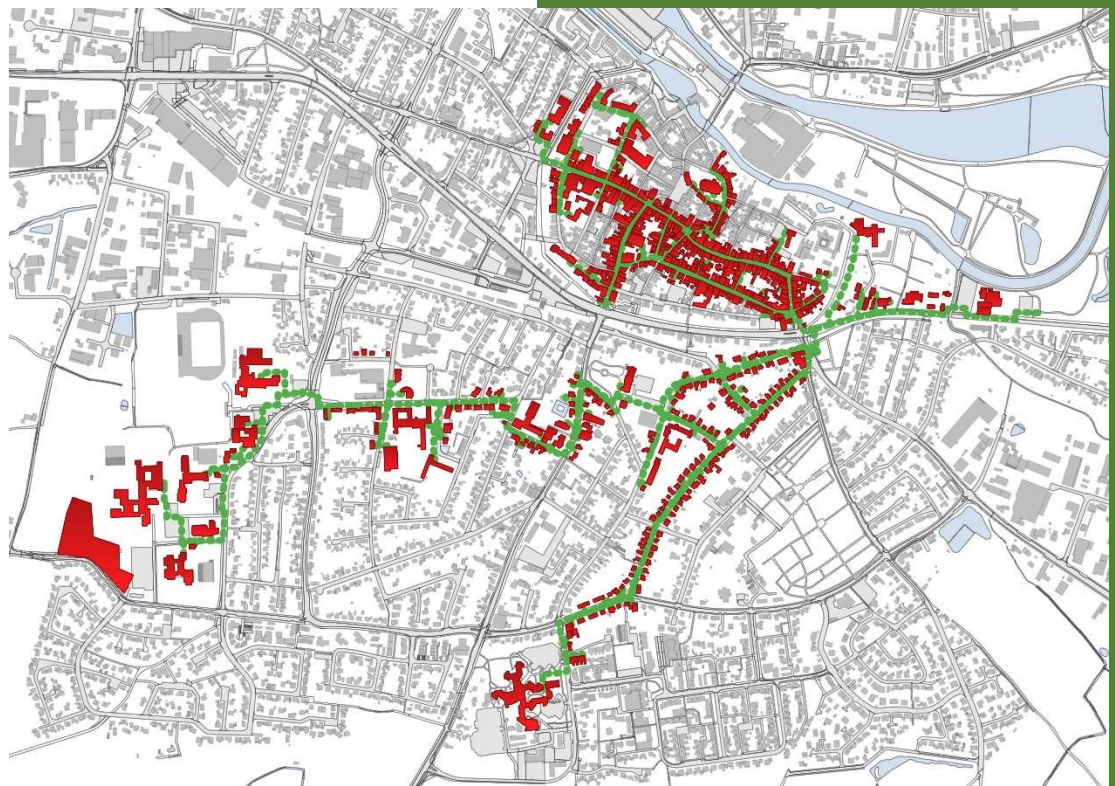


Wärmewende Warendorf
Erschließungsabschnitt 01

MACHBARKEITSSTUDIE



WEV Warendorfer Energieversorgung GmbH
Hellegraben 25
48231 Warendorf

6.10.2023

1 Inhalt

2	Einleitung Ausgangslage Machbarkeitsstudie	2
3	IST-Analyse des Untersuchungsgebietes	3
4	Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme	5
4.1	Biomasse	5
4.2	Potenzial an Umweltwärme des Flusses Ems	8
4.3	Sonstige Potentiale	9
5	Soll-Analyse des Wärmenetzes	9
6	Kostenrahmen	13
7	Pfad zur Treibhausgasneutralität	16
8	Fazit	18
9	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	19

2 Einleitung Ausgangslage Machbarkeitsstudie

Die WEV Warendorfer Energieversorgung GmbH (im folgenden WEV) ist fest entschlossen, die Aufgaben der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung innerhalb ihres Versorgungsgebietes mit den Mittel des Fernwärmeausbaus konsequent anzugehen. Die Größe der Aufgabe soll durch Priorisieren von Ausbauachsen in planbare, finanzierbare und umsetzbare Schritte ins „Machbare“ aufgeschlüsselt werden.

Städtebauliche Randbedingungen z.B. aus Straßensanierungen und weiteren Infrastrukturplänen sollen auch Leitplanken für die Zeitabfolge der Umsetzung sein. An dieser Stelle ist auch noch zu erwähnen, dass dieses Projekt einer späteren kommunalen Wärmeplanung vorangeht und in diese ohne Probleme integriert werden kann. Das Projekt der kommunalen Wärmeplanung ist von der Stadt Warendorf zu einem späteren Zeitpunkt vorgesehen.

Die Priorität des hier vorgestellten Projektes ist auf die Ankerkunden (Schulen der Stadt und des Kreises) und die anstehenden Straßensanierungen in der historischen Altstadt Warendorfs mit den zahlreichen denkmalgeschützten Bauwerken gerichtet. Dieser Bereich wird im weiteren als Erschließungsabschnitt 01 beschrieben. Mit den Ankerkunden wird ein besonderes Augenmerk auf die Wirtschaftlichkeit und dem effizienten Netzbetrieb gelegt. Die unmittelbare Berücksichtigung der historischen Altstadt hängt mit den dort unmittelbar umzusetzenden Straßensanierungen zusammen.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie zur Antragsstellung Modul 1 wurde bereits das gesamte Stadtgebiet in Bezug auf den Nutzwärmebedarf untersucht. Im Stadtgebiet Warendorf werden ca. 10.500 Objekte mit Erdgas versorgt, im Jahr 2020 wurde Gas in einer Menge von 253 GWh_{HS} verteilt.

Diese Machbarkeitsstudie bezieht sich auf den Teil des Stadtgebietes Warendorf, welcher südlich der Ems liegt. Der Erschließungsabschnitt 01 liegt in diesem Gebiet und bildet mit seinen Trassen die Hauptadern eines weiteren, späteren Endausbaus.

3 IST-Analyse des Untersuchungsgebietes

Untersucht wird in dieser Machbarkeitsstudie das geschlossene Stadtgebiet Warendorf, welches südlich der Ems liegt.

Zur Auswertung der Bebauungsstruktur wurde das amtliche Liegenschafts- und Kataster Informationssystem (ALKIS), bereitgestellt und als WFS-Server herangezogen. Die Verarbeitung und Aufbereitung dieser Daten erfolgte in dem freien GIS-System Qgis.



