

Abschlussbericht

Machbarkeitsstudie

Solare Biowärme für Greven (48268, Steinfurt)



Autoren:

Dipl.- Ing. Robert Wasser

M.Sc. Sascha Michaelis

B.Sc. Daniel Hahn

September 2017

Energethik Ingenieurgesellschaft mbH

Albert-Einstein-Straße 1

49076 Osnabrück

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das zu betrachtende Wohngebiet im Südosten Grevens.....	2
Abbildung 2: Gesamtübersicht der Standortgegebenheiten Greven und Umgebung	4
Abbildung 3: (A) und (B) potentielle Flächen für Solarthermie; (C) Ehemalige Abbaugrube	6
Abbildung 4: Vortrassierung des Nahwärmenetzes mit Zuleitung, Haupt- und Nebenleitungen	8
Abbildung 5: Wärmelastgang für das Quartier in Greven.....	12
Abbildung 6: Kosten-Nutzen-Vergleich der verschiedenen Wärmeerzeugungsarten im Vergleich zu der Wärmeversorgung durch ein Nahwärmenetz	19
Abbildung 7: alternativ betrachtetes Gebiet im Innenstadtbereich Grevens.....	22
Abbildung 8: Wärmepreise mit und ohne Speicher sowie mit und ohne Förderung	23
Abbildung 9: Standort Biomethan-BHKW, Gashochdruckstation und Netzverknüpfungspunkt	27
Abbildung 10: Vortrassierung des Wärmenetzes Innenstadt mit Zuleitung, Haupt- und Nebenleitungen	29
Abbildung 11: Ermittlung des Gesamtwärmebedarfs des Innenstandgebiets	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wärmeverbrauch der Gebäude in dem betrachteten Quartier im Südosten Grevens .	3
Tabelle 2: Länge und Dimensionierung der für die Vortrassierung verwendeten Leitungsrohre	9
Tabelle 3: Ermittlung der Wärmeverluste und Gesamtwärmebedarf Nahwärmnetz Greven....	11
Tabelle 4: 7 Varianten zur Deckung des Wärmebedarfs auf Basis erneuerbarer Energien.....	13
Tabelle 5: Kosten der sieben Varianten unterteilt nach den verschiedenen Kostenpositionen	15
Tabelle 6: Förderung der verschiedenen Komponenten des Wärmeversorgungssystems	15
Tabelle 7: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung jeder der sieben Varianten	16
Tabelle 8: Wärmebedarf der anzuschließenden Gebäude in dem betrachteten Innenstadt- Quartier Grevens	25
Tabelle 9: benötigten Rohrleitungslängen sowie die Dimensionierung der Wärmerohre	28
Tabelle 10: Wärmeverluste der ausgewählten Rohre an das Erdreich anhand der Tabelle 2.3.5 „Wärmeverluste isoplus -Doppelrohr“	30
Tabelle 11: Übersicht der zwei ausgewählten Varianten 8 & 9 für das Innenstadtgebiet	32
Tabelle 12: Kostenermittlung für die verschiedenen Gewerken der Innenstadt-Varianten	33
Tabelle 13: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Varianten 8 und 9	34

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BHKW	Blockheizkraftwerk
EU.	Europäische Union
FWL	Feuerungswärmeleistung
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
LZWS	Langzeitwärmespeicher
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
UN	United Nations
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
PE-X(a)	Polyethylen-kreuzvernetzt (x) mit Peroxyd-Zusatz (a)
SD	Solarer Deckungsanteil
SLK	Spitzenlastkessel
ST	Solarthermie
UBA	Umweltbundesamt
VBh	Vollbenutzungsstunden

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
1.1 Quartiersauswahl im südöstlichen Teil Grevens.....	2
2 Analyse der städtebaulichen, strukturellen und energetischen Rahmenbedingungen	3
2.1 Quartiersstruktur und Gebäudetypen	3
2.2 Gegebenheiten in der Umgebung des Quartiers	4
2.2.1 Standort Heizzentrale und saisonaler Erdbecken-Wärmespeicher	7
2.2.2 Standorte Solarthermie-Kollektorfelder	8
2.3 Erstellung des vorläufigen Trassenplans für das Nahwärmenetz	8
2.4 Wärmebedarfsermittlung Nahwärmenetz Greven	9
3 Vorstellung der sieben Energieversorgungs-Varianten	13
3.1 Kostenermittlung der Varianten.....	15
3.2 Wirtschaftlichkeit der Varianten	16
4 Vorteile der Wärmeversorgung durch ein Nahwärmenetz.....	19
5 Änderung des Versorgungsgebietes: Innenstadt.....	22
5.1 Übertragung der Ergebnisse aus Kap. 3.2 auf das Innenstadtgebiet	23
6 Analyse der städtebaulichen, strukturellen und energetischen Rahmenbedingungen im Innenstadtbereich Grevens.....	25
6.1 Quartiersstruktur und Gebäudetypen	25
6.1.1 Gegebenheiten in der Umgebung des Quartiers.....	26
6.1.2 Standorte Solarthermie-Kollektorfelder	26
6.1.3 Standort BHKW	26

6.2	<i>Erstellung des vorläufigen Trassenplans für das Nahwärmenetz</i>	28
6.3	<i>Wärmebedarfsermittlung Nahwärmenetz Greven</i>	30
7	Vorstellung der zwei Energieversorgungs-Varianten für das Innenstadtgebiet	32
7.1	<i>Kostenermittlung der Varianten</i>	33
7.2	<i>Wirtschaftlichkeit der Varianten</i>	33
8	Fazit, Verbesserungspotentiale und weitere Handlungsmöglichkeiten	35
9	Mögliche Zusammenarbeit mit Stadtwerke Greven	Fehler! Textmarke nicht definiert.
	Literaturverzeichnis	I
	Anhang	VII
	<i>Auslegung Wärmeerzeuger Varianten 1 bis 9</i>	<i>IX</i>
	<i>Kostenermittlung der Varianten 1 bis 9</i>	<i>XVIII</i>
	<i>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Varianten 1 bis 9</i>	<i>LXVII</i>
	<i>Auslegung Solarthermie und LZWS Varianten 1 - 6</i>	<i>LXXXV</i>
	<i>Projektvorschlag Solarthermie Ritter Solar XL</i>	<i>LXXXVIII</i>
	<i>Wärmebedarfsdaten aus „BHKW-Ultimate“</i>	<i>XC</i>
	<i>Energieeinsparung durch das Wärmenetz</i>	<i>XCI</i>
	<i>CO₂-Einsparung durch das Wärmenetz</i>	<i>XCII</i>
	<i>Datenblatt FLEX-BHKW</i>	<i>XCIII</i>
	<i>Datenblatt Solarthermiekollektoren</i>	<i>XCV</i>
	<i>Richtpreisangebot Wärmespeicher 500 m³</i>	<i>XCVIII</i>
	<i>Richtpreisangebot zur Lieferung von Biomethan</i>	<i>CI</i>

1 Einleitung

Der 2009 vom Expertenrat IPCC¹ veröffentlichte Bericht „*Statement on Climate Change*“ lässt keinen Zweifel daran, dass die vom Menschen ausgestoßenen Treibhausgase für die dramatische Erwärmung unseres Planeten verantwortlich sind. (American Association for the Advancement of Science, 2009). So stieg die Konzentration des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO₂) in der Atmosphäre, seit Beginn der Industrialisierung Mitte des 20. Jahrhunderts, von ca. 280 ppm auf 406 ppm im April 2017 (Umweltbundesamt (UBA), 2017).

Das Hauptziel des, auf der 2015 UN-Klimakonferenz verabschiedeten, „Übereinkommens von Paris“ ist die Begrenzung des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur auf unter 2 °C über dem vorindustriellen Niveau (United Nations (UN), 2015). Der Anlass für die Einführung dieser „**2-Grad-Grenze**“ ist, dass sie von den meisten Klimawissenschaftlern als ein Kipppunkt angesehen wird. Wenn der weltweite Temperaturanstieg mehr als 2°C überschreitet, sind die daraus resultierenden weiteren Folgen für die Umwelt und den Menschen unumkehrbar und kaum mehr abzuschätzen. Um dieses Ziel erreichen zu können, muss die globale Freisetzung von Treibhausgasen bis zum Jahr 2050 um mindestens 50%, bezogen auf die Werte aus dem Jahr 1990, sinken. In den Industrieländern müssen die Emissionen ebenfalls gegenüber 1990 sogar um 80-95% gesenkt werden (Jaeger & Jaeger, 2011).

Die Europäische Union beschloss das 2-Grad-Ziel bereits 2009, sodass die weltweit Vorreiterrolle im Klimaschutz von der EU eingenommen wird. Die Verringerung soll zum einen durch eine gesteigerte Energieeffizienz und zum anderen durch die Erhöhung des Marktanteils erneuerbarer Energien auf mindestens 20% und der nachhaltig produzierten Bio- und alternativer Kraftstoffe auf 10% erreicht werden.

In Deutschland ist die Energiewende dabei das erklärte Ziel und die beschlossene Lösung der Bundesregierung zur Umsetzung der Klimaschutzvorgaben. Der bundesweite Ausstoß soll in folgenden Intervallen schrittweise gesenkt werden²:

- *bis 2020 um 40 Prozent*
- *bis 2030 um 55 Prozent*
- *bis 2050 um 80 bis 95 Prozent*

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change

² Als Referenzjahr gilt 1990

Diese Ziele sind unter anderem im Energiekonzept der BRD von 2010 mit Leitlinien der langfristigen Strategie bis 2050 festgeschrieben (Integriertes energetisches Quartierskonzept - Nordstadt, 2015).

1.1 Quartiersauswahl im südöstlichen Teil Grevens

Um diese Ziele einhalten zu können muss der Anteil erneuerbarer Energien an der Energieerzeugung deutlich erhöht werden und die Energieeffizienz weiter gesteigert werden³ Auf regionaler Ebene soll in vorliegender Machbarkeitsstudie ein Konzept zur Energieversorgung der nordrhein-westfälischen Kleinstadt Greven⁴ auf Basis erneuerbarer Energien angefertigt werden. Die Machbarkeitsstudie wurde auf Initiative der **Bioenergie Guntrup GmbH & Co. KG** durch die **Energethik Ingenieurgesellschaft** durchgeführt.

Auf Quartiersebene soll in diesem groß dimensionierten Konzept die Möglichkeit der klimafreundlichen und nachhaltigen Wärmeversorgung für das im Südosten der Stadt Greven gelegene und in Abbildung 1 rot umrandete, Wohngebiet untersucht werden.



Abbildung 1: Das zu betrachtende Wohngebiet im Südosten Grevens [(© 2017 Google Earth Pro, 2017), bearbeitet]

³ Zahlenwerte für das Jahr 2016: Anteil EE am Primärenergieverbrauch: 1692 PJ (12,6%), Energieeffizienzsteigerung (gegenüber 1990): 63 Prozent (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie , 2017).

⁴ Kreis Steinfurt (PLZ: 48268)

2 Analyse der städtebaulichen, strukturellen und energetischen Rahmenbedingungen

In den folgenden Abschnitten werden die strukturellen Rahmenbedingungen und die Ergebnisse der städtebaulichen Analyse der Wohnsiedlung dargestellt. Es werden dazu die Gebietsstruktur, die Gebäudetypen sowie der bauliche Zustand der Gebäude untersucht sowie der energetische „Ist-Zustandes“ analysiert.

2.1 Quartiersstruktur und Gebäudetypen

Das betrachtete Quartier im Südosten der Stadt Greven umfasst den Bereich um die „Schützenstraße, Emsdettener Damm, Siedlungsweg, Overmannstraße“ sowie um die „Wöstenstraße“ und weist dabei eine Fläche von etwa 560.000 Quadratmeter auf.

Wie in Abbildung 1 zu sehen, handelt es sich bei dem überwiegenden Teil (ca. 80 %) der insgesamt 600 Gebäude der zu betrachtenden Wohnsiedlung um Standard-Einfamilienhäuser. Bei den verbleibenden Gebäuden handelt es sich um Doppelhaushälften, Mehrfamilienhäuser und Reihenhäuser. Die überwiegende Anzahl der Gebäude gehört zu der Baualtersklassen II⁵, sodass diese in einem Zeitraum zwischen Mitte der 1970er bis 1980er-Jahre errichtet worden sind.

In Tabelle 1 sind die im Quartier vorkommenden Gebäudetypen mit den jeweiligen Wärmeverbräuchen detailliert aufgelistet. Diese zeigt ebenfalls den durchschnittlichen, jährlichen Wärmeverbrauch pro Gebäude von 17.590 kWh. Die entsprechenden Wärmeverbrauchsdaten erge-

Gebäude	Anzahl	Baujahr	Anzahl Stockwerke	Wärmeverbrauch [kWh/a]	Gesamtverbrauch [kWh/a]	durchschnittlicher Energieverbrauch [kWh/a]
Einfamilienhaus, freistehend	480	1970er/1980er Jahre	2	18.000	8.640.000	-
Einfamilienhaus, freistehend	78	2000er/2010er Jahre	2	8.000	624.000	-
Mehrfamilienhaus, freistehend	12	1980er Jahre	3 bis 4	70.000	840.000	-
Reihenhaus	30	1970er/1980er Jahre	2	15.000	450.000	-
SUMME	600				10.554.000	17.590

Tabelle 1: Wärmeverbrauch der Gebäude in dem betrachteten Quartier im Südosten Grevens

⁵ Baualtersklasse II: Baujahre: 1977 - 1984 (Institut Wohnen und Umwelt (IWU), 2015)

ben sich aus der Multiplikation der Anschlussleistung und der Vollbenutzungstunden und wurden in Zusammenarbeit mit der FH Münster auf Grundlage statistisch vergleichbarer Gebäude ermittelt.

2.2 Gegebenheiten in der Umgebung des Quartiers

Die in Abbildung 2 gezeigte und türkis umrandete Biogasanlage gehört zur Bioenergie Guntrup GmbH & Co. KG und wurde im Jahr 2011 errichtet. Seit der Inbetriebnahme im April 2012 speist diese in das öffentliche Stromnetz ein. Zusammen besitzen die Anlagen der Bioenergie Guntrup eine Nennleistung von 560 kW_{el}, wobei ein Blockheizkraftwerk⁶ (BHKW) mit einer elektrischen Nennleistung von 370 kW direkt an der Biogasanlage installiert wurde und ein Satelliten-BHKW⁷ rund 1 km entfernt auf der Hofanlage Markfort.

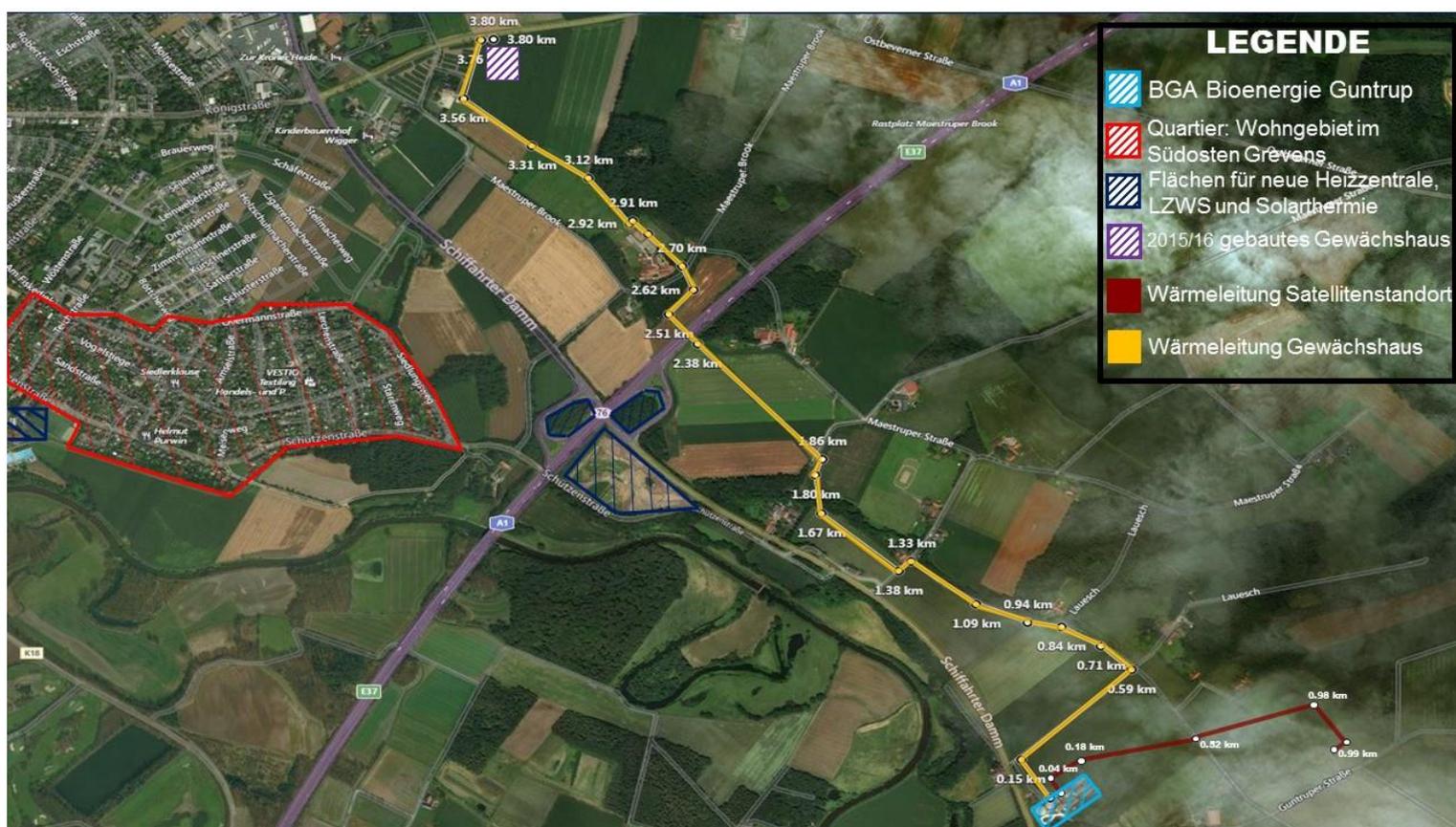


Abbildung 2: Gesamtübersicht der Standortgegebenheiten Greven und Umgebung

[(© 2017 Google Earth Pro, 2017), bearbeitet]

⁶ MTU, Typ: TB 1617b 50/400

⁷ 2G/MAN, Typ: 2G-KWK-190 BGG

Der Betreiber hat sich 2016/17 für die Flexibilisierung des BHKW an der Biogasanlage und bereits 2015/2016 dem Ausbau des Nahwärmenetzes entschieden. Dies waren zwei Maßnahmen um auch nach dem Auslaufen der Festvergütung des EEG 2009 konkurrenzfähig gegenüber anderen Energiedienstleistern zu sein.

Das lokale Nahwärmenetz konnte durch neu verlegte Wärmeleitungen erweitert werden, da in den Jahren 2015/16 ein neues Gewächshaus (s. Abbildung 2 lila umrandeten Fläche), etwa 3.5 km von der Biogasanlage entfernt gebaut wurde. Um das Gewächshaus, das einen jährlichen Wärmebedarf von etwa 4,2 MWh aufweist, mit der Biogasanlage zu verbinden, wurde Anfang 2016 die in Abbildung 2 orange gekennzeichnete Wärmeleitung verlegt. Eine weitere Wärmeleitung (s. Abbildung 2 dunkelrote Markierung) wurde vom Standort der Biogasanlage zum Satellitenstandort gelegt, um auch hier die überschüssige Wärme des Satelliten-BHKW's nicht ungenutzt an die Umgebung abzugeben, sondern dem Gewächshaus bei Bedarf zur Verfügung stellen zu können.

Im Zuge der Flexibilisierung war eine Überbauung mit etwa der dreifachen Nennleistung am ökonomisch sinnvollsten. Ausgewählt wurde ein BHKW der Firma Jenbacher mit einer Nennleistung von 1202 kW_{el}. Somit besitzt die Bioenergie Guntrup nach der Flexibilisierung eine Nennleistung von insgesamt 1572 kW_{el}. Deshalb besteht die Möglichkeit, langfristig die Bioenergie Guntrup in das entwickelte Gesamtkonzept zu integrieren, sodass überschüssig produzierte Wärme sinnvoll zur Gebäudebeheizung in dem Wohngebiet Grevens genutzt werden kann.

In Abbildung 2 sind zudem Flächen dunkelblau umrandet, die als geeignete Standorte für die Errichtung eines flexiblen Biomethan-BHKW zur erneuerbaren Wärmeversorgung des Quartiers, eine Sandgrube für den Bau eines saisonalen Erdbecken-Wärmespeichers sowie große Freiflächen zur Installation von Solarkollektoren, potentiell genutzt werden können.

Diese Flächen sind in Abbildung 3 detaillierter und mit Angaben zu den Längen dargestellt. Die markierten Gebiete besitzen dabei folgende Flächen:

Gebiet (A): 12.901 m²

Gebiet (B): 13.027 m²

Gebiet (C): 61.513 m²



(A)



(B)



(C)

2.2.1 Standort Heizzentrale und saisonaler Erdbecken-Wärmespeicher

Das in Abbildung 3 (C) dargestellte Gebiet zeigt eine ehemalige Abbaustelle für den Rohstoff „Sand“. Diese Grube wird aktuell jedoch nicht mehr wirtschaftlich genutzt. Aufgrund des langjährigen Abbaus von Sand ist bereits eine Grube mit einem Volumen von ca. 25.000 m³ ausgehoben worden. Folglich eignet sich diese Fläche ideal für die Errichtung eines saisonalen Erdbecken-Wärmespeichers.

Da theoretisch eine Fläche von mehr als 60.000 m² zur Verfügung steht, bietet das in Abbildung 3 (C) umrandete Gebiet auch die Möglichkeit, das als Heizzentrale genutzte Biomethan-BHKW direkt neben dem saisonalen Erdbecken-Wärmespeicher zu errichten.

Erste Demonstrationsprojekte mit der Kombination aus solarthermischen Großanlagen und Langzeitwärmespeichern mit Volumina größer 1000 m³ wurden bereits in den späten 1970er-Jahren in Schweden, den Niederlanden und Dänemark umgesetzt.

Ein Beispiel für ein flexibles und funktionierendes Gesamtsystem zur Strom- und Wärmeerzeugung, das zu 100% auf erneuerbaren Energien basiert, bietet das Anlagenkonzept für die Stadt Marstal auf der dänischen Insel Aerö. Zentrale Komponenten sind dabei die 33.400 m² Solarkollektorfläche mit einer Nennleistung von 23,5 MW_{th}, ein 4 MW_{th} Biomasseheizkraftwerk mit Organic-Rankine-Cycle-Anlage (750 kW_{el}), eine 1,5 MW_{th} CO₂-Kompressions-Wärmepumpe sowie ein 75.000 m³ Erdbecken-Wärmespeicher mit einer Speicherkapazität von 5 GWh⁸

Die Entwicklung in Dänemark, das einen wesentlich höheren regenerativen Stromanteil
Abbildung 3:(A) und (B) potentielle Flächen für Solarthermie an der Autobahnabfahrt A1; (C) Ehemalige Abbaugrube für Sand an der A1 [© 2017 Google Earth Pro, 2017), bearbeitet]

sieren, um so sowohl am Strommarkt als auch am Regelenergiemarkt erfolgreich teilnehmen zu können. Um eine flexible Fahrweise der stromgeführten KWK-Anlagen zu ermöglichen ist ein großvolumiger, multifunktionaler Wärmespeicher die zentrale Komponente. (Pauschinger & Schmidt, 2013).

⁸ Unter folgenden Annahmen: $\rho(\text{H}_2\text{O}): 1 \text{ kg/dm}^3$; $c_p(\text{H}_2\text{O}): 4,186 \text{ kJ/kg K}$; $\Delta T = 50 \text{ K}$

⁹ Dieser lag 2013 bei etwa 46% der insgesamt 125.088 TJ produzierten elektrischen Energie (Energieagentur.NRW, 2015)

Zukünftig werden sich die Betriebsstunden von KWK-Anlagen aufgrund des steigenden Anteils regenerativ erzeugten Stroms verkürzen, sodass der Wärmebedarf des Wärmenetzes über andere Energiequellen gedeckt werden muss. Große Solarthermieranlagen können dabei in Kombination mit Pufferspeichern und/oder saisonalen Wärmespeichern die Differenz zwischen Erzeugung und Wärmebedarf kurzfristig (Tage, Stunden) oder langfristig (saisonal) ausgleichen.

2.2.2 Standorte Solarthermie-Kollektorfelder

Das in Kapitel 2.2.1 beschriebene Energieversorgungskonzept nach dänischem Vorbild lässt sich auch auf die Energieversorgung des betrachteten Quartiers der Stadt Greven übertragen. Neben einem Standort für einen saisonalen Erdbecken-Wärmespeicher bieten die in Abbildung 3 (A), (B) und (C) gezeigten Gebiete mit einer Gesamtfläche von etwa 87.500 m² eine tatsächlich nutzbare Fläche für die Installation von Solarkollektoren von ca. 40.000 m².

2.3 Erstellung des vorläufigen Trassenplans für das Nahwärmenetz

In Abbildung 4 ist blau umrandet der Standort für das flexible Biomethan-BHKW und des Erdbecken-Wärmespeichers dargestellt. Von diesen zentralen Komponenten der Wärmebereitstellung, verläuft die Zuleitung in Richtung Wohngebiet. Der weitere Trassenverlauf richtet sich an dem Verlauf der öffentlichen Verkehrswege. Es ist ersichtlich, dass in Bezug auf die Trassenführung noch Optimierungspotential besteht, umso die Länge der Wärmeleitungsrohre auf ein Minimum zu reduzieren. In der Detailplanung muss mit Angaben über die Grundstücke aller an einem Anschluss an das Wärmenetz interessierten Anwohnern, ein exakter Verlauf der Wärmeleitungen mit der entsprechenden Dimensionierung der Leitungsrohre erstellt werden.



Tabelle 2 zeigt die für die Abbildung 4 dargestellte Vortrassierung ermittelten Rohrleitungslängen sowie deren Dimensionierung. Die Leitungslängen wurden mit Hilfe des Vermessungswerkzeuges der Software *Google Earth Pro* bestimmt. Da die exakte Trassierung der Hausanschlüsse wie bereits erwähnt erst nach der Detailplanung in Zusammenarbeit mit den Grundstückseigentümern ermittelt werden kann, wurde als Erfahrungswert pauschal 15 m Leitungslänge je angeschlossenem Gebäude angenommen¹⁰.

Eine erste Dimensionierung der Leitungsrohre sowie die Auswahl des Werkstoffes, erfolgte ebenfalls anhand von Erfahrungswerten der Projektingenieure, die bereits ähnliche Wärmenetz-Projekte erfolgreich umgesetzt haben.

Bezeichnung der Wärmeleitung	Länge [m]	Auslegung
Zuleitung	743	Stahl-Doppelrohr DN 125 (Standard,Diskonti)
Hauptleitungen & Nebenleitungen	7.916	PE-X(a)- Doppelrohr 80%: DA 63(v) & 20%: DA 75
Hausanschlussleitungen	6.750	PE-X(a)- Doppelrohr 50%: DA 25v & 50%: DA 32v

Tabelle 2: Länge und Dimensionierung der für die Vortrassierung verwendeten Leitungsrohre [PE-X(a):Polyethylen kreuzvernetzt (v):einfach verstärkt; (Diskonti): Diskontinuierliche Fertigung; (isoplus Fernwärmetechnik, 2015)]

2.4 Wärmebedarfsermittlung Nahwärmenetz Greven

Die in Kapitel 2.3 bestimmten Wärmeleitungslängen bilden die Grundlage zur Berechnung der Wärmeverluste der Rohrleitungen an das umgebende Erdreich sowie in einem nächsten Schritt zur Ermittlung des Gesamtwärmebedarfs.

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse dieser Berechnungen. Die gewählte Hausanschlussquote von 75% wird aufgrund von Erfahrungswerten, aus einer Vielzahl von abgeschlossenen Projekten, auch für die Auslegung dieses Nahwärmenetz angewendet.

Die Wärmeverluste der Rohrleitungen wurden anhand der Tabellen 2.3.5 „Wärmeverluste isoplus -Doppelrohr“ für starre Verbundsystem beziehungsweise Tabelle 3.5.3 „isopex

¹⁰ Bei einer angenommenen Anschlussquote von 75%: 450 Gebäude

Wärmeverlust und Leistung“ für flexible Verbundsysteme der Planungshandbücher des Unternehmens „*isoplus Fernwärmetechnik*“ und den entsprechenden Rohrlängen ermittelt (isoplus Fernwärmetechnik, 2015). Dabei wird eine mittlere Temperatur des Wärmenetzes von 70° C angenommen.

Die Berechnung der Anschlussleistung der angeschlossenen Häuser ergibt sich aus dem jährlichen Wärmebedarf pro Haus von 17.590 kWh (vgl. Tabelle 1) und dem Zahlenwert für Vollbenutzungsstunden (VBh) eines Einfamilienhaus von 2000 VBh nach der VDI-Richtlinie 2067 Blatt 2: „Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen Raumheizung“. Auf den errechneten Wert als Hausanschlussleistung von 9 kW wurde ein Sicherheitsaufschlag von 33 % berechnet, folglich wird im weiteren von einer thermischen Leistung pro Haus von 12 kW ausgegangen.

Es ist jedoch bei der Berechnung der maximal benötigten Leistung zu beachten, dass es durch den individuellen, zeitlich unterschiedlichen Verlauf der der Leistungsanforderungen aller angeschlossenen Abnehmer in Versorgungsnetzen zu einer zeitlichen Streuung der Leistungsspitzen kommt. Dementsprechend verringert sich die tatsächlich erforderliche maximale Gesamtleistung gegenüber der Summe der nominellen Nennleistungen der einzelnen Abnehmer. Dieser Effekt wird als Gleichzeitigkeit bezeichnet. Diese beträgt für ein homogenes Nahwärmenetz mit 450 angeschlossenen Gebäuden etwa 0.45 (BWK: Das Energie-Fachmagazin, 2012).

Der jährliche Gesamtwärmebedarf des Nahwärmenetzes von etwa 9.461 MWh ergibt sich aus der Summe der Wärmeverluste der Wärmeleitungen von 1.545.000 kWh sowie dem Gesamtwärmebedarf der angeschlossenen 450 Häuser von 7.915.000 kWh.

Wärmebedarfsermittlung		
Daten	Einheit	Gesamt
Anschlussquote	%	75%
Gesamte Häuseranzahl	St	600
Anzahl Häuser mit Anschlussquote	St	450
Länge der Wärmeleitung		
Zuleitung	m	743
Hauptleitung	m	7.916
Hausanschlussleitung (je Haus 15m)	m	6.750
Summe Wärmeleitung	m	15.409
Wärmeverluste		
Wärmeverlust Zuleitung	kW/m	0,01863
Wärmeverluste Hauptleitung	kW/m	0,01290
Wärmeverluste Hausanschlüsse	kW/m	0,00896
Wärmeverluste Zuleitung	kWh/a	121.263
Wärmeverluste Hauptleitung	kWh/a	894.540
Wärmeverluste Hausanschlüsse	kWh/a	530.041
Summe Wärmeverluste	kWh/a	1.545.844
Anteil Wärmeverlust am Gesamtwärmebedarf	%	16,3%
Energiebedarf Übersicht		
Anschlussleistung je Haus (thermisch)	kW	12
Anschlussleistung mit Anschlussquote (thermisch)	kW	5.400
bei Gleichzeitigkeitsfaktor 0,45 mit Anschlussquote (thermisch)	kW	2.430
Bedarf pro Haus	kWh/a	17.590
Bedarf aller Häuser (inkl. Anschlussquote)	kWh/a	7.915.500
Verluste Wärmenetz	kWh/a	1.545.844
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	9.461.344

Tabelle 3: Ermittlung der Wärmeverluste sowie des Gesamtwärmebedarfs Nahwärmnetz Greven [(Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993); (BWK: Das Energie-Fachmagazin, 2012); (isoplus Fernwärmetechnik, 2015); (© 2017 Google Earth Pro, 2017)]

Abbildung 5 zeigt den Wärmelastgang für das Quartier im Südosten Grevens. Die Software gestützte Ermittlung und Simulation des Lastganges für die Wohnsiedlung, inklusive der in Tabelle 3 gezeigten Verluste des Nahwärmenetzes, erfolgte mit dem Programm „BHKW-Ultimate“ des Unternehmens Erfurth & Braunholz (BHKW-Ultimate V.2.4.0 (Erfurth & Braunholz) , 2017). Die exportierten Daten der Simulation sowie weitere Berechnungen für die Erstellung des Lastganges sind in Anhang 30 dargestellt.

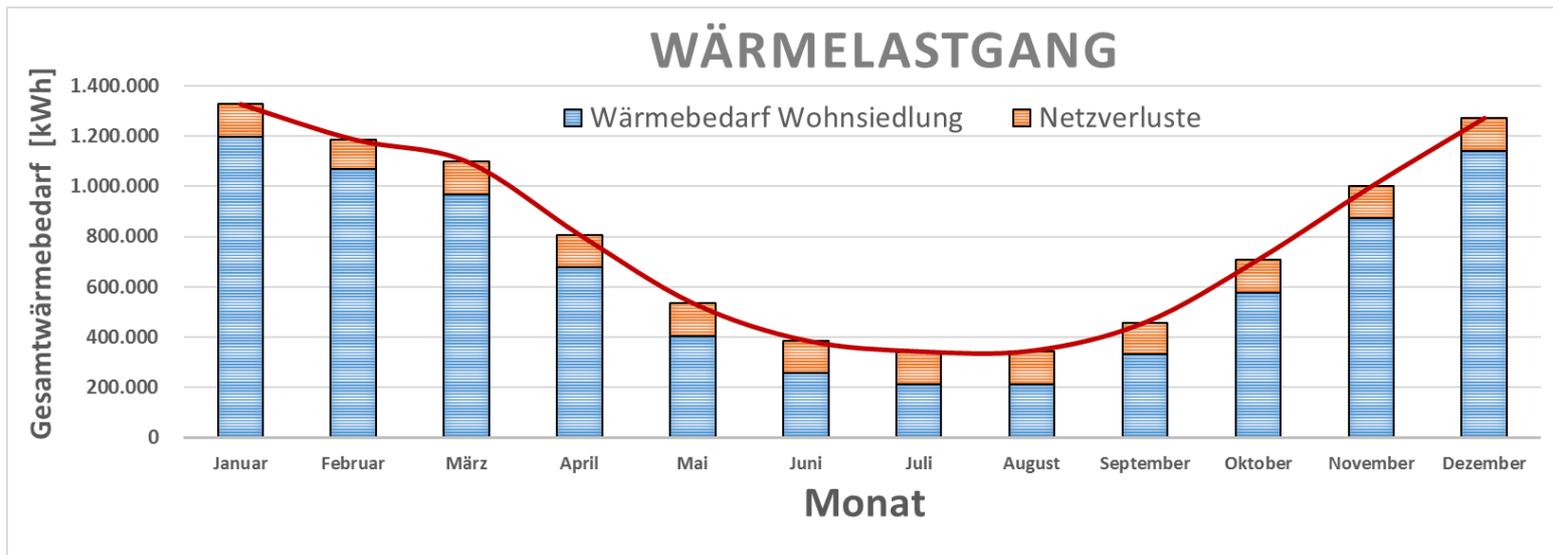


Abbildung 5: Wärmelastgang für das Quartier in Greven [eigene Darstellung; Simulation mit: (BHKW-Ultimate V.2.4.0 (Erfurth & Braunholz) , 2017)

Die Software ermöglicht, durch eine Vielzahl anpassbarer Parametern, die Erstellung eines künstlichen Lastganges, welcher unter anderem abhängig vom Standort, der Branche und den Betriebszeiten des BHKW ist. Zur Erstellung realitätsnaher Lastprofile werden dabei mehrere statistische Verfahren kombiniert.

3 Vorstellung der sieben Energieversorgungs-Varianten

Im Zuge dieser Machbarkeitsstudie werden verschiedenen Varianten zur Deckung des Gesamtwärmebedarfs der Wohnsiedlung ausgearbeitet. Dabei werden unterschiedliche erneuerbare Energiequellen in unterschiedlichen Anteilen miteinander kombiniert.

Alle Varianten umfassen jedoch ein mit dem Brennstoff Biomethan betriebenes Blockheizkraftwerk sowie ein großflächiges Solarthermie-Kollektorfeld. Mit flexibel ist die Disposition einer Stromerzeugungsanlage gemeint, kurzfristig eine verminderte oder erhöhte Strommenge zur Verfügung stellen zu können (Romberg, 2013). Ein flexibles BHKW ist demnach in der Lage Nachfrageschwankungen an elektrischer Energie im öffentlichen Netz, durch eine bedarfsorientierte Einspeisung von Strom, auszugleichen.

