

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!



Phase 2: Feinkonzept zum KWK-Ausbau in der Stadt Brakel

—
Wettbewerbsbeitrag zur KWK-Modellkommune

März 2014





Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Einleitung und Zielsetzung.....	3
2 Ausgangslage Strom- und Wärmeversorgung	4
2.1 Stand der Technik in der gesamten Kommune.....	4
2.2 Stand der Technik im Betrachtungsgebiet des Feinkonzeptes	8
3 Detailbeschreibung der geplanten Umsetzung.....	10
3.1 Öffentlichkeitsarbeit.....	10
3.2 Geplante Versorgungsstruktur.....	12
3.3 Geplante KWK-Technik	15
3.4 Betrieb und Finanzierung	18
4 Systematik der Feinkonzepterstellung	21
4.1 Szenarien	21
4.2 Bewertung.....	24
5 Beschreibung der Kennzahlenermittlung.....	26
6 Zeitplan zur Umsetzung des Feinkonzeptes	28
7 Kostenkalkulation	30
8 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	31
9 Beitrag zu den grundlegenden Zielen des Ziel 2-Programms.....	33
9.1 Verbesserung der Innovationsfähigkeit in der Kommune	33
9.2 Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Kommune	33
9.3 Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen in der Kommune und in NRW ..	34
10 Beitrag zu den Querschnittszielen des Ziel 2-Programms.....	35
10.1 Chancengleichheit.....	35
10.2 Beitrag zur umweltgerechten Entwicklung	35
11 Beitrag zu den spezifischen Zielen der Landesregierung.....	36



11.1 Reduktion des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemission in der Kommune (EcoRegion).....	36
11.2 Steigerung des KWK-Anteils an der Stromerzeugung in der Kommune	36
11.3 Übertragbarkeit des Feinkonzeptes auf andere Kommunen	36
11.4 Beitrag zum Ausbau von kommunalen und regionalen KWK-Netzwerken	37
12 Verzeichnisse	38
12.1 Quellenverzeichnis	38
12.2 Abbildungsverzeichnis	39
12.3 Tabellenverzeichnis	40
12.4 Abkürzungsverzeichnis	41
Anhang I: Kennzahlentabelle	43
Anhang II: Netzauslegung – Trassenverlauf	44

Zusammenfassung

Die Stadt Brakel verfolgt bis zum Jahr 2025 eine bilanziell klimaneutrale strom- und wärmeseitige Energieversorgung auf dem gesamten Stadtgebiet. Dieses ehrgeizige und politisch beschlossene Ziel wird durch viele Sanierungsoffensiven, den Ausbau erneuerbarer Energien und der Auszeichnung mit dem European Energy Award® in GOLD gestützt. Der Ausbau der regenerativen Kraft-Wärme-Kopplung stellt eine entscheidende Einflussgröße dar. Bereits heute hat die Stadt Brakel die Ziele der Landesregierung von einem KWK-Anteil an der Stromerzeugung von 25 Prozent mit 49,9 Prozent weit übertroffen. Es existieren bereits vier Nahwärmenetze auf dem Stadtgebiet, die öffentliche und private Gebäude mit regenerativer Wärme versorgen (u.a. zwei als BEST PRACTICE ausgezeichnete Projekte des Landes NRW).

Ziel des Feinkonzeptes ist der weitere Zubau der installierten KWK-Leistung. Es ist ein umfangreiches Nahwärmenetz in der Brakeler Altstadt geplant, durch das der jährliche Wärmebedarf von über 6.000 MWh von Produktions- und Gewerbeunternehmen, öffentlichen Gebäuden, Gebäuden in kirchlicher Trägerschaft wie die Schulen der Brede, ein Alten- und Pflegeheim sowie das Pfarrzentrum und mehreren Privathaushalten mitsamt einem Neubaugebiet gedeckt werden soll.

Durch Umsetzung des Feinkonzeptes kann der CO₂-Ausstoß auf dem Stadtgebiet um 3.000 Tonnen pro Jahr reduziert und der Primärenergiebedarf für Gebäude im Vergleich zum Basisjahr 2012 um 6.600 MWh pro Jahr bzw. um 1,4 Prozent gesenkt werden.

Perspektivisch ist ein Zusammenschluss der fünf existierenden Nahwärmenetze (inkl. der Neuplanung) zu einem Versorgungsnetz vorgesehen. Die Energieerzeugungsstandorte zur Kraft-Wärme-Kopplung sind dann Bestandteil eines virtuellen Kraftwerks (Zeitraum ab 2017). Die dargestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen des Feinkonzeptes verdeutlichen den Förderbedarf zur Umsetzung des KWK-Ausbaus in der Stadt Brakel.

Das Feinkonzept der Stadt Brakel hat einen besonderen Modellcharakter. Durch den Verlauf des geplanten Nahwärmenetzes durch die historische Altstadt Brakels mit ihren denkmalgeschützten Gebäuden wird aufgezeigt, dass trotz Restriktionen bei der Sanierung von Denkmälern eine energieeffiziente Wärmeversorgung möglich ist. Zudem

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Bewerbung zur KWK-Modellkommune



werden vorhandene Versorgungsstrukturen durch die vollständige Kapazitätsauslastung einer Biogasanlage und die Verbindung mit einem Bestandswärmenetz zielführend in das Gesamtkonzept eingebunden. Die Aufteilung von Grund- und Volllastabnehmern zur optimalen Auslegung des Netzes ist mit dem „Brakeler-Technik-Modell“ vorbildhaft für andere Kommunen gelöst. In der Szenarienbetrachtung des Feinkonzeptes haben die aktuellen Diskussionen im Rahmen der EEG-Novellierung auf Bundesebene bereits ihre Berücksichtigung gefunden.

Die gezielte Ansprache potenzieller Wärmeabnehmer, Investoren und Betreiber, mehrere Anwohnerversammlungen und der stete Austausch mit allen Mitwirkenden ermöglichen eine zielführende Zusammenarbeit sowie eine hohe Umsetzungswahrscheinlichkeit des Feinkonzeptes. Schriftliche Interessensbekundungen potenzieller Wärmeabnehmer sowie von Investoren und Betreibern und die Strukturierung eines marktgängigen Betreiberkonzeptes dokumentieren diesen Prozess. Die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern im Genossenschaftsmodell und die Einbindung regionaler Partner schaffen neue Arbeitsplätze vor Ort und unterstützen die Wertschöpfung in der Stadt Brakel sowie ihre wirtschaftliche Dynamik.

Das im Feinkonzept ausgearbeitete Projekt ist modellhaft und sehr gut übertragbar auf Kommunen mit vergleichbaren Rahmenbedingungen (historische Altstadt, Denkmalschutz, verdichtete Bebauung, Miteinander von Wohnen und Arbeiten).

Die Vorgehensweise in der Projektbearbeitung (Feinkonzepterstellung) mit intensivem Austausch mit den Bürgerinnen und Bürgern sowie den weiteren Großabnehmern ist als „Blaupause“ für weitere Projekte zu nutzen, um ein Höchstmaß an Akzeptanz und Unterstützung für das Projekt zu erhalten.

1 Einleitung und Zielsetzung

Global denken – lokal handeln. Dieses Motto zeichnet die Klimaschutzaktivitäten der Stadt Brakel aus. Ihre Projekte haben eine weit über die Stadt- und Kreisgrenzen hinausgehende Aufmerksamkeit. Die Stadt ist zweifacher Träger des European Energy Award® in GOLD und hat sich bereits seit 2005 diesem Verfahren angeschlossen.

Energieeinsparung, Energieeffizienzsteigerung und der Einsatz erneuerbarer Energien werden stets in dieser Reihenfolge angegangen. Die Stadt Brakel hat sich verbindliche Klimaschutzziele gesetzt, die durch politische Beschlüsse abgesichert sind. Bis zum Jahr 2025 wird die Stadt Brakel den Bedarf an Strom und Wärme im gesamten Stadtgebiet bilanziell klimaneutral stellen („Plus-Energie-Bilanz Stadt Brakel bis 2025“). Neben weiteren Einsparprojekten, insbesondere im Wärmebereich durch Sanierungsoffensiven, sind der Ausbau der (reg.) Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung sowie der erneuerbaren Energien die entscheidenden Einflussgrößen.

Die kommunalen Gebäude stehen beispielhaft für einen sparsamen Gebäudebetrieb und erzielen damit eine Vorbildwirkung für die Bürger und Unternehmen. Erneuerbare Energien leisten bereits heute einen Großteil (65 Prozent) der kommunalen Wärmeversorgung. Vier Nahwärmenetze versorgen bereits öffentliche und private Gebäude mit regenerativer Wärme aus Holzhackschnitzeln bzw. Biogas.

Ziel des KWK-Ausbaus der Stadt Brakel im Rahmen des Wettbewerbs zur KWK-Modellkommune ist der Aufbau eines Nahwärmenetzes durch die historische Altstadt Brakels, die Anbindung von 12 Großabnehmern, die das Grundgerüst des Netzes bilden und der Anschluss von eingeplanten 50 Privathaushalten am Trassenverlauf. Die Wärmeversorgung gründet auf der Einspeisung überschüssiger Abwärme einer Bestands-Biogasanlage zur Grundlastabdeckung und der Installation eines 550 kW_{er}-Biomethan-BHKWs mit ergänzender Stromeinspeisung. Auf diesem Wege kann der Anteil der KWK-basierten Stromerzeugung am Strombedarf der Stadt von 29 Prozent auf 32 Prozent erhöht werden.

Zur Verfolgung der Brakeler Klimaschutzziele einer bilanziell klimaneutralen Energieversorgung bis 2025 stellt der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf dem Stadtgebiet somit einen entscheidenden Baustein dar. Der regenerative Zubau durch das BHKW und die Nutzung der Abwärme der Biogasanlage tragen neben der Steigerung der Energieeffizienz und der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Status Quo Strom- und Wärmeversorgung



Strom- und Wärmeerzeugung auch in hohem Maße zur CO₂-Reduzierung auf dem Stadtgebiet bei, sodass auf Basis der Nahwärmeversorgung pro Jahr 3.000 Tonnen weniger CO₂ ausgestoßen werden.

Durch Gespräche mit potenziellen lokalen Investoren und Betreibern wird hier bei Umsetzung des geplanten Konzeptes ebenso viel Wert auf die Steigerung der Wertschöpfung vor Ort gelegt. Das Angebot einer günstigen und effizienten Energieversorgung verfolgt zudem die Verbesserung der Standortattraktivität für neue Unternehmen und Bürger.

„Wir sind die Netzwerker, wir schweißen zusammen!“ Getreu des bisherigen Mottos wurden viele Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen gemeinsam in die Planungen eingebunden und bilden nun das Grundgerüst eines möglichen Nahwärmenetzes durch die Brakeler Innenstadt. Ihr Wunsch und ihr Interesse an der Anbindung zur Nahwärmeversorgung konnte durch Absichtserklärungen dokumentiert werden. Ebenso sind potenzielle Investoren und Betreiber durch Absichtserklärungen gebunden. Die Unterstützung dieser Akteure in der Stadt Brakel gründet den wichtigsten Baustein für eine erfolgreiche und schnelle Umsetzung des Feinkonzeptes nach dem Wettbewerb.

Perspektivisch ist ein Zusammenschluss der fünf existierenden Nahwärmenetze (inkl. der Neuplanung) zu einem Versorgungsgebiet vorgesehen. Die Energieerzeugungsstandorte zur Kraft-Wärme-Kopplung sind dann Bestandteil eines virtuellen Kraftwerks (Zeitraum ab 2017).

2 Ausgangslage Strom- und Wärmeversorgung

2.1 Stand der Technik in der gesamten Kommune

Die Stadt Brakel wies im Jahr 2012 gut 16.800 Einwohner aus, deren Primärenergieverbrauch ohne den Anteil des Verkehrs im gleichen Jahr bei knapp 472.000 MWh lag. Der stromseitige Endenergieverbrauch für Gebäude lag bei rund 73.660 MWh, wärme-seitig bei 244.968 MWh.

Die Energieverbrauchsdaten der Stadt Brakel basieren auf der Energie- und CO₂-Bilanzierung im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes mit EcoRegion sowie der Fortschreibung der Bilanz durch den Klimamanager.

Der Endenergieverbrauch für Gebäude und Wirtschaft der Stadt aufgeteilt nach den Energieträgern ist der nachfolgenden Abbildung 2-1 zu entnehmen. Verbräuche, die auf den Verkehr der Stadt zurückgehen, sind hier nicht enthalten.

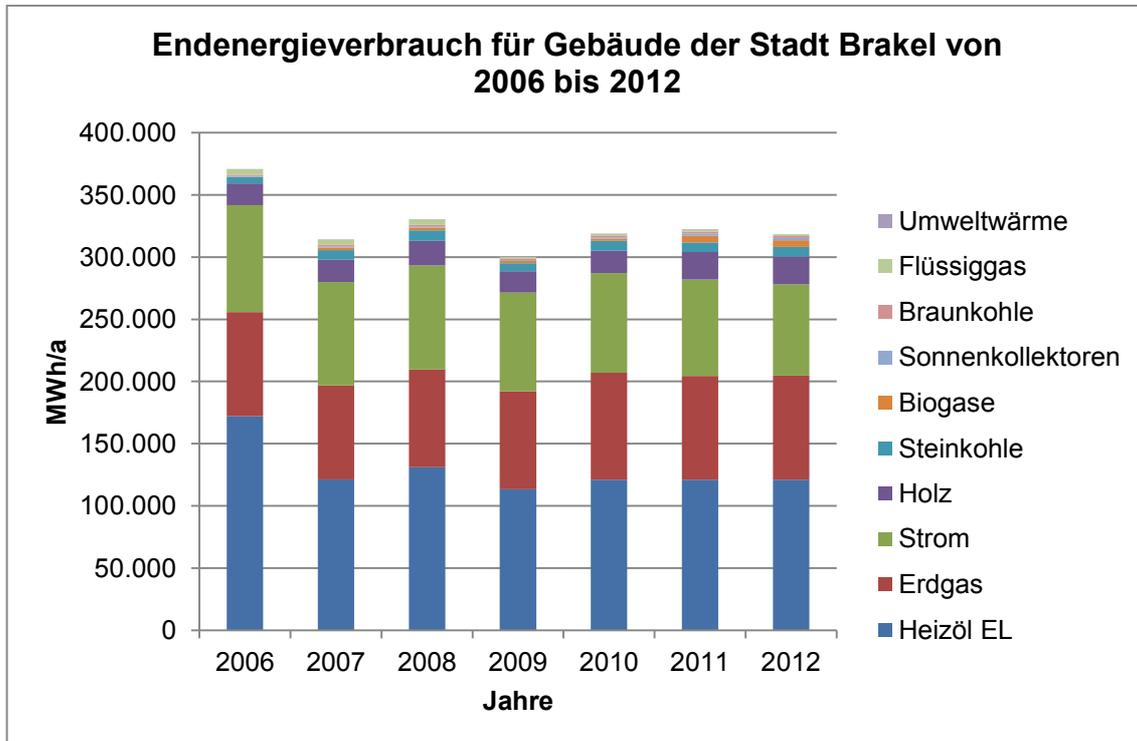


Abb. 2-1: Endenergieverbrauch für Gebäude der Stadt Brakel von 2006 bis 2012

Rund 84 Prozent des Wärmeverbrauchs gründet auf den Energieträgern Erdgas und Heizöl. Die Verteilung des Wärmebedarfs auf die Energieträger wird auch durch die Verteilung der Anzahl der verschiedenen Feuerungsanlagen widerspiegelt (vgl. Abbildung 2-2).

