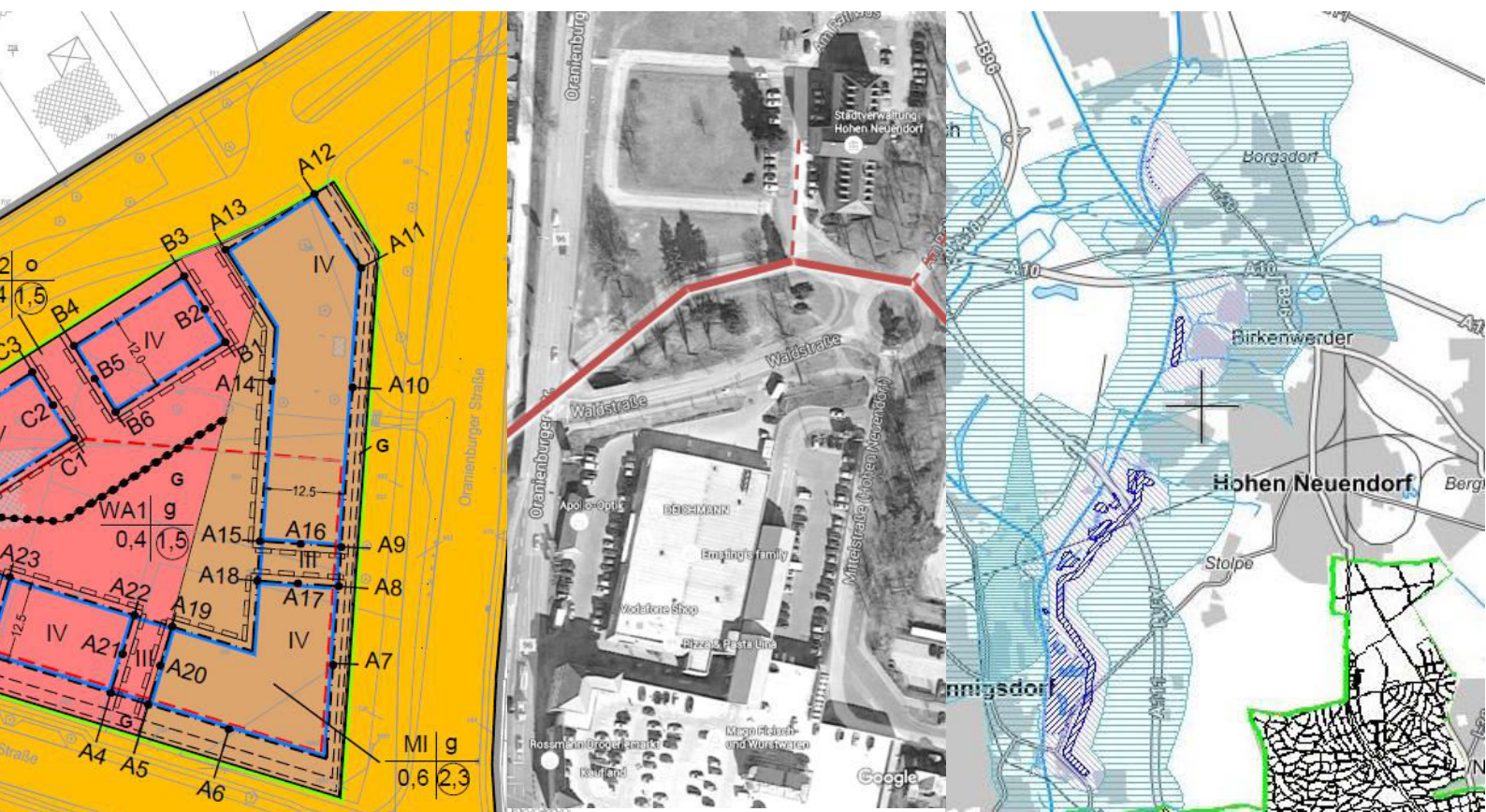


# Untersuchung der ökologischen und ökonomischen Auswirkungen eines Nahwärmenetzes um den Wildbergplatz Stufe I Hohen Neuendorf

## Endbericht



## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Stadtverwaltung Hohen Neuendorf, Oranienburger Straße 2, 16540 Hohen Neuendorf

### **Redaktion, Satz und Gestaltung:**

seecon Ingenieure GmbH, Spinnereistraße 7, Halle 14, 04179 Leipzig

**Redaktionsschluss:** April 2016

**Fotonachweis Titelseite:** B-Plan 56.1 Entwurf, Google Earth, Geothermieportal

## Auftraggeber

### Stadtverwaltung Hohen Neuendorf

Oranienburger Straße 2

16540 Hohen Neuendorf

### Ansprechpartner

Malte Stöck

Klimaschutzbeauftragter

stoeck@hohen-neuendorf.de

## Auftragnehmer

### seecon Ingenieure GmbH

Spinnereistraße 7, Halle 14

D - 04179 Leipzig

Tel.: 0341 / 484 05 11

leipzig@seecon.de

www.seecon.de

Bearbeiter/-in: Florian Finkenstein (Dipl.-Ing.)  
Ingmar Reichert (M.Eng.)  
Antje Strohbach (Dipl.-Ing., M. Sc.)  
Rene Werler (M.Sc.)



## Inhalt

1	Einleitung .....	7
1.1	Klimaschutz als Herausforderung für Stadtentwicklung.....	7
1.2	Veranlassung und Zielsetzung für das Energiekonzept.....	8
1.3	Beschreibung des Untersuchungsraumes.....	8
2	Technologien zur Wärmeversorgung.....	11
2.1	Erdgas .....	11
2.2	Biomasse.....	11
2.3	Wärmepumpen und Geothermie.....	11
2.4	Luftwärmepumpen .....	13
2.5	Eisspeicher .....	13
2.6	Solarthermie .....	13
3	Betreibermodelle .....	15
3.1	Bürgerenergieanlagen .....	15
3.1.1	Schritte zur Realisierung einer Bürgerenergieanlage .....	15
3.1.2	Mögliche Rechtsformen und Vorstellung der häufigsten Formen.....	16
3.2	Contracting .....	20
3.3	Möglichkeiten für den Wildbergplatz .....	20
4	Potenzialanalyse .....	22
4.1	Wärmebedarfsanalyse .....	22
4.1.1	Neubebauung Wildbergplatz .....	22
4.1.2	Umliegende Bestandsgebäude .....	26
4.2	Wärmebereitstellung .....	28
4.2.1	Einzelversorgung .....	28
4.2.2	Nahwärmenetz.....	31
4.2.3	Vergleich von CO <sub>2</sub> -Emissionen und der Wirtschaftlichkeit.....	34
5	Fazit und Ausblick .....	38

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Untersuchungsgebiet im Zentrum von Hohen Neuendorf .....	9
Abbildung 2	Gestaltungsbeispiel – Neubebauung und Freiflächen .....	10
Abbildung 3	Erdwärmekollektoren (links) und Erdwärmesonden (rechts) .....	12
Abbildung 4	Arten finanzieller Bürgerbeteiligungsformen .....	16
Abbildung 5	Verteilung der Parameter auf die Gebietstypen .....	24
Abbildung 6	Verteilung der Wärmeverluste für das Referenzgebäude .....	25
Abbildung 7	Entwicklung der Wärmearbeit für Raumheizung und Warmwasserbereitung am Wildbergplatz .....	25
Abbildung 8	Entwicklung der Gesamtwärmeleistung am Wildbergplatz .....	26
Abbildung 9	Anteiliger Wärmeverbrauch der Bestandgebäude .....	27
Abbildung 10	Ergebnisse Standortabfrage Hohen Neuendorf inklusive Wasserschutzgebiet .....	29
Abbildung 11	Ergebnis der Standortabfrage Wildbergplatz .....	30
Abbildung 12	Verlauf des Nahwärmenetzes .....	32
Abbildung 13	CO <sub>2</sub> -Bilanz der Varianten für die Neubebauung Wildbergplatz .....	34
Abbildung 14	CO <sub>2</sub> -Bilanz der Varianten gesamtes Betrachtungsgebiet .....	35
Abbildung 15	Wärmepreise verschiedener Bauabschnitte (Beispiel) .....	39

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Ziele der Energiewende in Deutschland .....	8
Tabelle 2	Einsatzmöglichkeiten der Energieträger und Technologiekombinationen ...	14
Tabelle 3	Rechtsformen in der Übersicht .....	17
Tabelle 4	Unterscheidung der Arten von Contracting nach DIN 8930-5 .....	20
Tabelle 5	Parameter Referenzgebäude.....	23
Tabelle 6	Wärmebedarfe der geplanten Bebauung am Wildbergplatz.....	23
Tabelle 7	Energetische Kennzahlen der Bestandsgebäude.....	27
Tabelle 8	Parameter Einzelversorgung Erdgas und Solarthermie .....	28
Tabelle 9	Parameter Einzelversorgung Geothermie .....	31
Tabelle 10	Kennzahlen der Objekte im Nahwärmeversorgungsgebiet .....	32
Tabelle 11	Parameter Nahwärmeversorgung mittels BHKW .....	33
Tabelle 12	Parameter Nahwärmeversorgung mittels Biomasse .....	34
Tabelle 13	Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067 .....	36
Tabelle 14	Wärmekosten für eine Wohnung mit 75 m <sup>2</sup> in einem Neubau am Wildbergplatz .....	37

## 1 Einleitung

### 1.1 Klimaschutz als Herausforderung für Stadtentwicklung

Seit den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts mahnen Klimaforscher vor den Auswirkungen eines anthropogen bedingten Klimawandels durch die beständige Zunahme von Treibhausgasen in der Atmosphäre.

Auf der Klimakonferenz der Vereinten Nationen 2015 in Paris verständigte sich die internationale Staatengemeinschaft auf das Einhalten der 2 Grad-Grenze: nur wenn sich das Weltklima im Durchschnitt nicht mehr als 2 °C erwärmt, kann die Funktionalität ökosystemarer Dienstleistungen erhalten werden.<sup>1</sup>

Den Rahmen für die notwendige Reduktion der Treibhausgase geben aktuell zwei Strategien auf europäischer Ebene vor: das Richtlinien- und Zielpaket für Klimaschutz und Energie, auch als 20/20/20-Ziele bekannt, einerseits und der EU-Klima- und Energierahmen 2030 andererseits (EU-KIEn 2030). 20/20/20 bezieht sich dabei auf drei Ziele bis zum Jahr 2020<sup>2</sup>:

- Die Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 20 % gegenüber dem Referenzjahr 1990
- Die Erhöhung der Energieeffizienz um 20 %
- Ein Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch von 20 %

Innerhalb des EU-Klima- und Energierahmens 2030 sollen die gleichen Zielgrößen bis 2030 ausgebaut werden:

- Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 40 % gegenüber dem Referenzjahr 1990
- 27 % Energieeinsparungen
- ein Anteil der erneuerbaren Energien von 27 %<sup>3</sup>

In Deutschland ist der Begriff „Energiewende“ seit Anfang der 2000er Jahre nicht nur politisch stark verbreitet. Neben dem Aspekt des Klimaschutzes spielen wirtschaftliche Faktoren innerhalb der Energiewende eine entscheidende Rolle:

- knapper werdende fossile Energieträger,
- die hohe Importabhängigkeit Deutschlands, vor allem bei Öl und Erdgas, und
- die steigenden Energiekosten auf dem Weltmarkt.

Zentrale Elemente der Gestaltung und Umsetzung der Energiewende in Deutschland sind die Einsparung von Energie, der effizientere Umgang mit Energie und der Einsatz regenerativer Energieträger (siehe Tabelle 1). Das Potenzial zur Energieeinsparung liegt größtenteils in der Senkung des Verbrauchs und der Vermeidung von Verkehr. Die Steigerung der Effizienz beschreibt die rationelle Energienutzung und -umwandlung, die z. B. durch die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung verbessert werden kann. Der Einsatz regenerativer Energieträger zielt auf eine CO<sub>2</sub>-arme Energie-

<sup>1</sup> Bals et al. (2016) Wendepunkt auf dem Weg in eine neue Epoche der globalen Klima- und Energiepolitik. Die Ergebnisse des Pariser Klimagipfels COP 21. Germanwatch e.V., Bonn 2016

<sup>2</sup> [http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm); 17.04.2015

<sup>3</sup> [http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm); 17.04.2015

versorgung hin. Voraussetzung ist, dass Einspar- und Effizienzmaßnahmen zuerst ausgeschöpft werden. Darauf aufbauend kann ein verringerter Energiebedarf durch die Nutzung emissionsarmer Energieträger gedeckt werden.

**Tabelle 1** Ziele der Energiewende in Deutschland

Ziel	bis 2020	bis 2050
Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung	35 %	80 %
Senkung der Treibhausgasemissionen	40 %	80 %
Einsparung Primärenergie	20 %	80 %

Ein weiteres Kernelement der deutschen Energiewende ist der Strukturwandel: weg von wenigen konventionellen fossilen Kraftwerken, hin zu einer Dezentralisierung und Demokratisierung der Energieerzeugung durch Wind- und Solarparks sowie Biomasse- und Geothermieanlagen an vielen verschiedenen Standorten. An dieser Stelle wird die Bedeutung regional wirkender Akteure deutlich. Insbesondere Neubauvorhaben wie Nahwärmenetze bieten die Chance, von Beginn an moderne Wärmeerzeugungstechnologien einzusetzen und zeitgleich umliegende Gebäude zu versorgen. Sie legen den Grundstein für eine zukunftsfähige und unabhängige Energieversorgung die zum Erreichen der Klimaschutzziele als auch zur regionalen Wertschöpfung beitragen.

## 1.2 Veranlassung und Zielsetzung für das Energiekonzept

Der Bebauungsplan Nr. 56.1 für das Gebiet am Wildbergplatz in Hohen Neuendorf befindet sich derzeit in der Aufstellung, wobei eine Ausweisung von Wohnbebauung vorgesehen ist. Das im Zentrum der Stadt befindliche Baugebiet bietet damit die Möglichkeit innovative Wärmeversorgungslösungen umzusetzen, die ebenfalls zur Senkung der Emissionen der umliegenden Bebauung beitragen können. Im unmittelbaren Umfeld befinden sich Liegenschaften der Stadt Hohen Neuendorf, die für einen Anschluss an ein gemeinsames Wärmeversorgungssystem geeignet sind.