Zudem ist in allen Varianten ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 500 m³ vorgesehen, um Lastspitzen des Wärmenetzes ausgleichen zu können. Mit diesem Wärmespeicher wird zudem sichergestellt, dass in den Varianten mit saisonalem Erdbecken-Wärmespeicher die Temperaturschichtung diesen trägen Speichers nicht zerstört wird.

	Einheit	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7
Solarer Deckungsanteil	%	75	64	55	39	25	21	-
Wärmebedarf gedeckt durch ST	kWh	7.084.174	6.057.296	5.214.912	3.658.379	2.400.000	2.000.000	-
Wärmebedarf gedeckt durch BHKW	kWh	2.377.170	3.404.049	4.246.432	5.802.966	7.061.344	7.461.344	9.461.344
Aperturfläche ST	m ²	15.627	13.192	11.223	7.712	4.871	4.059	-
Benötigte Grundstücksfläche ST	m ²	37.655	31.787	27.043	18.583	11.737	9.781	-
Volumen LZWS	m ³	53.088	38.164	27.163	9.767	-	-	-
max. gespeicherte Energie im LZWS	kWh	3.079.131	2.213.522	1.575.441	566.486	-	-	-
angenommene Speichereffizienz	%	80	80	80	75	-	-	-
Wärmespeicherverluste	kWh	615.826	442.704	315.088	141.621	-	-	-

Tabelle 4: Die Sieben Varianten zur Deckung des Gesamtwärmebedarfs auf Basis erneuerbarer Energien

(ST: Solarthermie; LZWS: Langzeitwärmespeicher); [(Solites, Steinbeis Innovation GmbH (SIG), 2016); (Solites, AGFW, 2013); (SolnetBW, SDH-solar district heating, 2015) (Willige, Martin (Projektvorschlag: Ritter Solar), 2017) (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Wager, 2006)]

Tabelle 4 zeigt die insgesamt sieben verschiedenen Varianten zur Deckung des Gesamtwärmebedarfs der Wohnsiedlung. Dabei wird der Anteil der Wärme, die von der solarthermischen Anlage bereit gestellt wird zwischen 75% und 0% variiert umso in einer anschließenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die ökonomisch optimale Variante bestimmen zu können (vgl. Kap. 3.2).

Der Anteil am Gesamtwärmebedarf, der nicht von Solarthermie gedeckt wird jeweils von den Biomethan-BHKW bereitgestellt.

Variante 7 mit der vollständigen Deckung des Wärmebedarfs durch das Biomethan-BHKW dient zum Vergleich dieser Variante mit den Varianten 1 bis 6, die einen solarthermischen Anteil besitzen.

Die für die Installation der Solarkollektoren benötigte, Gesamt- und Aperturfläche werden auf Basis der Zahlenwerte für den spezifischen Solarertrag eines Solarthermie-Kollektors sowie den Angaben über Wärmeverluste der Firma „Ritter Solar“ erstellt (s. Projektvorschlag, Anhang 29). Die Ergebnisse der Auslegung sind im Anhang 28 nachzuvollziehen. Dabei wurden taggenaue Strahlungsdaten für die Stadt Münster, die die nächst größere Stadt in der Nähe des zu betrachtenden Quartiers ist, aus der Fachliteratur „Photovoltaik Engineering“ über jeden der zwölf Monate aufsummiert (Wager, 2006).

Somit kann die monatlich von der Solarthermie-Anlage bereitgestellten Wärme errechnet werden. Diese Daten bilden zudem die Grundlage zur Auslegung des Erdbecken-Wärmespeichers.

Die Berechnung der im saisonalen Erdbecken-Wärmespeicher maximal zu speichernde Wärmemenge aus dem Solarkollektorfeld und folglich das Volumen des Speichers sowie die Speicherungsverluste erfolgen ebenfalls anhand der tagesgenauen Daten für die solare Einstrahlung¹¹. Die detaillierte Auflistung der Daten und die Berechnung ist in Anhang 28 nachzuvollziehen.

Die Auslegung des Blockheizkraftwerkes für die jeweilige Variante erfolgt anhand des Datenblattes des BHKW-Herstellers „MWM“ (s. Anhang 33). Dabei wurde die Leistung der BHKW entsprechend dem zudeckenden Anteil am Gesamtwärmebedarf sowie einer jährlichen Laufzeit zwischen 1500 und 3000 VBh ausgelegt. Zum wird das BHKW so im Sommer, bei größter Sonneneinstrahlung, nicht betrieben und zum anderen kann so eine flexible Fahrweise, je nach prognostizierten Strompreis, realisiert werden.

Die Übersicht zur Auslegung des BHKW der jeweiligen Variante ist in den

¹¹ Standort: Münster (48143)

Auslegung Wärmeerzeuger Varianten 1 bis 9

Kostenermittlung der Varianten 1 bis 9

Variante 1. 75 % solare Deckung:

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 1 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 1
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V12 MWM	1	psch	639.000,00	639.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	63.900,00	63.900,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	95.850,00	95.850,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>848.750,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	15627	m ²	335,00	5.235.045,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>5.235.045,00</u>
1.3	LZWS				
1.3.1	saisonaler Speicher	53088	m ³	40,00	2.123.520,00
				1.3 LZWS	<u>2.123.520,00</u>
1.4	Rohrbau				
1.4.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.4.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.4.5	Einbau und Anschluss der Hausübergabestationen	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.4 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau				
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
					Übertrag: 74.300,00

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 2 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 1
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
1.7.2	Grundstück 2	11500	m ²	4,30	49.450,00
1.7.3	Grundstück 3	11000	m ²	4,30	47.300,00
				1.7 Grundstücke	<u>328.950,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	12.830.199,00	1.283.019,90
				1.9 Baunebenkosten	<u>1.283.019,90</u>
1.10	Förderung				

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 1 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40 %		2.923.934,00	-1.169.573,60
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30 %		130.000,00	-39.000,00
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39 %		2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		5.235.045,00	-3.402.779,25
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		2.123.520,00	-530.880,00
				1.10 Förderung	<u>-6.957.567,11</u>
				1 Investitionskosten	<u>7.830.651,79</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		5.047.454,00	25.237,27
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		7.700,00	7.700,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>53.537,27</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 1
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	848.750,00
1.2	Solarthermieanlage	5.235.045,00
1.3	LZWS	2.123.520,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	328.950,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	1.283.019,90
1.10	Förderung	-6.957.567,11
1	Investitionskosten	7.830.651,79
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	53.537,27
	Summe	7.884.189,06
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.497.995,92</u>
	Gesamtsumme	<u>9.382.184,98</u>

Anhang 10: Kostenermittlung für Variante 1 mit 75% solarem Deckungsanteil [,,]

Variante 2. 65 % solare Deckung:

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen			Seite 1 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 2 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP	
1	Investitionskosten					
1.1	BHKW					
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM		1 psch	908.000,00		908.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss		1 psch	90.800,00		90.800,00
1.1.3	Stromanschluss		1 psch	136.200,00		136.200,00
1.1.4	Heizzentrale		1 St	50.000,00		50.000,00
				1.1 BHKW		<u>1.185.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage					
1.2.1	ST-Anlage		13192 m ²	338,00		4.458.896,00
				1.2 Solarthermieanlage		<u>4.458.896,00</u>
1.3	LZWS					
1.3.1	saisonalen Speicher		38164 m ³	43,00		1.641.052,00
				1.3 LZWS		<u>1.641.052,00</u>
1.4	Rohrbau					
1.4.1	Zuleitung		743 m	206,00		153.058,00
1.4.2	Hauptleitung		7916 m	60,00		474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung		6750 m	180,00		1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation		450 St	2.000,00		900.000,00
1.4.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation		450 St	1.500,00		675.000,00
				1.4 Rohrbau		<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau					
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom		743 m	100,00		74.300,00
						Übertrag: 74.300,00

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 2 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 2
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
1.7.2	Grundstück 2	11500	m ²	4,30	49.450,00
1.7.3	Grundstück 3	11000	m ²	4,30	47.300,00
				1.7 Grundstücke	<u>328.950,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	11.907.832,00	1.190.783,20
				1.9 Baunebenkosten	<u>1.190.783,20</u>
1.10	Förderung				

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 2 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40 %		2.923.934,00	-1.169.573,60
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30 %		130.000,00	-39.000,00
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39 %		2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		4.458.896,00	-2.898.282,40
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		1.641.052,00	-410.263,00
1.10.7	KfW-271 Förderung Wärmespeicher	0 %		1.641.052,00	0,00
				1.10 Förderung	<u>-6.332.453,26</u>
				1 Investitionskosten	<u>7.441.161,94</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		4.564.986,00	22.824,93
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		6.500,00	6.500,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>49.924,93</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 2
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	1.185.000,00
1.2	Solarthermieanlage	4.458.896,00
1.3	LZWS	1.641.052,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	328.950,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	1.190.783,20
1.10	Förderung	-6.332.453,26
1	Investitionskosten	7.441.161,94
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	49.924,93
	Summe	7.491.086,87
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.423.306,51</u>
	Gesamtsumme	<u>8.914.393,38</u>

Anhang 11: Kostenermittlung für Variante 2 mit 65% solarem Deckungsanteil [,,,]

Variante 3. 55 % solare Deckung:

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 1 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 3 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	1	psch	908.000,00	908.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	90.800,00	90.800,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	136.200,00	136.200,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>1.185.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	11223	m ²	340,00	3.815.820,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>3.815.820,00</u>
1.3	LZWS				
1.3.1	saisonalen Speicher	27163	m ³	47,00	1.276.661,00
				1.3 LZWS	<u>1.276.661,00</u>
1.4	Rohrbau				
1.4.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.4.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.4.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.4 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau				
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00

Übertrag: 74.300,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 3 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
1.7.2	Grundstück 2	11500	m ²	4,30	49.450,00
				1.7 Grundstücke	<u>281.650,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	10.853.065,00	1.085.306,50
				1.9 Baunebenkosten	<u>1.085.306,50</u>
1.10	Förderung				
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
					Übertrag: -1.169.573,60

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 3 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -1.169.573,60	
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30 %		130.000,00	-39.000,00
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39 %		2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		3.815.820,00	-2.480.283,00
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		1.276.661,00	-319.165,25
				1.10 Förderung	<u>-5.823.356,11</u>
				1 Investitionskosten	<u>6.790.015,39</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		4.200.595,00	21.002,98
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		5.530,00	5.530,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>47.132,98</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 3
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	1.185.000,00
1.2	Solarthermieanlage	3.815.820,00
1.3	LZWS	1.276.661,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	281.650,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	1.085.306,50
1.10	Förderung	-5.823.356,11
1	Investitionskosten	6.790.015,39
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	47.132,98
	Summe	6.837.148,37
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.299.058,19</u>
	Gesamtsumme	<u>8.136.206,56</u>

Anhang 12: Kostenermittlung für Variante 3 mit 55% solarem Deckungsanteil [,,]

Variante 4. 40 % solare Deckung:

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen			Seite 1 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 4 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP	
1	Investitionskosten					
1.1	BHKW					
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM		1 psch	908.000,00		908.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss		1 psch	90.800,00		90.800,00
1.1.3	Stromanschluss		1 psch	136.200,00		136.200,00
1.1.4	Heizzentrale		1 St	50.000,00		50.000,00
				1.1 BHKW		<u>1.185.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage					
1.2.1	ST-Anlage		7712 m ²	390,00		3.007.680,00
				1.2 Solarthermieanlage		<u>3.007.680,00</u>
1.3	LZWS					
1.3.1	saisonaler Speicher		9767 m ³	65,00		634.855,00
				1.3 LZWS		<u>634.855,00</u>
1.4	Rohrbau					
1.4.1	Zuleitung		743 m	206,00		153.058,00
1.4.2	Hauptleitung		7916 m	60,00		474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung		6750 m	180,00		1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation		450 St	2.000,00		900.000,00
1.4.5	Einbau und Anschluss von Hausübergabestationen		450 St	1.500,00		675.000,00
				1.4 Rohrbau		<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau					
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom		743 m	100,00		74.300,00
						Übertrag: 74.300,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 4 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
				1.7 Grundstücke	<u>232.200,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	9.353.669,00	935.366,90
				1.9 Baunebenkosten	<u>935.366,90</u>
1.10	Förderung				
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30	%	130.000,00	-39.000,00
					Übertrag: -1.208.573,60

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 3 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 4
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -1.208.573,60	
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39 %		2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		3.007.680,00	-1.954.992,00
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		634.855,00	-158.713,75
				1.10 Förderung	<u>-5.137.613,61</u>
				1 Investitionskosten	<u>5.826.422,29</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		3.558.789,00	17.793,95
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		3.800,00	3.800,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>42.193,95</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 4
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	1.185.000,00
1.2	Solarthermieanlage	3.007.680,00
1.3	LZWS	634.855,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	232.200,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	935.366,90
1.10	Förderung	-5.137.613,61
1	Investitionskosten	5.826.422,29
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	42.193,95
	Summe	5.868.616,24
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.115.037,09</u>
	Gesamtsumme	<u>6.983.653,33</u>

Anhang 13: Kostenermittlung für Variante 4 mit 40% solarem Deckungsanteil [,,]

Variante 5. 25 % solare Deckung:

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 1 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 5 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	2	St	908.000,00	1.816.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	181.600,00	181.600,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	272.400,00	272.400,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.320.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	4871	m ²	440,00	2.143.240,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>2.143.240,00</u>
1.4	Rohrbau				
1.4.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.4.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.4.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.4 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau				
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
					Übertrag: 1.080.916,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 5 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
Übertrag: 1.080.916,00					
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
				1.7 Grundstücke	<u>232.200,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	8.989.374,00	898.937,40
				1.9 Baunebenkosten	<u>898.937,40</u>
1.10	Förderung				
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30	%	130.000,00	-39.000,00
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39	%	2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
Übertrag: -3.023.907,86					

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 5 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -3.023.907,86	
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		2.143.240,00	-1.393.106,00
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		0,00	0,00
				1.10 Förderung	<u>-4.417.013,86</u>
				1 Investitionskosten	<u>6.146.297,54</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		2.923.934,00	14.619,67
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		2.400,00	2.400,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>37.619,67</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 5
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.320.000,00
1.2	Solarthermieanlage	2.143.240,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	232.200,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	898.937,40
1.10	Förderung	-4.417.013,86
1	Investitionskosten	6.146.297,54
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	37.619,67
	Summe	6.183.917,21
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.174.944,27</u>
	Gesamtsumme	<u>7.358.861,48</u>

Anhang 14: Kostenermittlung für Variante 5 mit 25% solarem Deckungsanteil [,,,]

Variante 6. 20 % solare Deckung:

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 1 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 6 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	2	St	908.000,00	1.816.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	181.600,00	181.600,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	272.400,00	272.400,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.320.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	4059	m ²	460,00	1.867.140,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>1.867.140,00</u>
1.3	Rohrbau				
1.3.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.3.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.3.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.3.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.3.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.3 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.4	Tiefbau				
1.4.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
1.4.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.4.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
					Übertrag: 1.080.916,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 6 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: 1.080.916,00	
1.4.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.4 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.5	Hydraulik				
1.5.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.5.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.5.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.5.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.5 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.6	Grundstücke				
1.6.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
				1.6 Grundstücke	<u>232.200,00</u>
1.7	MSR				
1.7.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.7 MSR	<u>130.000,00</u>
1.8	Baunebenkosten				
1.8.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	8.713.274,00	871.327,40
				1.8 Baunebenkosten	<u>871.327,40</u>
1.9	Förderung				
1.9.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
1.9.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30	%	130.000,00	-39.000,00
1.9.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39	%	2.923.934,00	-1.140.334,26
1.9.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
				Übertrag: -3.023.907,86	

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 6 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -3.023.907,86	
1.9.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		1.867.140,00	-1.213.641,00
1.9.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		0,00	0,00
				1.9 Förderung	<u>-4.237.548,86</u>
				1 Investitionskosten	<u>6.022.052,54</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		2.923.934,00	14.619,67
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		2.000,00	2.000,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>37.219,67</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 6
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.320.000,00
1.2	Solarthermieanlage	1.867.140,00
1.3	Rohrbau	3.418.018,00
1.4	Tiefbau	1.180.916,00
1.5	Hydraulik	240.000,00
1.6	Grundstücke	232.200,00
1.7	MSR	130.000,00
1.8	Baunebenkosten	871.327,40
1.9	Förderung	-4.237.548,86
1	Investitionskosten	6.022.052,54
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	37.219,67
	Summe	6.059.272,21
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.151.261,72</u>
	Gesamtsumme	<u>7.210.533,93</u>

Anhang 15: Kostenermittlung für Variante 6 mit 20% solarem Deckungsanteil [,,,]

Variante 7. 0 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Rohrbau.....	1
1.3	Tiefbau.....	1
1.4	Hydraulik.....	1
1.5	Grundstücke.....	2
1.6	MSR.....	2
1.7	Baunebenkosten.....	2
1.8	Förderung.....	2
2	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	3

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 1 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 7
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	2	St	908.000,00	1.816.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	181.600,00	181.600,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	272.400,00	272.400,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.320.000,00</u>
1.2	Rohrbau				
1.2.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.2.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.2.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.2.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.2.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.2 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.3	Tiefbau				
1.3.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
1.3.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.3.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.3.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.3 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.4	Hydraulik				

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 7 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1.4.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.4.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.4.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.4.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.4 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.5	Grundstücke				
1.5.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
				1.5 Grundstücke	<u>232.200,00</u>
1.6	MSR				
1.6.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.6 MSR	<u>130.000,00</u>
1.7	Baunebenkosten				
1.7.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	6.846.134,00	684.613,40
				1.7 Baunebenkosten	<u>684.613,40</u>
1.8	Förderung				
1.8.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
1.8.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30	%	130.000,00	-39.000,00
1.8.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39	%	2.923.934,00	-1.140.334,26
1.8.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.8.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65	%	0,00	0,00
				Übertrag: -3.023.907,86	

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 7 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -3.023.907,86	
1.8.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25	%	0,00	0,00
				1.8 Förderung	<u>-3.023.907,86</u>
				1 Investitionskosten	<u>5.181.839,54</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4	%	0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2	%	1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5	%	2.923.934,00	14.619,67
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>35.219,67</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 7
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.320.000,00
1.2	Rohrbau	3.418.018,00
1.3	Tiefbau	1.180.916,00
1.4	Hydraulik	240.000,00
1.5	Grundstücke	232.200,00
1.6	MSR	130.000,00
1.7	Baunebenkosten	684.613,40
1.8	Förderung	-3.023.907,86
1	Investitionskosten	5.181.839,54
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	35.219,67
	Summe	5.217.059,21
	zzgl. MwSt 19 %	<u>991.241,25</u>
	Gesamtsumme	<u>6.208.300,46</u>

Anhang 16: Kostenermittlung für Variante 7 mit 0% solarem Deckungsanteil [,,]

Variante 8. 25 % solare Deckung:

07.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 1 von 6 Greven Innenstadt - Var 8 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	2 MW TCG 2020 V20 MWM (Container), 10 kV-Generator	2	St	815.000,00	1.630.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	163.000,00	163.000,00
1.1.3	Erdgaszähler	2	St	4.500,00	9.000,00
1.1.4	Maschinenhalle	1	St	200.000,00	200.000,00
1.1.5	Spitzenlast-/Redundanzkessel 4MW	1	psch	400.000,00	400.000,00
1.1.6	Kamin	1	St	100.000,00	100.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.502.000,00</u>
1.2	Stromeinspeisung				
1.2.1	12 kV-Übergabestation (10 kV Mittelspannung)	1	St	43.000,00	43.000,00
1.2.2	IBN Fernwirkanlage, Netzanschluss	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.2.3	Messwandler	1	St	8.000,00	8.000,00
				1.2 Stromeinspeisung	<u>56.000,00</u>
1.3	Solarthermie				
1.3.1	Solarthermieanlage	8750	m ²	405,00	3.543.750,00
				1.3 Solarthermie	<u>3.543.750,00</u>
1.4	Hydraulik				
1.4.1	Wärmespeicher 2000m ³	2000	m ³	127,00	254.000,00
1.4.2	Wasser	2100	m ³	40,00	84.000,00
1.4.3	Stickstoffleitung zum Wärmespeicher 1"	100	m	30,00	3.000,00

Übertrag: 341.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 2 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: 341.000,00	
1.4.4	Anschlussleitung BHKW/Gaskessel an Wärmespeicher	120	m	400,00	48.000,00
1.4.5	Wärmemengenzähler	32	St	1.000,00	32.000,00
1.4.6	Isolierung	1	psch	35.000,00	35.000,00
1.4.7	Regelventile, -armaturen, Sicherheitstechnik	1	psch	40.000,00	40.000,00
1.4.8	Verteiler	1	psch	100.000,00	100.000,00
1.4.9	Pumpen	8	St	10.000,00	80.000,00
1.4.10	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
1.4.11	Anschluss Abwasser, Trinkwasser	1	psch	15.000,00	15.000,00
				1.4 Hydraulik	<u>751.000,00</u>
1.5	Fundamente				
1.5.1	Gründungsarbeiten mit Fundament für Wärmespeicher 2000m³	1	psch	25.000,00	25.000,00
1.5.2	Gründungsarbeiten mit Fundament für BHKW 18x3,5m	1	St	20.000,00	20.000,00
1.5.3	Entwässerung, Abwassersystem	1	psch	3.000,00	3.000,00
1.5.4	Anfahrerschutz Wärmespeicher	1	psch	20.000,00	20.000,00
1.5.5	sonstige Baulöhne	500	h	40,00	20.000,00
1.5.6	Schotterweg	500	m	20,00	10.000,00
1.5.7	Suchschachtung	20		1.500,00	30.000,00
				1.5 Fundamente	<u>128.000,00</u>
1.6	Tiefbau				
1.6.1	Leitungsgraben Stromkabel	100	m	30,00	3.000,00
					Übertrag: 3.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 3 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 3.000,00
1.6.2	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	3010	m	350,00	1.053.500,00
1.6.3	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	2275	m	250,00	568.750,00
1.6.4	Anschlussleitungen Erd-/Oberflächenarbeiten	1620	m	175,00	283.500,00
				1.6 Tiefbau	<u>1.908.750,00</u>
1.7	Rohrbauarbeiten				
1.7.1	10kV-Stromkabel	100	m	35,00	3.500,00
1.7.2	Stahlrohr DN 20	15	m	40,00	600,00
1.7.3	Stahlrohr DN 32	180	m	50,00	9.000,00
1.7.4	Stahlrohr DN 40	145	m	70,00	10.150,00
1.7.5	Stahlrohr DN 50	1070	m	90,00	96.300,00
1.7.6	Stahlrohr DN 65	60	m	115,00	6.900,00
1.7.7	Stahlrohr DN 80	490	m	125,00	61.250,00
1.7.8	Stahlrohr DN 100	360	m	150,00	54.000,00
1.7.9	Stahlrohr DN 125	755	m	180,00	135.900,00
1.7.10	Stahlrohr DN 150	1070	m	210,00	224.700,00
1.7.11	Stahlrohr DN 200	2760	m	270,00	745.200,00
1.7.12	Hausübergabestation	25	St	20.000,00	500.000,00
				1.7 Rohrbauarbeiten	<u>1.847.500,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR-Technik, komplett	1	psch	100.000,00	100.000,00

Übertrag: 100.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 100.000,00
1.8.2	LWL	7000	m	10,00	70.000,00
1.8.3	FWA (Fernwirkanlage)	1	psch	6.000,00	6.000,00
				1.8 MSR	<u>176.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Vermessung	1	psch	9.500,00	9.500,00
1.9.2	Bodengutachter	1	psch	11.000,00	11.000,00
1.9.3	Anlagenzertifikat + Konformitätserklärung	1	psch	17.000,00	17.000,00
1.9.4	Schallgutachten	1	psch	6.000,00	6.000,00
1.9.5	Genehmigungsantrag	2	St	20.000,00	40.000,00
1.9.6	Blitzschutzrisikoanalyse	2	St	2.000,00	4.000,00
1.9.7	Statiker	1	psch	9.000,00	9.000,00
1.9.8	Umweltgutachten Flex	1	St	5.500,00	5.500,00
1.9.9	Brandschutzabnahme	1	psch	7.000,00	7.000,00
1.9.10	Genehmigungskosten	1	psch	50.000,00	50.000,00
1.9.11	Störfallkonzept	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.9.12	Schornsteinhöhenberechnung	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.9.13	TÜV-Abnahme	2	St	4.000,00	8.000,00
1.9.14	Wirtschaftsprüfer	1	psch	7.000,00	7.000,00
1.9.15	Ingenieurleistungen	8	%	11.501.000,00	920.080,00
1.9.16	Brandschutzgutachten	1	psch	4.000,00	4.000,00
					Übertrag: 1.108.080,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 5 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
Übertrag: 1.108.080,00					
1.9 Baunebenkosten					<u>1.108.080,00</u>
1.10	Grundstücke				
1.10.1	Grundstück Solarthermie	50000	m ²	5,00	250.000,00
1.10.2	Grundstück BHKW	3000	m ²	50,00	150.000,00
1.10 Grundstücke					<u>400.000,00</u>
1 Investitionskosten					<u>12.421.080,00</u>
2	Förderung				
2.1	BAFA-Förderung Pufferspeicher (250€/m ³ , max. 30%)	300	m ³	0,00	0,00
2.2	BAFA-Förderung Pufferspeicher	-30	%	366.000,00	-109.800,00
2.3	BAFA-Förderung Wärmenetz	-30	%	3.249.750,00	-974.925,00
2.4	Progress-Förderung Wärmenetz	-45,5	%	3.249.750,00	-1.478.636,25
2.5	KfW-271 Förderung Solarthermie	-65	%	3.543.750,00	-2.303.437,50
2.6	Progress-Förderung Hausübergabestation	25		-1.500,00	-37.500,00
2 Förderung					<u>-4.904.298,75</u>
3	Instandhaltungskosten pro Jahr				
3.1	4% auf elektronische Bauteile	4	%	149.000,00	5.960,00
3.2	2% auf Standardkomponenten	2	%	1.247.000,00	24.940,00
3.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5	%	2.326.500,00	11.632,50
3.4	Instandhaltungskosten Solarthermie (1 €/MWh)	1	psch	2.908,00	2.908,00
3 Instandhaltungskosten pro Jahr					<u>45.440,50</u>

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 6 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.502.000,00
1.2	Stromeinspeisung	56.000,00
1.3	Solarthermie	3.543.750,00
1.4	Hydraulik	751.000,00
1.5	Fundamente	128.000,00
1.6	Tiefbau	1.908.750,00
1.7	Rohrbauarbeiten	1.847.500,00
1.8	MSR	176.000,00
1.9	Baunebenkosten	1.108.080,00
1.10	Grundstücke	400.000,00
1	Investitionskosten	12.421.080,00
2	Förderung	-4.904.298,75
3	Instandhaltungskosten pro Jahr	45.440,50
	Summe	7.562.221,75
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.436.822,13</u>
	Gesamtsumme	<u>8.999.043,88</u>

Anhang 17: Kostenermittlung für Variante 8 mit 25% solarem Deckungsanteil [,,,]

Variante 9. 15 % solare Deckung:

07.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 1 von 6 Greven Innenstadt - Var 9 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	2 MW TCG 2020 V20 MWM (Container), 10 kV-Generator	2	St	815.000,00	1.630.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	163.000,00	163.000,00
1.1.3	Erdgaszähler	2	St	4.500,00	9.000,00
1.1.4	Maschinenhalle	1	St	200.000,00	200.000,00
1.1.5	Spitzenlast-/Redundanzkessel 4MW, HHS	1	psch	400.000,00	400.000,00
1.1.6	Kamin	1	St	100.000,00	100.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.502.000,00</u>
1.2	Stromeinspeisung				
1.2.1	12 kV-Übergabestation (10 kV Mittelspannung)	1	St	43.000,00	43.000,00
1.2.2	IBN Fernwirkanlage, Netzanschluss	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.2.3	Messwandler	1	St	8.000,00	8.000,00
				1.2 Stromeinspeisung	<u>56.000,00</u>
1.3	Solarthermie				
1.3.1	Solarthermieanlage	4500	m ²	435,00	1.957.500,00
				1.3 Solarthermie	<u>1.957.500,00</u>
1.4	Hydraulik				
1.4.1	Wärmespeicher 2000m ³	2000	m ³	127,00	254.000,00
1.4.2	Wasser	2100	m ³	20,00	42.000,00
1.4.3	Stickstoffleitung zum Wärmespeicher 1"	100	m	30,00	3.000,00

Übertrag: 299.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 2 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: 299.000,00	
1.4.4	Anschlussleitung BHKW/Gaskessel an Wärmespeicher	120	m	400,00	48.000,00
1.4.5	Wärmemengenzähler	32	St	1.000,00	32.000,00
1.4.6	Isolierung	1	psch	35.000,00	35.000,00
1.4.7	Regelventile, -armaturen, Sicherheitstechnik	1	psch	40.000,00	40.000,00
1.4.8	Verteiler	1	psch	100.000,00	100.000,00
1.4.9	Pumpen	8	St	10.000,00	80.000,00
1.4.10	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
1.4.11	Anschluss Abwasser, Trinkwasser	1	psch	15.000,00	15.000,00
				1.4 Hydraulik	<u>709.000,00</u>
1.5	Fundamente				
1.5.1	Gründungsarbeiten mit Fundament für Wärmespeicher 2000m³	1	psch	25.000,00	25.000,00
1.5.2	Gründungsarbeiten mit Fundament für BHKW 18x3,5m	1	St	20.000,00	20.000,00
1.5.3	Entwässerung, Abwassersystem	1	psch	3.000,00	3.000,00
1.5.4	Anfahrerschutz Wärmespeicher	1	psch	20.000,00	20.000,00
1.5.5	sonstige Baulöhne	500	h	40,00	20.000,00
1.5.6	Schotterweg	500	m	20,00	10.000,00
1.5.7	Suchschachtung	20		1.500,00	30.000,00
				1.5 Fundamente	<u>128.000,00</u>
1.6	Tiefbau				
1.6.1	Leitungsgraben Stromkabel	100	m	30,00	3.000,00

Übertrag: 3.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 3 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 3.000,00
1.6.2	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	3010	m	350,00	1.053.500,00
1.6.3	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	2275	m	250,00	568.750,00
1.6.4	Anschlussleitungen Erd-/Oberflächenarbeiten	1620	m	175,00	283.500,00
				1.6 Tiefbau	<u>1.908.750,00</u>
1.7	Rohrbauarbeiten				
1.7.1	10kV-Stromkabel	100	m	35,00	3.500,00
1.7.2	Stahlrohr DN 20	15	m	40,00	600,00
1.7.3	Stahlrohr DN 32	180	m	50,00	9.000,00
1.7.4	Stahlrohr DN 40	145	m	70,00	10.150,00
1.7.5	Stahlrohr DN 50	1070	m	90,00	96.300,00
1.7.6	Stahlrohr DN 65	60	m	115,00	6.900,00
1.7.7	Stahlrohr DN 80	490	m	125,00	61.250,00
1.7.8	Stahlrohr DN 100	360	m	150,00	54.000,00
1.7.9	Stahlrohr DN 125	755	m	180,00	135.900,00
1.7.10	Stahlrohr DN 150	1070	m	210,00	224.700,00
1.7.11	Stahlrohr DN 200	2760	m	270,00	745.200,00
1.7.12	Hausübergabestation	25	St	20.000,00	500.000,00
				1.7 Rohrbauarbeiten	<u>1.847.500,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR-Technik, komplett	1	psch	100.000,00	100.000,00

Übertrag: 100.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 100.000,00
1.8.2	LWL	7000	m	10,00	70.000,00
1.8.3	FWA (Fernwirkanlage)	1	psch	6.000,00	6.000,00
				1.8 MSR	<u>176.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Vermessung	1	psch	9.500,00	9.500,00
1.9.2	Bodengutachter	1	psch	11.000,00	11.000,00
1.9.3	Anlagenzertifikat + Konformitätserklärung	1	psch	17.000,00	17.000,00
1.9.4	Schallgutachten	1	psch	6.000,00	6.000,00
1.9.5	Genehmigungsantrag	2	St	20.000,00	40.000,00
1.9.6	Blitzschutzrisikoanalyse	2	St	2.000,00	4.000,00
1.9.7	Statiker	1	psch	9.000,00	9.000,00
1.9.8	Umweltgutachten Flex	1	St	5.500,00	5.500,00
1.9.9	Brandschutzabnahme	1	psch	7.000,00	7.000,00
1.9.10	Genehmigungskosten	1	psch	50.000,00	50.000,00
1.9.11	Störfallkonzept	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.9.12	Schornsteinhöhenberechnung	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.9.13	TÜV-Abnahme	2	St	4.000,00	8.000,00
1.9.14	Wirtschaftsprüfer	1	psch	7.000,00	7.000,00
1.9.15	Ingenieurleistungen	8	%	9.872.750,00	789.820,00
1.9.16	Brandschutzgutachten	1	psch	4.000,00	4.000,00

Übertrag: 977.820,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 5 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
Übertrag: 977.820,00					
1.9 Baunebenkosten					<u>977.820,00</u>
1.10	Grundstücke				
1.10.1	Grundstück Solarthermie	50000	m ²	5,00	250.000,00
1.10.2	Grundstück BHKW	3000	m ²	50,00	150.000,00
1.10 Grundstücke					<u>400.000,00</u>
1 Investitionskosten					<u>10.662.570,00</u>
2	Förderung				
2.1	BAFA-Förderung Pufferspeicher (250€/m ³ , max. 30%)	300	m ³	0,00	0,00
2.2	BAFA-Förderung Pufferspeicher	-30	%	324.000,00	-97.200,00
2.3	BAFA-Förderung Wärmenetz	-30	%	3.249.750,00	-974.925,00
2.4	Progress-Förderung Wärmenetz	-45,5	%	3.249.750,00	-1.478.636,25
2.5	KfW-271 Förderung Solarthermie	-65	%	1.957.500,00	-1.272.375,00
2.6	Progress-Förderung Hausübergabestation	25		-1.500,00	-37.500,00
2 Förderung					<u>-3.860.636,25</u>
3	Instandhaltungskosten pro Jahr				
3.1	4% auf elektronische Bauteile	4	%	149.000,00	5.960,00
3.2	2% auf Standardkomponenten	2	%	1.247.000,00	24.940,00
3.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5	%	2.284.500,00	11.422,50
3.4	Instandhaltungskosten Solarthermie (1 €/MWh)	1	psch	1.993,00	1.993,00
3 Instandhaltungskosten pro Jahr					<u>44.315,50</u>

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 6 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.502.000,00
1.2	Stromeinspeisung	56.000,00
1.3	Solarthermie	1.957.500,00
1.4	Hydraulik	709.000,00
1.5	Fundamente	128.000,00
1.6	Tiefbau	1.908.750,00
1.7	Rohrbauarbeiten	1.847.500,00
1.8	MSR	176.000,00
1.9	Baunebenkosten	977.820,00
1.10	Grundstücke	400.000,00
1	Investitionskosten	10.662.570,00
2	Förderung	-3.860.636,25
3	Instandhaltungskosten pro Jahr	44.315,50
	Summe	6.846.249,25
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.300.787,36</u>
	Gesamtsumme	<u>8.147.036,61</u>

Anhang 18: Kostenermittlung für Variante 9 mit 15% solarem Deckungsanteil [,,,]

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Varianten 1 bis 9

Variante 1: 75 % solare Deckung:

Variante 2: 65 % solare Deckung:

Variante 3: 55 % solare Deckung:

Variante 4: 40 % solare Deckung:

Variante 5: 25 % solare Deckung:

Variante 6: 20 % solare Deckung:

Variante 7: 0 % solare Deckung:

Variante 8: 25 % solare Deckung:

Variante 9: 15 % solare Deckung:

Auslegung Solarthermie und LZWS Varianten 1 - 6

Projektvorschlag Solarthermie Ritter Solar XL

Wärmebedarfsdaten aus „BHKW-Ultimate“

Energieeinsparung durch das Wärmenetz

Energieeinsparung durch das KWK Wärmenetz		
BHKW		
eingesetzte Energiemenge	18.146.154	kWh
erzeugte Wärme	7.839.139	kWh
erzeugter Strom	7.929.870	kWh
Gesamtwirkungsgrad	86,9	%
Bestandsenergiebezug		
eingesetzte Energiemenge	25.330.867	kWh
erzeugte Wärme	7.915.500	kWh
thermischer Gesamtwirkungsgrad	90,0	%
Strombezug dt. Netz	7.143.494	kWh
elektrischer Gesamtwirkungsgrad	43,2	%
Energieeinsparung durch KWK		
Primärenergieeinsparung	7.184.712	kWh
Primärenergieeinsparung	28,36	%

Anhang 31: Berechnung der Energieeinsparung durch das Nahwärmenetz gegenüber der bestehenden Wärmeversorgung

CO₂-Einsparung durch das Wärmenetz

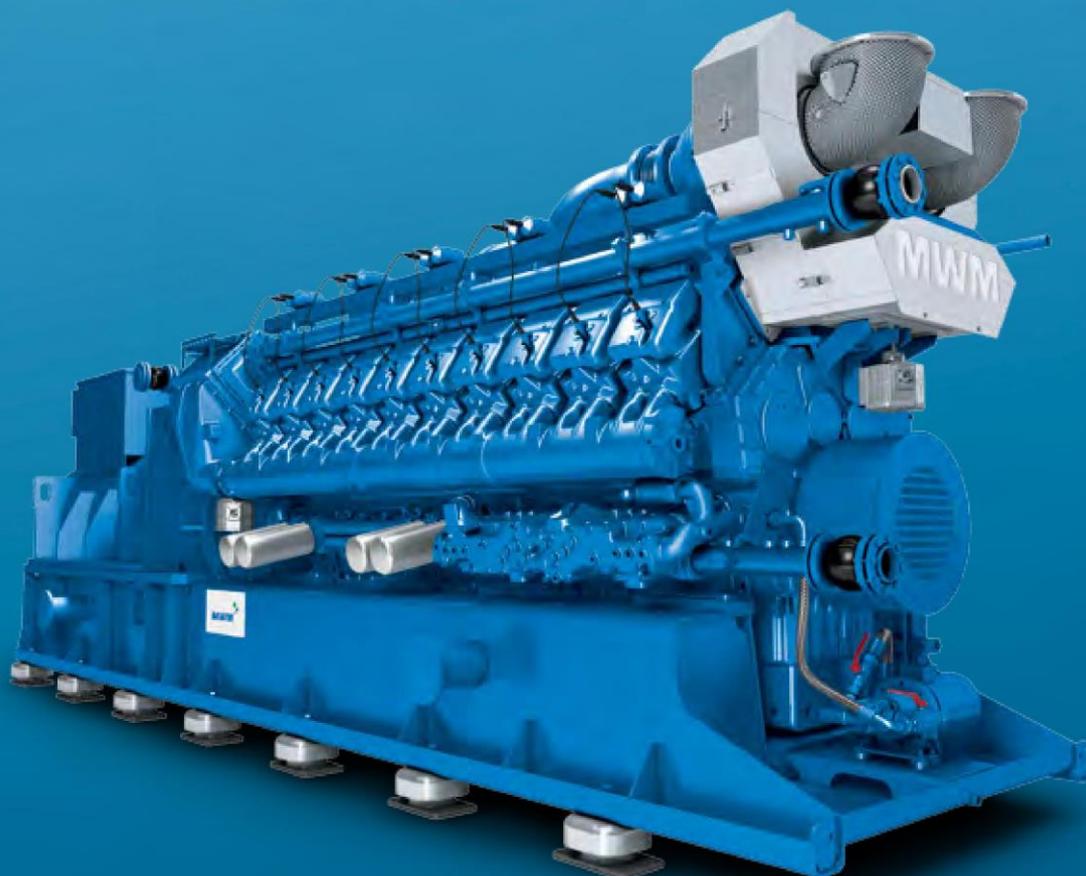
Datenblatt FLEX-BHKW

www.mwm.net

TCG 2020

Für Bestnoten in Ökologie und Ökonomie.