Abbildung 1: Gebäude im Untersuchungsgebiet

In dem Untersuchungsgebiet konnten 3.906 Gebäude mit definierter Adresse identifiziert und nach ihrer Nutzungsart differenziert sowie mit einem Nutzwärmebedarf ermittelt werden. Somit ergeben sich in dem Gebiet 3.906 mögliche Wärmekunden für eine Fernwärmeversorgung.

Viele Gebäude in der Stadt Warendorf sind mit Erdgas versorgt, der Anteil liegt bei rd. 75%. In der geschlossenen Wohnbebauung der Warendorfer Altstadt kann von einem Anteil größer 95% ausgegangen werden. Ein Großteil, der nicht mit Gas versorgten Gebäude wird durch Ölheizungen beheizt. Zur Untersuchung liegen die Erdgas-Verbrauchsmengen des Kalenderjahres 2020 vor. Diese Verbrauchsmengen wurden unter der Berücksichtigung von realistischen Kesselwirkungsgraden in Nutzwärme umgerechnet. In dem gesamten Gebiet konnte ein Erdgasabsatz im Jahr 2020 von 127 GWh_{HS} ermittelt werden. In einem

Durchschnittsjahr aus dem Zeitraum 2012 bis 2021 ergibt sich ein Nutzwärmebedarf von 114 GWh_{th}.



Abbildung 2: Gasverbrauch im Untersuchungsgebiet

Unterteilt in die Art der Gebäude im Untersuchungsgebiet ergibt sich folgende Aufteilung:

Art	Anzahl	Nutzwärmebedarf pro Jahr
Wohnheim	4	1.873 MWh
Wohnhaus / Wohngebäude	3337	74.001 MWh
Verwaltung / Polizei / Feuerwehr / etc.	33	5.673 MWh
Sportstätten	4	406 MWh
Religiöse Nutzung	8	324 MWh
Kindertagesstätten	8	542 MWh
Freizeit und Jugend	2	1.142 MWh
Gemischt genutztes Gebäude mit Wohnen	320	15.008 MWh
Handel und Dienstleistung	120	10.092 MWh
Gewerbe und Industrie	57	1.767 MWh
Schule und Bildung	15	3.090 MWh

Tabelle 1: Nutzwärmebedarf im Untersuchungsgebiet

Aus der Sicht aller Wärmekunden muss eine Fernwärmeversorgung in jedem Objekt auch eine gesicherte und den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechende Trinkwarmwasserbereitung gewährleisten. Hinzu kommt, dass sich in dem angedachten Versorgungsgebiet die historische Altstadt Warendorfs befindet, mit über 300 unter Denkmalschutz stehenden Gebäuden. Insbesondere für diese Art von Gebäuden kann eine Fernwärme, die sekundärseitig Wärmekunden eine Vorlauftemperatur von min. 70°C garantieren kann, ein wertvoller Hebel sein, um diese Verbraucher wärmeseitig zu dekarbonisieren.

4 Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme

4.1 Biomasse

Im Zuge der Potenzialermittlung erneuerbare Energien im Untersuchungsgebiet wurde zunächst die Verfügbarkeit von nach BEW-förderfähiger fester Biomasse recherchiert.

Zur Nutzbarmachung von Biomasse in Holzkesselanlagen zur Fernwärmeversorgung kann hier der Fokus auf Brennstoffe zur Beschickung von Anlagen größer als 1 MW Leistung gelegt werden. Gemäß des Anhangs 1 der Förderrichtlinie BEW wurden dabei insbesondere Mengengerüste bzgl. Landschaftspflegeholz, Straßenbegleitgrün und Sägerestholz betrachtet. Grundsätzlich kann Biomasse in Form von Holzhackschnitzel für Anlagen der genannten Größenordnung aus verschiedenen Quellen bezogen werden.

Das Sammeln von Holz aus verschiedenen Anfallquellen, der Transport und die Aufbereitung wird bereits heute durch verschiedene Unternehmen übernommen und organisiert. Ein Fernwärmeunternehmen ist dann dazu aufgefordert Holz von den üblichen Hackschnitzellieferanten im Rahmen von z. B. Mehrjahresverträgen mit fixierten Qualitäten und festen Konditionen zu beziehen.

Vor diesem Hintergrund war es zielführend, die Holzlieferanten im unmittelbaren Umkreis von Warendorf hinsichtlich ihrer Lieferpotenziale zu befragen. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden Anfragen an drei Firmen aus dem Raum Warendorf gestellt. Diese Unternehmen beziehen und verkaufen Holzhackschnitzel im Einzugsgebiet von rund 50 km Umkreis aus Quellen des Landschaftspflegeholzes, des Waldrestholzes und von Sägewerken.

Diese Holzhändler beziehen gegebenenfalls auch von den Garten- und Landschaftsbaubetrieben in Warendorf (entsprechend der Erhebung zehn Betriebe).