Im Zusammenhang mit dem Bebauungsplan Nr. 56.1 soll die Thematik einer nachhaltigen Wärmeversorgung mit Nahwärmeoption geprüft werden. Die konzeptionellen Grundlagen bestehen aus einem zweistufigen Verfahren. Die Stufe I umfasst die Vorprüfung der möglichen Technologien sowie von Vertriebs- und Betreibermodellen.

Die Ergebnisse der Stufe I sind in vorliegendem Bericht zusammengefasst.

In der Stufe II werden im Anschluss die Vorzugsvarianten detailliert untersucht und das Untersuchungsgebiet deutlich erweitert. Eine Bearbeitung im Rahmen eines quartiersbezogenen Klimaschutzkonzeptes gemäß der Förderlinie Energetische Stadtsanierung KfW 432 ist aufgrund des durch den Bund mit min. 65 % geförderten Konzeptformates als Rahmen zu empfehlen.

## 1.3 Beschreibung des Untersuchungsraumes

Die folgende Beschreibung basiert auf der Begründung zum B-Plan Nr. 56.1 „Wildbergplatz Stadtteil Hohen Neuendorf“ (Entwurfsstand 20.05.2015 inkl. redaktioneller Änderung aufgrund des SVV-Beschlusses B035/2015 vom 28.08.2015 Anlage 3) und fasst die für das Energiekonzept wesentlichen Randbedingungen am Standort zu-



sammen. Das Gebiet für die Neubebauung befindet sich im Zentrum des Stadtteils Hohen Neuendorf und wird von der Triftstraße im Nordwesten, der Oranienburger Straße im Osten sowie von der Karl-Marx-Straße im Süden begrenzt.



**Abbildung 1** Untersuchungsgebiet im Zentrum von Hohen Neuendorf<sup>4</sup>

In unmittelbarer Nähe befinden sich eine Grundschule, die Feuerwehr, die Stadthalle, das Rathaus, eine Kindertagesstätte und das Gymnasium des Landkreises Oberhavel. Die Objekte sind als kommunal betriebene Gebäude prädestiniert als feste Wärmeabnehmer (sogenannte Ankerkunden) und werden im Rahmen einer Nahwärmeversorgung auch innerhalb der vorliegenden Untersuchung als mögliche Bestandteile betrachtet.

Die geplante Neubebauung gliedert sich in einen Bereich mit reiner Wohnbebauung und in ein Mischgebiet mit möglicher gewerblicher Nutzung im Erdgeschossbereich. Die Geschossanzahl von 4 wird nicht durchgängig erreicht und unterliegt auch lärm-schutztechnischen Zwängen, die in den stark befahrenen umgebenen Straßen sowie in der Nähe zu einer Gleisstrecke begründet sind.

<sup>4</sup> Begründung B-Plan 56.1 – Entwurf 20.05.2015



Abbildung 2      Gestaltungsbeispiel – Neubebauung und Freiflächen<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Begründung B-Plan 56.1 – Entwurf 20.05.2015

## 2 Technologien zur Wärmeversorgung

Im Folgenden werden die innerhalb verschiedener Varianten untersuchten Energieträger zusammenfassend charakterisiert.

### 2.1 Erdgas

Gaskessel oder wandhängende Thermen sind Standardlösungen, die in Kombination mit der Nutzung des Brennwerteffektes eine ausgereifte Technologie zur Wärmebereitstellung darstellen. Der Einsatz ist für zu sanierende Bestandsgebäude problemlos möglich. Für Neubauten müssen hingegen die Vorgaben des EEWärmeG<sup>6</sup> eingehalten werden. Daher müsste bei diesen Objekten zusätzlich eine Solarthermieanlage zur Warmwasserbereitung vorgesehen werden. In Nahwärmenetzen kommt Erdgas sowohl für die Kraft-Wärme-Kopplung als auch für den Einsatz in Spitzenlastkesseln in Frage.

### 2.2 Biomasse

Der Einsatz von Holz in Form von Pellets oder Hackschnitzeln ist durch die Entwicklung moderner Feuerungssysteme immer populärer geworden. Holz als regional erzeugter, erneuerbarer Brennstoff kann dadurch effizient für eine erneuerbare Wärme-gewinnung genutzt werden. Die Vorhaltung des Holzes erfolgt vor Ort in den Gebäuden oder in extra errichteten Bunkern. Die dafür benötigten Flächen müssen durch den Bau-träger entweder zusätzlich bereitgestellt oder von den bestehenden Flächen abgezogen werden. Weiterhin gilt es zu beachten, dass die Möglichkeit einer regelmäßigen Brennstoffanlieferung durch Lkw im Gebiet gewährleistet sein muss.

Darüber hinaus verursacht die Wärmebereitstellung aus Holz ein spezifisches Emissionsprofil. Vor allem die Stickoxidemissionen sind höher als bei Öl- oder Gasfeuerungen.

Im verdichteten Siedlungsbereich ist diese Lösung daher – auch bei Einhaltung der Grenzwerte – nicht unumstritten.

Zusätzlich zu Holz kann, bei lokaler Verfügbarkeit, auch über den Einsatz von Stroh- oder Heuballen für die Wärmeerzeugung in einem Quartier nachgedacht werden. Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung solcher Konzepte sind eine Strohheizungsanlage in Gülzow (PLZ 18276) und eine kombinierte Heu- und Hackschnitzelfeuerung in Malchin (PLZ 17139). Beide Referenzobjekte befinden sich in Mecklenburg-Vorpommern und betreiben mit einer Leistung von 800 bzw. 1000 kW ein Nahwärmenetz.

### 2.3 Wärmepumpen und Geothermie

Die Geothermie, auch Erdwärme genannt, ist die im oberen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Sie umfasst die in der Erde gespeicherte Energie, die sowohl direkt zum Heizen und Kühlen (über eine Wärmepumpenheizung) als auch zur Erzeugung von elektrischem Strom oder in einer Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden kann. Dabei wird vorrangig zwischen oberflächennaher und Tiefengeothermie unterschieden. Tiefengeothermie kann aufgrund der bei der Bohrung auftretenden Erschütterungen und der unmittelbar umliegenden Bebauung (bspw. Kaufland und vor

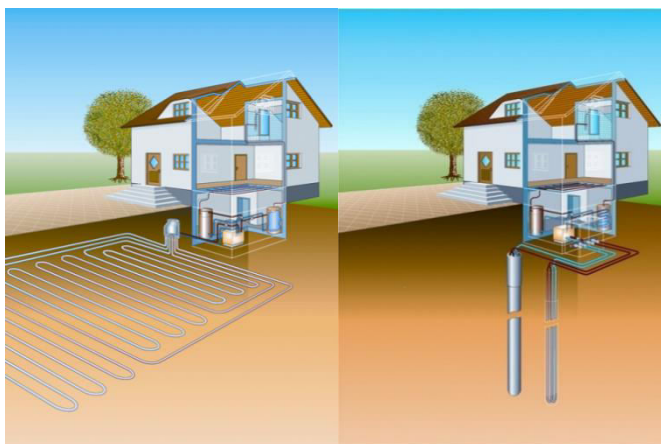
---

<sup>6</sup> Erneuerbare-EnergienWärmegesetz - EEWärmeG

allein die angrenzenden Brückenbauwerke) für den Fall des Wildbergplatzes ausgeschlossen werden.

Als oberflächennahe Geothermie wird allgemein die Nutzung der Erdwärme in einem Tiefenbereich zwischen der Erdoberfläche und 400 m bezeichnet. Da die Temperaturen in diesem Bereich nur zwischen 8 und 25 °C liegen, ist der Einsatz von Wärmepumpen erforderlich. Einschränkend gilt, dass ab einer Tiefe von 100 m für die Errichtung von Sondenanlagen ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren erforderlich ist.

Bei der Nutzung der oberflächennahen Geothermie werden prinzipiell zwei geschlossene Systeme angewendet: Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden. Erdwärmesonden werden mittels Bohrung im Erdreich versenkt, um geothermische Wärmeströme nutzbar zu machen. Erdwärmekollektoren sind Wärmeübertrager, welche sehr nah unter der Erdoberfläche installiert werden. Der größte Teil der bereitgestellten Wärme stammt hierbei aus solaren Einträgen in den Boden. Der Flächenverbrauch von Erdwärmekollektoren übersteigt den der Sonden um ein Vielfaches, kann aber bei ohnehin erforderlichen Flächenumbauten (Parkplätze, Geländeauftrag etc.) eine kostengünstige Alternative darstellen. Die folgende Abbildung verdeutlicht den Aufbau beider Systeme.



**Abbildung 3** Erdwärmekollektoren (links) und Erdwärmesonden (rechts)<sup>7</sup>

Neben der Nutzung der Abwärme aus dem Boden besteht auch die Möglichkeit, Grund- oder Oberflächenwasser zur Wärmegewinnung zu nutzen. Voraussetzung dafür ist, dass genügend Wasser in geringer Entfernung zur Wärmepumpe zur Verfügung steht und eine Möglichkeit zur Ableitung des nach der thermischen Nutzung abgekühlten Wassers vorhanden ist (z. B. in ein Oberflächengewässer). Zur Errichtung einer Wärmepumpe in einem Oberflächengewässer ist eine wasserrechtliche Genehmigung bei der unteren Wasserbehörde einzuholen. Eventuell ist auch die Naturschutzbehörde einzubeziehen. Diese Varianten sind auf dem Wildbergplatz aufgrund einer geplanten Änderung der Trinkwasserschutzzone nicht mit Sicherheit umsetzbar.

Im Bestand ist der Einsatz von Erdwärmekollektoren eher ungeeignet, da der Flächenbedarf deutlich höher ist und sich das Aufbrechen bereits versiegelter Flächen wirtschaftlich nicht darstellen lässt bzw. über diesen Flächen keine uneingeschränkte

<sup>7</sup> Bundesverband Wärmepumpe

Nutzung möglich ist. Erdwärmesonden können eher sinnvoll eingesetzt werden, da bereits eine geringe Fläche genügt, um die Sonden zu setzen.

Der Einsatz von Wärmepumpensystemen ist nur bei geringen Vorlauftemperaturen der Heizungsanlagen wirtschaftlich (ca. 35 °C). Im Altbaubestand wird es durch die Nutzung dieser Technologie schwierig, genügend Fläche für die Deckung der Heizlast bereitzustellen.

### **2.4 Luftwärmepumpen**

Die Technik ist aufgrund der hohen Geräusch-Emissionen bei der Luftansaugung insbesondere für den Einsatz in Wohngebieten sehr umstritten. Darüber hinaus kann der Großteil der Wärme nur im Sommer gewonnen werden. Daher kommt die Technologie hauptsächlich bei Einfamilienhäusern zum Einsatz, für Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude ist das Einsatzspektrum sehr begrenzt.

### **2.5 Eisspeicher**

Die Eisspeicher-Technologie stellt eine Variante dar, die es schafft, solarthermisch gewonnene Wärme über lange Zeit zu speichern. Der sogenannte Eisspeicher ist ein großer Betonkörper, der zum Großteil im Boden eingelassen wird. Die Wärme, die mit Hilfe der Solarthermie gewonnen wird, wird in das Innere des Körpers geleitet und dort gespeichert. Am Ende des Sommers ist somit eine Temperatur um die 30 bis 40°C erreichbar. Über den Winter kann all diese Wärme dem Speicher entzogen werden, sodass zu Beginn des nächsten Sommers der komplette Speicherinhalt gefroren ist. Hierbei wird vor allem auch die Energie, die beim Phasenwechsel von flüssigem Wasser zu Eis freigesetzt wird, genutzt. Der Entzug der Wärme erfolgt mit der üblichen Wärmepumpen-Technologie. Die Herausforderung besteht darin, den Speicher groß genug zu dimensionieren, sodass es nicht zu Leistungsabfällen vor Ende der Heizperiode kommt und unnötig viel Strom zum Nachheizen eingesetzt werden muss.

### **2.6 Solarthermie**

Die Solarthermie stellt keine eigenständig zur Wärmeversorgung ausreichende Technologie dar. Vielmehr ist es eine Komponente, die wie bereits geschildert, in Verbindung mit anderen Technologien zum Einsatz kommt. Für Objekte mit geringen Wärmebedarfen (bspw. Passivhaus) gibt es auch Lösungen mit Saisonspeichern zur alleinigen solaren Beheizung, auch in den Wintermonaten. Im Mehrfamilienhausbereich sind hingegen enorme Speichervolumina notwendig, die wirtschaftlich häufig nicht darstellbar sind.

Tabelle 2 stellt die prinzipiellen Möglichkeiten des Einsatzes der beschriebenen Energieträger und Technologien dar und zeigt, welche Lösungen für Einzel- oder zentrale Anlagen in Frage kommen. Außerdem ist die Eignung für die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme sowie die Einbindung lokaler Energie-„Rohstoffe“ aufgeführt.

Tabelle 2 Einsatzmöglichkeiten der Energieträger und Technologiekombinationen

Energieträger/ Technologiekombination	Einzellösung	Nahwärme- Netz	KWK	Einbindung regionaler Energie-"Rohstoffe"
Erdgas	+	+	+	-
Biogas	+	+	+	+
Biomasse	+	+	+	+
WP Erdwärme	+	-	-	+
WP Luft	+	-	-	+
Eisspeicher	+	+	-	+
Solarthermie	+	+	-	+

### 3 Betreibermodelle

Für den Betrieb der künftigen Wärmeversorgung mittels Nahwärmenetz stellt sich prinzipiell die Frage, ob dieser in Eigenregie (Eigentümer der zu versorgenden Objekte) oder durch einen externen Betreiber geschehen soll. In jedem Fall ist eine Rechtsform zu wählen, welche sich am besten mit den Zielen der Unternehmung verbinden lässt.

Zum Betrieb einer komplexen Nahwärmeversorgungsanlage sind klassischerweise zwei Optionen denkbar: als Bürgerenergieanlage und über ein Contracting-Modell. Beide Optionen werden im Folgenden näher erläutert.

#### 3.1 Bürgerenergieanlagen

Ein Zusammenschluss von mehreren Bürgern kann gemeinschaftlich Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien errichten oder finanzieren. Häufig ist eine kleine Beteiligung des Einzelnen schon ausreichend, um an einer Bürgerenergieanlage zu partizipieren. Die Beteiligten teilen sich nicht nur die Investitionskosten und das finanzielle Risiko, sondern auch den Gewinn.