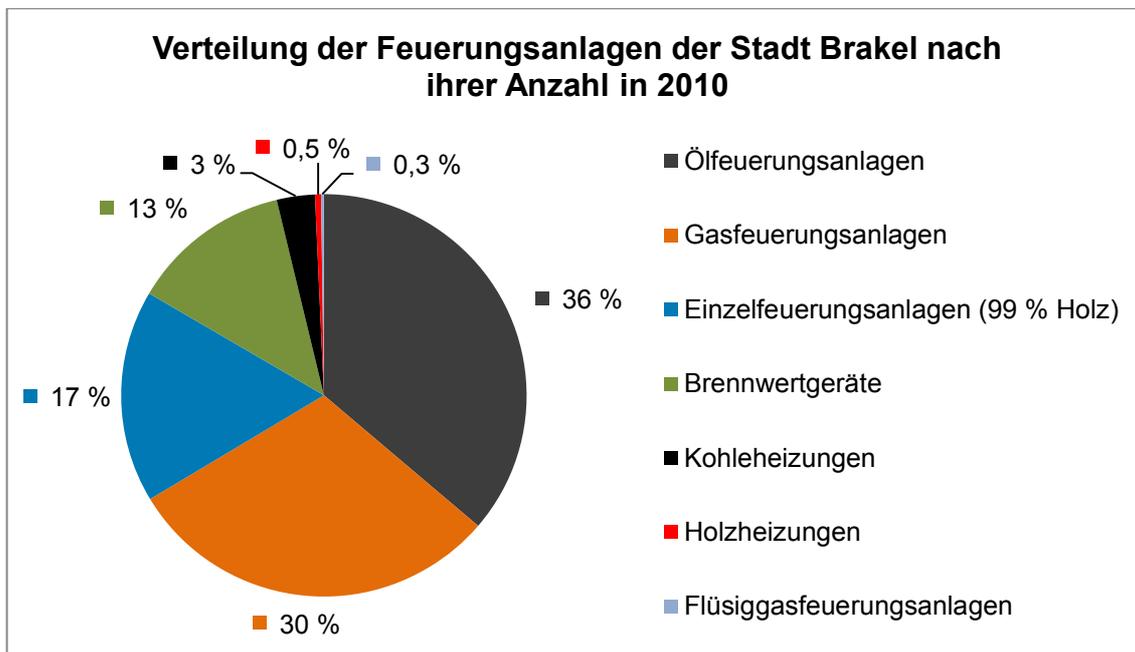


Abb. 2-2: Feuerungsanlagen in der Stadt Brakel in 2010¹

Die Energieversorgungsstruktur teilt sich auf die E.ON Westfalen Weser sowie die E.ON Mitte als Stromversorger und die RWE Vertrieb AG als Gas-Grundversorger auf. Die Wärmeversorgung obliegt privaten Betreibern wie beispielsweise der GNR oder dem Biogasanlagenbetreiber Meyer.

Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung liegt bereits bei 43 Prozent. Dieser gründet auf 670 Photovoltaik-, zehn Windenergie- und sieben Biogasanlagen. Der erneuerbare Wärmeversorgungsanteil nimmt 12 Prozent ein.²

Die installierte Leistung an KWK-Anlagen lag im Jahr 2012 bei 2.893 kW elektrisch und 2.919 kW thermisch. Diese gründen auf der Leistung der sieben Biogasanlagen auf dem Stadtgebiet und einiger Mini-BHKWs.³

In Brakel existieren bereits vier Nahwärmenetze, davon drei in privater Hand. Die Wärmenetze der GNR mbH (Gesellschaft zur energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe)⁴ sowie zwischen den Unternehmen Franz Schneider Bra-

¹ Angaben der Schornsteinfeger, 2010

² Datenabfragen Energieversorger, 01/2013

³ E.ON, 2012

⁴ in 2005 größtes Biomasseheizwerk in NRW (6 GWh/a)

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Status Quo Strom- und Wärmeversorgung



kel GmbH + Co. KG, Fritz Becker KG und AGRAVIS Kornhaus Ostwestfalen GmbH als Nahwärmeverbund⁵ zur gemeinsamen Prozessenergienutzung jeweils durch eine Holzhackschnitzelanlage gespeist. Die Biogasanlage Turk nordwestlich der Innenstadt versorgt ein Mehrfamilienhaus mit 55 Wohneinheiten und die Biogasanlage Meyer an der Brakeler Märsch im Süden der Stadt das Schulzentrum mit Nahwärme durch ein Biogas-BHKW mit Nahwärme (vgl. Abbildung 2-3).

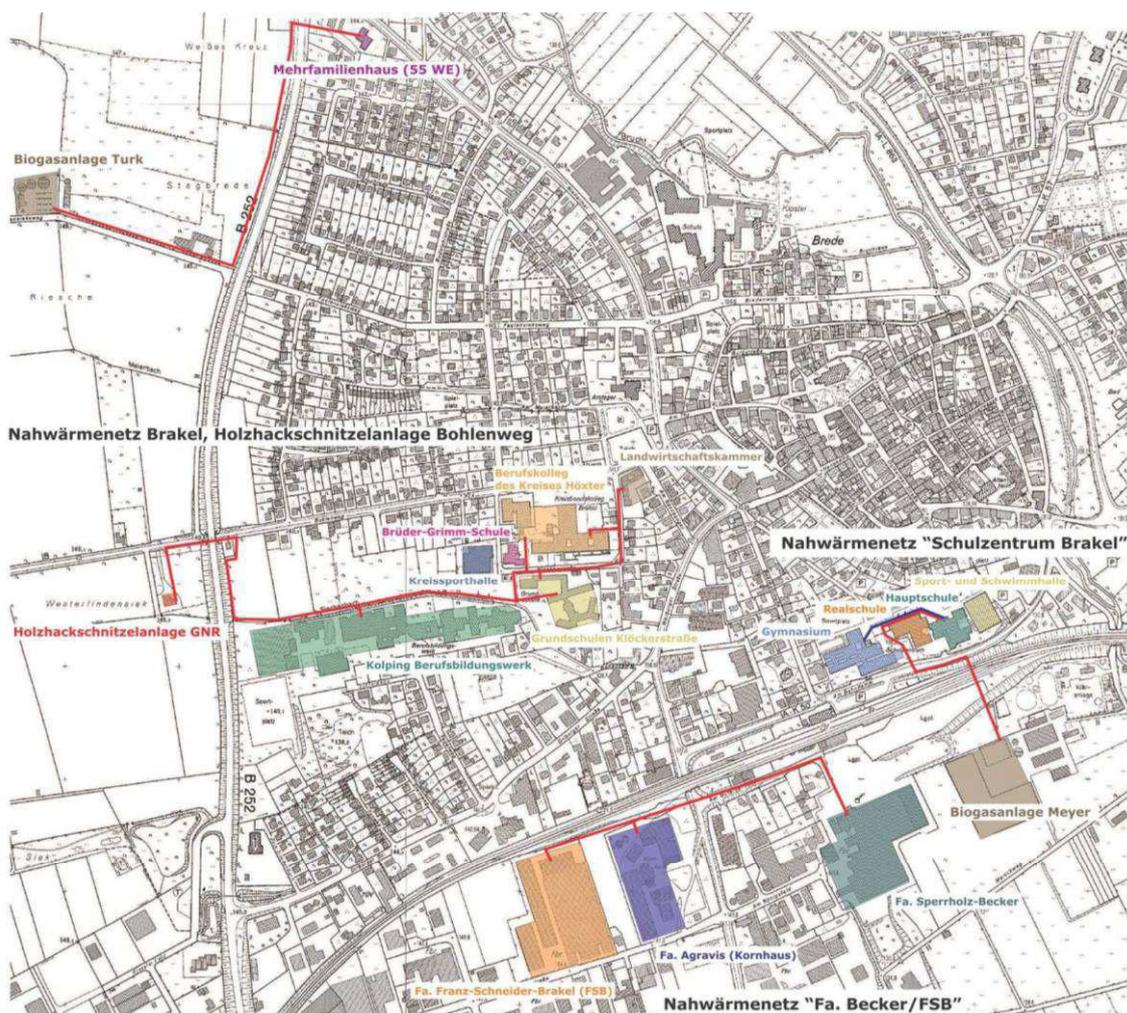


Abb. 2-3: Übersichtsplan über bestehende Nahwärmenetze in der Stadt Brakel

⁵ Best-Practice Projekt Land NRW

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Status Quo Strom- und Wärmeversorgung



deren jährlicher Wärmebedarf knapp 5.800 MWh. Hinzu kommt der voraussichtliche Wärmebedarf des geplanten Neubaugebietes an der „Alten Molkerei“, welches insbesondere im Hinblick auf die Brachflächenentwicklung positive Effekte für die Stadt Brakel mit sich bringt. Bisher wurde die Fläche nicht genutzt, sodass hier keine Kessel ersetzt werden. Bis auf zwei Ölheizungen (insgesamt 310 kW installierte Leistung) und einer Gebläseheizung auf Erdgasbasis in einer Kirche sind flächendeckend Erdgaskessel installiert. Zwei der Wärmeabnehmer, die in Summe rund 410 MWh des Wärmebedarfs im Betrachtungsgebiet einnehmen, haben ebenfalls eine Solarthermieanlage installiert.⁶ Eine Eigenstromerzeugung ist im Betrachtungsgebiet des Feinkonzeptes noch nicht vorhanden.

⁶ Datenabfragen bei den möglichen Wärmeabnehmern, 2013

3 Detailbeschreibung der geplanten Umsetzung

3.1 Öffentlichkeitsarbeit

Die Realisierung eines Konzeptes zur Nahwärmeversorgung in der Stadt Brakel bedarf der notwendigen Akzeptanz in der Bevölkerung sowie einer positiven Resonanz möglicher Wärmeabnehmer. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass sich der Verbraucher im Rahmen einer Nahwärmeversorgung langfristig für mindestens zehn Jahre an einen Energieversorger binden muss, sind neben der steten Information zum Projekt viele Fragen zu beantworten und die Befindlichkeiten vor einer möglicherweise noch fremden Technologie zu nehmen. Aus diesem Grund ist eine stete Begleitung der Konzeptionierung durch umfassende Öffentlichkeitsarbeit von Seiten aller Projektpartner unerlässlich gewesen.

Die wichtigsten Eckpunkte der Öffentlichkeitsarbeit bildeten

- eine Informationsveranstaltung für Großabnehmer,
- mehrere Anwohnerversammlungen,
- persönliche Gespräche mit potenziellen Abnehmern,
- Informationsmaterialien wie Flyer, Zusammenstellung und Bereitstellung der am häufigsten gestellten Fragen oder Präsentationen zum Projekt sowie
- das Angebot von Ansprechpartnern zum Projekt im Rathaus der Stadt.

Gewerbe, Dienstleistung und öffentliche Gebäude

Erster Schritt der Konzeption des Nahwärmenetzes in der Brakeler Innenstadt war die Identifikation der Hauptwärmeabnehmer als Ankerpunkte, sodass der mögliche Verlauf des Netzes skizziert werden konnte. Zu den öffentlichen Gebäuden wie dem Rathaus und seinen Verwaltungsnebenstellen reihen sich hier Produktionsunternehmen wie die Franz Schneider Brakel GmbH & Co. KG, Gebäude in kirchlicher Trägerschaft wie die Schulen der Brede, ein Alten- und Pflegeheim sowie das Pfarrzentrum oder auch verschiedene Wohngebäude.

So wurden folgende potenzielle Wärmeabnehmer zur Vorstellung des Projektes „Nahwärmenetz in der Brakeler Innenstadt“ vom Bürgermeister in den Sitzungssaal des Rathauses eingeladen:

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Detailbeschreibung der geplanten Umsetzung



- Franz Schneider GmbH + Co KG (Hersteller von Objektbeschlägen für Türen und Fenster)
- Schulen der Brede (Gymnasium, Realschule und Berufskolleg) (Träger: Erzbistum Paderborn)
- Kloster Brede (Träger: Kongregation der Armen Schulschwestern v.U.L.Fr.)
- Amtsgericht (Eigentümer: Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW)
- Sparkasse Höxter
- Volksbank PHD
- Pfarrzentrum, Kapuziner- und St. Michael-Kirche
- Eigentümer verschiedener Wohngebäude
- Rathaus und Verwaltungsgebäude der Stadt Brakel
- St. Antonius Seniorenhaus (Träger: Kath. Hospitalvereinigung Weser-Egge Gem. GmbH)
- Allerkamp-Lücking Bauunternehmen GmbH & Co. KG (Neubaugebiet „Alte Molkerei“)



Abb. 3-1: Informationsflyer zum Nahwärmeprojekt

Der Informationsabend bot den potenziellen Wärmeabnehmern die Möglichkeit, dem Projektteam alle offenen Fragen zu stellen und den Konzeptansatz zu diskutieren, so dass von Beginn an das Nahwärmekonzept auf große Akzeptanz stieß und von allen Teilnehmern das Interesse bekundet wurde. Ergänzend wurden alle Akteure über persönliche Gespräche zum Projekt und den Stand der Konzeptionierung informiert.

Nicht zuletzt bleiben wir dem Projektgedanken „**Wir sind die Netzwerker, wir schweißen zusammen!**“ nicht nur durch die Verbindung der Akteure durch ein mögliches Nahwärmenetz treu, insbesondere wurde auch durch die Versammlungen der gegenseitige Austausch aller Parteien angeregt, sodass mögliche Bedenken oder Fragen in offener Runde angesprochen werden konnten. Transparenz in der Vorgehensweise und stetes Informieren waren die Erfolgsfaktoren.