Für Erdgas und Biogas mit einer Leistung von 1.000 bis 2.000 kW_{el}




MWM
Energy. Efficiency. Environment.

Vorstellung der sieben Energieversorgungs-Varianten

Datenblatt Solarthermiekollektoren

Anhang 34: Datenblatt der Sollarthermiekollektoren

Richtpreisangebot Wärmespeicher 500 m³

HANS VAN BEBBER

HEIZUNGSBAU GmbH & Co. KG

Planung · Projektierung · Montageausführung



AN G E B O T - Nr.: 17110

Seite: 7

Position	Menge	Bezeichnung	
01.022	2	Stahl-Klöpferboden St 37-2 gestempelt	159,0 mm
01.023	12,00	verzinkte Standkonsole für Vor/Rücklauf Pufferspeicher	
01.024	2,00	Flanschen-Absperrventil EURO-WEDI DN 150 PN 6, wartungsfr./weichd., GG25 FTF-14	
01.025	4,00	Vorschweissflansch DIN 2631 PN 6 DN 150, 159,0mm	
01.026	4,00	Hochdruck-Flanschdichtung DIN 2631/2573 169x207, PN6, DN150,2mm stark,asbestfrei	
01.027	8,00	Maschinenschraube DIN 601 M 16x90 mit Mutter, verzinkt	
01.028	4,00	Kugelhahn OPTIFLEX DN 15 1/2", mit AG Messing, 1033314	
01.029	4,00	Entlüfter 3/8" mit Handrad	
01.030	4,00	Muffe Nr.16 1/2" DIN 2986 geschweisst, schwarz	
01.031	4,00	Muffe Nr.16 DIN 3/8" DIN 2986 geschweisst, schwarz	
01.032	2	Bimetall-Thermometer D= 80mm TS=DN15x100mm hinten	
01.033	2,00	Lufttopf DN 80 mit Deckel,Entlüfter und Luftleitung komplett	
01.034	1,00	Anschluß an Vor-/Rücklauf herstellen.	
		Der Pufferspeicher sollte mit aufbereitetem Wasser gefüllt werden. Sollte keine Aufbereitung vorhanden sein können wir diese gerne nachträglich anbieten.	
		Titel 1 Vert. Pufferspeicher 500m ³ /16m	143.553,18

An der Bleiche 41
47638 Straelen
St.-Nr. 113/5853/1440
USt.-IDNr. DE 275 287 063

Telefon: 0 28 34 / 81 65 + 17 45
Telefax: 0 28 34 / 25 28
Internet: www.hansvanbebbber.de
E-Mail: info@hansvanbebbber.de

Geschäftsführer: Thomas Paes
Hans van Bebbber
Heizungsbau GmbH & Co. KG HRA 3233
Thomas Paes GmbH HRB 10716

Bankverbindung:
IBAN: DE30320519960000128199
BIC: WELADED1STR
Bank: Sparkasse der Stadt Straelen

Anhang 35: Richtpreisangebot Pufferspeicher 500 m³

Richtpreisangebot zur Lieferung von Biomethan

Anhang 36: Indikatives Angebot zur Lieferung von Biomethan bis Anhang 7 gezeigt.

3.1 Kostenermittlung der Varianten

Die Kosten für jeder der sieben Varianten sind zur übersichtlichen Darstellung in Tabelle 5 dargestellt. Dabei sind die Investitionskosten der Systemkomponenten wie beispielsweise BHKW und Wärmespeicher, die Kosten der unterschiedlichen Gewerken sowie die jährlichen Instandhaltungskosten für die Anlagentechnik aufgeführt.

Gewerk	Einheit	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7
BHKW	€	848.750	1.185.000	1.185.000	1.185.000	2.320.000	2.320.000	2.320.000
Solarthermieanlage	€	5.235.045	4.458.896	3.815.820	3.007.680	2.143.240	1.867.140	-
LZWS	€	2.123.520	1.641.052	1.276.661	634.855	-	-	-
Röhrbau	€	3.418.018	3.418.018	3.418.018	3.418.018	3.418.018	3.418.018	3.418.018
Tiefbau	€	1.180.916	1.180.916	1.180.916	1.180.916	1.180.916	1.180.916	1.180.916
Hydraulik	€	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
Grundstücke	€	328.950	328.950	281.650	232.200	232.200	232.200	232.200
MSR	€	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000
Baunebenkosten	€	1.709.663	1.338.893	1.085.307	935.367	898.937	871.327	684.613
Zwischensumme	€	15.214.862	13.921.725	12.613.372	10.964.036	10.563.311	10.259.601	8.205.747
Förderung	€	- 6.957.567	- 6.332.453	- 5.823.356	- 5.137.614	- 4.417.014	- 4.237.549	- 3.023.908
Nettoinvestkosten	€	8.257.295	7.589.272	6.790.015	5.826.422	6.146.298	6.022.053	5.181.840
jährliche Instandhaltungskosten	€/a	53.537	49.925	47.133	42.194	37.620	37.220	35.220

Tabelle 5: Kosten der sieben Varianten unterteilt nach den verschiedenen Kostenpositionen [eigene Darstellung nach: (G&W Software AG, 2017)]

Zusätzlich ist die Fördersumme, die sich aus den Förderprogrammen der Institutionen „Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle“ (BAFA), der „Kreditanstalt für Wiederaufbau“ (KfW) und dem „Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz“ des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW) zusammensetzt. Die genauen Bezeichnungen dieser Förderungen sowie die Fördergegenstände sind in Tabelle 6 angeführt. Den exakten Betrag der Förderung sowie eine detaillierte Auflistung der Einzelpositionen der Gewerke sind für jeder der sieben Varianten als Leistungsverzeichnisse in Anhang 10/Anhang 16 gezeigt.

Institution	Bezeichnung	Fördergegenstand	Förderung	Quelle
BAFA	Merkblatt Wärme- und Kältenetze	1. Wärmenetz	40% der Kosten Wärmenetz (netto)	(1)
KfW	KfW 271 Erneuerbare Energien "Premium"	1. Pufferspeicher (500m ³) 2. Solarthermie-Anlage	30% der Kosten Pufferspeicher (netto) 65% der Kosten Solarthermie (netto)	(2)
MKULNV NRW	Programm für Rationelle Energie	1. Wärmenetz	65% des Restbetrages (netto) nach BAFA-Förderung	(3)

Tabelle 6: Förderung der verschiedenen Komponenten des Wärmeversorgungssystems [(1): (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017); (2): (Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), 2016); (3): (progres.nrw, 2016)]

Vorstellung der sieben Energieversorgungs-Varianten

Die für die Kostenabschätzung verwendeten Leistungsverzeichnisse wurden mit der Software „California.pro“ des Unternehmens G&W Software Entwicklung GmbH erstellt (G&W Software AG, 2017). Die Einzelpreise wurden zum einen anhand von Richtpreisangeboten der jeweiligen Hersteller eingepflegt und zum anderen wurden Daten und Preisen aus bereits abgeschlossenen Nahwärmenetz-Projekten, die diesem Konzept sehr ähnlich sind, für diese grobe Auslegung übernommen.

3.2 Wirtschaftlichkeit der Varianten

Mit den Investitions- und Betriebskosten der sieben Varianten lässt sich nun auch die ökonomisch beste Variante zur regenerativen Wärmeversorgung des Wohngebietes ermitteln. Dies erfolgt für jede Variante in einer eigenen „Cash-Flow-Betrachtung“ über die gesamte Laufzeit der EEG-Vergütung, sprich über 20 Jahre. Diese Tabellen sind in Anhang 19/Anhang 25 gezeigt und dort mit den entsprechenden Quellen für die verwendeten Angaben beispielsweise für die Berechnung des „Einkauf Biomethan“, „Wartungskosten“ oder dem „Flex-Zuschlag“ gekennzeichnet.

Kredit nach: KfW-Programm 271: Erneuerbare Energien "Premium" (1)								Annahmen	
Laufzeit (a)	20							Wärmepreis	0,059 €/kWh
Zinssatz	2,00%							jährliche Preissteigerung	2,0%
Eigenkapital	10,00%								
Tilgungsfreie Jahre	3								
Zinsbindung (a)	10								
Aufsummierte Beträge bis zum Ende der EEG-Vergütung (20 Jahre)		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7	
Änderung Cash-Flow	-	865.912 €	484.144 €	1.307.500 €	1.953.011 €	3.149.103 €	3.204.104 €	3.593.710 €	
Gesamtinvestition		8.257.295 €	7.589.272 €	6.790.015 €	5.826.422 €	6.146.298 €	6.022.053 €	5.181.840 €	
Zinsaufwand der Investitionssumme		1.981.751 €	1.821.425 €	1.629.604 €	1.398.341 €	1.475.111 €	1.445.293 €	1.243.642 €	
Gesamtkapitalrentabilität		-10,5%	6,4%	19,3%	33,5%	51,2%	53,2%	69,4%	
Gesamtkapitalrentabilität pro Jahr		-0,5%	0,3%	1,0%	1,7%	2,6%	2,7%	3,5%	
Eigenkapital		825.730 €	758.927 €	679.002 €	582.642 €	614.630 €	602.205 €	518.184 €	
Eigenkapitalrentabilität		-104,9%	63,8%	192,6%	335,2%	512,4%	532,1%	693,5%	
Eigenkapitalrentabilität/Jahr		-5,2%	3,2%	9,6%	16,8%	25,6%	26,6%	34,7%	

Tabelle 7: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung jeder der sieben Varianten

Für die Berechnung der Erlöse wurde der Wärmepreis für die Anwohner des Quartiers mit 5,9 ct/kWh so gewählt, dass die Gesamtkosten für den Energiebezug gleich den Bezugskosten für Erdgas der private Endkunden ist (vgl.Kap.4, Abbildung 6). Somit wird eine regenerative Alternative zur Bestehenden Energieversorgung aus fossilen Energieträger geboten, die nicht teuer ist als der aktuelle Wärmebezug mittels Erdgas.

Die Preise für Erdgas haben sich in den letzten 10 Jahren um 6% erhöht, sind jedoch in den letzten 3 Jahren wieder um 3% gesunken. Nach diesen 3 Jahren hat Erdgas das Preisniveau von 2010 erreicht, wird allerdings wieder teurer (Statistisches Bundesamt, 2017). Neben der Ankündigung des russischen Gasförderkonzerns „Gazprom“, vom dem Deutschland ca. 40% seines Erdgases bezieht, für 2017 bereits eine Preissteigerung von 10% durchzusetzen, sind sich Energieexperten einig, dass steigende Ölpreise den Gaspreis mit in die Höhe treiben werden. Aus den genannten Gründen wird in der vorliegenden Machbarkeitsstudie eine jährlichen Preissteigerung für Erdgas von 2% zugrunde gelegt (Gasvergleich, 2017)

Die Parameter des Finanzierungskredites richten sich nach der Konditionsübersicht der KfW und sind für die ersten 10 Jahre bindend. Es wird für alle Varianten die Möglichkeit gewählt die Tilgung des Kredites für die ersten 3 Jahre auszusetzen, umso eine Gefährdung der Liquidität zu vermeiden. Die gewählten Kredit-Parameter sind oben links in Tabelle 7 zusammengefasst (KfW, 2017).

Tabelle 7 zeigt, dass die Varianten mit einem solaren Deckungsanteil über 40% aufgrund des benötigten saisonalen Wärmespeichers, zu hohe Investitionskosten aufweisen, um wirtschaftlich tragfähig zu sein. Mit der Forderung einen Wärmepreis anzubieten, der ein konkurrieren zu den Bezugskosten von Erdgas erlaubt, lassen sich die Kosten für die Varianten 1-4 bei aktuellen Preisniveau für Erdgas noch nicht oder nicht oder nur mit einer geringen Rentabilität decken.

Die ökonomisch beste Variante zur Deckung des Gesamtwärmebedarfs des Wohngebietes ist Var.7. Die Gründe dafür sind, dass die Gesamte Wärme in BHKW erzeugt wird und somit die Investitions- und Betriebskosten für die solarthermische Anlage nicht berücksichtigt werden müssen.

Aufgrund der Tatsache, dass die Anschlussquote für die Umsetzung eines Nahwärme-Konzeptes entscheidend ist, wird die Variante 5 mit einem solaren Deckungsanteil von etwa 25% und einem entsprechenden Wärmespeicher favorisiert. Dieses Konzept für die Wärmebereitstellung ist unter ökologischen Gesichtspunkten die ökonomisch sinnvollste Variante. Die Auswahl dieser Variante lässt sich auch noch mit weiteren Synergieeffekten bekräftigen.

So geht von einem großflächigen Solarthermie-Kollektorfeldes eine positiven „Signalwirkung“ für den Beitrag an der Energiewende bei Anwohnern, der Gemeinde und weiteren potentiellen Anschlussnehmern aus.

Darüber hinaus werden die BHKW über die heißen Sommermonate kaum mehr in Betrieb sein, sodass sich die Wartungsintervalle und auch die Lebensdauer erhöhen wird.

Vorstellung der sieben Energieversorgungs-Varianten

Ein weiterer Grund warum es sinnvoll ist einen gewissen Anteil des Wärmebedarfs einer solarthermischen Anlage abzudecken ist, dass auch der Preis des regenerativen Energieträgers Biomethan einer Preissteigerung¹² unterliegt und somit zukünftig je nach Marktsituation auch deutlich teurer werden könnte. Der Biomethanpreis ist bei Variante 7 der entscheidende Parameter, sodass ein hoher Preisanstieg des Biomethan dafür sorgen könnte, dass die Varianten 5 oder 6 in Zukunft ökologisch und dann auch die ökonomisch besseren Varianten werden.

Weitere Argumente warum die regenerative Wärmeversorgung mittels einem Nahwärmenetz eine sinnvolle Möglichkeit, sowohl aus monetären- wie auch aus Klimaschutz-Gründen, ist, wird im folgenden Kapitel erläutert.

¹² aktuell ca. 0,3% pro Jahr (s. Anhang 36)

4 Vorteile der Wärmeversorgung durch ein Nahwärmenetz

Abbildung 6 fasst die Vorteile einer Energieversorgung durch ein Nahwärmenetz zusammen. Darüber hinaus ist der Kostenvorteil mit den Verbrauchswerten eines Einfamilienhauses im betrachteten Wohngebiet (vgl. Kapitel 2.1, Tabelle 1) errechnet worden. Die Angaben die zu dieser Kosten-Nutzen-Rechnung herausgezogen wurden, beziehen sich auf Richtpreisangebote von Herstellern, Angaben von Unternehmen zu den Wärmeerzeugungsanlagen, Internetquellen oder Abschätzungen aufgrund von Erfahrungswerten der Projektingenieure.

		Nahwärme	Erdgasheizung	Heizölheizung	Erdgas + Solar	Pellet
Anteil regenerativer Energie		100%	0%	0%	20%	100%
Versorgungssicherheit		✓✓	✓	✓	✓	✓
Komfortabel		✓✓	✓	✗	✓	✗
Regional		✓	✗	✗	✗	✓
Umweltverträglichkeit		✓	✗	✗	✗	✓
Friedlich		✓	✗	✗	✗	✓
Übergabeverluste		0%	10-30%	15-30%	15-30%	15-30%
Primärenergiefaktor		0,1	1,1	1,1	0,9	0,2
Lebensdauer		> 35a	10-20a	10-20a	10-20a	10-20a
Bezug	kWh	17.590 kWh	22.970 kWh	2.069 Liter	18.376 kWh	19.544 kWh
Heizwert (Hi)	kWh	17.590 kWh	20.694 kWh	20.694 kWh	16.555 kWh	19.544 kWh
Nutzenergie (ohne Verluste 15%)	kWh	17.590 kWh	17.590 kWh	17.590 kWh	17.590 kWh	17.590 kWh
Kosten neue Heizung	€	1.000	5.000	7.000	11.000	15.000
Preis Nahwärme bis 10.000 kWh	€/kWh	0,059				
Preis Nahwärme ab 10.000 kWh	€/kWh	0,059				
Preis Brennstoff-/Energiebezug	€/kWh		0,0401	0,057	0,0401	0,045
Grundgebühr	€/a	0	115	-	115	-
Kosten für den Energiebezug	€/a	1.038	1.036	1.169	737	885
Wartungskosten	€/a	-	100	125	100	163
Stromkosten	€/a	14	90	113	140	146
Kosten Platzbedarf [3€/m²]	€/a	-	36	90	54	216
Schornsteinfeger	€/a	-	80	130	80	80
Rückstellung f. neue Heizung	€/a	50	500	700	1.100	1.500
Vollkosten für Wärmeversorgung	€/a	1.101	1.842	2.327	2.211	2.990
Kostenvorteil Nahwärme	€/a		741	1.225	1.110	1.889
	%		40%	53%	50%	63%

Abbildung 6: Kosten-Nutzen-Vergleich der verschiedenen konventionellen Wärmeerzeugungsarten im Vergleich zu der Wärmeversorgung durch ein Nahwärmenetz [(Gasvergleich, 2017); (Statistisches Bundesamt, 2017); (BTE-Experte, 2015); (AGRAR-Plus, 2017); (AGFW | Der Energieeffizienzverband, 2012)

In Bezug auf die Versorgungssicherheit und den Komfort ist Nahwärme die wohl beste Art der Wohnraumtemperierung und zur Warmwasseraufbereitung¹³. Die Bedienung ist mit der einer konventionellen Gasheizung vergleichbar. Die Wartungsarbeiten werden in regelmäßigen Zeitintervallen durch den zuständigen Fernwärmelieferanten veranlasst und sind darüber hinaus schon im Wärmepreis enthalten. Weiterhin kann sich der Nahwärmekunde die Kosten für die Beschaffung einer neuen Wärmeerzeugungsanlage sparen.

Durch den Anschluss an die Nahwärme, sinken außerdem die Betriebskosten durch die neuen Versorgungstechnik. Die Verbrennung des Brennstoffes findet nun nicht mehr innerhalb des Eigenheims statt, da die Wärme bereits in der Heizzentrale (BHKW) produziert wurde und nur noch über das Leitungsnetz zum Endkunden transportiert wird. Folglich entstehen in den Gebäuden weder Abgase noch Ruß, Rauch oder Gerüche, sodass der vorhandene Schornstein nun nicht mehr benötigt wird. Das spart nicht nur die jährlichen Kosten für den Schornsteinfeger, sondern auch für die Wartung des eigenen Heizkessels.

Daneben können Hausbesitzer auch auf einen Gasanschluss oder ein Tank beziehungsweise einen Raum für die Lagerung der Energieträger im eigenen Haus verzichten. Die Technik des Nahwärmenetzes weist nur einen geringen Platzbedarf auf, da die Wärmeübergabestation mit Wärmemengenzähler und einem integrierten Wärmeübertrager äußerst kompakt gebaut ist. Der Aufstellraum der Technik kann nun für eine andere Nutzung durch den Eigentümer zur Verfügung stehen.

Des Weiteren spielt auch der Brennstoffbezug eine wichtige Rolle. Für Öl- und Holzheizungen muss der Eigenheimbesitzer selbst dafür sorgen, dass der jeweilige Energieträger zu jeder Zeit in ausreichender Menge im Brennstofflager vorhanden ist. Der Nahwärmekunde dagegen muss sich um die Beschaffung, Vorfinanzierung und Lagerkapazitäten für die Brennstoffe keine Gedanken machen, da diesem die Wärme über das Wärmenetz „fertig“ ins Haus geliefert wird (Rosenkranz, 2017), (heizsparer, 2015).

Bei zentralen Nahwärmeerzeugern ist ein bi- oder sogar ein multivalenter Betrieb besser realisierbar als bei Kleinanlagen. Dies liegt an der Tatsache, dass die spezifischen Investitionskosten in den höheren Leistungsbereichen deutlich geringer sind. Dies ermöglicht weitere Effizienzgewinne und/oder energiewirtschaftliche Vorteile. So können beispielsweise elektrisch betriebene Wärmepumpen in der Übergangszeit (Frühling u. Herbst) Wärme liefern, während an kalten

¹³ Gilt nur für die Wärmeerzeugung mittels erneuerbaren Energieträger wie z.B. Biomethan.

Vorteile der Wärmeversorgung durch ein Nahwärmenetz

Wintertagen, an denen die Wärmepumpen wenig effizient sind und der Strompreis höher ist, ein mit Biomethan betriebenes BHKW den Wärmebedarf decken (RP-Energie Lexikon, 2017).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein Nahwärmenetz, insbesondere für eine Kommune, vielfältige Möglichkeiten eröffnen kann. In weiteren Ausbaustufen des Wärmenetzes können städtische Gebäude und Anlagen zusammen mit Wohnhäusern und Gewerbebetrieben angeschlossen werden. Darüber hinaus könnte eine Vielzahl potentieller „Abwärmequellen“ für das Wärmenetz genutzt werden. Außerdem ist das Potenzial zur sukzessiven Steigerung des Anteil erneuerbare Energien an der Wärmeversorgung gegeben.

5 Änderung des Versorgungsgebietes: Innenstadt

Zu Beginn der Machbarkeitsstudie wurde das in Abbildung 1 gezeigte Wohngebiet im Südosten Grevens betrachtet. Dieses wurde unter anderem aufgrund der räumlichen Nähe zu den gut geeigneten Flächen für die Installation der Solarthermie-Kollektoren (vgl. Abschnitt 2.2.2, Abbildung 3) sowie der überwiegenden Bebauung durch Einfamilienhäuser, die Mitte der 1970er Jahre errichtet wurden ausgewählt.

Im weiteren Verlauf wird die Möglichkeit für die regenerative Energieversorgung für ein zweites Gebiet, das sich im Innenstadtbereich der Stadt Greven befindet untersucht. Abbildung 7 zeigt das ausgewählte Gebiet mit einer gelben Umrandung.

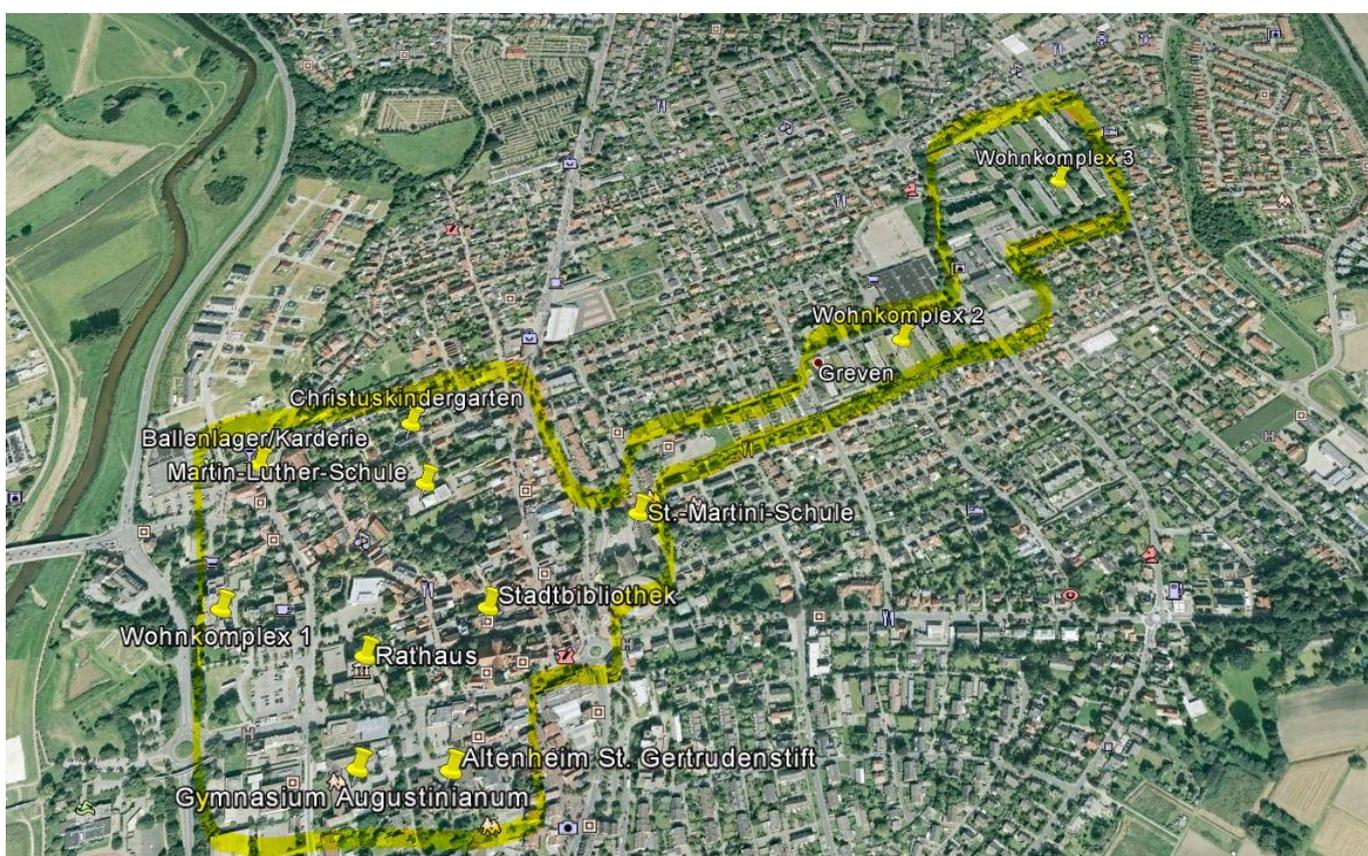


Abbildung 7: alternativ betrachtetes Gebiet im Innenstadtbereich Grevens [(© 2017 Google Earth Pro, 2017), bearbeitet]

Die Gründe die gegen eine Umsetzung des Konzeptes für das Wohngebiet 1 sprechen sind folgende:

- Da es sich im Wohngebiet 1 ausschließlich um private Haushalte (600) handelt, wird erwartet, dass die in den Berechnungen angenommene Anschlussquote von 75% nur durch zeit- und kostenintensive Maßnahmen (Bürgerversammlung, Einzelgespräche mit Anwohnern, etc.), oder unter Umständen gar nicht, erreicht werden kann.

- Wie Abbildung 7 zeigt, befinden sich in dem Innenstadtgebiet eine Vielzahl von öffentlichen Gebäuden wie beispielsweise das Rathaus, ein Gymnasium und weitere Schulgebäude oder die Stadtbibliothek (s. Tabelle 8). Zudem hat der Bürgermeister der Stadt Greven sowie die Stadtwerke in einem ersten Sondierungsgespräch positiv auf das in den nachfolgenden Kapiteln dargestellte Innenstadt-Konzept reagiert.
- Es befinden sich zudem mehrere große Wohnkomplexe, die alle zur „Sahle Wohnen GmbH“ gehören. Diese weisen einen hohen Wärmebedarf auf und befinden sich in direkter Nähe zueinander, sodass sich ein Anschluss dieser Gebäudekomplexe mit einer zusätzlichen Nebenleitung an das Wärmenetz anbieten würde.

5.1 Übertragung der Ergebnisse aus Kap. 3.2 auf das Innenstadtgebiet

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeit aus Kap. 3.2 zeigten, dass Var. 5¹⁴ und 6¹⁵ die ökologisch und ökonomisch sinnvollsten Varianten für das betrachtete Wohngebiet darstellen. Zusätzlich gibt es Studien des Unternehmens „Ritter Solar XL“ inklusive detaillierter Berechnungen, nach denen ein Solarer Deckungsanteil (SD) unter 25% einen möglichst niedrigen

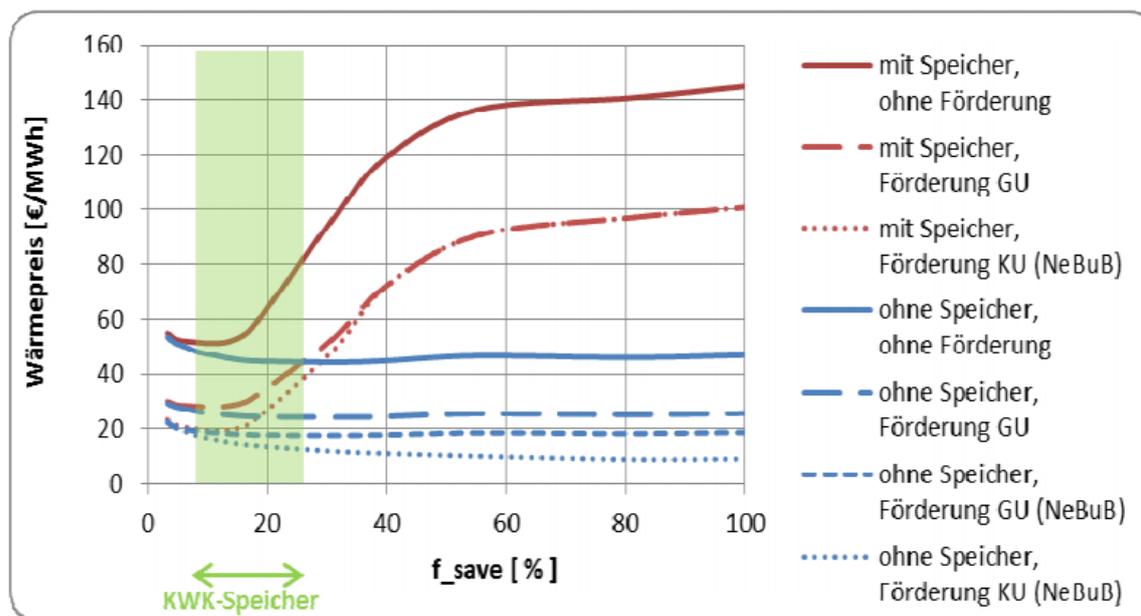


Abbildung 8: Wärmepreise mit und ohne Speicher sowie mit und ohne Förderung [(Meißner, 2016)]

¹⁴ 25% solarer Deckungsanteil

¹⁵ 20% solarer Deckungsanteil

Wärmepreis ermöglicht (vgl. Abbildung 8). Aus diesem Grund und den bereits gewonnenen Erkenntnissen aus der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Varianten 1 bis 7, werden für das nun betrachtete Innenstadtgebiet nur noch folgende Varianten weiter untersucht:

- **Variante 8 mit 25% solarem Deckungsanteil**
- **Variante 9 mit 15% solarem Deckungsanteil**

Bei diesen Varianten muss aufgrund des geringeren solaren Deckungsanteils kein saisonaler Erdbecken-Wärmespeicher in dem Gesamtsystem implementiert werden. Der nicht über die Solarthermie gedeckte Wärmebedarf wird wiederum von einem Biomethan-BHKW produziert..

6 Analyse der städtebaulichen, strukturellen und energetischen Rahmenbedingungen im Innenstadtbereich Grevens

Abbildung 7 zeigt das nun betrachtete Quartier im Innenstadtbereich der Stadt Greven und umfasst den Bereich um die Schützenstraße, Scharnhorststraße, Hansaring und Emsdettener Damm. Das Gebiet weist dabei eine Fläche von etwa 2 Quadratkilometern auf.

6.1 Quartiersstruktur und Gebäudetypen

Wie in Abbildung 7 zu sehen, handelt es sich bei dem betrachteten Gebiet um eine Mischbesiedlung mit öffentlichen Gebäuden (u.a. Rathaus, Schulen), Wohnkomplexen (ca. vier- bis sechsstöckige Wohnbauten), Einfamilienhäusern und sonstigen Gebäuden (u.a. Altenheim). Das Wärmekonzept wird anhand der öffentlichen Gebäude, Wohnkomplexe und des Altenheims durchgeführt. Somit werden vorerst keine Privathaushalte in das Konzept miteinbezogen, um die Anzahl der beteiligten Personen möglichst gering zu halten.

Wärmebedarf

	Anzahl	Einheit	Anschlussleistung [kW]	Vollbenutzungsstunden [h]	Wärmebedarf pro Gebäude	Gesamtwärmebedarf
Verbraucher						
Rathaus	1	Haus	150	1700	255.000 kWh/Haus	255.000 kWh
St.-Martini-Schule	1	Haus	300	1300	390.000 kWh/Haus	390.000 kWh
Martin-Luther-Schule	1	Haus	75	1300	97.500 kWh/Haus	97.500 kWh
Gymnasium	1	Haus	750	1300	975.000 kWh/Haus	975.000 kWh
Stadtbibliothek	1	Haus	80	1800	144.000 kWh/Haus	144.000 kWh
Christuskindergarten	1	Haus	50	2000	100.000 kWh/Haus	100.000 kWh
Ballenlager/Karderie	1	Haus	300	1500	450.000 kWh/Haus	450.000 kWh
Zwischensumme Öffentliche Verbraucher						2.411.500 kWh
Wohnkomplex 1	1	Haus (100 HH)	15	1600	2.400.000 kWh/Haus	2.400.000 kWh
Wohnkomplex 2	6	Häuser (15 HH)	12	1600	288.000 kWh/Haus	1.728.000 kWh
Wohnkomplex 3	9	Häuser (20 HH)	12	1600	384.000 kWh/Haus	3.456.000 kWh
Verwaltungsgebäude Sahle	1	Häuser	150	1600	240.000 kWh/Haus	240.000 kWh
Zwischensumme Wohnkomplexe						7.824.000 kWh
Altersheim	1	Haus			1.134.000 kWh/Haus	1.134.000 kWh
Zwischensumme Sonstige Verbraucher						1.134.000 kWh
Zwischensumme						11.369.500 kWh
Eigenbedarf HZ/BHKW	1	psch			200.000 kWh	200.000 kWh
Summe Verbraucher						11.569.500 kWh

Tabelle 8: Wärmebedarf der anzuschließenden Gebäude in dem betrachteten Innenstadt-Quartier Grevens

In Tabelle 8 sind die im Quartier vorkommenden Gebäudetypen mit den jeweiligen Wärmeverbräuchen aufgelistet. Die Abschätzung der Anschlussleistung und Vollbenutzungsstunden wurde dabei auf Grundlage statistisch vergleichbarer Gebäude in Absprache mit der FH Münster durchgeführt. Der resultierende Wärmebedarf ergibt sich aus der Multiplikation dieser beiden Angaben.