##### 3.1.1 Schritte zur Realisierung einer Bürgerenergieanlage

Im ersten Schritt müssen Initiatoren und Mitstreiter für eine dezentrale Energieversorgungsform gesucht werden. Bürgerliches Engagement kann durch die Kommune gebündelt und unterstützt aber nicht erzeugt oder ersetzt werden. Persönliche Ansprachen potenzieller Akteure haben sich in anderen Projekten bewährt. Vor der Investitionsentscheidung gilt es zunächst die Eignung der dezentralen Energieversorgungsform technisch und wirtschaftlich zu bewerten. Fachkundige Planer, Installateure und Betreiber sind während der Planungsphase mit einzubeziehen.

Im nächsten Schritt müssen der gesellschaftsrechtliche Rahmen gefunden und Verantwortlichkeiten festgelegt werden. Man unterscheidet zwischen „aktiven“ und „passiven“ finanziellen Bürgerbeteiligungen. Um einen kleinen Einblick in das breite Spektrum der Beteiligungsformen zu gewinnen, werden im Kapitel 3.1.2 einige Möglichkeiten vorgestellt.

Ist eine dezentrale Lösung (z. B. Nahwärmenetz) gefunden und effizient umsetzbar, müssen Angebote und Genehmigungen für die bauliche Anlage eingeholt werden. Falls Zweifel in Hinblick auf Belange des Denkmalschutzes, örtliche Gestaltungssatzungen, Aussagen des Bebauungsplans und Abstandsflächen bestehen, empfiehlt sich eine Klärung mit der örtlichen Bauaufsichtsbehörde. Außerdem sollte bei Bedarf (Stromerzeugung durch KWK) der Kontakt zum örtlichen Netzbetreiber hergestellt werden, um dessen Anforderungen für die Stromeinspeisung abzuklären. Empfehlenswert ist, mehrere Angebote einzuholen, da die Preise erfahrungsgemäß deutlich variieren. Bei der Auftragsvergabe ist, nicht nur auf das wirtschaftlichste Angebot, sondern auch auf die Qualität von Überwachungs- und Serviceleistungen sowie die Garantiebedingungen zu achten. Durch Einbeziehung geeigneter fachlicher Berater kann der Projekterfolg abgesichert werden.

Die Anlage kann nun von der beauftragten Firma errichtet werden. Diese ist, falls die Anlage Strom produziert, für die Abstimmung mit dem örtlichen Netzbetreiber zur Einspeisung in das lokale Stromnetz verantwortlich. Der Einspeisevertrag wird mit der entsprechenden Bürgerenergie-Gesellschaft abgeschlossen. Nachdem ein Inbetriebnahmedatum feststeht, muss die Bundesnetzagentur darüber informiert werden. Geschieht das nicht fristgemäß, erlischt für den Netzbetreiber die Pflicht, den Strom aus dieser Anlage gemäß KWKG zu vergüten.

Parallel ist eine Meldung beim Finanzamt zu tätigen. Aufgrund des durch das KWKG festgelegten Bonus liegt beim Betrieb einer Anlage regelmäßig eine Gewinnerzielungsabsicht vor, sodass gewerbliche Einkünfte erzielt werden, die wiederum bei der Steuererklärung anzugeben sind. Bei einer jährlichen Überschreitung des Freibetrages ist eine Gewerbesteuer zu entrichten. Weitere Informationen in steuerlicher Hinsicht sind beim Finanzamt in Erfahrung zu bringen.

Es ist unabdingbar, den Prozess von Beginn an juristisch begleiten zu lassen.

### 3.1.2 Mögliche Rechtsformen und Vorstellung der häufigsten Formen

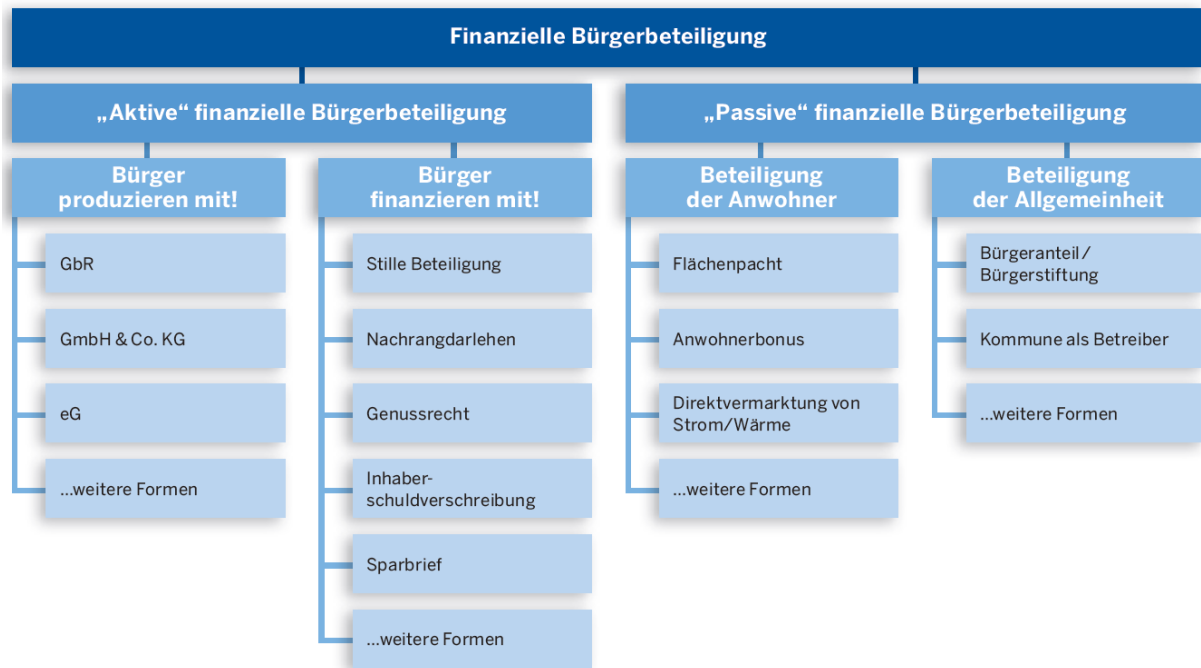


Abbildung 4 Arten finanzieller Bürgerbeteiligungsformen<sup>8</sup>

Die folgende Tabelle verschafft zunächst einen Überblick ausgewählter Rechtsformen, die weiterführend näher erläutert werden:

<sup>8</sup> Quelle: EnergieRegion NRW, Klimaschutz mit Bürgerenergieanlagen, S. 6.



Tabelle 3 Rechtsformen in der Übersicht<sup>9</sup>

RF <sup>10</sup>	GbR	GmbH & Co. KG	Genossenschaft (eG)	Stiftung	eingetragener Verein (e.V.)
Gründungsaufwand	sehr gering: mindestens 2 Personen; formloser Vertrag  ausreichend; keine Eintragung in ein Register	hoch: mindestens zwei Gesellschafter; Gesellschaftsverträge für GmbH und GmbH & Co. KG nötig, der GmbH-Vertrag ist notariell zu beurkunden; Eintragung ins Handelsregister für GmbH und GmbH & Co. KG	hoch: mindestens drei Mitglieder; Prüfung von Businessplan und Satzung durch den Genossenschaftsverband; keine notarielle Beurkundung der Satzung; Eintragung ins Genossenschaftsregister	Muss staatlich durch Stiftungsbehörde anerkannt werden.  Eine Stiftung hat i.d.R. eine Satzung, die Art ihrer Verwirklichung festschreibt.	Gering: Zusammenschluss von mindestens sieben Personen;  Festlegung einer schriftlichen Satzung, keine notarielle Beurkundung  Gründung entsteht durch Eintragung ins Vereinsregister.
Verwaltungsaufwand	gering: keine Pflicht zur Erstellung von Jahresabschlüssen; Gewinnermittlung  aber für die Verteilung des Überschusses auf die Gesellschafter nötig	hoch: Pflicht zur Erstellung von Jahresabschlüssen für GmbH und GmbH & Co KG; gesetzliche Prüfungs- und Publizitätsvorschriften für Jahresabschlüsse mit Erleichterungen für kleine und mittelgroße Kapitalgesellschaften	hoch: Prüfung durch Genossenschaftsverband; Pflicht zur Erstellung von Jahresabschlüssen; gesetzliche Prüfungs- und Publizitätsvorschriften für Jahresabschlüsse mit Erleichterungen für kleine und mittelgroße Genossenschaften	Jährliche Prüfung durch Stiftungsaufsicht auf Einhaltung der Stiftungszwecke der Satzung und dass Vermögensanlage dem Stiftungszweck entsprechend erfolgt; Prüfung der Gemeinnützigkeit durch Finanzamt alle drei Jahre <sup>11</sup>	Vereinsatzung bei Gründung des Vereins niederschreiben; zwei vorgeschriebene Organe: Vorstand und Mitgliederversammlung; zusätzlich kann auch ein Beirat, Aufsichtsrat oder Kuratorium gebildet werden;  Durchführung einer jährlichen Mitgliederversammlung bzw. Delegierten- oder Hauptversammlung
Ein- und Austritt	schwierig: bei Ein- oder Austritt von Gesellschaftern erlischt grundsätzlich die Gesellschaft, abweichende Regelung im Gesellschaftsvertrag möglich; Rückzahlung der Gesellschaftereinlage ebenfalls im Gesellschaftsvertrag zu regeln	für GmbH-Gesellschafter schwierig: Kündigung nicht möglich; Geschäftsanteile können verkauft und vererbt werden; Rückzahlung der Geschäftsanteile im Gesellschaftsvertrag zu regeln; Anspruch auf Kapitalerhaltung  für Kommanditisten mittel: Kündigung oder Übertragung möglich; Rückzahlung im Gesellschaftsvertrag zu regeln; Vermerk von Veränderungen im Handelsregister	einfach: Eintritt von Mitgliedern mit Zustimmung der eG, Austritt ohne Zustimmung möglich; Kündigung von Genossenschaftsanteilen unter Einhaltung einer Kündigungsfrist möglich, Anspruch auf Rückzahlung der Anteile; keine Eintragung der Mitglieder ins Genossenschaftsregister	Stiftungen sind auf Dauer aber kann auch mit begrenzter Lebensdauer angelegt werden. Stiftungswille bleibt für die Stiftungsorgane auf alle Zeiten bzw. bis zum Erlöschen verbindlich	Eintritt durch Beitritt in Verein (Vertrag)  Mitgliedschaft endet bei Ausschluss, Austritt oder Auflösung des Vereins; Austrittserklärung ist eine empfangsbedürftige Willenserklärung

<sup>9</sup> Quelle: EnergieRegion NRW, Klimaschutz mit Bürgerenergieanlagen, S. 13.

<sup>10</sup> RF=Rechtsform

<sup>11</sup> [https://www.protestsparen.de/fileadmin/user\\_upload/bws/pdf/Protestsparen/Informationen\\_Protestsparen.pdf](https://www.protestsparen.de/fileadmin/user_upload/bws/pdf/Protestsparen/Informationen_Protestsparen.pdf), Seite 8

RF	GbR	GmbH & Co. KG	Genossenschaft (eG)	Stiftung	eingetragener Verein (e.V.)
Gesellschafterhaftung	unbeschränkt: alle Gesellschafter haften gesamtschuldnerisch mit ihrem Privatvermögen	beschränkt: Haftung der GmbH Gesellschafter und der Kommanditisten ist auf ihre jeweilige Kapitaleinlage beschränkt	beschränkt: Beschränkung der Haftung der Mitglieder auf Genossenschaftsanteile in Satzung möglich	Informationen über Innen- und Außenhaftung, Versicherungsschutz u.v.m. sind unter folgendem Link zu finden: <a href="http://www.die-stiftung.de/recht-steuern/stiftungs-und-gemeinnuetzigkeits-recht/haftungsrisiken-und-privilegien-fuer-stiftungen-29924">http://www.die-stiftung.de/recht-steuern/stiftungs-und-gemeinnuetzigkeits-recht/haftungsrisiken-und-privilegien-fuer-stiftungen-29924</a>	Einzelnen Vereinsmitglieder haften nicht mit ihrem jeweiligen Privatvermögen, sondern nur der Verein mit dem Vereinsvermögen. Liegen die Voraussetzungen für eine persönliche Haftung des Vereinsmitglieds vor, haften also sowohl der Verein als auch das handelnde Mitglied persönlich.
Mitspracherechte	beschränkt: Beschränkung der Haftung der Mitglieder auf Genossenschaftsanteile in Satzung möglich	für GmbH-Gesellschafter hoch: Geschäftsführung und Vertretung der Gesellschaft durch die GmbH-Gesellschafter, Beauftragung von externem Dritten mit Geschäftsführung möglich  für Kommanditisten gering: Kontroll- und Informationsrechte wie die Einsichtnahme in Bücher und Papiere	mittel: Mitglieder wählen Aufsichtsrat und ggf. Vorstand; Geschäftsführung durch Vorstand; Antrags-, Rede-, Stimm- und Auskunftsrechte der Mitglieder in der Generalversammlung  (i. d. R. eine Stimme pro Mitglied unabhängig von Anzahl der Genossenschaftsanteile)	Ehrenamtliche Stiftungsräte und –vorstände vertreten die Stiftung nach außen. Es können auch zusätzliche Organe und Gremien eingerichtet werden.	Die Mitglieder wählen einen Vorstand, der den Verein nach außen vertritt. Jedes Mitglied hat eine Stimme und kann somit bei Entscheidungen Einfluss nehmen;  Beschluss in Mitgliederversammlung über die Errichtung und den Betrieb der Teilanlage jedes Mitgliedes
Mindestkapital	keine Mindesteinlage	Stammkapital der GmbH: 25.000 Euro, keine Mindesteinlage für Kommanditisten	kein festes Startkapital, kein Mindestbeitrag für den Genossenschaftsanteil, pro Mitglied mindestens ein Anteil	Gründungskapital: 50.000-100.000€ ; Einbringung von Sachwerten möglich	Gründungskosten sehr gering: schon für rund 100€ können kleine Vereine gegründet werden

Die GbR ist die Urform einer Gesellschaft und am schnellsten, einfachsten und kostengünstigsten zu gründen. Sie eignet sich für eine dauerhafte, aber auch kurzfristige Zusammenarbeit. Für jedes Kilowatt erzeugten Stromes wird dem Eigentümer eine Einspeisevergütung gewährt. Nach Abzug der laufenden Kosten wird ein eventuell generierter Überschuss an die Gesellschafter verteilt (im Gesellschaftervertrag präzisiert).

