biogasanlage, wie auf der Abbildung 8 zu erkennen ist, zusätzlich noch eine Hackschnitzelheizung zu errichten. Die Hackschnitzelheizung wird dafür errichtet, den Fermenter, den Nachgärer und das Gärrestlager eins im Dauerbetrieb zu heizen. Somit kann die Wärme von den BHKWs komplett für die Nahwärmenetze verwendet werden. Zusätzlich soll die Hackschnitzelheizung hochgefahren werden, wenn in den Nahwärmenetzen ein höherer Wärmebedarf vorhanden ist, als die BHKWs zu dieser Zeit produzieren. Zurzeit übernimmt dies noch ein alter Gaskessel, der ins Wärmenetz integriert ist und auf dem Gelände vom Freibad platziert ist. Dieser Gaskessel, welcher schon in die Jahre gekommen ist, wird durch die Holzhackschnitzelheizung ersetzt. Da es aber zurzeit politische Diskussionen über die Verwendung fossiler Brennstoffe gibt, hat sich die Biogasanlage zu einer Reinvestition entschieden. Hierfür soll eine Hackschnitzelheizung mit angegliederter Lagerhalle und Trocknung errichtet werden.<sup>49</sup>

Zusätzlich zu der Hackschnitzelheizung wird ein 30 cbm Pufferspeicher errichtet (siehe Tabelle 8 und Anhang 4), der die überschüssige Wärme speichert und bei Bedarf in das Wärmenetz einspeist. Die Hackschnitzelheizung könnte langfristig als eine zuverlässige Quelle für die Versorgung des Wärmenetzes dienen. Selbst in Situationen, in denen die Biogasanlage abgeschaltet werden könnte, kann die Hackschnitzelheizung weiterhin die Wärmeversorgung sicherstellen. Dadurch wird eine kontinuierliche und stabile Versorgung des Wärmenetzes gewährleistet, unabhängig von anderen potenziellen Unterbrechungen oder Abschaltungen. Die Hackschnitzelheizung fungiert somit als eine wichtige Sicherheitsmaßnahme, um eine zuverlässige Wärmeversorgung zu gewährleisten. Darüber hinaus sollen die BHKWs auf dem Anlagenstandort eine Trocknung betreiben, um zusätzlich Güter wie z.B. Körnermais zu trocknen, um dadurch zusätzliche Einnahmen zu generieren. Wenn Bedarf besteht, kann vor dem Verbrauch das Hackgut in der Trocknung getrocknet werden. Die neu errichtete Lagerhalle soll als Zwischenlager dienen, wo z.B. die Holzhackschnitzel, welche aus Feldrandhackgut und Astholz von Pflege-schnitten besteht, gelagert werden. Die gesamte Hackgutbeschaffung wird von den Gesellschaftern durchgeführt und von der Biogasanlage mit 25 €/cbm vergütet.

Gemäß den Angaben in Tabelle 8 und Anlage 4 belaufen sich die voraussichtlichen Investitionskosten der Hackschnitzelheizung auf 440.669 €.

Zur besseren Übersichtlichkeit sind in Anlage 4 detaillierte Gesamtkosten für den Bau einer Hackschnitzelheizung aufgeführt. Die in Tabelle 8 dargestellten Kosten stellen lediglich einen kleinen Ausschnitt der Gesamtkosten dar.

---

<sup>49</sup> Vgl. Walker, A. (2023).

<b>Kostenübersicht Holzhackschnitzelheizung</b>	
Gesamt Holzhackschnitzelanlage	226.632 €
Gesamt Rohrleitungen und Hydraulikbauteile	11.406 €
Gesamt Regelungstechnik	5.975 €
Gesamt Reinigungstechnik	54.894 €
Gesamt Brennstoffördereinrichtungen	19.998 €
Gesamt Montage und Inbetriebnahme	18.764 €
Abgaswärmetauscher zur Wärmerückgewinnung	50.000 €
Pufferspeicher Außenaufstellung 30 m <sup>3</sup>	35.000 €
Freistehender Schornstein zwei zügig	18.000 €
<b>Gesamtkosten Holzhackschnitzelheizung</b>	<b>440.669 €</b>

Tabelle 8: Voraussichtliche Gesamtkosten Hackschnitzelheizung<sup>50</sup>

Holzhackschnitzel sind, bezogen auf den Heizwert, in der Regel ein günstiger Holzbrennstoff. Die Tabelle 8 zeigt deutlich, dass die Investitionskosten für eine Holzhackschnitzelheizung sehr hoch sind und mit einem erheblichen baulichen und logistischen Aufwand verbunden sind. Daher ist der Einsatz einer solchen Wärmeversorgung vor allem dann sinnvoll, wenn eine größere Menge an Wärme abgenommen werden soll, wie bei der Biogasanlage. Hier soll die Holzhackschnitzelheizung für die Beheizung des Fermenters, des Nachgärers und der Gärrestlager eingesetzt werden.<sup>51</sup>

Vorteile einer Hackschnitzelheizung sind, dass diese sehr geringe Heizkosten vorweisen. Aufgrund der Möglichkeit, den Brennstoff für die Hackschnitzelheizung selbst herzustellen, sind die Kosten für die Hackschnitzel als Brennstoff gering. Hier werden Hackschnitzel aus Landschaftspflegematerial, wie z.B. Feldrandhackgut und Astholz von Pflegeschnitten, verwendet.

Leider gibt es auch Nachteile bei dem Bau einer Hackschnitzelheizung. Die Investitionskosten sind relativ hoch und auch der Platzbedarf für die Heizung und das Lager für das Hackgut sind enorm groß.<sup>52</sup> Auf der Abbildung 9 ist unten rechts zu sehen, dass dort eine Hackschnitzelheizung und die dazugehörige Lagerhalle Platz finden könnte.

Die Hackschnitzelheizung wird unabhängig von der Erweiterung des Nahwärmenetzes als Sicherungsfaktor errichtet. Der Bau der Hackschnitzelheizung steht nicht in direktem Zusammenhang mit der Erweiterung des Nahwärmenetzes. Auch ohne die Hackschnitzelheizung ist es möglich, die Erweiterung des Nahwärmenetzes durchzuführen. Die Biogasanlage erzeugt genügend Wärme, um die Gebäude durch die Erweiterung mit ausreichend Wärme zu versorgen.

<sup>50</sup> IngenieurNetzwerk eG (2023b), eigenen Darstellung

<sup>51</sup> Vgl. FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (O.A.).

<sup>52</sup> Vgl. Kloth, P. (O.A.).

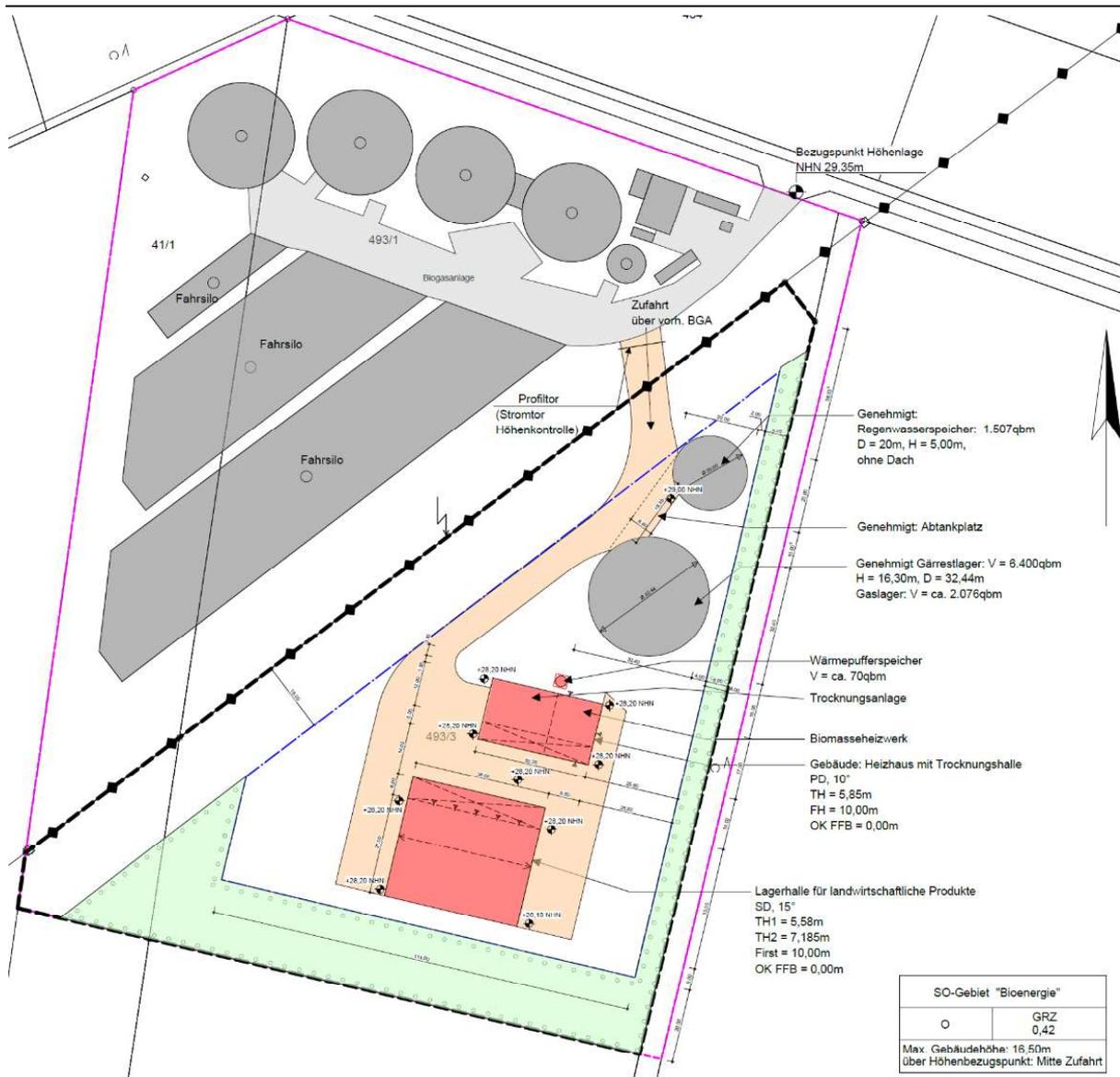


Abbildung 9: Entwurfslageplan Bau Holzhackschnitzelheizung mit dazugehöriger Lagerhalle<sup>53</sup>

Es wird diskutiert, dass ein Verbot von fossilen Brennstoffen ab 2024 in Kraft treten soll. Robert Habeck, Bundeswirtschaftsminister, fordert ein grundsätzliches Verbot für Öl- und Gasheizungen, dieses geht aus seinem Gesetzesentwurf hervor.

Ab dem Jahr 2024 ist vorgesehen, dass 65% der Wärme, die für den Gebrauch benötigt werden, aus erneuerbaren Energiequellen stammen sollen. Dies führt dazu, dass Öl- und Gasheizungen nicht mehr zulässig sein sollen. Aus diesem Grund plant die Biogasanlage, den Ölkessel, der beim Freibad installiert ist, durch eine Holzhackschnitzelheizung zu ersetzen.<sup>54</sup>

Die Hackschnitzelheizung wird unabhängig von der Erweiterung des Nahwärmenetzes als Sicherungsfaktor errichtet. Der Bau der Hackschnitzelheizung steht nicht in direktem Zusammenhang mit der Erweiterung des Nahwärmenetzes. Auch ohne die Hackschnitzelheizung ist es

<sup>53</sup> Vgl. IngenieurNetzwerk eG (2022b).

<sup>54</sup> Vgl. Walker, A. (2023).

---

möglich, die Erweiterung des Nahwärmenetzes durchzuführen. Die Biogasanlage stellt ausreichend Wärme zur Verfügung, um die neu hinzukommenden Gebäude im Zuge der Erweiterung mit Wärme zu versorgen.

## 5 Erweiterung des Nahwärmenetzes

### 5.1 Informationen zur aktuellen Gesetzeslage

Das zurzeit stark diskutierte im Entwurf befindliche Gebäudeenergiegesetz, kurz GEG, fordert, sofern es in Kraft tritt, einige energetische Anforderungen an beheizte oder klimatisierte Gebäude. Hausbesitzer müssen bei einem Bau oder einer Modernisierung auf die zu erwartenden Voraussetzungen Rücksicht nehmen. Das Gebäudeenergiegesetz hat Gesetze wie die Energieeinsparverordnung, kurz EnEV, das Energieeinsparungsgesetz, EnEG und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, kurz EEWärmeG, abgelöst und die Inhalte der Gesetze und Vorschriften in dem neuen Gesetz verbunden. Das GEG ist erstmals am 01. November 2020 für alle Gebäude, die beheizt oder klimatisiert werden, in Kraft getreten. Die Vorgaben des GEG beziehen sich hauptsächlich auf die Heiztechnik und den Wärmedämmstand der Gebäude. Seit 2023 gilt eine Novellierung des GEG, diese besagt, dass ein Neubau nur noch höchstes 55 % aus Primärenergie, wie z.B. Kohle, Erdgas oder Erdöl, verwenden darf. Die 55 % werden anhand eines Referenzwertes ermittelt, welcher für jedes Haus individuell berechnet wird.<sup>55</sup> Zurzeit wird eine neue Novellierung des GEG diskutiert und aus dem Entwurf ist zu entnehmen, dass grundsätzlich ab dem 01. Januar 2024 jede neu eingebaute Heizung sowohl im Neubau als auch in Bestandsbauten mindestens 65 % Energie aus erneuerbarer Energie nutzen muss. Die Heizungen, die zu dem Zeitpunkt verbaut sind, sind nicht von dieser Regelung betroffen und auch Reparaturen können an den Heizungen weiter vorgenommen werden. Dennoch gibt es ein voraussichtliches Enddatum, den 31. Dezember 2044, für die Nutzung fossiler Brennstoffe in Heizungen. Der Hauseigentümer muss nicht eine Technologie verwenden, sondern ist im Hinblick auf die Technologie offen, welche Heizung eingebaut wird, solange diese den Erneuerbaren-Anteil von mindestens 65 % einhält. Der Eigentümer muss entweder rechnerisch nachweisen, ob die mindestens 65 % Erneuerbaren-Anteil einhält, oder zwischen verschiedenen gesetzlichen vorgesehenen pauschalen Erfüllungsoptionen frei wählen. Bei den Erfüllungsoptionen gibt es eine Handvoll Möglichkeiten zwischen denen zu wählen ist, z.B. Anschluss an ein Wärmenetz, Hybridheizung (Kombination aus Erneuerbaren-Heizungen und Gas- oder Ölkessel), Wärmepumpe, Stromdirektheizung oder einer Heizung auf der Basis von Solarthermie. Für die Umsetzung der geforderten mindestens 65 % Erneuerbaren-Energien gibt es ausreichende Übergangsfristen und auch Ausnahmen. Wenn eine Heizung defekt ist und nicht mehr zu reparieren ist, so greift eine Übergangsfrist von drei Jahren. Innerhalb dieser Frist muss eine alternative Lösung gefunden werden, um die Wärmeversorgung sicherzustellen. Es kann aber auch

---

<sup>55</sup> Vgl. Verbraucherzentrale.de (2023a).

vorübergehend eine z.B. gebrauchte fossil betriebene Heizung eingebaut werden, wenn ein Anschluss an ein Wärmenetz absehbar ist. Für diesen Fall gelten Übergangsfristen von 10 Jahren. Für die Investition in eine neue Heizung wird es laut dem Entwurf finanzielle Unterstützung geben in Form von Zuschüssen, Krediten oder den zurzeit auch schon vorhandenen Möglichkeiten für Steuergutschriften. Es soll aber auch ein Förderkonzept erneuerbares Heizen angepasst auf das GEG geben.<sup>56</sup>

## 5.2 Potenzielle Wärmeabgabe und Wärmebedarf der Umgebung

Durch den zurzeit stark diskutierten Entwurf des GEG wird es vermutlich einen enormen Zuwachs für das Interesse an einem Anschluss an ein Nahwärmenetz geben. Aus diesem Grund möchte die Biogasanlage die vorhandenen Wärmenetze erweitern und vielen die Möglichkeit geben, sich an ein Wärmenetz anschließen zu können.<sup>57</sup>

Neben der Einspeisung von Strom können Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, kurz KWK-Anlagen, gleichzeitig Erlöse durch den Verkauf von Wärme generieren. Sowohl wirtschaftlich, als auch ökologisch ist es von Vorteil, das Anlagenkonzept so anzupassen, dass die Restwärme optimal verwendet wird. Hierbei ist das Standortpotenzial ein enormer Faktor.<sup>58</sup> Die Erweiterung vom Wärmenetz geht vom Satelliten-Standort aus, der sich in einem Wohngebiet befindet (siehe Abbildung 7).

