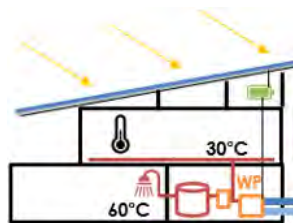


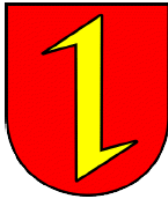


Quartierskonzept Ötigheim

Abschlussbericht

Stand: 08.November 2017





Energetisches Quartierskonzept Gemeinde Ötigheim (Bahnhofsareal)

Auftraggeber: Gemeinde Ötigheim
Schulstraße 3
76470 Ötigheim

Ansprechpartner:

Sascha Maier – sascha.maier@oetigheim.de

Erstellt: Team für Technik GmbH
Büro Karlsruhe
Röntgenstraße 8
76133 Karlsruhe
Tel. 0721 603200 – 52

Ansprechpartner:

Sarah Tax – tax@fftgmbh.de

Manuel Lippert – lippert@fftgmbh.de

Das Projekt Energetische Stadtsanierung Gemeinde Ötigheim (Bahnhofsareal) wird im Rahmen des KfW-Programms 432 „Energetische Stadtsanierung“ gefördert.



Kurzfassung

Das Quartierskonzept Ötigheim stellt für die Gemeinde die Möglichkeit dar ein ökologisches Leuchtturmprojekt zu gestalten und mit Ihrer Vorgehensweise den Bürgern oder anderen Gemeinden/Städten ein Vorbild zu sein.

Eine der Besonderheiten des Gebietes besteht darin, dass die öffentlichen Gebäude im Kern des Gebietes nah beieinanderliegen und mit ineffizienten Heizungsanlagen ausgestattet sind. Durch ein Nahwärmenetz zwischen den öffentlichen und den privaten Gebäuden können in diesem Gebiet sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Interessen zusammenwirken.

Auch die Besonderheit eines Neubaugebietes im Süden des Quartiers bietet die Möglichkeit eine innovative und nachhaltige Wärmeversorgung inklusive der Betrachtung der Gebäude von Grund auf neu zu gestalten. Hier bietet vor allem der Umstand, dass es sich um einen gemeindeeigenen Bauplatz handelt, die Möglichkeit hinsichtlich ökologischer Punkte ein innovatives Konzept umzusetzen.

Über den Gebäudebestand im Quartier lässt sich zusammenfassen, dass die Gebäude überwiegend aus den 60er und 70er Jahre stammen und zum großen Teil vorwiegend unsaniert sind. Somit besteht zum großen Teil hohes energetisches Einsparpotential bei den Bestandsgebäuden im Quartier (siehe nachfolgende Abbildung).

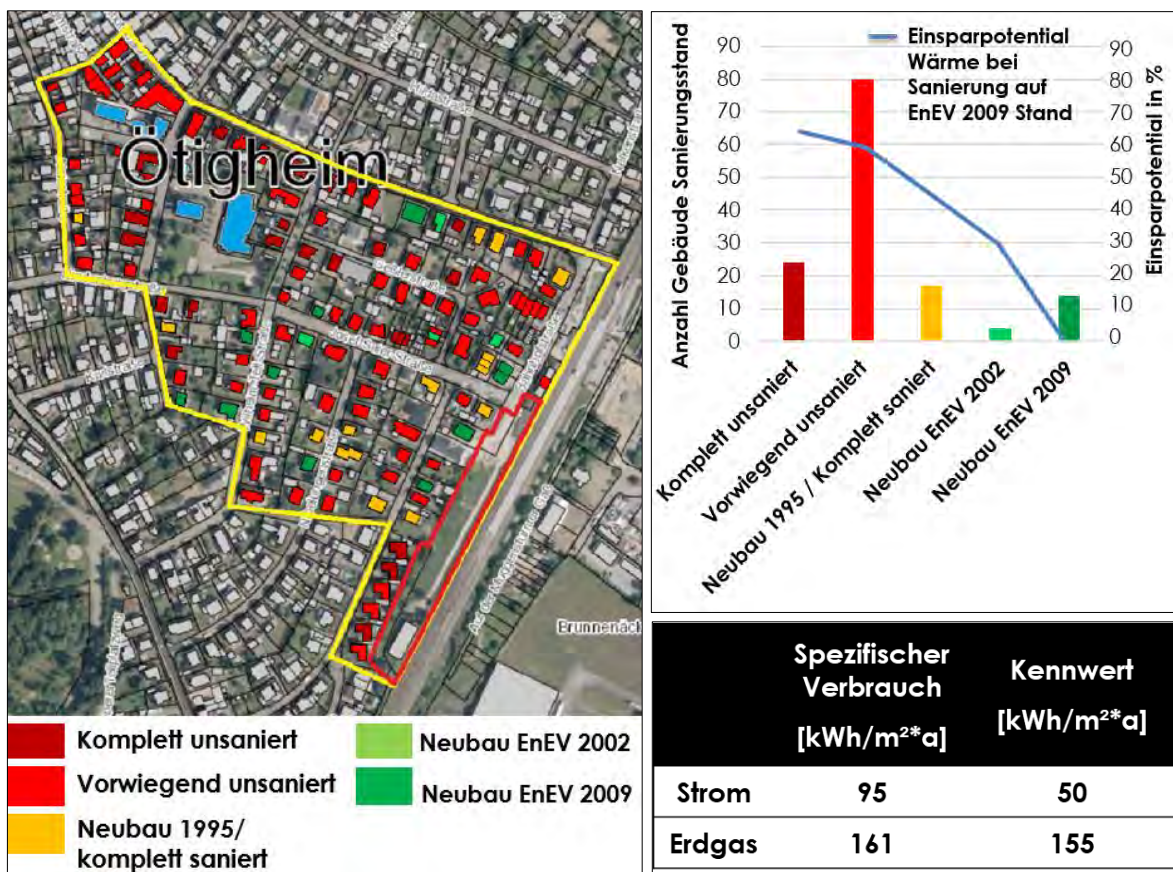


Abbildung 1: Energiestandard der Bestandsgebäude im Quartier

Wie in der vorherigen Abbildung deutlich wird, spiegeln die hohen spezifischen Verbräuche im Quartier bei Erdgas und Strom die Beobachtungen aus den Begehungen vor Ort und die Ergebnisse der Eigentümerbefragung wider, dass es sich um vorwiegend unsanierte Gebäude handelt.

Bei Erdgas liegt der spezifische Verbrauch etwas über dem Kennwert für Gebäude die vorwiegend unsaniert sind und eine Nutzfläche kleiner 200 m² besitzen. Bei Strom ist der spezifische Verbrauch deutlich über dem Kennwert. Ein Grund hierfür liegt unter anderem im relativ hohen Einsatz von Nachtspeicherheizungen im Quartier. Für die überwiegende Zahl der Gebäude im Quartier sind, wie in der vorherigen Abbildung zu sehen, Einsparpotentiale gegenüber der Sanierung auf Stand EnEV 2009 von knapp 60% möglich.

Neben dem hohen energetischen Sanierungspotential im Gebäudebestand wurde außerdem festgestellt, dass ein „Nachahmeffekt“ bei Sanierungen im Quartier vorhanden ist. Dies ließ sich unter anderem bei den Begehungen beobachten, bei denen Nachbarn zum Teil ähnliche Sanierungsmaßnahmen an den Gebäuden durchgeführt hatten (z.B. Fenstertausch). Weitere Ergebnisse aus den Eigentümerbefragungen im Quartier waren, dass seitens der Bewohner Interesse an Infoveranstaltungen bestehen, allerdings weniger Interesse Sanierungen Ihrer Gebäude durchzuführen. Hauptgrund hierfür waren finanzielle Mittel. Allerdings sagen auch über 60% der Bewohner sich noch nicht über Sanierungs- oder Fördermöglichkeiten informiert zu haben. Hier besteht also hohes Potential Aufklärung zu dem Thema energetische Sanierungsmaßnahmen und Förderungen zu betreiben.

Um das vorgegebene Ziel aus dem Klimaschutzkonzept RegioEnergie zu erreichen, die Sanierungsquote zu verdoppeln, sind verschiedene Maßnahmen für das Quartier erarbeitet worden, die im Maßnahmenkatalog zusammengefasst wurden. Dabei ist beispielsweise eine Maßnahme, dass durch Infoveranstaltungen zu Sanierungsmaßnahmen und Förderungen die Bewohner besser aufgeklärt werden und somit motiviert werden ihr Gebäude zu sanieren. In Verbindung mit der Infoveranstaltung soll es außerdem für die Bewohner die Möglichkeit geben Einzelgespräche mit den Beratern der Energieagentur Mittelbaden zu führen, um gezielt auf Möglichkeiten an Ihrem Gebäude einzugehen. Weitere Maßnahmen, die unter anderem auch den Nachahmeffekt ansprechen, sind die Sanierung von Musterhäusern im Bestand bzw. gläserne Baustellen sowie hohe Energiestandards der öffentlichen Gebäude, um den Bürgern hier ein Vorbild zu sein.

Im Bereich des Neubaugebietes Goethe Areal im Süden des Quartiers wurde ein energetisches Gesamtkonzept mit Einbindung des Gebäudestandards, der Trinkwarmwasserbereitung sowie der Wärme – und Stromversorgung erarbeitet.

Dabei wurden in verschiedenen Stufen verschiedene Möglichkeiten miteinander kombiniert, um zum Schluss das möglichst ideale Gesamtsystem zu erarbeiten. Das Ergebnis der einzelnen Punkte Energiestandard der Gebäude, Trinkwarmwasserbereitung, Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage) und Wärmeerzeugung ist in der nachfolgenden Abbildung der Entscheidungsmatrix dargestellt.

Energiestandard der Gebäude	Passivhaus ✓		KfW-55-Haus		
Varianten zur Trinkwarmwasserbereitung	Frischwasserstation mit Durchlauferhitzer	Wärmepumpe ✓	Solarthermie		
Dimensionierung der PV-Anlage	PV-Anlage ohne Stromspeicher		PV-Anlage mit Stromspeicher ✓		
Varianten zur Wärmeerzeugung	Nahwärme Eispeicher	Nahwärme Tiefenbohrung	Nahwärme Grundwasser ✓	Einzel Luft-Wasser-WP	Einzel Gas + Solarthermie

Abbildung 2: Ergebnisse der Entscheidungsmatrix zum Energiekonzept Neubaugebiet

Mit dem Ergebnis des Konzeptes ist betrachtet auf die Lebenszykluskosten in einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren mit den vorgegebenen Randbedingungen die wirtschaftlich optimale Variante erzeugt worden, die gleichzeitig eine sehr ökologische Option darstellt.

Im Vergleich zu einem Neubaugebiet mit Gebäuden mit KfW-70 Standard, Gasbrennwertkessel und Warmwasserbereitung über Solarthermie werden mit diesem Konzept im Neubaugebiet etwa 85% weniger CO₂-Emissionen jährlich erzeugt.

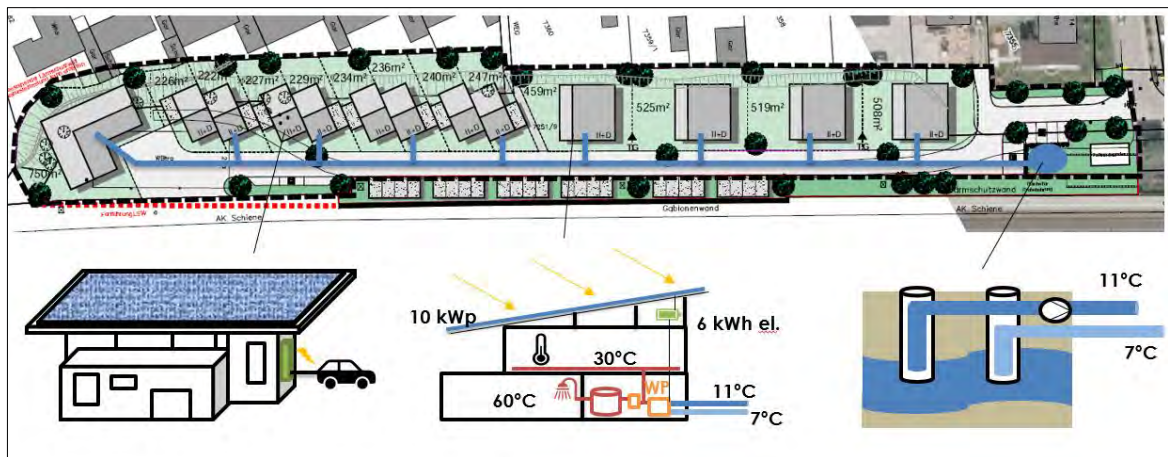


Abbildung 3: Ergebnis des Energiekonzeptes des Neubaugebietes

Das Energiekonzept des Neubaugebietes besteht, wie in der oberen Abbildung deutlich wird, aus einer Wärmeversorgung über Grundwasser mit einem zentralen Entnahme- und Schluckbrunnen. Um die Wärmeverluste des Nahwärmenetzes sehr gering zu halten wird mit den Temperaturen des Grundwassers in die Gebäude gefahren (Vorlauf 11°C/ Rücklauf 7°C). In den Gebäuden ist dann eine zentrale Wärmepumpe für die Wärmeversorgung der Heizflächen vorhanden. Eine weitere Wärmepumpe im Rücklauf des Heizungsnetzes ist für

die Warmwasserbereitung installiert und erhöht die Temperatur für die Trinkwarmwasserbereitung. Die Stromversorgung der Wärmepumpen, vor allem im Sommer, wird überwiegend durch die großen Photovoltaikflächen auf dem Dach sichergestellt. Für die kurzzeitige Speicherung des P.V.-Strom ist außerdem ein Stromspeicher in den Gebäuden vorgesehen. Durch die Installation von Schnellladesäulen im Neubaugebiet kann außerdem ein Elektroauto angeschlossen werden, welches ebenfalls als Stromspeicher für die Photovoltaikanlage dienen kann.

Durch die Kombination aus großen Photovoltaikflächen mit P.V.-Strom, den Elektrospeichern sowie der abgestimmten Wärmeversorgung mit Einsatz von Strom kann im Neubaugebiet eine Selbstversorgung (Autarkiegrad) von über 60% erreicht werden.

Ein weiterer Schwerpunkt neben der Sanierung der Bestandsgebäude und dem Energiekonzept des Neubaugebietes war die Untersuchung eines Nahwärmenetzes zwischen öffentlichen und privaten Gebäuden rund um das Rathaus. Das Ergebnis war eine wirtschaftlich und ökologisch interessante Lösung aus einer zentralen Wärmeversorgung mit Blockheizkraftwerk (BHKW), Pellet-Kessel und Gas-Kessel (siehe nachfolgende Abbildung).

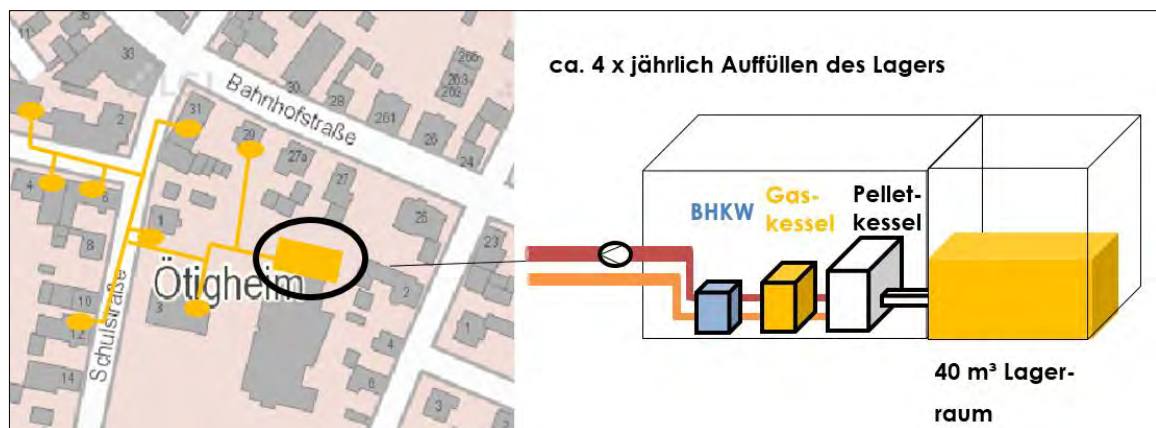


Abbildung 4: Ergebnis zur Nahwärmeversorgung Rathaus mit zentraler Wärmeversorgung

Bei dem Nahwärmeconcept hätten nach Umfragen im Gebiet etwa drei bis vier private Gebäude Interesse an einem Anschluss. Dieser Umstand wurde für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit miteinbezogen. Außerdem wurden die öffentlichen Gebäude miteinbezogen. Im vorherigen Bild ist zu sehen wie sich die Nahwärmeversorgung im Gebiet um das Rathaus verteilen würde. Da die Schulstraße sowieso saniert werden würde, könnte man bei der Verlegung eines Nahwärmenetzes Kosten für das Aufreißen der Straße und das Asphaltieren einsparen. Die zentrale Wärmeversorgung mit BHKW, Pellet-Kessel, Gas-Kessel und Pelletspeicher könnte im geplanten neuen Anbau der Mehrzweckhalle untergebracht werden.

Die Grundlast der Wärme würde bei der Lösung durch das BHKW abgedeckt werden. Der Pellet-Kessel würde den Großteil der Wärme, also die Mittellast, abdecken. Nur für die Spitzenlast würde der Gaskessel hinzugeschaltet werden.

Von der Wirtschaftlichkeit könnte mit dieser Lösung, wie in der nachfolgenden Abbildung zu sehen, ein Preis von etwa 0,1 €/kWh erreicht werden. Dies wäre sogar noch etwas unter dem Durchschnittspreis Fernwärme in Deutschland. Von den CO₂-Emissionen könnte durch die Umsetzung des Nahwärmekonzeptes am Rathaus eine Einsparung von 130 Tonnen CO₂ pro Jahr erreicht werden.

Fernwärme Vergleich	Fernwärme Karlsruhe	Ötigheim Nahwärme Rathausgebiet	Durchschnitt Deutschland	Fernwärme Emmendingen
Preis [€/kWh]	0,078	0,1	0,115	0,132
Primärenergiefaktor	0,26	0,63	0,9	-
CO₂-Emissionen [g/kWh]	68	97	295	-

Abbildung 5: Preis, Primärenergiefaktor und CO₂-Emissionen beim Nahwärmekonzept Rathaus

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	II
INHALTSVERZEICHNIS	1
1 EINFÜHRUNG	2
1.1 VORBEMERKUNG	2
1.2 AUSGANGSSITUATION	2
1.3 HERAUSFORDERUNG DES QUARTIERSKONZEPTES	3
2 BESTANDSAUFNAHME	4
2.1 STÄDTEBAULICHE SITUATION	4
2.1.1 GEOGRAPHISCHE LAGE	4
2.1.2 NUTZUNGSSTRUKTUR DES GEBÄUDEBESTANDES	5
2.1.3 GEMEINDEENTWICKLUNGSKONZEPT	5
2.2 EIGENTÜMERBEFRAGUNG	8
2.2.1 ERGEBNISSE DER EIGENTÜMERBEFRAGUNG	9
2.3 GEBÄUDEBESTAND	17
2.3.1 ALTERSSTRUKTUR DES GEBÄUDEBESTANDS	17
2.3.2 SANIERUNGSZUSTAND UND ENERGETISCHE BEWERTUNG DES GEBÄUDEBESTANDS	20
2.4 WÄRME- UND STROMVERSORGUNG IM BESTAND	25
2.5 ERNEUERBARE ENERGIEN IM QUARTIER	27
2.6 MOBILITÄT IM BESTAND	28
2.7 FAZIT DER BESTANDSANALYSE	29
3 POTENTIALANALYSE	30
3.1 ZIELSETZUNGEN	30
3.2 GEBÄUDEBESTAND	31
3.3 NEUBAUGEBIET GOETHE AREAL	36
3.3.1 BESCHREIBUNG	36
3.3.2 BETRACHTUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEIT UND DER CO ₂ -EMISSIONEN	51
3.4 DEZENTRALES NAHWÄRMENETZ GEBIET RATHAUS	64
3.4.1 BESCHREIBUNG	64
3.4.2 BETRACHTUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEIT UND DER CO ₂ -EMISSIONEN	73
3.5 ZENTRALES NAHWÄRMENETZ VON RATHAUS ZUM NEUBAUGEBIET	83
3.5.1 UNTERSUCHUNG EINES WARMNETZES	83
3.5.2 UNTERSUCHUNG EINES KALTNETZES	86
3.6 ERNEUERBARE ENERGIEN IM QUARTIER	90
3.7 MOBILITÄT	93
3.8 FAZIT DER POTENTIALANALYSE	94
4 UMSETZUNG	100
4.1 FÖRDERUNG	100
4.2 MAßNAHMENKATALOG	101
4.3 MONITORING	108
5 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ	109
5.1 NATIONALE UND REGIONALE ENERGIE-/KLIMASCHUTZZIELE	109
5.2 IST-ZUSTAND IM QUARTIER	110
5.3 SOLL-ZUSTAND IM QUARTIER BIS ZUM JAHR 2030	113
6 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	117
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	CXIX
TABELLENVERZEICHNIS	CXXIII
QUELLENVERZEICHNIS	CXXIV

1 Einführung

1.1 Vorbemerkung

Die Gemeinde Ötigheim hat für ein Gebiet von Ortskern bis zu einem Neubaugebiet an den Bahngleisen die Erarbeitung eines Quartierskonzeptes im Rahmen des KfW-Programms Energetische Stadtsanierung in Auftrag gegeben.

Ziel dieses Konzeptes ist die Untersuchung von konkreten wirtschaftlichen und technisch umsetzbaren Maßnahmen, um das Quartier in seiner Gesamtheit Ökologisch aufzuwerten. Hierbei ist der Gemeinde vor allem wichtig, dass es sich um Maßnahmen handelt, die realistisch umzusetzen sind und mit denen man messbar eine Verbesserung der ökologischen Qualität bewirkt. Hierbei will die Gemeinde eine Vorreiterrolle übernehmen und vor allem mit dem Neubaugebiet und den eigenen Gebäuden im Ortskern eine nachhaltige und ökologische Versorgung sicherstellen.

1.2 Ausgangssituation



Abbildung 6: Einzugsgebiet des untersuchten Quartiers

Die Entstehung eines Neubaugebiets entlang der Bahngleise (rote Markierung) und der Bereich um den Ortskern mit Rathaus, Grundschule und Mehrzweckhalle (blaue Markierung) bieten Potential im Quartier innovative und umweltfreundliche Lösungen für die Wärme- und Stromversorgung zu untersuchen. Dabei sollen auch die privaten Bestandsgebäude im

Quartier miteinbezogen werden. Das Ziel der Gemeinde ist es die CO₂-Emissionen mit umweltfreundlicher Versorgung und Energieeffizienz zu reduzieren. Die Grenzen des Untersuchungsgebietes sind in der vorherigen Abbildung Gelb markiert. Das Gebiet erstreckt sich vom Neubaugebiet bis zum Ortskern.

Im Quartierskonzept sollen vor allem die Möglichkeiten von Nahwärmenetzen im Neubaugebiet und im Gebiet um das Rathaus untersucht werden.

Vor allem zentrale Anlagen zur Wärme- und Stromerzeugung im Gebiet können ökonomische und ökologische Mehrwerte generieren. Für die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes sind vor allem das Interesse und das Mitwirken der Anwohner entscheidend. Im Zuge des Konzeptes werden dabei Varianten für ein zusammenhängendes Netz von Neubaugebiet bis zu den öffentlichen Gebäuden im Ortskern untersucht, sowie Varianten für ein Nahwärmenetz im Ortskern und ein zweites Nahwärmenetz für das Neubaugebiet. Durch Investitionen in Gebäude und Energieversorgung kann das Quartier unabhängiger von fossilen Brennstoffen werden. Durch Zuschüsse vom Bund wird die Investitionsbereitschaft zudem unterstützt. In Zusammenarbeit mit den Anwohnern im Quartier kann die Gemeinde Ötigheim mit diesem Projekt eine Vorreiterrolle übernehmen und mit einem innovativen Energiekonzept dem Umweltschutz dienen.