Die Gründung einer GbR in Verbindung mit einem eingetragenen Verein minimiert die Haftungsrisiken. Einige Bürgersolaranlagen sind beispielsweise zu dieser Kombination übergegangen. „Dabei wird die GbR nach wie vor Eigentümerin der Photovoltaikanlage und Empfängerin der Einspeisevergütung. Der Verein wird als Dienstleister von der GbR mit der Errichtung und Betriebsführung der Photovoltaikanlage betraut. In dem Dienstleistungsvertrag übernimmt der Verein die damit verbundene Haftung.“<sup>12</sup>

Im Gegenzug zur GbR ist der Gründungs- und Verwaltungsaufwand bei einer GmbH & Co. KG nicht zu unterschätzen und lohnt daher erst bei größeren Projekten in Millionenhöhe, die

<sup>12</sup> Quelle: EnergieRegion NRW, Klimaschutz mit Bürgerenergieanlagen, S. 7.

in dieser Größe häufig komplexer sind und das unternehmerische Risiko steigt. Beispiele hierfür sind: Windkraft-, Photovoltaik- und Biomasseanlagen. Die Mischform beschränkt zum einen die Haftung der Beteiligten und erleichtert zum anderen die Einbindung der Kapitalgeber. Die Komplementäre übernehmen dabei die persönliche Haftung und Geschäftsführung, die Kommanditisten haften, ohne Mitwirkung an der Unternehmensleistung, in Höhe ihres eingebrachten Kapitals. Mit anderen Worten: Die Bürger können als Kommanditisten viel Kapital ohne Haftungssorge zur Verfügung stellen.

Bei größeren Projekten empfiehlt es sich auch die Gründung einer eingetragenen Genossenschaft (eG) in Erwägung zu ziehen. Eine eG unterliegt dem Genossenschaftsgesetz aufgrund ihrer eigenen Rechtspersönlichkeit. Die Vorteile der „demokratischen“ Rechtsform sind die beschränkte Haftung aller Mitglieder in Höhe ihrer Kapitaleinlage und die problemlose Aufnahme neuer Genossenschaftsmitglieder, da sie nicht in ein öffentliches Register eingetragen werden müssen. Vor Eintragung ins Genossenschaftsregister muss sie zunächst vom zuständigen Genossenschaftsverband geprüft werden (Aufwand: siehe. Tabelle), der gleichzeitig von der Beratungsleistung des Genossenschaftsverbandes begleitet wird. „Für die Mitglieder der Genossenschaft besteht die Rendite aus der jährlichen Dividende für die gezeichneten Genossenschaftsanteile. Wie bei der GmbH & Co. KG besteht bei begrenztem Kapitaleinsatz das Risiko eines Kapitalverlustes.“<sup>13</sup>

Schlussendlich ist eine Risiko-Chancen-Analyse durchzuführen und ausführliche Informationen über die zu wählende Rechtsform einzuholen, bevor sie eine Beteiligung eingehen. Es ist u. a. zu prüfen, ob die Pflicht nach dem Kapitalanlagengesetzbuch (KAGB) besteht.<sup>14</sup>

Weitere Möglichkeiten sind, Vereine, Stiftungen, Zweckverbände und Gemeindewerke zu gründen. Um einen Verein ins Leben zu rufen, müssen sich mindestens sieben Personen zusammenschließen. Der Aufwand ist dabei gering. Allerdings besteht für die Vorstandsmitglieder des Vereins ein erhebliches Haftungsrisiko. Der Verein muss beim zuständigen Amtsgericht und Vereinsregister eingetragen werden und wird gegebenenfalls beim Finanzamt als gemeinnützige Institution eingestuft. Jedes Mitglied kann seine eigene Teilanlage im Rahmen der Gesamtanlage errichten und betreiben (ist in Mitgliederversammlung zu beschließen). Vorteil dabei ist, dass jede Anlage einen eigenen Zähler zur Stromerzeugung erhält und die Abrechnung der eingespeisten Energie über einen Stromliefervertrag direkt mit dem Betreiber abgewickelt wird. Die Versicherung der Gesamtanlage für alle Mitglieder wird wiederum aus Kostengründen über den Verein abgeschlossen. Mit der Produktion und dem Verkauf der Energie übt jedes Mitglied eine gewerbliche Tätigkeit aus und muss somit Steuern abführen. Bei der Gründung eines Gemeindewerkes, ist Kontakt mit dem Verband kommunaler Unternehmen aufzunehmen.<sup>15</sup>

Ein Zweckverband ist ein Zusammenschluss mehrerer kommunaler Gebietskörperschaften, der eine Satzung sowie Mitglieder, die Bildung der Organe, die Regelung seiner Finanzen und die Durchführung regelmäßiger Zweckverbandsversammlungen erfordert. Weitere Informationen über diese Rechtsform sind bei den entsprechenden Stellen einzuholen. Während der Planung einer Bürgerenergieanlage ist eine juristische Beratung unumgänglich. Weitere Informationen zu steuerlichen und finanziellen Rahmenbedingungen aller Rechtsformen sind bei den zuständigen Stellen einzuholen.

---

<sup>13</sup> ebd., S. 11.

<sup>14</sup> Vgl. ebd.

<sup>15</sup> S. <http://www.vku.de/startseite.html>

Welche Betreiberform letzten Endes für ein Projekt am besten geeignet ist, hängt vom Projekt, von den handelnden Personen und den Voraussetzungen ab und ist im Einzelfall sorgfältig abzuwägen. Die Übernahme von Verantwortung für die eigene Energieversorgung ist in jedem Fall ein Schritt in Richtung Zukunftssicherheit, der einige Mühe wert ist.

### 3.2 Contracting

Bei dem Betrieb der Wärmeversorgung durch einen externen Contractor werden die anfallenden Kosten für die Errichtung und/oder den Betrieb vollständig an den Contractor übergeben. Der Contractor wiederum veräußert die Wärme an den Endkunden. Wesentlicher Vorteil in der Inanspruchnahme eines Contractors ist das Abgeben des unternehmerischen Risikos an diesen. Die DIN 8930-5 unterscheidet vier Arten von Contracting. Tabelle 4 zeigt deren Bezeichnung sowie häufig verwendete Synonyme auf und ordnet die im Vertrag enthaltenen Kostengruppen nach VDI 2067 entsprechend zu. Die Abrechnung erfolgt beim Contracting ähnlich zum Bezug von Erdgas oder Strom. Alle fixen Kosten werden über einen Grundpreis abgerechnet, die verbrauchsabhängigen Kosten über den Arbeitspreis.

**Tabelle 4 Unterscheidung der Arten von Contracting nach DIN 8930-5**

Bezeichnung	weitere Bezeichnungen	K <sub>K</sub>	K <sub>V</sub>	K <sub>B</sub>	K <sub>S</sub>
<b>Energieliefer-Contracting</b>	Anlagen-Contracting, Nutzenergie-Lieferung	GP	AP	GP	GP
<b>Einspar-Contracting</b>	Performance-Contracting, Energie-Einspar-Contracting	GP	-	GP	GP
<b>Finanzierungs-Contracting</b>	Anlagenbau-Leasing	GP	-	-	GP
<b>Technisches Anlagenmanagement</b>	Betriebsführungs-Contracting, Technisches Gebäudemanagement	-	AP	GP	GP

Legende: K<sub>K</sub> - kapitalgebundene Kosten      K<sub>V</sub> - verbrauchsgebundene Kosten  
 K<sub>B</sub> - betriebsgebundene Kosten      K<sub>S</sub> - sonstige Kosten  
 GP - Grundpreis      AP - Arbeitspreis

Im konkreten Fall der Neuerrichtung eines Nahwärmenetzes sind vor allem das Energieliefer-Contracting als Komplettlösung und das Finanzierungs-Contracting zur Deckung der hohen Investitionskosten potenziell interessant.

### 3.3 Möglichkeiten für den Wildbergplatz

Für eine gemeinsame Versorgung am Wildbergplatz ist die Wahl der geeigneten Betreiberform zum aktuellen Stand nicht abschließend definierbar. Bevor eine endgültige Empfehlung ausgesprochen werden kann, muss die Bauträger- und Eigentümerschaft für den Neubau geklärt sein. Aufgrund der Vielzahl kommunaler Objekte, die angeschlossen werden könnten, wäre eine kommunale Beteiligung an der Wärmeversorgung sinnvoll. Hierdurch könnten die Interessen der Stadt das notwendige Gewicht erhalten. Die Gründung einer kommunalen Betreibergesellschaft (Stadtwerke o.ä.) könnte bei einem Anschluss weiterer Abnehmer, wie z.B. privaten Wohngebäuden, attraktiv werden. Der Aufwand für die Gründung einer solchen

Gesellschaft ließe sich allerdings nicht ausschließlich durch die Versorgung des Wildbergplatzes stemmen.

## 4 Potenzialanalyse

### 4.1 Wärmebedarfsanalyse

Für die Bewohnbarkeit eines Gebäudes ist der Einsatz von Energie zur Wärmebereitstellung notwendig. Der Sektor der privaten Wohngebäude nimmt gesamtgesellschaftlich einen großen Anteil am Energieverbrauch ein und weist dementsprechend ein großes Einsparpotenzial durch den Einsatz moderner Wärmeversorgungslösungen auf. Um die Energieverbräuche bzw. die CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesem Sektor zu verringern, wurde die Energieeinsparverordnung EnEV 2016 in Verbindung mit dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) für den Neubau und die Sanierung von Wohngebäuden erlassen.

Beim Energiebedarf wird zwischen Primär- und Endenergiebedarf unterscheiden. Während der Endenergiebedarf die Energie darstellt, die beim Nutzer in der gewünschten Energieform zur Verfügung steht, bspw. die Kilowattstunde Strom aus der Steckdose, beinhaltet der Primärenergiebedarf die zusätzliche Energie, die in der Vorkette, bspw. im Kraftwerk und beim Transport, verbraucht wurde. Beim Strom beläuft sich der Primärenergiefaktor nach DIN V 4701-10:2003-08 auf ca. 1,8, d. h. um 1 kWh Strom zur Verfügung stellen zu können, werden Primärenergieträger mit einem Energiegehalt von 1,8 kWh benötigt. Zum Vergleich: Der Primärenergiefaktor für Holz wird in der Norm mit 0,2 beziffert. Bei der Wärmebereitstellung über klassische Erdgaskessel wird ein Primärenergiefaktor von 1,1 angesetzt. Die Anforderungen an die Gebäudehülle und den Primärenergieeinsatz sind in der EnEV 2016 festgehalten.

#### 4.1.1 Neubebauung Wildbergplatz

Zur Ermittlung der möglichen Wärmebedarfe auf dem Wildbergplatz wurde ein Referenzgebäude gemäß EnEV 2016 mit der Energieberatersoftware evedi tetro ermittelt. Das konstruierte Gebäude entspricht baulich den Vorgaben an die einzuhaltenden Wärmedurchgangskoeffizienten und wird mit einer Gasbrennwerttherme in Verbindung mit einer Solarthermieanlage zur Brauchwassererwärmung versorgt. Die Berechnung basiert auf den Vorgaben der DIN V 18599-10. Die für die Abschätzung der Wärmebedarfe der zukünftigen Bebauung am Wildbergplatz relevanten Parameter sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

**Tabelle 5** Parameter Referenzgebäude

Parameter	Einheit	Wert
Nutzfläche	m <sup>2</sup>	832
Geschosshöhe	m	2,75
Personen	1	19
Solltemperatur Heizfall	°C	20
Wärmebedarf Raumheizung	kWh/a	34.428
spez. Wärmebedarf Raumheizung	kWh/m <sup>2</sup> a	44,38
Wärmebedarf Warmwasserbereitung	kWh/a	7.865
spez. Wärmebedarf Warmwasserbereitung	kWh/m <sup>2</sup> a	9,45

Um die möglichen Wärmebedarfe und resultierenden Leistungen bestimmen zu können, wurde eine Unterteilung der Gebäude in die Objekte im Bereich der reinen Wohnbebauung (WA) und des Mischgebietes (MI) vorgenommen. Eine entsprechende Unterteilung ist nötig, da laut Norm unterschiedliche Wärmebedarfe je nach Nutzungsart vorgegeben sind. Für letzteres wurde eine reine gewerbliche Nutzung der Erdgeschossbereiche angenommen. Als Ansatz für die Berechnung der Wärmebedarfe wurde für die Raumheizung der Wert entsprechend Tabelle 5 angesetzt, wobei die Warmwasserbereitung für die Gewerbeeinheiten vernachlässigt wird.

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Wärmebedarfsermittlung zusammengefasst. Die Nutzflächen wurden auf Basis der geplanten Grundflächen und Geschossanzahl unter Beachtung der angedachten Durchfahrten ermittelt. Als Geschosshöhen wurden für die Erdgeschosse im Mischgebiet 3,5 m und für die Oberschosse aufgrund der ausschließlichen Wohnnutzung 2,75 m angesetzt. Im Wohngebiet entspricht die Geschosshöhe ausschließlich 2,75 m. Aus dem resultierenden Volumen lassen sich im Anschluss die Nutzflächen aus den Vorgaben der EnEV ableiten.