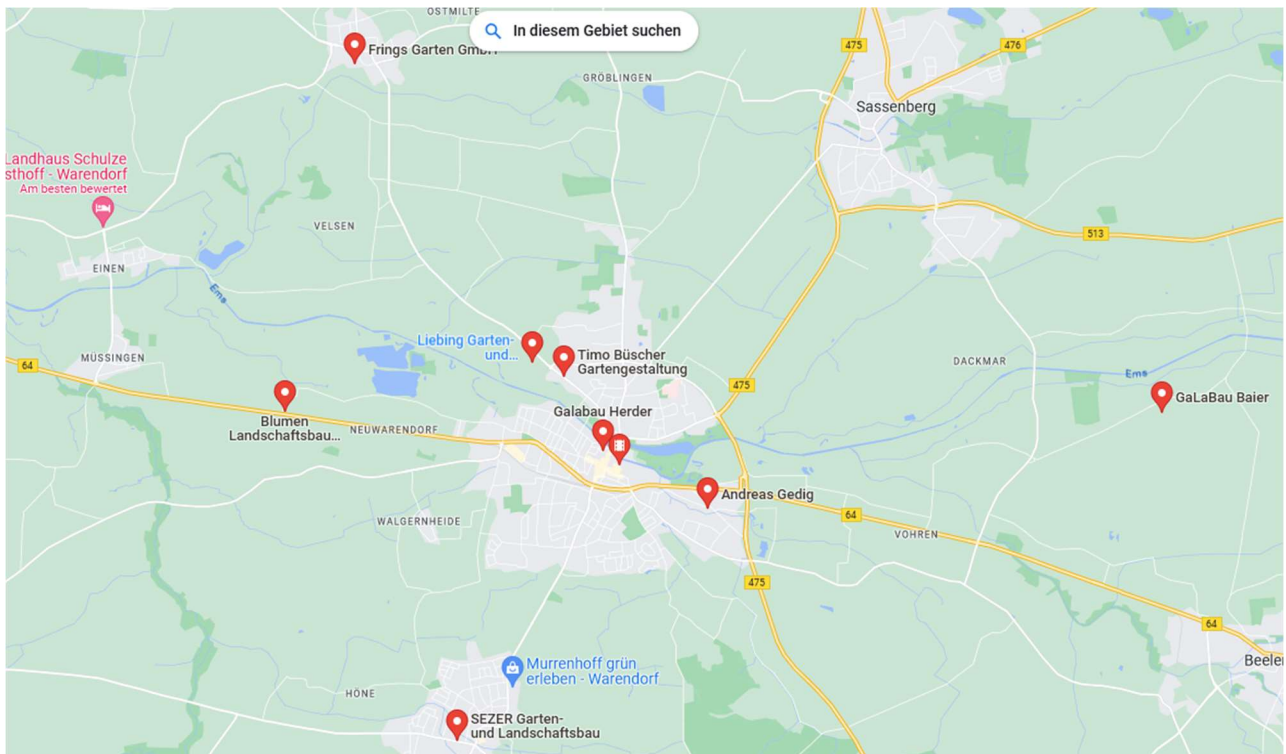


Abbildung 3: GaLaBau im Raum Warendorf

Aussagen zu den möglichen Hackschnitzel-Liefermengen dieser Holzlieferanten sind in der nachfolgenden Tabelle 2, Seite 7 zusammengefasst.

i. Altholz

Der Kreis Warendorf betreibt in Ennigerloh die Abfallwirtschaftsgesellschaft des Kreises Warendorf (AWG) und nimmt dort Rest-Holz mengen aus den umliegenden Kommunen zu gewissen Quoten auf. Hier besteht bereits eine vertragliche Regelung, d. h. dieses Holz wird anderweitig verwertet.

ii. Siebüberlauf

Aus den Quellen der AWG können allenfalls Holz mengen der Qualität Siebüberlauf aus der Rotte des Kompostwerkes geliefert werden. Diese Holzqualität ist für einen störungsarmen Betrieb in üblichen Holzheizwerken nur sehr eingeschränkt geeignet.

iii. Abfall aus Betrieben der Holzwerkstoffindustrie

Im Bereich der Mengen an Industrierestholz wurden zwei Möbelhersteller im Warendorf angefragt. Die Sitzmöbel GmbH Niehoff und die Warendorfer Küchen GmbH. Beide konnten keine Angaben zu überschüssigen Rest Holz mengen der Qualitäten A1 und A2 machen.

iv. Kommunale holzartige Biomasse

Nutzungsfähige Holz mengen aus Strauch- und Grünschnitt fallen nur in geringem Umfang an den Bauhöfen der Stadt Warendorf an. Hierzu müssten die Aufgaben der Logistik, der Aufbereitung und der Disposition übernommen werden.

Nachfolgende Tabelle zeigt die im Rahmen der Potenzial Recherche ermittelten Holzmengen mit Angaben von Liefermöglichkeiten in Tonnen pro Jahr.

Lieferant, Anfallstelle	Standort	Holzfraktion	Herkunft	Liefermengen im Jahr
Marcellus Ellebracht	Sassenberg	Sägewerksrestholz LPH, Kronenrestholz	Kreis Waf	5.000...10.000 Tonnen
Biomassehof Everswinkel	Everswinkel	LPH, Kronenrestholz	Kreis Waf	1.000...3.500 Tonnen
Ludger Struffert	Ostbevern	LPH	Kreis Waf	500...750 Tonnen
Maschinenring WAF	Warendorf	LPH	Kreis Waf	250...500 Tonnen
AWG, Ennigerloh	Ennigerloh	Siebüberlauf Kompostwerk	Kreis Waf	500... Tonnen
Bauhof	Waf Nor	Grünschnitt	Stadt Waf	~ 1.000 Tonnen
Bauhof	Waf Süd	Grünschnitt	Stadt Waf	~ 150 Tonnen
Wasser- und Bodenverband	Warendorf			k.A.
Niehoff Sitzmöbel	Warendorf	Industrierestholz	Produktion	k.A.
Warendorfer Küchen	Warendorf	Industrierestholz	Produktion	k.A.
GaLaBau-Betriebe	Warendorf	Grünschnitt, LPH		k.A.

Tabelle 2: Pot-Recherche zu dauerhaften Biomasse Mengen

Darüber hinaus ist bekannt, dass eine von einem Dienstleistungsunternehmen an der Bundeswehr Sportschule Warendorf betriebene Kesselanlage mit 2 MW Leistung, derzeit befeuert mit Holzhackschnitzeln, im Jahr 2024 außer Betrieb gehen wird. Die seit 20 Jahren dort eingesetzten Holzmengen in einer Größenordnung von 3.000 Tonnen pro Jahr werden ggf. dann als Lieferpotenziale frei.

Diese Mengen sind bereits in der Recherche der Holzlieferanten enthalten. Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass mit den hier skizzierten Holzmengen mehrere Holzheizwerke mit einer Laufzeit von bis zu 3.000 Stunden im Jahr (Heizsaison) in der Größenordnung von jeweils z.B. 3 - 5 MW betrieben werden könnten.

Eine detailliertere Untersuchung zu den Potenzialen an fester Biomasse im Untersuchungsgebiet wurde nicht weiter vorangetrieben, da zum Zeitpunkt der Erstellung der Machbarkeitsstudie schon feststand, dass in dem ersten Ausbaubereich bei der angedachten Fernwärme nicht primär auf den Energieträger Holz, sondern die Flusswasserwärmepumpe gesetzt werden soll. Dieses insbesondere auch vor dem Hintergrund, dass eine große Holzhackschnitzelanlage aufgrund der entstehenden Emissionen durch Betrieb, Lieferverkehr usw., im Stadtgebiet kaum umsetzbar ist und geringere Akzeptanz bei den Abnehmern finden könnte. Im Zuge einer Erweiterung des

Fernwärmenetzes bzw. der Erzeugungsanlagen kann auf diese Potenziale zurückgegriffen werden.