1.3 Herausforderung des Quartierskonzeptes

In diesem Quartierskonzept ist der Schwerpunkt auf ein ökologisch und ökonomisch sinnvolles Nahwärmekonzept gelegt. Gerade hier bietet das Quartier Verbesserungspotential, da im Bereich des Rathauses mit den öffentlichen Gebäuden und mit dem Neubaugebiet entlang der Bahngleise zwei mögliche Bereiche für kleine Nahwärmenetze vorhanden sind. Im Bereich des Rathauses sind bereits öffentliche Gebäude mit Schule, Rathaus, Mehrzweckhalle und Antonihaus vorhanden, die nah beieinanderliegen und durch ältere Heizungsanlagen versorgt werden. Hier hätte in Kombination mit privaten Gebäuden ein kleines Nahwärmenetz Potential. Da es im ländlichen Raum, in dem geringe Wärmebedarfsdichten vorhanden sind, allerdings durch die hohen Netzverluste oft schwierig ist Nahwärmekonzepte wirtschaftlich umzusetzen, müssen verschiedene Punkte bei der Erarbeitung eines Konzeptes beachtet werden. Zum einen ist ein entscheidender Faktor für eine wirtschaftliche Umsetzung die Motivation der privaten Hauseigentümer. Umso mehr private Eigentümer beispielsweise im Bereich des Rathauses dazu bereit sind, sich an einem Nahwärmenetz anzuschließen, umso wirtschaftlicher kann die Umsetzung werden. Eine weitere Schwierigkeit im Quartier besteht darin, dass es sich um viele einzelne Hauseigentümer mit eigenen Interessen handelt. Da es sich also nicht nur um wenige Eigentümer handelt, die man überzeugen muss und mit denen man planen kann, kommt durch die vielen Eigentümer ein großer Unsicherheitsfaktor ins Spiel. Dieser Unsicherheitsfaktor ist im Konzept darin berücksichtigt, dass verschiedene Szenarien entwickelt wurden, die eine unterschiedliche Beteiligung der privaten Hauseigentümer für ein Nahwärmenetz anrechnen und jeweils die ökologischen und ökonomischen Folgen der unterschiedlichen Beteiligung aufzeigen.

Die Entwicklung verschiedener Szenarien findet sich ebenfalls in der Sanierung der Bestandsgebäude und im Ausbau der erneuerbaren Energien wider.

2 Bestandsaufnahme

Als erster Schritt im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde die IST-Situation im Quartier aufgenommen, analysiert und festgehalten. Hierzu wurden zum einen bereits seitens der Gemeinde Ötigheim erhobene Daten gesichtet und ausgewertet (statistische Jahresberichte, Bericht zum Klimaschutzkonzept etc.) eine Vorortbegehung zur Aufnahme des Gebäudebestands gemacht sowie eine Fragenbogenaktion mit allen Eigentümern im Quartier durchgeführt. Zusätzlich wurden Verbrauchsdaten bei den Energieversorgern angefragt.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Bestandsaufnahme dargelegt und präsentiert.

2.1 Städtebauliche Situation

2.1.1 Geographische Lage

Die Gemeinde Ötigheim befindet sich im Mittelwestlichen Baden-Württemberg in der Oberrheinischen Tiefebene rund fünf Kilometer nordöstlich von Rastatt. Die Gemeinde gehört zum Landkreis Rastatt und hat etwas 4.600 Einwohner. Die Gemeinde liegt außerdem etwa 25 Kilometer Südwestlich von der Stadt Karlsruhe entfernt.

Das untersuchte Quartier befindet sich zentral in der Gemeinde und umfasst knapp 140 Gebäude mit knapp 500 Einwohner.

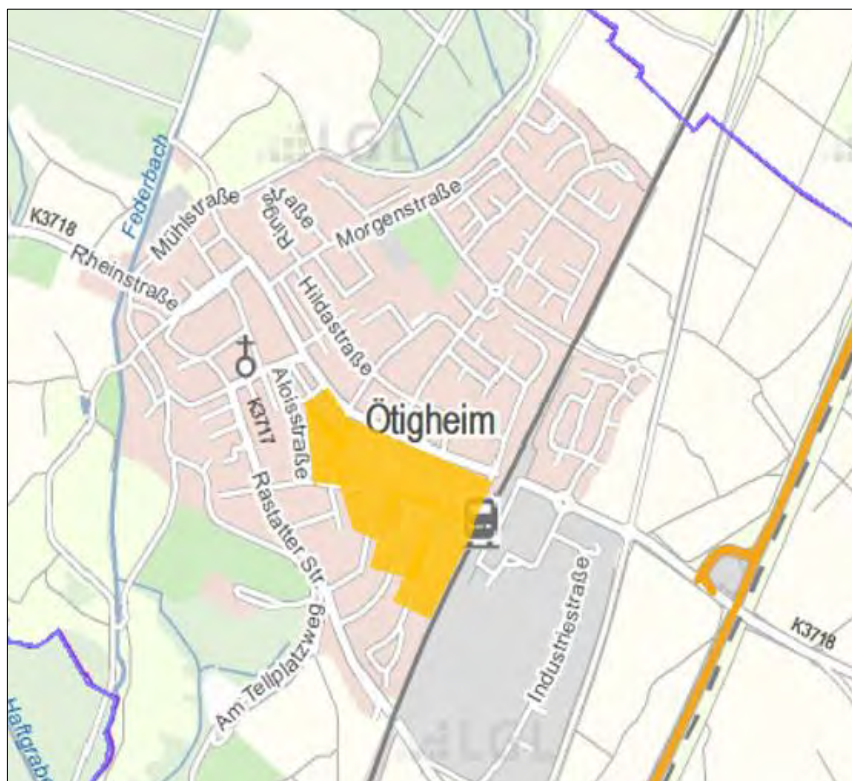


Abbildung 7: Lage des untersuchten Quartiers in der Gemeinde Ötigheim

Im Südosten des Quartiers grenzt der Ötigheimer Bahnhof. Dieser ist an der Bahnstrecke Karlsruhe-Durmshheim-Rastatt mit den Linien S4 und S41 der Stadtbahn Karlsruhe angebunden.

2.1.2 Nutzungsstruktur des Gebäudebestandes

In Abbildung 14 ist die Nutzungsstruktur der Gebäude im Quartier grafisch dargestellt. Es befinden sich fast ausschließlich Wohngebäude im betrachteten Areal, Ausnahme bilden die öffentlichen Gebäude Rathaus, Mehrzweckhalle und Schule, eine Gaststätte an der Ecke Schulstraße/Bahnhofstraße sowie einige wenige Gebäude mit Mischnutzung (z.B. Wohngebäude mit Bankschalter auf der Bahnhofsstraße). Insgesamt kann von einer sehr homogenen Nutzungsstruktur mit Wohngebäuden im Quartier gesprochen werden.

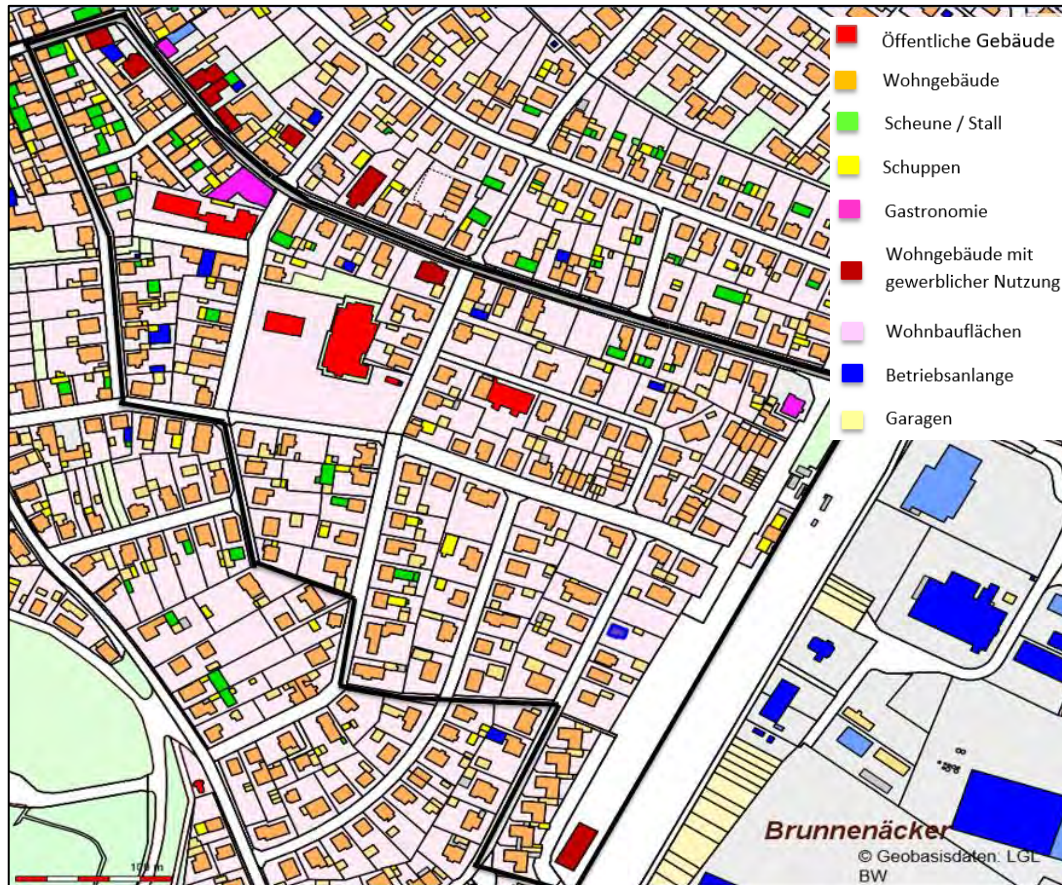


Abbildung 8: Nutzungsstruktur der Gebäude im Quartier (Quelle: Brunnenäcker, Geobasisdaten: LGL BW).

2.1.3 Gemeindeentwicklungskonzept

Im Rahmen des Förderprogramms „Fläche gewinnen durch Innenentwicklung“ wird ein Gemeindeentwicklungskonzept untersucht.

Im der folgenden Abbildung sind die Maßnahmen der Innenentwicklung der Gemeinde dargestellt.

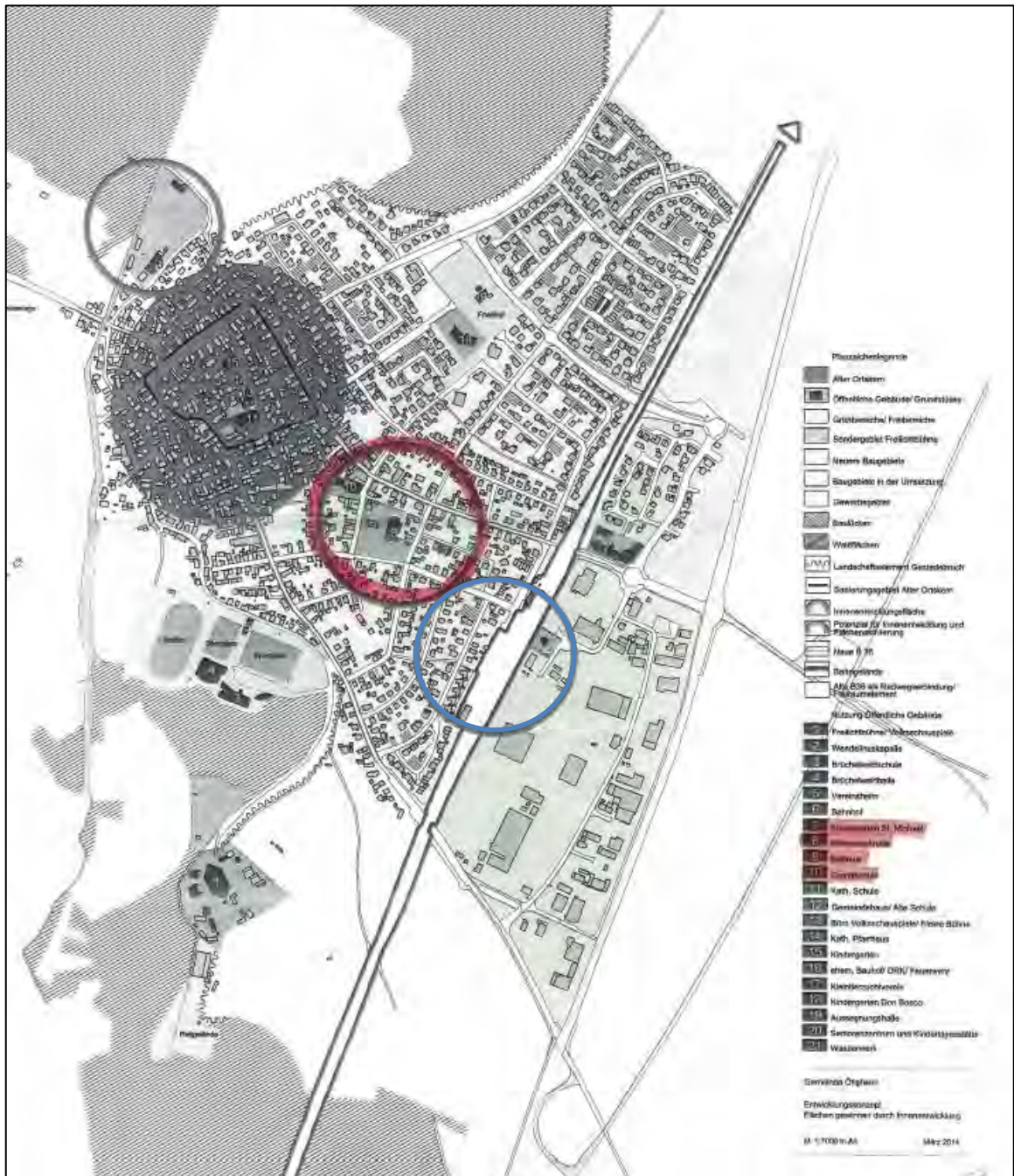


Abbildung 9: Übersicht zum Entwicklungskonzept „Flächen gewinnen durch Innenentwicklung“

Im zu untersuchenden Quartier sind zwei Maßnahmen vom Gemeindeentwicklungskonzept betroffen. Die Maßnahme „Rathausbereich“ (rote Markierung) und die Maßnahme „Bahnhofsgebiet“ (blaue Markierung) mit dem Neubaugebiet. Der „Rathausbereich“ um Rathaus und Mehrzweckhalle weist einen Gestaltungs-, Erweiterungs- und Nachverdichtungsbedarf auf. Geplant sind Erweiterungen an Rathaus und Mehrzweckhalle. Auf den ungenutzten Flächen des Rathausgrundstücks ist Platz für eine bauliche Nachverdichtung (z.B. barrierefreies Wohnen). Die Durchwegung soll erhalten und gestaltet, Grünflächen für ein attraktives Wohnumfeld angelegt werden.



Abbildung 10: „Rathausbereich“ mit Rathaus und Mehrzweckhalle

Für das Quartierskonzept bietet vor allem die Erweiterung der Mehrzweckhalle einen zusätzlichen Platzbedarf für eine mögliche zentrale Wärmeversorgung eines kleinen Nahwärmenetzes in dem Gebiet um das Rathaus. Für die Potentialanalyse wird dieser zusätzliche Platzbedarf für die Auswahl der Wärmeerzeuger berücksichtigt.

Für den Bereich „Bahnhofsbereich“ besteht Bedarf an einer Neugestaltung und teilweisen Neuordnung der gemeindeeigenen Flächen südlich des Bahnhofs.

Hier ist ein Neubaugebiet geplant. Dieses wird im Quartierskonzept detailliert hinsichtlich einer innovativen und nachhaltigen Versorgung untersucht.

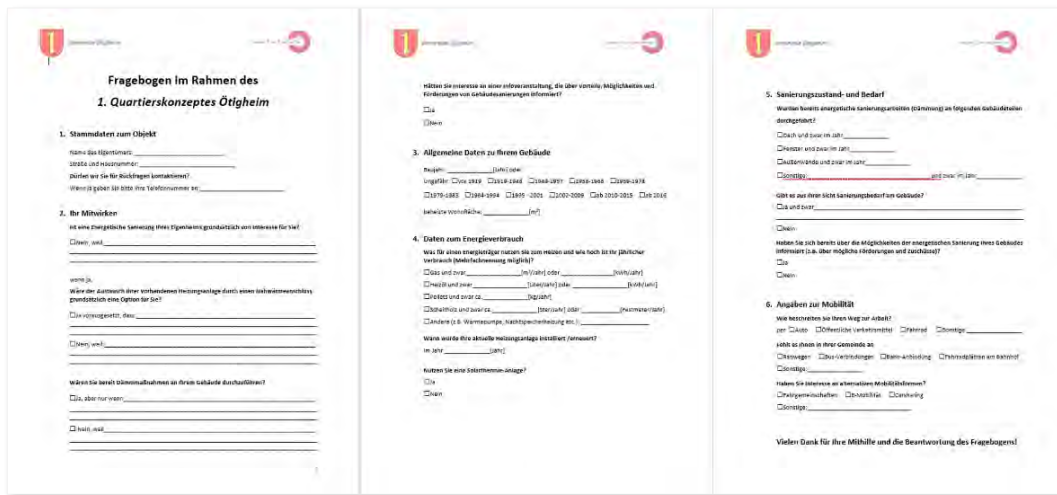


Abbildung 11: „Bahnhofsbereich“ mit Neubaugebiet

2.2 Eigentümerbefragung

Im Rahmen der Bestandsaufnahme und in Hinblick auf die darauf aufbauende Potentialanalyse, wurde eine Eigentümerbefragung durchgeführt. Hierzu wurde an alle Hauseigentümer im Quartier ein Fragebogen mit einem Anschreiben der Gemeinde Ötigheim sowie einem Infoblatt zum Quartierskonzept verteilt. Mit dem Fragebogen wurde zum einen das generelle Interesse an einem Nahwärmeanschluss, dem Durchführen von Sanierungsmaßnahmen sowie der Teilnahme an einer Informationsveranstaltung abgefragt. Zum anderen sollten konkret Angaben zum baulichen und energetischen Zustand des Eigentums, dem Energieverbrauch sowie zur Mobilität gemacht werden.

Die Eigentümer hatten etwa 2 Wochen zur Beantwortung und Rücksendung des Fragebogens Zeit. Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Befragung dargestellt.



Fragebogen im Rahmen des 1. Quartierskonzeptes Ötigheim

1. Stammdaten zum Objekt
 Name des Eigentümers: _____
 Straße und Hausnummer: _____
 Wozien- oder Ein-Wohnung (bestimmend): _____
 Wann ist gebaut (ggf. bitte Ihre Telefonnummern an): _____

2. Ihr Mitwirken
 Ist eine energetische Sanierung Ihres Eigentums grundsätzlich von Interesse für Sie?
 Ja, und _____
 Nein
 Woher Sie:
 Wann der Zustand Ihrer vorhandenen Heizungsanlage durch einen Sachverständigen geprüft werden kann (Optimaler Zeitpunkt)?
 vorgeschlagen, dass: _____
 Ja, und _____
 Nein, und _____
 Wann Sie bereits übernahmemaßnahmen in Ihrer Immobilie durchzuführen?
 Ja, aber nur wenn: _____
 Nein, und _____

3. Allgemeine Daten zu Ihrem Gebäude
 Fläche: _____ (m²) (ca.)
 Länge: bis 1989 1990-1999 2000-2009 2010-2019 ab 2020
 1970-1989 1980-1989 1990-1999 2000-2009 2010-2019 ab 2020
 Gebäudevorkategorie: _____ (m²)

4. Daten zum Energieverbrauch
 Was für einen energetischen Zustand Sie zum derzeit und wie hoch ist Ihr jährlicher Verbrauch (Mittelberechnung möglich)?
 Gut und bis _____ (m³/Jahr) oder _____ (kWh/Jahr)
 Mittel und bis zu _____ (Mittelwert) oder _____ (Mittelwert)
 Schlecht und bis zu _____ (Mittelwert) oder _____ (Mittelwert)
 Sehr schlecht und bis zu _____ (Mittelwert) oder _____ (Mittelwert)
 Wie hoch ist die Wärmeenergie, Heizenergieverbraucher in _____?
 Wann wurde Ihre aktuelle Heizungsanlage installiert/renoviert?
 im Jahr _____ (Jahr)
 Haben Sie eine Solarthermie-Anlage?
 Ja
 Nein

5. Sanierungsstatus und Bedarf
 Wurden bereits energetische Sanierungsarbeiten (Sanierung) an folgenden Gebäudeteilen durchgeführt?
 Dach und Dacheindeckung
 Fenster und Türen
 Außenwände und Putz
 Heizung
 Sanitär (WC, Bad, Küche, etc.)
 Gibt es aus Ihrer Sicht Sanierungsbedarf an Gebäuden?
 Ja und bevor _____
 Nein
 Haben Sie sich bereits über die Möglichkeiten der energetischen Sanierung Ihres Gebäudes informiert (z.B. über mögliche Förderungen und Zuschüsse)?
 Ja
 Nein

6. Angaben zur Mobilität
 Wie beschreiben Sie Ihren Weg zur Arbeit?
 zu Fuß Öffentliche Verkehrsmittel Fahrrad Sonstige _____
 Wie oft fahren Sie in Ihrer Gemeinde zu:
 Schwimmbad Kulturveranstaltungen Eltern-Kindertages Christentag in der Kirche
 Sonstige _____
 Haben Sie Interesse an einer weiteren Mobilitätsbefragung?
 Christentag Sonstige _____
 Christentag Sonstige _____
 Sonstige _____

Vielen Dank für Ihre Mühe und die Beantwortung des Fragebogens!

Abbildung 12: Fragebogen für die Eigentümerbefragung im Rahmen der Bestandsaufnahme.

2.2.1 Ergebnisse der Eigentümerbefragung

Insgesamt wurden 139 Fragebögen verteilt, von denen 51 beantwortet wurden. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 36,7 %.

Generelles Interesse bezüglich der energetischen Ertüchtigung des Eigenheims

Im ersten Frage-Block wurde das generelle Interesse an einem Nahwärmeanschluss, der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen sowie an einer Informationsveranstaltung zu den Themen Nahwärme und energetische Sanierungen abgefragt.