Wie im Kapitel 4.2 bereits erwähnt, wird das Heizen von dem Fermenter, dem Nachgärer und dem Gärrestlager eins ausschließlich von der neu errichteten Hackschnitzelheizung übernommen, weshalb die Wärme von den BHKWs an der Biogasanlage und am Satelliten-Standort komplett für die Nahwärmenetze verwendet werden kann. Zurzeit wird eine durchschnittliche Wärmemenge von 3.566.076,03 kWh im Jahr an die angeschlossenen Haushalte verkauft (siehe Tabelle 9). Für die Berechnung der durchschnittlichen Wärmemenge wurden die Jahre 2019, 2021 und 2022 betrachtet, weil durch den Coronavirus SARS-CoV-2 teilweise im Jahr 2020 und 2021 Lockdown bedingte Schließungen von Fitnessstudios und Schwimmbädern, Online-Unterricht in Schulen und Homeoffice in Betrieben auferlegt wurde<sup>59</sup>, wurde im Jahr 2021 nicht die normale Wärmemenge abgenommen, wie im Jahr 2019 und 2022. Das Jahr 2020 wird in dieser Betrachtung nicht einbezogen, da es aufgrund der längeren Schließungen von Fitnessstudios, Schwimmbädern, dem Online-Unterricht in Schulen und der vermehrten Homeoffice-

---

<sup>56</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023).

<sup>57</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023).

<sup>58</sup> Vgl. Grösch, N. et al. (2020) S. 58ff.

<sup>59</sup> Vgl. O.V. (2023).

Maßnahmen aufgrund des Coronavirus SARS-CoV-2 eine außergewöhnliche Situation darstellte. Durch die Stromproduktion fällt eine Wärmemenge von ca. 9.039.526 kWh im Jahr an (siehe Tabelle 9). Die beiden vorhandenen Wärmenetze haben zusammen eine Länge von 2200 m. Durch Informationen von dem zuständigen Planungsbüro sind mit Rohrleitungsverlusten von 190 kWh/m zu rechnen. Gemäß Tabelle 9 ist anzunehmen, dass bei den vorhandenen Nahwärmenetzen ein Wärmeverlust von 418.000 kWh pro Jahr auftritt. Daher steht eine Gesamtwärmemenge von 8.621.526 kWh pro Jahr zur Einspeisung in das aktuelle Wärmenetz zur Verfügung.

<b>Wärmemengen 2019, 2021 und 2022</b>		
Wärmemengen 2019	kWh/a	3.675.720,00
Wärmemengen 2021	kWh/a	3.200.026,00
Wärmemengen 2022	kWh/a	3.822.482,08
Durchschnittliche Wärmemenge	kWh/a	3.566.076,03
Produzierte Gesamtwärmemenge pro Jahr ca.	kWh/a	9.039.526,00
Wärmeverluste 190 kWh/m (Wärmenetzlänge 2200m)	kWh/a	418.000,00
Produzierte Gesamtwärmemenge abzüglich Wärmeverluste	kWh/a	8.621.526,00

Tabelle 9: Wärmemengen 2019, 2021 und 2022<sup>60</sup>

Um noch weitere zusätzliche Einnahmen durch den Verkauf von der anfallenden Wärme zu generieren, soll das Nahwärmenetz der BHKWs vom Anlagenstandort und vom Satellitenstandort erweitert werden. Die vorhandenen Wärmenetze von einer Länge von ca. 2.200 m von dem Anlagenstandort und dem Satellitenstandort sollen insgesamt um ca. 450 m erweitert werden. Durch die vorgenommene Erweiterung können neben den derzeit 53 angeschlossenen Gebäuden weitere 24 Hausanschlüsse installiert werden. Dadurch erhöht sich die Gesamtzahl der angeschlossenen Gebäude auf insgesamt 77. Für die Berechnung der verfügbaren Wärme wird die durchschnittliche Wärmemenge von 3.566.073,03 kWh/a verwendet. Durch die Erweiterung des Wärmenetzes um 450 m müssen weitere Rohrleitungsverluste von 85.500 kWh im Jahr in die Berechnung aufgenommen werden (siehe Tabelle 10). Nach Berücksichtigung der durchschnittlichen Wärmemenge und der Wärmeverluste von 190 kWh/m verbleibt eine jährliche Wärmemenge von 4.969.949,97 kWh, die potenziellen neuen Wärmeabnehmern zur Verfügung steht.

<sup>60</sup> Eigene Darstellung mit Daten aus der Buchhaltung und aus den Wärmeabrechnungen

<b>Überschüssige Wärme</b>		
Durchschnittliche Wärmemenge	kWh/a	3.566.076,03
Wärmeverluste 190 kWh/m (Wärmenetzlänge 450 m)	kWh/a	85.500,00
Produzierte Gesamtwärmemenge abzüglich Wärmeverluste	kWh/a	8.536.026,00
<b>Überschüssige Wärme</b>	<b>kWh/a</b>	<b>4.969.949,97</b>

Tabelle 10: Überschüssige Wärme<sup>61</sup>

Für die neue Wärmeleitung für die zusätzlichen 24 Hausanschlüsse wird von 480.000 kWh zusätzlichem Wärmeverkauf im Jahr ausgegangen (siehe Tabelle 11). Wie aus Tabelle 10 ersichtlich ist, wird für die Erweiterung eine zusätzliche Leitung von 450 m verlegt werden müssen. Mit der Verlegung von zusätzlichen 450 m Leitung ergibt sich eine Gesamtwärmeleitung von etwa 2.650 m. Nach Anschluss der 24 Hausanschlüsse besteht immer noch eine Restwärmemenge von 4.489.949,97 kWh im Jahr, die ungenutzt bleibt (siehe Tabelle 11).

<b>Neue überschüssige Wärmemenge</b>		
24 neue Hausanschlüsse á 20.000	kWh/a	480.000,00
Überschüssige Wärme	kWh/a	4.969.949,97
<b>Überschüssige Wärme nach Neuanschlüssen</b>	<b>kWh/a</b>	<b>4.489.949,97</b>

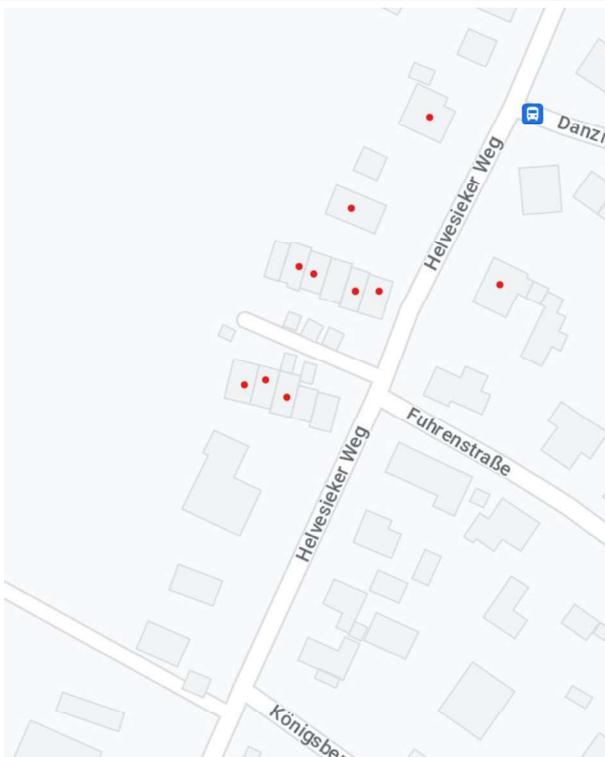
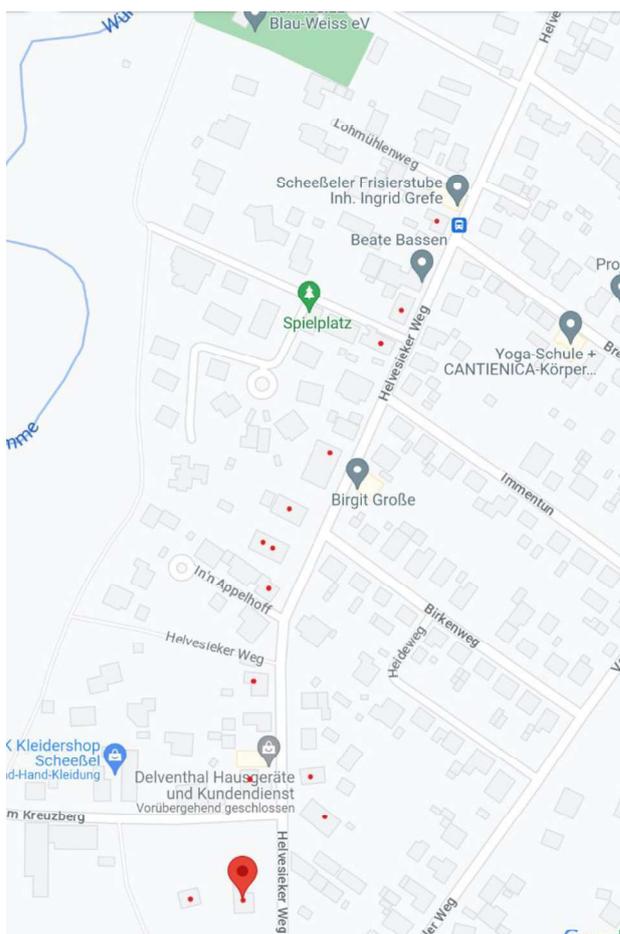
Tabelle 11: Neue überschüssige Wärme<sup>62</sup>

Um einen besseren Überblick über die 24 neuen Hausanschlüsse zu bekommen, folgen in Abbildung 10 und Abbildung 11 Auszüge aus Google Maps. Alle Häuser, die mit einem roten Punkt markiert worden sind, möchten gerne an das Nahwärmenetz der Biogasanlage im Zuge der Erweiterung im Helvesieker Weg angeschlossen werden.

---

<sup>61</sup> Eigene Darstellung

<sup>62</sup> Eigene Darstellung

Abbildung 10: Auszug aus Google Maps<sup>63</sup>Abbildung 11: Auszug aus Google Maps<sup>64</sup>

<sup>63</sup> Vgl. Google Maps (O.A.)a.

<sup>64</sup> Vgl. Google Maps (O.A.)a.

Im Bereich des Helvesieker Wegs gibt es viele ältere Häuser, deren Besitzer ebenfalls Interesse an einem Anschluss an die Nahwärmeversorgung haben. Bei älteren Häusern gestaltet sich jedoch der Einbau einer Wärmepumpe schwierig, weil die Wärme bei der Nutzung einer Wärmepumpe idealerweise über eine Flächenheizung verteilt wird, die vorzugsweise in Form einer Fußbodenheizung realisiert wird. Außerdem sollten die Häuser einen guten Wärmeschutz haben, wie z.B. Dämmung und moderne Fenster, um die Wärme nicht ungenutzt verloren gehen zu lassen. Die Sanierungsarbeiten könnten natürlich nachgeholt werden, bringen aber hohe Kosten mit sich.<sup>65</sup> Außerdem liegt die Lieferzeit von Wärmepumpen zum aktuellen Zeitpunkt, Anbieter abhängig, zwischen vier bis zwölf Monaten.<sup>66</sup>

Perspektivisch sollen noch weitere Haushalte erschlossen werden, weil die Biogasanlage nach dem Anschluss der 24 Häuser noch ca. 4.489.949,97 kWh-Wärme zur Verfügung haben wird (siehe Tabelle 11). An der Anlage ist bereits ein Wärmepufferspeicher mit 60 m<sup>3</sup> installiert, am Satelliten ist ein weiterer mit 100 m<sup>3</sup> geplant, um mit der Stromproduktion trotz hoher Wärmeausnutzung flexibel sein zu können.

### 5.3 Planung und Kosten der Erweiterung des Nahwärmenetzes

Die Investitionskosten für die Erweiterung im Helvesieker Weg setzten sich aus vier Komponenten zusammen. Die vier Komponenten sind der Rohrbau, der Tiefbau, die Übergabestationen und die Umschlussarbeiten. Der Rohrbau umfasst sowohl das Verlegen der Leitungen als auch die Bereitstellung des erforderlichen Materials für die Leitungen. Darüber hinaus werden auch die entsprechenden Arbeitskräfte für die Durchführung der Rohrbauarbeiten eingesetzt. Beim Tiefbau inbegriffen sind die Arbeiten, die gemacht werden müssen, bevor die Wärmeleitungen verlegt werden können und auch die Arbeiten, wenn die Wärmeleitungen verlegt sind, damit alles wieder in den Ursprungszustand gebracht wird. Bei der dritten Komponente handelt es sich um die Übergabestationen, die in den Gebäuden installiert werden. Bei den Übergabestationen wird das heiße Wasser unter entsprechendem Druck zu den Nahwärmestationen transportiert. An den Nahwärmestationen wird das einfließende Wasser von einem Wärmetauscher aufgenommen, der die Wärme für das Aufheizen von Heizwasser oder Trinkwasser verwendet. Der Wärmetauscher ermöglicht somit die effiziente Nutzung der Wärmeenergie, um die gewünschten Anwendungen wie Raumheizung oder Warmwasserbereitung zu versorgen. Um den genauen Energieverbrauch zu ermitteln, werden die Durchflussmenge und die Temperatur des Wassers gemessen und erfasst. Diese Daten dienen zur Berechnung der tatsächlich verbrauchten Energie und ermöglichen eine präzise Erfassung der Wärmeenergie, die von den einzelnen

---

<sup>65</sup> Vgl. Verbraucherzentrale.de (2023b).

<sup>66</sup> Vgl. Gröschel, G. (2023).

Verbrauchern abgenommen wird. Die Messung und Aufzeichnung dieser Parameter sind entscheidend, um eine genaue Verbrauchsabrechnung und eine effiziente Überwachung des Wärmesystems zu gewährleisten.<sup>67</sup>

Die letzten Komponenten für die Erweiterung sind die Umschlussarbeiten. Diese umfassen Arbeiten, die zwischen der Übergabestation und der Heizverteilung beim Endverbraucher durchgeführt werden müssen. Diese Arbeiten finden im Haus des Endverbrauchers statt und werden von der Biogasanlage beauftragt und finanziert. Die Kosten für die Umschlussarbeiten werden vollständig von der Biogasanlage übernommen.

Für die Erweiterung des Wärmenetzes für 24 neue Hausanschlüsse sind Gesamtkosten in Höhe von 443.750 € angesetzt (siehe Tabelle 12). Der Rohrbau liegt bei 124.960 €, der Tiefbau liegt bei 159.040 €, die Übergabestationen liegen bei 78.750 € und die Umschlussarbeiten liegen bei 81.000 € (siehe Tabelle 12).

<b>Erweiterung Helvesieker Weg</b>	
Rohrbau	124.960 €
Tiefbau	159.040 €
Übergabestationen	78.750 €
Umschlussarbeiten	81.000 €
<b>Summe Erweiterung Helvesieker Weg</b>	<b>443.750 €</b>

Tabelle 12: Kosten Erweiterung<sup>68</sup>

Die Gesamtkosten belaufen sich wie in Tabelle 12 aufgezeigt auf 443.750 €. Um die Kosten je Hausanschluss zu ermitteln wurde folgende Formel verwendet.

$$\text{Kosten pro Hausanschluss} = \frac{\text{Gesamtkosten Helvesieker Weg}}{\text{Anzahl der neuen Hausanschlüsse}}$$

Formel 2: Kosten pro Hausanschluss

Die Kosten je Hausanschluss belaufen sich auf 18.490 € wie auch aus der Tabelle 13 entnommen werden kann.

<b>Kosten pro Hausanschluss</b>	
Gesamtkosten Helvesieker Weg	443.750 €
<b>Kosten pro Hausanschluss (24 Anschlüsse)</b>	<b>18.490 €</b>

Tabelle 13: Kosten pro Hausanschluss<sup>69</sup>

Durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude, kurz BEG, werden Förderprogramme zur Unterstützung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich angeboten.