4.2 Potenzial an Umweltwärme des Flusses Ems

Der Fluss Ems fließt durch die Stadt Warendorf. Ein Fluss hat das Potenzial eine erneuerbare Wärmequelle für die jeweilige Region zu sein. Dieser Fluss trägt also Umweltwärme als wertvolle und ganzjährig verfügbare Enthalpie direkt in die Stadt. Das Potential wurde ab Herbst 2021 durch die WEV zusammen mit dem Ingenieurbüro Energieagentur Lippe untersucht und mit dem unten beschriebenen Ergebnis abgeschlossen. Im Herbst 2022 wurde die Entscheidung getroffen, auf Grundlage dieser Wärmequelle, den Aufbau eines Wärmenetzes nach den Kriterien des Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze ins Auge zu fassen.

Das Wärmepotential der Ems wurde auf Grundlage, der durch die Bezirksregierung Münster erfassten und berechneten Abflussmengen im Bereich Warendorf, berechnet. Hierzu wurden Messwerte aus dem Zeitraum ab 2017/2018 herangezogen. Um das gesicherte Potenzial zu berechnen, wurden die Monatswerte der gemessenen Niedrigabflüsse (NQ) in dem Zeitraum ab 2017/2018 bis Frühjahr 2023 betrachtet. Die Messung der Pegelstände der Ems erfolgt im Warendorfer Ortsteil Eimen und wurde durch die Bezirksregierung auf den Standort Warendorf interpoliert.

Zur Berechnung der Menge an Umweltwärme wird angenommen, dass dem Wasser bis zu einer minimalen Temperatur von 4°C bei 3 Kelvin Abkühlung stetig Umweltwärme entnommen werden kann. Legt man die 3 Kelvin der verfügbaren Wassermenge zu Grunde, ergibt sich folgende theoretisch zu erzielende Quellenleistung der Ems.

	Volumenstrom NQ der Ems	Quellenleistung bei 3 K Absenkung	Nutzung von max 1/3
Januar	12.500 l/s	157 MW	52 MW
Februar	9.500 l/s	119 MW	40 MW
März	7.500 l/s	94 MW	31 MW
April	2.500 l/s	31 MW	10 MW
Mai	1.500 l/s	19 MW	6 MW
Juni	800 l/s	10 MW	3 MW
Juli	800 l/s	10 MW	3 MW
August	800 l/s	10 MW	3 MW
September	2.500 l/s	31 MW	10 MW
Oktober	8.500 l/s	107 MW	36 MW
November	10.000 l/s	126 MW	42 MW
Dezember	12.500 l/s	157 MW	52 MW

Tabelle 3: Volumenstrom und Quellenleistung Ems

In den Monaten Mai bis September kann kontinuierlich von einer Wassertemperatur der Ems von über 10°C ausgegangen werden. Ab diesen Temperaturen kann dem Fluss, für

eine höhere theoretische Quellenleistung auch Enthalpie mit höherer Wassertemperatur entzogen werden.

Bei einer Nutzung von maximal 1/3 des Volumenstroms der Ems kann für eine mögliche Fernwärmeversorgung eine Quellenleistung im hohen zweistelligen Megawattbereich bereitgestellt werden.

Für eine sichere Wärmeversorgung auf Basis einer Flusswasserwärmepumpe müssten Redundanzerzeuger berücksichtigt werden, die eingesetzt werden können, wenn die Ems in kalten Wintern temporär zufriert und/ oder dem Wasser aufgrund der Vereisung keine Wärme mehr entzogen werden kann.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass über die Flusswärmepumpen an der Ems genügend Wärme erzeugt werden kann, um die hier betrachteten Liegenschaften mit ausreichend Wärme zu versorgen.

4.3 Sonstige Potentiale

Die Nutzung von Abwärme als Energieträger wurde untersucht. In Stadtgebiet Warendorf konnte keine geeignete Energiequelle lokalisiert werden. Dieses liegt insbesondere an der sehr geringen Ansiedlung von Industrieunternehmen mit hohem Energiebedarf, und damit sehr geringer Abwärmeerzeugung, im Warendorfer Stadtgebiet.

Die Errichtung von Solarthermieanlagen ist zu einem späteren Zeitpunkt denkbar. Wartungsarme Technik und niedrige Gestehungskosten machen diese Technik zu einer interessanten Alternative. Schwierig gestaltet sich jedoch die Standortsuche, da für eine solche Anlage größere Flächen in Nähe der Stadt bzw. des Fernwärmenetzes benötigt werden. Erste Gespräche haben hierzu schon stattgefunden. Eine Umsetzung im Erschließungsabschnitt 01 ist jedoch nicht möglich und auch nicht notwendig. Die durch die Ems bereitgestellte Umweltwärme bietet ausreichend Potential, um einen soliden Grundstein für eine nachhaltige Wärmeversorgung in Warendorf zu schaffen.

Die Nutzung von Tiefen-Geothermie wurde ebenfalls beleuchtet. Hierzu fand eine Abstimmung mit den Geologischen Dienst NRW statt, indem die vermutlich vorhandenen Potentiale erörtert wurden. Aufgrund der langen Umsetzungsphase, der hohen Kosten und einer unsicheren Erfolgsaussicht kam diese Technologie für den Erschließungsabschnitt 01 nicht in Betracht.

5 Soll-Analyse des Wärmenetzes

In der SOLL-Analyse wird der Umfang eines Wärmenetzes betrachtet, das in einem Zeithorizont von vier Jahren errichtet werden kann.

Die Grundstruktur des Wärmenetzes wird so angelegt, dass v.a. die Haupt-Transportleitungen der Fernwärme so dimensioniert werden, dass sie für einen zukünftigen Fernwärmeausbau für große Teile von Warendorf die notwendigen Kapazitäten zur Verteilung vorhalten können.

Das Fernwärmenetz wird als Zweileitersystem mit Kunststoffmantelrohren errichtet werden. Die Details zu Rohrleitungen, Rohrdimensionen, Druckverlusten und Temperaturen können

dem Projektbericht entnommen werden. Im Zuge der Arbeiten zur Planung des Fernwärmenetzes wurden sämtliche Plandaten geprüft, vor Ort-Besichtigungen durchgeführt und zusammen mit der Stadtplanung die Umsetzung der Erschließung die vergleichsweisen voluminösen Rohrleitungen geprüft.