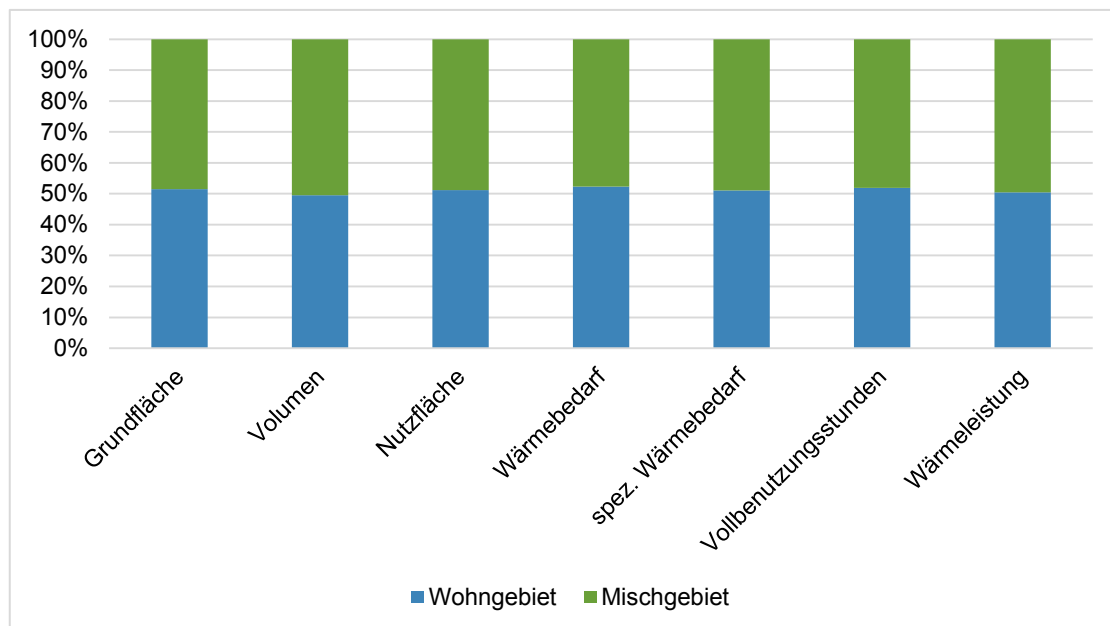
**Tabelle 6** Wärmebedarfe der geplanten Bebauung am Wildbergplatz

Parameter	Einheit	WA <sup>16</sup>	MI <sup>17</sup>	Gesamt
Grundfläche	m <sup>2</sup>	1.294,56	1.222,00	2.516,56
Volumen	m <sup>3</sup>	13.827,66	14.096,00	27.923,66
Nutzfläche	m <sup>2</sup>	4.424,85	4.212,50	8.637,35
Wärmebedarf	kWh/a	224.928,16	204.808,98	429.737,14
spez. Wärmebedarf	kWh/m <sup>2</sup> a	50,83	48,62	49,75
Vollbenutzungsstunden	h/a	2.100,00	1.944,95	2.023,13
Wärmeleistung	kW	107,11	105,30	212,41

<sup>16</sup> Bereich der reinen Wohnbebauung

<sup>17</sup> Mischgebiet aus Wohn- und Gewerbenutzung

Beim Vergleich der Ergebnisse der Gebietstypen zeigt sich aufgrund der homogenen Aufteilung der geplanten Grundflächen im Planungsgebiet über alle Parameter eine nahezu gleiche Verteilung.



**Abbildung 5** Verteilung der Parameter auf die Gebietstypen

Die Ergebnisse zur Ermittlung der benötigten Wärmearbeit und Leistung basieren auf einem Baustandard gemäß den Vorgaben der EnEV 2016. Dieser kann allerdings aufgrund einer eventuellen Verschärfung der spez. Wärmebedarfe bis zum Zeitpunkt der Bauantragsstellung unterschritten werden. Weiterhin ist eine selbstauferlegte bessere Effizienzhausklasse durch die Bauherren denkbar. Dadurch ergeben sich weitere Szenarien für den möglichen Wärmebedarf der Neubebauung am Wildbergplatz. Eine Orientierung bieten die Effizienzhausstandards der KfW<sup>18</sup>. Auf Basis der Anforderungen der Referenzgebäude der gültigen EnEV 2016 werden verschärfte Höchstprimärenergiebedarfe und Transmissionswärmeverluste geregelt. Für die Entwicklung der möglichen Anschlussleistung ist der Transmissionswärmeverlust von besonderem Interesse. Der Primärenergiebedarf wird zwar indirekt durch den Heizwärmebedarf beeinflusst, orientiert sich aber überwiegend an den eingesetzten Energieträgern und der Erzeugertechnologie.

Auf Grundlage des gebildeten Referenzhauses lässt sich der Anteil der Transmissionswärmeverluste über die Außenhülle mit 45 % beziffern (vgl. Abbildung 6). Dieser Wert nimmt damit die veränderliche Größe bei den möglichen Anschlussleistungen ein.

<sup>18</sup> <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/Das-KfW-Effizienzhaus/>, letzter Zugriff: Februar 2016



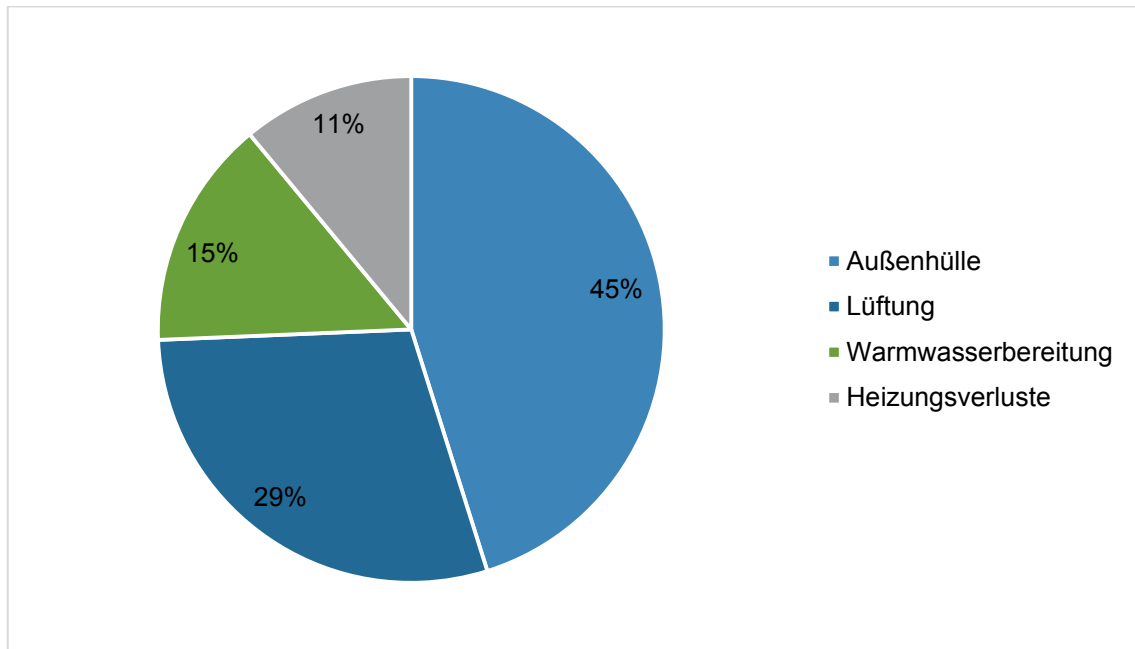


Abbildung 6 Verteilung der Wärmeverluste für das Referenzgebäude

Aus Abbildung 7 und Abbildung 8 geht hervor, dass die Wahl eines schärferen Effizienzhausstandards eine Senkung des Wärmebedarfs um 20 % bei der Wärmearbeit und 17 % bei der Wärmeleistung zur Folge hat.

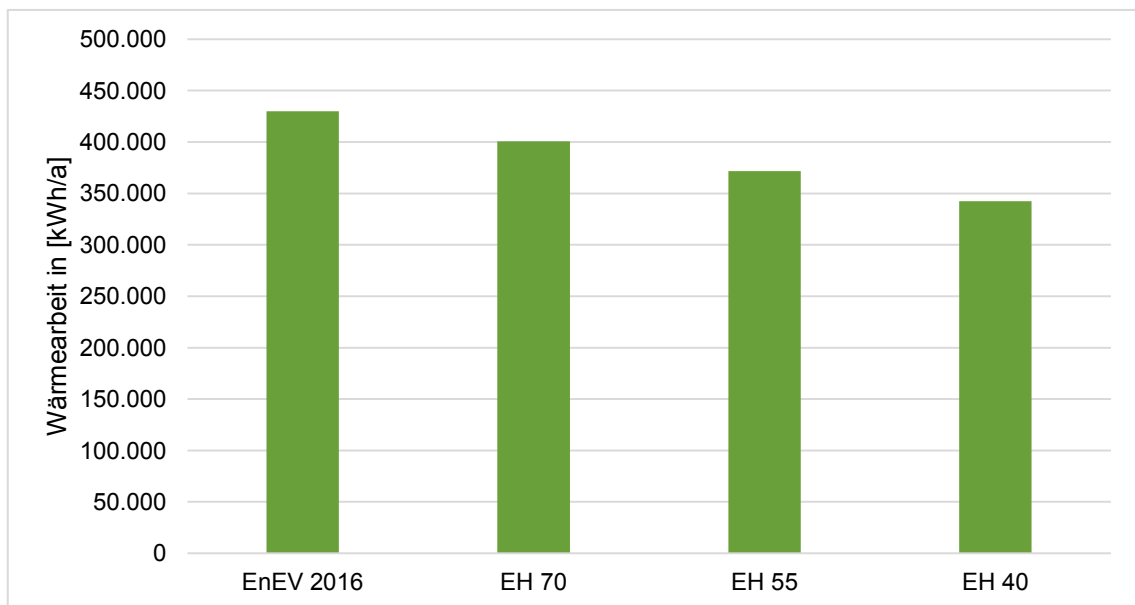
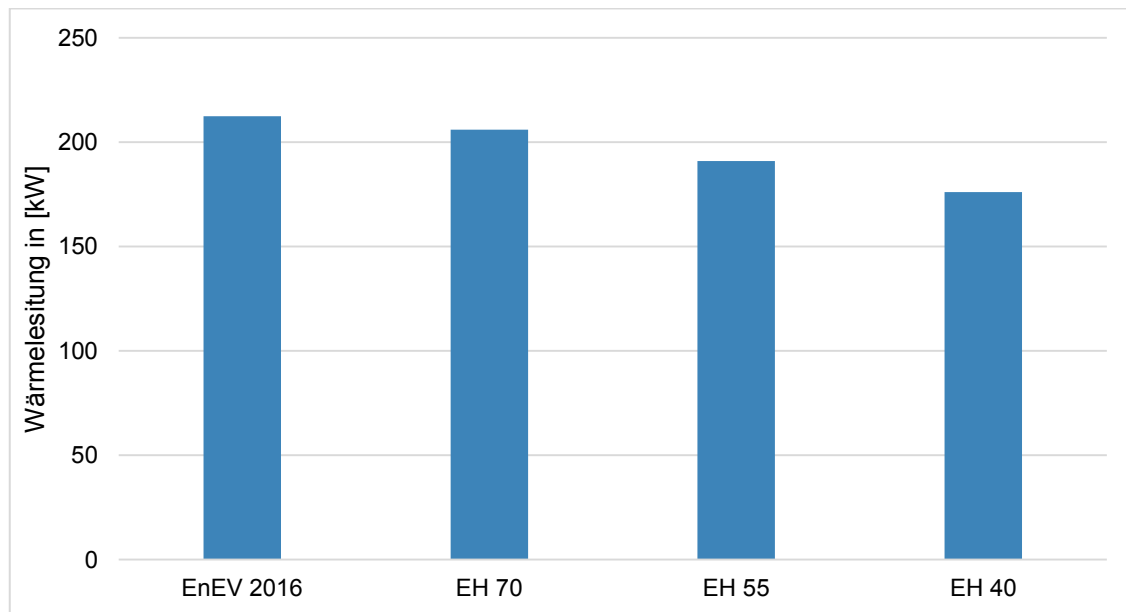


Abbildung 7 Entwicklung der Wärmearbeit für Raumheizung und Warmwasserbereitung am Wildbergplatz



**Abbildung 8** Entwicklung der Gesamtwärmeleistung am Wildbergplatz

Daraus lässt sich ableiten, dass die vergleichsweise gering angesetzten Anschlussleistungen der geplanten Neubebauung noch niedriger sein können. Dieser Umstand muss bei der Konzeption einer zentralen Wärmeversorgungslösung beachtet werden. In den weitergehenden Betrachtungen wird vom Wärmebedarf bei einer Neuerrichtung gemäß EnEV 2016 ausgegangen, da weitergehende Entwicklungen zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschätzbar sind.

#### 4.1.2 Umliegende Bestandsgebäude

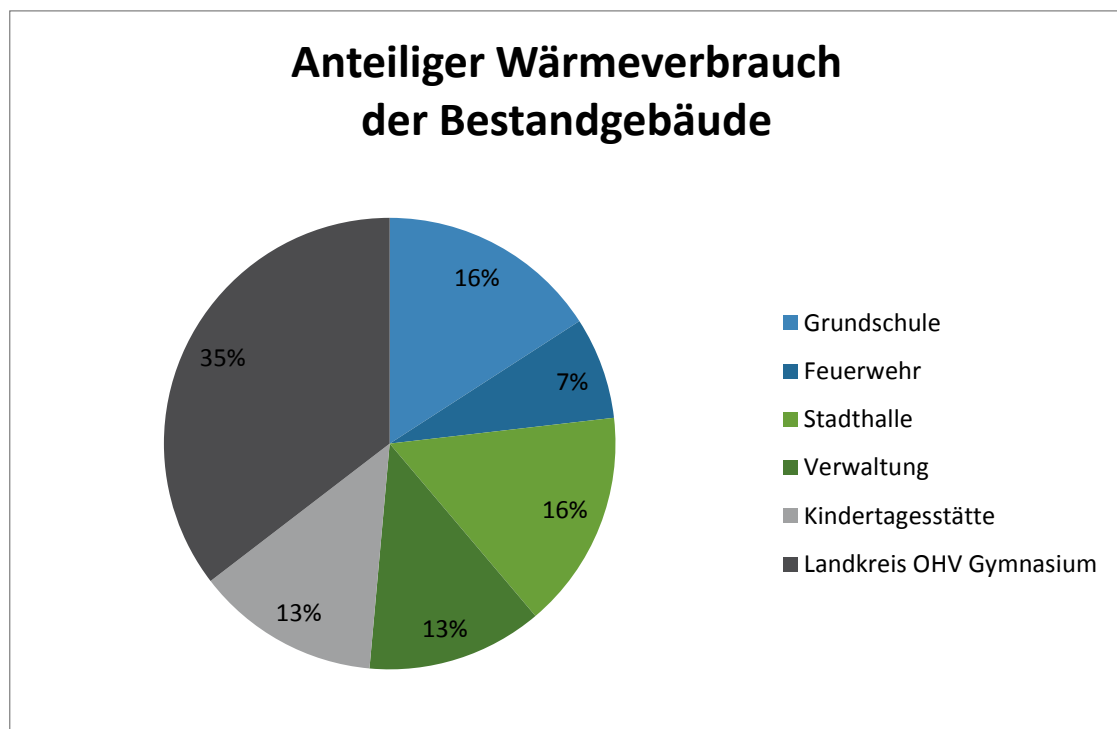
In der näheren Umgebung des Wildbergplatzes gibt es zahlreiche öffentliche Gebäude, die für die Einbindung in ein Nahwärmenetz infrage kommen. Es handelt sich um sechs Gebäude: drei Bildungseinrichtungen (Kindertagesstätte, Grundschule und Gymnasium), das Rathaus, die Stadthalle und ein Feuerwehrgebäude. Die realen Wärmeverbräuche sind für fünf Gebäude im Besitz der Stadt bekannt. Lediglich für das Gymnasium, das sich im Besitz des Landkreises befindet, wurde der Verbrauch anhand von Benchmarkwerten für kommunale Gebäude geschätzt<sup>19</sup>. Nachfolgende Tabelle zeigt die Verbrauchswerte und den daraus resultierenden Anschlusswert der Liegenschaften.