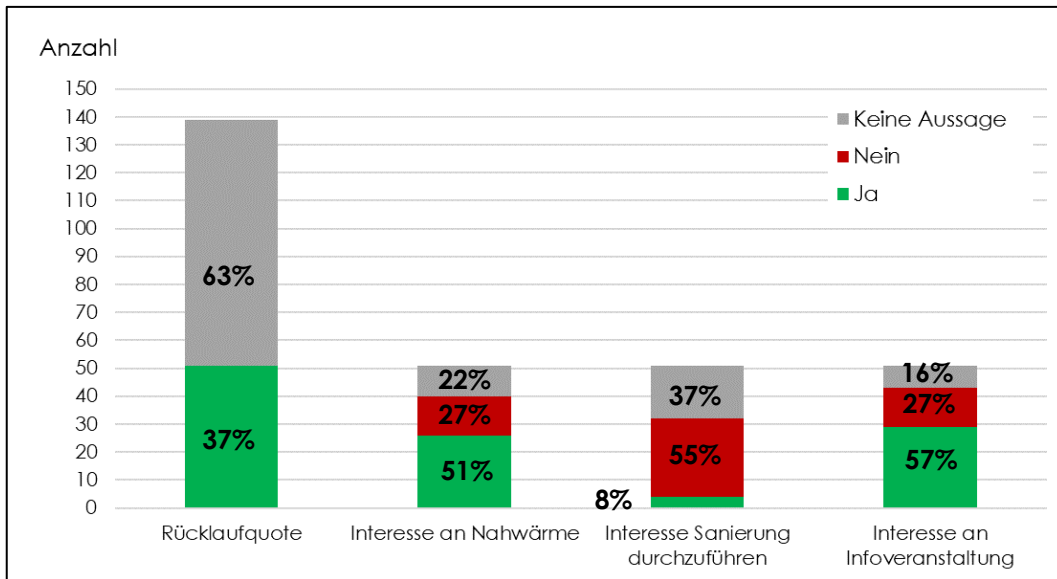


Abbildung 13: Ergebnisse des ersten Frageblocks

Unter den Rückläufern haben 51% angegeben grundsätzlich Interesse an einem Nahwärmeanschluss zu haben. Dies jedoch meist nur mit dem zusätzlichen Hinweis, dass ein Nahwärmeanschluss wirtschaftlicher als die bisherige Heizung sein muss bzw. eine Anschluss erst in Frage kommt, wenn die Heizungsanlage sowieso saniert werden muss. Etwa 27% haben kein Interesse an einem Anschluss (meist kein weiterer Grund angegeben). 22% haben keine Angabe zum Interesse an einem Nahwärmeanschluss gemacht. Die folgende Abbildung zeigt auf, wo potentielle Nahwärmeanschlüsse im Quartier zu verorten sind. Es ist zu erkennen, dass die Interessenten sehr verteilt über das Gesamte Quartiersgebiet vorzufinden sind und relativ wenige an der potentiellen Nahwärme-Haupttrasse (Hindenburgstraße/Josef-Saier-Straße) liegen.



Abbildung 14: Potentielle Nahwärmeanschlüsse im Quartier auf Basis der Umfrage.

Bezüglich des Interesses Sanierungsmaßnahmen durchzuführen, hat mit 55% ein Großteil unter den Rückläufern mit Nein geantwortet. Als Hauptursache wurden nicht ausreichende finanzielle Mittel genannt als auch, dass sich eine Investition aufgrund des Alters des Bewohners nicht mehr rechnen würde. Nur ca. 8% haben Interesse an der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen, 37% machten keine Angabe.

Positiv ist zu bewerten, dass 57% der Rückläufer Interesse an einer Informationsveranstaltung zum Thema Nahwärme und Sanierungsmaßnahmen haben. 27% haben angegeben kein Interesse zu haben, 16% enthielten sich.

Sanierungszustand und Sanierungsbedarf

In einem weiteren Frageblock wurde abgefragt, ob und wann Sanierungsmaßnahmen an Dach, Fenstern, Außenwänden und / oder Geschossdecken durchgeführt wurden. Unter den rückgesendeten Fragebögen haben 16% keine Angaben zum dritten Frageblock gegeben. 45% haben bereits Sanierungen am Dach durchführen lassen, 59% haben angegeben seit Bau die Fenster ausgetauscht zu haben. Bei 20% wurden die Außenwände saniert. Geschossdecken wurden nur bei 8% nachgedämmt.

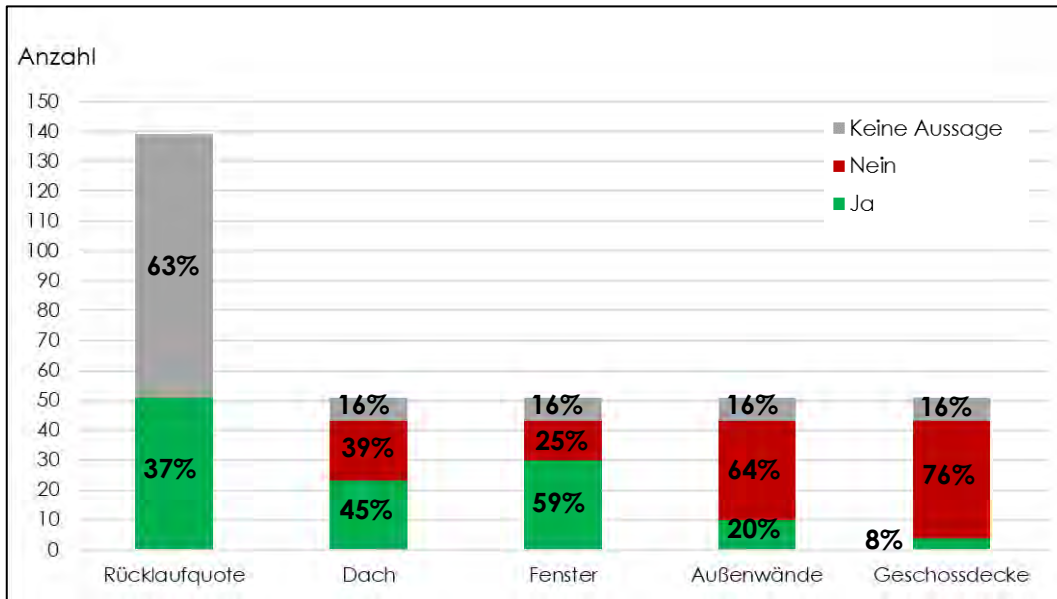


Abbildung 15: Ergebnisse der Befragung zu bereits durchgeführten Sanierungsmaßnahmen.

Auf die Frage, ob aus eigener Sicht Sanierungsbedarf am Gebäude besteht, antworteten 39% mit „ja“. Etwa die Hälfte der Eigentümer sehen keinen Sanierungsbedarf. Über die Hälfte der Eigentümer (59%) haben sich jedoch auch noch nicht über Sanierungsmaßnahmen und mögliche Förderungen / Zuschüsse in diesem Zusammenhang informiert.

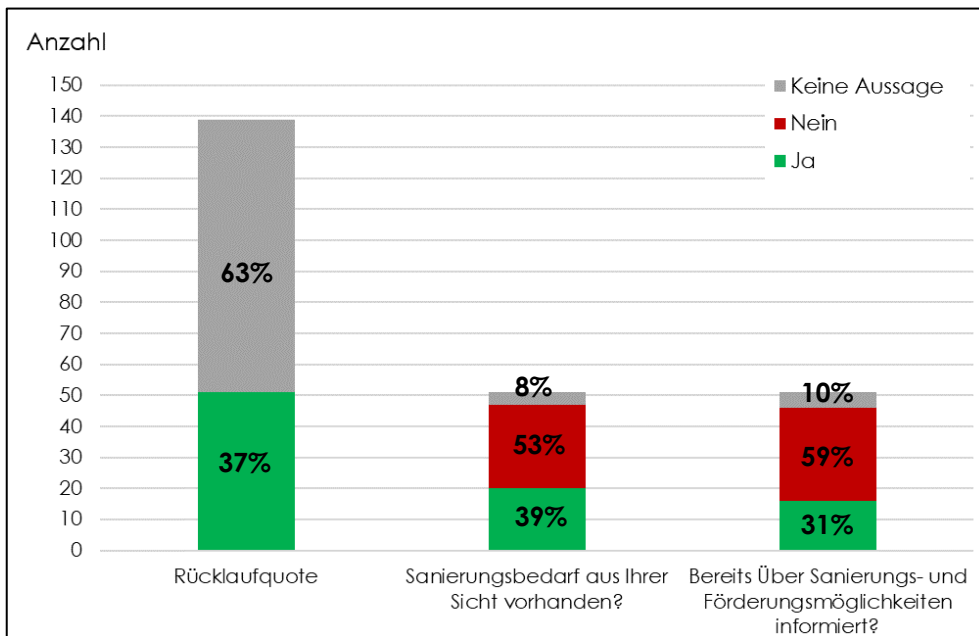


Abbildung 16: Sanierungsbedarf und Informationsstand über mögliche Förderungen.

Energieverbrauch- und Energieversorgung

In Hinblick auf die Abschätzung des Potentials eines Austausches der Bestands-Heizungsanlage gegen einen Nahwärmeanschluss, wurden die Eigentümer nach dem Einbaujahr Ihrer aktuellen Heizungsanlage gefragt. Unter den rückgesendeten Fragebögen haben 19% angegeben, dass die Heizungsanlage nicht älter als 10 Jahre ist. 22% gaben an, dass die Heizungsanlage 10-20 Jahre alt ist. Nur etwa 18% gaben ein Heizungsalter von über 20 Jahren an. 19% machten keine Angaben zum Alter der Heizungsanlage.

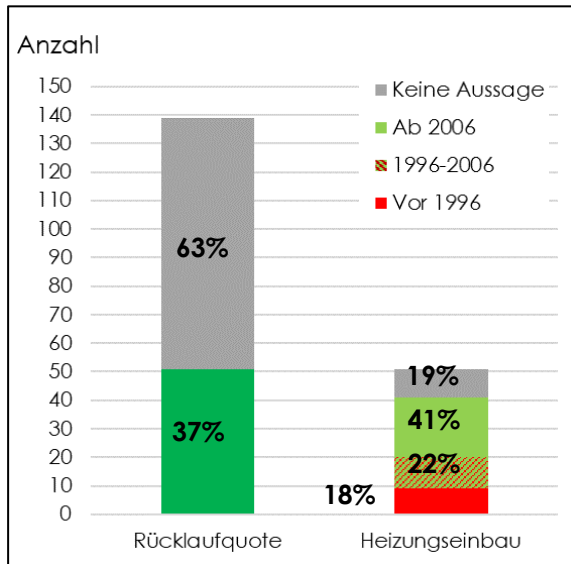


Abbildung 17: Einbaujahr der Heizungsanlage.

Bezüglich der Frage nach dem eingesetzten Energieträger für die Wärmeversorgung ergibt sich das in Abbild 8 dargestellte Bild. Rund 50% der Gebäude werden rein durch Öl- und Gasheizungen versorgt. Zusätzlich nutzen ca. 20 % Öl- bzw. Gas in Kombination mit Scheitholz. Nachtspeicherheizungen (z.T. in Kombination mit Nutzung von Scheitholz) versorgen ca. 12% der Gebäude mit Wärme. Rund 8% nutzen Holzbrennstoffe (Pellets und/oder Scheitholz), 4% eine Wärmepumpe. Etwa 8% machten keine Angaben zum eingesetzten Energieträger.

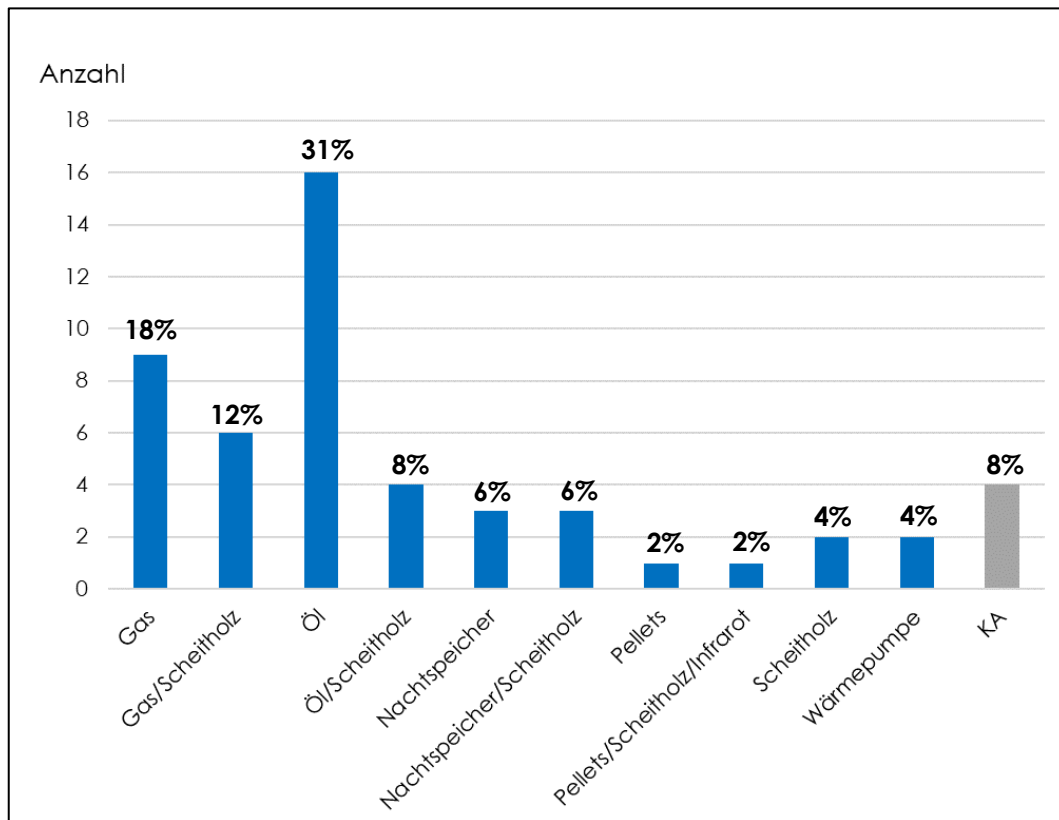


Abbildung 18: Art und Häufigkeit des zur Wärmezeugung genutzten Energieträgers.

Solarthermie wird laut der Befragung nur von 8% genutzt. 10% machten keine Angabe, ob eine Solarthermie-Anlage vorhanden ist.

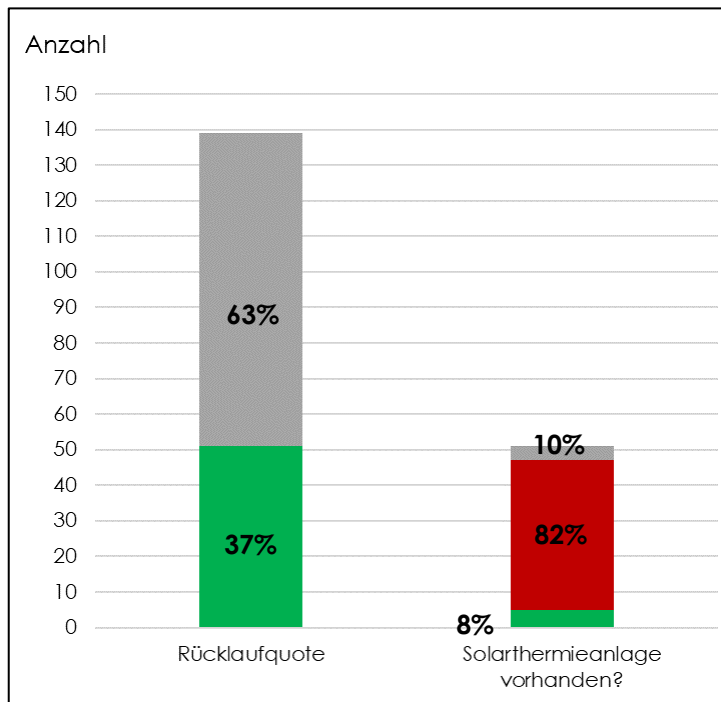


Abbildung 19: Anzahl der vorhandenen Solarthermie-Anlagen.

Mobilität

Mit 56% (bezogen auf die beantworteten Fragebögen) beschreitet der überwiegende Anteil der Bewohner im Quartier den Weg zur Arbeit mit dem Auto. Nur ca. 7% nutzten öffentliche Verkehrsmittel, 9% fahren mit dem Fahrrad. 2% gehen zu Fuß zu Ihren Arbeitsstätten. 16% haben angegeben, nicht mehr arbeitstätig zu sein und 9% machten keine Angaben.

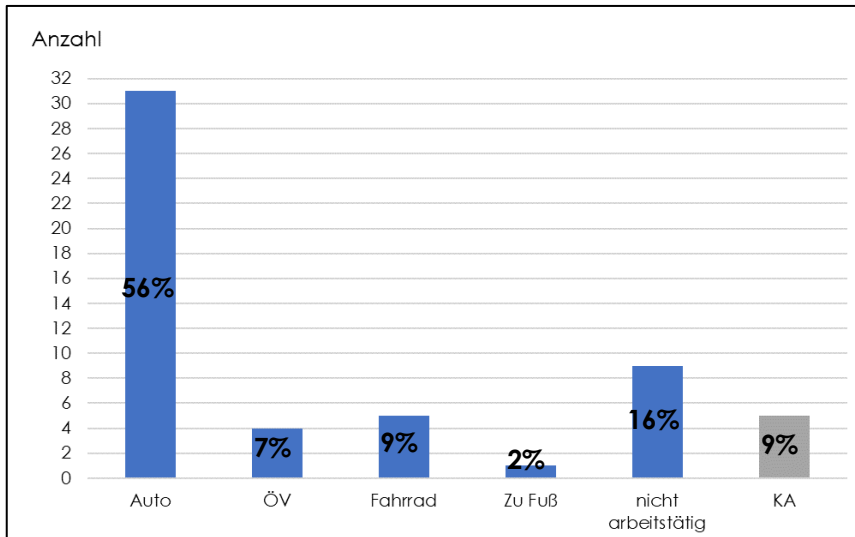


Abbildung 20: Ergebnis der Frage wie der Weg zur Arbeit beschriftet wird.

Die Bewohner wurden zudem befragt, ob Ihnen im Quartier Verkehrsanbindungen-/Wege fehlen. Die folgende Abbildung stellt das Ergebnis grafisch dar. Mit 84% empfindet der überwiegende Teil der Bewohner die Verkehrsanbindung im Quartier ausreichend. 8% gaben an, dass es an Radwegen fehlt, 8% fehlt es zudem an Bus- und Bahnverbindungen. Den Wunsch nach Fahrradabstellplätzen am Bahnhof hatte niemand der Befragten.

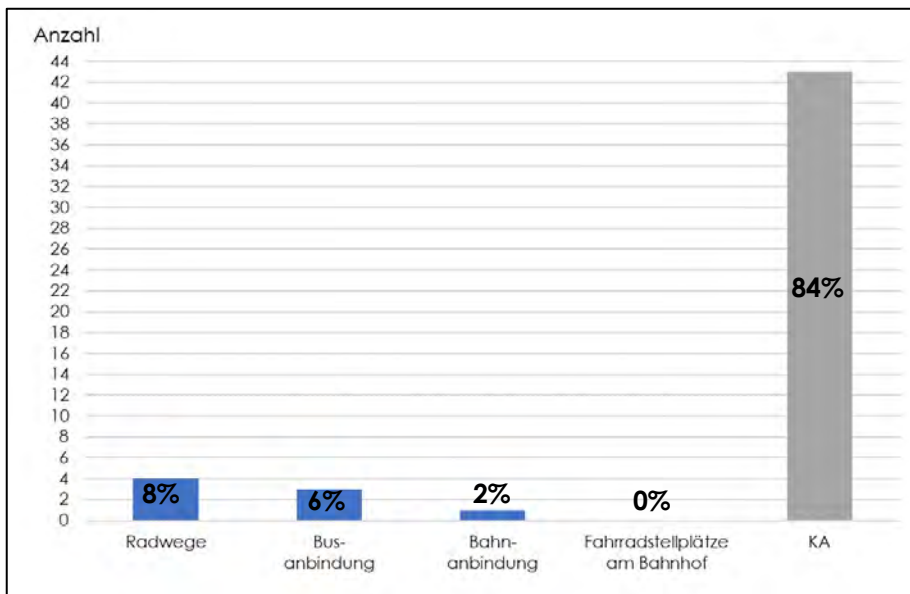


Abbildung 21: Angaben der Bewohner darüber, welche Verkehrsanbindungen-/Wege im Quartier fehlen.

Bezüglich alternativer Mobilitätsformen sind 13% an Elektromobilität interessiert, jeweils 4% interessieren sich zudem für Fahrgemeinschaften und Carsharing. Mit 79% hat der Großteil der Bewohner jedoch keine Angabe zu diesem Fragepunkt gemacht.

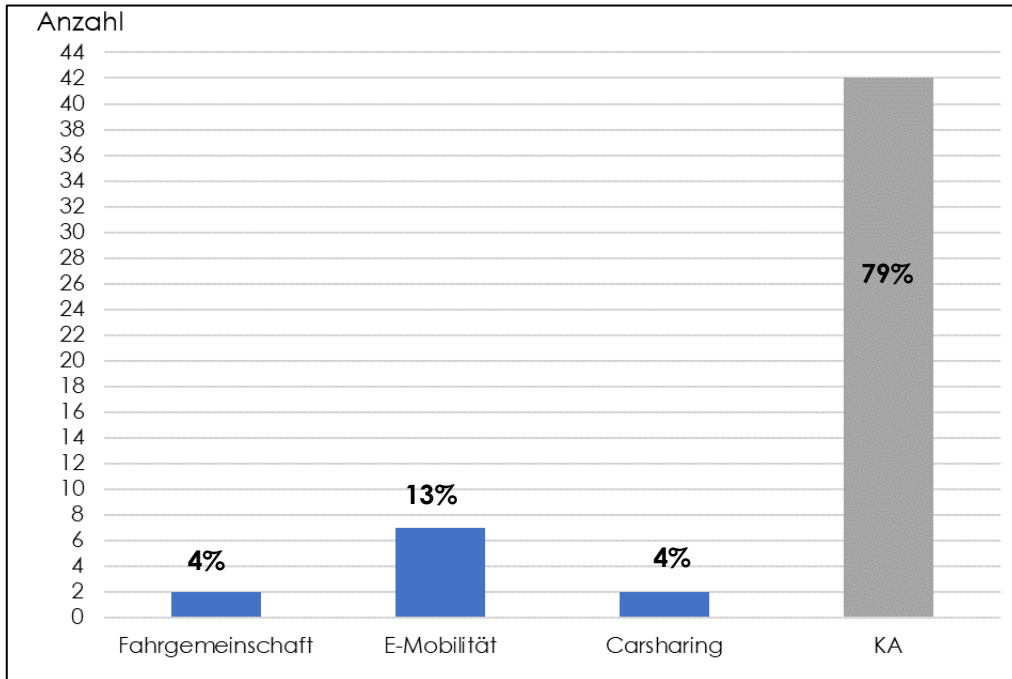


Abbildung 22: Interesse der Bewohner an alternativen Mobilitätsformen.

2.3 Gebäudebestand

Um den Gebäudebestand im Quartier aufzunehmen, wurde eine umfangreiche Vorortbegehung durchgeführt, bei der ausschlaggebende, von außen sichtbare bzw. einschätzbare Gebäudedaten erhoben wurden.

Darunter fallen z.B. die Anzahl an Geschossen, Altersklasse der Gebäude und einzelner Gebäudeteile (Fenster, Dächer etc.), sowie energetische Sanierungen (z.B. Nachdämmung von Außenwänden, Fenstertausch etc.). Die aufgenommenen Daten wurden anschließend mit den Informationen aus der Gemeinde-Statistik sowie den Ergebnissen der Eigentümerbefragung abgeglichen und plausibilisiert.

Im Folgenden wird die Bestandsituation im Quartier Ötigheim dargestellt.