Es wurde festgestellt, dass die Verlegung des Fernwärmenetzes sowohl in der historischen Altstadt als auch in anderen Zielgebieten grundsätzlich möglich ist.

In dem ersten Abschnitt des Fernwärmeausbaus soll ein Heizwerk an der Ems errichtet werden, welches die notwendige Nutzwärme mit Flusswasserwärmepumpen bereitstellen wird. Die hierfür notwendigen Gebäude werden auf dem zur Verfügung stehenden Grundstück so angeordnet, dass Flächen für den weiteren Zubau an Erzeugerleistung bereitstehen. Hier ist zunächst an Zubau von weiteren Flusswasserwärmepumpen oder die Errichtung eines Holzheizwerkes gedacht. Letzteres zur Erzeugung von Spitzenleistung innerhalb der Heizsaison.

Für die Platzierung von zusätzlichen Anlagen zur Erzeugung von Nutzwärme wurden im Zuge der Untersuchung weitere potenzielle Standorte identifiziert

- Nutzung des warmen Ablaufs der Kläranlage im Westen des Untersuchungsgebietes. Diese Quelle wurde in einer Studie nach dem Förderprogramm Wärmenetze 4.0 näher betrachtet.
- Ein Standort im Südwesten an der Kardinal-von-Galen und Rostocker Straße.
- Ein Standort im Süden, auf einem Grundstück an der Waldenburger Straße in unmittelbarer Nähe zum Kreishaus Warendorf

Als Zwischenfazit kann festgehalten werden, dass der Standort für die Heizzentrale auf jeden Fall umsetzbar ist, die entsprechenden Genehmigungsverfahren sind vorbesprochen bzw. eingeleitet. Bislang gibt es ausschließlich positive Prüfergebnisse. Auch in Bezug der weiteren o. g. Anlagen gibt es bislang ausschließlich positive Prüfergebnisse. Somit ist festzustellen, dass sämtliche in Betracht gezogenen Standorte machbar sind.