<sup>67</sup> Vgl. MVV Energie AG (O.A.).

<sup>68</sup> Eigene Darstellung, in Anlehnung an die Aussagen vom Ingenieurbüro

<sup>69</sup> Eigene Darstellung

Diese Programme umfassen Maßnahmen, wie den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen sowie Verbesserungen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik.

In den Berechnungen wird eine Förderung von 40 % angenommen, weil Wärmeerzeuger diese Art der finanziellen Unterstützung in Anspruch nehmen können.<sup>70</sup>

Zusätzlich zu dem BEG gibt es noch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, kurz KWKG. Dies ist die Grundlage der Förderung von KWK-Anlagen, wie auch die Biogasanlage eine ist. Das KWKG regelt eine umlagefinanzierte Förderung für die gemeinsame und besonders effiziente Erzeugung von Strom und Wärme. Betreiber von KWK-Anlagen erhalten zeitlich befristete Zuschlagszahlungen. Damit möchte das KWKG-Anreize für große Investitionen in CO<sub>2</sub>-arme KWK-Anlagen stecken um auch den Anteil der Stromerzeugung aus KWK-Anlagen zu erhöhen.<sup>71</sup>

<b>Kosten nach Abzug der Förderung</b>	
Gesamtkosten Helvesieker Weg	443.750 €
Förderung ca. 40%	177.500 €
Gesamtkosten Helvesieker Weg abzüglich Förderung	266.250 €

Tabelle 14: Kosten nach Abzug der Förderung<sup>72</sup>

Es ist für die Erweiterung des Nahwärmenetzes mit einer Gesamtinvestition von 443.750 € zu rechnen (siehe Tabelle 12 und Tabelle 13). Von den Gesamtkosten können ca. 40 % abgezogen werden, weil diese Kosten voraussichtlich durch eine Förderung des Bundesförderprogramms für effiziente Gebäude (BEG) gedeckt werden. Theoretisch ist nach Abzug der Förderung eine Investitionssumme von 266.250 € für die Erweiterung des Nahwärmenetzes im Helvesieker Weg vorhanden. Im weiteren Verlauf wird mit einer Investitionssumme nach Abzug der Förderung von 266.250 € gerechnet. Die Fördersumme wird mit einer Zwischenfinanzierung überbrückt, weil die Auszahlung der Förderung ein bis eineinhalb Jahre verzögert erfolgt. Die Zwischenfinanzierung dient der Liquiditätsüberbrückung.

Wie im Kapitel 4.2 erläutert, dient die Hackschnitzelheizung als Reinvestition und ersetzt den vorhandenen Gaskessel am Freibad. Dadurch entfallen die Kosten für den Gasverbrauch, weil die Hackschnitzelheizung zukünftig genutzt wird. Es ist geplant, die Nahwärmenetze weiter auszubauen. Sobald die gesamte Wärme aus den BHKWs der Biogasanlage ins Netz eingespeist und verbraucht wird, kann die Hackschnitzelheizung für zukünftige Erweiterungen und deren

<sup>70</sup> Vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (O.A.).

<sup>71</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (O.A.).

<sup>72</sup> Eigene Darstellung

---

Wärmeverbrauch verwendet werden. Aus diesem Grund werden bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit für die in dieser Arbeit betrachtete Erweiterung des Nahwärmenetzes keine Investitionskosten berücksichtigt.

## 6 Wirtschaftliche Betrachtung der Nahwärmenetzerweiterung

### 6.1 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Um die Wirtschaftlichkeit eines bestimmten Konzeptes, Vorhaben oder Produkts zu bewerten, kann das Verfahren der Wirtschaftlichkeitsanalyse helfen. Mit verschiedenen Möglichkeiten kann ein Unternehmen die Investition betrachten. Zu diesen zählen die statischen und dynamischen Investitionsrechenverfahren, wie zum Beispiel die Amortisationsrechnung oder die Kostenvergleichsrechnung. Um die Wirtschaftlichkeitsanalyse erfolgreich durchzuführen, sollte das Unternehmen speziell auf das Vorhaben angepasste Bewertungskriterien bestimmen. Wirtschaftlichkeitsanalysen sind relevant, um Fehlinvestitionen zu verhindern. Die Fehlinvestitionen können für ein Unternehmen sehr kostenintensiv und sogar existenzbedrohend sein. Die Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigt Chancen und Risiken einer möglichen Investition auf und bietet die Basis für fundierte Investitionsentscheidungen. Mit der Vorgehensweise hat ein Unternehmen eine gut fundierte Datenbasis, auf die es seine Geschäftsentscheidungen aufbauen kann.

Bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse wird währenddessen das Kosten-Nutzen-Verhältnis der Investition aufgezeigt. Hier wird je nach Betrachtungszeitraum die komplette Lebensdauer der Anschaffung betrachtet oder nur ein beliebiger Zeitraum.

In der betrieblichen Praxis kommen bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse verschiedene Verfahrensweisen zur Anwendung. Bei den Verfahren wird zwischen statischen und dynamischen Verfahren unterschieden.<sup>73</sup>

Die Wirtschaftlichkeit kann durch den Vergleich von Umsatzerlösen und den eingesetzten Kosten errechnet werden.

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Ertrag(Leistung)}}{\text{Aufwand(Kosten)}}$$

Formel 3: Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Kosten-Nutzen-Analyse

Ist das Ergebnis größer als eins, ist der Aufwand niedriger als der Ertrag und somit ist die Investition oder der Dienstleistungsbereich wirtschaftlich. Wenn das Ergebnis gleich eins ist, arbeitet das Unternehmen kostendeckend und sollte über Veränderungen in den Arbeitsschritten nachdenken, damit der Produktionszweig wirtschaftlich wird. Ist das Ergebnis kleiner als eins, arbeitet das Unternehmen unwirtschaftlich und fährt mit dem jeweiligen Produktionszweig Verluste ein und es sollte über das Abschaffen oder über radikale Veränderungen des Produktionszweiges nachgedacht werden.

---

<sup>73</sup> Vgl. Wolter, D. (2021).

Mit Hilfe der Kennzahlen kann abgeschätzt werden, wie effizient oder ineffizient eine Abteilung, Dienstleistung oder das Unternehmen im Ganzen arbeitet.<sup>74</sup>

Zu der Wirtschaftlichkeitsanalyse zählen unter anderem noch die Investitionsrechenverfahren. Diese werden in statische und dynamische Verfahren unterteilt. Zu den statischen Investitionsrechenverfahren zählen die Kostenvergleichsrechnung, die Gewinnvergleichsrechnung, die Rentabilitätsvergleichsrechnung und die statische Amortisationsrechnung. Den dynamischen Verfahren werden unter anderem die Kapitalwertmethode, die Annuitätenmethode, die interne Zinsfußmethode und die dynamische Amortisationsrechnung zugeordnet.<sup>75</sup>

## 6.2 Kostenvergleichsrechnung

Die Kostenvergleichsrechnung ist das einfachste Verfahren der statische Investitionsrechnung. Bei der Kostenvergleichsrechnung werden alle Kosten beachtet, die durch eine geplante Investition entstehen können. Die Erlöse bleiben in diesem Verfahren erst einmal unberücksichtigt, weil in diesem Verfahren unterstellt wird, dass bei gleicher Leistung auch die gleichen Erlöse eingefahren werden. Eignung findet die Kostenvergleichsrechnung für alle geplanten Investitionsprojekte, bei denen sich die Projekte im Ertrag nicht unterscheiden, weil z.B. die Umsatzerlöse oder der Nutzen nicht errechenbar sind, die Umsatzerlöse gleich hoch sind oder der Nutzen schon vorgegeben ist. Eingesetzt werden kann die Kostenvergleichsrechnung bei eine Auswahlproblem oder bei einem Ersatzproblem. Beim Auswahlproblem werden mehrere Investitionsalternativen miteinander vergleichen und für die Investition mit den geringsten Kosten wird sich entschieden. Bei dem Ersatzproblem wird betrachtet, wann ein z.B. älteres BHKW durch ein neues BHKW ersetzt werden sollte.

Die Kostenvergleichsrechnung erlaubt aber keine Aussage darüber, ob die Investition die getätigt wurde generell vorteilhaft für den Betrieb sein kann, weil die Erlöse in diesem Verfahren nicht berücksichtigt werden. Vorteile der Kostenvergleichsrechnung liegen zum einen daran, dass dieses Verfahren rechnerisch eine relativ leichte Anwendung hat, zum anderen lassen sich die Informationen, die zur Berechnung benötigt werden, leicht aus dem Rechnungswesen eines Unternehmens herausfiltern. Die Kostenvergleichsrechnung wird in der Praxis für einen ersten groben Überblick für die Investition verwendet, soweit vergleichbare Investitionsprojekte vorhanden sind. Zu den Nachteilen der Kostenvergleichsrechnung zählt, dass dieses Verfahren hauptsächlich eine kurzfristige Betrachtung von Investitionen ermöglicht. Oftmals werden nur die erwarteten Kosten berücksichtigt und nicht die tatsächlichen Kosten, die im Verlauf der Investition anfallen können. Dadurch kann es zu Abweichungen zwischen den prognostizierten

---

<sup>74</sup> Vgl. Glück, O. (O.A).

<sup>75</sup> Vgl. Bieg, H. und Kußmaul, H. (2009).

und den tatsächlichen Kosten kommen, was zu ungenauen Ergebnissen führen kann. Erlöse bleiben in der Kostenvergleichsrechnung völlig unbeachtet, sodass über die Rentabilität des Kapitals keine Aussage getroffen werden kann.<sup>76</sup>

### 6.3 Gewinnvergleichsrechnung

Die Gewinnvergleichsrechnung ist eine Erweiterung der Kostenvergleichsrechnung. Bei der Gewinnvergleichsrechnung werden die Erlöse von einer Investition mit in die Berechnungen einbezogen. Mit der Gewinnvergleichsrechnung wird die Aussagekraft über die Investitionsrechnung erhöht, denn diese berücksichtigt die quantitativen und qualitativen Unterschiede.

Die quantitativen Unterschiede spiegeln sich in der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit der verschiedenen Investitionsobjekte hinsichtlich der tatsächlichen Produktionsmenge wieder. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die produzierte Menge der Erzeugnisse zu unveränderten Preisen auf dem Absatzmarkt abgesetzt werden kann. Im Gegensatz dazu äußern sich qualitative Unterschiede in unterschiedlich hohen Preisen. Vorteile der Gewinnvergleichsrechnung sind, dass die Erlöse in diesem Verfahren berücksichtigt werden. Damit wird die Aussagekraft dieses Verfahrens erheblich verbessert, im Gegensatz zu der Kostenvergleichsrechnung. Hier können Investitionsobjekte mit einer unterschiedlichen Leistung viel besser miteinander verglichen werden. Es sollte aber drauf geachtet werden, dass der Kapitaleinsatz und auch die Nutzungsdauer der beiden Investitionsobjekte gleich hoch sind. Nachteile der Gewinnvergleichsrechnung ist, dass nur eine kurzfristige Betrachtung in einer repräsentativen Durchschnittsperiode, in der Regel das erste Jahr analysiert wird und die Folgeperioden außer Betracht gelassen werden, obwohl die Kosten und die Erlöse sich über einen bestimmten Zeitablauf verändern können. Schwierig ist es, die Erträge, die von einem Produkt erwirtschaftet werden nur einem Investitionsobjekt zuzuordnen, weil das Produkt oft über mehrere verschiedene Maschinen läuft, bevor es verkauft werden kann.<sup>77</sup>

### 6.4 Rentabilitätsrechnung

Die Rentabilitätsrechnung ist anders, als die Kosten- und Gewinnvergleichsrechnung. Die Rentabilitätsrechnung berücksichtigt, dass Investitionsobjekte unterschiedlich viel Kapital binden. Bei der Rentabilitätsrechnung steht nicht die absolute Höhe der durchschnittlichen Periodengewinne im Vordergrund, es soll stattdessen eine möglichst hohe Verzinsung mit dem eingesetzten Kapital erzielt werden. In diesem Verfahren wird der zu erzielende Gewinn ins Verhältnis zu dem investierten Kapital gesetzt, also in Relation zum Einsatz bewertet. Dieses Verfahren

---

<sup>76</sup> Vgl. Wöltje, J. (2016).

<sup>77</sup> Vgl. Wöltje, J. (2016).

betrachtet außerdem, dass das Kapital nicht unbeschränkt zur Verfügung steht. Bei der Rentabilitätsrechnung wird eine Verzinsung des eingesetzten Kapitals von einer Investition ermittelt und wird dann bei der Verwendung von Eigenkapital mit der Verzinsung dort verglichen. Wenn natürlich für eine Investition Fremdkapital aufgenommen werden muss, wird natürlich mit dem zu zahlenden Fremdkapitalzinssatz verglichen. Wenn aber Fremd- und Eigenkapital verwendet wird, muss ein Mischzinssatz ermittelt werden, damit ein Vergleich möglich ist. Ist die Verzinsung größer oder gleich dem Vergleichszinssatz, so ist eine Investition vorteilhaft. Liegen aber dennoch mehrere Alternativen vor, so ist die Alternative mit der höchsten Rentabilität zu wählen.<sup>78</sup> Um die Rentabilität zu errechnen kann zwischen der Netto-Rentabilität, siehe Formel 4, und der Brutto-Rentabilität, siehe Formel 5, entschieden werden. Bei der Netto-Rentabilität wird der Gewinn nach Zinsen eingesetzt und bei der Brutto-Rentabilität wird der Gewinn vor Zinsen in die Formel eingesetzt.

$$\text{Netto – Rentabilität} = \frac{\text{durchschnittlicher Gewinn}}{\text{durchschnittlich gebundenes Kapital}} * 100$$

Formel 4: Netto-Rentabilität

$$\text{Brutto – Rentabilität} = \frac{\text{durchschnittlicher Periodengewinn} + \text{kalk. Zinsen}}{\text{durchschnittlich gebundenes Kapital}} * 100$$

Formel 5: Brutto-Rentabilität

Um die durchschnittliche jährliche Verzinsung des eingesetzten Kapitals zu errechnen, wird folgende Formel dafür verwendet.

$$RE = \frac{G}{D} * 100 = \frac{E - K}{D} * 100$$

Formel 6: Durchschnittliche jährliche Verzinsung

RE = Rentabilität

G = Durchschnittsgewinn (EUR/Periode) vor Zinsen

E = Erlöse (EUR/Periode)

K = Kosten (EUR/Periode)

D = durchschnittlich gebundenes Kapital (durchschnittlicher Kapitaleinsatz)

Um das durchschnittlich gebundene Kapital für nicht abnutzbares Anlagevermögen zu ermitteln, wird die Formel 7 dafür verwendet.

<sup>78</sup> Vgl. Ermschel, U. et al. (2016).

$$\text{Durchschnittlich gebundenes Kapital (D)} = \frac{\text{Anschaffungskosten}}{2}$$

Formel 7: Durchschnittlich gebundenes Kapital für nicht abnutzbares Anlagevermögen

Bei abnutzbarem Anlagevermögen wird mit dem Liquidationserlös gerechnet, wie in Formel 8 zu erkennen.

$$\begin{aligned} \text{Durchschnittlich gebundenes Kapital (D)} \\ = \frac{\text{Anschaffungskosten} + \text{Liquidationserlös}}{2} \end{aligned}$$

Formel 8: Durchschnittlich gebundenes Kapital für abnutzbares Anlagevermögen

Mit der Rentabilitätsrechnung können sowohl Entscheidungen zu einer Einzelinvestition als auch zu einer Auswahlentscheidung getroffen werden, im Hinblick auf alternative Erweiterungsinvestitionen oder Diversifikationsinvestitionen. Bei einem Vergleich müssen aber die verwendeten Daten gleich oder ähnlich sein, sonst ist kein direkter Vergleich möglich. Das betrifft die Anschaffungskosten und die Nutzungsdauer der Investitionsobjekte.