Die positive Resonanz ist durch die Unterzeichnung von Absichtserklärungen (Letter of Intents) von möglichen Wärmeabnehmern dokumentiert. Sie repräsentieren das Interesse der verschiedenen Akteure an einer Nahwärmeversorgung unter der Bedingung eines bestimmten Kosten- und Investitionsrahmens, der durch mögliche Fördermittel eingehalten werden kann.

Bürgerinnen und Bürger

Auf Basis der Identifikation der möglichen Hauptwärmeabnehmer und des daraus folgenden Nahwärmenetzverlaufes durch die Innenstadt wurden die betroffenen Anlieger identifiziert. Die Information der Bürgerinnen und Bürger erfolgte durch die Darstellung des Projektes an zwei verschiedenen Informationsabenden, jeweils aufgeteilt auf einen bestimmten Anteil des Netzverlaufes im Haus des Gastes und der Stadthalle Brakel. Die persönlichen Gespräche und Diskussionen ermöglichten eine intensive Auseinandersetzung der Bürgerinnen und Bürger mit dem Thema der Nahwärmeversorgung. Mehrere Bürger teilten uns bereits ihren Wärmebedarf mit, schilderten ihre aktuelle Versorgungssituation und unterzeichneten Interessensbekundungen. Selbst die Möglichkeit, sich einen Nahwärmeanschluss ins Haus zu legen, um ggf. später die Option einer Anbindung an das Nahwärmenetz sicher zu stellen, wurde diskutiert. Alles in allem hatten die Informationsabende positive Auswirkungen auf die Akzeptanz des möglichen Nahwärmenetzes und des Wettbewerbs. Die daraus möglichen Potenziale sind im Bezug auf die eigene Versorgungsplanung der Bürgerinnen und Bürger in den Fokus gerückt.

3.2 Geplante Versorgungsstruktur

Die Biogasanlage Meyer an der Brakeler Märsch versorgt bereits das der Anlage nahe liegende Schulzentrum mit Gymnasium, Realschule, Hauptschule sowie die Sport- und Schwimmhalle durch anfallende Abwärme über eine Nahwärmeleitung zur Hauptschule. Dieses Bestandsnetz ist die Ausgangslage der Nahwärmenetzplanung, da die Biogasanlage Meyer aufgrund überschüssiger Kapazitäten als Grundlastversorger in das Konzept eingebunden wird.

Die Mittellast soll durch ein Biomethan-gespeistes Blockheizkraftwerk (BHKW) erfolgen und durch einen Spitzenlastkessel sowie einen Pufferspeicher ergänzt werden.

Der geplante Verlauf der Nahwärmeleitung basiert auf der Identifizierung der möglichen Hauptwärmeabnehmer und der bestehenden Ausgangslage. Nach der Anbindung des geplanten Neubaugebietes „Alte Molkerei“ soll ein Nahwärmenetz bis zum Rathaus zur Versorgung der öffentlichen Verwaltungsgebäude gelegt werden und über den „Hanekamp“ und „Am Thy“ am nördlichsten Punkt, an dem Standort der Franz Schneider Brakel GmbH + Co KG (FSB) in der „Nieheimer Straße“ enden. Die Heizzentrale soll hinter den Schulen der Brede errichtet werden. Als weitere Option wird

ebenso südlich der Schulen ein zweiter Standort für das BHKW in Betracht gezogen. Die Lage der verschiedenen potenziellen Wärmeabnehmer am skizzierten Nahwärmenetz ist der Abbildung 3-2 zu entnehmen.

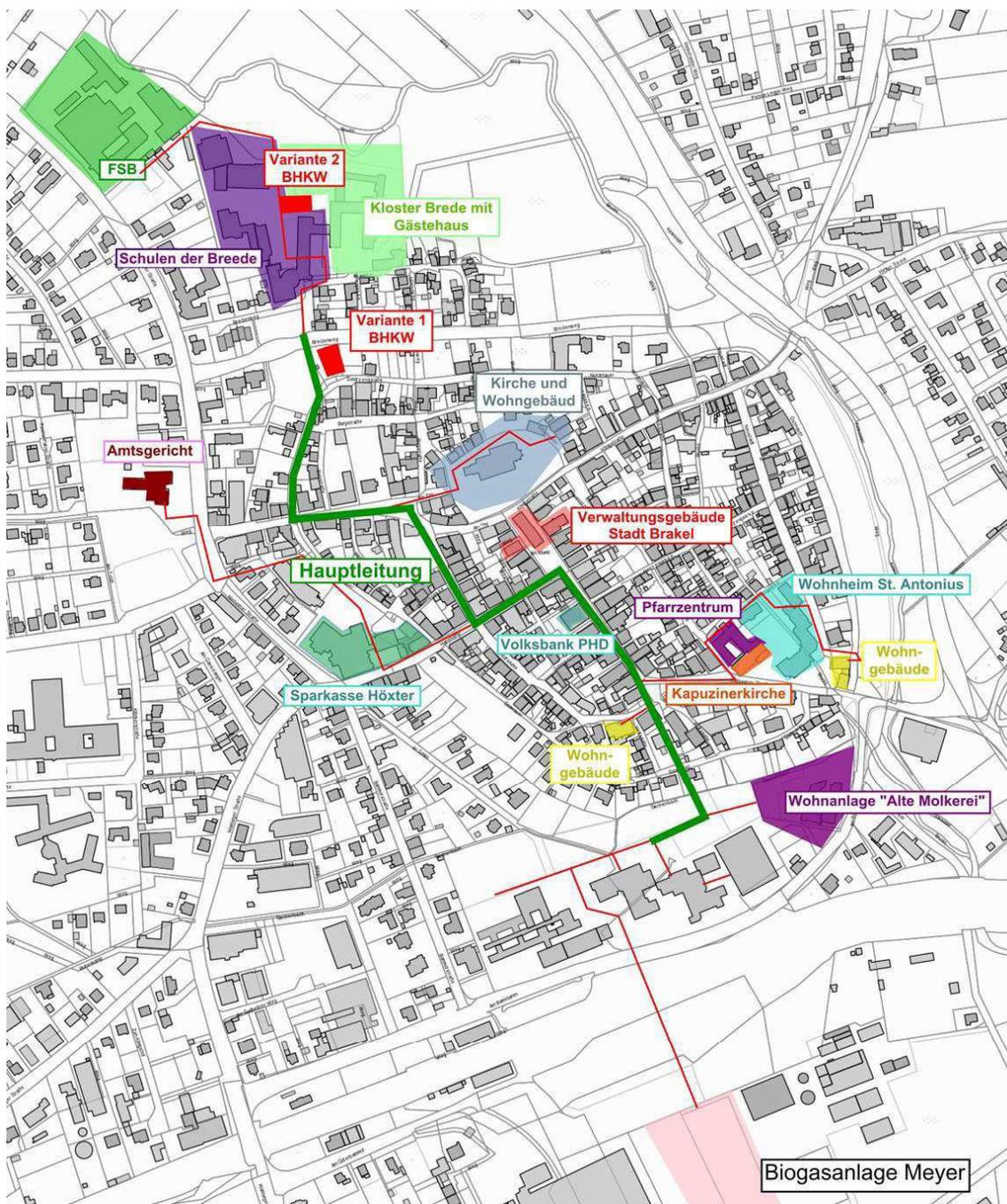


Abb. 3-2: Lage potenzieller Nahwärmeabnehmer am Nahwärmenetz

Der detaillierte Verlauf der Nahwärmetrasse durch die Brakeler Innenstadt ist in der nachfolgenden Abbildung 3-3 einzusehen.

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Detailbeschreibung der geplanten Umsetzung

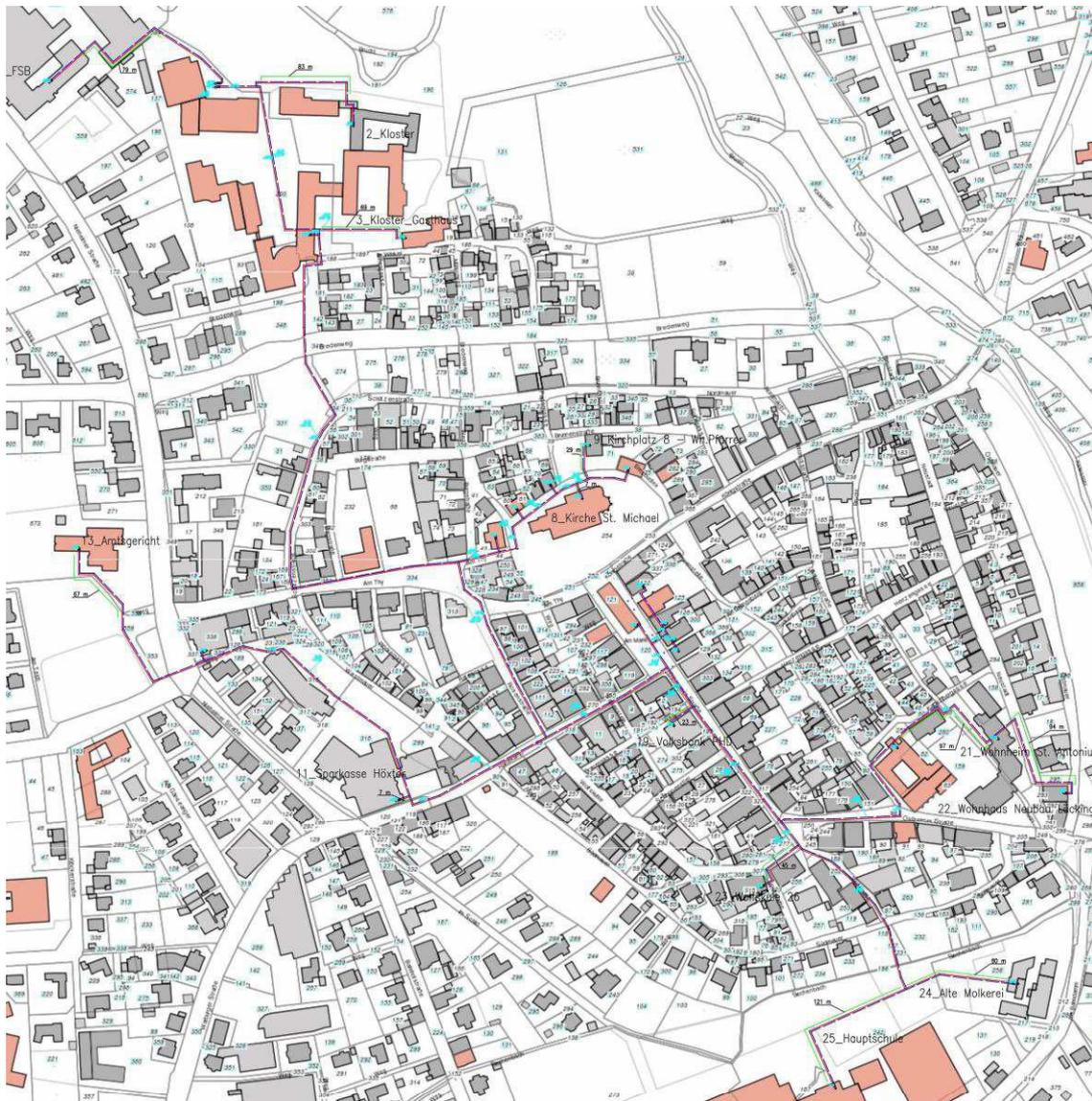


Abb. 3-3: Detaillierter Trassenverlauf des Nahwärmenetzes

3.3 Geplante KWK-Technik

Von der Heizzentrale aus sollen 12 Großabnehmer und mindestens 50 Privathaushalte innerhalb der Innenstadt von Brakel mit Wärme versorgt werden. Hierfür wird ein neues Wärmenetz vom BHKW-Standort bis zum Schulzentrum im Süden verlegt.

Die Eckdaten des geplanten Wärmenetzes zu Netzlänge, Technik oder abgedeckte Wärmemengen sind der nachfolgenden Tabelle 3-1 zu entnehmen.

Tab. 3-1: Eckdaten des geplanten Nahwärmenetzes in der Brakeler Innenstadt

Wärmeerzeugung in	Thermische Leistung [kW _{th}]	Wärmemenge [MWh]
Biogasanlage (600 kW _{el})	630	1.950
BHKW (550 kW _{el})	556	2.100
Spitzenlastkessel	2.600	2.775
Summe	3.786	6.826
Netzlänge [m]	3.500	

In allen anzuschließenden Gebäuden wird jeweils eine Übergabestation installiert, in der die Wärme von dem neuen Netz an die bestehende Heizungsverrohrung übergeben wird. Aus Gründen der Versorgungssicherheit sind diese Stationen als "geschlossene Stationen" mit Plattenwärmetauschern zur Wärmeübergabe ausgestattet. Die Regelungen der Übergabestationen werden über ein neues Datennetz mit der Leittechnik der Heizzentrale verbunden.

Das geplante BHKW nutzt Biomethan. Der erzeugte Strom wird in das Stromnetz eingespeist. Die Wärme wird mittels Abgas- und Motorwärmetauscher für die Nahwärmerversorgung nutzbar gemacht.

Grundlastversorgung der Biogasanlage

Im neu zu errichtenden Netz ist die Anbindung an das bestehende Nahwärmenetz zwischen Biogasanlage Meyer und Schulzentrum geplant. Das Schulzentrum nutzt die verfügbare Abwärme nur zu 1/3 aus. Die Biogasanlage kann also noch wesentlich mehr Wärme liefern. Daher wurde eine Übergabestation entworfen, welche es ermöglicht, Wärme von der Biogasanlage in das neue Netz oder umgekehrt in Richtung der Schulen zu transportieren. Im Sommer und in der Übergangszeit wird der Wärmebe-

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Detailbeschreibung der geplanten Umsetzung



darf des gesamten Netzes über die Biogasanlage gedeckt. Im Winter, wenn das Schulzentrum fast die gesamte Leistung der Biogasanlage benötigt, erfolgt die Versorgung der Gebäude im Stadtzentrum aus der neuen Heizzentrale im Norden. Dies ist eine Besonderheit, da es ermöglicht wird, die beiden Wärmeerzeuger örtlich voneinander getrennt aufzustellen. Hierdurch haben die Wärmeleitungen deutlich kleinere Dimensionen als bei einer Aufstellung der beiden Erzeuger an einem Ort (effiziente Wärmenetzplanung).