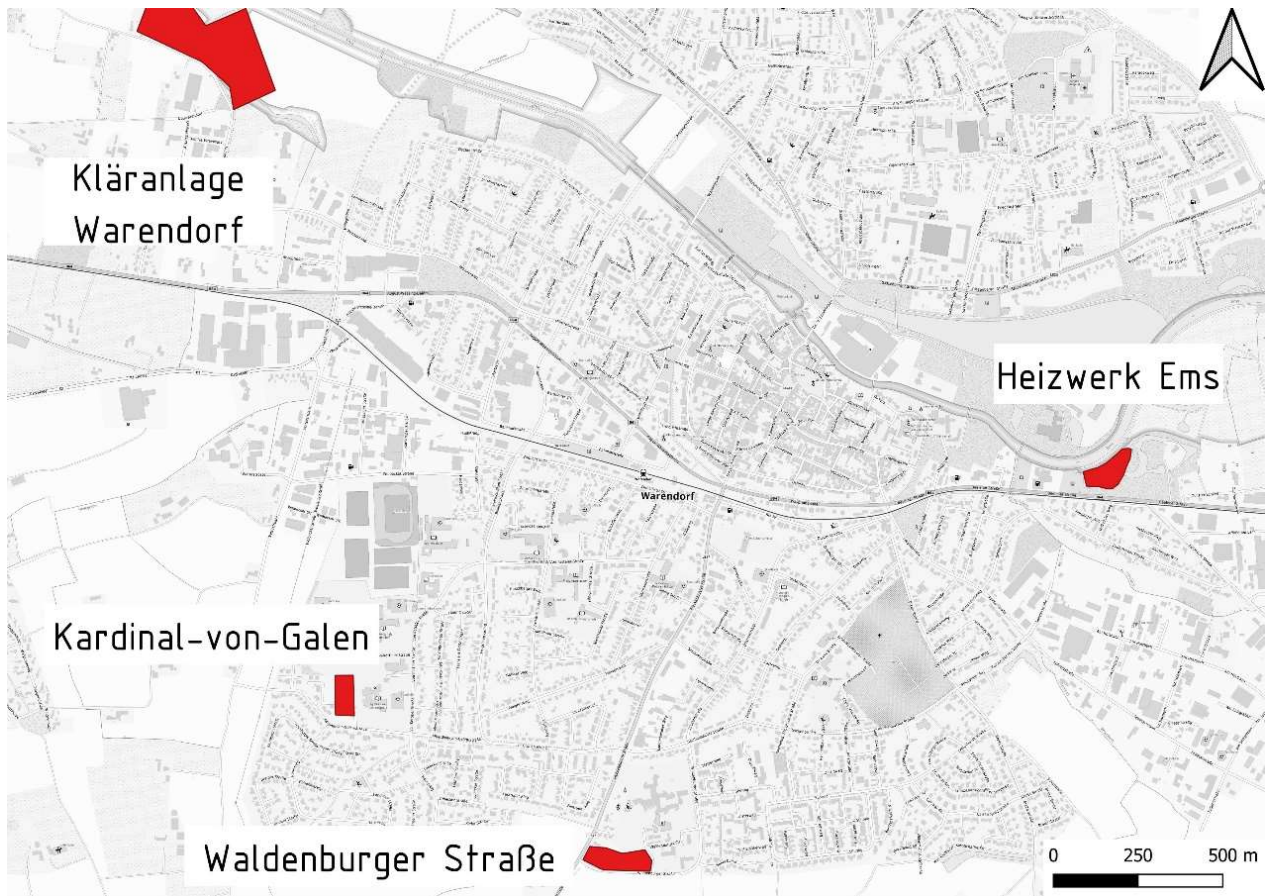


Abbildung 4: potenzielle Standorte Wärmeerzeugung

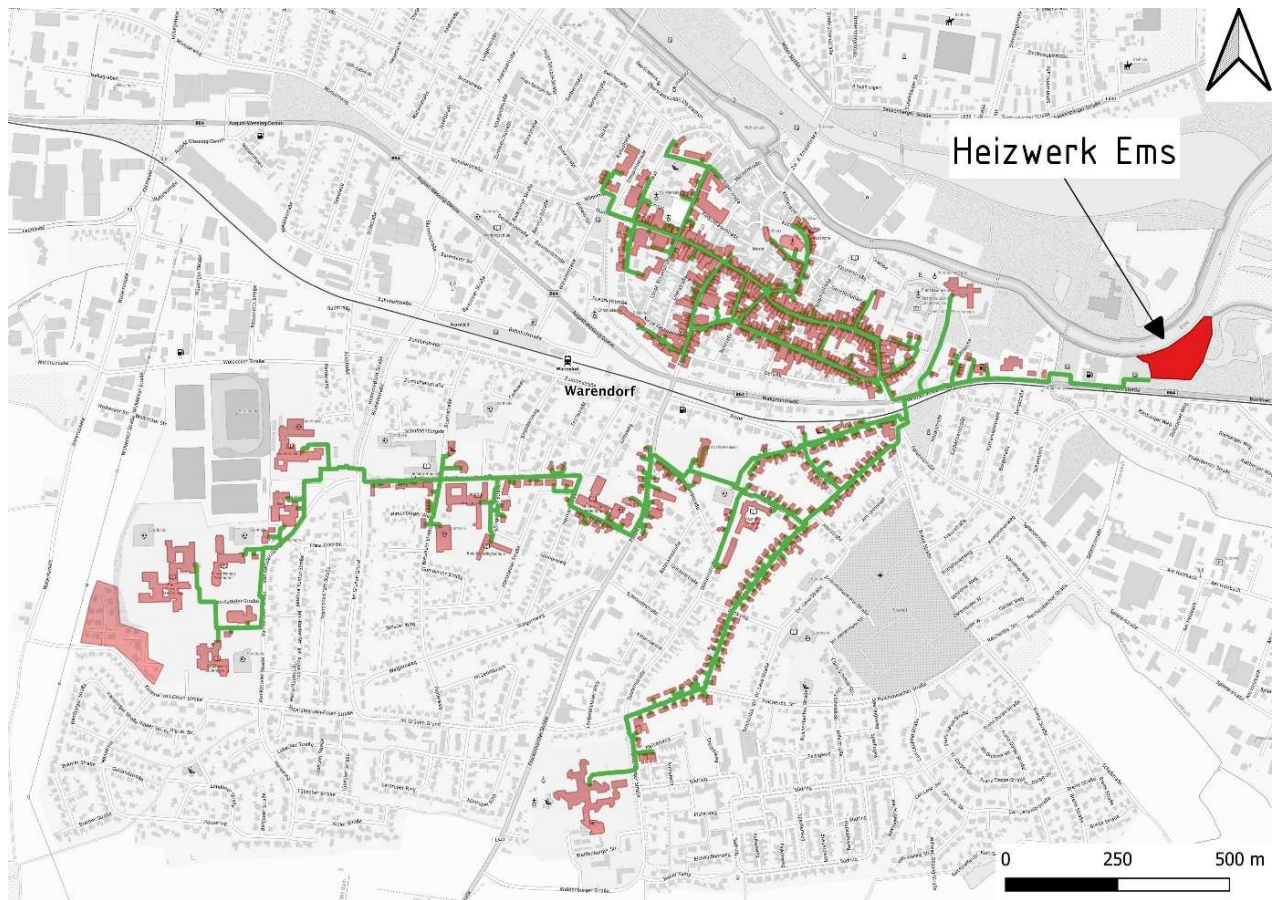


Abbildung 5: Trasse Erschließungsabschnitt 01

In den ersten vier Jahren sollen Wärmekunden mit einem kumulierten Nutzwärmebedarf von ca. 20 GWh_{th} an die Fernwärme angeschlossen werden. Auf Grundlage der vorbeschriebenen Wärmebedarfsermittlung kann dadurch Primärenergie in Form von Erdgas in einem Umfang von 29 GWh verdrängt werden.

Die Einsparung an Primärenergie beträgt ~ 21,5 GWh_{Pr} pro Jahr. Unter der Voraussetzung, dass für den Wärmepumpenbetrieb ausschließlich klimaneutraler Strom eingesetzt wird, können jährlich knapp 6.000 Tonnen CO₂ in dem ersten Erschließungsabschnitt eingespart werden. Als Emissionsfaktor des Erdgases wurde 203 g pro kWh_{HS} nach den Vorgaben des Bundesumweltministeriums angenommen.

Primärenergieeinsparung		
Erdgas, verdrängt	29.238.250	kWh _{HS}
Stromeinsatz für Heizwerk Ems	7.729.092	kWh _{el}
Einsparung	21.509.158	kWh _{Pr}
CO ₂ -Einsparung	5.935	Tonnen pro Jahr

Tabelle 4: Primärenergieeinsparung

Insgesamt können im Süden Warendorfs durch die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes rd. 25.500 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden.

6 Kostenrahmen

Im Rahmen der Entwurfsplanung zur Bearbeitung des BEW Modul 2 Antrages wurden Kostenberechnungen der Investitionen und des Betriebes für das zu errichtende Wärmenetz und der Wärmeerzeugung mittels Flusswasserwärmepumpen vorgenommen. Diese Zahlen wurden in Kombination mit einer ausführlichen Energiebilanz als Grundlage herangezogen, um die Wärmerestkosten (nach Vorgabe Merkblatt BEW) zu ermitteln.

	AfA	Investitionskosten netto	Anschlusskosten	BEW Förderung	Eigenkapital 25% nach Zuschüssen	Fremdkapital	Kapitalkosten für Fremdkapital
Fernwärme	40	22.832.977 €		9.133.191 €	3.424.947 €	10.274.840 €	640.332 €
Übergabestationen	30	10.855.378 €	5.188.200 €	2.266.871 €	850.077 €	2.550.230 €	175.470 €
Außenanlagen und Freiflächen	40	499.520 €		199.808 €	74.928 €	224.784 €	14.009 €
Bauwerk für Wärmeerzeugung	40	4.522.005 €		1.808.802 €	678.301 €	2.034.902 €	126.816 €
Wärmepumpe	30	6.800.000 €		2.720.000 €	1.020.000 €	3.060.000 €	210.544 €
MSR Technik	20	300.000 €		120.000 €	45.000 €	135.000 €	11.297 €
Pumpen u. Armaturen zzgl. Heizungstechnik	25	2.735.000 €		1.094.000 €	410.250 €	1.230.750 €	91.752 €
Elektrotechnik	25	1.419.000 €		567.600 €	212.850 €	638.550 €	47.603 €
Kesselanlagen	25	950.000 €		380.000 €	142.500 €	427.500 €	31.870 €
Gutachten u. Genehmigungen	30	683.086 €		273.234 €	102.463 €	307.389 €	21.150 €
Stromanschluss	40	1.550.790 €		620.316 €	232.618 €	697.855 €	43.491 €
Gasanschluss	40	1.286.863 €		514.745 €	193.029 €	579.088 €	36.089 €
sonstiges 10%	30	5.443.462 €		2.177.385 €	816.519 €	2.449.558 €	168.543 €
Projektsteuerung und Planung	30	5.987.808 €		2.395.123 €	898.171 €	2.694.514 €	185.397 €
Gesamt		65.865.889 €	5.188.200 €	24.271.076 €	9.101.653 €	27.304.960 €	1.804.361 €