Wesentliche Vorteile der Rentabilitätsvergleichsrechnung gegenüber der Kosten- und Gewinnvergleichsrechnung sind, dass eine absolute Vorteilhaftigkeit einer Investition berechnet wird. In diesem Verfahren wird es ermöglicht, denn Gewinn im Verhältnis zu dem eingesetzten Kapital zu beurteilen. Nachteile bringt die Rentabilitätsvergleichsrechnung auch mit sich mit, diese sind, dass das Verfahren voraussetzt, dass man den Gewinn zu dem genau betrachteten Investitionsobjekt zuordnen kann.<sup>79</sup>

## 6.5 Statische Amortisationsrechnung

Bei der statischen Amortisationsrechnung wird der Zeitraum ermittelt, in dem das investierte Kapital über die Rückflüsse wieder in das Unternehmen zurückgeflossen ist. Damit die Gewinnermittlung auch korrekt ist, muss zu dem Gewinn noch die Abschreibung addiert werden. Im Gegensatz zu anderen statischen Verfahren legt die Amortisationsrechnung in der Regel keinen Fokus auf Erlöse und Kosten, sondern konzentriert sich auf Ein- und Auszahlungen. Um die tatsächliche Amortisationszeit zu ermitteln, gibt es zwei Methoden. Die Durchschnittsmethode, hier sind aber konstante Rückflüsse Voraussetzung oder die Kumulationsrechnung, hier sind die Rückflüsse schwankend.

Bei der Durchschnittsrechnung wird das ursprünglich eingesetzte Kapital durch die durchschnittlichen Rückflüsse, in diesem Fall durchschnittlicher Gewinn und Abschreibung dividiert. Um dies zu berechnen wird Formel 9 verwendet.

<sup>79</sup> Vgl. Wöltje, J. (2016).

$$\begin{aligned} & \textit{Amortisationszeit} (t_w) \\ &= \frac{\textit{ursprünglicher Kapitaleinsatz} (l_o)}{\textit{durchschnittliche Rückflüsse (Gewinn + Abschreibung)}} \textit{pro Jahr} \end{aligned}$$

Formel 9: Bestimmung Amortisationszeit bei der Durchschnittsmethode

$t_w$  = Amortisationszeit in Jahren

$l_o$  = Kapitaleinsatz (Anschaffungswert)

Die Kumulationsrechnung ist eine Methode, die sich über mehrere Perioden erstreckt. Ein Vorteil hat die Kumulationsrechnung gegenüber der Durchschnittsrechnung, denn bei der Kumulationsrechnung werden die durchschnittlichen jährlichen Rückflüsse nicht durch einen einzigen Betrag ausgewiesen, sondern die Rückflüsse werden für die einzelnen Jahre geschätzt und dann getrennt erfasst. Damit dies getrennt erfasst werden kann, wird eine Erlös- und Kostenplanung durchgeführt. Bei dieser Methode werden die jährlichen Rückflüsse während der Nutzungsdauer kumuliert, bis der Kapitaleinsatz erreicht ist. Die Kumulationsrechnung wird mit der Formel 10 durchgeführt.

$$\textit{Amortisationszeit} (t_w) = n + \frac{l_o - \Sigma ZS_i}{ZS}$$

Formel 10: Bestimmung Amortisationszeit bei der Kumulationsrechnung

$t_w$  = Amortisationszeit in Jahren

$l_o$  = Kapitaleinsatz (Anschaffungswert)

$n$  = Anzahl der Jahre bis ein Jahr vor Amortisationsdauer

$\Sigma ZS_i$  = Summe der kumulierten Rückflüsse bis ein Jahr vor Amortisationsdauer

$ZS$  = Zahlungssaldo im Amortisationsjahr

Als Ergänzung zur Rentabilitätsrechnung bietet die statische Amortisationsrechnung wertvolle Hinweise für die Risikoabschätzung von Investitionsvorhaben. Je weiter die Zahlungszeitpunkte in der Zukunft liegen, desto risikobehafteter ist die Investition. Je kürzer die Amortisationszeit ist, desto früher wird der Kapitaleinsatz wieder gewonnen, das heißt, dass die mit größerem Risiko behafteten Zahlungen zu späteren Zeitpunkten nicht mehr zur Amortisation benötigt werden. Bei einer unterschiedlichen Nutzungsdauer von den Investitionsobjekten ist es nicht sinnvoll, die Entscheidung über eine Investition nur über die Amortisationsrechnung zu treffen, denn die jährliche Abschreibung hängt im Wesentlichen immer von der Nutzungsdauer ab und beeinflusst somit die Amortisationsdauer. Natürlich bringt das Verfahren auch Nachteile mit sich. Die Amortisationsrechnung ist keine wirtschaftliche Betrachtung, denn es wird nur die Kapitalbindungsdauer betrachtet. Die Nutzungsdauer kann von verschiedenen Investitionen

unterschiedlich sein, aber die Amortisationsrechnung zieht immer kurzfristige Investition vor den langfristigen vor. Dies kann zu strategischen Fehltritten kommen.<sup>80</sup>

Da in der nachfolgenden wirtschaftlichen Betrachtung kein Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung verwendet wird, wird auf die Erläuterung der Kapitalwertmethode, der Methode des internen Zinsfußes, die Annuitätenmethode und die Endwertmethode an dieser Stelle verzichtet.

Im folgenden Teil der Arbeit wird nur die Berechnung der Wirtschaftlichkeit mit der Formel 3: Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Kosten-Nutzen-Analyse verwendet. Da die Verfahren der statischen Investitionsrechenverfahren immer einen zweiten Vergleichsangebot haben müssen, welches nicht vorliegt. Daher wird nur die Wirtschaftlichkeit bestimmt.

## 6.6 Was ist eine Investition?

In der Betriebswirtschaftslehre wird eine Investition als eine längerfristige Bindung finanzieller Mittel in Form von immateriellen und materiellen Gütern definiert.

Unter immateriellen Gütern werden nicht körperliche Vermögensgegenstände verstanden. Beispiele sind Dienstleistungen und Rechte. Als materielle Güter werden Objekte verstanden, die einen bestimmten Wert wiedergeben, berührbar und physisch veränderbar sind.

Mit Investitionen können verschiedene individuell gesteckte Ziele besser erreicht werden. Sie dienen in erster Linie der Vermehrung des Eigenkapitals im Unternehmen. Das langfristige Ziel ist dabei die Gewinnmaximierung. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht werden Investitionsgüter in der Bilanz immer in das Anlagevermögen geschrieben. Um Investitionen zu tätigen, wird häufig Geld vom Unternehmenskonto genommen oder über Banken finanziert und in Wertgegenstände umgewandelt.

Bei Investitionen wird grundsätzlich in drei Arten unterschieden. Es wird zwischen der Ersatzinvestition, Erweiterungsinvestition und Rationalisierungsinvestition differenziert.

Eine Ersatzinvestition wird getätigt, wenn zum Beispiel ein irreparabler Maschinenschaden vorliegt und eine Neuanschaffung einer Maschine durchgeführt werden muss, um den geplanten Output weiterhin produzieren zu können. In diesem Fall handelt es sich um einen Ersatz.

Bei einer Erweiterungsinvestition wird zum Beispiel bei einem Maschinenschaden nicht die gleiche Maschine, sondern eine größere Maschine, mit einem höheren Output angeschafft. Mithilfe der neu angeschafften Maschine soll eine Steigerung der Produktion erreicht werden.

Bei einer Rationalisierungsinvestition sollte die neue Maschine dieselbe Produktionskapazität besitzen, aber dennoch einen geringeren Input wie, zum Beispiel einen geringeren Energieeinsatz, haben. Bei der Rationalisierungs- und Ersatzinvestition gibt es aufgrund der gleichbleibenden

---

<sup>80</sup> Vgl. Wöltje, J. (2016).

Einkommensseite keine Veränderungen und somit muss diese Seite nicht erneut betrachtet werden. Es sollten aber dennoch regelmäßige Kosten, die in Verbindung mit der getätigten Investition stehen, verglichen werden.<sup>81</sup>

## 6.7 Berechnung der Investitions- und Betriebskosten sowie Erlöse

### 6.7.1 Einnahmen

Für die Berechnung der Einnahmen wird davon ausgegangen, dass alle 24 Häuser eine Anschlussleistung im Durchschnitt von 15 kW haben. Im Weiteren wird davon ausgegangen, dass die 24 Häuser einen Jahresverbrauch pro Haus im Durchschnitt von 20.000 kWh haben. Diese Annahmen stammen aus der Interessenliste für den Helvesieker Weg.<sup>82</sup> Für eine kWh wird ein Arbeitspreis von 0,095 € berechnet. Außerdem zahlt jeder, der Nahwärme von der Biogasanlage bezieht, einen Grundpreis. Dieser liegt für die 24 Häuser im Helvesieker Weg bei 350 € pro Jahr. Der Leistungspreis liegt pro Jahr bei 18 €/kW.

Der Grundpreis und der Leistungspreis sind beide Formen des Grundpreises. Der Hauptunterschied zwischen ihnen besteht darin, dass der Grundpreis für alle Kunden unabhängig von der Größe der Übergabestation gleich ist. Es handelt sich also um einen fixen Betrag, der unabhängig von der individuellen Anschlussleistung gilt. Der Leistungspreis hingegen variiert je nach Anschlussleistung. Hier dient die Anschlussleistung als Faktor für die Berechnung des Preises. Mit zunehmender Anschlussleistung steigt auch der Leistungspreis entsprechend an.

Berechnung Einnahmen Erweiterung Helvesieker Weg		
Anschlussleistung	15	kW
Arbeitspreis	0,095	€/kWh
Leistungspreis	18	€/kW
Grundpreis	350	€/Jahr
Durchschnittliche Wärmeabnahme	20.000	kWh/Jahr

Tabelle 15: Berechnung Einnahmen Erweiterung Helvesieker Weg<sup>83</sup>

In Tabelle 16 wird eine Übersicht der Wärmepreise verschiedener Wärmeerzeugungsmethoden präsentiert. Aus dieser Übersicht geht hervor, dass Nahwärme mit einem Preis von 21,1 ct/kWh eine kostengünstige Alternative zu anderen Heizungssystemen ist. Zum Vergleich liegt beispielsweise der Preis für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe bei 25,4 ct/kWh. Diese Zahlen verdeutlichen, dass Nahwärme eine attraktive Option ist, um Heizkosten zu senken und gleichzeitig eine effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten. Im Anhang 5 der Arbeit befindet sich

<sup>81</sup>Vgl. Geilhausen, M. et al. (2015) S. 237f.

<sup>82</sup> Vgl. Romundt, A. (2022a).

<sup>83</sup> Romundt, A. (2022a), eigene Darstellung

ein Jahresheizkostenvergleich unterschiedlicher Systeme, die einen detaillierten Einblick in die Zusammensetzung der durchschnittlichen Wärmepreise ermöglichen.<sup>84</sup>

	Nahwärme	Gasbrennwertkessel + Solarthermie	Pelletheizung	Luft-Wasser Wärmepumpe	Sole-Wasser-EWP + PV-Anlage
Durchschnittlicher Wärmepreis (brutto)	21,1 ct/kWh	28,6 ct/kWh	28,4 ct/kWh	25,4 ct/kWh	26,6 ct/kWh

Tabelle 16: Übersicht durchschnittlicher Wärmepreis (brutto)<sup>85</sup>

Jedes der 24 Häuser zahlt nach den Angaben aus der Tabelle 15 einen Leistungspreis, plus einen Grundpreis und einen Arbeitspreis, der sich mit der verbrauchten Wärmemenge zusammensetzt. Daher kann pro Haus und pro Jahr mit Einnahmen von ca. 2.530 € gerechnet werden (siehe Tabelle 17)

<b>Berechnung der Einnahmen pro Haus</b>		
	Leistungspreis * Anschlussleistung	270,00 €
+	Grundpreis	350,00 €
+	Arbeitspreis * verbrauchte Wärmemenge	1.900,00 €
+	Stromkosten (Regelung, Gebläse, Pumpen, Warmwasserbereitung)	10,00 €
=	<b>Wärmekosten für den Abnehmer / Einnahmen für den Betreiber</b>	<b>2.530,00 €</b>

Tabelle 17: Berechnung der Einnahmen pro Haus<sup>86</sup>

Bei den insgesamt 24 Häusern können pro Jahr mit Wärmeeinnahmen von ungefähr 64.800 € gerechnet werden (siehe Tabelle 18). Dies kann nicht genau bestimmt werden, weil nicht immer genau ermittelt werden kann, wie viel Wärme abgenommen wird. Daher ist diese Berechnung anhand von einem geschätzten durchschnittlichen Verbrauch errechnet worden und kann Anhand des tatsächlichen Verbrauches Abweichungen zu dem Errechneten haben. Die Wärmeeinnahmen sind wiederkehrende Zahlungen, die jedes Jahr eingehen.

<b>Einnahmen für 24 Häuser</b>	
Einnahmen pro Haus	2.530,00 €
Häuser	24
<b>Einnahme für 24 Häuser</b>	<b>60.720,00 €</b>

Tabelle 18: Einnahmen für 24 Häuser<sup>87</sup>

<sup>84</sup> Vgl. IngenieurNetzwerk eG (2023a).

<sup>85</sup> Vgl. IngenieurNetzwerk eG (2023a).

<sup>86</sup> Romundt, A. (2022b), eigene Darstellung

<sup>87</sup> Eigene Darstellung

Für die Bereitstellung jeder Übergabestation und der Hausanschlussleitung bis zu 10 Meter, wird ein einmaliger Zuschuss von den Hauseigentümern in Höhe von 15.000,00 € zzgl. der ges. MwSt. vereinbart. Pro weiterem Meter Hausanschlussleitung werden 300,00 € zzgl. der ges. MwSt. / Meter. berechnet. Für die 24 Häuser, die neu angeschlossen werden sollen, bekommt die Biogasanlage einen einmaligen Zuschuss in Höhe von insgesamt 360.000 € von den Hauseigentümern (siehe Tabelle 19). Bei der Erstellung eines Angebots für die Nahwärmeversorgung werden die Hauseigentümer darauf hingewiesen, dass eine einmalige Zahlung für den Hausabschluss erforderlich ist. Diese Zahlung umfasst die Kosten für die Anschlussarbeiten und die Installation der notwendigen Komponenten im Haus, um eine reibungslose Integration in das Nahwärmenetz zu gewährleisten. Der Hausanschluss stellt somit eine einmalige Investition dar, die von den Hauseigentümern getätigt werden muss. Eine Aufteilung dieser Einmalzahlung auf sechs Jahresraten ist allerdings möglich.<sup>88</sup> (siehe Anhang 6)

<b>Bereitstellung Übergabestation</b>	
Einmaliger Zuschuss pro Haus	15.000,00 €
Einmaliger Zuschuss 24 Häuser	360.000,00 €

Tabelle 19: Bereitstellung Übergabestation<sup>89</sup>

Um einen besseren Überblick zu erlangen, sind in der Tabelle 20 die geschätzten Einnahmen für das erste Jahr aufgelistet, in dem die 24 Häuser an das Wärmenetz angeschlossen werden. Im ersten Jahr sind mit Einnahmen in Höhe von 420.720 € zurechnen.

<b>Einnahmen im ersten Jahr</b>	
Wärmeeinnahmen 24 Häuser	60.720,00 €
Bereitstellung Übergabestation 24 Häuser	360.000,00 €
<b>Einnahmen erstes Jahr</b>	<b>420.720,00 €</b>

Tabelle 20: Einnahmen im ersten Jahr<sup>90</sup>

Im zweiten Jahr nach dem Anschluss der 24 Häusern sind nur noch von Einnahmen in Höhe von 60.720 € zu rechnen, weil die Bereitstellung der Übergabestation nur einmalig fällig ist.

---

<sup>88</sup> Vgl. Romundt, A. (2022b).

<sup>89</sup> Eigene Darstellung

<sup>90</sup> Eigene Darstellung

### 6.7.2 Investitionskosten

Um die unternehmerischen internen Ziele zu erreichen, muss ein Unternehmen auf Anlagegüter zurückgreifen können. Investitionsausgaben dienen dazu, dass Sachanlagevermögen angeschafft werden kann, um spezielle Vorhaben zu erweitern oder zu ersetzen. Mit dieser Art und Weise sorgt die Unternehmensführung für einen reibungslosen Unternehmensablauf.<sup>91</sup>

Für die Erweiterung des Wärmenetzes im Helvesieker Weg müssen Investitionen getätigt werden, die auch das Sachanlagevermögen erhöhen. Die Investitionskosten betragen voraussichtlich 443.750 € für die 24 Häuser (siehe Tabelle 21). Diese setzen sich zusammen aus dem Rohrbau, Tiefbau, Übergabestation und Umschlussarbeiten.