<sup>19</sup> Benchmarkwerte nach ages (Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse m.b.H.)

**Tabelle 7** Energetische Kennzahlen der Bestandsgebäude

Objekt	Adresse	Netto- grundfläche	Wärmeverbrauch <sup>20</sup>	Anschluss- leistung
		[m <sup>2</sup> ]	[kWh/a]	[kW]
Grundschule	Waldstraße 3	3.679	321.863	248
Feuerwehr	Waldstraße 4	1.230	148.147	148
Stadthalle	Am Rathaus 1	2.548	317.362	289
Verwaltung	Oranienburger Straße 2	1.749	255.573	232
Kindertagesstätte	Mittelstraße 20	2.064	266.800	205
Gymnasium (Landkreis OHV)	Waldstraße 1a	10.146 <sup>21</sup>	718.200 <sup>22</sup>	552

Abbildung 9 zeigt die anteiligen Wärmeverbräuche der kommunalen Gebäude.



**Abbildung 9** Anteiliger Wärmeverbrauch der Bestandgebäude

Es wird deutlich, dass das Gymnasium der mit Abstand potenziell größte Wärmeabnehmer im Gebiet ist. Dies unterstreicht die Bedeutung einer Einbindung des Landkreises in die Planung eines zukünftigen Nahwärmenetzes. Die Grundschule, die

<sup>20</sup> Mittelwert 2012 – 2014, witterungsbereinigt

<sup>21</sup> geschätzter Wert aufgrund nicht verfügbarer Daten des Landkreises

<sup>22</sup> geschätzter Wert auf Basis der Benchmarkwerte für kommunale Gebäude nach ages

Kindertagesstätte, die Stadthalle sowie das Rathaus weisen mit einem Anteil von 13 bis 16 % einen ähnlich hohen Wärmeverbrauch auf, die Feuerwehr mit 7 % den niedrigsten Wärmeverbrauch.

## 4.2 Wärmebereitstellung

Die Betrachtung der möglichen Optionen für die Wärmebereitstellung gliedert sich in die Betrachtung von zwei Varianten der Einzelversorgung der Neubebauung am Wildbergplatz und zwei Varianten der Wärmebereitstellung über ein Nahwärmenetz, das die Neubebauung mit den vorhandenen kommunalen Gebäuden verbindet.

Die Versorgung der Neubebauung mit einer Kombination aus Erdgas und Solarthermie stellt eine heute weit verbreitete Standardlösung dar, die als Referenz zum Vergleich aller Varianten dient.

### 4.2.1 Einzelversorgung

Beide Varianten der Einzelversorgung des Wildbergplatzes setzen das Beibehalten der Wärmeversorgung im Bestand der öffentlichen Gebäude voraus. Es wird angenommen, dass für alle neu zu bauenden Gebäude eine zentrale Wärmeerzeugungsanlage existiert.

#### 4.2.1.1 Referenz Einzelversorgung Wildbergplatz

Solarthermische Wärme kann vor allem im Sommer gewonnen werden. Sie eignet sich daher hauptsächlich für die Bereitstellung der benötigten Energie zur Warmwasserbereitung, welches ganzjährig relativ konstant benötigt wird. Die solaren Erträge während der Heizperiode im Winter sind hingegen gering. Aus der Erfahrung kann ein realer solarer Deckungsgrad von ca. 15 % für den Referenzzeitraum eines Jahres angenommen werden. Die Nutzung eines entsprechenden Speichersystems ist hierbei bereits berücksichtigt. Der benötigte Anteil der Dachfläche beträgt 12 %, sodass ein Großteil der Dachflächen anderweitig genutzt werden kann, ggf. auch für Photovoltaik. Der Erdgas-Brennwertkessel muss auf die gesamte Heizlast von 212 kW ausgelegt werden und ca. 85 % zum Wärmebedarf beisteuern (vgl. Tabelle 8).

**Tabelle 8** Parameter Einzelversorgung Erdgas und Solarthermie

Parameter	Einheit	Wert
benötigter Wärmebedarf	kWh/a	429.737
Annahme solarer Deckungsgrad	-	15%
benötigte Solarenergie	kWh/a	64.461
Benötigte Dachfläche (Flachdach)	m <sup>2</sup>	290
Dachfläche gesamt	m <sup>2</sup>	2.517
Anteil belegte Dachfläche	-	12%
Endenergie Erdgas	kWh/a	365.277
Anschlussleistung Kessel	kW	212

Der größte Nachteil dieser Versorgungsvariante ist, dass mit ca. 15 % nur ein sehr niedriger Anteil Erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung realisiert werden kann.

#### 4.2.1.2 Einzelversorgung Wildbergplatz mit Geothermie

Grundsätzlich dürfen die Bohrungen für Geothermie nicht in einem Wasserschutzgebiet gesetzt werden. Das Geothermieportal<sup>23</sup> des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg gibt hierüber Aufschluss. Das Stadtzentrum Hohen Neuendorfs inklusive des Wildbergplatzes liegt allerdings deutlich außerhalb der Wasserschutzgebiete (siehe Abbildung 10).

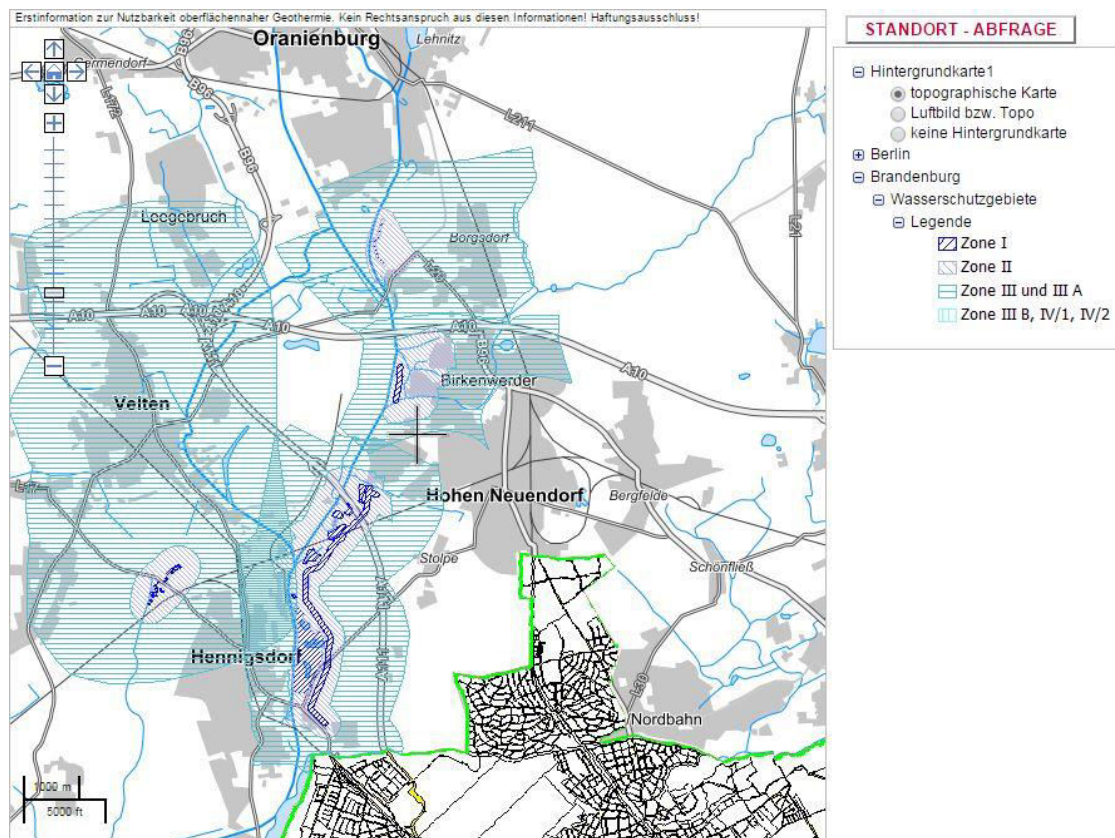


Abbildung 10 Ergebnisse Standortabfrage Hohen Neuendorf inklusive Wasserschutzgebiet<sup>24</sup>

Dieser aktuelle Stand der Wasserschutzgebietsverordnung kann sich allerdings ändern, da eine Ausweitung der Trinkwasserschutzzone von der zuständigen Behörde bereits angekündigt wurde.

Der Standort Wildbergplatz ist prinzipiell für die Nutzung oberflächennaher Geothermie geeignet. Dies belegen auch die bereits vorhandenen Bohrungen in der Umgebung, welche eine hohe Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes ergeben haben (vgl.

<sup>23</sup> [http://www.geothermieportal.de/geothermie\\_6.0/?Cmd=ShowMap&blCode=bb](http://www.geothermieportal.de/geothermie_6.0/?Cmd=ShowMap&blCode=bb), Februar 2016

<sup>24</sup> [http://www.geothermieportal.de/geothermie\\_6.0/?jsessionid=D91E7D2E0DE68593D9B20EA46B953639?Cmd=ShowMap&blCode=bb](http://www.geothermieportal.de/geothermie_6.0/?jsessionid=D91E7D2E0DE68593D9B20EA46B953639?Cmd=ShowMap&blCode=bb), Februar 2016

Abbildung 11). Die Ergebnisse dieser Bohrungen können zur Skizzierung eines Bohrprofils für den potenziellen Standort herangezogen werden.

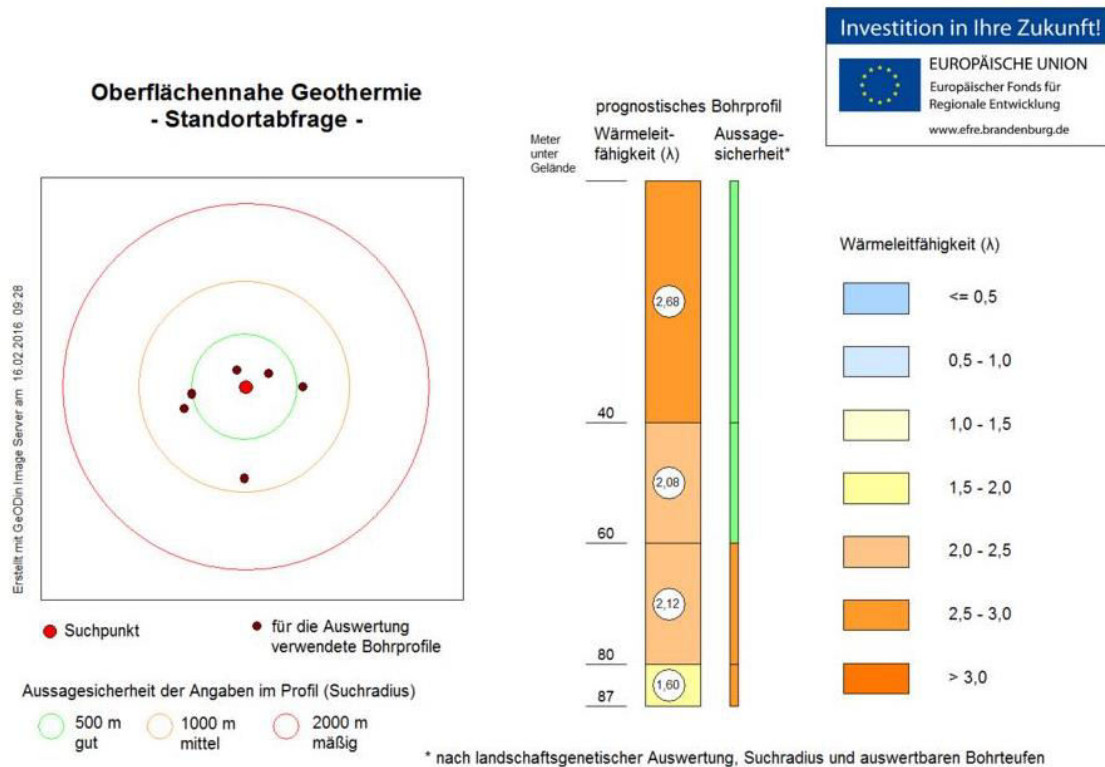


Abbildung 11 Ergebnis der Standortabfrage Wildbergplatz<sup>25</sup>

Der Standort Wildbergplatz ist der Abfrage nach gut für die Nutzung von Erdwärme geeignet. Der Wärmeleitfähigkeit im Bereich 2,08 bis 2,68 W/(m\*K) entsprechend kann für die spezifische Entzugsleistung ein Wert von ca. 50 W/m angenommen werden. Randbedingung ist eine Bohrtiefe von 50 m. Eine auf die Wärmeleistung ausgelegte Wärmepumpe benötigt dementsprechend die Erdwärme von 64 Sonden. Diese benötigen eine Gesamtfläche von ungefähr 1.800 m<sup>2</sup>. Diese Fläche stellt der Wildbergplatz mit rund 5.600 m<sup>2</sup> Gesamtfläche realistisch zur Verfügung, da die Sonden nach der Installation überbaut werden können.