2.3.1 Altersstruktur des Gebäudebestands

In Abbildung 13 ist die Altersstruktur der Gebäude im Quartier dargestellt. Die Baualterklassen richten sich dabei an die jeweils gültigen Verordnungen bezüglich Wärmeschutz bzw. Energiebedarf:

Vor 19997	→	vor 1. Wärmeschutzverordnung
1977 – 1994	→	1. Wärmeschutzverordnung
1995 – 2001	→	3. Wärmeschutzverordnung
2002 – 2008	→	1. Energieeinsparverordnung EnEV 2002
2009 - 2012	→	EnEV 2009
Ab 2013	→	EnEV 2013

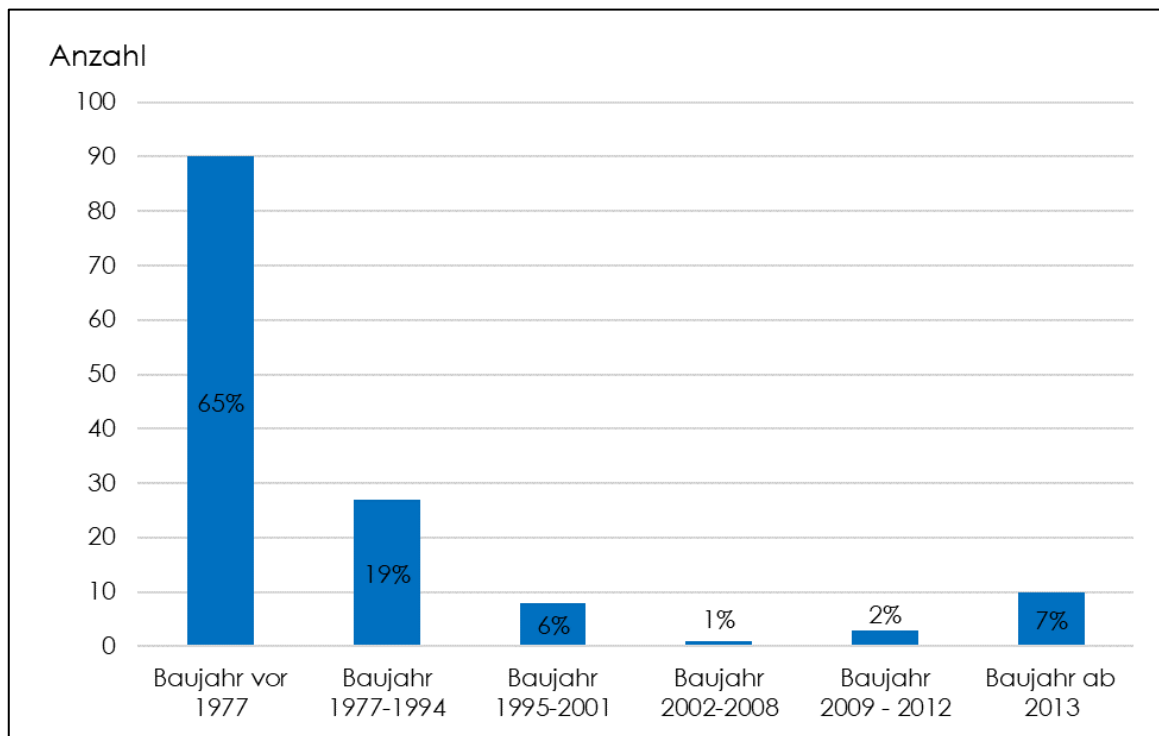


Abbildung 23: Gebäude nach Baualter

Deutlich zu erkennen ist, dass mit 65 % Anteil am Gesamtgebäudebestand der Großteil der Gebäude vor der 1. Wärmeschutzverordnung errichtet worden ist, was bedeutet, dass beim damaligen Bau der Gebäude keine Anforderungen an den Wärmeschutz und Energiebedarf eingehalten werden mussten. Rund 83 % der Gebäude wurden zudem vor Inkrafttreten der 1. Energieeinsparverordnung (EnEV 2002) errichtet. Nur 7 % der Gebäude sind nach aktueller EnEV 2013 erbaut worden.

Im Quartier befinden sich keine Denkmale. Es gibt nur einzelne Objekte die baukulturell als erhaltenswert bewertet werden (siehe nachfolgende Abbildung).



Abbildung 24: Beispiel für erhaltenswertes Gebäude im Quartier

Der überwiegende Teil der Gebäude im Quartier sind Wohngebäude mit einer Gebäudenutzfläche kleiner 200 m². Diese Gebäude wurden Ein- und Zweifamilienhäusern zugeteilt.

Gebäude die eine Gebäudenutzfläche größer 200 m² haben wurden den Mehrfamilienhäusern zugeteilt.

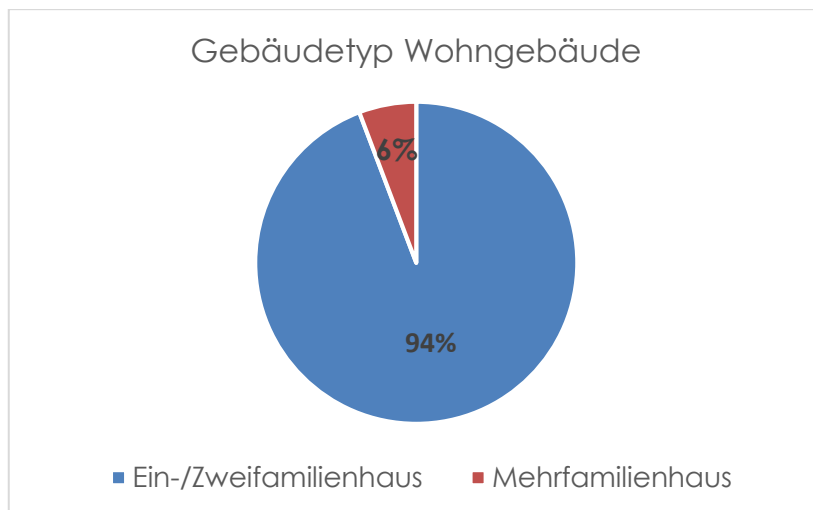


Abbildung 25: Verteilung der Gebäudetypen Wohngebäude im Quartier

In der nachfolgenden Abbildung ist eine vereinfachte Übersicht der vorhandenen Gebäudetypen dargestellt.

Baualter- klasse	Vor 1977	1977 - 1994	1995 - 2001	Nach 2001
Gebäude- typ				
Ein-/Zweifa- milienhaus < 200 m ²				
Mehr- familien- haus > 200 m ²				

Tabelle 1: Übersicht von Wohngebäudetypen im Quartier

2.3.2 Sanierungszustand und Energetische Bewertung des Gebäudebestands

Auf Basis der Ergebnisse der Eigentümerbefragung, der Erkenntnisse aus der Quartiers-Begehung sowie den von den Energieversorgern zu Verfügung gestellten Daten, wurde eine Kategorisierung des Gebäudebestandes nach energetischem Zustand vorgenommen. Hierbei wurde die Einteilung aus der Publikation „Vergleichswerte für Verbrauch bei Wohngebäuden“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) aus dem Jahr 2012 herangezogen und um die Kategorie „Neubau EnEV 2009“ erweitert. Die Kategorien ergeben sich wie folgt:

"Komplett unsaniert"	Isolier- oder Einfachverglasung keine Dämmung der Außenwände keine Dämmung des Daches
"Vorwiegend unsaniert"	Isolierverglasung mäßig gedämmte Außenwände oder mäßig gedämmtes Dach
"Neubau 1995 / Komplett saniert"	Standard gemäß Wärmeschutzverordnung 1995 oder mind. Isolierverglasung und gedämmte Außenwände und gedämmtes Dach
"Neubau EnEV 2002"	Standard gemäß EnEV 2002, auch durch Sanierung
"Neubau EnEV 2009"	Standard gemäß EnEV 2009, auch durch Sanierung

In den nachfolgenden Abbildungen ist das Ergebnis der energetischen Kategorisierung grafisch dargestellt. Rund 1/3 des Gebäudebestandes fällt unter die Kategorien „Vorwiegend unsaniert“ und „Komplett unsaniert“. Hier spiegeln sich die Ergebnisse aus der Befragung und der Vorortbegehung wieder: Bei dem Großteil der Gebäude wurden nur einzelne Sanierungsmaßnahmen seit Errichtung der Gebäude durchgeführt. Hier sind als häufigste Maßnahme der Fenstertausch, sowie eine Sanierung des Daches zu nennen. Komplettsanierungen sind kaum vorzufinden. Der Anteil der Gebäude, welche nach der 3. Wärmeschutzverordnung 1995 erbaut worden ist, fällt mit 25 % relativ gering aus. Nur ca. 10% des Gebäudebestandes weist einen energetischen Standard nach EnEV 2009 auf.

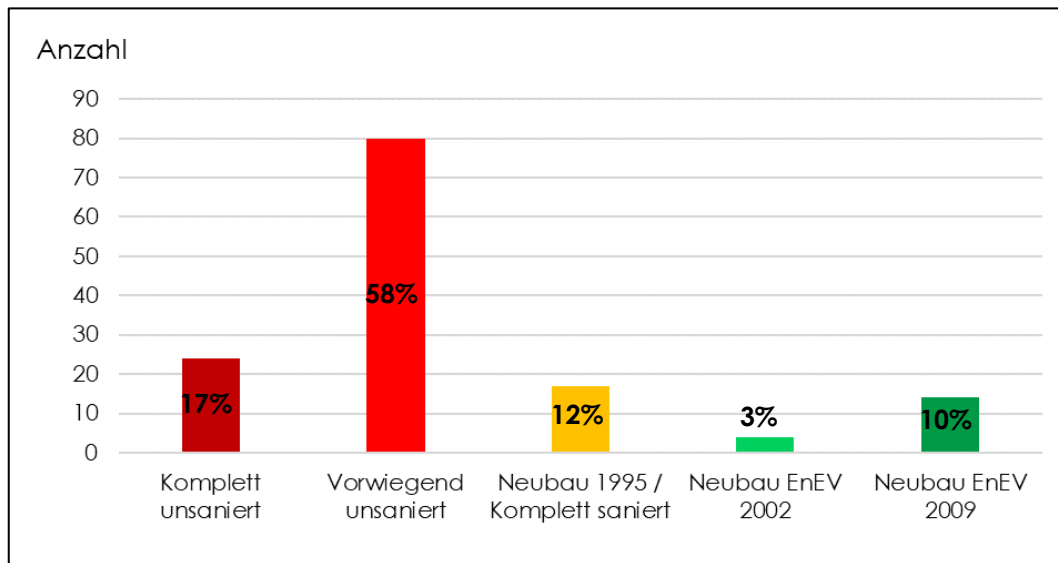


Abbildung 26: Energetische Bewertung des Gebäudebestands im Quartier als Diagramm

Bei den Begehungen ist aufgefallen, dass beim überwiegenden Teil der Gebäude nur vereinzelt energetische Maßnahmen durchgeführt wurden. So wurden bei einem Großteil der Gebäude nur einzelne wärmeschutztechnische Maßnahmen, wie zum Beispiel der Austausch der Außenfenster oder das Nachdämmen des Daches, durchgeführt. Weiterhin ist bei der Begehung aufgefallen, dass diese Einzelmaßnahmen auch straßenweilte ähnlich waren, also ein sog. Nachahme-Effekt beobachtet werden konnte.

Bei der Umsetzung von nur einzelnen Maßnahmen besteht die Gefahr von unerwünschten Wärmebrücken und im schlimmsten Fall sogar Bauschäden durch Feuchteprobleme. Hier ist eine ganzheitliche Betrachtung der Bauphysik wichtig. Hier sind vor allem Informationsveranstaltungen und Einzelberatungen der Energieagentur für die privaten Eigentümer sinnvoll, um diesen die bauphysikalische Problematik darzustellen.

Nachfolgend einige Beispiele für Gebäude, bei denen nur vereinzelt wärmeschutztechnische Maßnahmen durchgeführt wurden.



Abbildung 27: Beispiel für Gebäude mit neu gedämmter Außenwand und älteren Fenstern



Abbildung 28: Beispiel für Gebäude mit neuen Fenstern und ungedämmter Außenwand



Abbildung 29: Beispiel für Gebäude mit neuen Fenstern, neuem Dach und ungedämmter Außenwand

Bei älteren Gebäuden (Baujahr vor 1977) mit neuen Fenster (teilweise 3fach-Wärmeschutzverglasung) und keiner Außenwanddämmung besteht die Gefahr, dass sich Feuchte an den Innenwänden bildet und es im schlimmsten Fall zu Bauschäden kommen kann.

Nur bei einem kleinen Teil der Gebäude wurde eine ganzheitliche Modernisierung der wärmeschutztechnischen Hülle vorgenommen (siehe nachfolgende Abbildung).



Abbildung 30: Beispiel für ein Gebäude mit ganzheitlicher Modernisierung der wärmeschutztechnischen Hülle

In der nachfolgenden Abbildung ist noch einmal anhand der Karte des Quartiers eine Übersicht der energetischen Bewertung des Gebäudebestands.



Abbildung 31: Energetische Bewertung des Gebäudebestands im Quartier

2.4 Wärme- und Stromversorgung im Bestand

Daten bezüglich der Wärme- und Stromversorgung im Quartier lagen nicht flächendeckend vor. Zum einen wurden nur 37% der Fragebögen beantwortet und unter den beantworteten Fragebögen wiederum zum Teil keine oder unvollständige Angaben zum Energieverbrauch gemacht. Zum anderen wurden seitens der Energieversorger nur Straßenzugweise Daten zum Strom- und Gasverbrauch zur Verfügung gestellt. Leider konnte im Rahmen des Quartierskonzeptes nicht auf die Datenbank des zuständigen Schornsteinfegers zurückgegriffen werden, welche meist detaillierte Informationen über die installierten Heizungsanlagen, Verbräuche und eingesetzten Energieträger liefern.

Der Wärmeverbrauch im Quartier wurde daher im Wesentlichen anhand der, im vorherigen Abschnitt beschriebenen, energetischen Kategorisierung und den damit verknüpften Verbrauchskennwerten für Wärme bestimmt. Wo gebäudegenaue Daten vorlagen (Angabe in Fragebögen, Energieaudits der kommunalen Gebäude) wurden diese Verbräuche verwendet. Weiterhin wurden die Daten mit den vom Energieversorger übermittelten Werten abgeglichen und plausibilisiert.

Im der folgenden Grafik ist der Energieverbrauch im Quartier grafisch dargestellt. Insgesamt werden etwa 2.749 MWh/a Strom (Angabe des Energieversorgers) und 4.303 MWh/a Wärme im Quartier verbraucht. Der Stromverbrauch macht damit ca. 39 % und der Wärmeverbrauch ca. 61% des Endenergieverbrauches aus. Die Wärme wird dabei zu ca. 45% durch Erdgas geliefert (Angaben des Energieversorgers) und zu ca. 55% durch Heizöl, el. Nachtspeicheröfen, Holz (Pellets und Scheitholz) und Wärmepumpen. Auf Basis der Fragebogenaktion und der Gebäudetypologie ist davon auszugehen, dass von den 55% weitere Energieträger neben Gas ca. 65% durch Heizöl abgedeckt wird, jedoch liegen hier keine tatsächlichen Verbrauchsdaten vor, wie es beim Gasverbrauch der Fall ist.

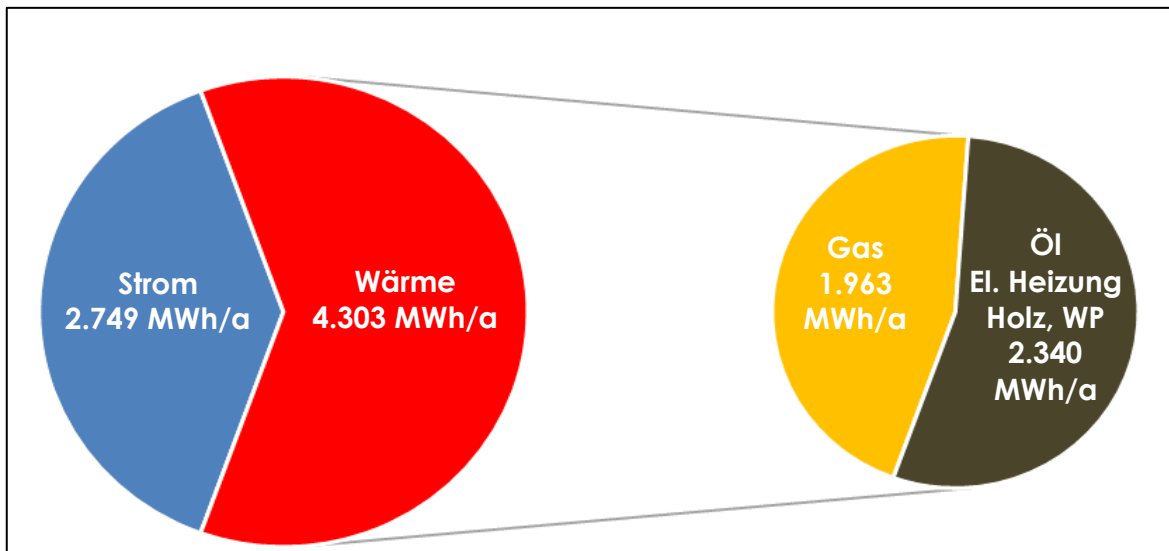


Abbildung 32: Endenergieverbrauch im Quartier (Bezugsjahr 2016), aufgeteilt auf die unterschiedlichen Energieträger.

Wie in der nachfolgenden Abbildung deutlich wird, ist im Quartier der überwiegende Teil des Energieverbrauches (Wärme- und Stromverbrauch) auf die privaten Haushalte zurückzuführen.

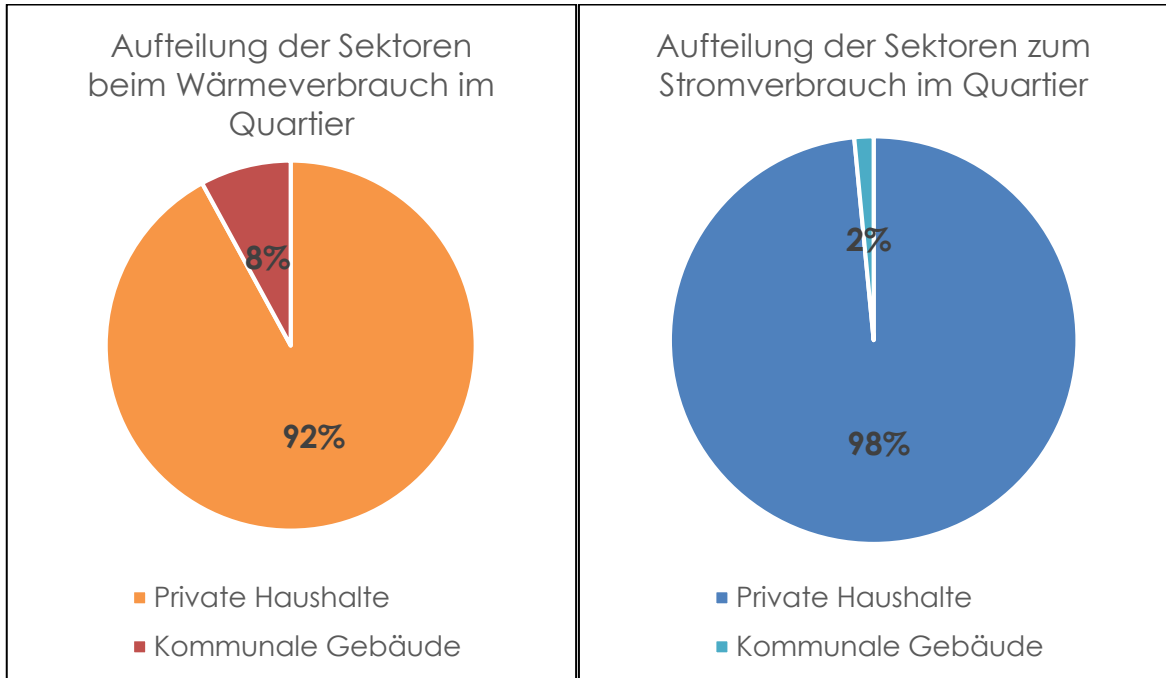


Abbildung 33: Aufteilung der Sektoren beim Wärme- und Stromverbrauch im Quartier

Beim Wärmeverbrauch sind etwa 92% auf die privaten Haushalte zurückzuführen. Etwa 8% wird dagegen durch die kommunalen Gebäude mit Schule, Rathaus und Mehrzweckhalle verbraucht.

Beim Stromverbrauch haben die privaten Haushaltet dagegen einen noch höheren Anteil. Hier verbrauchen die privaten etwa 98% des Stroms im Quartier. Nur knapp 2% vom Stromverbrauch im Quartier ist dagegen auf kommunale Gebäude zurückzuführen.

2.5 Erneuerbare Energien im Quartier

Stromerzeugung

Im Quartier gibt es bereits einige installierte Photovoltaikanlagen im Leistungsbereich von 3-37 kWp (siehe nachfolgende Abbildung). Weitere erneuerbare Energien zur Stromerzeugung wie Windkraftanlagen, Wasserkraft etc. sind im Quartier nicht vorhanden.

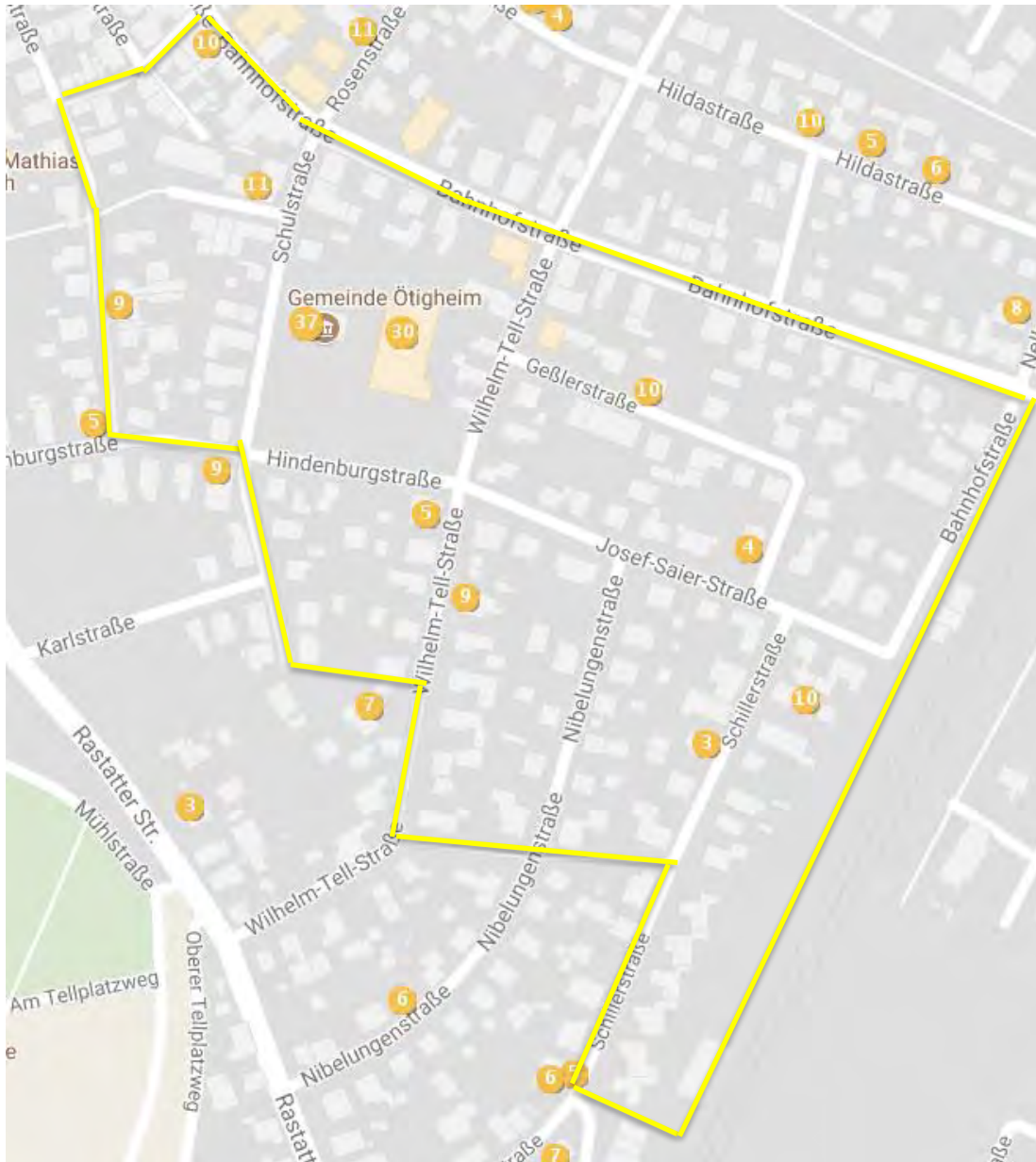


Abbildung 34: Übersicht der Leistung von PV-Anlagen im Quartier

Wie in der oberen Abbildung deutlich wird, gibt es im Quartier (gelb eingegrenzter Bereich) insgesamt 11 installierte PV-Anlagen. Die größten PV-Anlagen im Quartier sind die gemeindeeigenen Anlagen auf dem Rathaus mit 37 kWp und auf der Mehrzweckhalle mit 30 kWp.