<b>Erweiterung Helvesieker Weg</b>	
Rohrbau	124.960 €
Tiefbau	159.040 €
Übergabestationen	78.750 €
Umschlussarbeiten	81.000 €
<b>Summe Erweiterung Helvesieker Weg</b>	<b>443.750 €</b>

Tabelle 21: Erweiterung Helvesieker Weg<sup>92</sup>

Die Höhe der Investitionskosten pro Haus belaufen sich voraussichtlich auf 18.490 € (siehe Tabelle 22).

<b>Kosten pro Hausanschluss</b>	
Gesamtkosten Helvesieker Weg	443.750 €
<b>Kosten pro Hausanschluss (24 Anschlüsse)</b>	<b>18.490 €</b>

Tabelle 22: Kosten pro Hausanschluss<sup>93</sup>

### 6.7.3 Betriebskosten

„Betriebskosten sind die Kosten, die dem Eigentümer (oder Erbbauberechtigten) durch das Eigentum (oder das Erbbaurecht) am Grundstück oder durch den bestimmungsgemäßen Gebrauch des Gebäudes, der Nebengebäude, Anlagen, Einrichtungen und des Grundstücks laufend entstehen.“<sup>94</sup>

Unter den Betriebskosten verbergen sich die Konzessionsabgabe an die Gemeinde Scheeßel und die Kosten für die Instandhaltungskosten für die Wasseraufbereitung durch eine Filteranlage. „Gemeinden erhalten von Energie-Netzbetreibern in diesem Fall von der Biogasanlage Konzessionsabgaben als Gegenleistung für die Benutzung der öffentlichen Straßen und Wege

<sup>91</sup> Vgl. [BWL-Lexikon.de](http://BWL-Lexikon.de) (O.A.).

<sup>92</sup> Eigene Darstellung

<sup>93</sup> Eigene Darstellung

<sup>94</sup> Stürzer, R. (O.A.).

zur Verlegung von Strom-, Wärme- und Gasleitungen.“<sup>95</sup> Die Betriebskosten für die vorhandenen Wärmenetze lagen 2021 bei 12.893,45 € und im Jahr 2022 bei 49.701,09 € (siehe Tabelle 23). Dies ist ein enormer Anstieg, dieser ist aber damit zu begründen, dass Ende 2021 eine Filteranlage gekauft wurde und die dazugehörigen Filter regelmäßig getauscht werden müssen. Zudem sind diese Filter sehr kostenintensiv. Die Filteranlage wurde dafür verbaut, weil immer dasselbe Wasser in den Wärmenetzen zirkuliert und das Wasser trotzdem sauber gehalten werden muss, sonst bilden sich Ablagerungen und Rost, was zu Beschädigungen an den Rohren führen könnte.

<b>Betriebskosten 2021 + 2022</b>		
	Betriebskosten 2021	Betriebskosten 2022
Kosten pro Jahr	12.893,45 €	49.701,09 €
Durchschnittliche Betriebskosten pro kWh in Euro	0,00403 €	0,01300 €
Durchschnittliche Betriebskosten pro kWh in Cent	0,4029	1,300

Tabelle 23: Betriebskosten 2021+2022<sup>96</sup>

Gemäß Tabelle 23 belaufen sich die Betriebskosten auf 0,4029 ct/kWh im Jahr 2021 und 1,30 ct/kWh im Jahr 2022. Diese Betriebskosten werden auf kWh-Basis umgerechnet, weil unter den derzeit 53 angeschlossenen Gebäuden auch Großkunden vorhanden sind, bei denen die Betriebskosten pro kWh höher ausfallen können. Durch die Umrechnung auf kWh können die Betriebskosten besser auf die tatsächlich verbrauchte Wärmemenge der einzelnen Gebäude verteilt werden, um eine präzisere Kostenverteilung zu ermöglichen.

Mit dem Anschließen der 24 neuen Häuser könnten die Betriebskosten um ca. 6.241,11 € steigen. Dadurch, dass weitere Leitungen auf dem Grund der Gemeinde Scheeßel verlegt werden, fallen für diesen Abschnitt des Nahwärmenetzes ebenso Konzessionsabgaben an, wie bei den anderen Abschnitten auch. Zusätzlich werden im geplanten Erweiterungsabschnitt des Nahwärmenetzes weitere Filterstationen installiert, an denen regelmäßig der Filterwechsel durchgeführt werden muss. Somit ergeben sich Betriebsgesamtkosten für die Erweiterung des Nahwärmenetzes von ca. 6.241,11 € pro Jahr. Die Gesamtbetriebskosten liegen bei ca. 55.942,20 € pro Jahr. Im weiteren Verlauf wird mit den Betriebskosten für die 24 neuen Häuser weitergerechnet, weil nur die Wirtschaftlichkeit von dem neuen Nahwärmenetz betrachtet wird.

<sup>95</sup> Bundesnetzagentur (O.V.).

<sup>96</sup> Eigene Darstellung, Anhand der Zahlen aus der Buchhaltung

<b>Betriebskosten pro Haus</b>	
Betriebskosten 2022	49.701,09 €
Betriebskosten je Haus (24 Gebäude)	6.241,11 €
Gesamtbetriebskosten	55.942,20 €

Tabelle 24: Betriebskosten pro Haus und Gesamtbetriebskosten

## 6.8 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Kosten-Nutzen-Analyse

Um die Wirtschaftlichkeit über die geplante Nutzungsdauer zu berechnen, ist es erforderlich, den Abschreibungssatz, kurz AfA-Satz, und die kalkulatorischen Zinsen festzulegen. Für die Fernwärmeerzeugung werden verschiedene Zeiträume für die Nutzungsdauer festgelegt. Für den Rohrleitungsbau und die Übergabestationen wird eine Nutzungsdauer von 20 Jahren vorgesehen. Der AfA-Satz beträgt in diesem Fall 5 %.<sup>97</sup> Für die Abschreibung bei dem Bau der Erweiterung des Nahwärmenetzes ergibt sich eine Nutzungsdauer von 20 Jahren. Damit ergibt sich für die Biogasanlage eine Abschreibungssumme von 13.312,50 €. Diese wird aus den Investitionsausgaben nach Abzug der Förderung ermittelt.

<b>Berechnung Abschreibung</b>	
Investitionsausgaben nach Abzug der Förderung	266.250,00 €
Nutzungsdauer in Jahren	20
Abschreibung	13.312,50 €

Tabelle 25: Berechnung Abschreibung

Der kalkulatorische Zinssatz liegt bei 5,5 %. Zu diesem Zinssatz kann die Biogasanlage die Erweiterung finanzieren. Die 5,5 % ist der von der Hausbank ausgegebene Finanzierungszins.<sup>98</sup> Der zurzeit aktuelle Basiszinssatz liegt bei 1,62 %.<sup>99</sup> Die kalkulatorischen Zinsen liegen pro Jahr bei 7.321,88 €. Mit den Betriebskosten, der kalkulatorischen Abschreibung und den kalkulatorischen Zinsen ergeben sich Kosten in Höhe von 26.875,49 € pro Jahr (siehe Tabelle 26).

<sup>97</sup> Vgl. Bundesministerium der Finanzen (O.A.).

<sup>98</sup> Information aus einem Telefonat mit der Hausbank vom 30.06.2023

<sup>99</sup> Vgl. Deutsche Bundesbank (2022).

<b>Berechnung der Kosten</b>		
Anschaffungskosten	EUR	266.250,00 €
Nutzungsdauer	Jahre	20
Zinssatz	%	5,5
Betriebskosten	EUR	6.241,11 €
+ kalkulatorische Abschreibung	EUR	13.312,50 €
+ kalkulatorische Zinsen	EUR	7.321,88 €
= Summe Kosten	EUR	26.875,49 €

Tabelle 26: Berechnung der Kosten

Im ersten Schritt wird die Wirtschaftlichkeit mit der Formel 3: Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Kosten-Nutzen-Analyse berechnet. Wie im Kapitel 6.7.1 in der Tabelle 17 schon erläutert, werden den Wärmeabnehmern pro Jahr im Durchschnitt 2.530,00 € für die verbrauchte Wärme berechnet. Für die 24 anzuschließenden Häuser ergeben sich aus dem durchschnittlichen Verkaufserlös pro Jahr, Gesamteinnahmen in Höhe von 60.720 €, der auch als Umsatz betitelt wird. Mit der Formel 11 wird im nächsten Schritt der Gewinn ermittelt.

$$\text{Gewinn} = \text{Umsatz} - \text{Kosten}$$

Formel 11: Gewinnermittlung

$$\text{Gewinn} = 60.720 \text{ €} - 26.875,49 \text{ €}$$

$$\text{Gewinn} = 33.844,51 \text{ €}$$

Basierend auf der Berechnung mit der Formel 11 ergibt sich ein Gewinn von 33.844,51 € pro Jahr für die Erweiterung des Nahwärmenetzes im Helvesieker Weg.

Um die Wirtschaftlichkeit zu bestimmen wird die Formel 3 verwendet.

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Ertrag (Leistung)}}{\text{Aufwand (Kosten)}}$$

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{60.720 \text{ €}}{26.875,49 \text{ €}}$$

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = 2,26$$

Wie auch im Kapitel 6.1 erläutert, ist das Ergebnis größer als eins, so ist der Aufwand niedriger als der Ertrag und somit ist die Investition oder der Dienstleistungsbereich wirtschaftlich. Wenn das Ergebnis gleich eins ist, arbeitet das Unternehmen kostendeckend und sollte über Veränderungen in den Arbeitsschritten nachdenken, damit der Produktionszweig wirtschaftlich wird. Ist das Ergebnis kleiner als eins, arbeitet das Unternehmen unwirtschaftlich und fährt mit dem

jeweiligen Produktionszweig Verluste ein und es sollte über das Abschaffen oder über radikale Veränderungen des Produktionszweiges nachgedacht werden.

In diesem Fall liegt die Wirtschaftlichkeit bei 2,26, was bedeutet, dass die Wirtschaftlichkeit über eins liegt. Dies deutet darauf hin, dass die Biogasanlage Gewinne erwirtschaftet und finanziell erfolgreich ist. Bei unvorhersehbaren Leckagen gibt es Versicherungen, die den Ertragsausfall absichern. Während dieses Zeitraums ist es für die Wärmeabnehmer ärgerlich, da sie keine Wärme erhalten. Dies hat jedoch keinen direkten Einfluss auf den projektbezogenen Gewinn der Biogasanlage. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Biogasanlage nach der Erweiterung mehr Wärme abgeben kann als zuvor.

Die Kapitalrendite ist ebenso wie die Wirtschaftlichkeit ein wichtiger Indikator für die Rentabilität und Effizienz einer Investition. Sie ermöglicht die Berechnung der erwarteten finanziellen Rendite und hilft bei der Bewertung von finanziellen Entscheidungen. Mit der Formel 12 kann die Kapitalrendite ermittelt werden.

$$\text{Kapitalrendite} = \frac{\text{Gewinn} * 100}{\text{eingesetztes Kapital}}$$

Formel 12: Kapitalrendite

$$\text{Kapitalrendite} = \frac{33.844,52 \text{ €} * 100}{266.250 \text{ €}}$$

$$\text{Kapitalrendite} = 12,71$$

Die Kapitalrendite gibt das prozentuale Verhältnis zwischen Investitionskosten und Gewinn an. Eine Kapitalrendite von 12,71 sagt aus, dass die Biogasanlage 12,71 % der Investitionskosten im ersten Jahr erwirtschaftet haben. Diese Investition hat eine gute Kapitalverzinsung.<sup>100</sup>

---

<sup>100</sup> Vgl. Gründer Plattform (O.A.).

## 7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, die wirtschaftliche Betrachtung einer Nahwärmenetzerweiterung einer Biogasanlage zu untersuchen. Es wird die Frage beantwortet, ob die Erweiterung des Nahwärmenetzes wirtschaftlich für die Biogasanlage ist.

Zur Erreichung des Forschungsziels beschreibt die Arbeit zunächst die Unternehmensstruktur des Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. mit den dazu gehörigen Tochterunternehmen und stellt die wichtigsten Firmen mit ihren Aufgabenschwerpunkten, wie den Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V., die Agrarservice Rotenburg GmbH und die Bioenergie, vor. Es wird der Aufbau der Biogasanlage erläutert, insbesondere die Bioenergie. Die Anlagenstandorte wurden 2009 bzw. 2011 in Betrieb genommen und werden nach dem EEG 2009 vergütet. Für den neuen Vergütungszeitraum sind Optimierungen erforderlich. Die Anlage verfüttert hauptsächlich Mais- und Grassilage sowie Rinder- und Schweinegülle. Der durch die BHKWs produzierte Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist und die Wärme wird für verschiedene Beheizung der Biogasanlage und für die Nahwärmenetze genutzt. Es sind aktuell 53 Gebäude an die Nahwärmenetze angeschlossen. Die Biogasanlage erzielte 2021 einen Gewinn von 471.000,75 €, hauptsächlich durch Strom-, Wärme- und sonstige Erlöse. Im Jahr 2021 wurden 8.425.880 kWh<sub>el</sub> ins öffentliche Netz eingespeist.

Die Gesellschafter der Biogasanlage planen den Betrieb der Biogasanlage auch nach dem Auslaufen des ersten EEG-Abschnitts im Jahr 2029 bzw. 2031 fortzusetzen. Um die Anforderungen des neuen EEG zu erfüllen, sind Veränderungen an der Biogasanlage notwendig. Gemäß dem EEG 2023 muss die hydraulische Verweilzeit auf mindestens 150 Tage erhöht werden. Zum jetzigen Zeitpunkt liegt die hydraulische Verweilzeit bei 128 Tagen. Um dies zu erreichen wurden zwei Optionen in Betracht gezogen. Einmal die Reduzierung der Substratzufuhr oder die Erweiterung des Behältervolumen. Die Biogasanlage hat sich dazu entschieden das Behältervolumen zu erweitern. Es sollen zwei neue Behälter errichtet werden, ein Behälter mit einem Volumen von 6.400 m<sup>3</sup> als Gärrestlager und ein zweiter Behälter mit einem Volumen von 1.500 m<sup>3</sup> für Regen- und Schmutzwasser. Dadurch kann die hydraulische Verweilzeit bei ähnlicher Substratzufuhr auf 194 Tage erhöht werden. Des Weiteren schreibt das EEG 2023 vor, dass Biogasanlagen die sich im Jahr 2024 oder 2025 dem EEG 2023 anschließen, höchstens 35 % der Substrate aus Mais und Getreidekorn stammen dürfen. Angesichts eines Anteils von 49,73 % im Jahr 2021 erfordert dies eine Anpassung der Substratzufuhr. Unter Berücksichtigung von Maisstroh wird der zukünftige Substrateinsatz wie folgt gestaltet: 33,89 % Mais- und Getreide, 15,16 % Maisstroh, 3,02 % Grassilage und 47,93 % Wirtschaftsdünger. Dadurch bleibt der tägliche Substrateinsatz bei etwa 97 t/FM pro Tag und die Verweilzeit ändert sich

nicht signifikant. Als dritte Optimierung wird eine mindestens 2,2-fache Überbauung gefordert, die jedoch sowohl am Anlagen- als auch am Satellitenstandort erfüllt wird.

Eine weitere Überlegung besteht darin, eine Holzhackschnitzelheizung zu errichten, um die Biogasanlage mit regenerativer Wärme zu beheizen, damit die gesamte, bei der Stromproduktion anfallende Wärme für die Nahwärmenetze genutzt werden kann. Derzeit gibt es keine vollständige Wärmeabnahme, aber durch die Erweiterung der Nahwärmenetze soll dies in Zukunft ermöglicht werden. Zusätzlich soll ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 30 cbm errichtet werden, um überschüssige Wärme zu speichern und zu einem anderen Zeitpunkt nutzen zu können.

Der derzeit stark diskutierte Gesetzesentwurf des GEG sieht vor, dass zukünftige Heizungen zu 65 % mit erneuerbarer Energie betrieben werden sollen. Dies wäre für die Nahwärme ein großer Vorteil, weil das Interesse an einem Anschluss an die Nahwärmenetze der Biogasanlage dadurch stark steigen könnte. Es sind jedoch Übergangsfristen und Ausnahmeregelungen vorgesehen, sollte das GEG in Kraft treten. Dennoch wird darüber diskutiert, dass bis zum 31.12.2044 alle Gebäude eine neue Heizung mit mindestens 65 % erneuerbarer Energie haben müssen.