6.1.1 Gegebenheiten in der Umgebung des Quartiers

Da das zu versorgende Gebiet nur von einem im Südosten Grevens gelegenen Wohngebiet in den Innenstadtbereich Grevens verlegt wird, ändern sich die Gegebenheiten im Umfeld zu denen, die bereits in Kapitel 2.2 erläutert worden sind nur geringfügig.

6.1.2 Standorte Solarthermie-Kollektorfelder

Die Standorte für die Solarthermieanlage sind gegenüber den Varianten 1-7 identisch gewählt (vgl.Kap.2.2.2).

6.1.3 Standort BHKW

In Abbildung 9 ist der neu geplante Standort für die Unterbringung der Heizzentrale gelb umrandet. Dieses Gebiet ist das ehemalige Fabrikgelände der „Anton Cramer GmbH“. Die Anton

Cramer GmbH hat bisher an diesem Standort ein Erdgas-BHKW betrieben, sodass folgende Infrastrukturkomponenten für den Betrieb eines Biomethan-BHKW bereits vor Ort installiert sind:

- **Erdgasleitung:** 4.000 kW Feuerungswärmeleistung
- **Stromeinspeisung:** 4.000 kW_{el}



Abbildung 9: Standort Biomethan-BHKW, Gashochdruckstation und Netzverknüpfungspunkt
[(© 2017 Google Earth Pro, 2017)]

Die bestehende Erdgas-Infrastruktur muss für das neue FLEX-BHKW auf eine Feuerungs-wärmeleistung von etwa 9.000 kW angepasst werden. Dies sollte jedoch aufgrund der direkten Nähe zu einer Gashochdruckstation der Stadtwerke Greven ohne größeren Aufwand möglich sein. Die Stromeinspeisung muss für die neu geplante Heizzentrale nicht ausgebaut werden. Somit eignet sich der ehemalige Standort der Anton Cramer GmbH ideal für die Platzierung der neu zu errichtenden Heizzentrale auf diesem Fabrikgelände.

6.2 Erstellung des vorläufigen Trassenplans für das Nahwärmenetz

In Abbildung 10 ist der vorläufige Trassenverlauf für das Innenstadtgebiet, inklusive der in Tabelle 8 genannten wichtigsten Wärmeabnehmer, dargestellt. In der Phase der Detailplanung muss mit Angaben über die exakten Wärmeverbräuche des Gebäude ein genauer Verlauf der Wärmeleitungen mit entsprechender Dimensionierung der Rohrdurchmesser erstellt werden.

Bezeichnung der Wärmeleitung	Länge [m]	Auslegung [DN]
Zuleitung	2.760	200
	250	150
Hauptleitungen & Nebenleitungen	820	150
	755	125
	360	100
	340	80
Hausanschlussleitungen	150	80
	60	65
	1.070	50
	145	40
	180	32
	15	20

Tabelle 9: benötigten Rohrleitungslängen sowie die Dimensionierung der Wärmerohre

10 zeigt die abgeschätzten Rohrleitungslängen sowie die entsprechende Dimensionierung der Wärmerohre für die vorläufig geplante Trassierung (vgl. Abbildung 10)

Die Leitungslängen wurden dabei mit Hilfe des Vermessungswerkzeuges der Software „Google Earth Pro17“ ermittelt. Die Dimensionierung der Rohrdurchmesser wird auf Basis des Druckverlustberechnungsprogramm „Logstor Calculator“ durchgeführt (Logstor Calculator,



Abbildung 10: Vortrassierung des Nahwärmenetzes Innenstadt mit Zuleitung, Haupt- und Nebenleitungen sowie den potentiellen Standorten für das Biomethan-BHKW, den Wärmespeicher und das Solarkollektorfeld [(© 2017 Google Earth Pro, 2017), bearbeitet]

2017). Aus der Berechnung mit den in Tabelle 8 aufgelisteten Wärmeleistungsbedarfsdaten der anzuschließenden Gebäude ergibt sich der Netzpunkt mit dem höchsten Druckverlust¹⁶.

Die Wärmenetzauslegung erfolgt ausschließlich als Stahl-Doppelrohr, da dieser Werkstoff eine deutlich höhere Lebenserwartung gegenüber den aus dem Kunststoff Polyethylen gefertigten PE-X(a)-Rohren aufweist. Aufgrund der Verbauung des Nahwärmenetzes im Innenstadtbereich ist dies ein ausschlaggebender Grund für die „Stahl-Ausführung“ der Leitungsrohre, der die höheren Investitionskosten überwiegt.

¹⁶ Höchster Druckverlust: 4,4 bar an der Martin-Luther-Schule

6.3 Wärmebedarfsermittlung Nahwärmenetz Greven

Die in Kapitel 6.2 erwähnten Leitungslängen bilden auch die Grundlage zur Berechnung der Wärmeverluste aller Rohrleitungen des Wärmenetzes an das umgebende Erdreich. Darüber hinaus wird mit diesen Angaben in einem nächsten Schritt der Gesamtwärmebedarf ermittelt (s. Abbildung 11).

Bezeichnung der Wärmeleitung	Durchschnittlicher Rohrdurchmesser [DN]	Genutzte Rohrleitung	Wärmeverlust nach Tab 2.3.5 [kW/m]	Wärmeverlust für Berechnungen [kW/m]
Zuleitung	196	DN 200, 70°C Tm, 1x verstärkt	0,0182	0,01863
Hauptleitung	123	DN 125, 70° Tm, 2x verstärkt	0,0128	0,013
Hausanschlussleitung	50	DN 50, 70° Tm, 2x verstärkt	0,0109	0,01

Tabelle 10: Wärmeverluste der ausgewählten Rohre an das Erdreich anhand der Tabelle 2.3.5 „Wärmeverluste isoplus -Doppelrohr“ [(isoplus Fernwärmetechnik, 2015)]

Es werden die in Tabelle 10 gewählten Leitungsrohre und Verlustangaben für die Wärmeverlustberechnung genutzt. Die Wärmeverluste der Rohrleitungen wurden, analog wie für das Wohngebiet (vgl. Kapitel 2.4), anhand der Tabelle 2.3.5 „Wärmeverluste isoplus-Doppelrohr“ für starre Verbundsystem des Unternehmens „**isoplus Fernwärmetechnik**“ und den entsprechenden Rohrlängen ermittelt (isoplus Fernwärmetechnik, 2015). Die Berechnung der Anschlussleistung der angeschlossenen Wärmeverbraucher ergibt sich aus dem jährlichen Wärmebedarf und den Vollbenutzungsstunden (siehe Tabelle 8).

Daten	Einheit	Gesamt
Länge der Wärmeleitung		
Zuleitung	m	3.010
Hauptleitung	m	2.275
Hausanschlussleitung (je Haus 15m)	m	1.620
Summe Wärmeleitung	m	6.905
Wärmeverluste		
Wärmeverlust Zuleitung	kW/m	0,01863
Wärmeverluste Hauptleitung	kW/m	0,01300
Wärmeverluste Hausanschlüsse	kW/m	0,01100
Wärmeverluste in kWh/a		
Wärmeverluste Zuleitung	kWh/a	491.228
Wärmeverluste Hauptleitung	kWh/a	259.077
Wärmeverluste Hausanschlüsse	kWh/a	156.103
Summe Wärmeverluste	kWh/a	906.409
Anteil Wärmeverlust		7,3%
Energiebedarf Übersicht		
maximale Anschlussleistung	kW	7.225
maximale Anschlussleistung bei Gleichzeitigkeitsfaktor 0,45	kW	4.272
Gesamtwärmebedarf Verbraucher		
Gesamtwärmebedarf Verbraucher	kWh/a	11.369.500
Eigenbedarf HZ/BHKW	kWh/a	200.000
Verluste Wärmenetz	kWh/a	906.409
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	12.475.909

Abbildung 11: Ermittlung des Gesamtwärmebedarfs des Innenstandgebiets inklusive der Wärmenetzverluste

Der jährliche Gesamtwärmebedarf des Nahwärmenetzes von etwa 12,5 MWh ergibt sich aus der Summe der Wärmeverluste aller Wärmeleitungen von ca. 0,9 MWh, dem jährlichen Eigenwärmebedarf des BHKWs von ca. 0,2 MWh sowie dem Gesamtwärmebedarf der angeschlossenen Wärmeverbraucher von ca. 11,4 MWh.

7 Vorstellung der zwei Energieversorgungs-Varianten für das Innenstadtgebiet

Für das Innenstadtkonzept werden analog zu Kapitel 3 die Strom- und Wärmeerzeugung durch Biomethan-BHKWs mit der Wärmeerzeugung aus einer Solarthermie-Anlage kombiniert. Wie bereits erläutert, werden nur noch 2 Varianten mit einem solaren Deckungsanteil von 25 bzw. 15 % untersucht, da sich diese als am ökonomisch besten herausgestellt haben (vgl. Kapitel 5.1).

	Einheit	Variante 8	Variante 9
Solarer Deckungsanteil	%	23,3	16,0
Wärmebedarf gedeckt durch ST	kWh	2.908.000	1.993.000
Wärmebedarf gedeckt durch BHKW	kWh	8.944.113	9.859.113
Wärmebedarf gedeckt durch SLK	kWh	623.795	623.975
Aperturfläche ST	m ²	8.750	4.500
Benötigte Grundstücksfläche ST	m ²	21.084	10.843

Tabelle 11: Übersicht der zwei ausgewählten Varianten 8 & 9 für das Innenstadtgebiet (ST: Solarthermie; LZWS: Langzeitwärmespeicher; SLK: Spitzenlastkessel); [(Solites, Steinbeis Innovation GmbH (SIG), 2016); (Solites, AGFW, 2013); (SolnetBW, SDH-solar district heating, 2015) (Willige, Martin (Projektvorschlag: Ritter Solar), 2017) (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Wager, 2006)]

Zusätzlich wird ein Spitzenlastkessel mit einer Leistung von 4MW_{th} eingeplant, um eine zusätzliche Versorgungssicherheit durch ein redundant abgesichertes Wärmeversorgungssystem zu gewährleisten. Zudem ist in den beiden Varianten ein Wärmepufferspeicher mit einem Volumen von 500 m³ vorgesehen, um Lastspitzen des Wärmenetzes ausgleichen zu können.

Tabelle 11 zeigt die Varianten 8 und 9 zur Deckung des Gesamtwärmebedarfs des Quartiers. Dabei wird der Anteil der solaren Deckung zwischen ca. 16 und 23% variiert, um so in einer anschließenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die ökonomisch optimale Variante bestimmen zu können (vgl. Kap. 7.2). Der Anteil am Gesamtwärmebedarf, der nicht von Solarthermie gedeckt wird jeweils von einem mit Biomethan betriebenen Blockheizkraftwerk bereitgestellt.

Die Auslegung des Blockheizkraftwerkes für die jeweilige Variante erfolgt anhand des Datenblattes des BHKW-Herstellers „MWM“ (s. Anhang 33). Dabei wurde die Leistung der BHKW entsprechend dem zudeckenden Anteil am Gesamtwärmebedarf sowie einer jährlichen Laufzeit zwischen 1500 und 3000 VBh ausgelegt. Die Übersicht zur Auslegung des BHKW der jeweiligen Variante ist in Anhang 8 bzw. Anhang 9 dargestellt.

7.1 Kostenermittlung der Varianten

Die Kosten sind für beide Varianten zur übersichtlichen Darstellung in Tabelle 12 aufgeführt. Die Aufteilung der Kosten nach den unterschiedlichen Gewerken und Komponenten sowie der Förderungssumme durch die *BAFA*, *KfW* und *progres.nrw* erfolgt dabei analog zu der bereits in Kapitel 3.1. ausführlich beschriebenen Kostenermittlung mit der Software „*California.pro*“.

Gewerk	Einheit	Variante 8	Variante 9
BHKW	€	2.502.000	2.502.000
Stromeinspeisung	€	56.000	56.000
Solarthermieanlage	€	3.543.750	1.957.500
Rohrbau	€	1.847.500	1.847.500
Tiefbau	€	1.908.750	1.908.750
Hydraulik	€	751.000	751.000
Fundamente	€	128.000	128.000
Grundstücke	€	400.000	400.000
MSR	€	176.000	176.000
Baunebenkosten	€	1.108.080	981.180
Zwischensumme	€	12.421.080	10.707.930
Förderung	€	- 4.904.299	- 3.873.236
Nettoinvestkosten	€	7.516.781	6.834.694
Instandhaltungskosten	€/a	45.441	44.526

Tabelle 12: Kostenermittlung für die verschiedenen Gewerken der Innenstadt-Varianten

7.2 Wirtschaftlichkeit der Varianten

Nach demselben Prinzip wie in Kapitel 3.2 die Wirtschaftlichkeit der Varianten 1-7 ermittelt wurde, wird die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nun auch für die Innenstadtvarianten 8 und 9 erfolgen. Mit den Investitions- und Betriebskosten aus Tabelle 12 lässt sich nun die ökonomisch beste Variante zur regenerativen Wärmeversorgung des Innenstadtgebietes ermitteln. Dies erfolgt für beide Variante in einer eigenen „Cash-Flow-Betrachtung“ über die gesamte Laufzeit der EEG-Vergütung, sprich über 20 Jahre. Für die Berechnung der Erlöse wurde der Wärmepreis des Quartiers mit 4,0 ct/kWh so gewählt, dass dieser in etwa auf dem Preisniveau des Wärmebezugs eines Großkunden liegt. Aufgrund der verbesserten Bonität im Falle einer Umsetzung dieses Konzeptes mit öffentlichen Großkunden, einer Wohngesellschaft mit drei großen Wohnkomplexen und der Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Grevens kann der Zinssatz mit

Vorstellung der zwei Energieversorgungs-Varianten für das Innenstadtgebiet

1,6% angenommen werden (vgl. (KfW, 2017). Die übrigen Angaben und Parameter ändern sich für diese Varianten nicht zu Kapitel 3.2, sodass diese als identisch übernommen werden.

Kredit nach: KfW-Programm 271: Erneuerbare Energien "Premium" (1)		Annahmen	
Laufzeit (a)	20	Wärmepreis	0,040 €/kWh
Zinssatz	1,60%	jährliche Preissteigerung	2,0%
Eigenkapital	10,00%		
Tilgungsfreie Jahre	3		
Zinsbindung (a)	10		
Aufsummierte Beträge bis zum Ende der EEG-Vergütung (20 Jahre)		Variante 8	Variante 9
Änderung Cash-Flow		381.214	935.512 €
Gesamtinvestition		7.516.781 €	6.834.694 €
Zinsaufwand der Investitionssumme		1.443.222 €	1.629.604 €
Gesamtkapitalrentabilität		5,1%	13,7%
Gesamtkapitalrentabilität pro Jahr		0,3%	0,7%
Eigenkapital		751.678 €	683.469 €
Eigenkapitalrentabilität		50,7%	136,9%
Eigenkapitalrentabilität/Jahr		2,5%	6,8%

Tabelle 13: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Varianten 8 und 9

Tabelle 13 zeigt das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Die erhöhten Kosten für die größeren Solarthermie-Flächen in Variante 8 haben zur Folge, dass der Gesamtgewinn von etwa 935.000 € (Var. 9: 16% SD) auf 380.000€ bei einem solaren Deckungsanteil von 25% geschmälert wird. Dementsprechend sinkt auch die Gesamrentabilität von 13,7% der Variante 9 auf 5,1% bei Variante 8.

8 Fazit, Verbesserungspotentiale und weitere Handlungsmöglichkeiten

Alle der in dieser Machbarkeitsstudie untersuchten Varianten 1 bis 9 enthalten noch Optimierungspotential bezüglich der Kostenermittlung. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass während der Konzepterstellung mit Sicherheitsaufschlägen und häufig konservativen Abschätzungen sowie mit Annahmen gerechnet wurde. Bei einer entsprechenden Detailplanung können diese Potentiale erschlossen und somit die Wirtschaftlichkeit verbessert werden (vgl. Kap. 3.1 Tabelle 5, bzw. Kap. 7.1, Tabelle 12). In der Planungsphase der groben Auslegung sorgen diese auf Sicherheit ausgelegten Berechnungen für belastbare und aussagekräftige Ergebnisse beispielsweise der Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Ein weiterer Grund für bessere Wirtschaftlichkeit im realen Betrieb ist die Tatsache, dass Wärmenetze auf eine Lebensdauer von 40 bis maximal 80 Jahre ausgelegt sind. Da die Ertragsberechnungen und die Tilgung der Investitionen auf 20 Jahre erfolgt, ist es möglich, durch eine Weiternutzung des Wärmenetzes ab dem Jahr 21 die bestehende Infrastruktur kostengünstig zur Wärmeversorgung zu nutzen.

Es konnte gezeigt werden, dass die Varianten 5 und 6 eine ökologisch sowie ökonomisch sinnvolle Alternative zur bestehenden Wärmeversorgung des Wohngebietes im Südosten Grevens darstellen. Für die favorisierte Variante 5 ergeben sich die folgenden Energieeinsparungen und CO₂-Einsparungen gegenüber dem Bestand (vgl. Anhang 31 u. Anhang 32):

- *Energieeinsparung: 9.447.500 kWh (34,24%)*
- *CO₂-Einsparung: 1.545 Tonnen pro Jahr*

Ein weiterer Vorteil dieser Konzepte ist, dass sie kaum standortspezifische Anforderungen aufweisen und somit zur regenerativen Energieversorgung anderer Städte und Wohnsiedlungen übertragbar sind. Potentiell geeignete Gebiete sind inklusive des bereits errechneten CO₂-Einsparpotentials unter folgender Internetadresse der „WIE^{fm}“ aufgeführt:

- <http://www.wiefm.eu/startseite/best-practice/>

Für die Versorgung des Innenstadtgebietes Grevens wurde jeweils nur noch zwei Varianten betrachtet. Dabei wurde bei der Auslegung darauf geachtet, dass sich die Konzepte durch Anschluss der öffentlichen Gebäude sowie der Wohnkomplexe wirtschaftlich tragen. Im Zuge der

Bauphase des Wärmenetzes sollen zusätzlich privaten Haushalten entlang der Hauptleitungen an dieses angeschlossen werden.

Somit kann durch die private Wohnhäuser eine höheren Anschlussquote als angenommen erreicht werden. Dabei kann jeder zusätzlich angeschlossene Privathaushalt mit einem jährlichen Wärmebedarf von etwa 18.000 kWh den Ertrag nach 20 Jahren um etwa 10.000 bis 20.000 € erhöhen. Dies gilt allerdings nur, sofern das Wärmenetz im Zuge der Neuanschlüsse nicht signifikant erweitert werden muss.

In Zuge der nächsten Planungsphase kann eine repräsentative Umfrage unter den Anwohnern der potentiell anzuschließenden Gebäuden durchgeführt werden. Mit den Ergebnissen dieser Umfragen können alle Varianten hinsichtlich der Anschlussquote und den entsprechenden Wärmebedarfen angepasst werden.

Literaturverzeichnis

- [1] © 2017 Google Earth Pro. (07. Juli 2017). *Google Earth Pro Version: 7.3.0.3830*. Abgerufen am 14. August 2017 von https://earth.google.com/web/@52.08410641,7.63669518,44.16627894a,1596.21567984d,35y,0h,0t,0r/data=CkkaRxJBCiUweDQ3YjliNzhkNTIxMzd hM2Y6MHhjOGM3YmMzN2RmMzZjM2ZIGUL907JaDEpAIWMjEK_rdx5AKgZHcmV2ZW4YASAB
- [2] AGFW | Der Energieeffizienzverband. (September 2012). *Heizkostenvergleich nach VDI 2067 - Vergleich der Vollkosten von Heizungssystemen*. Abgerufen am 06. September 2017 von http://www.energie-geretsried.de/tl_files/energie_geretsried/redaktion/Fernwaerme%20-%20Downloads/Heizkostenvergleich%20FW%20nach%20VDI%202067%20fuer%202012.pdf
- [3] AGRAR-Plus. (2017). *Heizwerte/-äquivalente*. Abgerufen am 06. September 2017 von <http://www.agrarplus.at/heizwerte-aequivalente.html>
- [4] American Association for the Advancement of Science. (21. Oktober 2009). *Climate Change: Vital Signs of the Planet: Scientific Consensus*. Abgerufen am 10. August 2017 von <http://botany.org/Resources/ClimateLetter20091021.pdf>
- [5] Arcanum Energy Management. (21. Juli 2017). Indikatives Angebot zur Lieferung von Biomethan. Abgerufen am 2017
- [6] BHKW-Ultimate V.2.4.0 (Erfurth & Braunholz) . (Juli 2017). Software mit Energie. 98693 Ilmenau, Thüringen, Deutschland. Von <http://www.erfurth-braunholz.de/index.php/produkte/bhkw-ultimate#features> abgerufen
- [7] BTE-Experte. (Mai 2015). *Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte*. Abgerufen am 06. September 2017 von http://www.triplesan.de/wp-content/uploads/2015/05/lebensdauer_von_bauteilen.pdf

- [8] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). (23. Mai 2017). *Merkblatt Wärme- und Kältenetze*. Abgerufen am 29. August 2017 von http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/kwk_waerme_kaeltenetze_merkblatt.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- [9] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie . (22. 02 2017). *Infografik - Energiedaten*. (BMWE, Herausgeber) Abgerufen am 14. 08 2017 von <http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/Energiedaten/Energiegewinnung-und-Energieverbrauch/energiedaten-energiegewinnung-verbrauch-03.html>
- [10] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). (14. Oktober 2016). *EEG in Zahlen: Vergütungen, Differenzkosten und EEG-Umlage 2000 bis 2017*. Abgerufen am 11. September 2017 von http://erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/eeg-in-zahlen-pdf.pdf?__blob=publicationFile
- [11] BWK: Das Energie-Fachmagazin. (Dezember 2012). *Gleichzeitigkeit- der unterschätzte Faktor*. Abgerufen am 25. 08 2017 von <https://www.rehau.com/download/1475518/fachartikel-gleichzeitigkeit.pdf>
- [12] Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft (DSK), Klima und Energieeffizienz Agentur (KEEA), BPW - baumgart+partner. (2015). *Integriertes energetisches Quartierskonzept - Nordstadt*. DSK, KEEA. BPW, Stadt Hammeln, Klimaschutz, Hammeln. Abgerufen am 14. August 2017 von https://www.hameln.de/fileadmin/media/Dokumente/Energie_und_Klimaschutz/3215-konzept-nordstadt.pdf
- [13] Energieagentur.NRW. (08. Mai 2015). *Dänemarks Energiemarkt*. Abgerufen am 22. August 2017 von <http://www.energieagentur.nrw: http://www.energieagentur.nrw/international/laenderinformationen/daenemark>

- [14] G&W Software AG. (02. Januar 2017). California.pro V.07.2.18. 80335, München, Deutschland.
- [15] Gasvergleich. (2017). *Gaspreisentwicklung 2017: Trendwende auf dem Gasmarkt*. Abgerufen am 05. September 2017 von <https://1-gasvergleich.com/gaspreise/>
- [16] heizsparer. (2015). *Fernwärme – Pro und Kontra*. Abgerufen am 31. August 2017 von <http://www.heizsparer.de/heizung/heizungssysteme/fernwaerme/fernwaerme-vorteile-nachteile>
- [17] Institut Wohnen und Umwelt (IWU). (10. Februar 2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie*. Abgerufen am 18. August 2017 von http://episcopo.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure/DE_TABULA_TypologyBrochure_IWU.pdf
- [18] isoplus Fernwärmetechnik. (25. März 2015). *Flexible und starre Verbundsysteme*. Abgerufen am 25. August 2017 von http://www.isoplus.de/fileadmin/data/downloads/documents/germany/Catalogue_German/Kapitel_3_Flexible_Verbundsysteme.pdf?PHPSESSID=c905958c150936b83ca8faf9805bb351
- [19] Jaeger, C. C., & Jaeger, J. (März 2011). Three views of two degrees. *Regional Environmental Change*(11), S. 15-26. Von <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10113-010-0190-9> abgerufen
- [20] KfW. (15. August 2017). *Konditionenübersicht für Endkreditnehmer*. Abgerufen am 04. September 2017 von <https://www.kfw-formularsammlung.de/KonditionenanzeigerINet/KonditionenAnzeiger?ProgrammNameNr=271%20281>

- [21] Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). (August 2016). *KfW-Programm Erneuerbare Energien "Premium"*. Abgerufen am 29. August 2017 von [https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002410-Merkblatt-271-281-272-282.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002410-Merkblatt-271-281-272-282.pdf)
- [22] Logstor Calculator. (2017). *Logstor Calculator 2.1*. Abgerufen am 04. September 2017 von <http://calc.logstor.com/#Login>
- [23] Meißner, R. (2016). *Thermische Solaranlagen für Wärmenetze, Teil 2 Wirtschaftlichkeit*. Abgerufen am 04. September 2017 von http://ritter-xl-solar.com/uploads/media/Thermische-Solaranlagen-fuer-Waermenetze-Teil2_01.pdf
- [24] MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020). (2016). *Caterpillar Energy Solutions GmbH*. Abgerufen am 5. August 2017 von <https://www.mwm.net/mwm-kwk-bhkw/gasmotoren-stromaggregate/gasmotor-tcg-2020/>
- [25] Pauschinger, T., & Schmidt, T. (Mai 2013). Solar unterstützte Kraft-Wärme-Kopplung mit saisonalem Wärmespeicher. *Euro Heat & Power*(Sonderdruck 7163). Abgerufen am 22. August 2017 von <http://www.solites.de/Portals/0/Solar%20unterst%C3%BCtzte%20Kraft-W%C3%A4rme-Kopplung%20mit%20saisonalen%20W%C3%A4rmespeicher.pdf>
- [26] progres.nrw. (2016). *Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen - Programmbereich Markteinführung*. Abgerufen am 29. August 2017 von http://www.planet-biogas.com/wp-content/mediathek/Progress-Foerderrichtlinie_2016.pdf
- [27] Ritter XL Solar. (28. September 2016). Projektvorschlag Solarthermie. Abgerufen am 11. September 2017
- [28] Romberg, T. (20. November 2013). *NEXT Kraftwerke*. Abgerufen am 29. August 2017 von <https://www.next-kraftwerke.de/energie-blog/grundlast-biogas-nachfrageorientiert>

- [29] Rosenkranz, A. (23. März 2017). *Nahwärme: Technik, Vor- und Nachteile*. (heizung.de, Herausgeber) Abgerufen am 31. August 2017 von <https://heizung.de/heizung/wissen/nahwaerme-technik-vor-und-nachteile/>
- [30] RP-Energie Lexikon. (22. Februar 2017). *Nahwärme*. Abgerufen am 31. August 2017 von <https://www.energie-lexikon.info/nahwaerme.html>
- [31] Solites, AGFW. (Dezember 2013). SDH Online-Rechner. Abgerufen am 14. Juli 2017 von <http://www.sdh-online.solites.de/>
- [32] Solites, Steinbeis Innovation GmbH (SIG). (2016). *Das Wissensportal für die saisonale Wärmespeicherung*. Abgerufen am 21. August 2017 von <http://www.saisonalspeicher.de/Projekte/ProjekteinEuropa/Marstal/tabid/428/Default.aspx#>
- [33] SolnetBW, SDH-solar district heating. (Juni 2015). *Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg. Grundlagen | Potenziale | Strategien*. Abgerufen am 18. Juli 2017 von http://solar-district-heating.eu/Portals/21/150701_SolnetBW_web.pdf
- [34] Statistisches Bundesamt. (25. August 2017). *Preise Daten zur Energiepreisentwicklung 2000-2017*. Abgerufen am 06. September 2017 von https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Energiepreise/EnergiepreisentwicklungPDF_5619001.pdf?__blob=publicationFile
- [35] Umweltbundesamt (UBA). (Dezember 2016). *Entwicklung des durchschnittlichen Brutto-Wirkungsgrades fossiler Kraftwerke*. Abgerufen am 07. September 2017 von <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/konventionelle-kraftwerke-erneuerbare-energien#textpart-5>
- [36] Umweltbundesamt (UBA). (07. August 2017). *Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen*. Abgerufen am 10. August 17 von <http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#textpart-1>

- [37] United Nations (UN). (11. Dezember 2015). *ADOPTION OF THE PARIS AGREEMENT*. Abgerufen am 10. August 2017 von <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf>
- [38] Verein Deutscher Ingenieure (VDI). (Dezember 1993). *VDI 2067 Blatt 2: Berechnung der Kosten von Wärmeerzeugungsanlagen Raumheizung*. Abgerufen am 25. August 2017 von https://m.vdi.de/uploads/tx_vdirili/pdf/2608924.pdf
- [39] Wager, A. (2006). *Photovoltaik engineering*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-662-48640-5
- [40] Willige, Martin (Projektvorschlag: Ritter Solar). (15. Juli 2017). *Projektvorschlag Solarthermie*.

Anhang

Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 1 mit 75% solarem Deckungsanteil	IX
Anhang 2: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 2 mit 65% solarem Deckungsanteil	X
Anhang 3: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 3 mit 55% solarem Deckungsanteil	XI
Anhang 4: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 4 mit 40% solarem Deckungsanteil	XII
Anhang 5: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 5 mit 25% solarem Deckungsanteil	XIII
Anhang 6: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 6 mit 20% solarem Deckungsanteil	XIV
Anhang 7: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 7 mit 0% solarem Deckungsanteil	XV
Anhang 8: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 8 mit 25% solarem Deckungsanteil	XVI
Anhang 9: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 9 mit 15% solarem Deckungsanteil	XVII
Anhang 10: Kostenermittlung für Variante 1 mit 75% solarem Deckungsanteil	XXII
Anhang 11: Kostenermittlung für Variante 2 mit 65% solarem Deckungsanteil	XXVII
Anhang 12: Kostenermittlung für Variante 3 mit 55% solarem Deckungsanteil	XXXII
Anhang 13: Kostenermittlung für Variante 4 mit 40% solarem Deckungsanteil	XXXVII
Anhang 14: Kostenermittlung für Variante 5 mit 25% solarem Deckungsanteil	XLII
Anhang 15: Kostenermittlung für Variante 6 mit 20% solarem Deckungsanteil	XLVII
Anhang 16: Kostenermittlung für Variante 7 mit 0% solarem Deckungsanteil	LII
Anhang 17: Kostenermittlung für Variante 8 mit 25% solarem Deckungsanteil	LIX
Anhang 18: Kostenermittlung für Variante 9 mit 15% solarem Deckungsanteil	LXVI
Anhang 19: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 1 mit 75% solarem Deckungsanteil	LXVIII
Anhang 20: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 2 mit 65% solarem Deckungsanteil	LXX
Anhang 21: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 3 mit 55% solarem Deckungsanteil	LXXII
Anhang 22: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 4 mit 40% solarem Deckungsanteil	LXXIV
Anhang 23: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 5 mit 25% solarem Deckungsanteil	LXXVI
Anhang 24: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 6 mit 20% solarem Deckungsanteil	LXXVIII
Anhang 25: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 7 mit 0% solarem Deckungsanteil	LXXX
Anhang 26: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 8 mit 25% solarem Deckungsanteil	LXXXII
Anhang 27: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 9 mit 15% solarem Deckungsanteil	LXXXIV
Anhang 28: Auslegung der solarthermischen Anlage mit Angaben der Stadt Münster	LXXXVII
Anhang 29: Projektvorschlag für eine solarthermische Anlage des Unternehmens Ritter Solar XL ...	LXXXIX
Anhang 30: Wärmebedarfsdaten der Gebäude in der Wohnsiedlung aus BHKW-Ultimate	XC
Anhang 31: Berechnung der Energieeinsparung durch das Nahwärmenetz	XCI

Anhang 32: CO ₂ -Einsparung durch das Wärmenetz gegenüber der bestehenden Wärmeversorgung ...	XCII
Anhang 33: Datenblatt des FLEX-BHKW der Firma MWM	XCIV
Anhang 34: Datenblatt der Sollarthermiekollektoren	XCVII
Anhang 35: Richtpreisangebot Pufferspeicher 500 m ³	C
Anhang 36: Indikatives Angebot zur Lieferung von Biomethan	CII

Auslegung Wärmeerzeuger Varianten 1 bis 9

				
Variante 1 Übersicht (75% solarer Deckungsanteil)				
Anlagen-Daten	Einheit	Solarthermieanlage	Wärmespeicher	BHKW FLEX
Typ		HTHEATBoost 35/08	Erdbecken-Wärmespeicher	MWM 1,2 MW - TCG 2020 V12
Anzahl				1
Allgemeine Daten				
Leistung el.	kW	0		1.200
Leistung th.	kW	0		1.190
Feuerungswärmeleistung	kW	0		2.748
Biomethanbedarf	m ³ N	0		275
Wirkungsgrad el.				43,6%
Wirkungsgrad th.			80,0%	43,3%
Abgastemperatur nach AWT	°C			180
Wirkungsgrad gesamt (el.+th.)			80,0%	86,9%
Stromkennzahl				1,01
Speichergröße	kWh		3.079.131	
Betriebsdaten				
Betriebsstunden pro Jahr	h	8.760	8.760	1.998
Jahresstromerzeugung	kWh	0	0	2.397.147
Jahreswärmeerzeugung	kWh	7.700.000		2.377.170
Jahresfeuerungswärmemenge,Hu	kWh	0		5.490.001
Jahresfeuerungswärmemenge,Ho	kWh			6.093.901
Biomethanmenge	m ³	0		549.000
Biomethankosten	€	0		377.822
Wartungskosten nach Aufwand [€/h]	€/a			-
Wartungskosten Full Service	€/a	7.700		27.687
Jahreswärmeverlust durch Wärmespeicher	kWh		615.826	
Genutzte Solarwärme	kWh		7.084.174	
Solarer Deckungsanteil	%		74,9	
Eigenstrombedarf	kWh			54091

Anhang 1: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 1 mit 75% solarem Deckungsanteil [(MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Solites, AGFW, 2013), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 2 Übersicht (65% solarer Deckungsanteil)

Anlagen-Daten	Einheit	Solarthermieanlage	Wärmespeicher	BHKW FLEX
Typ		HTHEATBoost 35/08	Erdbecken-Wärmespeicher	MWM 2 MW - TCG 2020 V20
Anzahl				1
Allgemeine Daten				
Leistung el.	kW	0		2.000
Leistung th.	kW	0		1.977
Feuerungswärmeleistung	kW	0		4.577
Biomethanbedarf	m ³ N	0		458
Wirkungsgrad el.				43,7%
Wirkungsgrad th.			80,0%	43,2%
Abgastemperatur nach AWT	°C			180
Wirkungsgrad gesamt (el.+th.)			80,0%	86,9%
Stromkennzahl				1,01
Speichergröße	kWh		2.213.522	
Betriebsdaten (FLEX)				
Betriebsstunden pro Jahr	h	8.760	8.760	1.722
Jahresstromerzeugung	kWh	0	0	3.443.651
Jahreswärmeerzeugung	kWh	6.500.000		3.404.049
Jahresfeuerungswärmemenge,Hu	kWh	0		7.880.794
Jahresfeuerungswärmemenge,Ho	kWh			8.747.682
Biomethanmenge	m ³	0		788.079
Biomethankosten	€	0		542.356
Wartungskosten nach Aufwand [€/h]	€/a			-
Wartungskosten Full Service	€/a			34.437
Jahreswärmeverlust durch Wärmespeicher	kWh		442.704	
Genutzte Solarwärme	kWh		6.057.296	
Solarer Deckungsanteil	%		64,0	
Eigenstrombedarf	kWh			79430

Anhang 2: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 2 mit 65% solarem Deckungsanteil (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Solites, AGFW, 2013), (Ritter XL Solar, 2016)]