Neben den gemeindeeigenen PV-Anlagen befinden sich die restlichen PV-Anlagen auf Privathäusern in einem Leistungsbereich von 3-11 kWp. Insgesamt sind mit den 11 PV-Anlagen im Quartier 138 kWp PV-Leistung installiert.

Die PV-Anlagen auf dem Rathaus und der Mehrzweckhalle produzieren jährlich etwa 900 kWh je kWp. Gehen wir davon aus, dass die übrigen PV-Anlagen im Quartier eine ähnliche Effizienz aufweisen, werden jährlich mit den PV-Anlagen mit 138 kWp Leistung etwa 125.000 kWh Strom erzeugt.

Bei einem Stromverbrauch im Quartier von 2.749 MWh und einer Erzeugung mit erneuerbaren Energien von 125 MWh beträgt die **Quote für eigenerzeugten Strom aus erneuerbaren Energien im Quartier 4,5%**.

Wärmeerzeugung

Wie bereits beim Kapitel zu den Ergebnissen der Eigentümerbefragung dargestellt, beträgt der Anteil der Gebäude mit ausschließlicher Pellet-Nutzung im Quartier 2% und der Anteil von Gebäuden mit ausschließlicher Scheitholz-Nutzung 4% (siehe Abbildung 18). Weiterhin gibt es einen gewissen Anteil an Mischnutzungen mit Scheitholz und Pellets. Scheitholz-Nutzung neben einem Gas- oder Ölkessel gibt es bei 20% der Haushalte im Quartier. In Kombination mit einem Nachtspeicher nutzen 6% der Haushalte noch Scheitholz. Außerdem nutzen 2% der Haushalte im Quartier Pellets und Scheitholz in Kombination mit Infrarotwärme. Der Anteil Wärmepumpen beträgt 6%.

Als Fazit lässt sich feststellen, dass sich gemäß den Ergebnissen der Umfrage hochrechnen lässt, dass ca. 6% -10 % der Wärme im Quartier aus erneuerbaren Energien (Holz) stammen. Mit Umweltwärme, die von Wärmepumpen genutzt wird, beträgt der Anteil zwischen 12 – 16%.

Gemäß den Ergebnissen des Bundesumweltamtes betrug 2016 der Anteil der „Erneuerbaren Energien“ im Sektor Wärme in Deutschland 13,4%. Die Zahlen im Quartier entsprechen somit in etwa dem Bundesdurchschnitt.

2.6 Mobilität im Bestand

Verkehrsaufkommen:

Die vorliegenden Daten von 2006 zum Verkehrsaufkommen sind veraltet und nicht verwendbar, da mittlerweile die Bahnstreckenquerung der Bahnhofstraße entfernt wurde. Neuere Daten zum Verkehrsaufkommen liegen nicht vor. Es wird davon ausgegangen, dass die Entfernung des Bahnüberganges das Verkehrsaufkommen im Quartier gesenkt hat.

Die Geschwindigkeit ist auf den meisten Straßen im Quartier auf 30 km/h oder weniger begrenzt, lediglich auf der Bahnhofstraße sind 50 km/h erlaubt.

ÖPNV-Anbindung:

Die Anbindung an den ÖPNV erfolgt über die Straßenbahnhaltestelle im Osten des Quartiers, sie ist selbst von den westlich gelegenen Häusern des Quartiers in weniger als 10 Minuten zu Fuß zu erreichen. An der Haltestelle sind Park&Ride Parkplätze sowie auch Fahrradstellplätze vorhanden.

Die Busanbindung in Ötigheim wurde auf Grund geringen Fahrgastaufkommens eingestellt und durch ein Anruf-Linien-Taxi ersetzt.

Radwege:

Innerhalb des Quartiers befindet sich ein Fuß- und Radweg, der die Nibelungenstraße mit der Wilhelm-Tell-Straße sowie der Schillerstraße verbindet. Ansonsten sind im Quartier auf keiner Straße Radfahrstreifen oder sonstige Radwege eingerichtet.

Derzeitige Projekte und Förderungen:

Die Gemeinde zahlt den eigenen Mitarbeitern einen Zuschuss zu Fahrkarten des ÖPNV, zudem wurde ein Dienstfahrrad angeschafft. Des Weiteren wurde eine Mitfahrzentrale eingerichtet.

Auch werden auf dem Internetauftritt der Gemeinde umfassende Informationen und Verweise zum Thema Mobilität angeboten.

2.7 Fazit der Bestandsanalyse

An dieser Stelle sollen die Ergebnisse der Bestandsanalyse im Hinblick auf die im nächsten Kapitel folgende Potentialanalyse zusammengefasst und resümiert werden.

Der Großteil der Gebäude im Quartier wurde vor 1975 (Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung) erbaut. Sanierungen wurden, wenn meist nur als Einzelmaßnahmen (Fenster-tausch, Dach saniert) durchgeführt. Hierbei ist aufgefallen, dass oft eine bevorzugte Sanierungsmaßnahme innerhalb einer Straße / eines Straßenabschnitts vorzufinden ist, was dafür spricht, dass es einen gewissen „Nachahmefekt“ in der Nachbarschaft gibt. Die Wärmeversorgung wird im Wesentlichen über dezentrale Gas- und Ölheizungen bereitgestellt, vereinzelt über Holzöfen (Scheitholz und Pellets), Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen. Der Großteil der Heizungsanlagen (ausgehend von den Befragungen) ist nicht älter als 20 Jahre. Insgesamt besteht ein hohes energetisches Sanierungspotential für die Gebäude im Bestand. Das Interesse Sanierungsmaßnahmen durchzuführen ist jedoch gering. Hier spielt der Mangel an finanziellen Mitteln der Privateigentümer eine wesentliche Rolle. Auf der anderen Seite hat sich herausgestellt, dass der Großteil der Bewohner sich noch nicht über bestehende Förderprogramme und mögliche Zuschüsse informiert hat. Hier könnte man in Form von Informationsveranstaltungen zum Thema Förderprogramme und/oder Sanieren versuchen, die Sanierungsaktivität im privaten Gebäudesektor zu fördern.

Bezüglich eines Nahwärmeanschlusses ist grundsätzlich ein Interesse bei den Eigentümern vorhanden mit der Prämisse, dass der Anschluss wirtschaftliche Vorteile gegenüber einer konventionellen, dezentralen Heizungsanlage bietet. Problematisch ist zu bewerten, dass die Interessenten sehr verstreut über das gesamte Quartiersgebiet liegen und die Dichte an der möglichen Nahwärme-Haupttrasse (Hindenburgstraße/Josef-Saier-Straße) relativ gering ausfällt.

Bezüglich der Mobilität im Quartier konnte festgestellt werden, dass der überwiegende Anteil der Bewohner den Weg zur Arbeit mit dem Auto beschreitet und Verbesserungswünsche der Anwohner bezüglich Radwege oder ÖPNV relativ gering sind.

3 Potentialanalyse

3.1 Zielsetzungen

Für die einzelnen Bereiche, die im nachfolgenden Kapitel untersucht werden, wurden vor der Bearbeitung der Potentialanalyse verschiedene Ziele von den relevanten Akteuren festgelegt. Außerdem gibt es noch übergeordnete Ziele, die sich beispielsweise aus dem Klimaschutzkonzept RegioEnergie ergeben und die für das Quartierskonzept einzuhalten sind.

Mit den Zielsetzungen sollen sich aus der Potentialanalyse konkrete Umsetzungsmaßnahmen ergeben, die zu einer CO₂-Reduzierung im Quartier führen.

Die Maßnahmen sind dann in einem weiteren Kapitel in einem Maßnahmenkatalog zusammengefasst.




Übergeordnete Ziele (Klimaschutzkonzept RegioEnergie)	
<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der CO₂-Emissionen bis 2030 gegenüber dem Basisjahr 2013 von 30% • Verdopplung der Sanierungsquote bei den Bestandsgebäuden • Realisierbares Potential zum Ausbau der Erneuerbaren Energien nutzen (z.B. Photovoltaik) 	
Handlungsfeld	Zielsetzungen für das Quartierskonzept
Bestandsgebäude 	<ul style="list-style-type: none"> • Ableitung von Maßnahmen für die Erreichung des übergeordneten Ziels Verdopplung der Sanierungsquote • Private Bestandsgebäude in eine Untersuchung für ein Nahwärmenetz miteinbeziehen
Neubaugebiet Goethe Areal 	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung eines sinnvollen Gebäudeenergiestandards der Neubauten • Innovatives Konzept für eine wirtschaftliche, sichere und CO₂-arme Energieversorgung des Neubaugebietes
Energieversorgung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konzept für ein Nahwärmenetz mit wirtschaftlicher und CO₂-armer Energieversorgung der öffentlichen Gebäude Rathaus, Schule, Mehrzweckhalle, Antonihaus und Gebäude Bahnhofstraße 29 • Erhöhung der Stromerzeugung durch Photovoltaik gemäß des Zielszenarios des Klimaschutzkonzeptes RegioEnergie
Mobilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung von Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils von Elektroautos • Untersuchung Einsparpotentiale im Bereich Verkehr durch Ausbau ÖPNV, Radwege etc.

Tabelle 2: Zielsetzungen für das Quartierskonzept Ötigheim

3.2 Gebäudebestand

Verbrauchskennwerte:

Zunächst wurden bei der Potentialanalyse Kennwerte aus den Verbrauchsdaten von den Energieversorgern berechnet, um die Beobachtungen der Vor-Ort Begehungen zum energetischen Zustand der Gebäude nochmal mit Kennwerten zu überprüfen.

Dabei wurden die Strom- und Gasverbräuche der öffentlichen Gebäude bereits abgezogen. Der Vergleich in der nachfolgenden Tabelle bezieht sich somit nur auf Wohngebäude. Der Vergleichskennwert für Wärme wurde aus den Vergleichswerten für Verbrauch bei Wohngebäuden vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Nr.11/2012) entnommen. Für die Auswahl des Kennwertes wurden Ein- bzw. Zweifamilienhäuser mit einer Nutzfläche kleiner 200 m² hergenommen, die vorwiegend unsaniert sind. Dies entspricht der Beobachtung der Vor-Ort Begehung für die überwiegende Bebauung des Gebietes des Quartierskonzeptes (siehe Kapitel 2.3).

	Spezifischer Verbrauch [kWh/m ² *a]	Kennwert [kWh/m ² *a]
Strom	95,3	50¹
Erdgas	161,2	155

Tabelle 3: Vergleich der spezifischen Verbräuche der Wohngebäude im Quartier mit Kennwerten

Die Werte für den Gasverbrauch in der oberen Tabelle bestätigen die Beobachtungen der Vor-Ort Begehungen, dass es sich um überwiegend unsanierte Wohngebäude handelt, da der berechnete spezifische Verbrauchswert Gas sogar etwas höher ist als der für unsanierte Wohngebäude aus der Studie vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Die Ergebnisse für den Gasverbrauch zeigen, dass erhebliches Potential bei Verbesserungen hinsichtlich einer Senkung des Wärmeverbrauches im Quartier vorhanden ist.

Die Ergebnisse zu den Stromverbräuchen zeigen ebenfalls, dass im Quartier ein überdurchschnittlich hoher Stromverbrauch vorhanden ist. Eine Erklärung dafür könnte unter anderem darin bestehen, dass laut der Umfrage ein hoher Anteil Nachtspeicheröfen im Quartier vorhanden ist. Gemäß der Eigentümerbefragung haben 12% der befragten Haushalte im Quartier Nachtspeicheröfen, die sehr ineffizient sind und einen hohen Stromverbrauch zur Folge haben. Gemäß einer Statistik haben im deutschen Durchschnitt etwa 7,5% der Wohngebäude Einzel- oder Mehrraumöfen, worunter auch Nachtspeicherheizungen fallen.² Ein weiterer Grund für den hohen Stromverbrauch könnte daran liegen, dass vermutlich auch ein relativ hoher Anteil der Gebäude im Quartier mit elektrischer Trinkwarmwasserbereitung versehen sind.

¹ Hochgerechnet aus 4 Personen Haushalt mit elektrischer Warmwasserbereitung – Quelle Stromverbrauch: Energie-Info – Stromverbrauch im Haushalt – BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Berlin 2016; Quelle Wohnfläche pro Bewohner: Wohnfläche, Umweltbundesamt, 2016

² Zensus 2011 – Gebäude und Wohnungen Bundesrepublik Deutschland – Statistisches Bundesamt, 2011

Entwicklung von Szenarien zu den Energieeinsparpotentialen:

Die Potentialanalyse im Bereich Gebäude wurde auf Basis der zuvor vorgenommenen energetischen Kategorisierung des Gebäudebestandes sowie den vorhandenen Energieaudits der kommunalen Gebäude durchgeführt. Dabei wurden drei unterschiedliche Szenarien bezüglich der Maßnahmeneffizienz, Klimaschutzpolitik und letztendlich der Energieeinsparung betrachtet. Die Szenarien wurden aus dem Klimaschutzkonzept des RegioEnergie-Netzwerkes abgeleitet, deren Definition gemäß Klimaschutzkonzept wie folgt ist:

- **Referenz-Szenario**, Darstellung der Trendentwicklung bis 2030
 Dafür werden Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung sowie zum Verkehrsaufkommen verwendet und die CO₂-Einsparmöglichkeiten berücksichtigt, die ohne zusätzlichen Handlungsbedarf erreicht werden können. Teilweise kompensieren sich die Entwicklungen, so dass die Entwicklungen pro Bereich interpretiert werden müssen.
- **Klimaschutz-Szenario**, intensive Nutzung der Entwicklungspotentiale
 Optimistische Einschätzung der Entwicklung, zum Teil Aufzeigen des Möglichen. Quercheck der Szenarien: Klimaschutz-Szenario sollte mindestens mit Vorgaben auf Landesebene kompatibel sein. Quercheck mit Vorgaben aus IEKK Baden-Württemberg.
- **Ziel-Szenario**, passgenau für Netzwerkkommunen
 Es soll die Stoßrichtungen der geplanten Klimaschutzaktivitäten und möglichst erreichbare Ziele abbilden. An diesem Ziel-Szenario kann sich später das Controlling und Monitoring orientieren.

(Anmerkung: Formulierung entsprechend der Definition im Klimaschutzkonzept RegioENERGIE 2017)

Die folgende Tabelle wurde aus dem Bericht des Klimaschutzkonzeptes übernommen. Aus dieser gehen die relevanten Annahmen und Grundlagen für die einzelnen Szenarien nach Sektor (Verkehr, private Haushalte, kommunale Liegenschaften, etc.) hervor:

	Referenz-Szenario	Klimaschutz-Szenario	Ziel-Szenario Regio-ENERGIE Netzwerk
Grundlagen Bevölkerung	<p>Bevölkerungsentwicklung insgesamt:</p> <p>Einwohnerzahl bis 2020: leicht steigend auf 65.238; 2030 weiterer verhaltener Anstieg auf 65.534 Einwohner Entwicklungskorridor 2030 zwischen 58.887 und 74.915 (aus Regional-daten-bank des Stat. Landesamtes, aggregiert über die Angaben für die Kommunen)</p> <p>Demographie bis 2030: Anteil der Bevölkerung zwischen 60 und 85 Jahren steigt deutlich von 15.370 auf 20.049 Personen. Die Zahl der über 85 Jährigen steigt von 1.429 auf 2.384. Die Anzahl der unter 20 jährigen sowie der Personen zwischen 20 und 40 bleibt nahezu konstant (Details siehe Bevölkerungsprognose Stat. Landesamt).</p> <p>Entwicklung der Haushaltsgrößen: Fortschreibung der Trendentwicklung und Abgleich mit Prognosen für die Landesebene. Danach bleibt die durchschnittliche Haushaltsgröße in den Landkreisen Karlsruhe und Rastatt konstant bei ca. 2,2 Personen je Haushalt. Dies entspricht auch dem aktuellen Durchschnittswert der RegioENERGIE Kommunen.</p>		
Verkehr	<p>Allgemeine Trendentwicklung zur Minderung (Abbildung 5-3) bei gleichbleibendem Verkehrsaufkommen.</p>	<p>Im Verkehrsbereich werden die Klimaschutz-Ziele der Landesregierung als Anhaltspunkt genommen. Ziel aus IEKK (Juli 2014):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der CO₂-Emissionen im Bereich Verkehr um 20-25 % bis 2020 (gegenüber 1990). Wegen des größeren Zeithorizonts wird eine Reduktion um 30% angenommen. • Da 2010 die Emissionen in etwa gleich hoch waren wie 1990, kann für das Netzwerk die CO₂-Bilanz 2013 ansatzweise als Referenz 	<p>Die RegioENERGIE Kommunen setzen sich das Ziel, die Einsparung von 25 % zu erreichen. Jedoch mit einem Zeithorizont bis 2030.</p> <p>Wichtige Stoßrichtungen dafür sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intelligente Vernetzung der Verkehrssysteme • Bündelung des Individualverkehrs • Alternative Antriebe • Ausbau des Rad-wegenetzes, insbesondere auch im Hinblick auf die Vernetzung der Kommunen und die täglichen Wegstrecken.

<p>Private Haushalte</p>	<ul style="list-style-type: none"> Strom: reguläre Lebensdauern von Elektrogeräten (nach Verbrauchsgruppen siehe Tabelle 5-2), Erneuerung auf Standard A+ bzw. auf effiziente Geräte; keine Veränderung im Verbrauch Strom: Annahme zur Entwicklung EE-Mix = Emissionsfaktor Strom, Trend aus Bundesdurchschnitt 470 g/kWh Wärme: Potential wird anteilig erschlossen: Heizungsanlagen: ca. 50 % der Heizungsanlagen werden saniert (normale Sanierungsrate bei Lebensdauer 30 Jahre) Gebäude-dämmung: Trend der Sanierungsquote von 1 % wird fortgesetzt (bundesweite Referenzentwicklung) 	<ul style="list-style-type: none"> Strom: Annahme: Erneuerung wird durch Beratung und Aufklärung forciert und alle Potentiale werden voll ausgeschöpft, Erneuerung auf Standard A+++ bzw. auf hocheffiziente Geräte; Verbrauchs-reduktion 30 % (2 % je Jahr) Emissionsfaktor Ziel Bund; 270 g/kWh Wärme: Es wird angenommen, dass das gesamte Sanierungs-potenzial erfasst wird. 	<ul style="list-style-type: none"> Strom: 50 % des Einsparpotenzials wird erreicht, 1 % pa Emissionsfaktor 390 g/kWh Wärme: Sanierungs-quote wird von 1 % auf 2 % erhöht, bei etwa 10% der neuen Heizanlagen kommen CO2-arme Brennstoffe z. B. Pellets zum Einsatz
<p>GHD u. Industrie</p>	<p>Strom: gleichbleibender Verbrauch; Emissionsfaktor Strom, wie bei Haushalten</p>	<p>zusätzlich zum Referenz-szenario 2,8 % Effizienz-steigerung je Jahr (entspricht Selbstverpflichtung der deutschen Industrie) (16)</p>	<p>Referenzszenario plus 1,4 % Effizienzsteigerung je Jahr (50 % der Selbst-verpflichtung)</p>
<p>Kommunale Liegenschaften</p>	<p>Status quo wird beibehalten</p>	<p>Strom: Gebäude werden auf Benchmark saniert Wärme: Gebäude werden auf Benchmark saniert (unteres Quartilmittel aus Kennwerten ages/eea)</p>	<p>Wärme und Strom: Über die Sanierung der Liegenschaften werden 50 % der im Klimaschutzszenario angenommenen Einsparungen erreicht.</p>
<p>Erneuerbare Energien</p>	<p>Entwicklung bei den PV-Anlagen erfolgt bis 2030 nach den Bundesvorgaben (2.500 MW/a). Umgelegt über die Gemarkungsfläche der Netzwerkkommunen entspricht dies 1.206 kW pro Jahr</p>	<p>Alle im Kapitel 5.2.1 nachgewiesenen Potentiale werden erschlossen.</p>	<p>Realisierung des in Kapitel 5.2.1 als erschließbar ausgewiesenen Potentials</p>

Tabelle 4: Eckwerte der Szenarien für das RegioENERGIE Netzwerk (Zeithorizont: 2030), Quelle: Klimaschutzkonzept RegioENERGIE 2017

In Abbildung 17 das Einsparpotential für die drei Szenarien grafisch dargestellt. Für das Trendszenario ergibt sich eine Gesamteinsparung von ca. 7% bezogen auf den Endenergieverbrauch. Im Maimalszenario kann der Verbrauch um 40% gesenkt werden. Für das Zielszenario ergibt sich eine Einsparung von 17%.

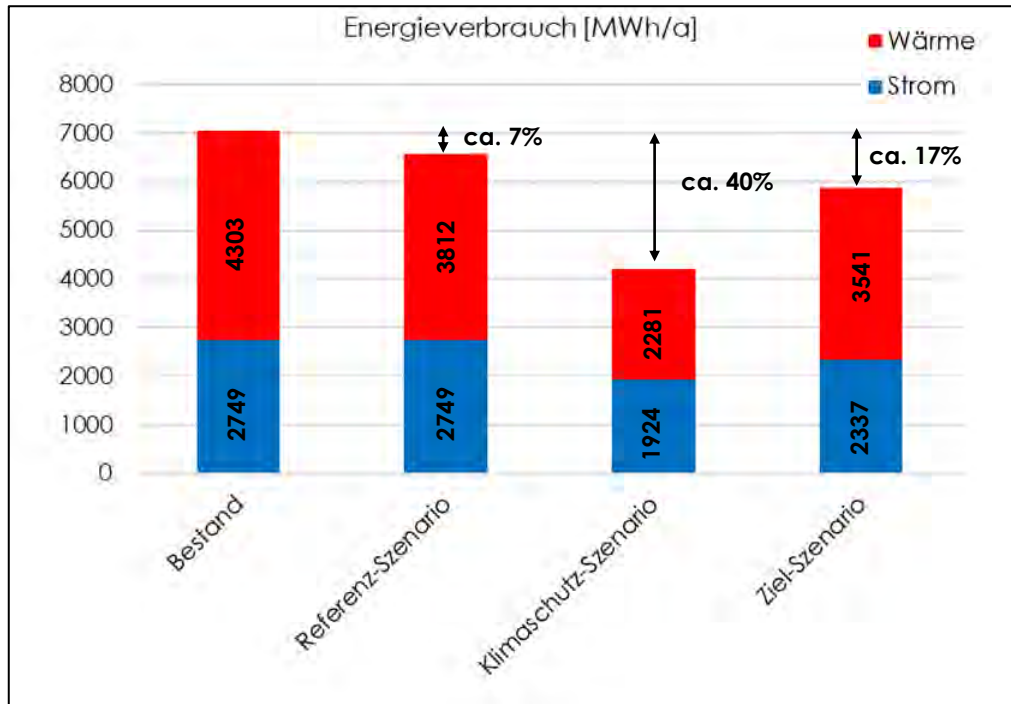


Abbildung 35: Energieeinsparpotential der drei Szenarien „Referenz“, „Klimaschutz“ und „Ziel“.