25

[http://www.geo.brandenburg.de/therm\\_php\\_6.0/brandenburg/Eignung\\_Geothermie\\_Brandenburg.php?&BBOX=789296.41059003,5844369.0248264,789296.61059003,5844369.224826399&SRS=EPSG:25832&X1=789296.51059003&Y1=5844369.1248264](http://www.geo.brandenburg.de/therm_php_6.0/brandenburg/Eignung_Geothermie_Brandenburg.php?&BBOX=789296.41059003,5844369.0248264,789296.61059003,5844369.224826399&SRS=EPSG:25832&X1=789296.51059003&Y1=5844369.1248264), Februar 2016

**Tabelle 9**      **Parameter Einzelversorgung Geothermie**

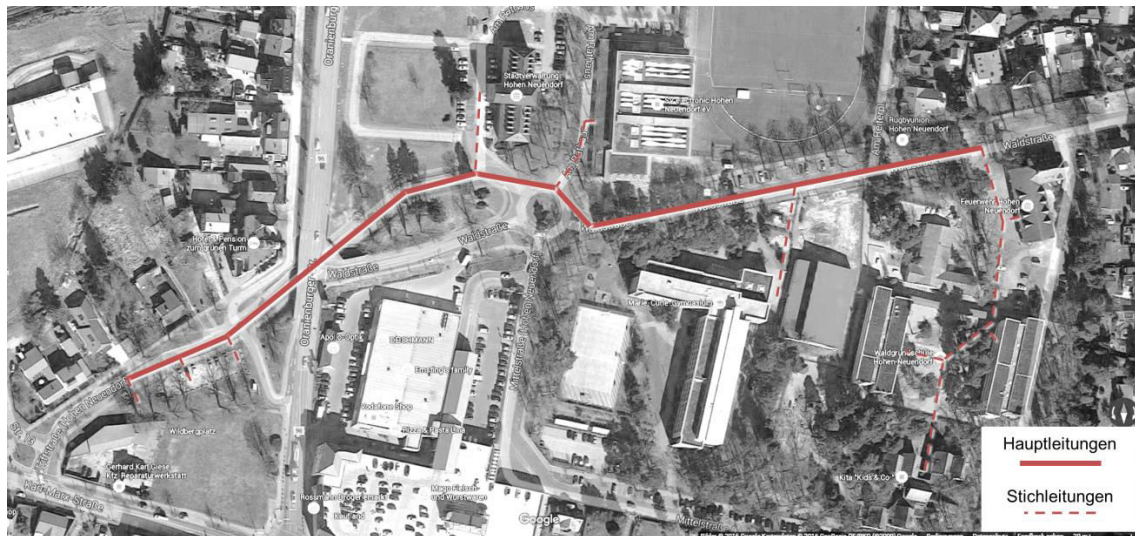
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
benötigter Wärmebedarf	kWh/a	429.737
benötigte Wärmeleistung	kW	212
COP Wärmepumpe	-	4
Verdichterleistung	kW	53
Wärmeleistung	kW	159
spezifische Entzugsleistung	W/m	50
durchschnittliche Bohrtiefe	m	50
benötigte Anzahl Bohrungen	-	64
Mindestabstand Bohrungen	m	6
Flächenbedarf einer Bohrung	m <sup>2</sup>	28
Flächenbedarf Geothermie	m <sup>2</sup>	1.802

Inwiefern die Geothermieanlage allein die Wärmeversorgung zuverlässig zu 100 % abdecken kann oder ob ein Reserveheizkessel benötigt wird, ist individuell zu prüfen. Für eine endgültige Aussage ist eine Lastprofilbewertung des geplanten Wohngebäudekomplexes durchzuführen. Anhand dessen ist eine korrekte Dimensionierung des Grundlastanteils möglich. Dies sollte im Rahmen der Stufe II der Untersuchungen zum Wildbergplatz erfolgen.

Zur Bewertung der ökologischen Vorteilhaftigkeit der Variante ist es entscheidend, ob zusätzlich zu den 75 % Erdwärme aus Geothermie die 25 % Elektroenergie, die zum Betrieb der Wärmepumpe benötigt werden, regenerativ zur Verfügung stehen. Der Bezug von Ökostrom könnte diesen Bereich rein bilanziell abdecken, die Installation einer PV-Anlage auf den Dachflächen vor Ort gegebenenfalls auch real abdecken.

#### **4.2.2 Nahwärmenetz**

Der Verlauf eines möglichen Nahwärmenetzes entspricht der Darstellung in Abbildung 12. Es wird in Hauptleitungen und Neben- bzw. Stichleitungen unterteilt. Dieser Grobplanung zufolge sind 450 m Haupt- und 370 m Stichleitungen einzuplanen, um alle Bestandsgebäude sowie die Neubebauung entsprechend einzubinden.



**Abbildung 12** Verlauf des Nahwärmenetzes

Die angeschlossenen Gebäude sowie deren Wärmebedarf sind in Bezug zur Gesamtleitungslänge der aussagekräftigste Kennwert zur Bewertung der Nahwärmelösung. Man spricht in diesem Zusammenhang von der Wärmedichte des Netzes. Die ermittelten Kennwerte sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

**Tabelle 10** Kennzahlen der Objekte im Nahwärmeversorgungsgebiet

Gebäudetyp	Objekt/Adresse	Wärmever-	Anschluss-	Grundlast
		brauch	leistung	
		[kWh/a]	[kW]	[kW]
Grundschule	Waldstraße 3	321.863	248	50
Feuerwehr	Waldstraße 4	148.147	148	30
Stadthalle	Am Rathaus 1	317.362	289	58
Verwaltung	Oranienburger Straße 2	255.573	232	46
Kindertagesstätte	Mittelstraße 20	266.800	205	41
Gymnasium Landkreis OHV	Waldstraße 1a	718.200	552	110
allg. Wohngebiet	Wildbergplatz	224.928	107	21
Mischgebiet	Wildbergplatz	204.809	105	21
<b>gesamt</b>		<b>2.457.683</b>	<b>1.887</b>	<b>377</b>

#### 4.2.2.1 Nahwärmenetz mit BHKW

Eine weit verbreitete Möglichkeit der Wärmebereitstellung für Nahwärmenetze ist der Einsatz der Kraftwärmekopplung (KWK). Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) deckt dabei die Grundlast des Wärmebedarfs im Netz ab und erzeugt gleichzeitig Strom. Die Auslegung auf die Grundlast erfolgt mit dem Bestreben möglichst lange Laufzeiten zu erzielen, idealerweise mindestens 5.000 bis 6.000 Vollbenutzungsstunden im Jahr. In



der Kalkulation wurde beispielhaft ein real in dieser Leistungsklasse verfügbares BHKW herangezogen. Die Spitzenlast wird durch einen Gasbrennwertkessel abgedeckt. Die Parameter für die Dimensionierung eines Nahwärmenetzes mittels BHKW sind in Tabelle 11 aufgeführt.

Der hohe Anteil der Wärmemenge des BHKW an der Gesamtwärmemenge kann durch Pufferspeicher sowie die verschiedenartigen Lastprofile der angeschlossenen Verbraucher realisiert werden. So haben beispielsweise die Bildungseinrichtungen ihre Lastspitzen tagsüber, die Wohnbebauung und die Stadthalle hingegen eher in den Abendstunden.

**Tabelle 11** Parameter Nahwärmeversorgung mittels BHKW

Parameter	Einheit	Wert
Wärmebedarf gesamt	kWh/a	2.457.683
Wärmebedarf inkl. Netzverluste	kWh/a	2.826.335
Wärmeleistung Netz	kW	1.962
Grundlast Netz	kW	392
thermische Leistung BHKW	kW	372
elektrische Leistung BHKW	kW	239
Brennstoffleistung BHKW	kW	669
Volllaststunden BHKW	h/a	6.000
Wärmemenge BHKW	kWh/a	2.232.000
Wärmemenge Spitzenlastkessel	kWh/a	594.335
Stromerzeugung BHKW	kWh/a	1.434.000
Bedarf Erdgas gesamt	kWh/a	4.674.372
KWK-Anteil Wärme	-	79%

#### 4.2.2.2 Nahwärmenetz mit Biomasse

Die Auswahl der Brennstoffe sollte sich an den lokalen Gegebenheiten der Rohstoffverfügbarkeit orientieren. Hierbei ist eine Vielzahl von Brennstoffen denkbar. Holz in Form von Hackschnitzeln oder Pellets ist ebenso einsetzbar wie Stroh- oder Heuballen. Beispielhaft wird in der Kalkulation ein Kessel angenommen, der sowohl Holz als auch halmgutartige Biomasse verwerten kann. In Stufe II sollte geprüft werden, welche Arten von Biomasse in den entsprechenden Mengen lokal verfügbar sind.

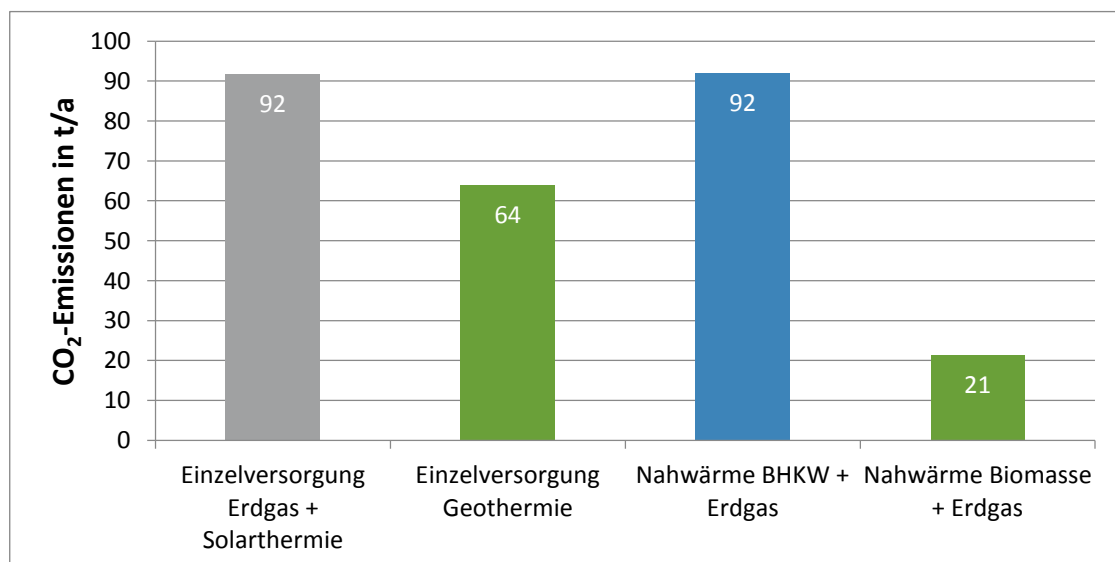
Die Auslegung des Biomassekessels erfolgt analog zum BHKW angelehnt an die Grundlast des Netzes. Hierbei soll ebenfalls eine hohe Anzahl an Volllaststunden erzielt werden. Ein zweiter mit Erd- oder Biogas befeuerter Kessel kommt auch bei dieser Variante zum Einsatz. Dafür gibt es drei Gründe: (1) die Absicherung der Spitzenlast sowie (2) die Gewährleistung der Versorgungssicherheit bei Ausfall und (3) während der Wartung des Biomassekessels (die Auslegungsparameter sind in Tabelle 12 dargestellt).

Tabelle 12 Parameter Nahwärmeversorgung mittels Biomasse

Parameter	Einheit	Wert
Wärmebedarf gesamt	kWh/a	2.457.683
Wärmebedarf inkl. Netzverluste	kWh/a	2.826.335
Wärmeleistung Netz	kW	1.962
Grundlast Netz	kW	392
Leistung Biomassekessel	kW	400
Volllaststunden	h/a	6000
Wärmemenge Biomassekessel	kWh/a	2.400.000
Wärmemenge Spitzenlastkessel	kWh/a	426.335
Bedarf Biomasse	kWh/a	2.696.629
Bedarf Gas	kWh/a	473.706
Anteil Biomasse	-	85%

#### 4.2.3 Vergleich von CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Wirtschaftlichkeit

Zur Einordnung der ökologischen Vorteilhaftigkeit der Varianten soll die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Wärmeversorgung sowohl für die neu zu errichtenden Gebäude als auch für das gesamte potenzielle Nahwärmeversorgungsgebiet aufgestellt werden. Für die Nahwärmeversorgungsvariante unter Einbeziehung eines BHKW wird der überschüssige Strom gutgeschrieben. Abbildung 13 stellt die Bilanzen für die Neubebauung am Wildbergplatz dar.

Abbildung 13 CO<sub>2</sub>-Bilanz der Varianten für die Neubebauung Wildbergplatz

Die Varianten Einzelversorgung unter Einbeziehung von Geothermie und Nahwärme mit Biomasse sind aufgrund ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen als klimafreundlichste Wärmeversorgung einzuordnen. Die Bilanz der Versorgung mit Geothermie wäre bei Verwen-

derung von Ökostrom allerdings sogar bei 0 t/a, wenn dieser zum Betrieb einer elektrischen Wärmepumpe eingesetzt werden würde.

Abbildung 14 zeigt die Bilanz über das gesamte potenzielle Nahwärmegebiet. Für alle Bestandsgebäude wurde in den Einzelversorgungsvarianten eine Erdgasversorgung angesetzt.