				
Variante 3 Übersicht (55% solarer Deckungsanteil)				
Anlagen-Daten	Einheit	Solarthermieanlage	Wärmespeicher	BHKW FLEX
Typ		HTHEATBoost 35/08	Erdbecken-Wärmespeicher	MWM 2 MW - TCG 2020 V20
Anzahl				1
Allgemeine Daten				
Leistung el.	kW	0		2.000
Leistung th.	kW	0		1.977
Feuerungswärmeleistung	kW	0		4.577
Biomethanbedarf	m ³ N	0		458
Wirkungsgrad el.				43,7%
Wirkungsgrad th.			80,0%	43,2%
Abgastemperatur nach AWT	°C			180
Wirkungsgrad gesamt (el.+th.)			80,0%	86,9%
Stromkennzahl				1,01
Speichergröße	kWh		1.575.441	
Betriebsdaten (FLEX)				
Betriebsstunden pro Jahr	h	8.760	8.760	2.148
Jahresstromerzeugung	kWh	0	0	4.295.834
Jahreswärmeerzeugung	kWh	5.530.000		4.246.432
Jahresfeuerungswärmemenge, Hu	kWh	0		9.831.017
Jahresfeuerungswärmemenge, Ho	kWh			10.912.429
Biomethanmenge	m ³	0		983.102
Biomethankosten	€	0		676.571
Wartungskosten nach Aufwand [€/h]	€/a			-
Wartungskosten Full Service	€/a			42.958
Jahreswärmeverlust durch Wärmespeicher	kWh		315.088	
Genutzte Solarwärme	kWh		5.214.912	
Solarer Deckungsanteil	%		55,1	
Eigenstrombedarf	kWh			95835

Anhang 3: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 3 mit 55% solarem Deckungsanteil (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Solites, AGFW, 2013), (Ritter XL Solar, 2016)]

				
Variante 4 Übersicht (40% solarer Deckungsanteil)				
Anlagen-Daten	Einheit	Solarthermieanlage	Wärmespeicher	BHKW FLEX
Typ		HTHEATBoost 35/08	Erdbecken-Wärmespeicher	MWM 2 MW - TCG 2020 V20
Anzahl				1
Allgemeine Daten				
Leistung el.	kW	0		2.000
Leistung th.	kW	0		1.977
Feuerungswärmeleistung	kW	0		4.577
Biomethanbedarf	m ³ N	0		458
Wirkungsgrad el.				43,7%
Wirkungsgrad th.			75,0%	43,2%
Abgastemperatur nach AWT	°C			180
Wirkungsgrad gesamt (el.+th.)			75,0%	86,9%
Stromkennzahl				1,01
Speichergröße	kWh		566.486	
Betriebsdaten (FLEX)				
Betriebsstunden pro Jahr	h	8.760	8.760	2.935
Jahresstromerzeugung	kWh	0	0	5.870.476
Jahreswärmeerzeugung	kWh	3.800.000		5.802.966
Jahresfeuerungswärmemenge,Hu	kWh	0		13.434.584
Jahresfeuerungswärmemenge,Ho	kWh			14.912.389
Biomethanmenge	m ³	0		1.343.458
Biomethankosten	€	0		924.568
Wartungskosten nach Aufwand [€/h]	€/a			-
Wartungskosten Full Service	€/a			58.705
Jahreswärmeverlust durch Wärmespeicher	kWh		141.621	
Genutzte Solarwärme	kWh		3.658.379	
Solarer Deckungsanteil	%		38,7	
Eigenstrombedarf	kWh			126147

Anhang 4: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 4 mit 40% solarem Deckungsanteil (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Solites, AGFW, 2013), (Ritter XL Solar, 2016)]

			
<h2 style="text-align: center;">Variante 5 Übersicht (25% solarer Deckungsanteil)</h2>			
Anlagen-Daten	Einheit	Solarthermieanlage	BHKW FLEX
Typ		HTHEATBoost 35/08	MWM 2 MW - TCG 2020 V20
Anzahl			2
Allgemeine Daten			
Leistung el.	kW	0	2.000
Leistung th.	kW	0	1.977
Feuerungswärmeleistung	kW	0	4.577
Biomethanbedarf	m ³ N	0	458
Wirkungsgrad el.			43,7%
Wirkungsgrad th.			43,2%
Abgastemperatur nach AWT	°C		180
Wirkungsgrad gesamt (el.+th.)			86,9%
Stromkennzahl			1,01
Speichergröße	kWh		
Betriebsdaten (FLEX)			
Betriebsstunden pro Jahr	h	8.760	1.786
Jahresstromerzeugung	kWh	0	7.143.494
Jahreswärmeerzeugung	kWh	2.400.000	7.061.344
Jahresfeuerungswärmemenge,Hu	kWh	0	16.347.887
Jahresfeuerungswärmemenge,Ho	kWh		18.146.154
Biomethanmenge	m ³	0	1.634.789
Biomethankosten	€	0	1.125.062
Wartungskosten nach Aufwand [€/h]	€/a		-
Wartungskosten Full Service	€/a		71.435
Genutzte Solarwärme	kWh	2.400.000	
Solarer Deckungsanteil	%	25,4	
Eigenstrombedarf			163792

Anhang 5: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 5 mit 25% solarem Deckungsanteil (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Solites, AGFW, 2013), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 6 Übersicht (20% solarer Deckungsanteil)

Anlagen-Daten	Einheit	Solarthermieanlage	BHKW FLEX
Typ		HTHEATBoost 35/08	MWM 2 MW - TCG 2020 V20
Anzahl			2
Allgemeine Daten			
Leistung el.	kW	0	2.000
Leistung th.	kW	0	1.977
Feuerungswärmeleistung	kW	0	4.577
Biomethanbedarf	m ³ N	0	458
Wirkungsgrad el.			43,7%
Wirkungsgrad th.			43,2%
Abgastemperatur nach AWT	°C		180
Wirkungsgrad gesamt (el.+th.)			86,9%
Stromkennzahl			1,01
Speichergröße	kWh		
Betriebsdaten (FLEX)			
Betriebsstunden pro Jahr	h	8.760	1.887
Jahresstromerzeugung	kWh	0	7.548.148
Jahreswärmeerzeugung	kWh	2.000.000	7.461.344
Jahresfeuerungswärmemenge,Hu	kWh	0	17.273.936
Jahresfeuerungswärmemenge,Ho	kWh		19.174.069
Biomethanmenge	m ³	0	1.727.394
Biomethankosten	€	0	1.188.792
Wartungskosten nach Aufwand [€/h]	€/a		-
Wartungskosten Full Service	€/a		75.481
Genutzte Solarwärme	kWh	2.000.000	
Solarer Deckungsanteil	%	21,1	
Eigenstrombedarf	kWh		171582

Anhang 6: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 6 mit 20% solarem Deckungsanteil (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Solites, AGFW, 2013), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 7 Übersicht (0% solarer Deckungsanteil)

Anlagen-Daten	Einheit	BHKW FLEX
Typ		MWM 2 MW - TCG 2020 V20
Anzahl		2
Allgemeine Daten		
Leistung el.	kW	2.000
Leistung th.	kW	1.977
Feuerungswärmeleistung	kW	4.577
Biomethanbedarf	m ³ N	458
Wirkungsgrad el.		43,7%
Wirkungsgrad th.		43,2%
Abgastemperatur nach AWT	°C	180
Wirkungsgrad gesamt (el.+th.)		86,9%
Stromkennzahl		1,01
Speichergröße	kWh	
Betriebsdaten (FLEX)		
Betriebsstunden pro Jahr	h	2.393
Jahresstromerzeugung	kWh	9.571.415
Jahreswärmeerzeugung	kWh	9.461.344
Jahresfeuerungswärmemenge, Hu	kWh	21.904.184
Jahresfeuerungswärmemenge, Ho	kWh	24.313.645
Biomethanmenge	m ³	2.190.418
Biomethankosten	€	1.507.446
Wartungskosten nach Aufwand [€/h]	€/a	-
Wartungskosten Full Service	€/a	95.714
Jahreswärmeverlust	kWh	-
Eigenstrombedarf	kWh	210530

Anhang 7: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 7 mit 0% solarem Deckungsanteil (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Solites, AGFW, 2013), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 8 Übersicht (25% solarer Deckungsanteil)

Anlagen-Daten	Einheit	Solarthermieanlage	BHKW FLEX	SLK
Typ		Ritter XL 19/49 P	MWM 2 MW - TCG 2020 V20	
Anzahl			2	1
Allgemeine Daten				
Leistung el.	kW	0	2.000	0
Leistung th.	kW	0	2.200	4.000
Feuerungswärmeleistung	kW	0	4.577	4.211
Biogasbedarf	m ³ N	0	458	
Wirkungsgrad el.			43,7%	0,0%
Wirkungsgrad th.			48,1%	95,0%
Abgastemperatur nach AWT	°C		80	80
Wirkungsgrad gesamt (el.+th.)			91,8%	95,0%
Stromkennzahl			0,91	0,00
Betriebsdaten (FLEX)				
Betriebsstunden pro Jahr	h	8.760	2.033	156
Jahresstromerzeugung	kWh	0	8.131.012	0
Jahreswärmeerzeugung	kWh	2.908.000	8.944.113	623.795
Jahresfeuerungswärmemenge, Hu	kWh	0	18.607.821	656.627
Jahresfeuerungswärmemenge, Ho	kWh	0	20.654.681	
Biomethanmenge	m ³	0	2.065.468	0
Solarer Deckungsanteil	%		23,3%	
Wartungskosten nach Aufwand [€/h]	€/a		-	-
Wartungskosten Full Service	€/a		81.310	
Eigenstrombedarf	kWh		182.802	

Anhang 8: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 8 mit 25% solarem Deckungsanteil (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Solites, AGFW, 2013), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 9 Übersicht (15% solarer Deckungsanteil)

Anlagen-Daten	Einheit	Solarthermieanlage	BHKW FLEX	SLK
Typ		Ritter XL 19/49 P	MWM 2 MW - TCG 2020 V20	
Anzahl			2	1
Allgemeine Daten				
Leistung el.	kW	0	2.000	0
Leistung th.	kW	0	2.200	4.000
Feuerungswärmeleistung	kW	0	4.577	4.211
Biogasbedarf	m ³ N	0	458	
Wirkungsgrad el.			43,7%	0,0%
Wirkungsgrad th.			48,1%	95,0%
Abgastemperatur nach AWT	°C		80	80
Wirkungsgrad gesamt (el.+th.)			91,8%	95,0%
Stromkennzahl			0,91	0,00
Betriebsdaten (FLEX)				
Betriebsstunden pro Jahr	h	8.760	2.241	156
Jahresstromerzeugung	kWh	0	8.962.830	0
Jahreswärmeerzeugung	kWh	1.993.000	9.859.113	623.795
Jahresfeuerungswärmemenge,Hu	kWh	0	20.511.437	656.627
Jahresfeuerungswärmemenge,Ho	kWh	0	22.767.695	
Biomethanmenge	m ³	0	2.276.769	0
Solarer Deckungsanteil	%		16,0%	
Wartungskosten nach Aufwand [€/h]	€/a		-	-
Wartungskosten Full Service	€/a		89.628	
Eigenstrombedarf	kWh		198.814	

Anhang 9: Auslegung Wärmeerzeuger Variante 9 mit 15% solarem Deckungsanteil (MWM (BHKW-Datenblatt TCG 2020), 2016); (Solites, AGFW, 2013), (Ritter XL Solar, 2016)]

Kostenermittlung der Varianten 1 bis 9

Variante 1. 75 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Solarthermieanlage.....	1
1.3	LZWS.....	1
1.4	Rohrbau.....	1
1.5	Tiefbau.....	1
1.6	Hydraulik.....	2
1.7	Grundstücke.....	2
1.8	MSR.....	2
1.9	Baunebenkosten.....	2
1.10	Förderung.....	2
2	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	3

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 1 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 1 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V12 MWM	1	psch	639.000,00	639.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	63.900,00	63.900,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	95.850,00	95.850,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>848.750,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	15627	m ²	335,00	5.235.045,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>5.235.045,00</u>
1.3	LZWS				
1.3.1	saisonaler Speicher	53088	m ³	40,00	2.123.520,00
				1.3 LZWS	<u>2.123.520,00</u>
1.4	Rohrbau				
1.4.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.4.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.4.5	Einbau und Anschluss der Hausübergabestationen	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.4 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau				
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
					Übertrag: 74.300,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 1 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
1.7.2	Grundstück 2	11500	m ²	4,30	49.450,00
1.7.3	Grundstück 3	11000	m ²	4,30	47.300,00
				1.7 Grundstücke	<u>328.950,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	12.830.199,00	1.283.019,90
				1.9 Baunebenkosten	<u>1.283.019,90</u>
1.10	Förderung				

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 1 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40 %		2.923.934,00	-1.169.573,60
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30 %		130.000,00	-39.000,00
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39 %		2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		5.235.045,00	-3.402.779,25
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		2.123.520,00	-530.880,00
				1.10 Förderung	<u>-6.957.567,11</u>
				1 Investitionskosten	<u>7.830.651,79</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		5.047.454,00	25.237,27
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		7.700,00	7.700,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>53.537,27</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 1
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	848.750,00
1.2	Solarthermieanlage	5.235.045,00
1.3	LZWS	2.123.520,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	328.950,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	1.283.019,90
1.10	Förderung	-6.957.567,11
1	Investitionskosten	7.830.651,79
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	53.537,27
	Summe	7.884.189,06
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.497.995,92</u>
	Gesamtsumme	<u>9.382.184,98</u>

Anhang 10: Kostenermittlung für Variante 1 mit 75% solarem Deckungsanteil [(G&W Software AG, 2017), (BTE-Experte, 2015) (KfW, 2017) (progres.nrw, 2016), (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 2. 65 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Solarthermieanlage.....	1
1.3	LZWS.....	1
1.4	Rohrbau.....	1
1.5	Tiefbau.....	1
1.6	Hydraulik.....	2
1.7	Grundstücke.....	2
1.8	MSR.....	2
1.9	Baunebenkosten.....	2
1.10	Förderung.....	2
2	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	3

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 1 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 2 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	1	psch	908.000,00	908.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	90.800,00	90.800,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	136.200,00	136.200,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>1.185.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	13192	m ²	338,00	4.458.896,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>4.458.896,00</u>
1.3	LZWS				
1.3.1	saisonaler Speicher	38164	m ³	43,00	1.641.052,00
				1.3 LZWS	<u>1.641.052,00</u>
1.4	Rohrbau				
1.4.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.4.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.4.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.4 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau				
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
					Übertrag: 74.300,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 2 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
1.7.2	Grundstück 2	11500	m ²	4,30	49.450,00
1.7.3	Grundstück 3	11000	m ²	4,30	47.300,00
				1.7 Grundstücke	<u>328.950,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	11.907.832,00	1.190.783,20
				1.9 Baunebenkosten	<u>1.190.783,20</u>
1.10	Förderung				

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 2 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40 %		2.923.934,00	-1.169.573,60
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30 %		130.000,00	-39.000,00
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39 %		2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		4.458.896,00	-2.898.282,40
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		1.641.052,00	-410.263,00
1.10.7	KfW-271 Förderung Wärmespeicher	0 %		1.641.052,00	0,00
				1.10 Förderung	<u>-6.332.453,26</u>
				1 Investitionskosten	<u>7.441.161,94</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		4.564.986,00	22.824,93
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1	psch	6.500,00	6.500,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>49.924,93</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 2
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	1.185.000,00
1.2	Solarthermieanlage	4.458.896,00
1.3	LZWS	1.641.052,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	328.950,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	1.190.783,20
1.10	Förderung	-6.332.453,26
1	Investitionskosten	7.441.161,94
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	49.924,93
	Summe	7.491.086,87
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.423.306,51</u>
	Gesamtsumme	<u>8.914.393,38</u>

Anhang 11: Kostenermittlung für Variante 2 mit 65% solarem Deckungsanteil [(G&W Software AG, 2017), (BTE-Experte, 2015) (KfW, 2017) (progres.nrw, 2016), (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 3. 55 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Solarthermieanlage.....	1
1.3	LZWS.....	1
1.4	Rohrbau.....	1
1.5	Tiefbau.....	1
1.6	Hydraulik.....	2
1.7	Grundstücke.....	2
1.8	MSR.....	2
1.9	Baunebenkosten.....	2
1.10	Förderung.....	2
2	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	3

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 1 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 3
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	1	psch	908.000,00	908.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	90.800,00	90.800,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	136.200,00	136.200,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>1.185.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	11223	m ²	340,00	3.815.820,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>3.815.820,00</u>
1.3	LZWS				
1.3.1	saisonaler Speicher	27163	m ³	47,00	1.276.661,00
				1.3 LZWS	<u>1.276.661,00</u>
1.4	Rohrbau				
1.4.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.4.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.4.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.4 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau				
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
					Übertrag: 74.300,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 3 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
1.7.2	Grundstück 2	11500	m ²	4,30	49.450,00
				1.7 Grundstücke	<u>281.650,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	10.853.065,00	1.085.306,50
				1.9 Baunebenkosten	<u>1.085.306,50</u>
1.10	Förderung				
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
					Übertrag: -1.169.573,60

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 3 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -1.169.573,60	
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30 %		130.000,00	-39.000,00
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39 %		2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		3.815.820,00	-2.480.283,00
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		1.276.661,00	-319.165,25
				1.10 Förderung	<u>-5.823.356,11</u>
				1 Investitionskosten	<u>6.790.015,39</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		4.200.595,00	21.002,98
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		5.530,00	5.530,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>47.132,98</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 3
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	1.185.000,00
1.2	Solarthermieanlage	3.815.820,00
1.3	LZWS	1.276.661,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	281.650,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	1.085.306,50
1.10	Förderung	-5.823.356,11
1	Investitionskosten	6.790.015,39
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	47.132,98
	Summe	6.837.148,37
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.299.058,19</u>
	Gesamtsumme	<u>8.136.206,56</u>

Anhang 12: Kostenermittlung für Variante 3 mit 55% solarem Deckungsanteil [(G&W Software AG, 2017), (BTE-Experte, 2015) (KfW, 2017) (progres.nrw, 2016), (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 4. 40 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Solarthermieanlage.....	1
1.3	LZWS.....	1
1.4	Rohrbau.....	1
1.5	Tiefbau.....	1
1.6	Hydraulik.....	2
1.7	Grundstücke.....	2
1.8	MSR.....	2
1.9	Baunebenkosten.....	2
1.10	Förderung.....	2
2	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	3

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 1 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 4 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	1	psch	908.000,00	908.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	90.800,00	90.800,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	136.200,00	136.200,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>1.185.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	7712	m ²	390,00	3.007.680,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>3.007.680,00</u>
1.3	LZWS				
1.3.1	saisonaler Speicher	9767	m ³	65,00	634.855,00
				1.3 LZWS	<u>634.855,00</u>
1.4	Rohrbau				
1.4.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.4.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.4.5	Einbau und Anschluss von Hausübergabestationen	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.4 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau				
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
					Übertrag: 74.300,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 4 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
				1.7 Grundstücke	<u>232.200,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	9.353.669,00	935.366,90
				1.9 Baunebenkosten	<u>935.366,90</u>
1.10	Förderung				
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30	%	130.000,00	-39.000,00
					Übertrag: -1.208.573,60

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 4 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -1.208.573,60	
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39 %		2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		3.007.680,00	-1.954.992,00
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		634.855,00	-158.713,75
				1.10 Förderung	<u>-5.137.613,61</u>
				1 Investitionskosten	<u>5.826.422,29</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		3.558.789,00	17.793,95
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		3.800,00	3.800,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>42.193,95</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 4
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	1.185.000,00
1.2	Solarthermieanlage	3.007.680,00
1.3	LZWS	634.855,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	232.200,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	935.366,90
1.10	Förderung	-5.137.613,61
1	Investitionskosten	5.826.422,29
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	42.193,95
	Summe	5.868.616,24
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.115.037,09</u>
	Gesamtsumme	<u>6.983.653,33</u>

Anhang 13: Kostenermittlung für Variante 4 mit 40% solarem Deckungsanteil [(G&W Software AG, 2017), (BTE-Experte, 2015) (KfW, 2017) (progres.nrw, 2016), (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 5. 25 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Solarthermieanlage.....	1
1.4	Rohrbau.....	1
1.5	Tiefbau.....	1
1.6	Hydraulik.....	2
1.7	Grundstücke.....	2
1.8	MSR.....	2
1.9	Baunebenkosten.....	2
1.10	Förderung.....	2
2	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	3

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 1 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 5
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	2	St	908.000,00	1.816.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	181.600,00	181.600,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	272.400,00	272.400,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.320.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	4871	m ²	440,00	2.143.240,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>2.143.240,00</u>
1.4	Rohrbau				
1.4.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.4.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.4.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.4.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.4.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.4 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.5	Tiefbau				
1.5.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
1.5.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.5.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00

Übertrag: 1.080.916,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 5 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
Übertrag: 1.080.916,00					
1.5.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.5 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.6	Hydraulik				
1.6.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.6.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.6.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.6.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.6 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.7	Grundstücke				
1.7.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
				1.7 Grundstücke	<u>232.200,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.8 MSR	<u>130.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	8.989.374,00	898.937,40
				1.9 Baunebenkosten	<u>898.937,40</u>
1.10	Förderung				
1.10.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
1.10.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30	%	130.000,00	-39.000,00
1.10.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39	%	2.923.934,00	-1.140.334,26
1.10.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
Übertrag: -3.023.907,86					

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 5 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -3.023.907,86	
1.10.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		2.143.240,00	-1.393.106,00
1.10.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		0,00	0,00
				1.10 Förderung	<u>-4.417.013,86</u>
				1 Investitionskosten	<u>6.146.297,54</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		2.923.934,00	14.619,67
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		2.400,00	2.400,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>37.619,67</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 5
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.320.000,00
1.2	Solarthermieanlage	2.143.240,00
1.4	Rohrbau	3.418.018,00
1.5	Tiefbau	1.180.916,00
1.6	Hydraulik	240.000,00
1.7	Grundstücke	232.200,00
1.8	MSR	130.000,00
1.9	Baunebenkosten	898.937,40
1.10	Förderung	-4.417.013,86
1	Investitionskosten	6.146.297,54
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	37.619,67
	Summe	6.183.917,21
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.174.944,27</u>
	Gesamtsumme	<u>7.358.861,48</u>

Anhang 14: Kostenermittlung für Variante 5 mit 25% solarem Deckungsanteil [(G&W Software AG, 2017), (BTE-Experte, 2015) (KfW, 2017) (progres.nrw, 2016), (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 6. 20 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Solarthermieanlage.....	1
1.3	Rohrbau.....	1
1.4	Tiefbau.....	1
1.5	Hydraulik.....	2
1.6	Grundstücke.....	2
1.7	MSR.....	2
1.8	Baunebenkosten.....	2
1.9	Förderung.....	2
2	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	3

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 1 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 6
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	2	St	908.000,00	1.816.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	181.600,00	181.600,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	272.400,00	272.400,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.320.000,00</u>
1.2	Solarthermieanlage				
1.2.1	ST-Anlage	4059	m ²	460,00	1.867.140,00
				1.2 Solarthermieanlage	<u>1.867.140,00</u>
1.3	Rohrbau				
1.3.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.3.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.3.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.3.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.3.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.3 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.4	Tiefbau				
1.4.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
1.4.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.4.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00

Übertrag: 1.080.916,00

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 6 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: 1.080.916,00	
1.4.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.4 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.5	Hydraulik				
1.5.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.5.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.5.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.5.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.5 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.6	Grundstücke				
1.6.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
				1.6 Grundstücke	<u>232.200,00</u>
1.7	MSR				
1.7.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.7 MSR	<u>130.000,00</u>
1.8	Baunebenkosten				
1.8.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	8.713.274,00	871.327,40
				1.8 Baunebenkosten	<u>871.327,40</u>
1.9	Förderung				
1.9.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
1.9.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30	%	130.000,00	-39.000,00
1.9.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39	%	2.923.934,00	-1.140.334,26
1.9.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
				Übertrag: -3.023.907,86	

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 3 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 6 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -3.023.907,86	
1.9.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65 %		1.867.140,00	-1.213.641,00
1.9.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25 %		0,00	0,00
				1.9 Förderung	<u>-4.237.548,86</u>
				1 Investitionskosten	<u>6.022.052,54</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4 %		0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2 %		1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5 %		2.923.934,00	14.619,67
2.4	Instandhaltung/Wartung Solarthermie in €/MWh	1 psch		2.000,00	2.000,00
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>37.219,67</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 6
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.320.000,00
1.2	Solarthermieanlage	1.867.140,00
1.3	Rohrbau	3.418.018,00
1.4	Tiefbau	1.180.916,00
1.5	Hydraulik	240.000,00
1.6	Grundstücke	232.200,00
1.7	MSR	130.000,00
1.8	Baunebenkosten	871.327,40
1.9	Förderung	-4.237.548,86
1	Investitionskosten	6.022.052,54
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	37.219,67
	Summe	6.059.272,21
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.151.261,72</u>
	Gesamtsumme	<u>7.210.533,93</u>

Anhang 15: Kostenermittlung für Variante 6 mit 20% solarem Deckungsanteil [(G&W Software AG, 2017), (BTE-Experte, 2015) (KfW, 2017) (progres.nrw, 2016), (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 7. 0 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Rohrbau.....	1
1.3	Tiefbau.....	1
1.4	Hydraulik.....	1
1.5	Grundstücke.....	2
1.6	MSR.....	2
1.7	Baunebenkosten.....	2
1.8	Förderung.....	2
2	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	3

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 1 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 7 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	TCG 2020 V20 MWM	2	St	908.000,00	1.816.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	181.600,00	181.600,00
1.1.3	Stromanschluss	1	psch	272.400,00	272.400,00
1.1.4	Heizzentrale	1	St	50.000,00	50.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.320.000,00</u>
1.2	Rohrbau				
1.2.1	Zuleitung	743	m	206,00	153.058,00
1.2.2	Hauptleitung	7916	m	60,00	474.960,00
1.2.3	Hausanschlussleitung	6750	m	180,00	1.215.000,00
1.2.4	Hausübergabestation	450	St	2.000,00	900.000,00
1.2.5	Einbringung und Aufbau Hausübergabestation	450	St	1.500,00	675.000,00
				1.2 Rohrbau	<u>3.418.018,00</u>
1.3	Tiefbau				
1.3.1	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten, inkl. Erdgas + Strom	743	m	100,00	74.300,00
1.3.2	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	7916	m	76,00	601.616,00
1.3.3	Anschlussleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	6750	m	60,00	405.000,00
1.3.4	Fundamente	1	psch	100.000,00	100.000,00
				1.3 Tiefbau	<u>1.180.916,00</u>
1.4	Hydraulik				

08.09.2017 BEG		Leistungsverzeichnis mit Preisen		Seite 2 von 4 Solare Biowärme Greven - Var 7 Alle Währungsangaben in EUR	
Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1.4.1	Pufferspeicher	1	psch	130.000,00	130.000,00
1.4.2	Pumpen	3		10.000,00	30.000,00
1.4.3	Wärmetauscher	2		10.000,00	20.000,00
1.4.4	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
				1.4 Hydraulik	<u>240.000,00</u>
1.5	Grundstücke				
1.5.1	Grundstück 1	54000	m ²	4,30	232.200,00
				1.5 Grundstücke	<u>232.200,00</u>
1.6	MSR				
1.6.1	MSR gesamt	1	psch	130.000,00	130.000,00
				1.6 MSR	<u>130.000,00</u>
1.7	Baunebenkosten				
1.7.1	Zuschlag für Planungs-, Genehmigungskosten und Sonstiges	10	%	6.846.134,00	684.613,40
				1.7 Baunebenkosten	<u>684.613,40</u>
1.8	Förderung				
1.8.1	BAFA-Förderung Wärmenetz	-40	%	2.923.934,00	-1.169.573,60
1.8.2	KfW-Förderung Pufferspeicher	-30	%	130.000,00	-39.000,00
1.8.3	Progress-Förderung Wärmenetz	-39	%	2.923.934,00	-1.140.334,26
1.8.4	Progress-Förderung Hausübergabestation	450		-1.500,00	-675.000,00
1.8.5	KfW-Förderung Solarthermie	-65	%	0,00	0,00
				Übertrag: -3.023.907,86	

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 3 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 7
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: -3.023.907,86	
1.8.6	Progress-Förderung Wärmespeicher	-25	%	0,00	0,00
				1.8 Förderung	<u>-3.023.907,86</u>
				1 Investitionskosten	<u>5.181.839,54</u>
2	Instandhaltungskosten pro Jahr				
2.1	4% auf elektronische Bauteile	4	%	0,00	0,00
2.2	2% auf Standardkomponenten	2	%	1.030.000,00	20.600,00
2.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5	%	2.923.934,00	14.619,67
				2 Instandhaltungskosten pro Jahr	<u>35.219,67</u>

08.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 4
Solare Biowärme Greven - Var 7
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.320.000,00
1.2	Rohrbau	3.418.018,00
1.3	Tiefbau	1.180.916,00
1.4	Hydraulik	240.000,00
1.5	Grundstücke	232.200,00
1.6	MSR	130.000,00
1.7	Baunebenkosten	684.613,40
1.8	Förderung	-3.023.907,86
1	Investitionskosten	5.181.839,54
2	Instandhaltungskosten pro Jahr	35.219,67
	Summe	5.217.059,21
	zzgl. MwSt 19 %	<u>991.241,25</u>
	Gesamtsumme	<u>6.208.300,46</u>

Anhang 16: Kostenermittlung für Variante 7 mit 0% solarem Deckungsanteil [(G&W Software AG, 2017), (BTE-Experte, 2015) (KfW, 2017) (progres.nrw, 2016), (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 8. 25 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Stromeinspeisung.....	1
1.3	Solarthermie.....	1
1.4	Hydraulik.....	1
1.5	Fundamente.....	2
1.6	Tiefbau.....	2
1.7	Rohrbauarbeiten.....	3
1.8	MSR.....	3
1.9	Baunebenkosten.....	4
1.10	Grundstücke.....	5
2	Förderung.....	5
3	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	5

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 1 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	2 MW TCG 2020 V20 MWM (Container), 10 kV-Generator	2	St	815.000,00	1.630.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	163.000,00	163.000,00
1.1.3	Erdgaszähler	2	St	4.500,00	9.000,00
1.1.4	Maschinenhalle	1	St	200.000,00	200.000,00
1.1.5	Spitzenlast-/Redundanzkessel 4MW	1	psch	400.000,00	400.000,00
1.1.6	Kamin	1	St	100.000,00	100.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.502.000,00</u>
1.2	Stromeinspeisung				
1.2.1	12 kV-Übergabestation (10 kV Mittelspannung)	1	St	43.000,00	43.000,00
1.2.2	IBN Fernwirkanlage, Netzanschluss	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.2.3	Messwandler	1	St	8.000,00	8.000,00
				1.2 Stromeinspeisung	<u>56.000,00</u>
1.3	Solarthermie				
1.3.1	Solarthermieanlage	8750	m ²	405,00	3.543.750,00
				1.3 Solarthermie	<u>3.543.750,00</u>
1.4	Hydraulik				
1.4.1	Wärmespeicher 2000m ³	2000	m ³	127,00	254.000,00
1.4.2	Wasser	2100	m ³	40,00	84.000,00
1.4.3	Stickstoffleitung zum Wärmespeicher 1"	100	m	30,00	3.000,00

Übertrag: 341.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 2 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 341.000,00
1.4.4	Anschlussleitung BHKW/Gaskessel an Wärmespeicher	120	m	400,00	48.000,00
1.4.5	Wärmemengenzähler	32	St	1.000,00	32.000,00
1.4.6	Isolierung	1	psch	35.000,00	35.000,00
1.4.7	Regelventile, -armaturen, Sicherheitstechnik	1	psch	40.000,00	40.000,00
1.4.8	Verteiler	1	psch	100.000,00	100.000,00
1.4.9	Pumpen	8	St	10.000,00	80.000,00
1.4.10	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
1.4.11	Anschluss Abwasser, Trinkwasser	1	psch	15.000,00	15.000,00
				1.4 Hydraulik	<u>751.000,00</u>
1.5	Fundamente				
1.5.1	Gründungsarbeiten mit Fundament für Wärmespeicher 2000m³	1	psch	25.000,00	25.000,00
1.5.2	Gründungsarbeiten mit Fundament für BHKW 18x3,5m	1	St	20.000,00	20.000,00
1.5.3	Entwässerung, Abwassersystem	1	psch	3.000,00	3.000,00
1.5.4	Anfahrerschutz Wärmespeicher	1	psch	20.000,00	20.000,00
1.5.5	sonstige Baulöhne	500	h	40,00	20.000,00
1.5.6	Schotterweg	500	m	20,00	10.000,00
1.5.7	Suchschachtung	20		1.500,00	30.000,00
				1.5 Fundamente	<u>128.000,00</u>
1.6	Tiefbau				
1.6.1	Leitungsgraben Stromkabel	100	m	30,00	3.000,00
					Übertrag: 3.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 3 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 3.000,00
1.6.2	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	3010	m	350,00	1.053.500,00
1.6.3	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	2275	m	250,00	568.750,00
1.6.4	Anschlussleitungen Erd-/Oberflächenarbeiten	1620	m	175,00	283.500,00
				1.6 Tiefbau	<u>1.908.750,00</u>
1.7	Rohrbauarbeiten				
1.7.1	10kV-Stromkabel	100	m	35,00	3.500,00
1.7.2	Stahlrohr DN 20	15	m	40,00	600,00
1.7.3	Stahlrohr DN 32	180	m	50,00	9.000,00
1.7.4	Stahlrohr DN 40	145	m	70,00	10.150,00
1.7.5	Stahlrohr DN 50	1070	m	90,00	96.300,00
1.7.6	Stahlrohr DN 65	60	m	115,00	6.900,00
1.7.7	Stahlrohr DN 80	490	m	125,00	61.250,00
1.7.8	Stahlrohr DN 100	360	m	150,00	54.000,00
1.7.9	Stahlrohr DN 125	755	m	180,00	135.900,00
1.7.10	Stahlrohr DN 150	1070	m	210,00	224.700,00
1.7.11	Stahlrohr DN 200	2760	m	270,00	745.200,00
1.7.12	Hausübergabestation	25	St	20.000,00	500.000,00
				1.7 Rohrbauarbeiten	<u>1.847.500,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR-Technik, komplett	1	psch	100.000,00	100.000,00
					Übertrag: 100.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 100.000,00
1.8.2	LWL	7000	m	10,00	70.000,00
1.8.3	FWA (Fernwirkanlage)	1	psch	6.000,00	6.000,00
				1.8 MSR	<u>176.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Vermessung	1	psch	9.500,00	9.500,00
1.9.2	Bodengutachter	1	psch	11.000,00	11.000,00
1.9.3	Anlagenzertifikat + Konformitätserklärung	1	psch	17.000,00	17.000,00
1.9.4	Schallgutachten	1	psch	6.000,00	6.000,00
1.9.5	Genehmigungsantrag	2	St	20.000,00	40.000,00
1.9.6	Blitzschutzrisikoanalyse	2	St	2.000,00	4.000,00
1.9.7	Statiker	1	psch	9.000,00	9.000,00
1.9.8	Umweltgutachten Flex	1	St	5.500,00	5.500,00
1.9.9	Brandschutzabnahme	1	psch	7.000,00	7.000,00
1.9.10	Genehmigungskosten	1	psch	50.000,00	50.000,00
1.9.11	Störfallkonzept	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.9.12	Schornsteinhöhenberechnung	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.9.13	TÜV-Abnahme	2	St	4.000,00	8.000,00
1.9.14	Wirtschaftsprüfer	1	psch	7.000,00	7.000,00
1.9.15	Ingenieurleistungen	8	%	11.501.000,00	920.080,00
1.9.16	Brandschutzgutachten	1	psch	4.000,00	4.000,00
					Übertrag: 1.108.080,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 5 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
Übertrag: 1.108.080,00					
1.9 Baunebenkosten					<u>1.108.080,00</u>
1.10	Grundstücke				
1.10.1	Grundstück Solarthermie	50000	m ²	5,00	250.000,00
1.10.2	Grundstück BHKW	3000	m ²	50,00	150.000,00
1.10 Grundstücke					<u>400.000,00</u>
1 Investitionskosten					<u>12.421.080,00</u>
2	Förderung				
2.1	BAFA-Förderung Pufferspeicher (250€/m ³ , max. 30%)	300	m ³	0,00	0,00
2.2	BAFA-Förderung Pufferspeicher	-30	%	366.000,00	-109.800,00
2.3	BAFA-Förderung Wärmenetz	-30	%	3.249.750,00	-974.925,00
2.4	Progress-Förderung Wärmenetz	-45,5	%	3.249.750,00	-1.478.636,25
2.5	KfW-271 Förderung Solarthermie	-65	%	3.543.750,00	-2.303.437,50
2.6	Progress-Förderung Hausübergabestation	25		-1.500,00	-37.500,00
2 Förderung					<u>-4.904.298,75</u>
3	Instandhaltungskosten pro Jahr				
3.1	4% auf elektronische Bauteile	4	%	149.000,00	5.960,00
3.2	2% auf Standardkomponenten	2	%	1.247.000,00	24.940,00
3.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5	%	2.326.500,00	11.632,50
3.4	Instandhaltungskosten Solarthermie (1 €/MWh)	1	psch	2.908,00	2.908,00
3 Instandhaltungskosten pro Jahr					<u>45.440,50</u>