3.3 Neubaugelände Goethe Areal

3.3.1 Beschreibung

Im unteren Bereich des Quartiers soll ein Neubaugelände entlang der Bahngleise entstehen (siehe rote Markierung Abbildung 6).

Für dieses Neubaugelände werden verschiedene Szenarien entwickelt, um zu analysieren mit welcher Versorgungsvariante eine wirtschaftliche und nachhaltige Versorgung sichergestellt werden kann.

In der nachfolgenden Grafik ist der erste städtebauliche Entwurf dieses Neubaugeländes dargestellt.



Abbildung 36: Städtebaulicher Entwurf Neubaugelände Bahnhofsareal – Bebauung Variante 1

Da der erste städtebauliche Entwurf noch sehr offen bezüglich der Umsetzung ist, sind für die Betrachtung von verschiedenen Versorgungsvarianten für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit verschiedene Annahmen getroffen worden.

Für die Fläche ist davon ausgegangen worden, dass insgesamt 2.500 m² Wohnfläche auf dem Gebiet errichtet werden.

Bei der Berechnung des Trinkwarmwasserverbrauchs ist davon ausgegangen worden, dass insgesamt 50 Personen im Neubaugelände Bahnhofsareal wohnen werden.

Beim Energiekonzept für das Neubaugelände Bahnhofsareal gibt es bestimmte Bereiche, in denen verschiedene Alternativen zur Verfügung stehen. Aus diesen Alternativen wird zunächst einmal versucht eine optimale Lösung für das Energiekonzept zu finden. Diese Lösung wird dann für die weitere Untersuchung der Versorgung übernommen. In der nachfolgenden Grafik ist eine Art Entscheidungsmatrix dargestellt, in denen die verschiedenen Bereiche und die jeweiligen Alternativen dargestellt sind, die jeweils nach einer optimalen Lösung untersucht werden.

Energiestandard der Gebäude	Passivhaus		KfW-55-Haus		
Varianten zur Trinkwarmwasserbereitung	Frischwasserstation mit Durchlauferhitzer	Wärmepumpe		Solarthermie	
Dimensionierung der PV-Anlage	PV-Anlage ohne Stromspeicher		PV-Anlage mit Stromspeicher		
Varianten zur Wärmeerzeugung	Nahwärme Eispeicher	Nahwärme Tiefenbohrung	Nahwärme Grundwasser	Einzel Luft-Wasser-WP	Einzel Gas + Solarthermie

Abbildung 37: Entscheidungsmatrix der verschiedenen Bereiche für das Energiekonzept des Neubaugebietes

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die verschiedenen Bereiche nun beschrieben und die jeweiligen Lösungen dazu vorgestellt.

Im nächsten Kapitel 3.3.2 werden dann die Wirtschaftlichkeit und die CO₂Emissionen der verschiedenen Alternativen verglichen und im jeweiligen Bereich die besten Lösungen hinsichtlich der Umweltverträglichkeit und der Wirtschaftlichkeit vorgestellt.

3.3.1.1 Energiestandard der Gebäude

Für die betrachteten Gebäude wurden zwei Typen von energetischen Gebäudestandards bei den Versorgungsvarianten verglichen. Zum einen wurde davon ausgegangen, dass die Gebäude auf heutigem KfW-55-Standard (EnEV 2016) errichtet werden und einmal wurde davon ausgegangen, dass die Gebäude auf Passivhaus-Standard errichtet werden. Eine schlechtere Betrachtung als der KfW-55-Standard wurde ausgeschlossen, da bis zur Errichtung der Gebäude noch ein paar Jahre vergehen und bis dahin voraussichtlich strengere energetische Standards für Neubauten gelten. Eine genaue Vorhersage der Entwicklung der Vorgaben ist nicht möglich, aber es wurde davon ausgegangen, dass zumindest der heutige KfW-55 Standard auf einige Jahre gesetzlich erlaubt bleiben wird. In der nachfolgenden Tabelle sind die Werte für die Berechnungsgrundlage der beiden Gebäudestandards Passivhaus und KfW-55 Haus dargestellt.

Gebäudestandard	Heizleistung	Heizwärmebedarf
Passivhaus	10 W/m ²	15 kWh/m ²
KfW-55	40 W/m ²	35 kWh/m ²

Tabelle 5: Berechnungsgrundlage für Heizleistung und Heizwärmebedarf der Gebäude des Neubaugebietes

3.3.1.2 Varianten zur Trinkwarmwasserbereitung

Bei der Versorgung der Neubauten werden verschiedene Konzepte der Trinkwarmwasserbereitung bei der Wirtschaftlichkeit verglichen. Die drei Konzepte für die Wärmeversorgung der Neubauten werden im nachfolgenden kurz beschrieben.

Die nachfolgenden Prinzipschemen der Wärmeversorgung der Neubauten stellen nur eine erste grobe Übersicht der Funktionsweise für die Potentialanalyse dar. Daher sind in den Schemen keine Details wie Umwälzpumpen, Heizungsarmaturen, Ventile, Mischer, Außdehnungsgefäße etc. vorhanden.

1. „Kaltnetz“ mit gebäudeweißer Wärmepumpe – Trinkwarmwasser über Frischwasserstation mit Durchlauferhitzer

Das erste Konzept für die Trinkwarmwasserbereitung hat eine zentrale Wärmepumpe im Gebäude und eine Frischwasserstation mit Durchlauferhitzer zur Trinkwarmwasserbereitung (siehe nachfolgende Abbildung).

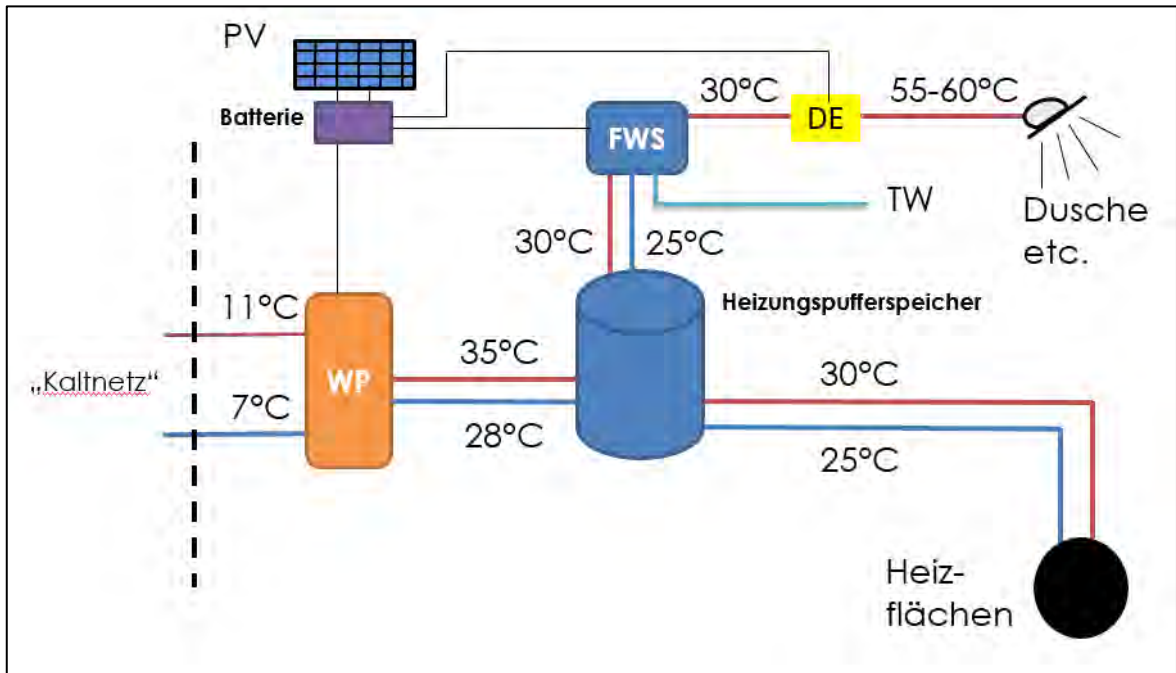


Abbildung 38: Schema der Wärmeversorgung Neubau „Kaltnetz“ – Trinkwarmwasser über Frischwasserstation mit Durchlauferhitzer

Für die Neubauten wird bei einem Kaltnetz eine Wärmepumpe in jedem Gebäude installiert. Diese Wärmepumpe erhöht die Temperatur des Kaltnetzes im Vorlauf zum Beispiel von 11°C auf 35°C. Mit 35°C würde das Warmwasser in einen Heizungspufferspeicher gehen. Für die Heizflächen der Neubauten wird von Flächenheizungen, zum Beispiel einer Fußbodenheizung oder einer Wandheizung, ausgegangen. Für diese Flächenheizungen wird davon ausgegangen, dass eine Vorlauftemperatur von etwa 30°C sowohl beim Passivhaus-Standard als auch beim KfW-55-Standard ausreichen würde. Für das Trinkwarmwasser wird eine Frischwasserstation installiert. Diese erwärmt das Trinkwasser mit dem Heizungswasser aus dem Pufferspeicher auf etwa 30°C. Eine weitere Erwärmung des Trinkwarmwassers von 30°C auf bis zu 60°C wird dann durch einen Durchlauferhitzer sichergestellt.

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit für eine gebäudeweise Luft-Wasser-Wärmepumpe wird vom gleichen Schema, wie oben skizziert, ausgegangen. Der einzige Unterschied ist, dass die Wärmequelle für die Luft-Wasser-Wärmepumpe nicht das Kaltnetz sondern die Luft ist.

2. „Kaltnetz“ mit gebäudeweißer Wärmepumpe – Trinkwarmwasser über Wärmepumpe

Das zweite Konzept für die Trinkwarmwasserbereitung hat eine zentrale Wärmepumpe im Gebäude und zusätzliche eine zweite Wärmepumpe für die Trinkwarmwasserbereitung im Rücklauf der Heizung (siehe nachfolgende Abbildung).

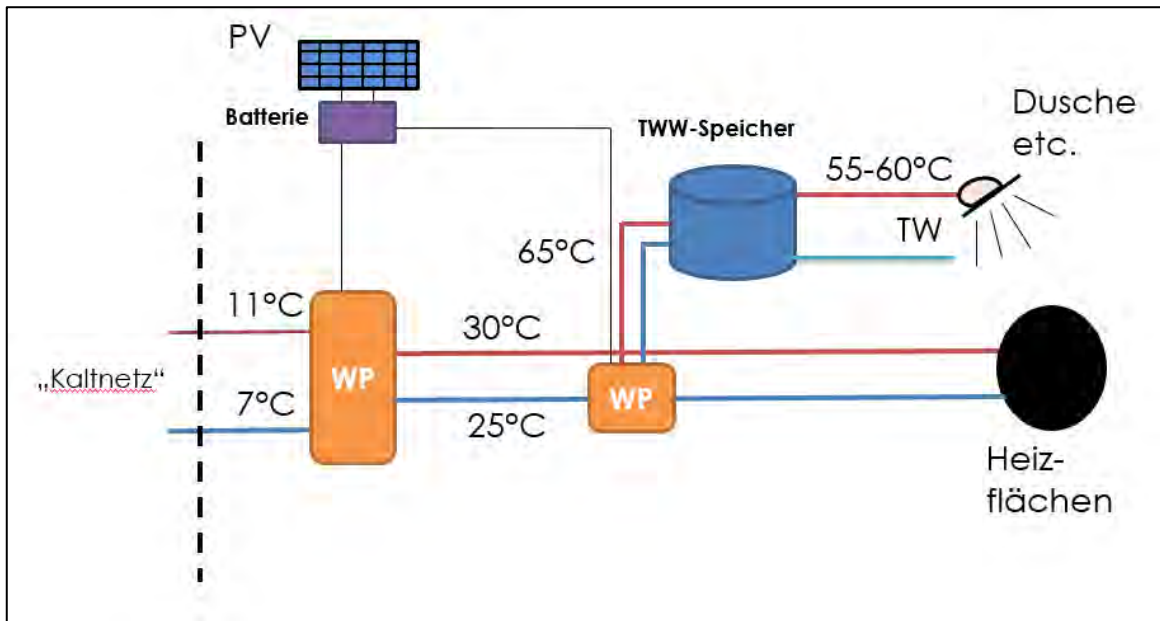


Abbildung 39: Schema der Wärmeversorgung Neubau „Kaltnetz“ – Trinkwarmwasser über Wärmepumpe

Für die Neubauten wird bei einem Kaltnetz eine Wärmepumpe in jedem Gebäude installiert. Diese Wärmepumpe erhöht die Temperatur des Kaltnetzes im Vorlauf zum Beispiel von 11°C auf 30°C. Das 30°C warme Wasser geht in die Heizflächen der Neubauten, zum Beispiel in eine Fußbodenheizung oder in eine Wandheizung. Im Rücklauf der Heizung befindet sich dann eine zweite Wärmepumpe, die das Warmwasser des Rücklaufes beispielsweise von 25°C auf eine Temperatur von bis zu 65°C erhöht. Über einen Trinkwarmwasserspeicher mit Wärmetauscher wird dann das Trinkwarmwasser auf eine Temperatur von etwa 60°C erwärmt.

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit für eine gebäudeweisse Luft-Wasser-Wärmepumpe wird vom gleichen Schema, wie oben skizziert, ausgegangen. Der einzige Unterschied ist, dass die Wärmequelle für die Luft-Wasser-Wärmepumpe nicht das Kaltnetz sondern die Luft ist.

3. Kaltnetz mit gebäudeweißer Wärmepumpe – Trinkwarmwasser über Solarthermie

Das dritte Konzept für die Trinkwarmwasserbereitung hat eine zentrale Wärmepumpe im Gebäude und eine Solarthermie-Anlage zur Trinkwarmwasserbereitung (siehe nachfolgende Abbildung).

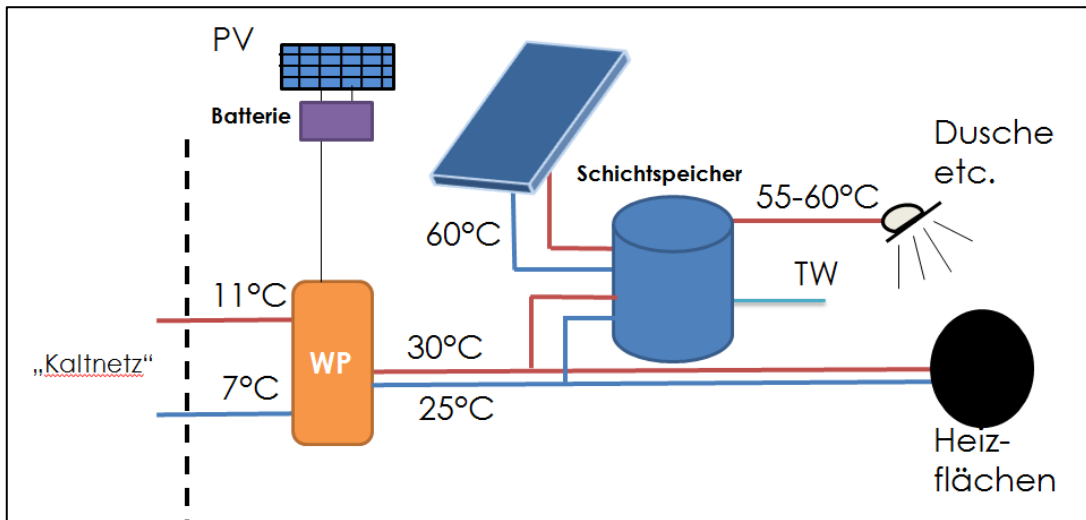


Abbildung 40: Schema der Wärmeversorgung Neubau „Kaltnetz“ – Trinkwarmwasser über Solarthermie

Für die Neubauten wird bei einem Kaltnetz eine Wärmepumpe in jedem Gebäude installiert. Diese Wärmepumpe erhöht die Temperatur des Kaltnetzes im Vorlauf zum Beispiel von 11°C auf 30°C. Das 30°C warme Wasser geht in die Heizflächen der Neubauten, zum Beispiel in eine Fußbodenheizung oder in eine Wandheizung. Zusätzlich gibt es für die Trinkwarmwasserbereitung eine Solarthermie-Anlage. Diese kann im Sommer den Bedarf an Trinkwarmwasser decken. Im Winterfall bei nicht sonnigen Tagen muss die zentrale Wärmepumpe die Trinkwarmwasserbereitung übernehmen und die Temperaturspreizung von 11°C auf bis zu 65°C übernehmen, was allerdings an solchen Tagen zu sehr schlechten Wirkungsgraden der Wärmepumpe führt.

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit für eine gebäudeweiße Luft-Wasser-Wärmepumpe wird vom gleichen Schema, wie oben skizziert, ausgegangen. Der einzige Unterschied ist, dass die Wärmequelle für die Luft-Wasser-Wärmepumpe nicht das Kaltnetz sondern die Luft ist.

3.3.1.3 Dimensionierung der PV-Anlage

Zur Erhöhung der erneuerbaren Stromversorgung wird nachfolgend der Einsatz einer PV-Anlage betrachtet und hierbei werden verschiedene Varianten mit und ohne Batteriespeicher berechnet.

Folgende Randbedingungen werden dabei angenommen:

Der jährliche Strombezug eines Haushaltes beträgt 4700 kWh³ zuzüglich 1704 kWh für die Wärmeerzeugung und Warmwasserbereitung durch Wärmepumpen. Als verfügbare Fläche zur Installation werden 100 m² angenommen (Südausrichtung mit 30° Anstellwinkel).

Zur Auslegung der Anlage werden jeweils Tageslastkurven betrachtet. Im vorliegenden Modell wird der zeitabhängige Strombezug über das von Netzbetreibern verwendete H0 ermittelt und anhand des o.g. Jahresbezuges skaliert. Die Bezugsleistung der Wärmepumpen berechnet sich über den tageszeitabhängigen Wärme- bzw. Warmwasserbedarf auf Basis der Berechnung von Standardlastprofilen⁴, wie sie bei Gasnetzbetreibern Verwendung finden.

Zur Generierung eines Lastganges der PV-Anlagen werden Zeitreihendaten der Anlage auf dem Rathausdach in Ötigheim verwendet und entsprechend der berechneten Anlagengröße skaliert. Einige charakteristische Lastgänge für Tage in unterschiedlichen Jahreszeiten sind in den nachfolgenden Abbildungen zu erkennen.

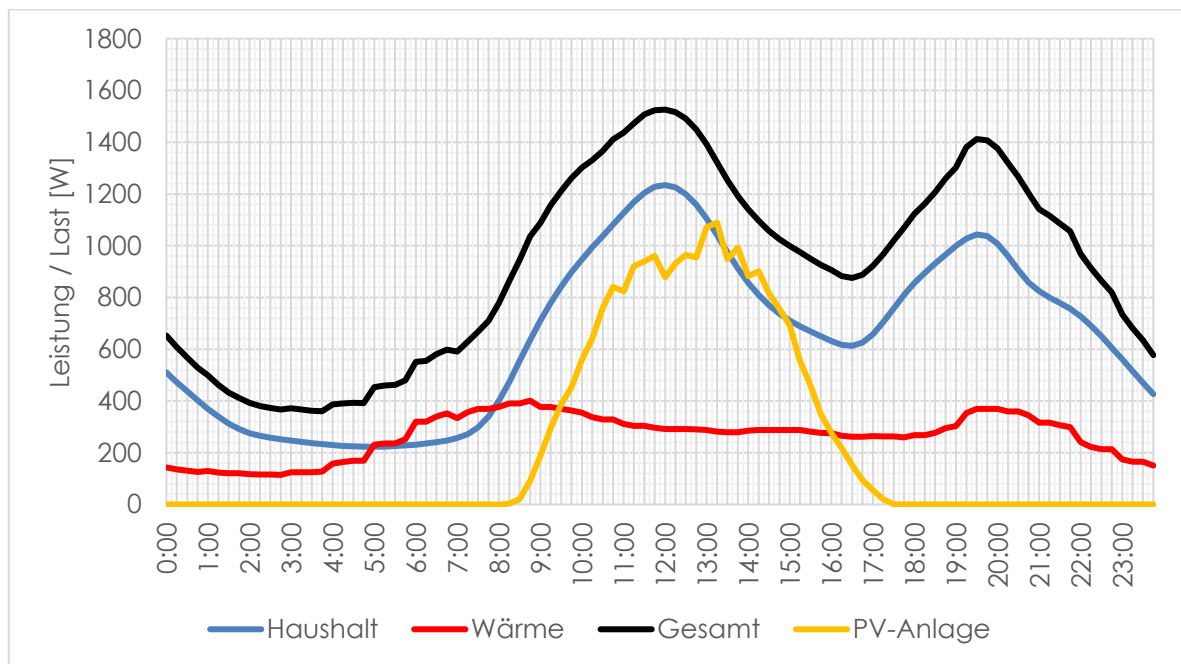


Abbildung 41: Tageslastgang Strom eines Gebäudes im Neubaugebiet, Winter (Durchschnittliches PV-Profil eines Tages im Januar 2016)

³ bdeW, Energie-Info Stromverbrauch im Haushalt, BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Berlin 2016

⁴ BDEW/VKU/GEODE-Leiffaden Abwicklung von Standardlastprofilen Gas, BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., VKU Verband kommunaler Unternehmen e.V., GEODE – Groupement Européen des entreprises et Organismes de Distribution d'Énergie, EWIV, Berlin 2011

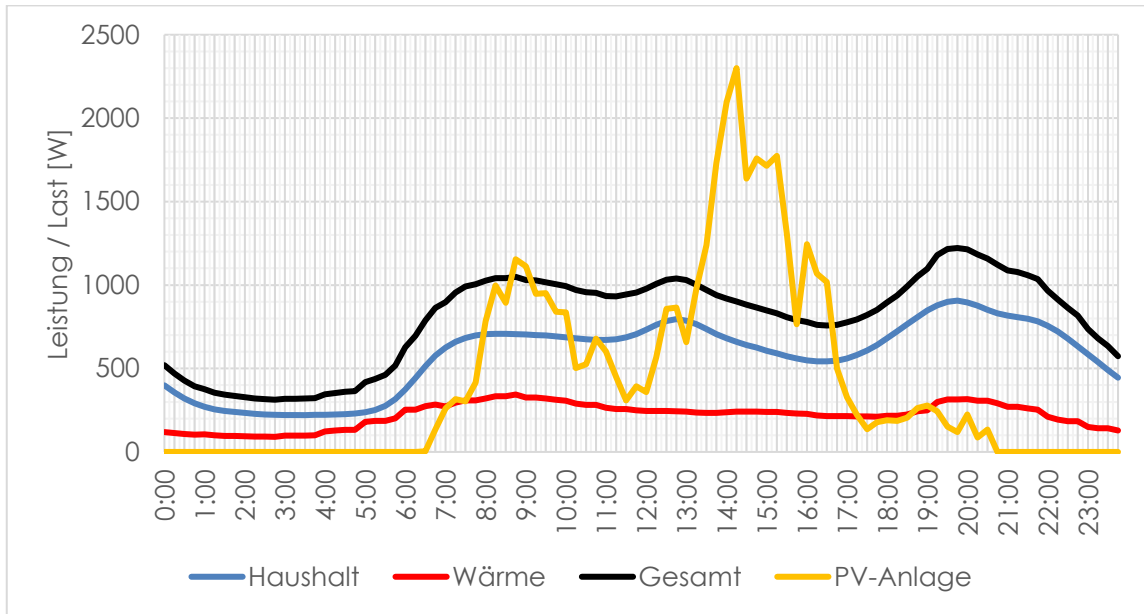


Abbildung 42: Tageslastgang Strom eines Gebäudes im Neubaugebiet, Übergangszeit (PV-Profil vom 23.04.2016)

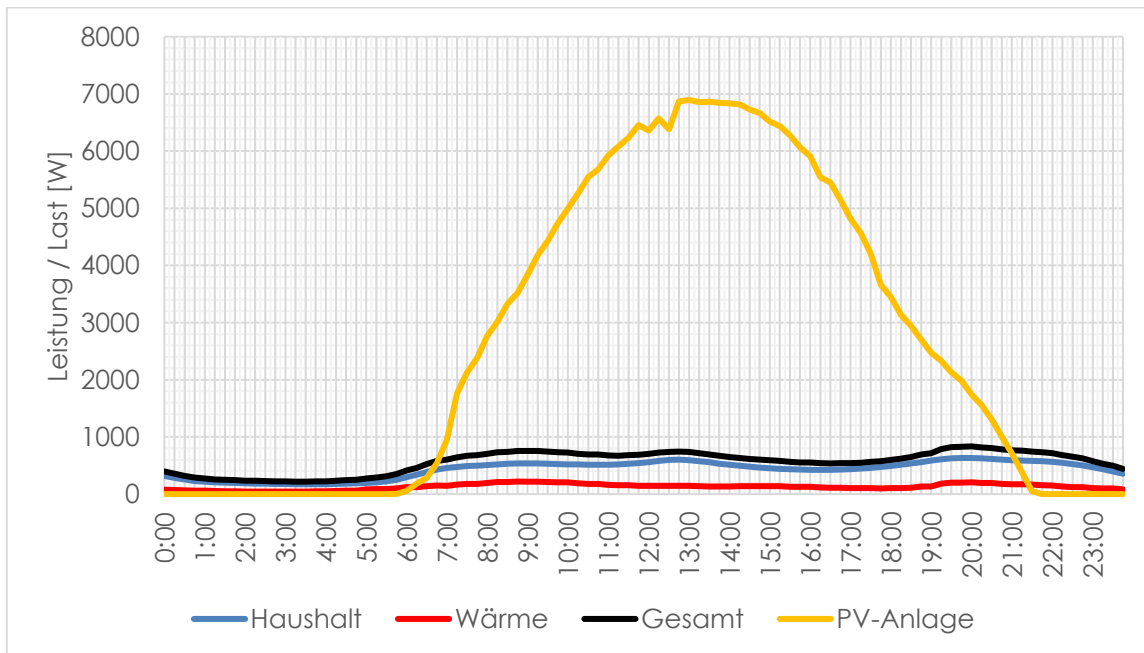


Abbildung 43: Tageslastgang Strom eines Gebäudes im Neubaugebiet, Sommer (PV-Profil vom 07.07.2016)

Bei Installation einer PV-Anlage verringert sich der Strombezug, abhängig von der jeweiligen Anlagenfläche, wobei die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage bis 100 kWp mit der Fläche steigt. Grund hierfür ist, dass kostenintensive Bauteile, wie z.B. der Wechselrichter, im Verhältnis zu den relativ betrachtet preisgünstigen Modulen weniger ins Gewicht fallen.