Die Biogasanlage plant eine Erweiterung der zwei vorhandenen Nahwärmenetze, um mehr Wärme verkaufen zu können. Durch die Stromproduktion entsteht eine Gesamtwärmemenge von 9.039.526 kWh pro Jahr. Nach Abzug von Leitungsverlusten von 190 kWh/m bleiben derzeit 8.621.256 kWh an verfügbarer Wärme, ohne Berücksichtigung der 53 bereits angeschlossenen Häuser. Die bereits angeschlossenen Häuser verbrauchen durchschnittlich 3.566.076,03 kWh Wärme pro Jahr. Die Nahwärmenetze sollen von derzeit 2.200 m auf insgesamt 2.650 m erweitert werden. Dadurch steht eine überschüssige Wärmemenge von 4.969.949,97 kWh pro Jahr zur Verfügung. Für die geplanten Anschlüsse von 24 neuen Häusern wird ein potenzieller Wärmebedarf von 480.000 kWh pro Jahr angenommen. Selbst nachdem diese Häuser angeschlossen sind, bleiben immer noch 4.489.949,97 kWh überschüssige Wärme pro Jahr. In den kommenden Jahren sollen weitere Häuser an die Nahwärmenetze angeschlossen werden, um die gesamte Wärme sinnvoll zu nutzen. Für die Erweiterung des Nahwärmenetzes im Helvesieker Weg wird mit Gesamtinvestitionskosten von 443.750 € gerechnet. Diese Kosten umfassen Rohr- und Tiefbauarbeiten, Übergabestationen und Umschlussarbeiten. Die Kosten pro Hausanschluss betragen 18.490 €, basierend auf die Gesamtinvestitionskosten und der Anzahl der anzuschließenden Häuser.

Die wirtschaftliche Betrachtung der Nahwärmenetzerweiterung wird nur anhand der Formel 3: Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt, weil für die stati-

schen Investitionsrechenverfahren mindestens zwei Angebote vorliegen müssten, die dem Autor zum Zeitpunkt der Bearbeitung nicht vorlagen. Um die Berechnung durchführen zu können, wurden im ersten Schritt die Einnahmen, Investitionskosten und Betriebskosten aufgeführt. Die Einnahmen liegen bei 60.720 € pro Jahr, die Investitionskosten bei 443.750 € ohne Berücksichtigung der Förderung und die Betriebskosten liegen bei 6.241,11 € pro Jahr. Um die Wirtschaftlichkeit korrekt zu betrachten, wurden die kalkulatorische Abschreibung in Höhe von 13.321,50 € pro Jahr und die kalkulatorischen Zinsen in Höhe von 7.321,88 € ermittelt. Dies ergibt Kosten für die Erweiterung des Nahwärmenetzes um 24 Häuser in Höhe von 26.875,49 € pro Jahr und ein Gewinn in Höhe von 33.844,51 € pro Jahr. Die Wirtschaftlichkeit des Projekts beträgt in diesem Fall 2,26. Das bedeutet, dass die Wirtschaftlichkeit über eins liegt und das Unternehmen Gewinne erzielt, sodass es unverändert weiterarbeiten kann. Es ist für die Biogasanlage vorteilhaft, weil die Biogasanlage mehr Wärme verkauft und diese nicht ungenutzt bleibt. Zusätzlich zu der Wirtschaftlichkeit weist die Investition eine Kapitalrendite von 12,71 % im ersten Jahr auf. Dies bedeutet, dass die Investition eine gute Kapitalverzinsung vorweist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die vorliegende Bachelorarbeit die folgenden Thesen bestätigt hat:

- 1) „Eine Nahwärmenetzerweiterung steigert die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen.“  
Durch eine Implementierung einer Nahwärmenetzerweiterung könnte ein Gewinn in Höhe von 33.844,51 € erzielt werden. Die projektbezogene Wirtschaftlichkeit beträgt 2,26. Dies verdeutlicht den finanziellen Nutzen und auch die Rentabilität einer solchen Erweiterung für Biogasanlagen. Außerdem weist die Investition eine Kapitalverzinsung von 12,71 % auf.
- 2) “Der Preis für die Abwärme an den Blockheizkraftwerken im Nahwärmenetz ist oft günstiger als auf dem üblichen Markt.”

Die Analyse ergab, dass der Preis für eine kWh Nahwärme bei 21,1 ct/kWh liegt, während Gasbrennwertkessel, Pelletheizungen, Luft-Wasser-Wärmepumpen und Sole-WWP + Photovoltaik-Anlagen höhere Preise aufweisen. Dies bestätigt die wirtschaftliche Attraktivität von Nahwärme als kostengünstige Alternative.

- 3) “Die Wirtschaftlichkeit der Erweiterung des Wärmenetzes ist eng an am Standort verfügbare Abnehmer geknüpft.”

Die Untersuchungen zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes stark von der Anschlussdichte in einem bestimmten Gebiet abhängig ist. In der vorliegenden Bachelorarbeit werden 24 neue Gebäude, die an das Nahwärmenetz angeschlossen werden sollen, betrachtet, was eine hohe Dichte und Potenzial für weitere Anschlüsse in diesem Gebiet aufzeigt. Bei geringer Anschlussdichte könnten jedoch die Ausgaben im Vergleich zu den Einnahmen enorm hoch sein.

Der Autor kommt anhand der Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Arbeit zu der Erkenntnis, dass die Bioenergie in Zukunft die Nahwärmenetze weiter aus-bauen sollte, um dadurch weitere Einnahmen generieren zu können und deren Wirtschaftlichkeit auch nach dem Auslaufen des EEG weiter aufrecht zu erhalten.

---

## 8 Anhangverzeichnis

Anhang 1: Kooperationsvertrag zwischen dem Maschinenring Rotenburg e.V. und dem Maschinenring Verden e.V.....	59
Anhang 2: Geschäftsbesorgungsvertrag Agrarservice Rotenburg GmbH mit dem Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V. ....	61
Anhang 3: Wärmenetz.....	63
Anhang 4: Holzhackschnitzelanlage .....	64
Anhang 5: Vollkostenrechnung.....	65
Anhang 6: Angebot Nahwärme Helvesieker Weg.....	66

## 9 Anhang

Anhang 1: Kooperationsvertrag zwischen dem Maschinenring Rotenburg e.V. und dem Maschinenring Verden e.V.<sup>101</sup>

### Kooperationsvertrag zur Zusammenarbeit der Maschinenringe Rotenburg Wümme e.V. und Verden e.V.

#### 1. Organisation

Die oben genannten Maschinenringe arbeiten als selbständige Vereine in einer Bürogemeinschaft, die ihren Sitz in der Geschäftsstelle des Maschinenringes Rotenburg, Soltauer Str. 22, 27386 Hemslingen haben, zusammen. Arbeitsplatz für alle Angestellten ist die vorgenannte Geschäftsstelle.

Geschäftsführer und Angestellte führen ihre Arbeit auf der Basis ihrer Arbeitsverträge und den Weisungen der Vorstände des Maschinenringes Rotenburg und Verden zum Wohle der Vereine aus. Der Tätigkeitsbereich der Geschäftsführung umfaßt das Gesamtgebiet beider Maschinenringe gleichermaßen. Entsprechendes gilt auch für die Mitgliederbetreuung. Form und Umfang der Weisung haben beide Vorstände miteinander abzustimmen.

Die Geschäftsführung der beiden Maschinenringe wird Herrn Manfred Rathjen übertragen.

Die Vorstände und die Geschäftsführung bemühen sich, sowohl die Beitragsregelung, wie auch die Provisionen und die Verrechnungssätze beider Maschinenringe in absehbarer Zeit anzugleichen, um auf dieser Basis den Geschäftsbetrieb des Gemeinschaftsbüros zu erleichtern. Rundschreiben und andere Informationen an die Mitglieder, wie auch Tagungen sind zukünftig allen Mitgliedern in gleicher Weise an die Hand zu geben bzw. zu eröffnen. Ringspezifische Mitteilungen werden getrennt mitgeteilt.

Der Geschäftsführer, Manfred Rathjen, nimmt an allen Versammlungen der Maschinenringe teil, ebenso an allen Vorstandssitzungen. Zu internen Vorstandssitzungen des jeweiligen MR ist der geschäftsführende Vorstand des anderen Ringes einzuladen. Es wird empfohlen, daß die geschäftsführenden - und Gesamtvorstände möglichst gemeinsam tagen.

#### 2. Finanzierung

Die Bürogemeinschaft wird nach folgendem Berechnungs-Musterschlüssel finanziert:

	Rotenburg	%	Verden	%
Mitglieder	676	61,2	429	38,8
Mitgliedsfläche	31.872	60,3	21.000	39,7
Verrechnungswert	5,54 Mill.	68,4	2,53 Mill.	31,6

Durchschnitt:  
(Stand 1995)

63,3

36,7

Für die Folgejahre wird ebenfalls analog des oben aufgeführten Schlüssels abgerechnet.

Entsprechend diesem Schlüssel entfallen auf die Sach-, Verwaltungs- und Personalkosten in Hemslingen für Rotenburg 63,3 % und für Verden 36,7 %.

Für beide Maschinenringe erfolgt eine getrennte Kassenführung, ein getrennter Kassenbericht und Haushaltsvoranschlag, sowie ein ge-

<sup>101</sup> Rathjen, M. und Carstens, W. (1996).

trennter Verwendungsnachweis und Förderungsantrag an die Landwirtschaftskammer Hannover.  
Die Abrechnungen für Dienstleistungen zwischen den Mitgliedern erfolgen für jeden Maschinenring getrennt.

### 3. Vorgehensweise

Der GF des MR Verden wird zum 1. April 1996 mit einer Kündigungsfrist lt. Arbeitsvertrag gekündigt.  
Parallel dazu bietet der Maschinenring Rotenburg dem GF des MR Verden einen Arbeitsvertrag als Angestellter im MR Rotenburg zum 01.03.1996 an.

Der MR Verden verpflichtet sich, in seinem Ringbezirk ohne Zustimmung des Vorstandes des MR Rotenburg, kein Personal einzustellen.

Das Büro des Maschinenringes Verden wird gekündigt und zum 1. März 1996 aufgelöst. Das Inventar wird dem MR Rotenburg zur Arbeitsplatzeinrichtung des Herrn Thalmann zur Verfügung gestellt. Der Rest wird, wenn möglich, verkauft.

### 4. Kündigung

Dieser Vertrag kann von jedem Maschinenring mit einer Frist von 12 Monaten zum Schluß eines Kalenderjahres gekündigt werden. Die Auflösung dieses Vertrages ist im beiderseitigen Einvernehmen jeder Zeit möglich.

### 5. Schriftform

Weitere Abreden dieses Vertrages sind nicht getroffen. Jede Änderung oder Ergänzung dieses Vertrages bedarf der Schriftform.

Sollte eine Bestimmung dieses Vertrages ungültig sein, so wird die Gültigkeit der übrigen Bestimmungen dieses Vertrages dadurch nicht berührt.

Hemslingen, d...22.2.1996.....

  
Vorsitzender  
MR Rotenburg e.V.

  
Vorsitzender  
MR Verden e.V.

---

## Anhang 2: Geschäftsbesorgungsvertrag Agrarservice Rotenburg GmbH mit dem Maschinenring Mitte – Niedersachsen e.V.<sup>102</sup>

1

gebeseve

### **Geschäftsbesorgungsvertrag**

zwischen dem

**Maschinenring Rotenburg Wümme e.V.**  
nachstehend Maschinenring genannt.

und der

**Agrarservice Rotenburg GmbH**  
nachstehend Agrarservice GmbH genannt.

#### **1. Gegenstand.**

Gegenstand des Vertrages ist die Ausführung der im § 2 des Gesellschaftsvertrages der Agrarservice GmbH aufgeführten Arbeiten und Dienstleistungen. Die Agrarservice GmbH tritt nicht im Wettbewerb zum Maschinenring auf.

#### **2. Vermittlung von Arbeitsaufträgen.**

Zu diesem Zweck wird die Agrarservice GmbH Mitglied im Maschinenring.  
Die von der Agrarservice GmbH abgeschlossenen Aufträge werden zur Abwicklung dem Maschinenring übertragen. Dieser beauftragt seine Mitglieder, soweit möglich, mit der Durchführung der Arbeiten nach Vorgabe der Agrarservice GmbH.

Gegenüber dem Auftraggeber (Dritter) bleibt die Agrarservice GmbH im Außenverhältnis allein berechtigt und verpflichtet.

Der Maschinenring verpflichtet sich, im sachlichen Tätigkeitsbereich der Agrarservice GmbH keinerlei eigene Aktivitäten zu entfalten, sondern nur die Aufträge der Agrarservice GmbH an ihre Mitglieder zu vermitteln.

#### **3. Abrechnung zur Abwicklung der Aufträge.**

Die Abrechnung der Arbeitsleistung zwischen den Mitgliedern des Maschinenringes und der Agrarservice GmbH erfolgt nach den gültigen Verrechnungssätzen des Maschinenringes. Abweichungen sind möglich. Für die Vermittlungsleistung des Maschinenringes erhält der Maschinenring von der Agrarservice GmbH den jeweils gültigen Prozentsatz, zur Zeit ein Prozent, des Bruttorechnungsbetrages. Der Maschinenring wird darüberhinaus von den Mitgliedern den jeweils gültigen Prozentsatz, zur Zeit ebenfalls ein Prozent, des Bruttorechnungsbetrages fordern. Die gesetzliche Mehrwertsteuer ist im Provisionsbetrag enthalten. Mit der Provision von einem Prozent ist neben der Vermittlungsleistung auch die Fakturierung für die Leistung der Landwirte (im Gutschriftswege) und die Abwicklung des Zahlungsverkehrs abgegolten.

---

<sup>102</sup> Rathjen, M. (1995a).

**4. Entschädigungen der Agrarservice GmbH an den Maschinenring.****a) personelle Entschädigung.**

Der Geschäftsführer des Maschinenringes ist Angestellter des Maschinenringes und in Personalunion Geschäftsführer der Agrarservice GmbH, die dem Geschäftsführer keine Vergütung schuldet. Wird der Geschäftsführer des Maschinenringes für die Agrarservice GmbH tätig, stellt der Maschinenring der Agrarservice GmbH eine angemessene Vergütung von z. Zt. DM 120,- pro Stunde in Rechnung. Die aufgewendeten Zeiten sind schriftlich festzuhalten.

**b) Büromiete, Büromaterialien, Porto, Telefon.**

Der Maschinenring stellt der Agrarservice GmbH für den Verbrauch von Büro- und Geschäftsmaterialien eine dem tatsächlichen Aufwand entsprechende Rechnung. Das gleiche gilt für Porto. Für die Mitbenutzung der Büroräume und des Telefons wird eine monatliche Pauschale von DM 150,- berechnet. Diese Pauschale ist zu überprüfen, wenn Leistungen und Gegenleistungen nicht mehr in einem angemessenen Verhältnis stehen.

**c) Km-Vergütung.**

Werden seitens des Geschäftsführers PKW-Fahrten im Auftrage der Agrarservice GmbH nötig, sind diese dem Maschinenring analog zu den beschlossenen Sätzen lt. Vorstandsprotokoll des Maschinenringes zu erstatten. Zur Zeit betragen die Sätze je km DM -,52.

**5. Allgemeine Bestimmungen.****a) Erfüllungsort.**

Erfüllungsort für alle Leistungen aus diesem Vertrag ist der Sitz der Gesellschaft; er wird für den Fall des § 38 Abs. 2 ZPO zugleich als Gerichtsstand vereinbart.

**b) Mündliche Nebenabsprachen.**

Mündliche Nebenabsprachen zu diesem Vertrag sind nicht getroffen worden.