Tabelle 5: Übersicht Kostenstruktur und Mittelherkunft/ Kapitalkosten

Der notwendige Investitionsumfang wurde bei „Netto-Betrachtung“ auf ca. 66 Millionen Euro errechnet. Unter der Berücksichtigung von Erlösen aus Anschlusskostenbeiträgen der Wärmekunden in einer Höhe von rund 5 Millionen Euro, ergeben sich förderfähige Kosten von etwa 61 Millionen Euro¹. In diesem Modell zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden die Baunebenkosten pauschal angesetzt. Dies entspricht der Vorgabe aus der BEW-Tabelle zur Wirtschaftlichkeitslückenberechnung. Das Modell dient einer ersten Einschätzung der Wirtschaftlichkeit im Rahmen der Machbarkeitsstudie. Die tatsächlichen Baunebenkosten sind im Rahmen der Kostenberechnung genauer ermittelt worden.

Die Finanzierung des Projektes soll über eine Kombination aus verschiedenen Quellen erfolgen. Neben den hier beantragten öffentlichen Fördermitteln im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) sowie Beiträgen der Anschlussnutzer wird Eigenkapital in einem Umfang von 20% bis 25% nach Abzug der passivierten Zuschüsse angestrebt. Die Rendite auf das eingesetzte Eigenkapital liegt in der Planung bei 5,5%. Die verbleibende Finanzierungslücke soll über Annuitäten- oder Ratentilgungsdarlehen

¹ Die Investitionssummen sind gemäß BEW-Merkblatt (*bew_merkblatt_technik-1.pdf*) grob angesetzt. Die Baunebenkosten sind nach BEW-Tabelle (*bew_formular_wlb*) pauschal angesetzt. Die Summen differieren zu den in der Kostenberechnung nach DIN 276 angegebenen tatsächlichen Kosten.

geschlossen werden. Im Rahmen dieser Studie wurde ein Fremdkapitalzinssatz von 5,5% unterstellt. Erste Vorgespräche wurden bereits mit den Hausbanken der WEV geführt. Darüber hinaus ist eine begrenzte öffentliche Beteiligung an der Finanzierung des Projektes denkbar, beispielsweise im Rahmen einer neu zu gründenden Energiegesellschaft, an der sich die Stadtgesellschaft (Bürger und Gewerbe) beteiligen kann. Bei der Ermittlung der Kosten wurde eine derartige Beteiligung aufgrund der noch vielen offenen Fragestellungen zunächst nicht weiter berücksichtigt. Die Finanzierbarkeit des Projektes hängt wesentlich von der Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der erzielbaren Einnahmen, des Wärmeabsatzpreises, der erreichbaren Anschlussquote sowie der bewilligten Fördermittel ab. Zudem ist eine ausreichende Ausstattung mit Eigenkapital erforderlich. Nach den derzeit vorliegenden Erkenntnissen und aus den vorhandenen Gesprächen kann geschlossen werden, dass die Finanzierung dieses Projektes mit dem hier genannten Volumen möglich ist. Neben einer Finanzierung mittels Eigenkapital sind die genannten Finanzierungsinstrumente und die entsprechenden Konditionen vorbesprochen und aus Sicht der WEV zu erzielen. Die entsprechenden Chargen werden bei Umsetzung entsprechend im Markt angefragt.

Berechnung von Jahreskosten in annuitätischer Betrachtung: Unter Berücksichtigung der Wartungskosten von ca. 0,7 Millionen Euro pro Jahr, einer EK-Rendite von rund 500.000 Euro, Stromeinkauf für 1,6 Millionen Euro, Personal- und Verwaltungskosten von 350.000 Euro, Versicherungskosten von ca. 160.000 Euro ergeben sich zusammen mit den Kapitalkosten für Fremdkapital im Durchschnitt Gesamtkosten in Höhe von 5,1 Millionen Euro pro Jahr.

Jahreskosten vor Betriebskostenzuschuss BEW / alles netto	
Kapitaldienst	1.804.361 €
Rendite auf EK 5,5%	500.591 €
Kosten für Strom	1.579.555 €
Wartungskosten	657.696 €
Personal- und Verwaltungskosten	350.000 €
Versicherung 0,25% d.Inv.	164.665 €
Gesamt	5.056.868 €
Wärmerestkosten	241 €/MWh

Tabelle 6: Jahreskosten vor BKZ BEW

Wartungskosten im Verhältnis zum Invest		
Fernwärme	0,25%	57.082 €
Übergabestationen	2,50%	271.384 €
Außenanlagen und Freiflächen	0,10%	500 €
Bauwerk für Wärmeerzeugung	0,25%	11.305 €
Wärmepumpe	3,00%	204.000 €
MSR Technik	3,00%	9.000 €
Pumpen u. Armaturen zzgl. Heizungstechn	2,00%	54.700 €
Elektrotechnik	2,50%	35.475 €
Kesselanlagen	1,50%	14.250 €
Gesamt		657.696 €

Tabelle 7: Verhältnis Wartungskosten zu Invest

Energiebilanz		
Nutzwärmebedarf	20.943.236	kWh
Nutzwärmeerzeugung	24.097.258	kWh
JAZ bzw SCOP	3,30	
Stromeinsatz für WP	7.295.341	kWh
Stromeinsatz Heizwerk	20,0	kWh _{el} pro MWh _{th}
Stromeinsatz Heizwerk	481.945	kWh

Kosten für WP Strom	20,0	Ct/kWh
Kosten für Heizwerkstrom	25,0	Ct/kWh

Kosten für Strom	1.579.555	€/a
------------------	-----------	-----

Tabelle 8: Energiebilanz

Bei dem Betrieb von Wärmepumpen in der hier vorgestellten Weise ergibt sich gemäß Förderkonzept BEW zudem ein Anspruch auf finanzielle Förderung des Betriebes in den ersten zehn Jahren. Aus diesem Grund werden die Wärmerestkosten einmal mit und einmal ohne Betriebskostenzuschuss (Modul 4) ermittelt.