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 6 von 6
Greven Innenstadt - Var 8
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.502.000,00
1.2	Stromeinspeisung	56.000,00
1.3	Solarthermie	3.543.750,00
1.4	Hydraulik	751.000,00
1.5	Fundamente	128.000,00
1.6	Tiefbau	1.908.750,00
1.7	Rohrbauarbeiten	1.847.500,00
1.8	MSR	176.000,00
1.9	Baunebenkosten	1.108.080,00
1.10	Grundstücke	400.000,00
1	Investitionskosten	12.421.080,00
2	Förderung	-4.904.298,75
3	Instandhaltungskosten pro Jahr	45.440,50
	Summe	7.562.221,75
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.436.822,13</u>
	Gesamtsumme	<u>8.999.043,88</u>

Anhang 17: Kostenermittlung für Variante 8 mit 25% solarem Deckungsanteil [(G&W Software AG, 2017), (BTE-Experte, 2015) (KfW, 2017) (progres.nrw, 2016), (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017), (Ritter XL Solar, 2016)]

Variante 9. 15 % solare Deckung:

Inhaltsverzeichnis

1	Investitionskosten.....	1
1.1	BHKW.....	1
1.2	Stromeinspeisung.....	1
1.3	Solarthermie.....	1
1.4	Hydraulik.....	1
1.5	Fundamente.....	2
1.6	Tiefbau.....	2
1.7	Rohrbauarbeiten.....	3
1.8	MSR.....	3
1.9	Baunebenkosten.....	4
1.10	Grundstücke.....	5
2	Förderung.....	5
3	Instandhaltungskosten pro Jahr.....	5

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 1 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1	Investitionskosten				
1.1	BHKW				
1.1.1	2 MW TCG 2020 V20 MWM (Container), 10 kV-Generator	2	St	815.000,00	1.630.000,00
1.1.2	Erdgasanschluss	1	psch	163.000,00	163.000,00
1.1.3	Erdgaszähler	2	St	4.500,00	9.000,00
1.1.4	Maschinenhalle	1	St	200.000,00	200.000,00
1.1.5	Spitzenlast-/Redundanzkessel 4MW, HHS	1	psch	400.000,00	400.000,00
1.1.6	Kamin	1	St	100.000,00	100.000,00
				1.1 BHKW	<u>2.502.000,00</u>
1.2	Stromeinspeisung				
1.2.1	12 kV-Übergabestation (10 kV Mittelspannung)	1	St	43.000,00	43.000,00
1.2.2	IBN Fernwirkanlage, Netzanschluss	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.2.3	Messwandler	1	St	8.000,00	8.000,00
				1.2 Stromeinspeisung	<u>56.000,00</u>
1.3	Solarthermie				
1.3.1	Solarthermieanlage	4500	m ²	435,00	1.957.500,00
				1.3 Solarthermie	<u>1.957.500,00</u>
1.4	Hydraulik				
1.4.1	Wärmespeicher 2000m ³	2000	m ³	127,00	254.000,00
1.4.2	Wasser	2100	m ³	20,00	42.000,00
1.4.3	Stickstoffleitung zum Wärmespeicher 1"	100	m	30,00	3.000,00

Übertrag: 299.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 2 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
				Übertrag: 299.000,00	
1.4.4	Anschlussleitung BHKW/Gaskessel an Wärmespeicher	120	m	400,00	48.000,00
1.4.5	Wärmemengenzähler	32	St	1.000,00	32.000,00
1.4.6	Isolierung	1	psch	35.000,00	35.000,00
1.4.7	Regelventile, -armaturen, Sicherheitstechnik	1	psch	40.000,00	40.000,00
1.4.8	Verteiler	1	psch	100.000,00	100.000,00
1.4.9	Pumpen	8	St	10.000,00	80.000,00
1.4.10	Mischer	4		15.000,00	60.000,00
1.4.11	Anschluss Abwasser, Trinkwasser	1	psch	15.000,00	15.000,00
				1.4 Hydraulik	<u>709.000,00</u>
1.5	Fundamente				
1.5.1	Gründungsarbeiten mit Fundament für Wärmespeicher 2000m³	1	psch	25.000,00	25.000,00
1.5.2	Gründungsarbeiten mit Fundament für BHKW 18x3,5m	1	St	20.000,00	20.000,00
1.5.3	Entwässerung, Abwassersystem	1	psch	3.000,00	3.000,00
1.5.4	Anfahrerschutz Wärmespeicher	1	psch	20.000,00	20.000,00
1.5.5	sonstige Baulöhne	500	h	40,00	20.000,00
1.5.6	Schotterweg	500	m	20,00	10.000,00
1.5.7	Suchschachtung	20		1.500,00	30.000,00
				1.5 Fundamente	<u>128.000,00</u>
1.6	Tiefbau				
1.6.1	Leitungsgraben Stromkabel	100	m	30,00	3.000,00
					Übertrag: 3.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 3 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 3.000,00
1.6.2	Zuleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	3010	m	350,00	1.053.500,00
1.6.3	Hauptleitung Erd-/Oberflächenarbeiten	2275	m	250,00	568.750,00
1.6.4	Anschlussleitungen Erd-/Oberflächenarbeiten	1620	m	175,00	283.500,00
				1.6 Tiefbau	<u>1.908.750,00</u>
1.7	Rohrbauarbeiten				
1.7.1	10kV-Stromkabel	100	m	35,00	3.500,00
1.7.2	Stahlrohr DN 20	15	m	40,00	600,00
1.7.3	Stahlrohr DN 32	180	m	50,00	9.000,00
1.7.4	Stahlrohr DN 40	145	m	70,00	10.150,00
1.7.5	Stahlrohr DN 50	1070	m	90,00	96.300,00
1.7.6	Stahlrohr DN 65	60	m	115,00	6.900,00
1.7.7	Stahlrohr DN 80	490	m	125,00	61.250,00
1.7.8	Stahlrohr DN 100	360	m	150,00	54.000,00
1.7.9	Stahlrohr DN 125	755	m	180,00	135.900,00
1.7.10	Stahlrohr DN 150	1070	m	210,00	224.700,00
1.7.11	Stahlrohr DN 200	2760	m	270,00	745.200,00
1.7.12	Hausübergabestation	25	St	20.000,00	500.000,00
				1.7 Rohrbauarbeiten	<u>1.847.500,00</u>
1.8	MSR				
1.8.1	MSR-Technik, komplett	1	psch	100.000,00	100.000,00
					Übertrag: 100.000,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 4 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
					Übertrag: 100.000,00
1.8.2	LWL	7000	m	10,00	70.000,00
1.8.3	FWA (Fernwirkanlage)	1	psch	6.000,00	6.000,00
				1.8 MSR	<u>176.000,00</u>
1.9	Baunebenkosten				
1.9.1	Vermessung	1	psch	9.500,00	9.500,00
1.9.2	Bodengutachter	1	psch	11.000,00	11.000,00
1.9.3	Anlagenzertifikat + Konformitätserklärung	1	psch	17.000,00	17.000,00
1.9.4	Schallgutachten	1	psch	6.000,00	6.000,00
1.9.5	Genehmigungsantrag	2	St	20.000,00	40.000,00
1.9.6	Blitzschutzrisikoanalyse	2	St	2.000,00	4.000,00
1.9.7	Statiker	1	psch	9.000,00	9.000,00
1.9.8	Umweltgutachten Flex	1	St	5.500,00	5.500,00
1.9.9	Brandschutzabnahme	1	psch	7.000,00	7.000,00
1.9.10	Genehmigungskosten	1	psch	50.000,00	50.000,00
1.9.11	Störfallkonzept	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.9.12	Schornsteinhöhenberechnung	1	psch	5.000,00	5.000,00
1.9.13	TÜV-Abnahme	2	St	4.000,00	8.000,00
1.9.14	Wirtschaftsprüfer	1	psch	7.000,00	7.000,00
1.9.15	Ingenieurleistungen	8	%	9.872.750,00	789.820,00
1.9.16	Brandschutzgutachten	1	psch	4.000,00	4.000,00

Übertrag: 977.820,00

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 5 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Position	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
Übertrag: 977.820,00					
1.9 Baunebenkosten					<u>977.820,00</u>
1.10	Grundstücke				
1.10.1	Grundstück Solarthermie	50000	m ²	5,00	250.000,00
1.10.2	Grundstück BHKW	3000	m ²	50,00	150.000,00
1.10 Grundstücke					<u>400.000,00</u>
1 Investitionskosten					<u>10.662.570,00</u>
2	Förderung				
2.1	BAFA-Förderung Pufferspeicher (250€/m ³ , max. 30%)	300	m ³	0,00	0,00
2.2	BAFA-Förderung Pufferspeicher	-30	%	324.000,00	-97.200,00
2.3	BAFA-Förderung Wärmenetz	-30	%	3.249.750,00	-974.925,00
2.4	Progress-Förderung Wärmenetz	-45,5	%	3.249.750,00	-1.478.636,25
2.5	KfW-271 Förderung Solarthermie	-65	%	1.957.500,00	-1.272.375,00
2.6	Progress-Förderung Hausübergabestation	25		-1.500,00	-37.500,00
2 Förderung					<u>-3.860.636,25</u>
3	Instandhaltungskosten pro Jahr				
3.1	4% auf elektronische Bauteile	4	%	149.000,00	5.960,00
3.2	2% auf Standardkomponenten	2	%	1.247.000,00	24.940,00
3.3	0,5% auf langlebige Güter	0,5	%	2.284.500,00	11.422,50
3.4	Instandhaltungskosten Solarthermie (1 €/MWh)	1	psch	1.993,00	1.993,00
3 Instandhaltungskosten pro Jahr					<u>44.315,50</u>

07.09.2017
BEG

Leistungsverzeichnis mit Preisen

Seite 6 von 6
Greven Innenstadt - Var 9
Alle Währungsangaben in EUR

Zusammenstellung

1.1	BHKW	2.502.000,00
1.2	Stromeinspeisung	56.000,00
1.3	Solarthermie	1.957.500,00
1.4	Hydraulik	709.000,00
1.5	Fundamente	128.000,00
1.6	Tiefbau	1.908.750,00
1.7	Rohrbauarbeiten	1.847.500,00
1.8	MSR	176.000,00
1.9	Baunebenkosten	977.820,00
1.10	Grundstücke	400.000,00
1	Investitionskosten	10.662.570,00
2	Förderung	-3.860.636,25
3	Instandhaltungskosten pro Jahr	44.315,50
	Summe	6.846.249,25
	zzgl. MwSt 19 %	<u>1.300.787,36</u>
	Gesamtsumme	<u>8.147.036,61</u>

Anhang 18: Kostenermittlung für Variante 9 mit 15% solarem Deckungsanteil [(G&W Software AG, 2017), (BTE-Experte, 2015) (KfW, 2017) (progres.nrw, 2016), (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2017), (Ritter XL Solar, 2016)]

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Varianten 1 bis 9

Variante 1: 75 % solare Deckung:

Änderungen des Cash Flows durch das Wärmenetzkonzept - Solare Biowärme Greven Var.1										
in €	Preis-entwicklung	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr
Umsatzerlöse										
Verkauf Wärme 5,9 ct/kWh	2,0%	467.015	476.355	485.882	495.600	505.512	515.622	525.934	536.453	547.182
Messpreis (, €/Haus)		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zusatzerlös Flexstrom 1,1 ct/kWh		26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369
EEG-Erlös 14,88 ct/kWh		356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695
Flex-Zuschlag 40 €/kW		48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000
Summe der Erträge		898.079	907.419	916.946	926.664	936.576	946.686	956.998	967.517	978.246
Materialaufwand:										
Zukauf Biomethan (0,059€/kWh)		379.041	380.178	381.318	382.462	383.610	384.760	385.915	387.073	388.234
LP Biomethanbezug		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Materialaufwand		379.041	380.178	381.318	382.462	383.610	384.760	385.915	387.073	388.234
Rohergebnis		519.038	527.241	535.628	544.201	552.966	561.925	571.083	580.444	590.012
Tilgung										
Tilgung		0	0	0	485.723	485.723	485.723	485.723	485.723	485.723
Sonstige betriebliche Aufwendungen										
Instandhaltung und Wartung BHKW	0,5%	27.687	27.825	27.965	28.104	28.245	28.386	28.528	28.671	28.814
Instandhaltung und Wartung Solarthermie	0,5%	7.700	7.739	7.777	7.816	7.855	7.894	7.934	7.974	8.013
Instandhaltung und Wartung sonstige Anlagen	0,5%	45.837	46.066	46.297	46.528	46.761	46.995	47.230	47.466	47.703
Personalkosten	1,0%	40.000	40.400	40.804	41.212	41.624	42.040	42.461	42.885	43.314
Versicherungen	0,5%	10.000	10.050	10.100	10.151	10.202	10.253	10.304	10.355	10.407
betriebliche Aufwendungen		131.224	132.080	132.943	133.812	134.687	135.568	136.456	137.351	138.252
Betriebsergebnis		387.814	395.161	402.685	-75.334	-67.444	-59.366	-51.096	-42.630	-33.963
Zinsen und ähnliche Aufwendungen										
Zinsen für Wärmenetzbau+BHKW+Solarthermie		165.146	165.146	165.146	165.146	155.431	145.717	136.003	126.288	116.574
Änderungen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit		222.668	230.015	237.539	-240.479	-222.875	-205.083	-187.099	-168.918	-150.537
JÜ/JF Änderungen zum Bestand		222.668	230.015	237.539	-240.479	-222.875	-205.083	-187.099	-168.918	-150.537
Preis Biomethan		0,0622 €	0,0624 €	0,0626 €	0,0628 €	0,0629 €	0,0631 €	0,0633 €	0,0635 €	0,0637 €
Restdarlehen		8.257.295 €	8.257.295 €	8.257.295 €	8.257.295 €	7.771.572 €	7.285.849 €	6.800.126 €	6.314.402 €	5.828.679 €
Zinssatz für Darlehen	2,0%									

10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	Gesamtkonzept
558.126 0	569.288 0	580.674 0	592.287 0	604.133 0	616.216 0	628.540 0	641.111 0	653.933 0	667.012 0	680.352 0	11.347.224 € 0 €
26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	26.369	527.372 €
356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	356.695	7.133.909 €
48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	960.000 €
989.190	1.000.352	1.011.738	1.023.351	1.035.197	1.047.280	1.059.604	1.072.175	1.084.997	1.098.076	1.111.416	19.968.505 €
389.398 0	390.567 0	391.738 0	392.914 0	394.092 0	395.275 0	396.460 0	397.650 0	398.843 0	400.039 0	401.239 0	7.800.805 € 0 €
389.398	390.567	391.738	392.914	394.092	395.275	396.460	397.650	398.843	400.039	401.239	7.800.805 €
599.791	609.785	620.000	630.438	641.105	652.005	663.144	674.525	686.154	698.037	710.177	12.167.700 €
485.723	485.723	485.723	485.723	485.723	485.723	485.723	485.723	485.723	485.723	485.723	8.257.295 €
28.958 8.054	29.103 8.094	29.248 8.134	29.395 8.175	29.542 8.216	29.689 8.257	29.838 8.298	29.987 8.340	30.137 8.381	30.288 8.423	30.439 8.465	580.850 € 161.539 €
47.942	48.181	48.422	48.664	48.908	49.152	49.398	49.645	49.893	50.143	50.393	961.625 €
43.747	44.185	44.627	45.073	45.524	45.979	46.439	46.903	47.372	47.846	48.324	880.760 €
10.459	10.511	10.564	10.617	10.670	10.723	10.777	10.831	10.885	10.939	10.994	209.791 €
139.160	140.074	140.996	141.924	142.859	143.801	144.750	145.706	146.669	147.639	148.616	2.794.566 €
-25.092	-16.012	-6.719	2.791	12.523	22.481	32.671	43.096	53.763	64.674	75.837	1.115.839 €
106.859	97.145	87.430	77.716	68.001	58.287	48.572	38.858	29.143	19.429	9.714	1.981.751 €
-131.951	-113.157	-94.150	-74.925	-55.479	-35.806	-15.902	4.238	24.619	45.246	66.123	-865.912 €
-131.951	-113.157	-94.150	-74.925	-55.479	-35.806	-15.902	4.238	24.619	45.246	66.123	-865.912 €
0,0639 € 5.342.956	0,0641 € 4.857.233	0,0643 € 4.371.509	0,0645 € 3.885.786	0,0647 € 3.400.063	0,0649 € 2.914.340	0,0651 € 2.428.616	0,0653 € 1.942.893	0,0654 € 1.457.170	0,0656 € 971.447	0,0658 € 485.723	

Anhang 19: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 1 mit 75% solarem Deckungsanteil [(Statistisches Bundesamt, 2017), (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016), (Arcanum Energy Management, 2017) (KfW, 2017), (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993)

Variante 2: 65 % solare Deckung:
Änderungen des Cash Flows durch das Wärmenetzkonzept - Solare Biowärme Greven Var.2

in €	Preis- entwicklung	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr
Umsatzerlöse										
Verkauf Wärme 5,9 ct/kWh	2,0%	467.015	476.355	485.882	495.600	505.512	515.622	525.934	536.453	547.182
Messpreis (, €/Haus)		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zusatzlös Flexstrom 1,1 ct/kWh		37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880
EEG-Erlös 14,88 ct/kWh		512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415
Flex-Zuschlag 40 €/kW		80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Summe der Erträge		1.097.310	1.106.650	1.116.177	1.125.895	1.135.807	1.145.917	1.156.230	1.166.748	1.177.477
Materialaufwand:										
Zukauf Biomethan (0,059€/kWh)		544.106	545.738	547.375	549.017	550.665	552.317	553.973	555.635	557.302
LP Biomethanbezug		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Materialaufwand		544.106	545.738	547.375	549.017	550.665	552.317	553.973	555.635	557.302
Rohergebnis		553.204	560.912	568.802	576.877	585.142	593.601	602.256	611.113	620.175
Tilgung										
Tilgung		0	0	0	446.428	446.428	446.428	446.428	446.428	446.428
Sonstige betriebliche Aufwendungen										
Instandhaltung und Wartung BHKW	0,5%	34.437	34.609	34.782	34.956	35.130	35.306	35.483	35.660	35.838
Instandhaltung und Wartung Solarthermie	0,5%	6.500	6.533	6.565	6.598	6.631	6.664	6.697	6.731	6.765
Instandhaltung und Wartung sonstige Anlagen	0,5%	43.425	43.642	43.860	44.080	44.300	44.521	44.744	44.968	45.193
Personalkosten	1,0%	40.000	40.400	40.804	41.212	41.624	42.040	42.461	42.885	43.314
Versicherungen	0,5%	10.000	10.050	10.100	10.151	10.202	10.253	10.304	10.355	10.407
betriebliche Aufwendungen		134.361	135.233	136.111	136.996	137.887	138.785	139.689	140.599	141.517
Betriebsergebnis		418.843	425.679	432.691	-6.546	828	8.388	16.140	24.086	32.230
Zinsen und ähnliche Aufwendungen										
Zinsen für Wärmenetzbau+BHKW+Solarthermie		151.785	151.785	151.785	151.785	142.857	133.928	125.000	116.071	107.143
Änderungen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit										
		267.057	273.893	280.905	-158.332	-142.029	-125.540	-108.860	-91.986	-74.912
JÜ/JF Änderungen zum Bestand		267.057	273.893	280.905	-158.332	-142.029	-125.540	-108.860	-91.986	-74.912
Preis Biomethan										
Restdarlehen		0,0622 €	0,0624 €	0,0626 €	0,0628 €	0,0629 €	0,0631 €	0,0633 €	0,0635 €	0,0637 €
Zinssatz für Darlehen	2,0%	7.589.272 €	7.589.272	7.589.272	7.589.272	7.142.844	6.696.416	6.249.988	5.803.561	5.357.133

10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	Gesamtkonzept
558.126 0	569.288 0	580.674 0	592.287 0	604.133 0	616.216 0	628.540 0	641.111 0	653.933 0	667.012 0	680.352 0	11.347.224 € 0 €
37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	37.880	757.603 €
512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	512.415	10.248.304 €
80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	1.600.000 €
1.188.421	1.199.583	1.210.969	1.222.583	1.234.428	1.246.511	1.258.835	1.271.406	1.284.228	1.297.307	1.310.647	23.953.131 €
558.974 0	560.651 0	562.333 0	564.020 0	565.712 0	567.409 0	569.111 0	570.819 0	572.531 0	574.249 0	575.972 0	11.197.911 € 0 €
558.974	560.651	562.333	564.020	565.712	567.409	569.111	570.819	572.531	574.249	575.972	11.197.911 €
629.447	638.932	648.636	658.563	668.716	679.102	689.724	700.587	711.697	723.058	734.676	12.755.220 €
446.428	446.428	446.428	446.428	446.428	446.428	446.428	446.428	446.428	446.428	446.428	7.589.272 €
36.018 6.798	36.198 6.832	36.379 6.867	36.560 6.901	36.743 6.935	36.927 6.970	37.112 7.005	37.297 7.040	37.484 7.075	37.671 7.111	37.859 7.146	722.447 € 136.364 €
45.419	45.646	45.874	46.103	46.334	46.565	46.798	47.032	47.267	47.504	47.741	911.017 €
43.747	44.185	44.627	45.073	45.524	45.979	46.439	46.903	47.372	47.846	48.324	880.760 €
10.459	10.511	10.564	10.617	10.670	10.723	10.777	10.831	10.885	10.939	10.994	209.791 €
142.441	143.372	144.310	145.254	146.206	147.165	148.130	149.103	150.083	151.071	152.065	2.860.380 €
40.578	49.133	57.899	66.880	76.082	85.509	95.166	105.056	115.186	125.560	136.183	2.305.569 €
98.214	89.286	80.357	71.428	62.500	53.571	44.643	35.714	26.786	17.857	8.929	1.821.425 €
-57.636	-40.153	-22.458	-4.548	13.583	31.938	50.523	69.342	88.400	107.703	127.254	484.144 €
-57.636	-40.153	-22.458	-4.548	13.583	31.938	50.523	69.342	88.400	107.703	127.254	484.144 €
0,0639 € 4.910.705	0,0641 € 4.464.277	0,0643 € 4.017.850	0,0645 € 3.571.422	0,0647 € 3.124.994	0,0649 € 2.678.566	0,0651 € 2.232.139	0,0653 € 1.785.711	0,0654 € 1.339.283	0,0656 € 892.855	0,0658 € 446.428	

Anhang 20: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 2 mit 65% solarem Deckungsanteil [(Statistisches Bundesamt, 2017), (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016), (Arcanum Energy Management, 2017) (KfW, 2017), (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993)

Variante 3: 55 % solare Deckung:
Änderungen des Cash Flows durch das Wärmenetzkonzept - Solare Biowärme Greven Var.3

in €	Preis- entwicklung	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr
Umsatzerlöse										
Verkauf Wärme 5,9 ct/kWh	2,0%	467.015	476.355	485.882	495.600	505.512	515.622	525.934	536.453	547.182
Messpreis (, €/Haus)		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zusatzerlös Flexstrom 1,1 ct/kWh		47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254
EEG-Erlös 14,88 ct/kWh		639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220
Flex-Zuschlag 40 €/kW		80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Summe der Erträge		1.233.489	1.242.829	1.252.356	1.262.074	1.271.986	1.282.096	1.292.409	1.302.927	1.313.656
Materialaufwand:										
Zukauf Biomethan (0,059€/kWh)		678.753	680.789	682.832	684.880	686.935	688.996	691.063	693.136	695.215
LP Biomethanbezug		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Materialaufwand		678.753	680.789	682.832	684.880	686.935	688.996	691.063	693.136	695.215
Rohergebnis		554.736	562.040	569.525	577.194	585.051	593.100	601.346	609.791	618.441
Tilgung										
Tilgung		0	0	0	399.413	399.413	399.413	399.413	399.413	399.413
Sonstige betriebliche Aufwendungen										
Instandhaltung und Wartung BHKW	0,5%	42.958	43.173	43.389	43.606	43.824	44.043	44.263	44.485	44.707
Instandhaltung und Wartung Solarthermie	0,5%	5.530	5.558	5.585	5.613	5.641	5.670	5.698	5.726	5.755
Instandhaltung und Wartung sonstige Anlagen	0,5%	41.603	41.811	42.020	42.230	42.441	42.654	42.867	43.081	43.297
Personalkosten	1,0%	40.000	40.400	40.804	41.212	41.624	42.040	42.461	42.885	43.314
Versicherungen	0,5%	10.000	10.050	10.100	10.151	10.202	10.253	10.304	10.355	10.407
betriebliche Aufwendungen		140.091	140.992	141.899	142.812	143.732	144.659	145.593	146.533	147.480
Betriebsergebnis		414.644	421.048	427.626	34.969	41.906	49.029	56.341	63.846	71.548
Zinsen und ähnliche Aufwendungen										
Zinsen für Wärmnetzbau+BHKW+Solarthermie		135.800	135.800	135.800	135.800	127.812	119.824	111.836	103.847	95.859
Änderungen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit		278.844	285.248	291.825	-100.832	-85.906	-70.795	-55.495	-40.002	-24.311
JÜ/JF Änderungen zum Bestand		278.844	285.248	291.825	-100.832	-85.906	-70.795	-55.495	-40.002	-24.311
Preis Biomethan		0,0622 €	0,0624 €	0,0626 €	0,0628 €	0,0629 €	0,0631 €	0,0633 €	0,0635 €	0,0637 €
Restdarlehen		6.790.015 €	6.790.015	6.790.015	6.790.015	6.390.603	5.991.190	5.591.777	5.192.365	4.792.952
Zinssatz für Darlehen	2,0%									

10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	Gesamtkonzept
558.126	569.288	580.674	592.287	604.133	616.216	628.540	641.111	653.933	667.012	680.352	11.347.224 €
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 €
47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	47.254	945.084 €
639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	639.220	12.784.403 €
80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	1.600.000 €
1.324.600	1.335.762	1.347.148	1.358.762	1.370.607	1.382.690	1.395.014	1.407.585	1.420.407	1.433.486	1.446.826	26.676.711 €
697.301	699.393	701.491	703.595	705.706	707.823	709.947	712.077	714.213	716.356	718.505	13.969.005 €
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 €
697.301	699.393	701.491	703.595	705.706	707.823	709.947	712.077	714.213	716.356	718.505	13.969.005 €
627.299	636.370	645.657	655.166	664.901	674.867	685.068	695.509	706.195	717.131	728.322	12.707.706 €
399.413	399.413	399.413	399.413	399.413	399.413	399.413	399.413	399.413	399.413	399.413	6.790.015 €
44.931	45.155	45.381	45.608	45.836	46.065	46.295	46.527	46.760	46.993	47.228	901.228 €
5.784	5.813	5.842	5.871	5.900	5.930	5.960	5.989	6.019	6.049	6.080	116.015 €
43.513	43.731	43.949	44.169	44.390	44.612	44.835	45.059	45.284	45.511	45.738	872.794 €
43.747	44.185	44.627	45.073	45.524	45.979	46.439	46.903	47.372	47.846	48.324	880.760 €
10.459	10.511	10.564	10.617	10.670	10.723	10.777	10.831	10.885	10.939	10.994	209.791 €
148.434	149.395	150.363	151.338	152.320	153.309	154.305	155.309	156.320	157.339	158.365	2.980.588 €
79.452	87.562	95.882	104.416	113.169	122.145	131.349	140.787	150.462	160.379	170.544	2.937.103 €
87.871	79.883	71.894	63.906	55.918	47.930	39.941	31.953	23.965	15.977	7.988	1.629.604 €
-8.418	7.680	23.987	40.510	57.251	74.216	91.408	108.834	126.497	144.403	162.556	1.307.500 €
-8.418	7.680	23.987	40.510	57.251	74.216	91.408	108.834	126.497	144.403	162.556	1.307.500 €
0,0639 €	0,0641 €	0,0643 €	0,0645 €	0,0647 €	0,0649 €	0,0651 €	0,0653 €	0,0654 €	0,0656 €	0,0658 €	
4.393.539	3.994.127	3.594.714	3.195.301	2.795.889	2.396.476	1.997.063	1.597.651	1.198.238	798.825	399.413	

Anhang 21: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 3 mit 55% solarem Deckungsanteil [(Statistisches Bundesamt, 2017), (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016), (Arcanum Energy Management, 2017) (KfW, 2017), (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993)

Variante 4: 40 % solare Deckung:
Änderungen des Cash Flows durch das Wärmenetzkonzept - Solare Biowärme Greven Var.4

in €	Preis-entwicklung	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr
Umsatzerlöse										
Verkauf Wärme 5,9 ct/kWh	2,0%	467.015	476.355	485.882	495.600	505.512	515.622	525.934	536.453	547.182
Messpreis (, €/Haus)		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zusatzerlös Flexstrom ,9 ct/kWh		52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834
EEG-Erlös 14,88 ct/kWh		873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527
Flex-Zuschlag 40 €/kW		80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Summe der Erträge		1.473.376	1.482.716	1.492.243	1.501.961	1.511.873	1.521.983	1.532.295	1.542.814	1.553.543
Materialaufwand:										
Zukauf Biomethan (0,059€/kWh)		927.551	930.333	933.124	935.924	938.731	941.548	944.372	947.205	950.047
LP Biomethanbezug		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Materialaufwand		927.551	930.333	933.124	935.924	938.731	941.548	944.372	947.205	950.047
Rohergebnis		545.825	552.383	559.119	566.037	573.141	580.435	587.923	595.609	603.496
Tilgung										
Tilgung		0	0	0	342.731	342.731	342.731	342.731	342.731	342.731
Sonstige betriebliche Aufwendungen										
Instandhaltung und Wartung BHKW	0,5%	58.705	58.998	59.293	59.590	59.888	60.187	60.488	60.791	61.094
Instandhaltung und Wartung Solarthermie	0,5%	3.800	3.819	3.838	3.857	3.877	3.896	3.915	3.935	3.955
Instandhaltung und Wartung sonstige Anlagen	0,5%	38.394	38.586	38.779	38.973	39.168	39.363	39.560	39.758	39.957
Personalkosten	1,0%	40.000	40.400	40.804	41.212	41.624	42.040	42.461	42.885	43.314
Versicherungen	0,5%	10.000	10.050	10.100	10.151	10.202	10.253	10.304	10.355	10.407
betriebliche Aufwendungen		150.899	151.853	152.814	153.783	154.758	155.739	156.728	157.724	158.727
Betriebsergebnis		394.926	400.529	406.304	69.524	75.653	81.965	88.464	95.154	102.038
Zinsen und ähnliche Aufwendungen										
Zinsen für Wärmenetzbau+BHKW+Solarthermie		116.528	116.528	116.528	116.528	109.674	102.819	95.965	89.110	82.255
Änderungen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit		278.398	284.001	289.776	-47.005	-34.021	-20.854	-7.501	6.044	19.783
JÜ/JF Änderungen zum Bestand		278.398	284.001	289.776	-47.005	-34.021	-20.854	-7.501	6.044	19.783
Preis Biomethan		0,0622 €	0,0624 €	0,0626 €	0,0628 €	0,0629 €	0,0631 €	0,0633 €	0,0635 €	0,0637 €
Restdarlehen		5.826.422 €	5.826.422	5.826.422	5.826.422	5.483.692	5.140.961	4.798.230	4.455.499	4.112.769
Zinssatz für Darlehen	2,0%									

10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	Gesamtkonzept
558.126 0	569.288 0	580.674 0	592.287 0	604.133 0	616.216 0	628.540 0	641.111 0	653.933 0	667.012 0	680.352 0	11.347.224 € 0 €
52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	52.834	1.056.686 €
873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	873.527	17.470.537 €
80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	1.600.000 €
1.564.487	1.575.649	1.587.035	1.598.648	1.610.494	1.622.577	1.634.901	1.647.472	1.660.294	1.673.373	1.686.713	31.474.446 €
952.897 0	955.756 0	958.623 0	961.499 0	964.383 0	967.277 0	970.178 0	973.089 0	976.008 0	978.936 0	981.873 0	19.089.355 € 0 €
952.897	955.756	958.623	961.499	964.383	967.277	970.178	973.089	976.008	978.936	981.873	19.089.355 €
611.590	619.893	628.412	637.150	646.111	655.300	664.723	674.383	684.286	694.437	704.840	12.385.092 €
342.731	342.731	342.731	342.731	342.731	342.731	342.731	342.731	342.731	342.731	342.731	5.826.422 €
61.400 3.974	61.707 3.994	62.015 4.014	62.326 4.034	62.637 4.055	62.950 4.075	63.265 4.095	63.581 4.116	63.899 4.136	64.219 4.157	64.540 4.178	1.231.574 € 79.721 €
40.157	40.357	40.559	40.762	40.966	41.171	41.376	41.583	41.791	42.000	42.210	805.471 €
43.747	44.185	44.627	45.073	45.524	45.979	46.439	46.903	47.372	47.846	48.324	880.760 €
10.459	10.511	10.564	10.617	10.670	10.723	10.777	10.831	10.885	10.939	10.994	209.791 €
159.738	160.755	161.780	162.812	163.851	164.898	165.952	167.014	168.084	169.161	170.246	3.207.317 €
109.121	116.408	123.902	131.607	139.529	147.672	156.040	164.638	173.471	182.545	191.863	3.351.353 €
75.401	68.546	61.692	54.837	47.982	41.128	34.273	27.418	20.564	13.709	6.855	1.398.341 €
33.721	47.862	62.210	76.770	91.547	106.544	121.767	137.220	152.907	168.835	185.008	1.953.011 €
33.721	47.862	62.210	76.770	91.547	106.544	121.767	137.220	152.907	168.835	185.008	1.953.011 €
0,0639 € 3.770.038	0,0641 € 3.427.307	0,0643 € 3.084.577	0,0645 € 2.741.846	0,0647 € 2.399.115	0,0649 € 2.056.384	0,0651 € 1.713.654	0,0653 € 1.370.923	0,0654 € 1.028.192	0,0656 € 685.461	0,0658 € 342.731	

Anhang 22: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 4 mit 40% solarem Deckungsanteil [(Statistisches Bundesamt, 2017), (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016), (Arcanum Energy Management, 2017) (KfW, 2017), (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993)

Variante 5: 25 % solare Deckung:
Änderungen des Cash Flows durch das Wärmenetzkonzept - Solare Biowärme Greven Var.5

in €	Preis-entwicklung	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr
Umsatzerlöse									
Verkauf Wärme 5,9 ct/kWh	2,0%	467.015	476.355	485.882	495.600	505.512	515.622	525.934	536.453
Messpreis (, €/Haus)		0	0	0	0	0	0	0	0
Zusatzerlös Flexstrom 1,1 ct/kWh		78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578
EEG-Erlös 14,88 ct/kWh		1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952
Flex-Zuschlag 40 €/kW		160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000
Summe der Erträge		1.768.545	1.777.885	1.787.412	1.797.130	1.807.042	1.817.152	1.827.465	1.837.983
Materialaufwand:									
Zukauf Biomethan (0,059€/kWh)		1.128.691	1.132.077	1.135.473	1.138.880	1.142.296	1.145.723	1.149.160	1.152.608
LP Biomethanbezug		0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Materialaufwand		1.128.691	1.132.077	1.135.473	1.138.880	1.142.296	1.145.723	1.149.160	1.152.608
Rohergebnis		639.854	645.808	651.939	658.250	664.746	671.429	678.304	685.376
Tilgung									
Tilgung		0	0	0	361.547	361.547	361.547	361.547	361.547
Sonstige betriebliche Aufwendungen									
Instandhaltung und Wartung BHKW	0,5%	71.435	71.792	72.151	72.512	72.874	73.239	73.605	73.973
Instandhaltung und Wartung Solarthermie	0,5%	2.400	2.412	2.424	2.436	2.448	2.461	2.473	2.485
Instandhaltung und Wartung sonstige Anlagen	0,5%	35.220	35.396	35.573	35.751	35.929	36.109	36.290	36.471
Personalkosten	1,0%	40.000	40.400	40.804	41.212	41.624	42.040	42.461	42.885
Versicherungen	0,5%	10.000	10.050	10.100	10.151	10.202	10.253	10.304	10.355
betriebliche Aufwendungen		159.055	160.050	161.052	162.061	163.078	164.101	165.132	166.170
Betriebsergebnis		480.799	485.758	490.887	134.642	140.121	145.781	151.625	157.659
Zinsen und ähnliche Aufwendungen									
Zinsen für Wärmenetzbau+BHKW+Solarthermie		122.926	122.926	122.926	122.926	115.695	108.464	101.233	94.002
Änderungen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit		357.874	362.832	367.961	11.716	24.426	37.317	50.392	63.656
JÜ/JF Änderungen zum Bestand		357.874	362.832	367.961	11.716	24.426	37.317	50.392	63.656
Preis Biomethan		0,0622 €	0,0624 €	0,0626 €	0,0628 €	0,0629 €	0,0631 €	0,0633 €	0,0635 €
Restdarlehen		6.146.298 €	6.146.298	6.146.298	6.146.298	5.784.751	5.423.204	5.061.657	4.700.110
Zinssatz für Darlehen	2,0%								