PV-Fläche [m ²]	PV-Leistung [kWp]	Energiebedarf [kWh/a]	Ertrag [kWh/a]	Eigenverbrauch [kWh/a]	Eigenverbrauch [%]	Netzurückspeisung [kWh/a]	Netzbezug [kWh/a]	Autarkiegrad [%]
100	10	6.404	10.398	3.092	29,7	7.306	3.312	48,3

Tabelle 6: Ertrag einer PV-Anlage ohne Batteriespeicher und daraus resultierender Netzbezug/-einspeisung

Die Fläche der PV-Anlage wird aus vorgenanntem Grund nachfolgend zu 100 m² bzw. 10 kWp angenommen. Nachfolgend wird ein elektrischer Batteriespeicher in das Modell eingefügt und dessen Auswirkungen betrachtet. Der mit der Speichergröße steigende Eigenverbrauchsanteil bzw. der daraus resultierende erhöhte Autarkiegrad ist in der nachfolgenden Abbildung zu sehen.

Speichergröße [kWh]	Energiebedarf [kWh/a]	Eigenverbrauch [kWh/a]	Eigenverbrauch [%]	Rückspeisung [kWh/a]	Strombezug [kWh/a]	Autarkiegrad [%]
2	6.404	3.548	34,1	6.850	2.856	55,4
4	6.404	3.973	38,2	6.425	2.431	62,0
6	6.404	4.171	40,1	6.227	2.233	65,1
8	6.404	4.234	40,7	6.164	2.170	66,1
10	6.404	4.234	40,7	6.164	2.170	66,1

Tabelle 7: Berechnungsergebnisse der PV-Anlage mit unterschiedlich großen PV-Speichern

Eine wichtige Kenngröße für die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage stellt der Eigenverbrauch dar. Die nachfolgende Abbildung zeigt diesen als Funktion der Kapazität des Batteriespeichers. Es ist zu erkennen, dass der Eigenverbrauch mit zunehmender Speichergröße zwar immer weniger stark ansteigt. Im berechneten Beispiel gibt es zwischen den Eigenverbräuchen bei 8 und 10 kWh nahezu keinen erkennbaren Mehrwert.

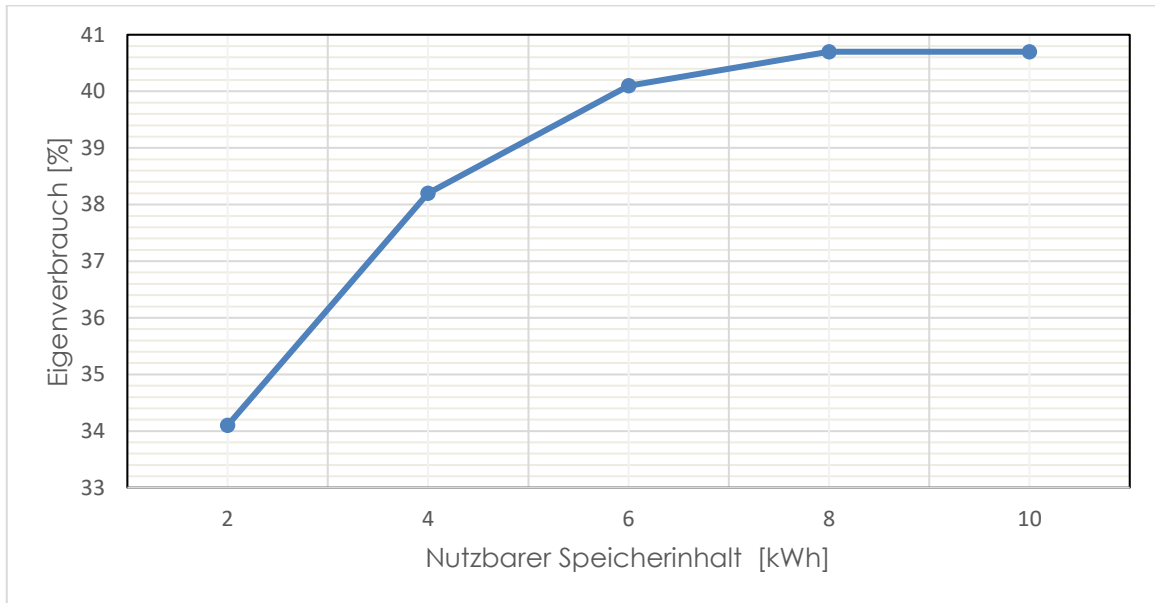


Abbildung 44: Eigenverbrauch der berechneten PV-Anlage mit 10 kWp

Von der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin wurde der Zusammenhang zwischen Strombedarf, Eigenverbrauch, Autarkie und Batteriespeicher untersucht. Die in **Abbildung 45** der nachfolgenden Abbildung zu sehenden Diagramme wurden hierbei ermittelt. Ein Vergleich der im Rahmen des Quartierskonzeptes berechneten Anlagen mit den Zusammenhängen der Studie zeigen deutliche Übereinstimmungen und kann somit im Rahmen der zu treffenden Vereinfachungen als Validierung des hier erstellten Modells betrachtet werden.

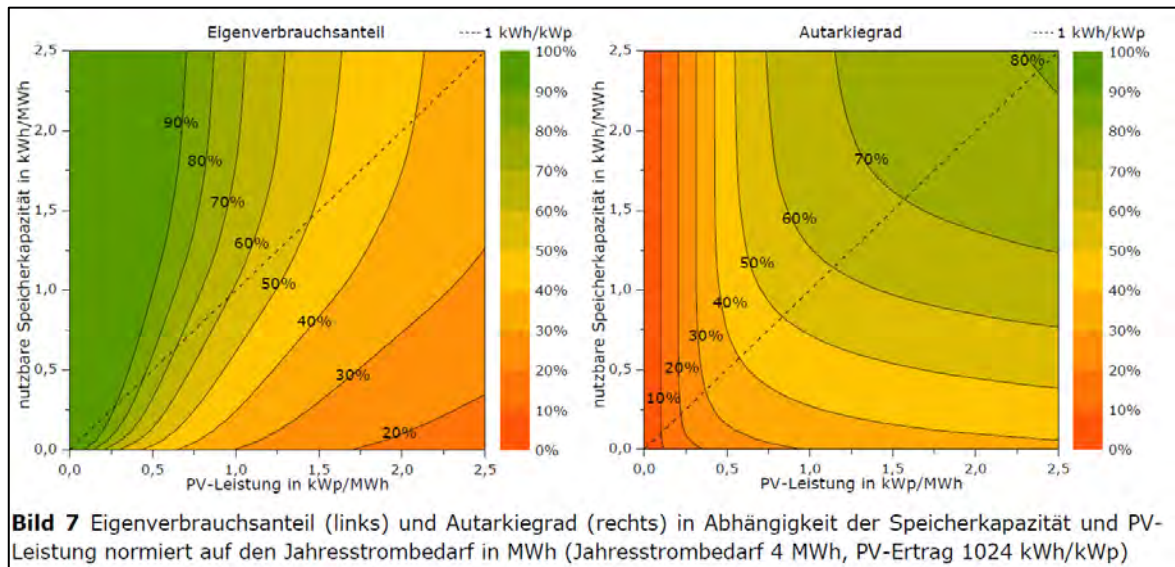


Abbildung 45: Abhängigkeit des Eigenverbrauchs und Autarkiegrades von installierter PV-Leistung und Speicherkapazität

3.3.1.4 Varianten zur Wärmeerzeugung des Quartiers

Für die Untersuchung von Wärmequellen für eine Wärmepumpe wurden im Konzept verschiedene Möglichkeiten in Betracht gezogen. Eine Zusammenfassung findet sich in der nachfolgenden Tabelle.

Wärmequelle	Abwasser	Oberflächen- nahe Geother- mie	Erd- wärme- sonden	Grund- wasser	Eis-spei- cher
Potential vorhanden?	✘	✔	✔	✔	✔
Fläche ausreichend?	-	✘	✔	✔	✔
Genehmigung	-	-	offen	offen	Nicht not- wendig

Tabelle 8: Untersuchte Wärmequellen für die Variante mit Wärmepumpe

Die Möglichkeit einer Abwassernutzung als Wärmequelle wurde als erste Variante ausgeschlossen, da der Durchfluss der Abwasserkanäle in Ötigheim nicht ausreichend groß ist. Im Rahmen einer Studie wurde beim Abwasserverband Murg die Möglichkeit einer Wärmege-
winnung aus Abwasser untersucht. Nach dem Gutachten fließt in den "kleineren" Gemein-
den meist zu wenig Abwasser, erst in den Hauptkanälen zur Kläranlage in Rastatt ist ein aus-
reichend großer Abfluss vorhanden.

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verschiedener Versorgungsvarianten wurde die ober-
flächennahe Geothermie wegen dem hohen Flächenbedarf ausgeschlossen, auch wenn
das Potential für oberflächennahe Geothermie bis in 10m Tiefe in Ötigheim relativ gut ist.
Dies wird in der nachfolgenden Abbildung deutlich, bei der über das Software-Tool „Ther-
moMap“ eine Abschätzung des oberflächennahen Geothermiepotentials getroffen wurde.

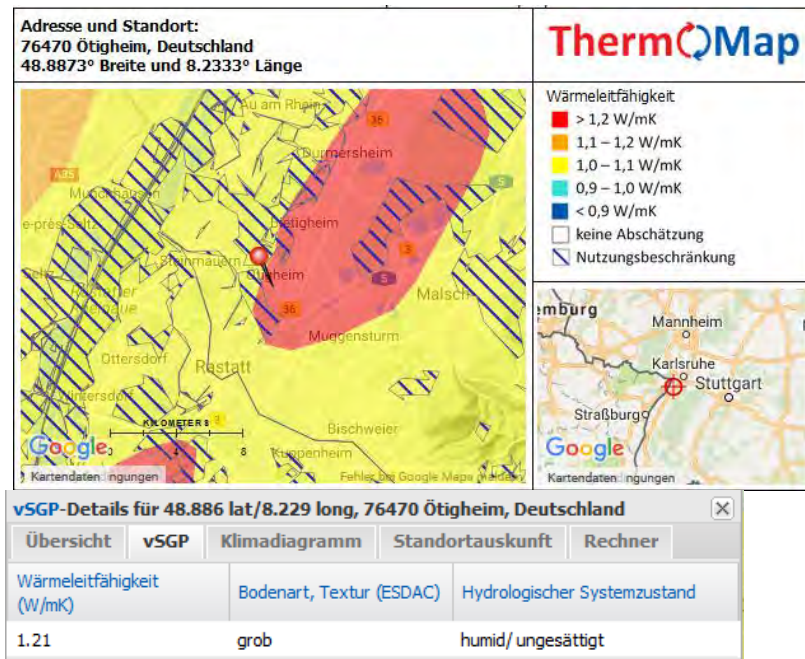


Abbildung 46: Oberflächennahes Geothermiepotential am Standort Ötigheim

In der nachfolgenden Abbildung ist der Flächenbedarf für oberflächennahe Geothermie dargestellt.

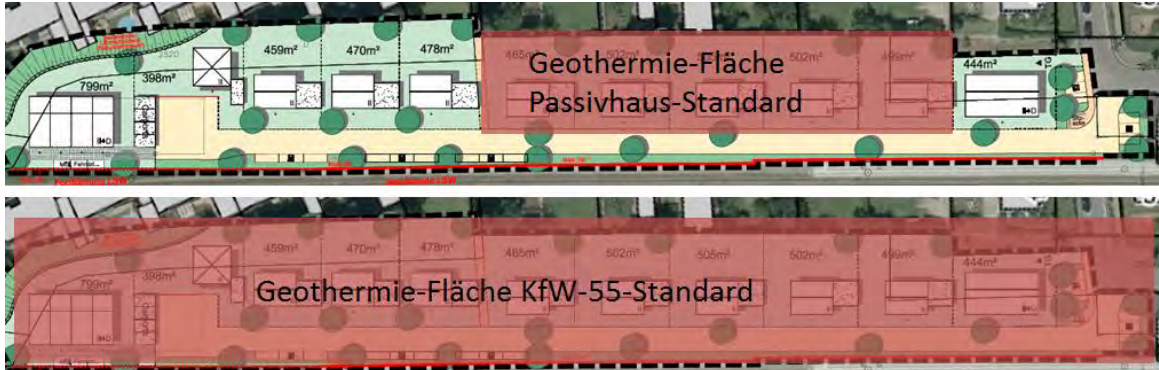


Abbildung 47: Flächenbedarf eine oberflächennahe Geothermie für das Neubaugebiet Bahnhofsareal

Da selbst beim Passivhaus-Standard noch etwa 3.000 m² unversiegelte Fläche zur Verfügung stehen müssen, wurde die oberflächennahe Geothermie für weitere Untersuchungen ausgeschlossen.

Für die Grundwasser-Nutzung sowie für die Nutzung von Erdwärmesonden ist für die Genehmigung zunächst einmal entscheidend, ob ein Wasserschutzgebiet vorliegt. Im Falle von Ötigheim liegt ein Wasserschutzgebiet vor, allerdings nur Zone III B (siehe nachfolgende Abbildung).

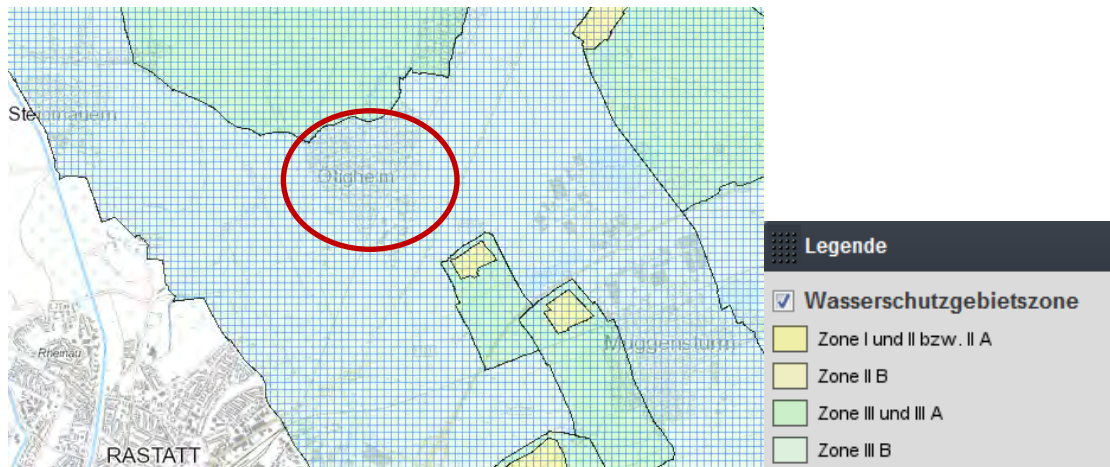


Abbildung 48: Wasserschutzgebietszone Ötigheim

Da Ötigheim in der Wasserschutzgebietszone III B liegt, ist es grundsätzlich möglich eine Erdwärmesonde umzusetzen, diese darf allerdings nur mit Wasser und nicht mit Sole betrieben werden. Ebenfalls ist es grundsätzlich möglich das Grundwasser als Wärmequelle zu nutzen.

Das Potential für die Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle ist in Ötigheim als gut einzuschätzen (siehe roter Punkt in nachfolgende Abbildung).

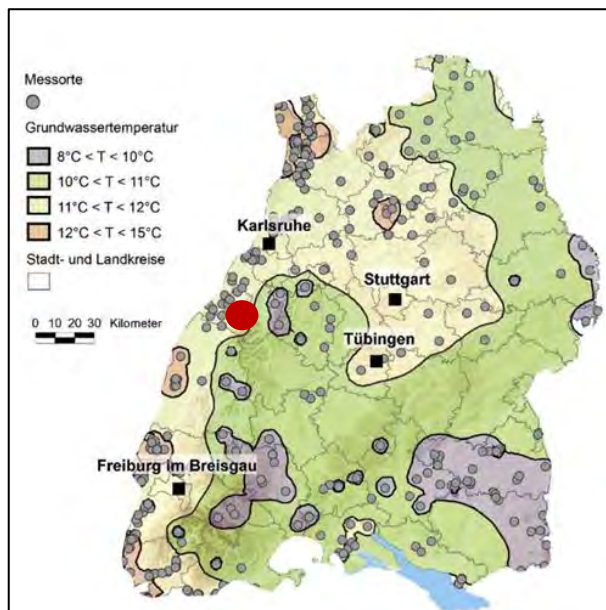


Abbildung 49: Grundwassertemperatur in verschiedenen Gebieten in Baden-Württemberg

Die zu erwartende Grundwassertemperatur liegt in Ötigheim zwischen 11°C und 12°C.

Auch die Tiefe des Grundwasserspiegels dürfte keine Schwierigkeit darstellen. Für den Standort in Ötigheim ist von einer Grundwassertiefe von nicht mehr als 15 m auszugehen.

Für die Umsetzung einer Wärmepumpe mit einer der drei möglichen zentralen Wärmequellen (Erdwärme, Grundwasser, Eisspeicher) wird ein „Kaltnetz“, wie in nachfolgender Abbildung, für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit angesetzt.

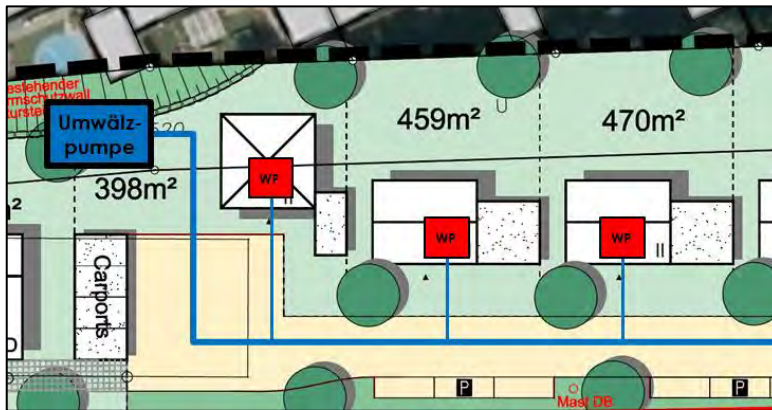


Abbildung 50: „Kaltnetz“ für die Versorgung der gebäudeweissen Wärmepumpen

Bei diesem „Kaltnetz“ wird durch eine Pumpe das kalte Wasser von der jeweiligen Wärmequelle (Erdwärme, Grundwasser, Eisspeicher) zu den Neubauten verteilt, wo dann jeweils gebäudeweisse Wärmepumpen das Temperaturniveau erhöhen.

Da bei diesem „Kaltnetz“ selbst im Vorlauf kaum höhere Temperaturen wie 12°C sind, werden die Temperaturverluste für das „Nahwärme-Netz“ extrem gering gehalten. Für das „Kaltnetz“ wurde eine Länge von 250 m berechnet. Durch die extrem geringen Temperaturen, die in diesem „Kaltnetz“ gefahren werden, sind die Netzverluste beim Passivhaus-Standard über das Jahr gesehen sogar leicht negativ mit -3%. Hier wird also mit 0% Netzverlusten gerechnet.

Ein „kühles Netz“ mit Temperaturen von 35°C im Vorlauf und 15°C im Rücklauf wurde gegenüber dem „Kaltnetz“ nicht weiter betrachtet, da die Netzverluste beim Passivhaus-Standard mit 22% sehr hoch sind und dadurch das „Kaltnetz“ die deutlich wirtschaftlichere Option darstellt.

Eine zentrale Wärmeversorgung mit einem „Warmnetz“, also beispielsweise einer Vorlauf-temperatur von 80°C und eine Rücklaufftemperatur von 60°C, wird für das Neubaugebiet ebenfalls ausgeschlossen, da die Wärmebedarfsdichte viel zu gering ist (siehe nachfolgende Abbildung).

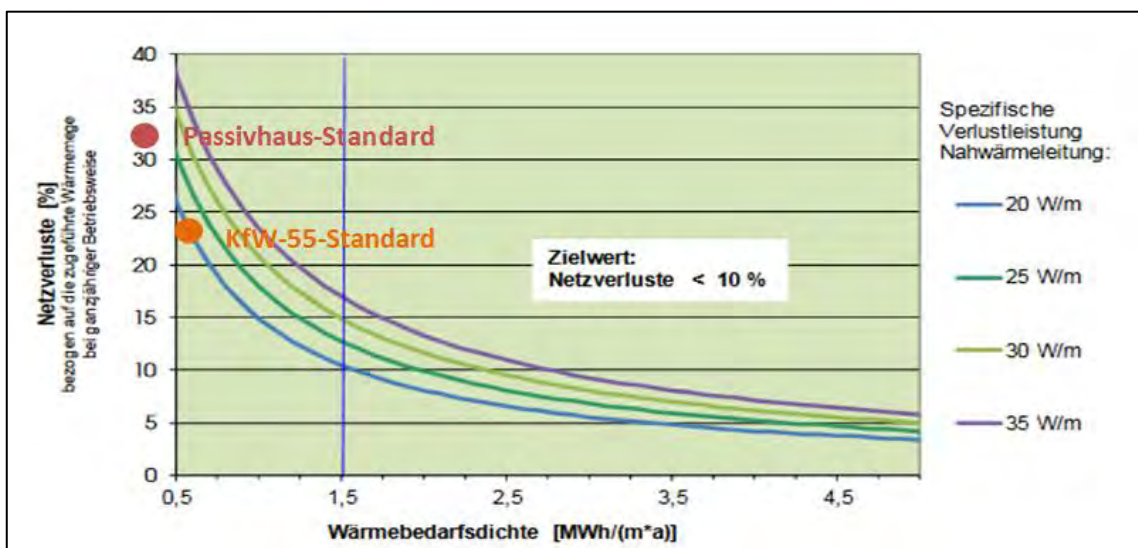


Abbildung 51: Wärmebedarfsdichte für das Neubaugebiet bei verschiedenen Gebäudestandards

Die berechnete Wärmebedarfsdichte des Neubaugebietes ist bei einer berechneten Netzlänge von 250 m beim Passivhaus-Standard 0,35 MWh/(m*a) und beim KfW-55-Standard 0,6 MWh/(m*a).