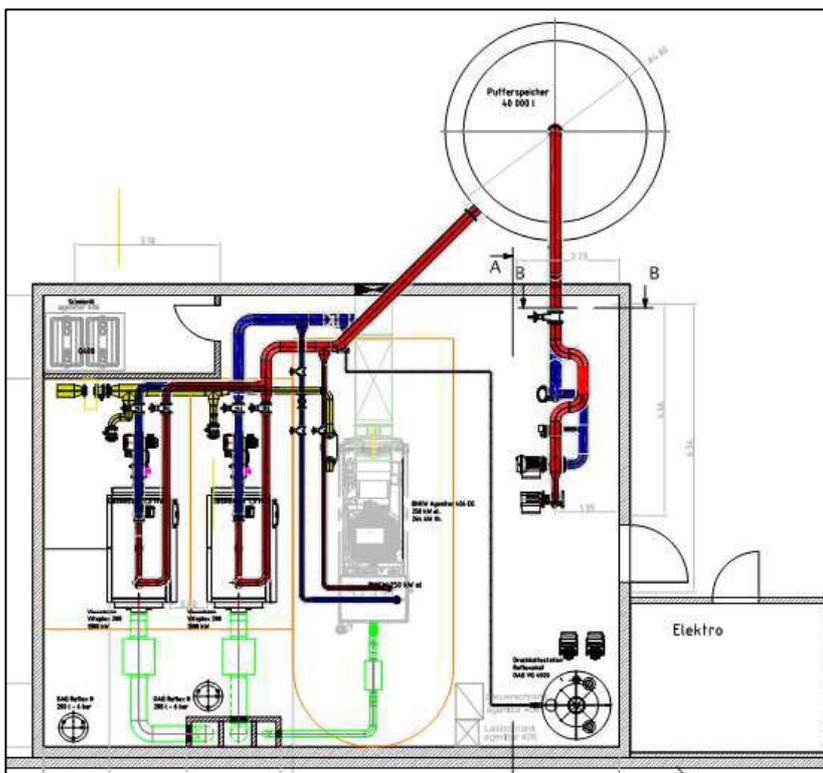


Abb. 3-4: Nördliche Heizzentrale mit BHKW und Pufferspeicher bei den Schulen Brede

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Detailbeschreibung der geplanten Umsetzung

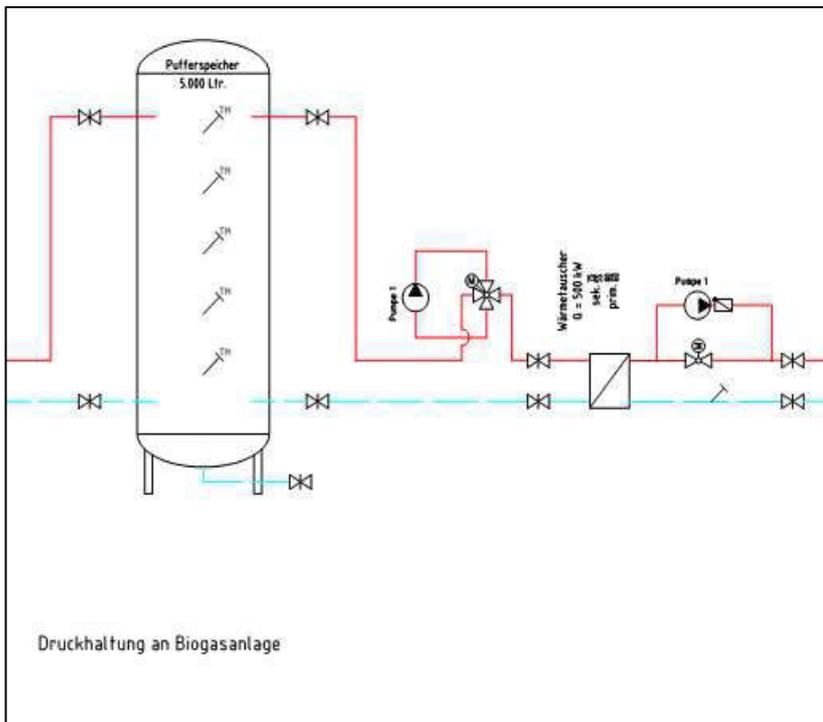


Abb. 3-5: Einbindung der Biogasanlagen am Schulzentrum im Süden

Nahwärmetrasse

Das Höhenprofil der geplanten Nahwärmetrasse in der Innenstadt von Brakel stellt erhöhte Anforderungen an die Druckfestigkeit der Nahwärmerohre. Daher wurden Stahlleitungen als Medienrohre ausgewählt. Die Übergabestationen, Rohrdimensionen und Spitzenlastkesselleistungen sowie weiteres Zubehör wurden nach der zu erwartenden Wärmelast inkl. einer Anschlussreserve ausgelegt. Die Auswahl des BHKWs erfolgte anhand der zu erwartenden Lastgangkurve.

Grund- und Volllastabnehmer

Es gibt unter den Anschlussnehmern sogenannte Grundlast- und Volllastabnehmer. Die Volllastkunden beziehen in Zukunft ihre komplette Wärmemenge aus dem zu erstellenden Wärmenetz. Ihre bestehenden Kesselanlagen werden stillgelegt.

Die Grundlastkunden behalten ihre vorhandenen Kesselanlagen. Ihnen wird nur eine Grundlastversorgung garantiert. Sollte die neue Anlage in den Wintermonaten an ihre Leistungsgrenze kommen, wird der Bestandskessel aktiv, um die notwendige Zusatzleistung zu erzeugen.

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Detailbeschreibung der geplanten Umsetzung



Durch den Erhalt der Kessel bei den Grundlastkunden können die Kessel in der Zentrale und das Leitungsnetz in ihren Dimensionen möglichst klein gewählt werden. Dies vermeidet unnötige Investitionen. Durch die Möglichkeit, in Schwachlastzeiten des Netzes mehr Leistung an die Grundlastkunden abzugeben, wird eine optimierte Laufzeit des BHKWs erreicht.

3.4 Betrieb und Finanzierung

Gemeinsam mit externen Beratern hat die Stadt Brakel unterschiedliche Betreiber- und Finanzierungsvarianten diskutiert. Eine Untersuchung der möglichen Betreiber- und Finanzierungsvarianten mit ihren Vor- und Nachteilen wurde dabei mit allen Beteiligten abgestimmt.

Für die Wahl des Betreibermodells hat die Stadt Brakel klare Vorstellungen: sie will selber die Planungs- und Steuerungshoheit für die KWK-Maßnahmen innehaben, einen starken kommunalen Partner aus der Energiewirtschaft als Betreiber beteiligen sowie zur Steigerung der lokalen Wertschöpfung existierende regionale Energiegenossenschaften und Bürger als Investoren einbinden. Gemeinsam mit diesen Partnern ist die Gründung einer Projektgesellschaft geplant. Die Energiegenossenschaft „Energie für den Kreis Höxter eG“ ist von Anfang an in alle Gespräche involviert gewesen und ist für das Projekt als Investor bzw. Gesellschafter einer gemeinsamen Projektgesellschaft vorgesehen. Bürger können sich über die Energiegenossenschaft mittelbar beteiligen.

Die Energieservice Westfalen Weser GmbH ist als rein kommunales Versorgungsunternehmen in der Region ein natürlicher Partner mit umfangreichen Erfahrungen im Bereich Betrieb und Instandhaltung von Wärmenetzen und BHKWs. Außerdem kann das Unternehmen Leistungen im Bereich Abrechnungsmanagement und Bilanzkreismanagement übernehmen.

Mit der Energiegenossenschaft „Energie für den Kreis Höxter eG“ als Investor und der Energieservice Westfalen Weser GmbH sind die Eckpunkte zur Gründung einer gemeinsamen Projektgesellschaft und Vergabe der Betriebs- und Instandhaltungsleistungen abgestimmt und in Absichtserklärungen dokumentiert.

Das Betreibermodell ist demnach in der folgenden Projektstruktur geplant:

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Detailbeschreibung der geplanten Umsetzung

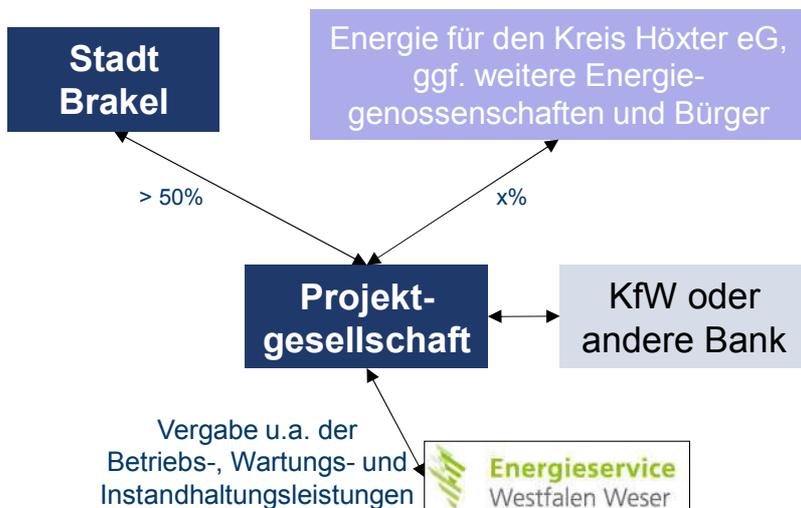


Abb. 3-6: Mögliches Betreibermodell der Projektgesellschaft

Durch die gemeinsame Entwicklung des Betreibermodells mit den Partnern kann das Projekt direkt nach einer Bewilligung in die Realisierung gehen. Da die Partner rein kommunal bzw. regional sind, kann die Projektgesellschaft ohne eine Ausschreibung gegründet werden. Auch die Vergabe von Betriebs- und Instandhaltungsleistungen an die Energieservice Westfalen Weser GmbH kann nach heutigem Kenntnisstand ohne eine Ausschreibung erfolgen, da das Unternehmen eine rein kommunale Gesellschaft ist und In-House vergabefähig ist. Soweit sich zukünftig eine Ausschreibungspflicht für die Betreiberleistungen ergeben sollte, werden diese Dienstleistungen im Wettbewerb ausgeschrieben. Durch die mittelbare Beteiligung der Bürger über die Energiegenossenschaften soll die Bereitschaft der Bürger, sich an das Wärmenetz anzuschließen, erhöht werden.

Das Eigentum an den neu zu verlegenden Wärmenetzen soll bei der Stadt liegen. Ob das Eigentum an Energieerzeugungsanlagen bei der Stadt, der Projektgesellschaft, bei den genannten Gesellschaftern oder auch bei den Wärmeabnehmern liegt, ist noch offen und die Stadt ist für Lösungen aufgeschlossen, die sich zukünftig als am wirtschaftlichsten herausstellen.

In den vorliegenden Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zu verschiedenen Handlungsvarianten sind die Abschreibungszeiten gleich den Finanzierungslaufzeiten gewählt. Die Laufzeit wurde dabei auf 15 Jahre begrenzt, da dies der Restlaufzeit der Biogasanlage entspricht.

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Detailbeschreibung der geplanten Umsetzung



Zur Finanzierung der Investitionen sind neben den Fördermitteln des Landes auch KfW-Mittel aus dem Programm 201 „energieeffiziente Quartiersversorgung“ eingeplant, um die Finanzierungslücke zu schließen. Mit derzeit 0,1 Prozent bietet das KfW-Programm aktuell einen fixen Zinssatz für zehn Jahre, wobei die Finanzierungslaufzeit mit 10, 20 und 30 Jahren anhand der genannten Unterscheidung nach Anlagenkomponenten gesplittet werden soll.

Erfolgsentscheidend für das gewählte Betreibermodell ist für die Stadt Brakel die eigene Steuerungshoheit im Projekt, die Einbindung der regionalen Akteure aus der Energiewirtschaft, Beteiligung der Bürger für eine hohe Anschlussquote sowie die Wahl von Partnern mit denen das Projekt schnell, kompetent und ohne EU-weite Ausschreibung umgesetzt werden kann.

4 Systematik der Feinkonzepterstellung

Die Erstellung des Feinkonzeptes basiert auf dem Grobkonzept. Hier wurden bereits die möglichen größeren Wärmeabnehmer („Ankerverbraucher“) benannt und ein möglicher Trassenverlauf skizziert. Die Ankerverbraucher wurden frühzeitig angesprochen und das grundsätzliche Interesse abgefragt. Dabei hat sich herausgestellt, dass eine Teilversorgung der Ankerverbraucher wirtschaftlich optimal ist. Darauf wurde das Konzept so angepasst, dass die Großverbraucher die Möglichkeiten haben, zwischen einer Vollversorgung und einer Teilversorgung zu wählen. Bei einer Teilversorgung wird die Übergabestation nur auf ca. 30 Prozent des maximalen Leistungsbedarfes ausgelegt und so eingebunden, dass die vorhandenen Heizkessel automatisch zuschalten, wenn die Leistung der Übergabestation nicht ausreicht. Hierdurch konnten das Netz und die Heizzentrale erheblich kleiner dimensioniert werden.

Bzgl. der Versorgung wurde zunächst ein einzelnes Biomethan-BHKW eingeplant. Nach Gesprächen mit dem Betreiber der Biogasanlage wurde dieses Konzept um die Biogasanlage als Grundlastversorger ergänzt. Die Biogasanlage kann mit einer Leistung von 640 kW thermisch nicht nur das bereits angebundene Schulzentrum versorgen, sondern auch über weite Teile des Jahres die Grundlast der geplanten Wärmeabnehmer. Insgesamt werden ca. 30 Prozent der Wärmeabnahme durch die Biogasanlage gedeckt.

Im nächsten Schritt wurden die Anwohner entlang der geplanten Trasse angesprochen. Die Rückmeldungen mit positiven Interesse wurden mit eingeplant. Insgesamt wird davon ausgegangen, dass sich im Rahmen der Umsetzung des Nahwärmenetzes mindestens 50 Privathaushalte mit an das Netz anschließen werden. Das Wärmenetz wurde so dimensioniert, dass sich noch mindestens 20 weitere Privathaushalte an das Netz anschließen können.