9. Jahr	10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	Gesamtkonzept
547.182	558.126	569.288	580.674	592.287	604.133	616.216	628.540	641.111	653.933	667.012	680.352	11.347.224 €
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 €
78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	78.578	1.571.569 €
1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	1.062.952	21.259.039 €
160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	3.200.000 €
1.848.712	1.859.656	1.870.818	1.882.204	1.893.818	1.905.663	1.917.746	1.930.070	1.942.641	1.955.463	1.968.542	1.981.882	37.377.832 €
1.156.066	1.159.534	1.163.012	1.166.501	1.170.001	1.173.511	1.177.031	1.180.562	1.184.104	1.187.656	1.191.219	1.194.793	23.228.899 €
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 €
1.156.066	1.159.534	1.163.012	1.166.501	1.170.001	1.173.511	1.177.031	1.180.562	1.184.104	1.187.656	1.191.219	1.194.793	23.228.899 €
692.647	700.122	707.806	715.703	723.817	732.153	740.715	749.508	758.537	767.807	777.323	787.089	14.148.933 €
361.547	361.547	361.547	361.547	361.547	361.547	361.547	361.547	361.547	361.547	361.547	361.547	6.146.298 €
74.343	74.715	75.088	75.464	75.841	76.220	76.601	76.984	77.369	77.756	78.145	78.535	1.498.642 €
2.498	2.510	2.523	2.535	2.548	2.561	2.574	2.586	2.599	2.612	2.625	2.639	50.350 €
36.653	36.837	37.021	37.206	37.392	37.579	37.767	37.956	38.145	38.336	38.528	38.720	738.878 €
43.314	43.747	44.185	44.627	45.073	45.524	45.979	46.439	46.903	47.372	47.846	48.324	880.760 €
10.407	10.459	10.511	10.564	10.617	10.670	10.723	10.777	10.831	10.885	10.939	10.994	209.791 €
167.215	168.268	169.328	170.396	171.471	172.553	173.644	174.742	175.848	176.962	178.083	179.213	3.378.421 €
163.885	170.307	176.931	183.760	190.799	198.052	205.524	213.219	221.142	229.299	237.693	246.329	4.624.214 €
86.771	79.540	72.309	65.078	57.848	50.617	43.386	36.155	28.924	21.693	14.462	7.231	1.475.111 €
77.113	90.767	104.622	118.682	132.952	147.436	162.138	177.064	192.219	207.606	223.231	239.099	3.149.103 €
77.113	90.767	104.622	118.682	132.952	147.436	162.138	177.064	192.219	207.606	223.231	239.099	3.149.103 €
0,0637 €	0,0639 €	0,0641 €	0,0643 €	0,0645 €	0,0647 €	0,0649 €	0,0651 €	0,0653 €	0,0654 €	0,0656 €	0,0658 €	
4.338.563	3.977.016	3.615.469	3.253.922	2.892.375	2.530.828	2.169.282	1.807.735	1.446.188	1.084.641	723.094	361.547	

Anhang 23: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 5 mit 25% solarem Deckungsanteil [(Statistisches Bundesamt, 2017), (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016), (Arcanum Energy Management, 2017) (KfW, 2017), (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993)]

Variante 6: 20 % solare Deckung:
Änderungen des Cash Flows durch das Wärmenetzkonzept - Solare Biowärme Greven Var.6

in €	Preis-entwicklung	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr
Umsatzerlöse										
Verkauf Wärme 5,9 ct/kWh	2,0%	467.015	476.355	485.882	495.600	505.512	515.622	525.934	536.453	547.182
Messpreis (, €/Haus)		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zusatzlös Flexstrom 1,1 ct/kWh		83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030
EEG-Erlös 14,88 ct/kWh		1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164
Flex-Zuschlag 40 €/kW		160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000
Summe der Erträge		1.833.209	1.842.549	1.852.076	1.861.794	1.871.706	1.881.816	1.892.128	1.902.647	1.913.376
Materialaufwand:										
Zukauf Biomethan (0,059€/kWh)		1.192.627	1.196.205	1.199.794	1.203.393	1.207.003	1.210.624	1.214.256	1.217.899	1.221.553
LP Biomethanbezug		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Materialaufwand		1.192.627	1.196.205	1.199.794	1.203.393	1.207.003	1.210.624	1.214.256	1.217.899	1.221.553
Rohergebnis		640.581	646.344	652.282	658.401	664.702	671.192	677.872	684.748	691.823
Tilgung										
Tilgung		0	0	0	354.238	354.238	354.238	354.238	354.238	354.238
Sonstige betriebliche Aufwendungen										
Instandhaltung und Wartung BHKW	0,5%	75.481	75.859	76.238	76.619	77.002	77.387	77.774	78.163	78.554
Instandhaltung und Wartung Solarthermie	0,5%	2.000	2.010	2.020	2.030	2.040	2.051	2.061	2.071	2.081
Instandhaltung und Wartung sonstige Anlagen	0,5%	35.220	35.396	35.573	35.751	35.929	36.109	36.290	36.471	36.653
Personalkosten	1,0%	40.000	40.400	40.804	41.212	41.624	42.040	42.461	42.885	43.314
Versicherungen	0,5%	10.000	10.050	10.100	10.151	10.202	10.253	10.304	10.355	10.407
betriebliche Aufwendungen		162.701	163.715	164.735	165.763	166.798	167.840	168.889	169.946	171.010
Betriebsergebnis		477.880	482.629	487.547	483.399	483.666	483.113	483.744	483.564	483.575
Zinsen und ähnliche Aufwendungen										
Zinsen für Wärmenetzbau+BHKW+Solarthermie		120.441	120.441	120.441	120.441	113.356	106.272	99.187	92.102	85.017
Änderungen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit		357.439	362.188	367.106	17.958	30.310	42.842	55.558	68.462	81.558
JÜ/JF Änderungen zum Bestand		357.439	362.188	367.106	17.958	30.310	42.842	55.558	68.462	81.558
Preis Biomethan		0,0622 €	0,0624 €	0,0626 €	0,0628 €	0,0629 €	0,0631 €	0,0633 €	0,0635 €	0,0637 €
Restdarlehen		6.022.053 €	6.022.053	6.022.053	6.022.053	5.667.814	5.313.576	4.959.337	4.605.099	4.250.861
Zinssatz für Darlehen	2,0%									

10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	Gesamtkonzept
558.126 0	569.288 0	580.674 0	592.287 0	604.133 0	616.216 0	628.540 0	641.111 0	653.933 0	667.012 0	680.352 0	11.347.224 € 0 €
83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	83.030	1.660.593 €
1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	1.123.164	22.463.288 €
160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	3.200.000 €
1.924.320	1.935.482	1.946.868	1.958.481	1.970.327	1.982.410	1.994.734	2.007.305	2.020.127	2.033.206	2.046.546	38.671.105 €
1.225.217 0	1.228.893 0	1.232.580 0	1.236.277 0	1.239.986 0	1.243.706 0	1.247.437 0	1.251.179 0	1.254.933 0	1.258.698 0	1.262.474 0	24.544.734 € 0 €
1.225.217	1.228.893	1.232.580	1.236.277	1.239.986	1.243.706	1.247.437	1.251.179	1.254.933	1.258.698	1.262.474	24.544.734 €
699.102	706.589	714.288	722.204	730.341	738.704	747.297	756.125	765.194	774.508	784.072	14.126.371 €
354.238	354.238	354.238	354.238	354.238	354.238	354.238	354.238	354.238	354.238	354.238	6.022.053 €
78.947	79.342	79.738	80.137	80.538	80.940	81.345	81.752	82.161	82.571	82.984	1.583.535 €
2.092	2.102	2.113	2.123	2.134	2.145	2.155	2.166	2.177	2.188	2.199	41.958 €
36.837	37.021	37.206	37.392	37.579	37.767	37.956	38.145	38.336	38.528	38.720	738.878 €
43.747	44.185	44.627	45.073	45.524	45.979	46.439	46.903	47.372	47.846	48.324	880.760 €
10.459	10.511	10.564	10.617	10.670	10.723	10.777	10.831	10.885	10.939	10.994	209.791 €
172.082	173.161	174.248	175.342	176.444	177.554	178.672	179.797	180.931	182.072	183.222	3.454.922 €
172.782	179.190	185.802	192.624	199.658	206.911	214.387	222.090	230.025	238.197	246.612	4.649.397 €
77.932	70.848	63.763	56.678	49.593	42.509	35.424	28.339	21.254	14.170	7.085	1.445.293 €
94.850	108.342	122.039	135.945	150.065	164.403	178.963	193.751	208.771	224.028	239.527	3.204.104 €
94.850	108.342	122.039	135.945	150.065	164.403	178.963	193.751	208.771	224.028	239.527	3.204.104 €
0,0639 € 3.896.622	0,0641 € 3.542.384	0,0643 € 3.188.145	0,0645 € 2.833.907	0,0647 € 2.479.669	0,0649 € 2.125.430	0,0651 € 1.771.192	0,0653 € 1.416.954	0,0654 € 1.062.715	0,0656 € 708.477	0,0658 € 354.238	

Anhang 24: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 6 mit 20% solarem Deckungsanteil Γ (Statistisches Bundesamt, 2017), (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016), (Arcanum Energy Management, 2017) (KfW, 2017), (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993)

Variante 7: 0 % solare Deckung:

Änderungen des Cash Flows durch das Wärmenetzkonzept - Solare Biowärme Greven Var.7 (Biomethan-BHKW)

in €	Preis-entwicklung	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr
Umsatzerlöse										
Verkauf Wärme 5,9 ct/kWh	2,0%	467.015	476.355	485.882	495.600	505.512	515.622	525.934	536.453	547.182
Messpreis (, €/Haus)		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zusatzerlös Flexstrom 1, ct/kWh		95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714
EEG-Erlös 14,88 ct/kWh		1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227
Flex-Zuschlag 40 €/kW		160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000
Summe der Erträge		2.146.955	2.156.296	2.165.823	2.175.540	2.185.452	2.195.563	2.205.875	2.216.394	2.227.123
Materialaufwand:										
Zukauf Biomethan (0,059€/kWh)		1.512.309	1.516.846	1.521.396	1.525.960	1.530.538	1.535.130	1.539.735	1.544.354	1.548.987
LP Biomethanbezug		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Materialaufwand		1.512.309	1.516.846	1.521.396	1.525.960	1.530.538	1.535.130	1.539.735	1.544.354	1.548.987
Rohergebnis		634.647	639.450	644.427	649.580	654.914	660.433	666.140	672.039	678.135
Tilgung										
Tilgung		0	0	0	304.814	304.814	304.814	304.814	304.814	304.814
Sonstige betriebliche Aufwendungen										
Instandhaltung und Wartung BHKW	0,5%	95.714	96.193	96.674	97.157	97.643	98.131	98.622	99.115	99.610
Instandhaltung und Wartung sonstige Anlagen	0,5%	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220
Personalkosten	1,0%	40.000	40.400	40.804	41.212	41.624	42.040	42.461	42.885	43.314
Versicherungen	0,5%	10.000	10.050	10.100	10.151	10.202	10.253	10.304	10.355	10.407
betriebliche Aufwendungen		180.934	181.862	182.798	183.740	184.688	185.644	186.606	187.575	188.551
Betriebsergebnis		453.713	457.588	461.629	461.026	465.412	469.975	474.720	479.650	484.770
Zinsen und ähnliche Aufwendungen										
Zinsen für Wärmenetzbau+BHKW+Solarthermie		103.637	103.637	103.637	103.637	97.541	91.444	85.348	79.252	73.155
Änderungen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit		350.076	353.951	357.992	57.390	67.871	78.531	89.372	100.398	111.614
JÜ/JF Änderungen zum Bestand		350.076	353.951	357.992	57.390	67.871	78.531	89.372	100.398	111.614
Preis Biomethan		0,0622 €	0,0624 €	0,0626 €	0,0628 €	0,0629 €	0,0631 €	0,0633 €	0,0635 €	0,0637 €
Restdarlehen		5.181.840 €	5.181.840	5.181.840	5.181.840	4.877.026	4.572.211	4.267.397	3.962.583	3.657.769
Zinssatz für Darlehen	2,0%									

10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	Gesamtkonzept
558.126 0	569.288 0	580.674 0	592.287 0	604.133 0	616.216 0	628.540 0	641.111 0	653.933 0	667.012 0	680.352 0	11.347.224 € 0 €
95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	95.714	1.914.283 €
1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	1.424.227	28.484.532 €
160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	3.200.000 €
2.238.066	2.249.229	2.260.615	2.272.228	2.284.074	2.296.156	2.308.481	2.321.052	2.333.874	2.346.952	2.360.293	44.946.040 €
1.553.634 0	1.558.295 0	1.562.970 0	1.567.659 0	1.572.362 0	1.577.079 0	1.581.810 0	1.586.556 0	1.591.316 0	1.596.090 0	1.600.878 0	31.123.906 € 0 €
1.553.634	1.558.295	1.562.970	1.567.659	1.572.362	1.577.079	1.581.810	1.586.556	1.591.316	1.596.090	1.600.878	31.123.906 €
684.432	690.933	697.644	704.569	711.712	719.077	726.670	734.496	742.558	750.863	759.415	13.822.134 €
304.814	304.814	304.814	304.814	304.814	304.814	304.814	304.814	304.814	304.814	304.814	5.181.840 €
100.108	100.609	101.112	101.618	102.126	102.636	103.149	103.665	104.184	104.704	105.228	2.007.998 €
35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	35.220	704.393 €
43.747	44.185	44.627	45.073	45.524	45.979	46.439	46.903	47.372	47.846	48.324	880.760 €
10.459	10.511	10.564	10.617	10.670	10.723	10.777	10.831	10.885	10.939	10.994	209.791 €
189.535	190.525	191.522	192.527	193.539	194.558	195.585	196.619	197.660	198.709	199.766	3.802.943 €
190.083	195.594	201.308	207.228	213.359	219.705	226.272	233.063	240.084	247.340	254.835	4.837.351 €
67.059	60.963	54.867	48.770	42.674	36.578	30.481	24.385	18.289	12.193	6.096	1.243.642 €
123.024	134.632	146.441	158.458	170.685	183.127	195.790	208.678	221.795	235.147	248.739	3.593.710 €
123.024	134.632	146.441	158.458	170.685	183.127	195.790	208.678	221.795	235.147	248.739	3.593.710 €
0,0639 € 3.352.955	0,0641 € 3.048.141	0,0643 € 2.743.327	0,0645 € 2.438.513	0,0647 € 2.133.699	0,0649 € 1.828.885	0,0651 € 1.524.070	0,0653 € 1.219.256	0,0654 € 914.442	0,0656 € 609.628	0,0658 € 304.814	

Anhang 25: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 7 mit 0% solarem Deckungsanteil [(Statistisches Bundesamt, 2017), (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016), (Arcanum Energy Management, 2017) (KfW, 2017), (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993)

Variante 8: 25 % solare Deckung:
Änderungen des Cash Flows durch das Wärmenetzkonzept - Solare Biowärme Greven Var.8

in €	Preis-entwicklung	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr
Umsatzerlöse										
Verkauf Wärme 4, ct/kWh	2,0%	454.780	463.876	473.153	482.616	492.268	502.114	512.156	522.399	532.847
Zusatzlös Flexstrom 1,1 ct/kWh		89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441
EEG-Erlös 14,88 ct/kWh		1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895
Flex-Zuschlag 40 €/kW		160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000
Summe der Erträge		1.914.116	1.923.211	1.932.489	1.941.952	1.951.604	1.961.450	1.971.492	1.981.735	1.992.183
Materialaufwand:										
Zukauf Biomethan		1.284.721	1.288.575	1.292.441	1.296.318	1.300.207	1.304.108	1.308.020	1.311.944	1.315.880
LP Biomethanbezug		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Materialaufwand		1.284.721	1.288.575	1.292.441	1.296.318	1.300.207	1.304.108	1.308.020	1.311.944	1.315.880
Rohergebnis		629.395	634.636	640.048	645.634	651.397	657.342	663.472	669.791	676.303
Tilgung										
Tilgung		0	0	0	442.164	442.164	442.164	442.164	442.164	442.164
Sonstige betriebliche Aufwendungen										
Instandhaltung und Wartung BHKW	1,0%	81.310	82.123	82.944	83.774	84.612	85.458	86.312	87.175	88.047
Instandhaltung und Wartung Solarthermie	1,0%	2.908	2.937	2.966	2.996	3.026	3.056	3.087	3.118	3.149
Instandhaltung und Wartung sonstige Anlagen	1,0%	42.533	42.958	43.387	43.821	44.259	44.702	45.149	45.601	46.057
Personalkosten	1,0%	40.000	40.400	40.804	41.212	41.624	42.040	42.461	42.885	43.314
Eigenstrombedarf 14, ct/kWh		25.592	25.848	26.107	26.368	26.631	26.898	27.167	27.438	27.713
Versicherungen	1,0%	10.000	10.100	10.201	10.303	10.406	10.510	10.615	10.721	10.829
betriebliche Aufwendungen		202.343	204.366	206.410	208.474	210.559	212.664	214.791	216.939	219.108
Betriebsergebnis		427.052	430.270	433.638	-5.004	-1.326	2.514	6.517	10.688	15.031
Zinsen und ähnliche Aufwendungen										
Zinsen für Wärmenetzbau+BHKW+Solarthermie		120.269	120.269	120.269	120.269	113.194	106.119	99.045	91.970	84.895
Änderungen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit		306.783	310.001	313.369	-125.273	-114.519	-103.606	-92.528	-81.282	-69.865
JÜ/JF Änderungen zum Bestand		306.783	310.001	313.369	-125.273	-114.519	-103.606	-92.528	-81.282	-69.865
Preis Biomethan		0,0622 €	0,0624 €	0,0626 €	0,0628 €	0,0629 €	0,0631 €	0,0633 €	0,0635 €	0,0637 €
Restdarlehen		7.516.781 €	7.516.781	7.516.781	7.516.781	7.074.618	6.632.454	6.190.290	5.748.127	5.305.963
Zinssatz für Darlehen	1,6%									

10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	Gesamtkonzept
543.504	554.374	565.462	576.771	588.306	600.073	612.074	624.315	636.802	649.538	662.529	11.049.958 €
89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	89.441	1.788.823 €
1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	1.209.895	24.197.892 €
160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	3.200.000 €
2.002.840	2.013.710	2.024.797	2.036.107	2.047.642	2.059.408	2.071.410	2.083.651	2.096.138	2.108.874	2.121.864	40.236.672 €
1.319.828	1.323.787	1.327.759	1.331.742	1.335.737	1.339.744	1.343.764	1.347.795	1.351.838	1.355.894	1.359.961	26.440.065 €
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 €
1.319.828	1.323.787	1.327.759	1.331.742	1.335.737	1.339.744	1.343.764	1.347.795	1.351.838	1.355.894	1.359.961	26.440.065 €
683.012	689.923	697.039	704.365	711.905	719.664	727.646	735.856	744.299	752.980	761.903	13.796.607 €
442.164	442.164	442.164	442.164	442.164	442.164	442.164	442.164	442.164	442.164	442.164	7.516.781 €
88.928	89.817	90.715	91.622	92.539	93.464	94.399	95.343	96.296	97.259	98.231	1.790.368 €
3.180	3.212	3.244	3.277	3.310	3.343	3.376	3.410	3.444	3.478	3.513	64.031 €
46.517	46.982	47.452	47.927	48.406	48.890	49.379	49.873	50.371	50.875	51.384	936.523 €
43.747	44.185	44.627	45.073	45.524	45.979	46.439	46.903	47.372	47.846	48.324	880.760 €
27.990	28.270	28.552	28.838	29.126	29.418	29.712	30.009	30.309	30.612	30.918	563.516 €
10.937	11.046	11.157	11.268	11.381	11.495	11.610	11.726	11.843	11.961	12.081	220.190 €
221.299	223.512	225.748	228.005	230.285	232.588	234.914	237.263	239.636	242.032	244.452	4.455.389 €
19.549	24.247	29.128	34.196	39.456	44.912	50.569	56.430	62.500	68.784	75.287	1.824.436 €
77.821	70.746	63.672	56.597	49.522	42.448	35.373	28.298	21.224	14.149	7.075	1.443.222 €
-58.272	-46.500	-34.544	-22.401	-10.066	2.465	15.196	28.131	41.276	54.635	68.212	381.214 €
-58.272	-46.500	-34.544	-22.401	-10.066	2.465	15.196	28.131	41.276	54.635	68.212	381.214 €
0,0639 €	0,0641 €	0,0643 €	0,0645 €	0,0647 €	0,0649 €	0,0651 €	0,0653 €	0,0654 €	0,0656 €	0,0658 €	
4.863.800	4.421.636	3.979.472	3.537.309	3.095.145	2.652.982	2.210.818	1.768.654	1.326.491	884.327	442.164	

Anhang 26: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 8 mit 25% solarem Deckungsanteil Γ (Statistisches Bundesamt, 2017), (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016), (Arcanum Energy Management, 2017) (KfW, 2017), (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993)

Variante 9: 15 % solare Deckung:
Änderungen des Cash Flows durch das Wärmenetzkonzept - Solare Biowärme Greven Var.9

in €	Preis- entwicklung	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr
Umsatzerlöse										
Verkauf Wärme 4, ct/kWh	2,0%	454.780	463.876	473.153	482.616	492.268	502.114	512.156	522.399	532.847
Zusatzerlös Flexstrom 1,1 ct/kWh		98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591
EEG-Erlös 14,88 ct/kWh		1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669
Flex-Zuschlag 40 €/kW		160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000
Summe der Erträge		2.047.040	2.056.136	2.065.413	2.074.876	2.084.529	2.094.374	2.104.416	2.114.660	2.125.108
Materialaufwand:										
Zukauf Biomethan		1.416.151	1.420.399	1.424.660	1.428.934	1.433.221	1.437.521	1.441.833	1.446.159	1.450.497
LP Biomethanbezug		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Materialaufwand		1.416.151	1.420.399	1.424.660	1.428.934	1.433.221	1.437.521	1.441.833	1.446.159	1.450.497
Rohergebnis		630.890	635.737	640.753	645.942	651.308	656.853	662.583	668.501	674.610
Tilgung										
Tilgung		0	0	0	402.041	402.041	402.041	402.041	402.041	402.041
Sonstige betriebliche Aufwendungen										
Instandhaltung und Wartung BHKW	1,0%	89.628	90.525	91.430	92.344	93.268	94.200	95.142	96.094	97.055
Instandhaltung und Wartung Solarthermie	1,0%	1.993	2.013	2.033	2.053	2.074	2.095	2.116	2.137	2.158
Instandhaltung und Wartung sonstige Anlagen	1,0%	42.533	42.958	43.387	43.821	44.259	44.702	45.149	45.601	46.057
Personalkosten	1,0%	40.000	40.400	40.804	41.212	41.624	42.040	42.461	42.885	43.314
Eigenstrombedarf 14, ct/kWh		27.834	28.112	28.393	28.677	28.964	29.254	29.546	29.842	30.140
Versicherungen	1,0%	10.000	10.100	10.201	10.303	10.406	10.510	10.615	10.721	10.829
betriebliche Aufwendungen		211.988	214.108	216.249	218.411	220.595	222.801	225.029	227.280	229.552
Betriebsergebnis		418.902	421.629	424.504	25.490	28.671	32.011	35.513	39.180	43.017
Zinsen und ähnliche Aufwendungen										
Zinsen für Wärmenetzbau+BHKW+Solarthermie		109.355	109.355	109.355	109.355	102.922	96.490	90.057	83.624	77.192
Änderungen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit		309.547	312.274	315.149	-83.865	-74.251	-64.479	-54.544	-44.444	-34.175
JÜ/JF Änderungen zum Bestand		309.547	312.274	315.149	-83.865	-74.251	-64.479	-54.544	-44.444	-34.175
Preis Biomethan		0,0622 €	0,0624 €	0,0626 €	0,0628 €	0,0629 €	0,0631 €	0,0633 €	0,0635 €	0,0637 €
Restdarlehen		6.834.694 €	6.834.694	6.834.694	6.834.694	6.432.653	6.030.612	5.628.572	5.226.531	4.824.490
Zinssatz für Darlehen	1,6%									

10. Jahr	11. Jahr	12. Jahr	13. Jahr	14. Jahr	15. Jahr	16. Jahr	17. Jahr	18. Jahr	19. Jahr	20. Jahr	Gesamtkonzept
543.504	554.374	565.462	576.771	588.306	600.073	612.074	624.315	636.802	649.538	662.529	11.049.958 €
98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	98.591	1.971.823 €
1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	1.333.669	26.673.383 €
160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	3.200.000 €
2.135.764	2.146.635	2.157.722	2.169.031	2.180.567	2.192.333	2.204.334	2.216.576	2.229.062	2.241.798	2.254.789	42.895.163 €
1.454.849	1.459.213	1.463.591	1.467.982	1.472.386	1.476.803	1.481.233	1.485.677	1.490.134	1.494.604	1.499.088	29.144.935 €
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 €
1.454.849	1.459.213	1.463.591	1.467.982	1.472.386	1.476.803	1.481.233	1.485.677	1.490.134	1.494.604	1.499.088	29.144.935 €
680.916	687.421	694.131	701.050	708.181	715.530	723.101	730.899	738.928	747.194	755.701	13.750.228 €
402.041	402.041	402.041	402.041	402.041	402.041	402.041	402.041	402.041	402.041	402.041	6.834.694 €
98.025	99.005	99.995	100.995	102.005	103.025	104.056	105.096	106.147	107.209	108.281	1.973.526 €
2.180	2.202	2.224	2.246	2.268	2.291	2.314	2.337	2.360	2.384	2.408	43.884 €
46.517	46.982	47.452	47.927	48.406	48.890	49.379	49.873	50.371	50.875	51.384	936.523 €
43.747	44.185	44.627	45.073	45.524	45.979	46.439	46.903	47.372	47.846	48.324	880.760 €
30.442	30.746	31.054	31.364	31.678	31.994	32.314	32.638	32.964	33.294	33.627	612.878 €
10.937	11.046	11.157	11.268	11.381	11.495	11.610	11.726	11.843	11.961	12.081	220.190 €
231.848	234.166	236.508	238.873	241.262	243.675	246.111	248.572	251.058	253.569	256.104	4.667.761 €
47.027	51.214	55.582	60.136	64.878	69.815	74.949	80.286	85.829	91.584	97.555	2.247.773 €
70.759	64.327	57.894	51.461	45.029	38.596	32.163	25.731	19.298	12.865	6.433	1.312.261 €
-23.732	-13.113	-2.312	8.674	19.850	31.219	42.786	54.555	66.531	78.719	91.123	935.512 €
-23.732	-13.113	-2.312	8.674	19.850	31.219	42.786	54.555	66.531	78.719	91.123	935.512 €
0,0639 €	0,0641 €	0,0643 €	0,0645 €	0,0647 €	0,0649 €	0,0651 €	0,0653 €	0,0654 €	0,0656 €	0,0658 €	
4.422.449	4.020.408	3.618.367	3.216.327	2.814.286	2.412.245	2.010.204	1.608.163	1.206.122	804.082	402.041	

Anhang 27: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 9 mit 15% solarem Deckungsanteil [(Statistisches Bundesamt, 2017), (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016), (Arcanum Energy Management, 2017) (KfW, 2017), (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 1993)

Auslegung Solarthermie und LZWS Varianten 1 - 6

Bezeichnung	Zahlenwert	Einheit	Bezeichnung	Zahlenwert	Einheit
Faktor Solarthermiekollektorfläche	0,415	m ² Kollektor/ m ² Grundstücksfläche	Angenommene Globalstrahlung Ritter Solar XL	991	kWh/m ²
jährlicher Kollektorsertrag, spez.	557	kWh/m ²	Globalstrahlung nach "Photovoltaik Engineering", (Werte für die Stadt Münster)"	1013	kWh/m ²
jährlicher Kollektorsertrag, spez. (angepasst auf Münster)	569	kWh/m ²			
jährlicher Solarertrag in Speicher	493	kWh/m ²			
Verlustfaktor	1,16	-			

Variante 1 (75% SD)

Tagesdaten [kWh/m ²]	Monatsdaten [kWh/m ²]	Tagesanzahl	Monat	Anteil an der jährlichen Globalstrahlung	Wärmemenge [kWh]	Wärmebedarf [kWh]	Wärmemenge in Speicher [kWh]	Wärmebedarf von Solarthermie gedeckt [kWh]	Speicherfüllung [kWh]	Speicherentleerung [kWh]	Speicherentleerung, aufsummiert [kWh]	Speicherstand [kWh]
0,79	24,5	31	Januar	0,024	186.138	1.326.997	-	186.138	-	225.109	225.109,28	-
1,37	38,4	28	Februar	0,038	291.558	1.186.763	-	291.558	-	-	225.109,28	-
2,26	70,1	31	März	0,069	532.497	1.098.714	-	532.497	-	-	225.109,28	-
3,87	116,1	30	April	0,115	882.428	806.198	76.230	806.198	76.230	-	225.109,28	60.984
4,78	148,2	31	Mai	0,146	1.126.255	533.873	592.381	533.873	668.612	-	225.109,28	534.889
5,22	156,6	30	Juni	0,155	1.190.252	384.899	805.353	384.899	1.473.964	-	225.109,28	1.179.171
4,61	142,9	31	Juli	0,141	1.086.200	341.483	744.716	341.483	2.218.681	-	225.109,28	1.774.944
4,23	131,1	31	August	0,129	996.665	344.377	652.288	344.377	2.870.968	-	225.109,28	2.296.775
2,92	87,6	30	September	0,086	665.811	457.648	208.163	457.648	3.079.131	-	225.109,28	2.463.305
1,66	51,5	31	Oktober	0,051	391.126	708.056	-	391.126	3.079.131	316.930	542.039,54	2.146.375
0,93	27,9	30	November	0,028	212.056	1.000.195	-	212.056	3.079.131	788.139	1.330.178,34	1.358.236
0,59	18,3	31	Dezember	0,018	139.015	1.272.141	-	139.015	3.079.131	1.133.127	2.463.305,06	225.109
Summe	1013,1				7.700.000	9.461.344	3.079.131	4.620.869		2.463.305		

Variante 2 (65% SD)

Tagesdaten [kWh/m ²]	Monatsdaten [kWh/m ²]	Tagesanzahl	Monat	Anteil an der jährlichen Globalstrahlung	Wärmemenge [kWh]	Wärmebedarf [kWh]	Wärmemenge in Speicher [kWh]	Wärmebedarf von Solarthermie gedeckt [kWh]	Speicherfüllung [kWh]	Speicherentleerung [kWh]	Speicherentleerung, aufsummiert [kWh]	Speicherstand [kWh]
0,79	24,5	31	Januar	0,024	157.130	1.326.997	-	157.130	-	-	-	-
1,37	38,4	28	Februar	0,038	246.121	1.186.763	-	246.121	-	-	-	-
2,26	70,1	31	März	0,069	449.510	1.098.714	-	449.510	-	-	-	-
3,87	116,1	30	April	0,115	744.907	806.198	-	744.907	-	-	-	-
4,78	148,2	31	Mai	0,146	950.734	533.873	416.861	533.873	416.861	-	-	333.489
5,22	156,6	30	Juni	0,155	1.004.758	384.899	619.859	384.899	1.036.720	-	-	829.376
4,61	142,9	31	Juli	0,141	916.922	341.483	575.438	341.483	1.612.159	-	-	1.289.727
4,23	131,1	31	August	0,129	841.340	344.377	496.963	344.377	2.109.122	-	-	1.687.297
2,92	87,6	30	September	0,086	562.048	457.648	104.400	457.648	2.213.522	-	-	1.770.818
1,66	51,5	31	Oktober	0,051	330.171	708.056	-	330.171	2.213.522	377.885	377.885	1.392.933
0,93	27,9	30	November	0,028	179.009	1.000.195	-	179.009	2.213.522	821.187	1.199.072	571.746
0,59	18,3	31	Dezember	0,018	117.350	1.272.141	-	117.350	2.213.522	571.746	1.770.818	-
Summe	1013,1				6.500.000	9.461.344	2.213.522	4.286.478		1.770.818		

Variante 3 (55% SD)												
Tagesdaten [kWh/m²]	Monatsdaten [kWh/m²]	Tagesanzahl	Monat	Anteil an der jährlichen Globalstrahlung	Wärmemenge [kWh]	Wärmebedarf [kWh]	Wärmemenge in Speicher [kWh]	Wärmebedarf von Solarthermie gedeckt [kWh]	Speicherfüllung [kWh]	Speicherentleerung [kWh]	Speicherentleerung, aufsummiert [kWh]	Speicherstand [kWh]
0,79	24,5	31	Januar	0,024	133.681	1.326.997	-	133.681	-	0	-	-
1,37	38,4	28	Februar	0,038	209.392	1.186.763	-	209.392	-	0	-	-
2,26	70,1	31	März	0,069	382.430	1.098.714	-	382.430	-	0	-	-
3,87	116,1	30	April	0,115	633.744	806.198	-	633.744	-	0	-	-
4,78	148,2	31	Mai	0,146	808.856	533.873	274.982	533.873	274.982	0	-	219.986
5,22	156,6	30	Juni	0,155	854.817	384.899	469.918	384.899	744.901	0	-	595.920
4,61	142,9	31	Juli	0,141	780.089	341.483	438.605	341.483	1.183.506	0	-	946.805
4,23	131,1	31	August	0,129	715.786	344.377	371.409	344.377	1.554.915	-	-	1.243.932
2,92	87,6	30	September	0,086	478.173	457.648	20.525	457.648	1.575.441	-	-	1.260.353
1,66	51,5	31	Oktober	0,051	280.900	708.056	-	280.900	1.575.441	427.157	427.157	833.196
0,93	27,9	30	November	0,028	152.295	1.000.195	-	152.295	1.575.441	833.196	1.260.353	-
0,59	18,3	31	Dezember	0,018	99.838	1.272.141	-	99.838	1.575.441	-	1.260.353	-
Summe	1013,1				5.530.000	9.461.344	1.575.441	3.954.559		1.260.353		

Variante 4 (40% SD)												
Tagesdaten [kWh/m²]	Monatsdaten [kWh/m²]	Tagesanzahl	Monat	Anteil an der jährlichen Globalstrahlung	Wärmemenge [kWh]	Wärmebedarf [kWh]	Wärmemenge in Speicher [kWh]	Wärmebedarf von Solarthermie gedeckt [kWh]	Speicherfüllung [kWh]	Speicherentleerung [kWh]	Speicherentleerung, aufsummiert [kWh]	Speicherstand [kWh]
0,79	24,5	31	Januar	0,024	91.860	1.326.997	-	91.860	-	0	-	-
1,37	38,4	28	Februar	0,038	143.886	1.186.763	-	143.886	-	0	-	-
2,26	70,1	31	März	0,069	262.791	1.098.714	-	262.791	-	0	-	-
3,87	116,1	30	April	0,115	435.484	806.198	-	435.484	-	0	-	-
4,78	148,2	31	Mai	0,146	555.814	533.873	21.941	533.873	21.941	0	-	16.456
5,22	156,6	30	Juni	0,155	587.397	384.899	202.498	384.899	224.439	0	-	168.329
4,61	142,9	31	Juli	0,141	536.047	341.483	194.563	341.483	419.002	-	-	314.252
4,23	131,1	31	August	0,129	491.860	344.377	147.483	344.377	566.486	-	-	424.864
2,92	87,6	30	September	0,086	328.582	457.648	-	328.582	566.486	129.066	129.066	295.798
1,66	51,5	31	Oktober	0,051	193.023	708.056	-	193.023	566.486	295.798	424.864	-
0,93	27,9	30	November	0,028	104.651	1.000.195	-	104.651	566.486	-	424.864	-
0,59	18,3	31	Dezember	0,018	68.605	1.272.141	-	68.605	566.486	-	424.864	-
Summe	1013,1				3.800.000	9.461.344	566.486	3.233.514		424.864		

Variante 5 (25% SD)						
Tagesdaten [kWh/m²]	Monatsdaten [kWh/m²]	Tagesanzahl	Monat	Anteil an der jährlichen Globalstrahlung	Wärmemenge [kWh]	Wärmebedarf [kWh]
0,79	24,5	31	Januar	0,024	58.017,14	1.326.996,74
1,37	38,4	28	Februar	0,038	90.875,35	1.186.762,57
2,26	70,1	31	März	0,069	165.973,07	1.098.714,10
3,87	116,1	30	April	0,115	275.042,44	806.197,69
4,78	148,2	31	Mai	0,146	351.040,39	533.873,24
5,22	156,6	30	Juni	0,155	370.987,48	384.898,72
4,61	142,9	31	Juli	0,141	338.555,69	341.483,30
4,23	131,1	31	August	0,129	310.648,71	344.377,00
2,92	87,6	30	September	0,086	207.525,57	457.648,00
1,66	51,5	31	Oktober	0,051	121.909,42	708.056,33
0,93	27,9	30	November	0,028	66.095,47	1.000.195,11
0,59	18,3	31	Dezember	0,018	43.329,25	1.272.141,41
Summe	1013,1				2.400.000,00	9.461.344,20

Variante 6 (20% SD)

Tagesdaten [kWh/m ²]	Monatsdaten [kWh/m ²]	Tagesanzahl	Monat	Anteil an der jährlichen Globalstrahlung	Wärmemenge [kWh]	Wärmebedarf [kWh]
0,79	24,5	31	Januar	0,024	48.348	1.326.997
1,37	38,4	28	Februar	0,038	75.729	1.186.763
2,26	70,1	31	März	0,069	138.311	1.098.714
3,87	116,1	30	April	0,115	229.202	806.198
4,78	148,2	31	Mai	0,146	292.534	533.873
5,22	156,6	30	Juni	0,155	309.156	384.899
4,61	142,9	31	Juli	0,141	282.130	341.483
4,23	131,1	31	August	0,129	258.874	344.377
2,92	87,6	30	September	0,086	172.938	457.648
1,66	51,5	31	Oktober	0,051	101.591	708.056
0,93	27,9	30	November	0,028	55.080	1.000.195
0,59	18,3	31	Dezember	0,018	36.108	1.272.141
Summe	1013,1				2.000.000	9.461.344

Variante 7 (0% SD)

-

Anhang 28: Auslegung der solarthermischen Anlage mit Angaben der Stadt Münster [(Solites, AGFW, 2013) (Solites, Steinbeis Innovation GmbH (SIG), 2016) (Meißner, 2016) (Pauschinger & Schmidt, 2013) (Wager, 2006)]

Projektvorschlag Solarthermie Ritter Solar XL

Erste Abschätzungen (1)



Vorschlag auf Basis des angestrebten solaren Jahresdeckungsgrades:

- Kollektorfläche 4.149,6 m²
- Flächenbedarf ca. 10.000 m²

Simulation der solaren Erträge mit regionalen Wetterdaten
Kollektorneigung 30 Grad, Südabweichung 0 Grad, mit typischen
Systemverlusten, ohne Wärmetauscher.