Inkl. der Zuschüsse aus Modul 4 sind Wärmerestkosten von 194 Euro pro MWh zu erwarten, ohne Unterstützung ergeben sich Wärmerestkosten von 241 Euro pro MWh².

² Siehe Tabelle 6, Seite 14

Jahreskosten nach Betriebskostenzuschuss BEW / alles netto	
Kapitaldienst	1.804.361 €
Rendite auf EK 5,5%	500.591 €
Kosten für Strom	1.579.555 €
Wartungskosten	657.696 €
Personal- und Verwaltungskosten	350.000 €
Versicherung 0,25% d.Inv.	164.665 €
Gesamt	5.056.868 €
Erlöse aus Betriebskostenzuschuss BEW	994.786 €
Restkosten nach Erlösen	4.062.082 €
Wärmerestkosten	194 €/MWh

Tabelle 9: Jahreskosten nach BKZ BEW

Wird dieser Wert als Endkundenpreis angenommen und in einem Vergleich einer alternativen Wärmeversorgung gestellt, wird deutlich, dass die Wärmeversorgung über die geplante Fernwärme auch aus Abnehmersicht als wettbewerbsfähig anzusehen ist. Angesichts dieser Wettbewerbsfähigkeit sind die genannten Anschlussquoten als realistisch und damit als erreichbar anzusehen.

7 Pfad zur Treibhausgasneutralität

Mit dem angedachten Versorgungskonzept der zu errichtenden Fernwärme wird im Sinne des Förderprogramms ab dem ersten Tag eine 100% klimaneutrale Versorgung der Warendorfer Fernwärmekunden angestrebt.

Somit kann für alle Wegmarken 2030, 2035, 2040 und 2045 ein treibhausgasneutrales Wärmenetz angenommen werden.

Auch in dem angedachten weiteren Ausbau des Wärmenetzes werden 100% klimaneutrale Wärmeerzeuger im Sinne des BEW für den Regelbetrieb der Wärmeerzeugung eingesetzt.

Mittelfristig ist es angedacht den Strom regenerativ und regional zu erzeugen bzw. einzukaufen.

Den Flusswärmepumpen werden zum jetzigen Planungsstand als Redundanzherzeuger entweder zunächst erdgasbefeuerte Kesselanlagen und/oder eine Power-to-Heat Anlage zur Seite gestellt. Der Einsatz und die daraus notwendige Wärmeerzeugung kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht vorhergesagt werden. Für den Fall, dass in dem Jahr 2045 noch redundante Kesselanlagen notwendig sein werden, kann in diesem Konzept davon ausgegangen werden, dass diese durch klimaneutrale Ersatzbrennstoffe z.B. Wasserstoff oder methanisierten Wasserstoff befeuert werden.

Parameter zu Treibhausgasneutralität:

Das Netz wird klimaneutral im Sinne des BEW errichtet. Aus diesem Grund wird auf die einzelnen Wegmarken nicht eingegangen, da bei dem Netz keine Dekarbonisierungspfad angewandt werden muss.

Anteil erneuerbare Energien ohne Biomasse	100%	Ab Start des Projektes durch Flusswasserwärmepumpe
Anteil Biomasse	0%	Bei einer späteren Erweiterung wird evtl. auf diese Energiequelle für Spitzenlast gesetzt werden
Anteil Abwärme	0%	In dem Konzept derzeit nicht vorgesehen
Anteil H ₂ -KWK	0%	In diesem Konzept derzeit nicht vorgesehen
Anteil Müllheizkraftwerk	0%	In diesem Konzept auch in Zukunft unwahrscheinlich
Erdgas-KWK	0%	Nicht vereinbar mit der Idee 100% klimaneutral ab Beginn
Erdgas Kesselanlagen	0%, hier sind Anteile möglich da diese Kesselanlagen als Redundanzherzeuger eingeplant sind	

Tabelle 10: Anteil EE

8 Fazit

In der hier vorliegenden Machbarkeitsstudie haben wir die Notwendigkeit der regenerativen Wärmeversorgung beleuchtet, die Umsetzbarkeit einer Verlegung von Wärmenetzen und den Bau einer Wärmeerzeugungsanlage betrachtet. Zudem ist die Potenzialermittlung und der Kostenrahmen eines geplanten Wärmenetzes sowie der Pfad zur Treibhausneutralität beschrieben worden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein Projekt Wärmewende Warendorf unter Berücksichtigung der Fördermittel aus den verschiedenen, hier beschriebenen Perspektiven als machbar angesehen werden kann.

Erwähnen möchten wir an dieser Stelle, die Bevölkerung, das Gewerbe, die Stadtverwaltung und die regionale Politik befürworten derzeit dieses Projekt, würden die notwendigen Beschlüsse fassen und die Wärmewende Warendorf mittragen.

Ulrich K. Butterschlot

Geschäftsführer

ppa. Björn Güldenarm

technischer Leiter/Projektleiter

9 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nutzwärmebedarf im Untersuchungsgebiet	4
Tabelle 2: Pot-Recherche zu dauerhaften Biomasse Mengen	7
Tabelle 3:Volumenstrom und Quellenleistung Ems	8
Tabelle 4: Primärenergieeinsparung.....	12
Tabelle 5: Übersicht Kostenstruktur und Mittelherkunft/ Kapitalkosten	13
Tabelle 6: Jahreskosten vor BKZ BEW	14
Tabelle 7: Verhältnis Wartungskosten zu Invest	15
Tabelle 8: Energiebilanz.....	15
Tabelle 9: Jahreskosten nach BKZ BEW	16
Tabelle 10: Anteil EE	17
Abbildung 1: Gebäude im Untersuchungsgebiet.....	3
Abbildung 2: Gasverbrauch im Untersuchungsgebiet	4
Abbildung 3: GaLaBau im Raum Warendorf.....	6
Abbildung 4: potenzielle Standorte Wärmeerzeugung.....	11
Abbildung 5: Trasse Erschließungsabschnitt 01	12