4.1 Szenarien

Bei der geplanten Umsetzung (Base Case) werden mehrere Ankerverbraucher eingeplant sowie 50 Privathaushalte. Nachfolgend sind die Großabnehmer aufgelistet:

- Franz Schneider GmbH + Co KG
- Schulen der Brede
- Kloster Brede mit Gästehaus

- Amtsgericht
- Sparkasse Höxter
- Volksbank PHD
- Pfarrzentrum, Kapuziner- und St. Michael-Kirche
- Rathaus und Verwaltungsgebäude der Stadt Brakel
- St. Antonius Seniorenhaus
- Neubaugebiet „Alte Molkerei“
- rund 50 Wohngebäude bzw. Privathaushalte

Darauf basierend wurden die Auswirkungen auf die Planungen bei Wegfall eines oder mehrerer Großabnehmer untersucht. Folgende Szenarien wurden betrachtet:

- Base Case: Anschluss aller potenzieller Wärmeabnehmer
- Wegfall des Amtsgerichtes
- Wegfall von Amtsgericht und den Schulen Brede
- Wegfall der Schulen Brede
- Ausfall der Biogasanlage

In der nachfolgenden Abbildung 4-1 wird der Netto-Wärmepreis der genannten Szenarien (Vollkostenrechnung inkl. Hausanschlüsse) aus der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dargestellt.

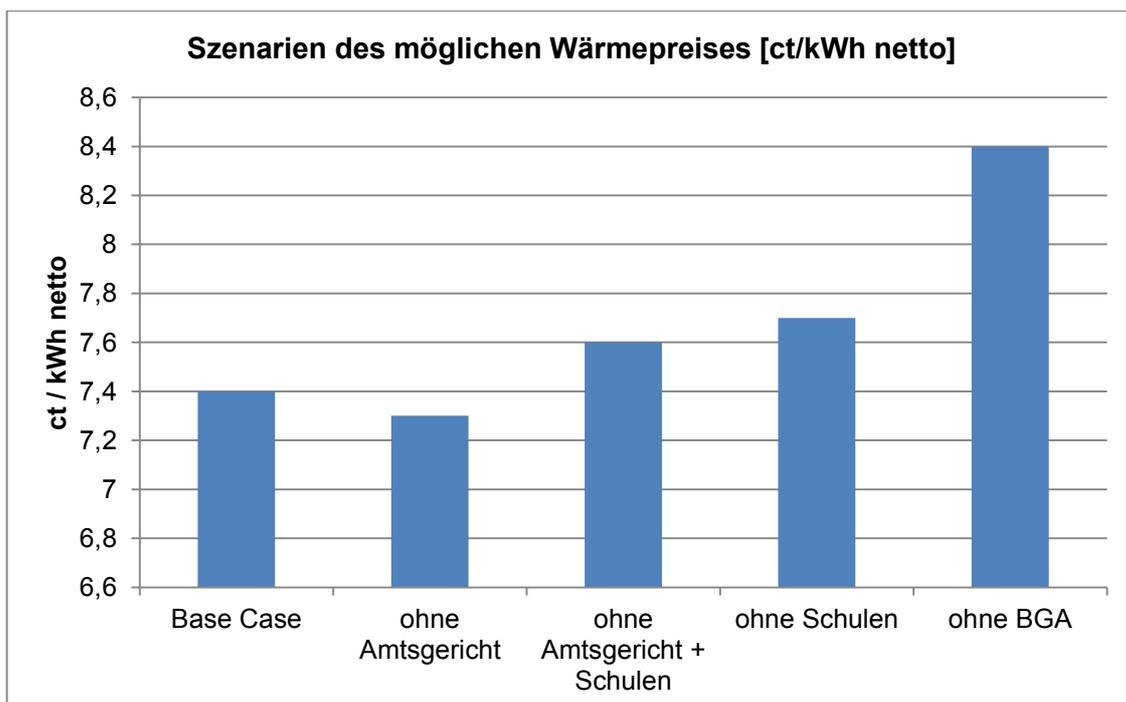


Abb. 4-1: Szenarien des möglichen Wärmepreises im Vergleich zum Base Case

Ein Wegfall eines großen Abnehmers (Schulen) würde den Wärmepreis für alle Abnehmer um 0,3 ct/kWh erhöhen. Der Wegfall eines Abnehmers mit hohen Anbindungskosten durch eine lange Trassenführung (Amtsgericht) würde dagegen den Wärmepreis sogar leicht (um -0,1 ct/kWh) reduzieren. Die relativ geringe Auswirkung bei Wegfall eines großen Abnehmers ist darin begründet, dass sich mit sinkendem Gesamtwärmebedarf der Anteil der günstigen Abwärme aus der Biogasanlage erhöht. Bei Wegfall der Biogasanlage würde sich der Wärmepreis um 1,4 ct/kWh erhöhen.

Die nachfolgende Betrachtung (Abb. 4-2) der Preisentwicklung bezieht sich auf den Base Case. Vergleicht man den Wärmepreis des geplanten Wärmenetzes mit den Wärmegestehungskosten aus den Gaskesseln der Ankerverbraucher, so liegt die Nahwärme zunächst noch über den Wärmegestehungskosten der vorhandenen Erdgaskessel. Langfristig führt das Nahwärmenetz jedoch aufgrund eines geringeren Preisanstieges zu niedrigeren Kosten.

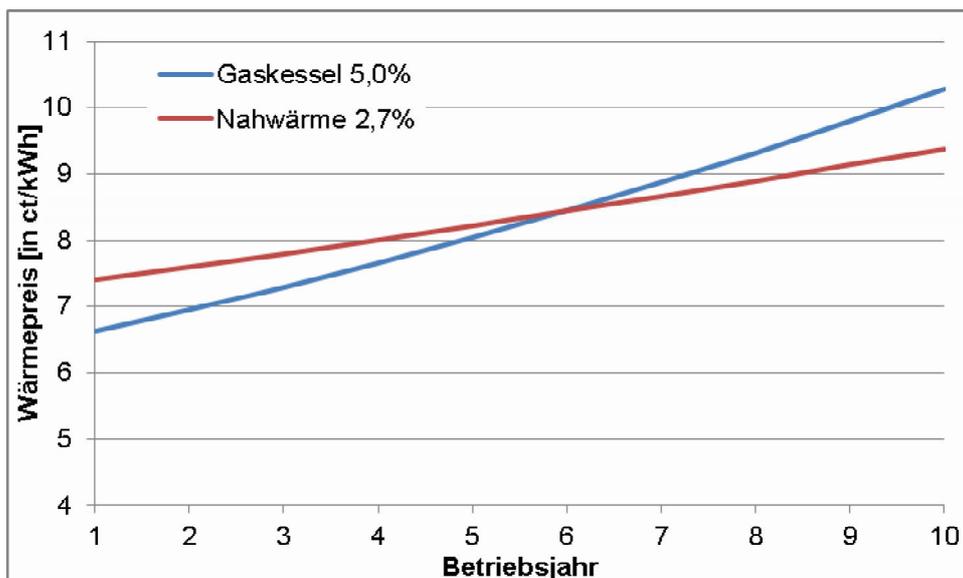


Abb. 4-2: Entwicklung des möglichen Wärmepreises in zehn Jahren Betriebszeit

Bei der Berechnung der Preissteigerung wurde ein Biomethanangebot mit einem festen Preis für zehn Jahre berücksichtigt. Für die Abwärme aus der Biogasanlage wurde eine jährliche Preissteigerung von 2 Prozent angenommen. Der jährliche Preisanstieg für den Gaskessel beim Kunden als auch für den Spitzenlastkessel des Wärmenetzes wurde mit 5 Prozent angenommen. Daraus ergibt sich in Summe eine Preissteigerung von 2,7 Prozent pro Jahr.

Im Laufe der Erstellung des Feinkonzeptes wurde der Referentenentwurf zur Novellierung des EEG veröffentlicht. Ziel des Referentenentwurfes (Stand März 2014) ist eine Überförderung von erneuerbaren Energien zu verhindern und die bedarfsgerechte Stromproduktion zu animieren. Die Stellungnahmen und Positionierungen der verschiedenen Fachverbände sind vielschichtig, eine exakte Handlungsempfehlung für die Planung von KWK-Anlagen lässt sich hieraus aktuell nicht ableiten. Übergangsfristen für nachweislich in Planung befindliche Projekte werden gleichermaßen diskutiert wie die Einflussnahme auf den Betrieb von Erdgas-BHKWs. Bei regenerativ betriebenen KWK-Anlagen ist ein zusätzlicher Anreiz für den Einsatz von Reststoffgas und eine Reduktion der Vergütung für NaWaRo-Gas zu erwarten. Somit werden grundsätzlich neue Anforderungen an die Auslegung von KWK-Anlagen gelegt. Die Auswirkungen für das vorliegende Feinkonzept können sein, dass die Kapazität der KWK-Anlage erhöht und die Laufzeiten reduziert werden müssen (bedarfsgerechte Stromproduktion) bzw. als Brennstoff Erdgas oder Reststoffgas den wirtschaftlichsten Anlagenbetrieb darstellen. Beides kann Auswirkungen auf die sinnvolle Höhe der zur Verfügung zu stellenden Fördermittel haben. Wärmenetz- und Wärmeabsatzplanung bleiben hiervon weitestgehend unberührt und können verwendet werden. Somit lässt sich dieses Feinkonzept auch in einem neuen politischen Ordnungsrahmen schnell und zielgerichtet umsetzen.

4.2 Bewertung

Das geplante Netz in der Innenstadt Brakels stellt für andere Kommunen eine beispielhafte Konzeptionierung und Umsetzung eines Nahwärmeprojektes dar. Im Rahmen der Planungen wurden mehrere Aufgabenstellungen gelöst, welche auf die meisten Wärmenetze zutreffen:

- zu geringer Wärmebedarf der Privathaushalte für eine KWK-Anlage
- zu wenig Interessensbekundungen für eine Netzauslegung
- hoher Spitzenlastwärmebedarf bzw. ungünstiges Lastprofil

Für die Auslegung eines Wärmenetzes werden positive Rückmeldungen und die Verbrauchsdaten der Haushalte benötigt. Viele Anwohner möchten jedoch erst ihr Interesse bekunden, wenn der Netzverlauf und die Preisgestaltung bereits festgelegt ist. Somit besteht ein Zielkonflikt zwischen einer optimalen Auslegung und der Beteiligung der Anwohner. In Brakel ist man deshalb den Weg gegangen, zunächst die größeren Verbraucher anzusprechen und darauf basierend das Netz mit einer Reserve für die Haushalte auszulegen. Durch die Zustimmung der Großabnehmer konnte somit früh-

zeitig ein Trassenverlauf erstellt werden. Gleichzeitig wird durch die Großabnehmer bereits ein Großteil der Wärmemenge festgelegt, so dass auch schon das BHKW relativ genau ausgelegt werden kann. In Brakel wird die Auslegung auch dadurch begünstigt, dass die Großabnehmer im Ortskern bzw. am Rand des Ortskerns liegen und durch eine dichte Bebauung die Privathaushalte direkt an der geplanten Trasse liegen und einfach eingebunden werden können. Diese Vorgehensweise sollte als Handlungsleitfaden der Akteursgewinnung in weiteren Kommunen zukünftig eingesetzt werden („Brakeler-Akteurs-Modell“).

Üblicherweise ist auch der Anschluss von Verwaltungsgebäuden und Betrieben häufig eher schädlich für die Auslegung eines Wärmenetzes, da diese im Sommer aufgrund der fehlenden Warmwasserbereitung einen sehr geringeren Wärmebedarf haben. Ein Wärmenetz auf Basis eines dezentralen BHKWs liefert üblicherweise günstige Wärme, wenn die Grundlast versorgt wird. Jede Kilowattstunde, die nicht in dem BHKW erzeugt werden kann, muss durch einen Spitzenlastkessel bereitgestellt werden. Für den Betrieb des Spitzenlastkessels fallen für den Betreiber des Wärmenetzes dieselben Kosten an wie beim vorhandenen Gaskessel des Großabnehmers. Berücksichtigt man noch die Kosten für das größer zu dimensionierende Wärmenetz, so kann oftmals keine günstigere Versorgung erzielt werden. In Brakel konnte dieses Problem umgangen werden, da bei den meisten Großabnehmern der vorhandene Kessel bestehen bleibt und nur die Grundlast geliefert wird.

Eine weitere Optimierung besteht in der Verteilung der beiden Grundlasterzeuger (Biogasanlage und Heizzentrale) im nördlichen und südlichen Teil des Netzes. Diese Aufteilung war ebenfalls nur dadurch möglich, dass die Großabnehmer einen Erdgaskessel vorhalten. Diese Vorgehensweise sollte als Handlungsleitfaden für effiziente und kostengünstige Wärmetrassenplanungen in weiteren Kommunen zukünftig eingesetzt werden („Brakeler-Technik-Modell“).

Die Vorteile des Wärmenetzes in Brakel zeichnen sich daher durch die

- Großabnehmer als rahmengebende Basis für die Netzauslegung,
- die Möglichkeit der Grundlastversorgung durch einige Großabnehmer und
- die zwei verteilten Grundlasterzeuger im Norden und Süden des Netzes aus.

5 Beschreibung der Kennzahlenermittlung

Als Basisjahr wurde das Jahr 2012 festgelegt, da im Projektverlauf die Verbrauchs- und Anlagendaten der Energieversorger E.ON Mitte AG und der E.ON Westfalen Weser AG sowie die energetische Bilanzierung der Stadt Brakel in EcoRegion® bis zu dem genannten Jahr vollständig vorlagen. Angaben über die Einwohnerzahl wurden von der Stadt gemacht. Die Daten zur KWK-basierten elektrischen Leistung und erzeugten Strommenge stammen von den Energieversorgungsunternehmen (EVU). Zur Ermittlung der installierten thermischen Leistung aus KWK wurde ein Verhältnis von elektrischer zu thermischer Leistung bei Biogasanlagen von 1:1, bei BHKWs < 100 kW_{el} 1:2 und bei BHKWs ≥ 100 kW_{el}: 1:1 angesetzt. Die installierte Kesselleistung wurde über den Gesamtwärmeverbrauch abzüglich der aus KWK erzeugten Wärme über eine Laufzeit von 1.800 Volllaststunden zurückgerechnet. Für die Ermittlung der KWK-basierten Wärmeerzeugung wurden die Volllaststunden der Stromerzeugung aus den Daten der EVU entnommen, die sich auf 7.445 h bei Biogasanlagen und auf 3.500 h bei Mini-BHKWs belaufen. Die Daten über den Gesamtstrom- und -wärmeverbrauch stammen aus EcoRegion® und basieren auf den Angaben der EVU und der Bezirksschornsteinfeger. Zur Berechnung der jährlichen CO₂-Emissionen und des jährlichen Primärenergieverbrauchs wurden, mit Hilfe des Onlinetools EcoRegion®, anhand des lokalen Strommixes der E.ON Westfalenweser AG, der Strom-Emissionswert von 454 g CO₂-Äquivalente/kWh und der Primärenergiefaktor von 2,49 für den örtlichen Strom der Stadt Brakel bestimmt.