**6. Salvatorische Klausel.**

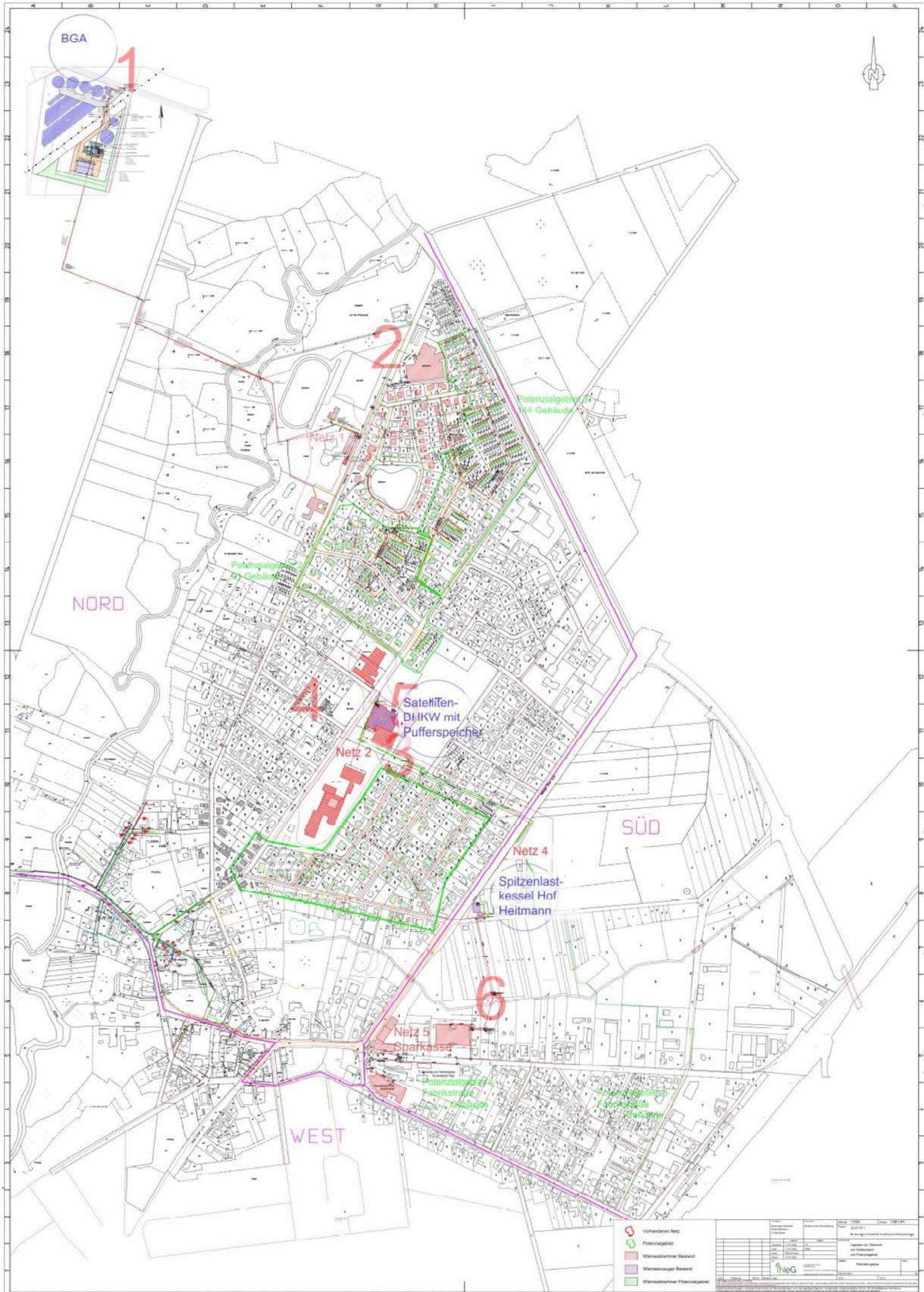
Sollte eine Bestimmung dieses Vertrages ungültig sein, so wird die Gültigkeit der übrigen Bestimmungen dieses Vertrages dadurch nicht berührt. Die ungültige Bestimmung ist durch diejenige Regelung zu ersetzen, die den wirtschaftlichen Zweck der unzulässigen Bestimmung mit der weitestgehend möglichen Annäherung erreicht.

Hemslingen, d. 15.04.1995

.....  
Maschinenring Rotenburg Wümme e.V.

.....  
Agrarservice Rotenburg GmbH

Anhang 3: Wärmenetz<sup>103</sup>



<sup>103</sup> IngenieurNetzwerk eG (2022a).

Anhang 4: Holzhackschnitzelanlage<sup>104</sup>

<b>Holzhackschnitzelanlage (Biomasseanlage)</b>		
1	Hackgutkessel TM 500	102.189 €
1	Hackgutkessel TM 400	98.295 €
2	Stockereinheit	15.036 €
2	Zubehör TM 400/500 zur Saugzugmontage	4.568 €
2	Aschewagen 300 l für TM 400/500	3.042 €
2	Mantelkühling bis TM 400/550 SPS	1.286 €
2	Aufschubkanal TM 320-550	2.216 €
<b>Gesamt Holzhackschnitzelanlage</b>		<b>226.632 €</b>
<b>Rohrleitungen und Hydraulikbauteile (Pumpen, Armaturen)</b>		
2	Pumpengruppe	11.406 €
<b>Gesamt Rohrleitungen und Hydraulikbauteile</b>		<b>11.406 €</b>
<b>Regelung und MSR-Technik (Erweiterung) u. Sicherheitstechnik</b>		
1	Pufferspeichermanagement	102 €
1	Erweiterung auf 5 Fühler	476 €
1	ModBus-RTU Interface SPS4000	343 €
2	Kaskadenmodul SPS 4000	686 €
1	Buskabel	485 €
1	Externes Lastmanagement	431 €
2	Druckbegrenzer, min 0-6 bar	808 €
2	Druckbegrenzer, max 0,5-6 bar	966 €
1	Visulisierung Basis	1.678 €
<b>Gesamt Regelungstechnik</b>		<b>5.975 €</b>
<b>Reinigungstechnik</b>		
2	Elektrofilteranlage	54.894 €
<b>Gesamt Reinigungstechnik</b>		<b>54.894 €</b>
<b>Biomasseanlagen: Brennstofflager mit Fördereinrichtung</b>		
1	Getrennter Antrieb DM 6,0 GAR2-G	7.879 €
1	Austragungsschnecke 200 F220 für GAR-G 6,0	4.844 €
1	Austragungsschnecke 200 Überlänge F220 für GAR-G 6,0	6.667 €
2	Schneckenverlängerung 1000 mm, 200 mm	608 €
<b>Gesamt Brennstofffördereinrichtungen</b>		<b>19.998 €</b>
<b>Montage und Inbetriebnahme des Gesamtsystems</b>		
2	Montage TM 500-550 mit Rührwerk	13.650 €
2	Inbetriebnahme TM 500 mit Rührwerk	4.204 €
2	Inbetriebnahme Elektrofilter EF 500	910 €
<b>Gesamt Montage und Inbetriebnahme</b>		<b>18.764 €</b>
	Gesamt Holzhackschnitzelanlage	226.632 €
	Gesamt Rohrleitungen und Hydraulikbauteile	11.406 €
	Gesamt Regelungstechnik	5.975 €
	Gesamt Reinigungstechnik	54.894 €
	Gesamt Brennstofffördereinrichtungen	19.998 €
	Gesamt Montage und Inbetriebnahme	18.764 €
	<b>Gesamt</b>	<b>337.669 €</b>
<b>Abgaswärmetauscher Fa. Schröder</b>		
2	Abgaswärmetauscher zur Wärmerückgewinnung	50.000 €
<b>Wärmespeicher</b>		
	Pufferspeicher Außenaufstellung 30 m <sup>3</sup>	35.000 €
<b>Schornsteinanlage</b>		
	Freistehender Schornstein zwei zügig	18.000 €
<b>Gesamtkosten Holzhackschnitzelheizung</b>		<b>440.669 €</b>

<sup>104</sup> IngenieurNetzwerk eG (2023b), eigene Darstellung

Anhang 5: Vollkostenrechnung<sup>105</sup>



Vollkostenrechnung (Gegenüberstellung der Jahreskosten)

Wohnhaus:

Eingabefelder sind blau	Bioenergie Scheeßel	Gasbrennwertkessel + Solarthermie	Pelletheizung	Luft-Wasser Wärmepumpe	Sole-Wasser-EWP + PV-Anlage
<b>Investitionskosten netto</b>					
Hausanschluss	15.000,00 €		- €	- €	- €
Wärmeerzeuger / Regelung	- €	4.200,00 €	13.800,00 €	14.650,00 €	13.500,00 €
Solarkollektoren + Solarkreislauf	- €	5.200,00 €	- €	- €	- €
Heizflächen / Leitungssystem	- €	- €	2.500,00 €	- €	- €
Pufferspeicher	- €	1.000,00 €	- €	- €	- €
Gas- / Elektroinstallation	- €	900,00 €	700,00 €	850,00 €	850,00 €
Brennstofflagrung	- €	- €	600,00 €	- €	- €
Abgassystem / sonstige Baukosten / EWS	- €	- €	3.500,00 €	1.800,00 €	15.000,00 €
Förderung BEG (EM)					
<b>Summe Investition netto</b>	<b>15.000,00 €</b>	<b>11.300,00 €</b>	<b>21.100,00 €</b>	<b>17.300,00 €</b>	<b>29.350,00 €</b>

Preise	Nahwärme	Bundesdeutsche Jahresmittelwerte (Grundpreis und Arbeitspreis*)			
Anschlusskosten einmalig (netto)	15.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Anschlusskosten einmalig (brutto)	17.850,00 €				
Grundpreis (netto)	350,00 €/Jahr	10,33 €/Monat	-	6,75 €/Monat	6,75 €/Monat
Leistungspreis (netto)	18,00 €/KW	0,00 €/KW	0,00 €/KW	0,00 €/KW	0,00 €/KW
Arbeitspreis (netto)	9,50 ct/kWh	15,29 ct/kWh	11,25 ct/kWh	40,00 ct/kWh	40,00 ct/kWh

	Bioenergie Scheeßel	Gasbrennwertkessel + Solarthermie	Pelletheizung	Luft-Wasser Wärmepumpe	Sole-Wasser-EWP + PV-Anlage
<b>Primärenergiebedarf ca.</b>	<b>4400 kWh/a</b>	<b>22759 kWh/a</b>	<b>4188 kWh/a</b>	<b>11250 kWh/a</b>	<b>7579 kWh/a</b>
Primärenergiefaktor	0,2	1,1	0,2	1,8	1,8
<b>Brennstoffeinsatz</b>	<b>20000 kWh/a</b>	<b>20690 kWh/a</b>	<b>20942 kWh/a</b>	<b>6250 kWh/a</b>	<b>4211 kWh/a</b>
Energieinhalt Heizwert/Brennwert		0,9124		1	1
Drennstoffeinsatz (I leizwert)		18878 kWh	20942 kWh	6250 kWh	4211 kWh
Jahresnutzungsgrad (bez auf Heizwert)		98%	96%	320%	475%
davon Solare Deckung		1500 kWh			
<b>Nutzwärmebedarf</b>	<b>20000 kWh</b>	<b>20000 kWh</b>	<b>20000 kWh</b>	<b>20000 kWh</b>	<b>20000 kWh</b>
<b>Anschlussleistung</b>	<b>15 kW</b>	<b>0 kW</b>	<b>15 kW</b>	<b>15 kW</b>	<b>15 kW</b>
<b>Energiekosten</b>					
Grundkosten (netto)	350 EUR/a	124 EUR/a	0 EUR/a	81 EUR/a	81 EUR/a
Leistungspreis (netto)	18,00 €/KW	0 EUR/a			
Leistungskosten (netto)	270 EUR/a	0 EUR/a			
Arbeitspreis (netto)	9,50 ct/kWh	15,29 ct/kWh	11,25 ct/kWh	40,00 ct/kWh	40,00 ct/kWh
Arbeitskosten (netto)	1900 EUR/a	3164 EUR/a	2356 EUR/a	2500 EUR/a	1684 EUR/a
Stromkosten (Regelung, Gebläse, Pumpen, Warmwasserbereitung)	10 EUR/a	95 EUR/a	160 EUR/a	61 EUR/a	110 EUR/a
Wartung/Schornsteinfeger	0 EUR/a	366 EUR/a	445 EUR/a	206 EUR/a	256 EUR/a
Instandhaltungskosten	0 EUR/a	307 EUR/a	626 EUR/a	264 EUR/a	370 EUR/a
<b>Jahresheizkosten</b>	<b>2530 EUR/a</b>	<b>4055 EUR/a</b>	<b>3587 EUR/a</b>	<b>3112 EUR/a</b>	<b>2501 EUR/a</b>
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>15000 EUR</b>	<b>11300 EUR</b>	<b>21100 EUR</b>	<b>17300 EUR</b>	<b>29350 EUR</b>
Nutzungsdauer nach VDI 2067	einmalig! Keine Reinvestition! gerechnet für 20 Jahre	20 Jahre	20 Jahre	20 Jahre	20 Jahre
Kapitalgebunden Kosten bei gleicher Nutzungsdauer	1008 EUR/a	760 EUR/a	1418 EUR/a	1163 EUR/a	1973 EUR/a
<b>Vollkostenrechnung</b>					
Gesamtkosten (netto)	3538 EUR/a	4814 EUR/a	5006 EUR/a	4275 EUR/a	4474 EUR/a
MwSt.	672 EUR/a	915 EUR/a	668 EUR/a	812 EUR/a	850 EUR/a
<b>Gesamtkosten (brutto)</b>	<b>4211 EUR/a</b>	<b>5729 EUR/a</b>	<b>5674 EUR/a</b>	<b>5087 EUR/a</b>	<b>5324 EUR/a</b>
<b>Kosteneinsparung Nahwärme</b>		<b>27%</b>	<b>26%</b>	<b>17%</b>	<b>21%</b>
Durchschnittlicher Warmepreis (brutto)	21,1 ct./kWh	28,6 ct./kWh	28,4 ct./kWh	25,4 ct./kWh	26,6 ct./kWh
<b>Vorteil Nahwärme gegenüber anderen Technologien im ersten Jahr</b>		<b>1519 EUR/a</b>	<b>1464 EUR/a</b>	<b>876 EUR/a</b>	<b>1114 EUR/a</b>

sämtliche Varianten wurden ohne Berücksichtigung von Fördermittel gegenübergestellt; eine Förderung nach BEG EM ist möglich  
Bitte stimmen Sie diese mit Ihrem Energieberater ab

<sup>105</sup> IngenieurNetzwerk eG (2023a).

Anhang 6: Angebot Nahwärme Helvesieker Weg<sup>106</sup>

Bioenergie Scheeßel GmbH & Co KG - Bahnhofstr.3 - 27386 Brockel

An die Bewohner der Straßen:  
Helvesieker Weg

Bahnhofstr. 3  
27386 Brockel

Tel.: 04266/37096-0  
Fax.: 04266/37096-20  
[romundt@mr-mitte.de](mailto:romundt@mr-mitte.de)

**Bankverbindung:**  
Sparkasse Scheeßel  
Konto Nr. 902163 \* BLZ 29152550  
IBAN: DE 17 2915 2550 0000 9021 63  
Steuer - Nr. 40/208/00188

Brockel, 15.12.2022

### Angebot über einen Fernwärmeanschluss

Sehr geehrte Damen und Herren,

gerne möchte wir Ihnen einen Anschluss an unser regeneratives Wärmenetz anbieten. Künftig ist für eine Vollversorgung, sowie einer langfristigen Sicherstellung der Wärme neben dem Betrieb der Biogasanlage und der BHKW´s auch ein Holzhackschnitzelkessel geplant. Somit werden wir Ihnen langfristig eine regenerative Wärmeversorgung anbieten können.

Aufgrund der extrem gestiegenen Kosten im Rohrleitungsbau, sowie aus den Vorgaben der Wiederherstellung der Straßenkörper, benötigen wir eine Anschlussdichte von mindestens 75% um die Maßnahme in Ihrer Straße umsetzen zu können.

Die unten aufgeführten Konditionen sind für diese Anschlussdichte kalkuliert und würden im Falle einer höheren Anschlussdichte entsprechend sinken.

### Angebotene Konditionen:

Grundgebühr:	350,00 € / Jahr
Leistungspreis:	18,00 € / kW Anschlussleistung
Arbeitspreis:	9,50 ct / kWh

Für die Bereitstellung der Übergabestation inkl. dem Anschluss an Ihre vorhandene Hausanlage und der Hausanschlussleitung bis zu 10 mtr., wird ein einmaliger Zuschuss in Höhe von 15.000,00 € zzgl. der ges. MwSt. vereinbart.

Pro weiteren Meter Hausanschlussleitung werden 300,00 € zzgl. der ges. MwSt. / mtr. berechnet.

Sitz der Gesellschaft:  
27386 Brockel

Geschäftsführung:  
Axel Romundt

Eingetragen:  
Amtsgericht Walsrode  
Nr. HRA 200486

Gerichtsstand:  
Rotenburg (Wümme)

<sup>106</sup> Romundt, A. (2022b).