Ergebnisse der Simulation:

• Kollektorertrag / Jahr	2.311 MWh
• Kollektorertrag spez. / Jahr	557 kWh/m ²
• Solarertrag in Speicher / Jahr	2.001 MWh
• Garantieertrag / Jahr	1.800 MWh
• Solarertrag in Speicher spez. / Jahr	482 kWh/m ²
• Deckungsgrad solar / Jahr	20 %
• Solarertrag in Speicher Mai–August	1.281 MWh
• Deckungsgrad Mai–Juni ca.	57 %
• Deckungsgrad Juli–August ca.	94 %

Solarer Wärmepreis für 25 Jahre



Abschätzung des solaren Wärmepreises für 25 Jahre:

Kollektorfläche	4.150	m ²
Spez. Kosten lt. Kostenschätzung	460	€/m ²
Zwischensumme	1.908.816	€
<hr/>		
Sonst. Kosten (siehe Kostenschätzung)	190.882	€
Investition	2.099.698	€
<hr/>		
Betrieb und Instandhaltung 25 Jahre	381.763	€
Summe 25 Jahre	2.481.461	€
<hr/>		
Jahresertrag	2.001	MWh/a
Wärmekosten ohne Förderung	49,6	€/MWh
<hr/>		
Förderung KfW 271 EE Premium	1.392.191	€
Kürzung durch AGVO-Grenzen auf 65%	1.364.803	€
Wärmekosten mit Förderung	22,3	€/MWh

Alle Angaben zu Förderungen nach bestem Wissen, aber ohne Gewähr!

"Spez. Kosten": Betriebsfertige Anlage wie beschrieben, ohne Speicher, ohne Grundstück, ohne sonstige Kosten (z.B. Zaun) und ohne interne Kosten Betreiber

„Investition“: Schätzung ohne Grundstück, ohne Kapitalkosten und ohne interne Kosten Betreiber

Ohne Berücksichtigung theoretisch möglicher Landesförderung. Biogas Brockhof darf als „Kleines Unternehmen“ laut AGVO-Definition max. 65% der Investition als Förderung erhalten.

Anhang 29: Ausschnitte aus dem Projektvorschlag für eine solarthermische Anlage des Unternehmens Ritter Solar XL

Wärmebedarfsdaten aus „BHKW-Ultimate“

Lastprofil (aus BHKW-Ultimate) SEV-JE 703 BG_BEG-WN						
Monat	Tage	Wärmebedarf der Gebäude bei 100% Anschlussquote	Wärmebedarf der Gebäude bei 75% Anschlussquote	Wärmeverlust [kWh]	Gesamtwärmebedarf [kWh]	Gesamtwärmebedarf [%]
Januar	31	1.594.274	1.195.706	131.291	1.326.997	14%
Februar	28	1.424.236	1.068.177	118.585	1.186.763	13%
März	31	1.289.898	967.423	131.291	1.098.714	12%
April	30	905.523	679.142	127.056	806.198	9%
Mai	31	536.776	402.582	131.291	533.873	6%
Juni	30	343.791	257.843	127.056	384.899	4%
Juli	31	280.257	210.192	131.291	341.483	4%
August	31	284.115	213.086	131.291	344.377	4%
September	30	440.790	330.592	127.056	457.648	5%
Oktober	31	769.021	576.765	131.291	708.056	7%
November	30	1.164.186	873.139	127.056	1.000.195	11%
Dezember	31	1.521.134	1.140.851	131.291	1.272.141	13%
SUMME	365	10.554.000	7.915.500	1.545.844	9.461.344	100%

Anhang 30: Wärmebedarfsdaten der Gebäude in der Wohnsiedlung aus BHKW-Ultimate für die Erstellung eines Wärmelastganges

[(BHKW-Ultimate V.2.4.0 (Erfurth & Braunholz) , 2017)]

Energieeinsparung durch das Wärmenetz

Energieeinsparung durch das KWK Wärmenetz		
BHKW		
eingesetzte Energiemenge	18.146.154	kWh
erzeugte Wärme	7.839.139	kWh
erzeugter Strom	7.929.870	kWh
Gesamtwirkungsgrad	86,9	%
Bestandsenergiebezug		
eingesetzte Energiemenge	25.330.867	kWh
erzeugte Wärme	7.915.500	kWh
thermischer Gesamtwirkungsgrad	90,0	%
Strombezug dt. Netz	7.143.494	kWh
elektrischer Gesamtwirkungsgrad	43,2	%
Energieeinsparung durch KWK		
Primärenergieeinsparung	7.184.712	kWh
Primärenergieeinsparung	28,36	%

Anhang 31: Berechnung der Energieeinsparung durch das Nahwärmenetz gegenüber der bestehenden Wärmeversorgung

CO₂-Einsparung durch das Wärmenetz

CO ₂ - Einsparung durch das Nahwärmenetzes Greven				
Nettowärmebedarf (450 Häuser)	7.915.500 kWh			
Wirkungsgrad Gas-/Heizölheizung	90%			
Wirkungsgrad Pelletheizung	92%			
Primärenergiefaktoren				
Erdgas	1,1			
Heizöl	1,1			
Pellets	0,2			
Biomethan	0,1			
Strom	1,8			
Heizungssystem				
	Anteil	Anteil Wärmebedarf [kWh/a]	CO ₂ - Äquivalent [kg/kWh]	Einsparungen CO ₂ [kg/a]
Erdgas	50%	4.837.250	0,25	1.209.313
Heizöl	45%	4.353.525	0,319	1.388.774
Pellets	5%	86.038	-	-
Gesamt	100%	9.276.813		2.598.087
Vergleich: Biomethan		9.461.344	0,1	946.134
Primärenergiebedarf Umwälzpumpe	189.216	kWh		
CO ₂ - Ausstoß	0,565	kg/kWh		
Wärmenetz	9.461.344	kWh		
CO ₂ - Faktor (Biomethan)	0,1	kg/kWh		
CO ₂ - Einsparungen Wärmenetz	2.598	[t/a]		
CO ₂ - Ausstoß Wärmenetzes	1.053	[t/a]		
Gesamte CO₂-Einsparungen	1.545	[t/a]		

Anhang 32: CO₂-Einsparung durch das Wärmenetz gegenüber der bestehenden Wärmeversorgung

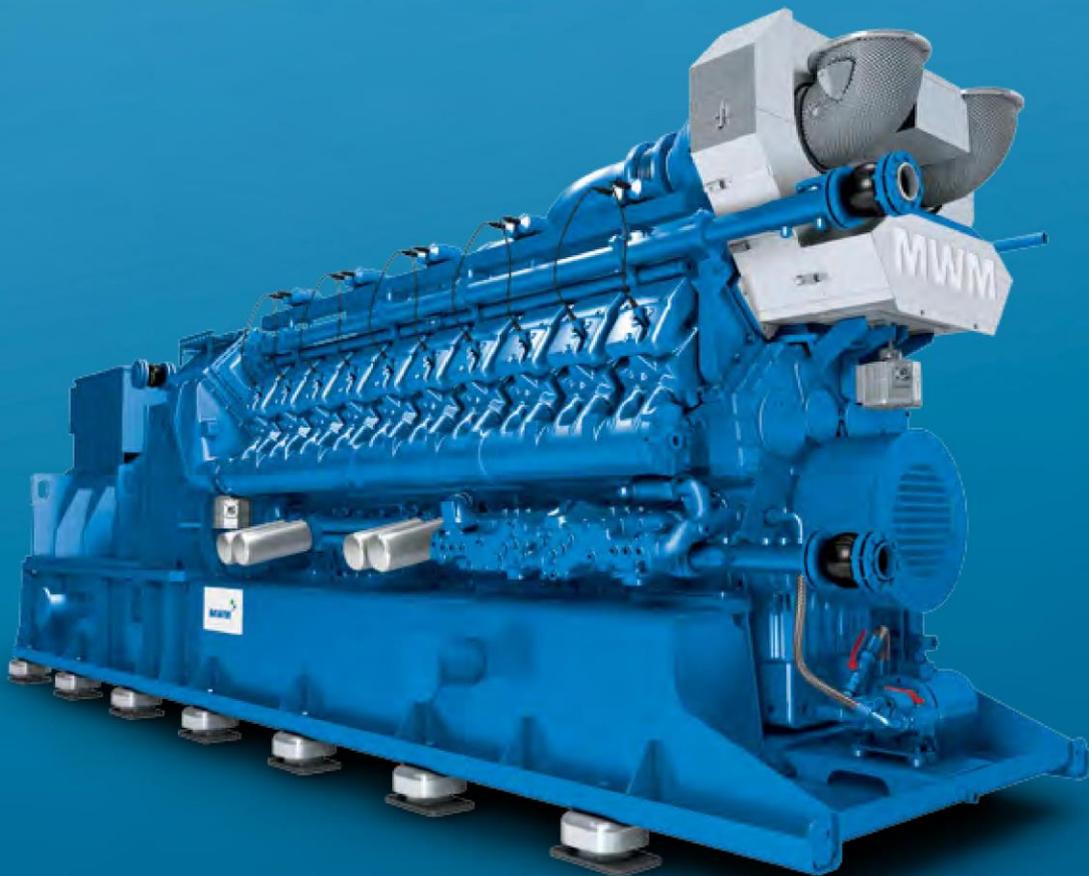
Datenblatt FLEX-BHKW

www.mwm.net

TCG 2020

Für Bestnoten in Ökologie und Ökonomie.

Für Erdgas und Biogas mit einer Leistung von 1.000 bis 2.000 kW_{el}




MWM
Energy. Efficiency. Environment.

Für Bestnoten in Ökologie und Ökonomie.



Mehr Gewinn

Der TCG 2020 arbeitet mit höchster Effizienz dank der Optimierung von Einlasskanal, Brennkammer und Zündkerzen. Sparen Sie bis zu 15% Brennstoffkosten pro Jahr – und erhöhen Sie den Gewinn Ihrer Anlage.



Geringere Gesamtkosten

Aufgrund optimierter Motorteile benötigt der TCG2020 bis zu 50% weniger Schmieröl als vergleichbare Aggregate. Für die Wirtschaftlichkeit heißt das: Langfristige Kostenvorteile!



Motorvarianten für Ihre Bedürfnisse

Egal ob Sie einen hohen Wirkungsgrad benötigen oder einen optimalen Inselbetrieb mit guter Lastaufschaltung und Schwarzstartverhalten: Bei uns bekommen Sie einen auf Ihre Bedürfnisse abgestimmten Motor.



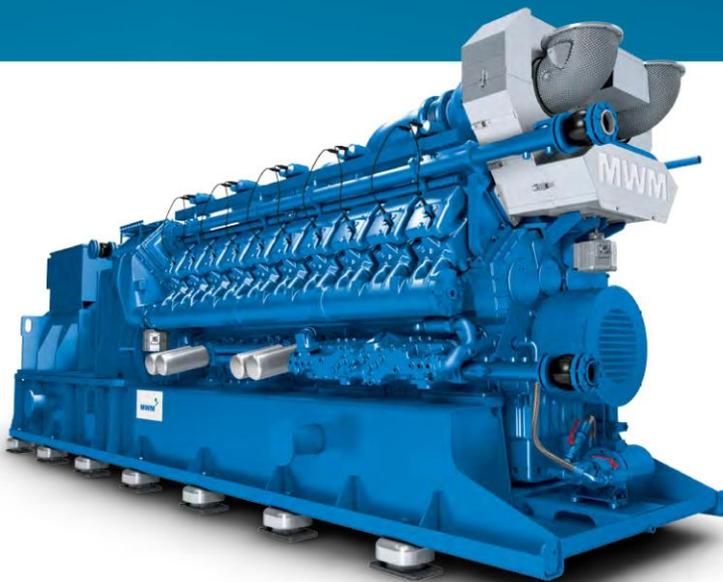
Optimales Regelungskonzept

Das TEM (Total Electronic Management) steuert nicht nur den Motor, sondern die gesamte Anlage einschließlich der Wärmeauskopplung. Durch die Temperaturkontrolle jedes Zylinders und die Anti-Klopff-Regelung wird ein Betrieb mit optimaler Brennstoffausnutzung und maximaler Leistung selbst bei schwankenden Gaszusammensetzungen möglich.



Flexibel einsetzbar

Neueste Technologien wie der Gasmischer und TEM machen den Gebrauch unterschiedlicher Gase möglich. Selbst schwierigste Gase wie Grubengas, Deponiegas und Klärgas können problemlos verwendet werden.



TCG 2020

Technische Daten 50 Hz

Technische Daten 60 Hz

Motortyp	TCG 2020	V12 K ¹⁾	V12 K ¹⁾	V12 ²⁾	V16 K ¹⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Bohrung / Hub	mm	170/195	170/195	170/195	170/195	170/195	170/195
Hubraum	dm ³	53,1	53,1	53,1	70,8	70,8	88,5
Drehzahl	min ⁻¹	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Mittlere Kolbengeschwindigkeit	m/s	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
Länge ³⁾	mm	4.640	4.790	4.790	5.430	5.430	6.200
Breite ³⁾	mm	1.810	1.810	1.810	1.810	1.810	1.710
Höhe ³⁾	mm	2.210	2.210	2.210	2.210	2.210	2.190
Leergewicht Aggregat	kg	11.200	11.700	11.700	13.300	13.300	17.900

Motortyp	TCG 2020	V12 K ¹⁾	V12 ²⁾	V16 K ¹⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Bohrung / Hub	mm	170/195	170/195	170/195	170/195	170/195
Hubraum	dm ³	53,1	53,1	70,8	70,8	88,5
Drehzahl	min ⁻¹	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Mittlere Kolbengeschwindigkeit	m/s	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
Länge ³⁾	mm	5.970	5.970	6.640	6.640	7.470
Breite ³⁾	mm	1.790	1.790	1.790	1.790	1.710
Höhe ³⁾	mm	2.210	2.210	2.210	2.210	2.190
Leergewicht Aggregat	kg	13.000	13.000	14.900	14.900	19.800

Erdgas-Anwendungen

NO_x ≤ 500 mg / Nm³⁴⁾

Motortyp	TCG 2020	V12 K ¹⁾	V12 ²⁾	V16 K ¹⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Elektrische Leistung ⁵⁾	kW	1.000	1.125	1.200	1.500	1.560
Mittlerer effektiver Druck	bar	15,5	17,4	18,6	17,5	18,1
Thermische Leistung ⁶⁾	±8% kW	1.177	1.253	1.190	1.675	1.580
Elektrischer Wirkungsgrad ⁴⁾	%	40,0	40,9	43,6	40,9	43,2
Thermischer Wirkungsgrad ⁴⁾	%	47,0	45,6	43,3	45,7	43,8
Gesamtwirkungsgrad ⁴⁾	%	87,0	86,5	86,9	86,6	87,0

Erdgas-Anwendungen

NO_x ≤ 500 mg / Nm³⁴⁾

Motortyp	TCG 2020	V12 K ¹⁾	V12 ²⁾	V16 K ¹⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Elektrische Leistung ⁵⁾	kW	1.125	1.200	1.500	1.560	2.000
Mittlerer effektiver Druck	bar	17,4	18,7	17,6	18,3	18,7
Thermische Leistung ⁶⁾	±8% kW	1.261	1.196	1.686	1.589	1.991
Elektrischer Wirkungsgrad ⁴⁾	%	40,7	43,4	40,6	43,0	43,4
Thermischer Wirkungsgrad ⁴⁾	%	45,6	43,2	45,7	43,8	43,2
Gesamtwirkungsgrad ⁴⁾	%	86,3	86,6	86,3	86,8	86,6

Biogas-Anwendungen

NO_x ≤ 500 mg / Nm³⁴⁾

Klärgas (65% CH₄ / 35% CO₂)
Biogas (60% CH₄ / 32% CO₂, Rest N₂)
Deponiegas (50% CH₄ / 27% CO₂, Rest N₂)

Mindest-Heizwert H_U = 5,0 kWh / Nm³

Motortyp	TCG 2020	V12 ²⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Elektrische Leistung ⁵⁾	kW	1.200	1.560	2.000
Mittlerer effektiver Druck	bar	18,6	18,1	18,6
Thermische Leistung ⁶⁾	±8% kW	1.194	1.577	2.012
Elektrischer Wirkungsgrad ⁴⁾	%	43,0	42,6	43,0
Thermischer Wirkungsgrad ⁴⁾	%	42,8	43,1	43,3
Gesamtwirkungsgrad ⁴⁾	%	85,8	85,7	86,3

Biogas-Anwendungen

NO_x ≤ 500 mg / Nm³⁴⁾

Klärgas (65% CH₄ / 35% CO₂)
Biogas (60% CH₄ / 32% CO₂, Rest N₂)
Deponiegas (50% CH₄ / 27% CO₂, Rest N₂)

Mindest-Heizwert H_U = 5,0 kWh / Nm³

Motortyp	TCG 2020	V12 ²⁾	V16 ²⁾	V20 ²⁾
Elektrische Leistung ⁵⁾	kW	1.200	1.560	2.000
Mittlerer effektiver Druck	bar	18,7	18,3	18,7
Thermische Leistung ⁶⁾	±8% kW	1.200	1.588	2.026
Elektrischer Wirkungsgrad ⁴⁾	%	42,8	42,3	42,7
Thermischer Wirkungsgrad ⁴⁾	%	42,8	43,1	43,2
Gesamtwirkungsgrad ⁴⁾	%	85,6	85,4	85,9

1) Variante optimiert für Inselbetrieb und Lastaufschaltungen. 4) Nach ISO 3046/1 bei U₀ = 0,4 kV, cosφ₀ = 1,0 für 50 Hz und einer Mähzahl von M2 80 (TCG 2020) oder M2 70 (TCG 2020K) für Erdgas. Daten für Sondergase und Zweigastbetrieb auf Anfrage. Die Angaben auf diesen Datenblättern dienen nur zur Information.

1) Variante optimiert für Inselbetrieb und Lastaufschaltungen. 4) Nach ISO 3046/1 bei U₀ = 0,48 kV, cosφ₀ = 1,0 für 60 Hz und einer Mähzahl von M2 80 (TCG 2020) oder M2 70 (TCG 2020K) für Erdgas. Daten für Sondergase und Zweigastbetrieb auf Anfrage. Die Angaben auf diesen Datenblättern dienen nur zur Information und stellen keine verbindlichen Werte dar. Ausschlaggebend sind die Angaben im Angebot. 5) d'Er Abgabe bis 120°C bei Erdgas und Biogas. 6) Abgas trocken bei 5% O₂.

Anhang 33: Datenblatt des FLEX-BHKW der Firma MWM

Datenblatt Solarthermiekollektoren



CERTIFICATE

Solar Keymark Certificate
No. SP SC0840-14

Holder/Issued to/Manufacturer

Company: Arcon-Sunmark A/S
Address: Skørping Nord 3, DK-9520 Skørping, Denmark

Product name and description

Flat plate solar thermal collector for water heating. For technical information see Appendix (2 pages).

Models:	HTHEATboost 35/08
---------	-------------------

Certificate

The product is found to comply with the requirements in EN 12975-1:2006+A1:2010 Solar collectors Part 1: General requirements and the Specific CEN Keymark Scheme Rules for Solar Thermal Products, and are based on test results according to EN ISO 9806:2013 Solar thermal collectors – Test methods.

Marking

Products conforming to this certificate shall be marked in accordance with the requirements in the Specific CEN Keymark Scheme Rules for Solar Thermal Products. The marking shall, together with the Keymark logo, show the identification code of the empowered certification body (SP Technical Research Institute of Sweden, No. 012), also see CEN-CENELEC Internal Regulations Part 4 Certification, Annex A.

Validity

This certificate is valid until 2019-10-31 provided that the conditions in the Solar Keymark Rules are fulfilled and the standard or rules are not modified significantly. The validity of the certificate can be checked in the database, see Solar Keymark website <http://www.solarkeymark.org>.

Miscellaneous

The manufacturer's factory production control procedures are under surveillance by the responsibility of SP. This certificate was first issued 2014-10-31. This is issue 3.

Borås, Sweden 2016-07-14

SP Technical Research Institute of Sweden

Certification



Lena-Maria Månsson
Certification Manager



Lennart Aronsson
Certification Officer



SP Technical Research Institute of Sweden

Box 857, SE-501 15 Borås, Sweden
Phone: +46 10-516 50 00
E-mail/internet: info@sp.se/www.sp.se

Empowered Certification Body No. 012: SP Certification, Sweden
For more information of Solar Keymark visit: www.solarkeymar.org
This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval by SP. SP Certification rules SPCR402 applies.

Richtpreisangebot Wärmespeicher 500 m³

HANS VAN BEBBER HEIZUNGSBAU GmbH & Co. KG

Planung · Projektierung · Montageausführung



Firma
 Energethik
 Robert Wasser
 Albert-Einstein-Straße 1

49076 Osnabrück

A N G E B O T - N r . : 17110

Seite : 1
 Datum : 04.05.2017
 Kunden-Nr.: 12421

wir bedanken uns für Ihr Interesse und unterbreiten Ihnen nachfolgenden Kostenvoranschlag.

Die nachstehenden Preise beinhalten Lieferung und Montage.

Position	Menge	Bezeichnung
----------	-------	-------------

Titel 1 Vert. Pufferspeicher 500m ³ /16m		
---	--	--

01.001	1,00	Pufferspeicher 500 m³=Inhalt 6,36 m =Ø 16,00 m=Höhe
--------	------	---

Bodendicke : 6 mm
 Wanddicke : 5 mm
 Konisches Dach : Neigung 1:5 - Blechdicke 5 mm -
 Überstand außen geschweißt.
 Das Dachblech wird innen von einer Sparrenkonstruktion gestützt, die aus Profilen besteht, die in einem Tragring zusammengeführt werden.

Spezifikation:

Medium : warmes Wasser
 Max. Entwurfsdichtheit : 1000 kg/
 m³
 Entwurfsdruck : -6 & +56 mbar
 (statisch)
 Min. Entwurfstemperatur : 5
 °C
 Max. Entwurfstemperatur : 95
 °C
 Entwurfkode : NEN-EN
 14015:2004

An der Bleiche 41
 47638 Straelen
 St.-Nr. 113/5853/1440
 USt.-IDNr. DE 275 287 063

Telefon: 0 28 34 / 81 65 + 17 45
 Telefax: 0 28 34 / 25 28
 Internet: www.hansvanbebbber.de
 E-Mail: info@hansvanbebbber.de

Geschäftsführer: Thomas Paes
 Hans van Bebbber
 Heizungsbau GmbH & Co. KG HRA 3233
 Thomas Paes GmbH HRB 10716

Bankverbindung:
 IBAN: DE30320519960000128199
 BIC: WELADED1STR
 Bank: Sparkasse der Stadt Straelen

HANS VAN BEBBER

HEIZUNGSBAU GmbH & Co. KG

Planung · Projektierung · Montageausführung



A N G E B O T - Nr.: 17110

Seite: 11

Titel-Zusammenstellung

Titel 1 Vert. Pufferspeicher 500m³/16m		143.553,18
Titel 2 Teilstromfilter		5.495,71
	Netto-Summe	€ 149.048,89
	19,00 % MwSt.	€ 28.319,29
	Gesamt-Betrag	€ 177.368,18

Besondere Bedingungen und Hinweise:

1. Der Vertrag kommt nur unter Einbeziehung unserer Allgemeinen Geschäftsbedingungen zustande. Die Allgemeinen Geschäftsbedingungen in der Fassung vom 06.06.2014 werden als Anlage beigefügt, werden auf Anforderung per Email oder per FAX erneut zur Verfügung gestellt und sind auf der Betriebshomepage zu lesen.

2. Wir behalten uns und Ihnen eine Preisanpassung vor: Sollte sich der Marktpreis für einen von uns zu besorgenden Rohstoff (insb. Kupfer, Nickel, Stahl) oder ein Material, das einen solchen Bestandteil hat (z.B. Rohre und Pumpenkörper) seit dem Zeitpunkt der Auftragserteilung um mehr als 20% zu dem dem Angebot zugrunde liegenden Preis nach oben oder unten verändern, so können beide Parteien eine Anpassung des vereinbarten Preises an den Marktpreis verlangen.

3. Die Preise sind wie folgt zahlbar:

50% bei vorbehaltloser Auftragserteilung
 30% bei Materialanlieferung, aber vor Montage
 10% nach Montage
 10% bei Abnahme

Die Fälligkeit setzt die Rechnungsstellung durch uns voraus. Verzug tritt 7 Tage nach Zugang der Rechnung per E-mail oder FAX bei Ihnen ein.

4. An dieses Angebot fühlen wir uns vier Wochen gebunden.

5. Der Kostenvoranschlag ist für Sie grundsätzlich kostenfrei. Diesem liegt eine umfangreiche Planung und Kalkulation zugrunde, die unser geistiges Eigentum ist. Sie dürfen den Kostenvoranschlag und die zugrunde liegende Planung deshalb nicht anderweitig nutzen und/oder Dritten ganz oder teilweise zugänglich machen. Sofern Sie sich dazu entschließen, uns den angebotenen Auftrag nicht erteilen zu wollen, aber dennoch den Kostenvoranschlag, überlassene Planungsunterlagen u.ä. zum Teil oder insgesamt für die Durchführung Ihres Bauvorhabens zu nutzen, indem Sie

An der Bleiche 41
 47638 Straelen
 St.-Nr. 113/5853/1440
 USt.-IDNr. DE 275 287 063

Telefon: 0 28 34 / 81 65 + 17 45
 Telefax: 0 28 34 / 25 28
 Internet: www.hansvanbebbber.de
 E-Mail: info@hansvanbebbber.de

Geschäftsführer: Thomas Paes
 Hans van Bebbber
 Heizungsbau GmbH & Co. KG HRA 3233
 Thomas Paes GmbH HRB 10716

Bankverbindung:
 IBAN: DE30320519960000128199
 BIC: WELADED1STR
 Bank: Sparkasse der Stadt Straelen

HANS VAN BEBBER

HEIZUNGSBAU GmbH & Co. KG

Planung · Projektierung · Montageausführung



A N G E B O T - Nr.: 17110

Seite: 7

Position	Menge	Bezeichnung	
01.022	2	Stahl-Klöpferboden St 37-2 gestempelt	159,0 mm
01.023	12,00	verzinkte Standkonsole für Vor/Rücklauf Pufferspeicher	
01.024	2,00	Flanschen-Absperrventil EURO-WEDI DN 150 PN 6, wartungsfr./weichd., GG25 FTF-14	
01.025	4,00	Vorschweisssflansch DIN 2631 PN 6 DN 150, 159,0mm	
01.026	4,00	Hochdruck-Flanschdichtung DIN 2631/2573 169x207, PN6, DN150,2mm stark,asbestfrei	
01.027	8,00	Maschinenschraube DIN 601 M 16x90 mit Mutter, verzinkt	
01.028	4,00	Kugelhahn OPTIFLEX DN 15 1/2", mit AG Messing, 1033314	
01.029	4,00	Entlüfter 3/8" mit Handrad	
01.030	4,00	Muffe Nr.16 1/2" DIN 2986 geschweisst, schwarz	
01.031	4,00	Muffe Nr.16 DIN 3/8" DIN 2986 geschweisst, schwarz	
01.032	2	Bimetall-Thermometer D= 80mm TS=DN15x100mm hinten	
01.033	2,00	Lufttopf DN 80 mit Deckel,Entlüfter und Luftleitung komplett	
01.034	1,00	Anschluß an Vor-/Rücklauf herstellen.	
		Der Pufferspeicher sollte mit aufbereitetem Wasser gefüllt werden. Sollte keine Aufbereitung vorhanden sein können wir diese gerne nachträglich anbieten.	
		Titel 1 Vert. Pufferspeicher 500m ³ /16m	143.553,18

An der Bleiche 41
47638 Straelen
St.-Nr. 113/5853/1440
USt.-IDNr. DE 275 287 063

Telefon: 0 28 34 / 81 65 + 17 45
Telefax: 0 28 34 / 25 28
Internet: www.hansvanbebbber.de
E-Mail: info@hansvanbebbber.de

Geschäftsführer: Thomas Paes
Hans van Bebbber
Heizungsbau GmbH & Co. KG HRA 3233
Thomas Paes GmbH HRB 10716

Bankverbindung:
IBAN: DE30320519960000128199
BIC: WELADED1STR
Bank: Sparkasse der Stadt Straelen

Anhang 35: Richtpreisangebot Pufferspeicher 500 m³

Richtpreisangebot zur Lieferung von Biomethan

Biomethan Handel


Indikatives Angebot zur Lieferung von Biomethan

Daten	
Abnehmer:	energethik ingenieurgesellschaft mbH Albert-Einstein-Str. 1, 49076 Osnabrück
Angebots-Nr.:	AE-1708312
Vermittlung durch:	ARCANUM Energy Management GmbH Iserlohner Straße 2, D-59423 Unna
Produkt	
Qualität:	Biomethan aus Biomasse Vergütungseigenschaften: EEG 2017 § 42 bzw. EEG 2014 § 44 L-Gas, nach DVGW-Regelwerk G260 und G262
Übergabe Qualitätsnachweise:	BiMaS oder dena-Biogasregister
Lieferung	
Menge:	25.000.000 kWh_{HS,n} p.a.
Lieferzeitraum:	01.01.2018 bis 01.01.2028
Übergabe:	Netzausspeisepunkt (AP)
Marktgebiet:	NCG H-Gas
Lieferart ²⁾ :	Strukturierte Lieferung
Preis (netto)	
am AP ³⁾	5,82 ct/kWh_{HS,n} zzgl. Netzentgelte, Bilanzierungsumlage, Umsatzsteuer und Energiesteuer
Preis Anpassung:	Prozentuale Preissteigerung p.a.: 0,3 %.
Mengenflexibilität ⁴⁾ : bezogen auf die Gesamtmenge p.a.	90 % Take-or-Pay 10 % Mehrmenge möglich
Bemerkungen	
Bindefrist:	Indikation
Lieferant:	Wird nach Annahme des verb. Angebotes bekannt gegeben

Ihr Ansprechpartner:

 Arcanum Energy Management GmbH
Iserlohner Straße 2 | 59423 Unna

 Sandra Peschke
Handel

Tel.: +49 (0) 2303 96720 42

Fax: +49 (0) 2303 96720 80

Email: peschke@arcanum-energy.de

Web: www.arcanum-energy.de

Biomethan Handel



Erläuterungen:

- 1) *Erzeugung/Einspeisung:*
Gemäß dem Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) hängt die Höhe des Technologiebonus (gilt im EEG 2004 und 2009) bzw. Gasaufbereitungsbonus (gilt im EEG 2012) von der maximalen Nennleistung der Gasaufbereitungsanlage (z.B. max. 350 Nm³ Biomethan/h) ab. Die Anwendung des jeweiligen EEG und damit auch die Höhe des Technologie- bzw. Gasaufbereitungsbonus hängt zudem vom erstmaligen Inbetriebnahmezeitpunkt des BHKW ab.
Danach ergeben sich folgende Boni:
 - BHKW im EEG 2004: 2 ct/kWh Technologiebonus, unabhängig der max. Einspeisekapazität
 - BHKW im EEG 2009: 2 ct/kWh Technologiebonus bis max. 350 Nm³/h, 1 ct/kWh bis max. 700 Nm³/h
 - BHKW im EEG 2012: 3 ct/kWh Gasaufbereitungsbonus bis max. 700 Nm³/h, 2 ct/kWh bis max. 1.000 Nm³/h, 1 ct/kWh bis max. 1.400 Nm³/h
- 2) *Lieferart:*
Über die Lieferart wird die Lieferstruktur pro Jahr/Monat/Tag festgelegt. Bei einer strukturierten Lieferung wird ein individueller Lieferfahrplan pro Jahr/Monat/Tag festgelegt. Dieser ist im Vorfeld zwingend mitzuteilen bzw. abzustimmen.
- 3) *Preis Anpassung:*
Als marktübliche Preis Anpassungen für Biomethan werden i.d.R. eine fixe prozentuale Steigerung pro Jahr (z.B. 0,8 %) oder ein Festpreis angeboten. Darüber hinaus sind andere Preis Anpassungen derzeit eher unüblich, jedoch obliegt die Entscheidung hierüber den beiden Vertragspartnern.
- 4) *Mengenflexibilität:*
Take-or-Pay-Regelung – gilt nur bei Lieferung bis zum AP:
Diese Regelung beschreibt den Umfang der Abnahmeverpflichtung für die vertraglich festgelegte Liefermenge. Zum Beispiel lässt eine 90 % Take-or-Pay-Regelung eine Minderabnahme von 10 % der Vertragsmenge ohne Pönale zu. Die Nutzung von Mehrmengen (z.B. 110 %, d.h. 10 % Mehrmenge möglich ohne Pönale) muss separat aufgeführt und ebenfalls vertraglich vereinbart werden.

Ihr Ansprechpartner:

Arcanum Energy Management GmbH
Iserlohner Straße 2 | 59423 Unna
Sandra Peschke
Handel

Tel.: +49 (0) 2303 96720 42
Fax: +49 (0) 2303 96720 80
Email: peschke@arcanum-energy.de
Web: www.arcanum-energy.de

Anhang 36: Indikatives Angebot zur Lieferung von Biomethan