Für die Bestimmung der installierten elektrischen und thermischen Leistung aus KWK nach der Umsetzung wurde der Zubau des Biomethan-BHKWs mit 550 kW_{el} und 556 kW_{th} berücksichtigt. Die installierte Kesselleistung nach der Umsetzung ergibt sich aus der Substitution von 14 Anlagen mit insgesamt 1.155,3 kW sowie dem Zubau eines Spitzenlastkessels mit 2.600 kW. Weitere Kessel werden nicht ersetzt, da etwa ein Drittel der Wärmeabnehmer nur ihren Grundlastbedarf mit Nahwärme abdecken werden und ihre bereits installierten Kessel zur Bereitstellung der Spitzenlasten behalten. Zur Berechnung der KWK-basierten Strom- und Wärmeerzeugung nach der Umsetzung wurde das zugebaute BHKW mit einer Laufzeit von 3.780 Volllaststunden pro Jahr miteinbezogen. Der Gesamtstromverbrauch nach der Umsetzung ergibt sich aus dem vorherigen Stromverbrauch zuzüglich des Hilfsenergiebedarfs des Netzes i. H. v. 51,2 MWh/a und des Strombedarfs des Kessels von 33,3 MWh/a. Nach der Umset-

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Beschreibung der Kennzahlenermittlung



zung verändert sich der Gesamtwärmeverbrauch der Gebäude in erster Linie hinsichtlich der Zusammensetzung des Energieträgermixes. Die Menge des wärmebasierten Endenergieverbrauchs wird leicht sinken, da die vorher eingesetzten Kessel Wirkungsgrad-Verluste bei der Wärmeerzeugung haben, die entfallen, wenn zukünftig unmittelbar Wärme durch das Nahwärmenetz bezogen wird. Für die Ermittlung der jährlichen CO₂-Einsparung und der Einsparung des Primärenergieverbrauchs nach der Umsetzung wurden die zugebauten, KWK-basierten, aus Biomethan und Erdgas erzeugten Strom- und Wärmemengen mittels EcoRegion® auf den Emissionswert und Primärenergiefaktor angerechnet. Somit ergeben sich für den Strom nach der Umsetzung die Werte 426 g CO₂-Äquivalente/kWh sowie ein Primärenergiefaktor von 2,41 und für die zu beziehende Nahwärme 101 g CO₂-Äquivalente/kWh sowie ein Primärenergiefaktor von 1,1. Bei der Berechnung der spezifischen Werte (Zeile 27-30) wurde jeweils die Gesamtinvestition abzüglich der Zuschüsse angesetzt. Alle Kostenangaben sind Nettoangaben.

Die Gesamtstromerzeugung der Kommune wurde den Daten der EVU entnommen. Die Gesamtwärmeerzeugung der Stadt ist mit ihrem Gesamtwärmeverbrauch gleichzusetzen, da vor der Umsetzung die gesamte Wärme dezentral in Einzelanlagen auf dem Stadtgebiet erzeugt wurde und nicht durch ein Fernwärmenetz außerhalb der Stadtgrenzen nach Brakel gelangt.

Die Kennzahlentabelle ist dem Anhang I zu entnehmen.

6 Zeitplan zur Umsetzung des Feinkonzeptes

Die Realisierung des Projektes ist in mehrere parallele Handlungsstränge untergliedert. Nach einer Fördermittelbeantragung wird davon ausgegangen, dass ab Oktober 2014 mit der Umsetzungsphase der Planungen begonnen werden kann. Bis zu diesem Zeitpunkt ist der rechtliche Hintergrund der getroffenen Annahmen zu klären sowie das Konzept mit potenziellen Investoren und Betreibern gesellschaftsrechtlich zu strukturieren. Die betrachteten Handlungsstränge gliedern sich in die Genehmigungsplanung, den Gas- und Stromnetzanschluss, den Bau des Nahwärmenetzes und weiterer technischer Komponenten und der Installation des Blockheizkraftwerkes (BHKW).

Die Heizzentrale, bestehend aus dem geplanten BHKW und der Heizkesselanlage, erfordert eine Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Dieser Vorgang dauert von der Projektierung (einschließlich der notwendigen Gutachten), über Antragsstellung, bis hin zur Prüf- und Genehmigungsphase ca. 7-8 Monate. Die Genehmigung nach BImSchG beinhaltet auch die Baugenehmigung für die Heizzentrale und die peripheren technischen Anlagen (Pufferspeicher, Kaminanlage, usw.).

Bei den örtlichen Energieversorgern werden Anträge auf Netzanschluss zum Strom- und Gasnetz gestellt. Nach positiver Netzanschlusszusage können die Netzzugänge bestellt werden. Der Stromnetzanschluss für das BHKW erfolgt in der Regel an das Mittelspannungsnetz – in diesem Fall ist noch eine Trafoanlage und der Anschluss an das Mittelspannungsnetz erforderlich. Der Zeitraum für die Umsetzung von Strom- und Gasnetzanschluss nimmt in der Regel einen Zeitraum von ca. 7-8 Monate in Anspruch.

Da das Nahwärmenetz innerhalb der Innenstadt verlegt werden soll, ist eine ausführliche Ausführungsplanung unerlässlich. Aufbauend auf die Planung werden die gesamte Technik und auch das Gebäude ausgeschrieben. Insgesamt müssen für diesen Vorgang ca. 3-4 Monate eingeplant werden. Für die Realisierung des Nahwärmenetzes sollten witterungsbereinigt ca. 5-6 Monate veranschlagt werden, dies wird aufgrund der Abhängigkeit der Dauer von den Spezifika der Stadt und der betrachteten Gebiete im Nachgang noch detailliert zu prüfen sein.

Die Ausschreibung und Vergabe der BHKW-Anlage unterscheidet sich zu den übrigen Technik-Ausschreibungen durch die erfahrungsgemäß sehr lange Lieferzeit der Blockheizkraftwerke. Für den Vorgang müssen ca. 7-8 Monate einkalkuliert werden.

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Zeitplan für die Umsetzung des Feinkonzeptes



In nachfolgender Abbildung 6-1 wird der Projektzeitenplan ab Oktober 2014 für die einzelnen Handlungsstränge dargestellt.

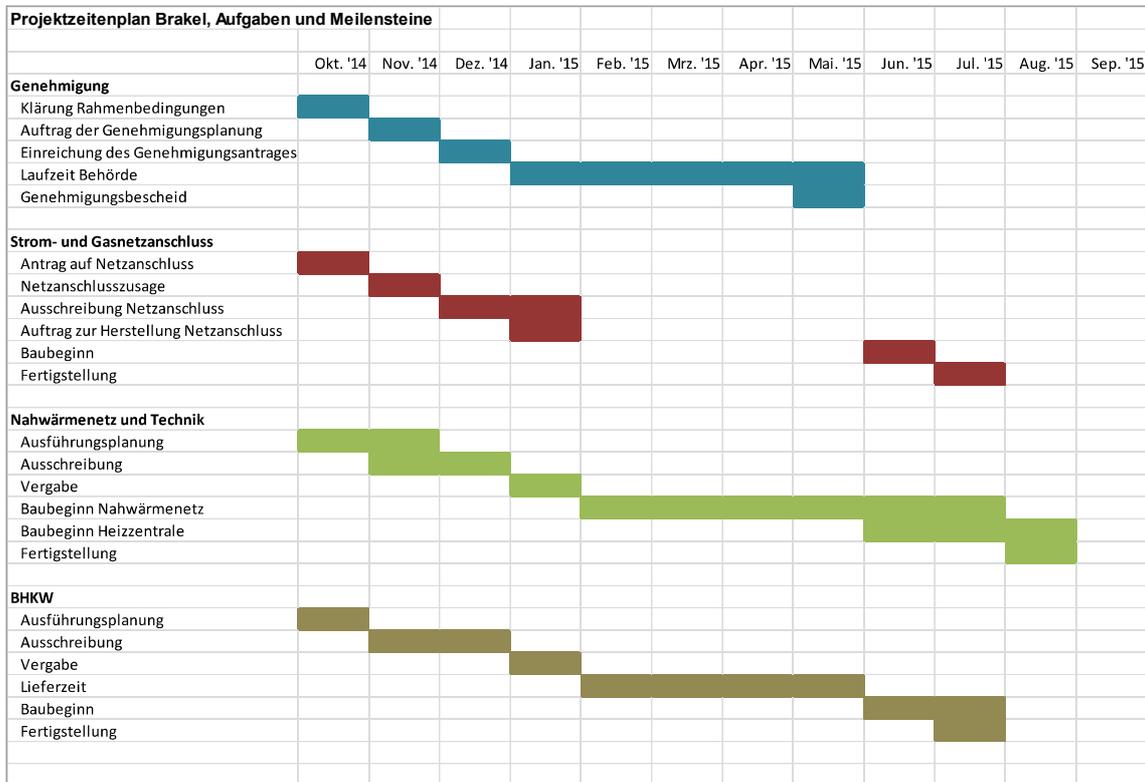


Abb. 6-1: Projektzeitenplan zur Umsetzung des geplanten Nahwärmenetzes

Perspektivisch ist ab der Förderungsphase bis 2017 aufgrund der räumlichen Nähe und möglicherweise gleichen Betreiberstruktur die Verbindung des Nahwärmenetzes der GNR mit dem Netz durch die Innenstadt aufzugreifen (vgl. Abbildung 6-2).

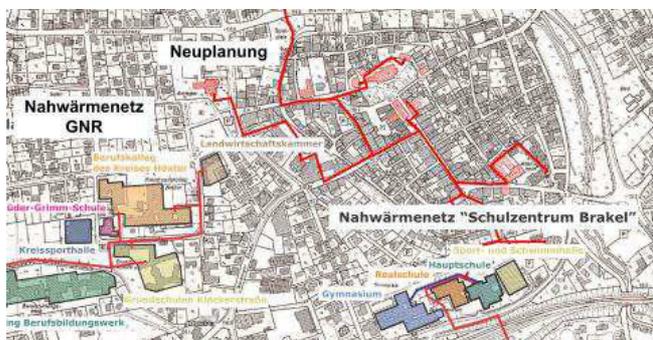


Abb. 6-2: Räumliche Nähe des geplanten Netzes zum Bestand

Die Zusammenschlüsse mit den weiteren existenten Nahwärmenetzen erfolgen ab 2017.

7 Kostenkalkulation

Auf Basis der Wärmemengen des Base Case erfolgte die Dimensionierung der Anlagenkomponenten. Für die Anlagenpreise wurden die Listenpreise und Angebote der Hersteller verwendet. Die Tiefbaukosten für die Verlegung der Wärmeleitungen wurden mit 160 €/m angenommen. Zudem wurde in Anlehnung an die HOAI für alle Anlagenkomponenten ein Planungsaufschlag von 15 Prozent berücksichtigt. Ebenso sind alle notwendigen Bestandteile der Erzeugung und des Wärmenetzes einschließlich der Hausübergabestation beim Kunden eingepreist. Die Kostenermittlung der Großabnehmer erfolgte nach einer Besichtigung der vorhandenen Anlagentechnik.

Nach der Ermittlung der Investition wurden die Zuschüsse aus den Programmen der BAFA (KWKG), KfW (Erneuerbare Energien Premium) und progres.NRW (Markteinführung) berücksichtigt.

Als Ergebnis dieser Kostenermittlung beträgt die Netto-Gesamtinvestition für das Wärmenetz 2,63 Millionen Euro bzw. 2,17 Millionen Euro nach Berücksichtigung der Zuschüsse. Mit der Hälfte der Gesamtinvestition liegt der größte Anteil in dem 3.500 m langen Wärmenetz. Die verbleibende Investition wird für die nördliche Heizzentrale inkl. Pufferspeicher sowie für die Hausübergabestationen benötigt (vgl. Abbildung 7-1).

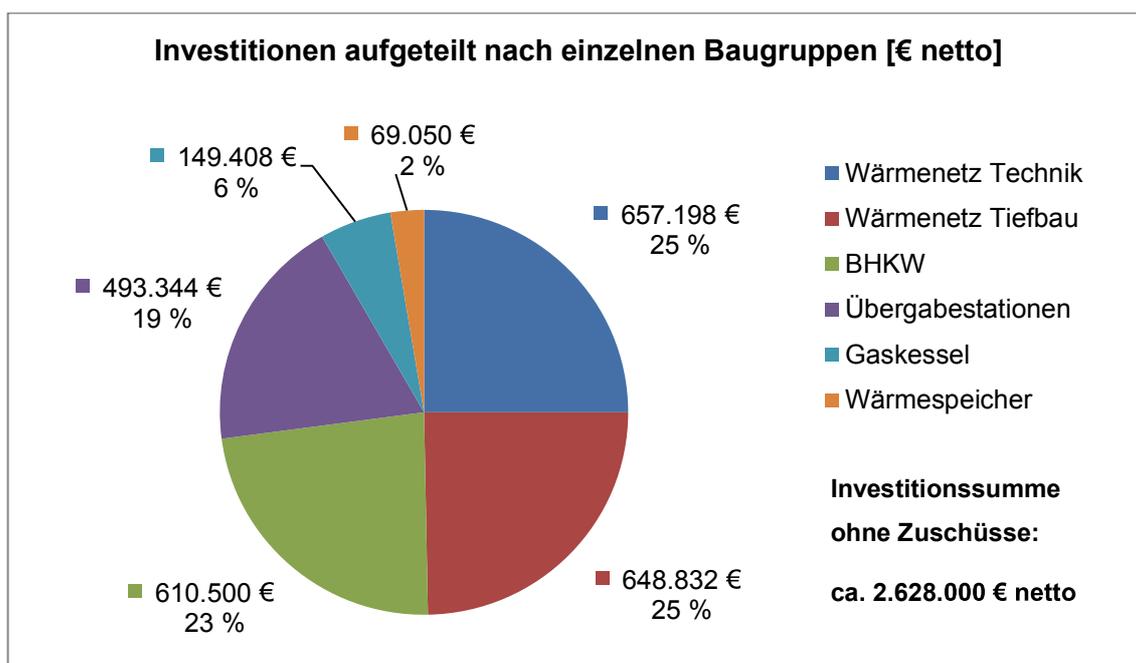


Abb. 7-1: Investitionen ohne Zuschüsse aufgeteilt nach den einzelnen Baugruppen (netto)

Die Stadt Brakel wird in der Umsetzungsphase des Feinkonzeptes für die Bewohnerinnen und Bewohner sowie Unternehmen am Trassenverlauf als Ansprechpartner zur Verfügung stehen, Aktionen und Kampagnen und eine intensive Öffentlichkeitsarbeit im Sinne einer KWK-Modellkommune betreiben. Auch für Exkursionen / Besuchergruppen steht Brakel bereit. Für die begleitende Betreuung der Umsetzungsphase der KWK-Modellkommune 2014-2017 sind zu dem aufgeführten Investitionsbedarf eine zusätzliche halbe Personalstelle (30.000 €/a) und Sachkosten in Höhe von 10.000 €/a (netto) eingeplant.