Über eine gesonderte Vereinbarung möchten wir Ihnen auch anbieten, den einmaligen Zuschuss in Höhe von 15.000,00 € auf 6 Jahresraten zu ändern. Bei Interesse erstellen wir Ihnen gerne dazu ein separates Angebot.

***Aber wie geht es nun weiter?***

- Wir würden uns freuen, wenn Sie uns zu unserem Angebot bis Mitte Januar eine Rückmeldung geben.
  
- Wir prüfen anschließend die Anschlussdichte in den jeweiligen Straßen und informieren Sie darüber wo mit dem Fernwärmenetzbau gestartet werden kann.

Wir sehen uns als regionaler Wärmeversorger und möchten Sie langfristig mit nachhaltig erzeugter Wärme versorgen. Zur Umsetzung dieser Maßnahme benötigen wir aber noch Ihre Hilfe. Sprechen Sie Ihre Nachbarn an und informieren Sie über unser Projekt.

Wir wünschen Ihnen und Ihrer Familie eine besinnliche Weihnachtszeit und ein frohes neues Jahr.

Mit freundlichen Grüßen

***Axel Romundt***

***Stefan Heitmann***

## 10 Literaturverzeichnis

Bieg, Hartmut; Kußmaul, Heinz (2009): Investition. 2., vollst. überarb. Aufl. München: Vahlen (Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften). Online verfügbar unter [https://doi.org/10.15358/9783800644346\\_75](https://doi.org/10.15358/9783800644346_75), zuletzt geprüft am 01.06.2023.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ((O.A.)): Förderprogramm im Überblick. Hg. v. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Online verfügbar unter [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/Foerderprogramm\\_im\\_Ueberblick/foerderprogramm\\_im\\_ueberblick\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html), zuletzt geprüft am 15.06.2023.

Bundesministerium der Finanzen ((O.A.)): AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig "Energie- und Wasserversorgung". Hg. v. Bundesministerium der Finanzen. Online verfügbar unter [https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere\\_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/AfA-Tabelle\\_Energie-und-Wasserversorgung.html](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_Energie-und-Wasserversorgung.html), zuletzt geprüft am 29.06.2023.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz ((O.A.)): Kraft-Wärme Kopplung. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/moderne-kraftwerkstechnologien.html>, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023): Bundeskabinett beschließt Novelle des Gebäudeenergiegesetzes – Umstieg auf Heizen mit Erneuerbaren eingeleitet. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/04/20230419-bundeskabinett-beschliesst-novelle-des-gebaeudeenergiegesetzes.html>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2023, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

Bundesnetzagentur ((O.V.)): Konzessionsabgabe. Hg. v. Bundesnetzagentur. Online verfügbar unter [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/A\\_Z\\_Glossar/K/Konzessionsabgabe.html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/A_Z_Glossar/K/Konzessionsabgabe.html), zuletzt geprüft am 29.06.2023.

BWL-Lexikon.de ((O.A.)): Investitionsausgaben. Online verfügbar unter <https://www.bwl-lexikon.de/wiki/investitionsausgaben/>, zuletzt geprüft am 19.06.2023.

Christeleit, Thomas ((O.A.)): MR Mitte - Niedersachsen e.V. Internes Dokument.

Christeleit, Thomas (2017): Verschmelzungsbericht. Hg. v. Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V.

Deutsche Bundesbank (2022): Bekanntgabe des Basiszinssatzes zum 1. Januar 2023: Anpassung auf 1,62 %. Hg. v. Deutsche Bundesbank. Online verfügbar unter [https://www.bundesbank.de/de/presse/presse-notizen/basiszinssatz-902556#:~:text=Hieraus%20errechnet%20sich%20mit%20dem,zuvor%20%2D0%2C88%20%25\).&text=28.,Dezember%202022%20bekannt%20gegeben](https://www.bundesbank.de/de/presse/presse-notizen/basiszinssatz-902556#:~:text=Hieraus%20errechnet%20sich%20mit%20dem,zuvor%20%2D0%2C88%20%25).&text=28.,Dezember%202022%20bekannt%20gegeben), zuletzt geprüft am 01.07.2023.

Ermschel, Ulrich; Möbius, Christian; Wengert, Holger Michael (2016): Investition und Finanzierung. 4., aktualisierte und korrigierte Aufl. 2016. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler (Lehrbuch).

FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. ((O.A.)): Heizen mit Holz. Online verfügbar unter <https://www.fnr.de/nachwachsende-rohstoffe/bioenergie/heizen-mit-holz>, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2011): Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage. Hg. v. FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Online verfügbar unter <https://mediathek.fnr.de/grafiken/pressegrafiken/schema-einer-landwirtschaftlichen-biogasanlage.html>, zuletzt geprüft am 27.06.2023.

FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hg.) (2021): Biogas-Messprogramm III. Unter Mitarbeit von Tino Barchmann, Marcel Pohl, Velina Denysenko, Erik Fischer, Josephine Hofmann, Markus Lenhart et al. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. Erstausgabe. Gülzow-Prüzen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Online verfügbar unter <https://mediathek.fnr.de/biogas-messprogramm-iii.html>, zuletzt geprüft am 04.06.2023.

Geilhausen, Marko; Bränzel, Juliane; Engelmann, Dirk; Schulze, Olaf (2015): Energiemanagement. Für Fachkräfte, Beauftragte und Manager. Wiesbaden: Springer Vieweg. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-02834-3>, zuletzt geprüft am 24.05.2023.

EEG 2023: Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz 2023). Online verfügbar unter [https://www.gesetze-im-internet.de/eeg\\_2014/BJNR106610014.html](https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html), zuletzt geprüft am 05.06.2023.

Glück, Oliver ((O.A.)): Wirtschaftlichkeit. Hg. v. haftungsberänkt (Jandedu UG). Online verfügbar unter <https://welt-der-bwl.de/Wirtschaftlichkeit>, zuletzt geprüft am 01.06.2023.

Google Maps ((O.A.)a): Auszug Helvesieker Weg. Online verfügbar unter <https://www.google.de/maps/place/Helvesieker+Weg,+27383+Schee%C3%9Fel/@53.1775105,9.4818424,17z/data=!4m6!3m5!1s0x47b106239eb681d1:0x34953f32d4d76b87!8m2!3d53.1781825!4d9.4835966!16s%2Fg%2F1thr66s6?entry=ttu>, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

Google Maps ((O.A.)b): Luftbild der Bioenergie. Online verfügbar unter <https://www.google.de/maps/@53.1879538,9.4760189,322m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>, zuletzt geprüft am 15.03.2023.

Google Maps ((O.A.)c): Standort der Bioenergie. Online verfügbar unter <https://www.google.de/maps/@53.1791475,9.4738833,2429m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

Grobrügge, Miriam (2018): Geschäftsbereich. Hg. v. Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. Online verfügbar unter <https://www.mr-mitte.de/index.php?id=51>.

Grobrügge, Miriam (2020): Die Agrarservice Rotenburg GmbH ist eine Tochtergesellschaft des Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. Online verfügbar unter <https://www.mr-mitte.de/index.php?id=128>, zuletzt geprüft am 15.04.2021.

Grösch, Norbert; Trox, Christian; Saidi, Abdessamad; Zörner, Dr.-ing. Wilfried; Grüner, Victoria; Baumkötter, Daniel et al. (2020): Biogas nach dem EEG - (wie) kann's weitergehen? Handlungsmöglichkeiten für Anlagenbetreiber. Hg. v. Technische Hochschule Ingolstadt, FH Münster, C.A.R.M.E.N. e.V. und ifeu Heidelberg. Online verfügbar unter [https://www.fh-muenster.de/egu/downloads/biogas/Biogas\\_nach\\_dem\\_EEG\\_REzAB\\_Broschuere.pdf](https://www.fh-muenster.de/egu/downloads/biogas/Biogas_nach_dem_EEG_REzAB_Broschuere.pdf), zuletzt aktualisiert am Juli 2020, zuletzt geprüft am 10.06.2023.

Gröschel, Gero (2023): Keine Lust, ein Jahr auf Wärmepumpe zu warten? Ein Hersteller liefert schneller. In: *EFAHRER.com*, 07.03.2023. Online verfügbar unter [https://efahrer.chip.de/news/keine-lust-ein-jahr-auf-waermepumpe-zu-warten-ein-hersteller-liefert-schneller\\_1011758](https://efahrer.chip.de/news/keine-lust-ein-jahr-auf-waermepumpe-zu-warten-ein-hersteller-liefert-schneller_1011758), zuletzt geprüft am 13.06.2023.

Gründer Plattform ((O.A.)): ROI–was bedeutet der Return on Investment für Gründer\*innen? Hg. v. Gründer Plattform. Online verfügbar unter <https://gruenderplattform.de/unternehmen-gruenden/roi#:~:text=Der%20ROI%20gibt%20das%20prozentuale,Investitionskosten%20noch%20nicht%20erwirtschaftet%20hast.&text=Der%20ROI%20von%200%20besagt,zu%20100%20Prozent%20erwirtschaftet%20hast>, zuletzt geprüft am 04.07.2023.

Holtmann Saaten (2020): Mais-Stroh silieren und hohe Methanerträge erzielen? Hg. v. Holtmann Saaten. Online verfügbar unter <https://holtmann-saaten.de/mais-stroh-silieren-und->

hohe-methanertraege-erzielen/, zuletzt aktualisiert am 12.05.2022, zuletzt geprüft am 28.06.2023.

IngenieurNetzwerk eG (2022a): 230419 Gesamtlageplan Scheeßel - Gesamtübersicht\_DIN A0 Hoch. Online verfügbar unter Internes Dokument, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

IngenieurNetzwerk eG (2022b): 12.3.5 Lageplan. Online verfügbar unter Internes Dokument, zuletzt geprüft am 05.07.2023.

IngenieurNetzwerk eG (2023a): 230116\_Jahreheizkostenvergleich unterschiedlicher Systeme. Online verfügbar unter Internes Dokument, zuletzt geprüft am 29.06.2023.

IngenieurNetzwerk eG (2023b): 230423\_Zusammenstellung der Investitionskosten. Online verfügbar unter Internes Dokument, zuletzt geprüft am 05.07.2023.

Joachim Herz Stiftung ((O.A.)): Biogas | LEIFIchemie. Online verfügbar unter <https://www.leifichemie.de/grundlagen-der-organischen-chemie/einfuehrung-die-organische-chemie/grundwissen/biogas>, zuletzt geprüft am 27.06.2023.

Joost, Matthias; Romundt, Axel (2023): Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. Jahreshauptversammlung. Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. Rotenburg (Wümme), 31.01.2023.

Kloth, Phillip ((O.A.)): Die Hackschnitzelheizung - für nachhaltiges Heizen. Online verfügbar unter <https://www.energieheld.de/heizung/holzheizung/hackschnitzelheizung>, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2020): Sperrfristregelung: keine Gülleausbringung in diesem Zeitraum. Hg. v. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/guelle/verordnung/sperrfrist.htm>, zuletzt geprüft am 27.06.2023.

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft ((O.A.)): Biogasausbeuten verschiedener Substrate. Hg. v. LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter [https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel\\_list=12%2Cb&anker0=substratanker#substratanker](https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=12%2Cb&anker0=substratanker#substratanker), zuletzt geprüft am 28.06.2023.

MVV Energie AG ((O.A.)): Fernwärme-Übergabestation - Das Herzstück sauberer Energie. MVV Energie AG. Online verfügbar unter <https://www.mvv.de/waerme/fernwaerme/hausuebergabestation>, zuletzt geprüft am 11.06.2023.

O.V. (2011): Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage. Hg. v. FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Online verfügbar unter <https://mediathek.fnr.de/grafiken/pressegrafiken/schema-einer-landwirtschaftlichen-biogasanlage.html>, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

O.V. (2017): Gründeridee der Maschinenringe als Basis für Entwicklungshilfe. Hg. v. Maschinenringe Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.maschinenring.de/roth/presse/presse-detail/newsID/gruenderidee-der-maschinenringe-als-basis-fuer-entwicklungshilfe>, zuletzt geprüft am 27.03.2023.

O.V. (2019): Biogasanlagen. Hg. v. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://mediathek.fnr.de/biogas-messprogramm-iii.html>, zuletzt aktualisiert am 16.02.0222, zuletzt geprüft am 05.06.2023.

O.V. (2023): Chronik zum Coronavirus SARS-CoV-2. Hg. v. Bundesministerium für Gesundheit. Online verfügbar unter <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/coronavirus/chronik-coronavirus.html>, zuletzt aktualisiert am 15.02.2023, zuletzt geprüft am 10.06.2023.

Rathjen, Manfred (1995a): Gesellschaftsvertrag. Hg. v. Maschinenring Mitte-Niedersachsen e.V. und Agrarservice Rotenburg GmbH.

Rathjen, Manfred (1995b): Geschäftsbesorgungsvertrag. Hg. v. Maschinenring Rotenburg (Wümme) e.V.

Rathjen, Manfred; Carstens, Werner (1996): Kooperationsvertrag zur Zusammenarbeit der Maschinenringe Rotenburg Wümme e.V. und Verden e.V. Unter Mitarbeit von Manfred Rathjen und Werner Carstens. Hemslingen.

Romundt, Axel (2022a): Interessenliste. Online verfügbar unter Internes Dokument, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

Romundt, Axel (2022b): Angebot Nahwärme Helvesieker Weg, 15.12.2022. Online verfügbar unter Internes Dokument.

Schünemann-Plag, Peter (2010): Planung Biogas. LWK Niedersachsen. Online verfügbar unter Internes Dokument, zuletzt aktualisiert am 06.07.2022, zuletzt geprüft am 21.06.2023.

Stürzer, Rudolf ((O.A.)): Betriebskosten - Definition und Umlage auf den Mieter. Hg. v. Haufe.de. Online verfügbar unter [https://www.haufe.de/recht/deutsches-anwalt-office-premium/betriebskosten-definition-und-umlage-auf-den-mieter\\_idesk\\_PI17574\\_HI923259.html](https://www.haufe.de/recht/deutsches-anwalt-office-premium/betriebskosten-definition-und-umlage-auf-den-mieter_idesk_PI17574_HI923259.html), zuletzt geprüft am 19.06.2023.

---

Verbraucherzentrale.de (2023a): GEG: Was steht im Gebäudeenergiegesetz? Online verfügbar unter <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/energetische-sanierung/geg-was-steht-im-gebaeudeenergiegesetz-13886>, zuletzt aktualisiert am 14.04.2023, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

Verbraucherzentrale.de (2023b): Wärmepumpe: Alles, was Sie wissen müssen, im Überblick | Verbraucherzentrale.de. Online verfügbar unter <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/heizen-und-warmwasser/waermepumpe-alles-was-sie-wissen-muessen-im-ueberblick-5439>, zuletzt aktualisiert am 19.05.2023, zuletzt geprüft am 13.06.2023.

Walker, Amy (2023): Habeck will Öl- und Gasheizungen komplett verbieten - auch bestehende Anlagen im Visier des Ministers. Hg. v. Merkur.de. Online verfügbar unter <https://www.merkur.de/wirtschaft/oel-gasheizungen-wirtschaftsministerium-gesetz-habeck-gruene-verbot-news-zr-92113805.html>, zuletzt aktualisiert am 19.03.2023, zuletzt geprüft am 15.06.2023.

Willers, Gerhard (1970): Satzung des Maschinenringes Rotenburg (Wümme) e.V. Unter Mitarbeit von Gerhard Willers. Hg. v. Maschinenring Rotenburg (Wümme) e.V. Rotenburg (Wümme).

Wolter, Daniel (2021): Was ist eine Wirtschaftlichkeitsanalyse? Online verfügbar unter <https://blog.hubspot.de/sales/wirtschaftlichkeitsanalyse>, zuletzt aktualisiert am 01.09.2021, zuletzt geprüft am 01.06.2023.

Wöltje, Jörg (2016): Investition und Finanzierung - mit Arbeitshilfen online. Grundlagen, Verfahren, Übungsaufgaben und Lösungen. 2. Auflage 2017. Freiburg im Breisgau, München: Haufe Lexware (Haufe Fachbuch, 02092).

Nachname: Krüger

Vorname: Paula Theresa

Matrikelnr.:s3004124

### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht. Die Zustimmung des Partnerunternehmens in der Praxis zur Verwendung betrieblicher Unterlagen habe ich eingeholt. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Brockel, den 7. Juli 2023



---

Unterschrift