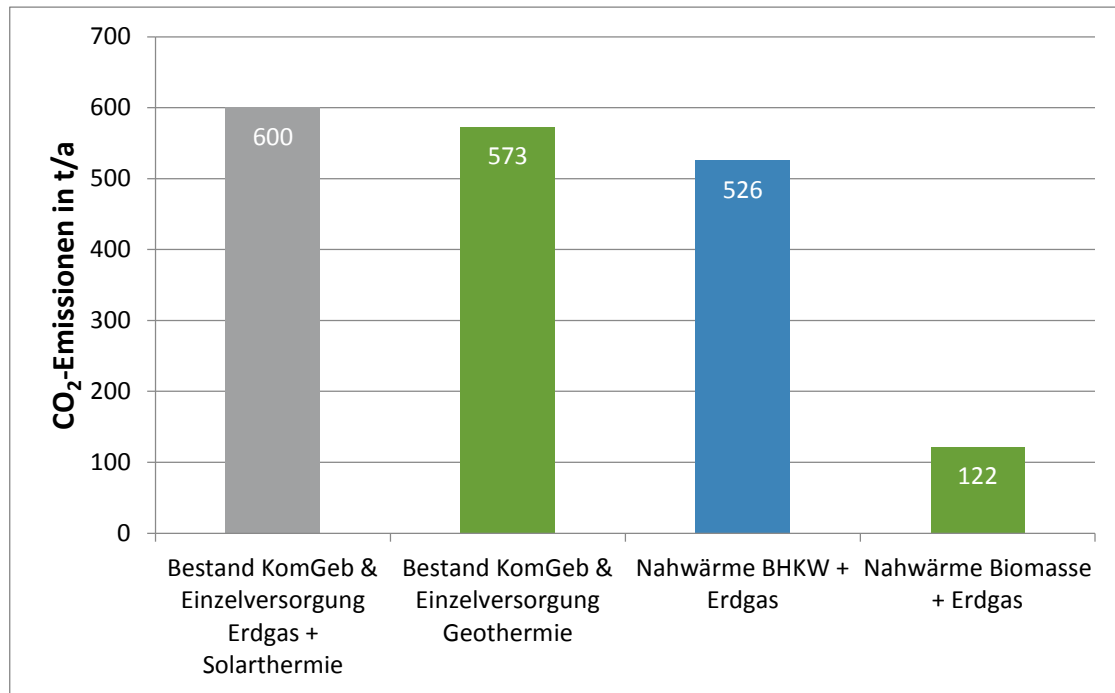


Abbildung 14 CO<sub>2</sub>-Bilanz der Varianten gesamtes Betrachtungsgebiet

Neben der ökologischen Verträglichkeit spielt die Wirtschaftlichkeit eine maßgebliche Rolle für die Investitionsentscheidung in eine der möglichen Wärmeversorgungsvarianten. Der wirtschaftliche Vergleich aller Varianten basiert auf der in der VDI 2067<sup>26</sup> zusammengefassten Annuitätenmethode, in der die auftretenden jährlichen Kosten<sup>27</sup> getrennt nach ihrer Herkunft berechnet werden. Die kapitalgebundenen Kosten umfassen die Investitionskosten in die Wärmeerzeuger<sup>28</sup>. Die bedarfsgebundenen Kosten beinhalten die auftretenden Kosten für den Einsatz der Energieträger. Die betriebsgebundenen Kosten umfassen die Aufwendungen für die Wartung und Instandsetzung und die sonstigen Kosten beinhalten Abgaben für Versicherungen und ähnliches. Im Ergebnis liegt der sogenannte Wärmegestehungspreis als Vergleichsparameter für alle Varianten vor, der die Vollkosten über die jeweilige Betriebsdauer der Versorgungsvariante beinhaltet. Der Wärmegestehungspreis gibt somit eine realistische Größe über den Preis einer erzeugten kWh innerhalb der jeweiligen Versorgungsvariante.

<sup>26</sup> VDI 2067: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, September 2012.

<sup>27</sup> Die Aufstellung der Kosten ist eine reine Nettokostenrechnung und betrachtet keine Steuern oder Abgaben. Dies betrifft auch alle folgenden Kostenrechnungen.

<sup>28</sup> Die hausseitigen Aufwendungen für Heizkörperverrohrung, Heizkörper und Installation sind nicht enthalten.

Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung. Der Wärmegestehungspreis für die Bestandsgebäude beruht auf den von der Stadtverwaltung Hohen Neuendorf zur Verfügung gestellten Daten für die bedarfsgebundenen Kosten sowie den sonst für alle Varianten gültigen Annahmen. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Variante 4 mit Biomasse bezieht sich auf den Einsatz eines Biomasse-Kessels, der Hackschnitzel und Stroh verwerten kann. Der in Variante 3 im BHKW erzeugte Strom wird im hier dargestellten Szenario komplett ins öffentliche Netz eingespeist und gemäß KWKG vergütet.

Die resultierenden Wärmegestehungspreise der Versorgungsvarianten sind stets im Vergleich untereinander zu sehen. Sie können nicht allein mit dem derzeit niedrigen Erdgaspreis verglichen werden, da aufgrund der Methodik einer Vollkostenbetrachtung alle Kostengruppen (für die Investition, Wartung und Brennstoffe) in die Berechnung des Wärmegestehungspreises einfließen.

**Tabelle 13** Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067

Position	Einheit	Bestand kommunale Gebäude	Einzelversorgung Erdgas + Solarthermie	Einzelversorgung Geothermie	Nahwärme BHKW + Erdgas	Nahwärme Biomasse + Erdgas
Kapitalgebundene Kosten	€/a		9.545	18.357	70.737	77.076
Bedarfsgebundene Kosten	€/a		31.523	27.915	333.039	171.230
Betriebsgebundene Kosten	€/a		2.110	6.403	40.132	41.443
Sonstige Kosten	€/a		761	2.496	10.974	11.882
Erlöse	€/a		0	0	170.626	0
Summe	€/a		43.938	55.171	284.256	301.631
Wärmemenge	kWh/a		429.737	429.737	2.457.683	2.457.683
Wärmegestehungspreis	Ct/kWh	8,34	10,22	12,84	11,57	12,27

Beide Varianten der Nahwärmeversorgung sind nach dieser ersten Berechnung kostenintensiver als die Standardversorgungsvariante mit Erdgas im Bestand sowie Erdgas plus Solarthermie im Neubau. Die Differenz des resultierenden Wärmegestehungspreises gegenüber den Kosten der konventionellen Gasversorgung im Bestand ist besonders hoch.

Die vorhandenen Kesselanlagen fallen betriebswirtschaftlich deutlich geringer ins Gewicht als ein Wärmenetz, dessen Investitionskosten erst wieder eingespielt werden müssen. Der Vergleich einer Einzelversorgung des Neubaukomplexes über Erdgaskessel in Verbindung mit Solarthermie gegenüber einem Nahwärmenetz mit BHKW auf Erdgasbasis weist hingegen relativ geringe Differenzen auf. Der Unterschied beträgt lediglich 1,35 Ct/kWh. Dies entspricht für eine Neubauwohnung am Wildbergplatz gemäß des ermittelten Wärmebedarfs nach Abschnitt 4.1.1 mit 75 m<sup>2</sup> monatlichen Mehrkosten in Höhe von 4,50 €. Die jeweiligen Mehrkosten sind für eine bessere Greifbarkeit in Tabelle 14 in € je Quadratmeter und Monat aufgeführt.

Tabelle 14 Wärmekosten für eine Wohnung mit 75 m<sup>2</sup> in einem Neubau am Wildbergplatz

Position	Einheit	Einzel- versorgung Erdgas + Solarthermie	Einzel- versorgung Geothermie	Nahwärme BHKW + Erdgas	Nahwärme Biomasse + Erdgas
Wärmebedarf	kWh/a	3.812,25	3.812,25	3.812,25	3.812,25
jährliche Wärmekosten	€/a	389,78	489,43	440,93	467,88
monatliche spez. Wärmekosten	€/m <sup>2</sup> Mon	0,43	0,54	0,49	0,52

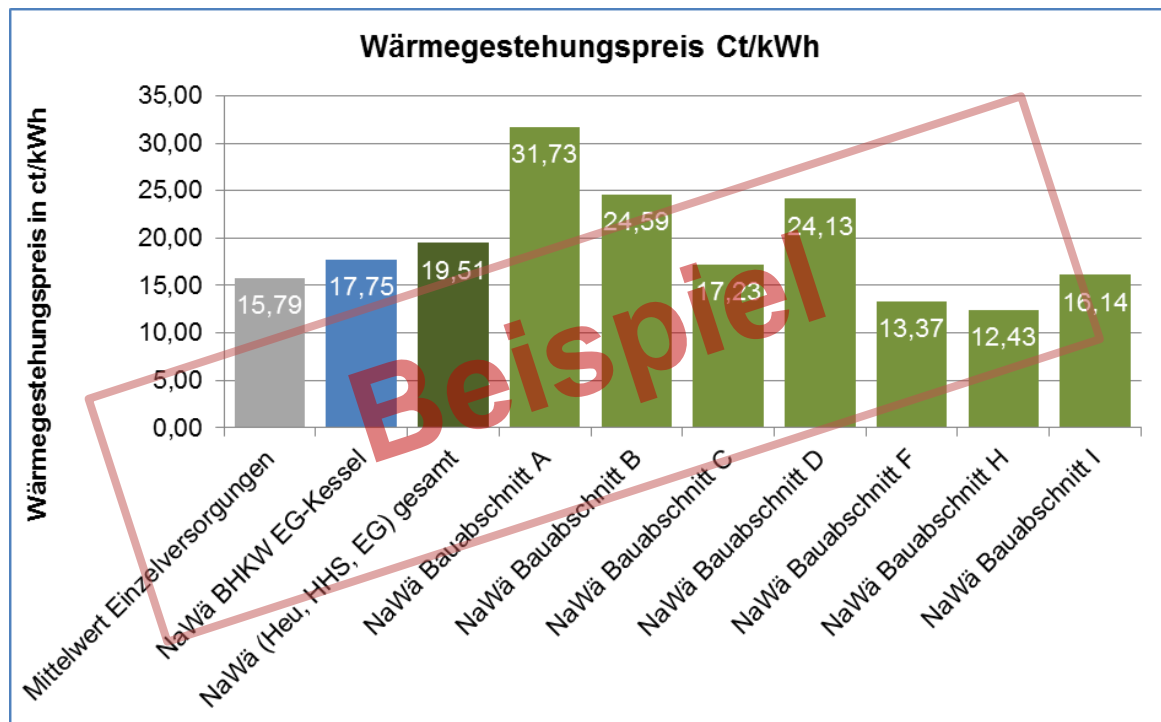
## 5 Fazit und Ausblick

Die im vorliegenden Bericht betrachteten Varianten der Einzelversorgung des Wildbergplatzes sowie der Nahwärmeversorgung des erweiterten Betrachtungsgebietes mit mehreren öffentlichen Gebäuden stehen nicht im Widerspruch zur bisherigen Fassung des Bebauungsplans für den Wildbergplatz. Die Installation von in den Erdboden eingeführten Geothermiesonden stellt für die oberirdische Bebauung keine Einschränkungen dar. Die Errichtung eines Biomasseheizwerks inklusive Lager würde im Bereich der kommunalen Flächen erfolgen, da hier die größten Wärmeabnehmer liegen. Die Umsetzbarkeit der Variante Einzelversorgung für den Wildbergplatz ist aus derzeitiger Sicht nicht gutachterlich einzuschätzen, da eine Ausweitung der Trinkwasserschutzzone von der zuständigen Behörde bereits angekündigt wurde.

Zwar ist die Einzelversorgung nach der Vollkostenbetrachtung die preiswerteste Wärmeversorgungsvariante, allerdings ist die Differenz zwischen den Vollkosten einer Einzel- und Nahwärmeversorgung für die geplante Neubebauung am Wildbergplatz relativ gering. Für die anzuschließenden Bestandsgebäude sind die Mehrkosten hingegen deutlich höher. Den Ausgleich könnte ein geeignetes Betreibermodell schaffen, welches im Interesse der Kommune die ökologischen Vorteile einer Nahwärmeversorgung auf Basis von KWK oder Biomasse gewährleisten kann. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnis ist eine weitergehende Untersuchung, insbesondere unter Einbeziehung weiterer Abnehmer, empfehlenswert.

Im Rahmen von Stufe II der Untersuchungen sind eine Verfeinerung der bisherigen Betrachtungen und eine Erweiterung des Untersuchungsraums ratsam. Die erste Abschätzung zur Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmesystems ist hierbei um die detaillierte Planung der Leitungsführung in Abhängigkeit zu bereits im öffentlichen Raum vorhandenen Medien durchzuführen. Weiterhin sollte ein Ausbaupfad entwickelt werden, der sich an den Bautätigkeiten am Wildbergplatz und dem möglichen Anschluss weiterer Abnehmer orientiert. Hieraus werden sich Szenarien ergeben, die verdeutlichen, wann eine zentrale Versorgung wirtschaftlich wird und wann zu wenige Abnehmer vorhanden sind.

In folgender Abbildung sind beispielhaft die Wärmepreise verschiedener Bauabschnitte und der resultierende Preis für eine gemeinsame Versorgung dargestellt. Es wird deutlich, dass der Wärmepreis für unterschiedliche Abnehmerstrukturen stark schwankt. Dies ist in der direkten Abhängigkeit zwischen den Kosten für die Wärmeleitung und dem Gesamtwärmepreis begründet. Je größer der Wärmebedarf anliegender Objekte, umso lohnender ist eine Versorgung über ein Wärmenetz.



**Abbildung 15** Wärmepreise verschiedener Bauabschnitte (Beispiel)

Die Suche nach weiteren anschließbaren Gebäuden sollte insbesondere Großabnehmer berücksichtigen. Der direkt neben dem Wildbergplatz gelegene Kaufland-Markt könnte beispielsweise neben der Deckung des Wärmebedarfs in den Sommermonaten auch seinen Kältebedarf aus einem Wärmenetz decken. Dies würde zu einer signifikanten Verbesserung der Netzauslastung beitragen. Der Anschluss des Gymnasiums sollte im Verlauf der Untersuchung mit der zuständigen Behörde beim Landkreis beraten werden. Aufgrund des hohen Wärmebedarfs ist ein Anschluss entsprechend lohnenswert.

Die Umsetzung von Stufe II kann idealerweise in einem quartiersbezogenem Klimaschutzkonzept gemäß der Förderlinie Energetische Stadtsanierung KfW 432 eingebettet werden. Innerhalb dieser größeren konzeptionellen Studie kann sowohl die Ist-Erfassung als auch die Maßnahmenentwicklung stärker im Kontext der Zentrumsentwicklung von Hohen Neuendorf betrachtet werden. Neben der reinen Energieversorgung können hierbei anstehende Sanierungstätigkeiten der umliegenden Gebäude und die Einbeziehung des öffentlichen Raums erfolgen. Das Konzept wird von der KfW mit einem Zuschuss in Höhe von mindestens 65% gefördert und bildet die Handlungsgrundlage für ein separat förderbares Sanierungsmanagement, welches die Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen begleitet.