8 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden die Investitionen aus dem vorherigen Kapitel einbezogen. Die Kosten für die Wartung und Instandhaltung sind in Anlehnung an die VDI 2067 berücksichtigt. Die Wartungskosten der BHKW entsprechen den Preisangaben der Hersteller für einen Vollwartungsvertrag. Für den Erdgasspitzenlastkessel wurden aktuelle Marktpreise angenommen und dem Biomethan-BHKW in der nördlichen Heizzentrale ist ein Angebot für eine 10 Jahres-Lieferung Biomethan zu einem Festpreis (7,37 ct/kWh_{Hs}) hinterlegt. Zu den Gaspreisen wurden die lokalen Netzentgelte addiert sowie für die Abwärme aus dem Biogas-BHKW ein Wärmepreis von 2 ct/kWh angesetzt. Eine detaillierte Kostenübersicht und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist der nachfolgenden Tabelle 8-1 zu entnehmen.

Tab. 8-1: Investitions- und Kostenübersicht des geplanten Nahwärmenetzes (netto)

Base Case	ab 2015		Ort: Brakel		Kosten 1. Jahr (netto)	
	Investition	Zuschüsse	Finanzierung	Zinssatz	Annuität	
BHKW	610.500 €	0 €	10 a	2,5%	69.647 €/a	
Gaskessel	149.408 €	0 €	15 a	2,5%	12.072 €/a	
Wärmespeicher	69.050 €	250 €/m	15 a	2,5%	4.771 €/a	
Wärmenetz Technik	657.198 €	0 €/m	15 a	2,5%	53.099 €/a	
Wärmenetz Tiefbau	648.832 €	100 €/m	15 a	2,5%	23.862 €/a	
Übergabestationen	493.344 €	1.800 €/St	15 a	2,5%	32.589 €/a	
Gesamtinvestition	2.628.332 €	-453.500 €	= 2.174.832 €		196.039 €/a	
Wartung & Instandhaltung						
Versicherung			0,5%	von Gesamtinvest	13.142 €/a	
Allgemeinkosten			0,5%	von Gesamtinvest	13.142 €/a	
BHKW Wartung			1,1 ct/kWh	x Strom BHKW	22.046 €/a	
Gaskessel			2,5%	von Invest Kesel	3.735 €/a	
Wärmespeicher			1,5%	von Invest Speicher	1.036 €/a	
Wärmenetz Technik			2,0%	von Invest Netz	13.144 €/a	
Übergabestationen			3,0%	von Invest HüSt	14.800 €/a	
					81.044 €/a	
Wärmebedarf / Netzkosten						
VL/RL - Gesamtwärmebedarf	80 °C	/ 60 °C		6.359 MWh/a	93%	
Länge / Verlust Netz	3.535 m	/ 51,9 kW	8.760 h/a	455 MWh/a	7%	
Größe / Verlust Speicher	40 m³	/ 1,3 kW	8.760 h/a	12 MWh/a	0%	
Wärmebedarf inkl. Verluste				6.826 MWh/a	100%	
			<u>Strompreis</u>	<u>Strombedarf</u>		
Strombedarf Netz	0,75% vom Wärmebedarf		16,7 ct/kWh	51,2 MWh/a	8.525 €/a	
BHKW						
	<u>Leistung</u>	<u>Wirkungsgr.</u>	<u>Volllaststunden</u>	<u>Jahresmenge</u>		
Wärme	556 kW	40,9%	3.780 Vh/a	2.101 MWh/a		
Strom	550 kW	40,5%	3.780 Vh/a	2.079 MWh/a		
<u>Brennstoffkosten</u>			<u>Gaspreis (Hs)</u>	<u>Gasmenge (Hs)</u>		
Biomethan			7,8 ct/kWh	5.698 MWh/a	445.450 €/a	
<u>Stromgutschrift</u>			<u>Stromvergütung</u>	<u>Strommenge</u>		
EEG-Vergütung			21,6 ct/kWh	2.079 MWh/a	- 448.855 €/a	
Flexibilitätsprämie über 10 Jahre		Ja	1,1 ct/kWh	2.079 MWh/a	- 22.136 €/a	
					- 25.541 €/a	
günstige Abwärme (z.B. aus BGA)						
			<u>Wärmepreis</u>	<u>Jahresmenge</u>		
Wärme			2,0 ct/kWh	1.950 MWh/a	39.000 €/a	
Wärmepreis / -kosten ohne Gaskessel			3.584 MWh/a	7,5 ct/kWh /	268.460 €/a	
Summe über Laufzeit:	3.001 T.€		Mittel über 10 Jahre:	8,37 ct/kWh /	300.136 €/a	
Gaskessel 2.600kW						
			<u>Preis</u>	<u>jährl. Menge</u>		
Restwärmebedarf	(41%)			2.775 MWh/a		
Gaskosten (Erdgas)			4,6 ct/kWh(Hs)	3.624 MWh/a	165.876 €/a	
Strombedarf Kessel		1,2% v. Restwärmebedarf	16,7 ct/kWh(el)	33,3 MWh/a	5.545 €/a	
Wärmepreis / -kosten inkl. Gaskessel			6.359 MWh/a	7,4 ct/kWh /	470.488 €/a	
Summe über Laufzeit:	5.310 T.€	Inflation 2,7%	Mittel über 10 Jahre:	8,4 ct/kWh /	531.006 €/a	

9 Beitrag zu den grundlegenden Zielen des Ziel 2-Programms

9.1 Verbesserung der Innovationsfähigkeit in der Kommune

Die Stadt Brakel hat sich den Anforderungen der energieeffizienten Versorgungsplanung gestellt und sich das Know-how unterschiedlichster Experten zu Nutze gemacht und ihr Wissen in den Bereichen Energiewirtschaft, Technik und Betriebswirtschaft entscheidend erweitert. Mit Hilfe der Einbindung der Grund- und Volllast wird eine optimale Dimensionierung des Nahwärmenetzes und die Einbindung eines wesentlich kleineren Wärmespeichers ermöglicht. Die Bündelung von Fachexpertise hat ein zukunftsweisendes Feinkonzept hervorgebracht, von dessen Inhalten andere Kommunen profitieren können.

Das im Rahmen der Feinkonzepterstellung entstandene Netzwerk von Akteuren aus Unternehmen, möglichen Investoren und Betreibern und den engagierten Bürgerinnen und Bürgern, aber auch der Pool an neuem Wissen und Erfahrungen wird die Stadt Brakel auch im Rahmen zukünftiger Planungen zugunsten einer klimafreundlichen Energiestruktur nutzen können. Die Teilnahme am Wettbewerb und die Planung des Feinkonzeptes stellen daher einen wichtigen Baustein zur weiteren Gestaltung einer energieeffizienten Energieversorgung in der Stadt Brakel und den zukünftigen Austausch von Ideen und Vorschlägen der Akteure untereinander dar.

9.2 Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Kommune

Das Angebot einer regionalen, energieeffizienten und gleichzeitig günstigen Energieversorgung ist ein Antriebsmotor zur Ansiedlung neuer Unternehmen vor Ort, die die Wirtschaftskraft der Stadt Brakel stärken. Insbesondere erhöht sich durch die Anbindung an eine optimierte Energieversorgungsstruktur von Unternehmen an das geplante Nahwärmenetz, wie beispielhaft die betrachteten potenziellen Verbraucher vor Ort, deren Wettbewerbsfähigkeit mit anderen Unternehmen.

Nicht zuletzt können diese auch von den neu geschaffenen Netzwerkstrukturen vom gegenseitigen Austausch in Energieeffizienzthemen voneinander profitieren. In gleichem Sinne hat dies durch erhöhte Steuereinnahmen und eine gesteigerte Standortattraktivität positive Auswirkungen auf die Stadt Brakel. Insbesondere im Hinblick auf den Wettbewerb um Neubürger kann das Angebot einer lokalen und günstigen Energiever-



sorgung große Vorteile mit sich bringen (klimaneutrales Wohnen und Arbeiten in der historischen Altstadt von Brakel).

9.3 Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen in der Kommune und in NRW

Mit der Umsetzung des vorliegenden Feinkonzeptes wird der Stadt Brakel die Möglichkeit gegeben, Stoff- und Energieströme vor Ort zu optimieren und die regionale Wertschöpfung insbesondere durch die Ansprache regionaler Investoren oder Betreiber, die eingebunden werden können, zu steigern. Die Schaffung dezentraler Versorgungsstrukturen bezieht lokale Akteure ein, bspw. für die Installation, Betrieb und Wartung regenerativer Energieerzeugungsanlagen, vor- und nachgelagerte Dienstleistungen sowie lokale Energieversorger wie bspw. die Biogasanlage vor Ort, deren Überschüsse genutzt werden können. Auf diese Weise schafft die Stadt Brakel eine neue wirtschaftliche Dynamik in ihrer Region und trägt zur Sicherung von Arbeitsplätzen bei.

Dieser positive Effekt wird sich vor allem für die Bereiche Landwirtschaft, Logistik, Ingenieurdienstleistungen und Anlagenbau einstellen. Sie sind zuständig für die konzeptionelle Projektplanung und die Schaffung benötigter Infrastruktur. Insbesondere das Angebot günstiger Energieversorgungskonditionen dient als wichtiges Argument zur Ansiedlung neuer Unternehmen in der Stadt oder der Ausweitung bestehender Unternehmen durch ihre gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit.

10 Beitrag zu den Querschnittszielen des Ziel 2-Programms

10.1 Chancengleichheit

Der Wettbewerbsbeitrag der Stadt Brakel berücksichtigt die Unterstützung der Chancengleichheit von Frauen und Männern sowie die Nichtdiskriminierung.

10.2 Beitrag zur umweltgerechten Entwicklung

Der Einsatz erneuerbarer Energien wie Biomethan und Biogas oder der optionale Ersatz durch nicht fossile Brennstoffe wie Bio-Abfallgas tragen zur Primärenergiereduktion und einer CO₂-Einsparung auf dem Stadtgebiet bei.

Durch Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplungs-Technologie kann zudem die Energieeffizienz der Strom- und Wärmeerzeugung im Vergleich zur konventionellen Energieerzeugung weiter gesteigert werden.

Die Einbindung lokaler Akteure auf dem Stadtgebiet und insbesondere der Austausch mit Brakeler Bürgerinnen und Bürgern führte zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit dem Thema der energieeffizienten Energieversorgung und in diesem Zuge auch der Steigerung des Sanierungswillens im Hinblick auf die heutigen Energiekosten für Gebäude (oftmals Denkmäler).

Bis zum Jahr 2025 wird die Stadt Brakel den Bedarf an Strom und Wärme im gesamten Stadtgebiet bilanziell klimaneutral stellen („Plus-Energie-Bilanz Stadt Brakel bis 2025“). Die Umsetzung des geplanten KWK-Ausbaus und der Bau des Nahwärmenetzes tragen in hohem Maße zur Erreichung dieses umweltgerechten Ziels bei. Diese Ziele sind politisch beschlossen.

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Beitrag zu den spezifischen Zielen der Landesregierung



11 Beitrag zu den spezifischen Zielen der Landesregierung

11.1 Reduktion des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemission in der Kommune (EcoRegion)

Der hohe Wirkungsgrad des BHKWs und der Einsatz erneuerbarer Energieträger wie Biomethan und Biogas zur Strom- und Wärmeerzeugung führen zu einer Reduktion des Primärenergieeinsatzes der Stadt Brakel um **6.593.104 kWh pro Jahr**. Nach Umsetzung des geplanten Konzeptes bis 2017 wird dadurch eine Reduktion im Vergleich zum Basisjahr 2012 um **1,4 Prozent** erreicht.

Durch den Einsatz von Biomethan und Biogas wird ebenso der CO₂-Emissionsfaktor der Stadt um 28 Gramm CO₂/kWh reduziert, sodass durch die Umsetzung des Feinkonzeptes **pro Jahr 3.000 Tonnen CO₂** eingespart werden können.

11.2 Steigerung des KWK-Anteils an der Stromerzeugung in der Kommune

Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung in der Stadt Brakel betrug im Jahr 2012 mit einer installierten Leistung 2.893 kW elektrisch für eine Strommenge von 23.509.000 kWh pro Jahr 49,9 Prozent. Durch die Umsetzung des Feinkonzeptes und dem Einsatz eines 550 kW_{el}-BHKWs kann dies um **2,3 Prozent**, also auf 52,2 Prozent gesteigert werden (vgl. Ausbauziel NRW: 25 Prozent bis 2020).

11.3 Übertragbarkeit des Feinkonzeptes auf andere Kommunen

Die städtebaulichen Strukturen des betrachteten Gebietes sind vergleichbar mit Quartieren, wie sie in einer Großzahl nordrhein-westfälischer Kommunen vorkommen. Das vorliegende Feinkonzept zeigt auf, wie in diesen Strukturen Wege für eine sinnvolle Anwendung von KWK-Technologien gefunden werden können. Die Einbindung einer lokalen Biogasanlage kann vielerorts zur Nutzung der überschüssigen Abwärme umgesetzt werden. Die Stadt Brakel weist zudem die Besonderheit auf, dass das geplante Nahwärmenetz durch die historische Altstadt verläuft. An diesem Konzeptbeispiel wird deutlich, dass trotz Denkmalschutz eine erhebliche Energieeffizienzsteigerung umsetzbar ist.

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Beitrag zu den spezifischen Zielen der Landesregierung



Das Vorgehen bei der Bestandsaufnahme sowie die Identifikation und Einbindung der Akteure zeigen den vorbildhaften Charakter des Projektes auf und können somit als Leitfaden für Projekte in anderen Kommunen dienen (Brakeler-Akteurs-Modell – vgl. Kap. 4.2). Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Projektbearbeitung zeigen Perspektiven für nachfolgende Vorhaben auf. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen deuten insbesondere darauf hin, dass in Kommunen mit ähnlichen Strukturen große Potenziale für den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung verortet sein können. Die Innenstadt von Brakel ist eine historische Altstadt mit vielen denkmalgeschützten Gebäuden. Insbesondere für diese Gebäude sind aufgrund vieler Sanierungshemmnisse für die Gebäudehülle zukunftsweisende Energieversorgungsvarianten essentiell.

11.4 Beitrag zum Ausbau von kommunalen und regionalen KWK-Netzwerken

Durch die Informationsveranstaltungen und Gespräche im Rahmen der Akteursbeteiligung und Akteursgewinnung wurde ein Netzwerk von möglichen Wärmeabnehmern, Investoren, Betreibern, Energieversorgern und aktiven Bürgerinnen und Bürgern geschaffen, das das Potenzial hat, auch weitere Projekte auf dem Stadtgebiet zu entwickeln.

Bei der Umsetzung des Feinkonzeptes wird die zukünftige Erweiterung dieses Netzwerkes begünstigt, da bereits heute Potenziale für den Verbund mit Bestandswärmenetzen auf dem Stadtgebiet gegeben sind.

Durch die Ansprache regionaler potenzieller Investoren oder Betreiber wie die Energiegenossenschaft für den Kreis Höxter oder die rekommunalisierte Energieservice Westfalen Weser, die bereits Betreiber des größten Bestandsnetzes vor Ort sind, können Kommunen in der Region und des Kreises von der dazugewonnenen Erfahrung in den Planungen ebenfalls profitieren.

Brakel ist Modellkommune und will nun auch KWK-Modellkommune werden.



12 Verzeichnisse

12.1 Quellenverzeichnis

[1] ECOSPEED Deutschland GmbH: ECORegion (2014)

[2] infas enermetric Consulting GmbH (2010): Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Brakel (Klimabericht)

[3] Persönliche Datenabfragen der Energieversorger:

E.ON Mitte AG (2012, 2013)

E.ON Westfalen Weser AG (2012, 2013)

Westfalen Weser Netz AG (2012)



12.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Endenergieverbrauch für Gebäude der Stadt Brakel von 2006 bis 2012	5
Abb. 2-2: Feuerungsanlagen in der Stadt Brakel in 2010	6
Abb. 2-3: Übersichtsplan über bestehende Nahwärmenetze in der Stadt Brakel.....	7
Abb. 2-4: Übersichtsplan zur Lage des geplanten Nahwärmenetzes auf dem Stadtgebiet	8
Abb. 3-1: Informationsflyer zum Nahwärmeprojekt.....	11
Abb. 3-2: Lage potenzieller Nahwärmeabnehmer am Nahwärmenetz.....	13
Abb. 3-3: Detaillierter Trassenverlauf des Nahwärmenetzes.....	14
Abb. 3-4: Nördliche Heizzentrale mit BHKW und Pufferspeicher bei den Schulen Brede	16
Abb. 3-5: Einbindung der Biogasanlagen am Schulzentrum im Süden.....	17
Abb. 3-6: Mögliches Betreibermodell der Projektgesellschaft.....	19
Abb. 4-1: Szenarien des möglichen Wärmepreises im Vergleich zum Base Case.....	22
Abb. 4-2: Entwicklung des möglichen Wärmepreises in zehn Jahren Betriebszeit.....	23
Abb. 6-1: Projektzeitenplan zur Umsetzung des geplanten Nahwärmenetzes.....	29
Abb. 6-2: Räumliche Nähe des geplanten Netzes zum Bestand	29
Abb. 7-1: Investitionen ohne Zuschüsse aufgeteilt nach den einzelnen Baugruppen (netto).....	30

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Verzeichnisse



12.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1: Eckdaten des geplanten Nahwärmenetzes in der Brakeler Innenstadt..... 15

Tab. 8-1: Investitions- und Kostenübersicht des geplanten Nahwärmenetzes
(netto)..... 32

12.4 Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
€/m	Euro pro Meter
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BGA	Biogasanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
ct	Eurocent
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FSB	Franz Schneider Brakel GmbH + Co KG
g	Gramm
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GNR	Gesellschaft zur energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe
h	Stunde(n)
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW	Kilowatt
kW _{el}	Kilowatt elektrisch
kWh	Kilowattstunde
kWh _{Hs}	Kilowattstunde (Brennwert)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Verzeichnisse



KWK-G	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung)
kW_{th}	Kilowatt thermisch
m	Meter
MWh	Megawattstunden
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NRW	Nordrhein-Westfalen
progres.NRW	Bündelung von förderpolitischen Aktivitäten zur Energiepolitik im Land NRW durch das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Anhang I: Kennzahlentabelle

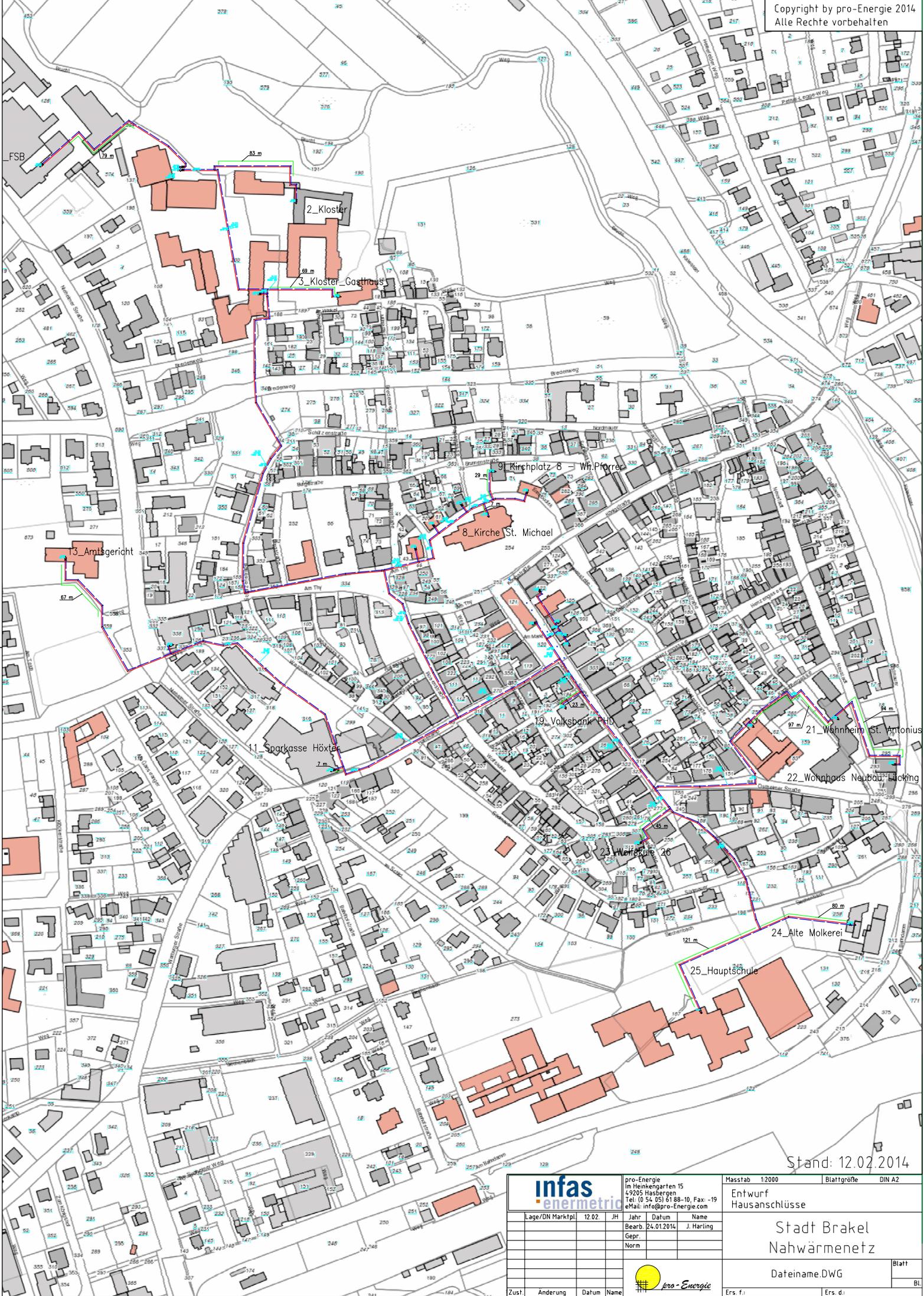
1 Ist-Zustand	Wert	Einheit
2 Basisjahr	2012	[-]
3 Anzahl der Einwohner	16.824	[-]
4 Installierte Leistung KWK elektrisch	2,893	[MW _{el}]
5 Installierte Leistung KWK thermisch	2,919	[MW _{th}]
6 Installierte Leistung Kessel	124,135	[MW _{th}]
7 KWK-basierte Stromerzeugung (nur Eigenerzeugung)	21.430.000	[kWh/a]
8 KWK-basierte Wärmeerzeugung (nur Eigenerzeugung)	21.524.270	[kWh/a]
9 Gesamtstromverbrauch (eigen- und fremderzeugt)	73.575.000	[kWh/a]
10 Gesamtwärmeverbrauch (eigen- und fremderzeugt)	244.968.000	[kWh/a]
11 Jährliche CO ₂ -Emissionen	95.750	[t/a]
12 Jährlicher Primärenergieverbrauch	1.737.154	[GJ/a]
13		
14		
15 Kennzahlen nach der Umsetzung, abgeschätzt/berechnet (Basisjahr 2017)		
16 Installierte Leistung KWK elektrisch	3,443	[MW _{el}]
17 Installierte Leistung KWK thermisch	3,475	[MW _{th}]
18 Installierte Leistung Kessel	125,580	[MW _{th}]
19 KWK-basierte Stromerzeugung (nur Eigenerzeugung)	23.509.000	[kWh/a]
20 KWK-basierte Wärmeerzeugung (nur Eigenerzeugung)	23.625.950	[kWh/a]
21 Gesamtstromverbrauch (eigen- und fremderzeugt)	73.659.500	[kWh/a]
22 Gesamtwärmeverbrauch (eigen- und fremderzeugt)	244.468.000	[kWh/a]
23 Jährliche CO ₂ -Einsparung	3.000	[t/a]
24 Jährlicher Primärenergieeinsparung	6.592.778	[kWh/a]
	23.735	[GJ/a]
25 Erhöhungen der jährlichen KWK-Stromerzeugung	2.079.000	[kWh/a]
26 Erhöhungen der jährlichen KWK-Wärmeerzeugung	2.101.680	[kWh/a]
27 Spezifische CO ₂ -Minderungskosten	724,94	[€/t*a] [netto]
28 Spezifische Primärenergieeinsparungskosten	91,63	[€/GJ*a] [netto]
29 Spezifische KWK-Stromkosten	1,05	[€/kWh*a] [netto]
30 Spezifische KWK-Wärmekosten	10,35	[€/kWh*a] [netto]
31		
32		
33 Vorher/Nachher-Vergleich		
34 KWK-Stromerzeugung/Einwohner in der Kommune vor der Umsetzungsphase	1,274	[kWh/(a*Einwohner)]
35 KWK-Stromerzeugung/Einwohner in der Kommune nach der Umsetzungsphase	1,397	[kWh/(a*Einwohner)]
36 KWK-Wärmeerzeugung/Einwohner in der Kommune vor der Umsetzungsphase	1,279	[kWh/(a*Einwohner)]
37 KWK-Wärmeerzeugung/Einwohner in der Kommune nach der Umsetzungsphase	1,404	[kWh/(a*Einwohner)]
38 KWK-Stromanteil an der Gesamtstromerzeugung in der Kommune vor der Umsetzungsphase	49,9	[%]
<i>(KWK-Stromanteil an dem Gesamtstromverbrauch in der Kommune vor der Umsetzungsphase)</i>	29,1	[%]
39 KWK-Stromanteil an der Gesamtstromerzeugung in der Kommune nach der Umsetzungsphase	52,2	[%]
<i>(KWK-Stromanteil an dem Gesamtstromverbrauch in der Kommune nach der Umsetzungsphase)</i>	31,9	[%]
40 KWK-Wärmeanteil an der Gesamtwärmeerzeugung in der Kommune vor der Umsetzungsphase	8,8	[%]
41 KWK-Wärmeanteil an der Gesamtwärmeerzeugung in der Kommune nach der Umsetzungsphase	9,7	[%]
42		
43 Allgemeines		
44 Zur Anwendung kommende Technik/Technologie		
Einbindung der Abwärme aus bestehender Biogasanlage, 550 kWel-Biomethan-BHKW, Pufferspeicher, Erdgas-Spitzenlastkessel, Nahwärmenetz, Übergabestationen, Einbindung der Bestands-Erdgaskessel von Abnehmern zur Spitzenlast		

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Anhänge



Anhang II: Netzauslegung – Trassenverlauf



Stand: 12.02.2014

		pro-Energie im Henkengarten 15 49205 Hasbergen Tel: (0 54 05) 61 88-10, Fax: -19 eMail: info@pro-Energie.com		Masstab 1:2000 Blattgröße DIN A2	
Entwurf Hausanschlüsse		JH Jahr Datum Name		Blatt	
Stadt Brakel Nahwärmenetz		Bearb. 24.01.2014 Gepr. Norm		Dateiname:DWG	
Zust. Änderung Datum Name				Ers. f.: Ers. d.:	

Wir sind die Netzwerker! Wir schweißen zusammen!

Bewerbung zur KWK-Modellkommune



Bearbeitung:

Stadt Brakel

Am Markt 12
33034 Brakel
+49 5272 360-0



info@brakel.de

Johannes Groppe – Leitung Fachbereich Planen und Bauen

Wilhelm Düsenberg – Stellvertretender Leiter Fachbereich Planen und Bauen

Hendrik Rottländer – Klimaschutzmanager: Fachbereich Planen und Bauen

infas enermetric Consulting GmbH

Airport Center II
Hüttruper Heide 90
48268 Greven
+49 2571 58866-10



info@infas-enermetric.de

Dipl.-Ing. Reiner Tippkötter

Christoph Hanrott M.Eng.

Andrea-Kinga Csiby M.Eng.

Dr. Clemens Elbing