Die Netzverluste beim Neubaugebiet mit Passivhaus-Standard würden bei einem „Warmnetz“ über 30% betragen. Beim KfW-55-Standard sind die Netzverluste immer noch über 20%. Durch die unwirtschaftliche Betriebsweise wird ein „Warmnetz“ für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nicht weiter untersucht.

Für den Vergleich der Wirtschaftlichkeit wird die Einzelversorgung der Neubauten mit Gas-Kessel und Solarthermie betrachtet. Durch die Solarthermie für die Trinkwarmwasser-Bereitung und einen Anteil von 10% Biogas bei der Gasversorgung kann mit dieser Technologie das EWärmeG erfüllt werden. Die Wärmeversorgung mit Gas-Kessel ist allerdings eine Technologie, die auf einem viel höheren Temperaturbereich als Wärmepumpen arbeitet. Daher wird bei der Versorgung mit Gaskessel von einem anderen Schema der Wärmeversorgung für die Neubauten als bei einer Wärmepumpe ausgegangen. Ein Prinzipschema für die Versorgung mit Gaskessel und Solarthermie zur Trinkwarmwasserbereitung ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

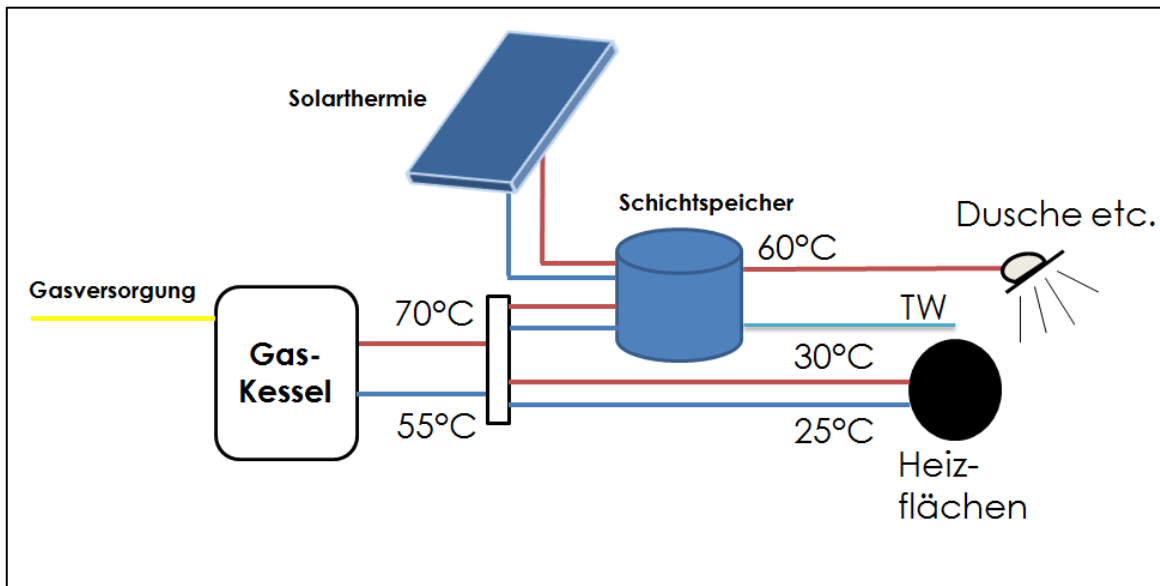


Abbildung 52: Schema der Wärmeversorgung der Neubauten bei einem Gaskessel

Das obere Schema für die Wärmeversorgung der Neubauten mit Gaskesseln stellt nur eine erste grobe Übersicht der Funktionsweise für die Potentialanalyse dar. Daher sind im Schema keine Details wie Umwälzpumpen, Heizungsarmaturen, Ventile, Mischer, Ausdehnungsgefäß etc. vorhanden.

Trinkwarmwasser und die Heizflächen sind wegen der verschiedenen Temperaturniveaus getrennt. Für die Heizflächen wird von den gleichen Flächenheizungen wie bei den Neubauten mit Wärmepumpe ausgegangen, weshalb die Temperatur auf etwa 30°C runtergemischt wird. Betrachtung der Wirtschaftlichkeit und der CO₂-Emissionen

3.3.2 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit und der CO₂-Emissionen

Bei der Betrachtung einer wirtschaftlichen sowie ökologischen Möglichkeit der Versorgung des Neubaugebietes sollen in diesem Kapitel drei grundsätzliche Fragen geklärt werden. Welcher energetische Standard der Gebäude ist wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll? Wie kann bei einer zentralen Wärmepumpe im Gebäude eine wirtschaftlich sinnvolle Trinkwarmwasserbereitung dargestellt werden? Was stellt eine wirtschaftliche und ökologische Versorgungsvariante für den jeweiligen Gebäudestandard und bei der jeweiligen Trinkwarmwassererzeugung dar?

Ansätze der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Investitionskosten für die Anlagen wurden unter anderem anhand von Kennzahlen aus den BKI Baukosten⁵, der vom Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung herausgegebenen Online Publikation zu spezifischen Kosten⁶ sowie aus Erfahrungswerten aus internen Projekten von Team für Technik ermittelt.

Die ermittelten Kosten sind daher nur als Grobkosten zu betrachten, da in der Potentialanalyse keine detaillierte Berechnung der Kosten anhand einer genauen Planung stattfinden kann.

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden keine prozentualen Steigerungen bei den Energiekosten und den Betriebskosten berücksichtigt. Dies bedeutet, dass für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Werte der Energiekosten und Betriebskosten von dem Stand der Untersuchung (Mai 2017) verwendet wurden. Investitionskosten wurden auf den Stand Mai 2017 hochgerechnet. Für die Betriebskosten wurden die prozentualen Anteile für Aufwand Instandsetzung sowie Aufwand für Wartung und Inspektion aus der VDI 2067 Blatt 1 entnommen sowie zum Teil Erfahrungswerte von Team für Technik hergenommen.

Bei den Kosten pro Wärmemenge sind die Investitionskosten, die Betriebskosten und die Energiekosten berücksichtigt. Ebenfalls wurde für den Zeitraum von 20 Jahren berücksichtigt, dass Anlagenteile ausgetauscht werden müssen und daher wieder neue Investitionskosten entstehen. Die rechnerische Nutzungsdauer der Anlagen wurde der VDI 2067 Blatt 1 entnommen.

⁵ BKI Baukosten 2016 Neubau, Statistische Kostenkennwerte für Positionen, BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.), Stuttgart, 2016

⁶ BMVBS-Online-Publikation, Nr.08/2012 – Ermittlung von spezifischen Kosten energiesparender Bauteil-, Beleuchtungs-, Heizungs- und Klimatechnikausführungen bei Nichtwohngebäuden für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur EnEV 2012 – Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS)

3.3.2.1 Energiestandard der Gebäude

Das Passivhaus hat gegenüber dem KfW-55-Haus höhere Investitionskosten bei der Baukonstruktion (Kostengruppe 300 DIN 276) durch einen höheren Dämmstandard und eine dichtere Gebäudehülle. Beim KfW-55-Haus müssen gegenüber dem Passivhaus allerdings durch die geringeren Dämmstandards die Anlagen größer dimensioniert werden. So ist beispielsweise die Heizleistung der Wärmepumpe oder des Gaskessels beim KfW-55-Haus größer. Ebenfalls sind beispielsweise die Rohre des „Kaltnetzes“ beim KfW-55-Standard größer dimensioniert als beim Passivhausstandard. Dies bedeutet, dass die Investitionskosten beim Bauwerk (Kostengruppe 300 DIN 276) wohl beim KfW-55-Standard geringer sind, allerdings können die Investitionskosten der Anlagentechnik beim KfW-55-Haus (Kostengruppe 400 DIN 276) höher sein.

Wie in den nachfolgenden Grafiken deutlich wird, können über den Lebenszyklus gesehen, vor allem durch die Einsparungen bei den Energiekosten, die höheren Investitionskosten beim Passivhaus wieder ausgeglichen werden. Die Gesamtkosten in den Grafiken sind die Investitionskosten Baukonstruktion (Kostengruppe 300 DIN 276) und Gebäudetechnik (Kostengruppe 400 DIN 276) zum Zeitpunkt 0. Jährliche Kosten sind die Energiekosten sowie die Betriebs- und Instandhaltungskosten der Anlagen. Bei den nachfolgenden Grafiken wurde für die Gesamtkostenberechnung jeweils die Trinkwarmwassererzeugung mit Wärmepumpe hergenommen. Beim „Kaltnetz“ wurde nur die Variante mit Wärmequelle Grundwasser berechnet, da die anderen beiden Varianten „Kaltnetz“ mit Eisspeicher und Tiefenbohrung ähnliche Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen haben und ähnliche Unterschiede der Investitionskosten erwarten lassen und daher analoge Ergebnisse.

Wärmequelle Grundwasser „Kaltnetz“

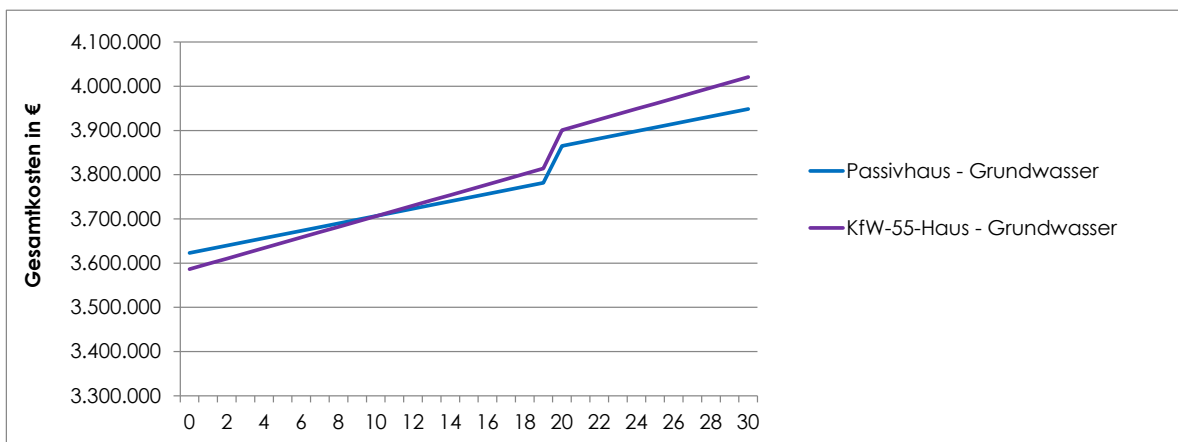


Abbildung 53: Entwicklung der Gesamtkosten bei Passivhaus und KfW-55-Haus mit der Wärmequelle Grundwasser

Wie in der oberen Abbildung deutlich wird, sind die gesamten Investitionskosten (Kostengruppe 300 und 400 DIN 276) beim Passivhaus wohl mit der zentralen Wärmequelle Grundwasser etwas höher, allerdings ist über 10 Jahre das Passivhaus durch Einsparungen in den Energiekosten wirtschaftlich gesehen die bessere Lösung. Da beim KfW-55-Haus durch größere Dimensionen der Leitungen höhere Investitionskosten in das „Kaltnetz“ und die Wärmepumpen entstehen, sind die Investitionskosten beim Passivhaus nur geringfügig größer.

Luft-Wasser-Wärmepumpe

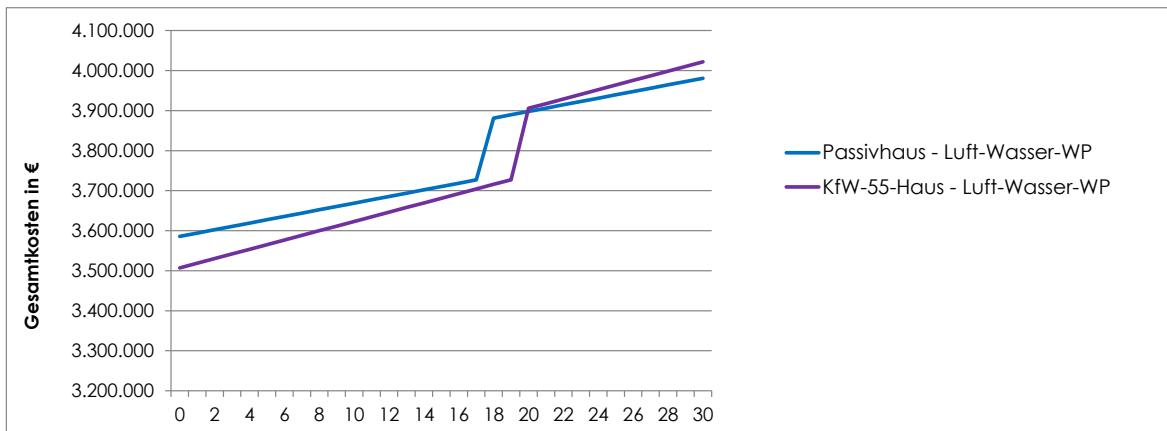


Abbildung 54: Entwicklung der Gesamtkosten bei Passivhaus und KfW-55-Haus mit einer Luft-Wasser-WP

Bei der Luft-Wasser-Wärmepumpe sind die Investitionskosten beim Passivhaus deutlich höher als bei der Versorgung mit Grundwasser („Kaltnetz“) als Wärmequelle, da die Kosten der Luft-Wasser-Wärmepumpe bei den höheren Heizleistungen nur geringfügig höher sind.

Bei der Luft-Wasser-WP ist das Passivhaus daher erst nach etwa 20 Jahren die wirtschaftlich attraktivere Lösung.

Gaskessel mit Solarthermie

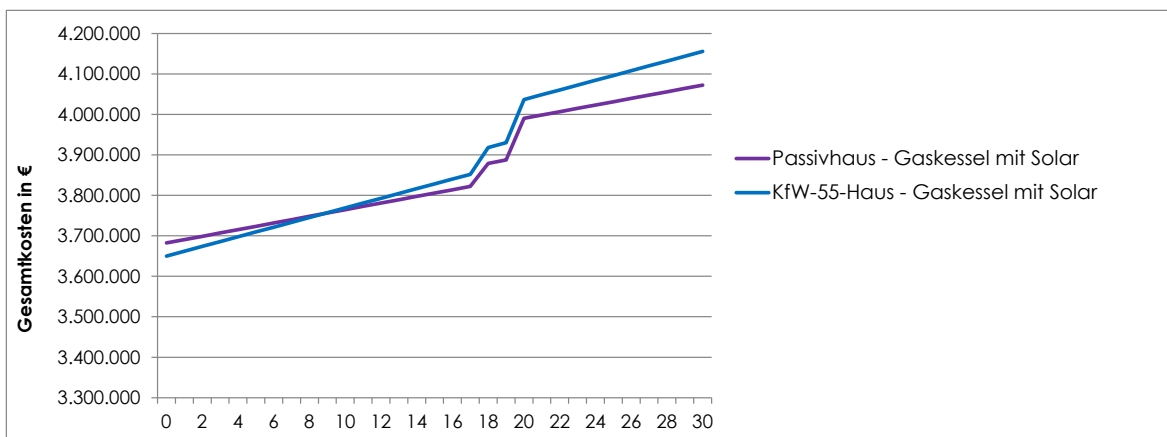


Abbildung 55: Entwicklung der Gesamtkosten bei Passivhaus und KfW-55-Haus mit einem Gaskessel und Solarthermie

Beim Gaskessel mit Solarthermie für die Trinkwarmwasserzeugung wird nach etwa 9 Jahren das Passivhaus die im Lebenszyklus betrachtet wirtschaftlich sinnvollere Variante.

Von den CO₂-Emissionen ist, wie in der nachfolgenden Grafik zu sehen, das Passivhaus ebenfalls die deutlich bessere Option.

CO₂-Emissionen der Gebäudestandards mit Grundwasser „Kaltnetz“

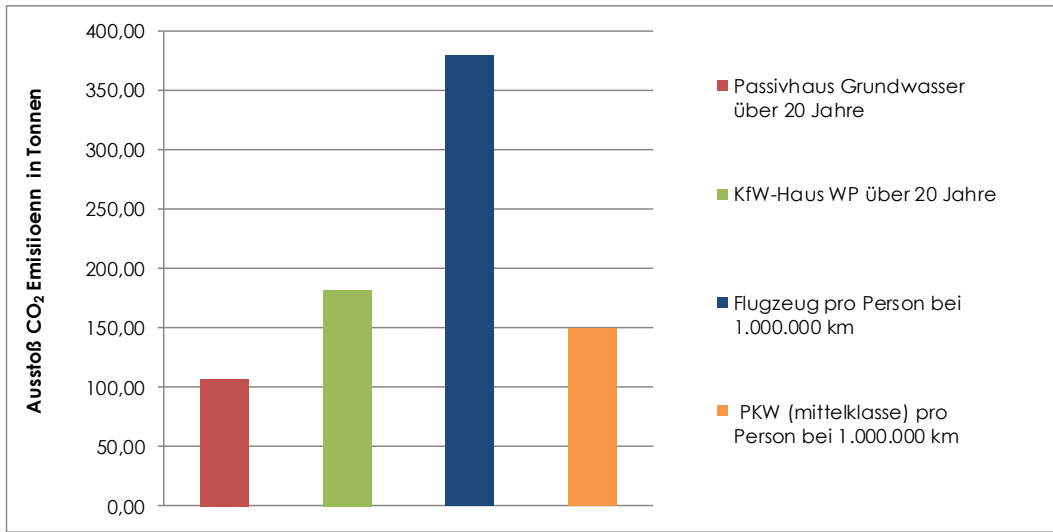


Abbildung 56: Vergleich der CO₂-Emissionen der zwei Varianten zum energetischen Gebäudestandard

Für die weitere Betrachtung der Trinkwarmwassererzeugung und der Versorgungsvarianten wird sich auf Betrachtungen mit dem energetischen Gebäudestandard Passivhaus beschränkt, da sich gezeigt hat, dass dies der wirtschaftlich und ökologische sinnvolle Energie-Standard der Gebäude ist.



Abbildung 57: Auswahl des Energiesstandards der Gebäude

3.3.2.2 Varianten zur Trinkwarmwasserbereitung

Bei einer Versorgungsvariante mit Wärmepumpe ist die Trinkwarmwassererzeugung für die Wirtschaftlichkeit entscheidend. Wärmepumpen arbeiten umso wirtschaftlicher, je geringer die Temperaturspreizung von Wärmequelle zu Wärmeabgabe. Da aber gerade die Trinkwarmwassererzeugung hohe Temperaturen von bis zu 60°C aus hygienischen Gründen benötigt, wird eine Wärmepumpe bei der hohen Temperaturspreizung oft unwirtschaftlich. Daher werden drei verschiedene Systeme der Trinkwarmwassererzeugung gegenübergestellt, um für eine gebäudeweise Wärmepumpe mit „Kaltnetz“ die wirtschaftlich optimale Lösung zu finden.

Bei den drei unterschiedlichen Varianten zur Trinkwarmwasserzeugung handelt es sich um die im vorherigen Kapitel beschriebenen Varianten Trinkwarmwasser über Frischwasserstation mit Durchlauferhitzer, Trinkwarmwasser über Wärmepumpe im Heizungsrücklauf sowie Trinkwarmwasser über Solarthermie.

Es wird bei der Wirtschaftlichkeit unterschieden ob die Wärme für die Wärmepumpe von einem „Kaltnetz“ kommt, in diesem Beispiel von Grundwasser, oder ob die Wärme von einer gebäudeweisen Luft-Wasser Wärmepumpe stammt. Somit gibt es nachfolgend zwei Szenarien für die Wirtschaftlichkeit der drei verschiedenen Varianten der Trinkwarmwassererzeugung.

Wärmequelle Grundwasser „Kaltnetz“

Nachfolgend sind für das erste Szenario Passivhaus mit Wärmequelle Grundwasser „Kaltnetz“ die kumulierten Kosten der drei Varianten zur Trinkwarmwassererzeugung aufgezeigt.

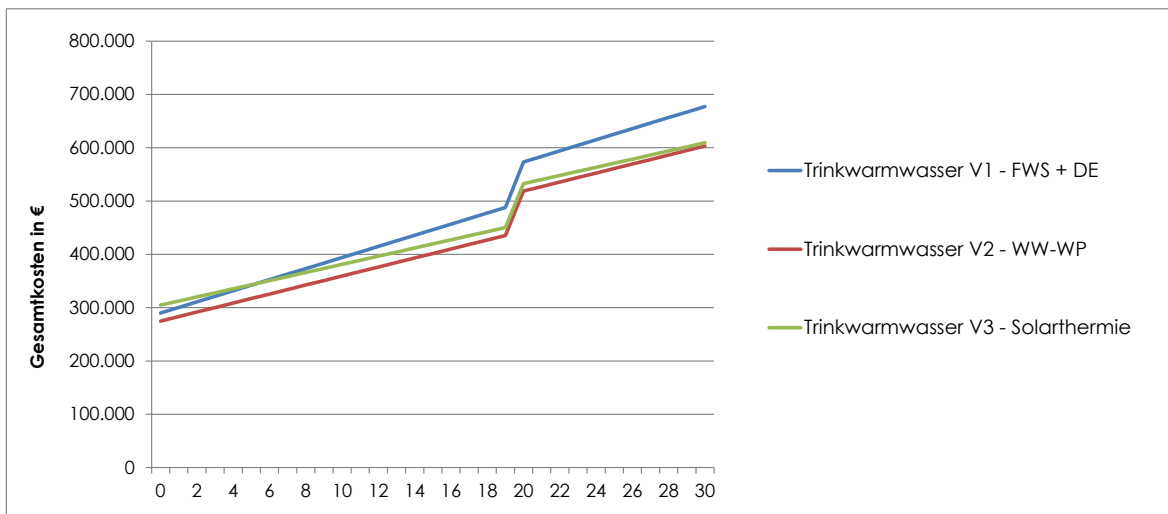


Abbildung 58: Entwicklung der Gesamtkosten bei verschiedenen Systemen der Trinkwarmwasserbereitung Passivhaus-Standard – Grundwasserversorgung „Kaltnetz“

Wie in der oberen Abbildung deutlich wird, ist die Trinkwarmwasserbereitung mit einer extra Wärmepumpe im Rücklauf beim Passivhaus mit „Kaltnetz“ über einen Zeitraum von 30 Jahren immer die wirtschaftlich sinnvollste Lösung.

Der Vorteil bei der externen Wärmepumpe im Rücklauf ist, dass die Jahresarbeitszahl der zentralen Wärmepumpe im Gebäude durch die geringe Spreizung von etwa 20 Kelvin über das ganze Jahr sehr gut bleibt. Die Wärmepumpe für Trinkwarmwasser, die dann etwa noch einmal eine Temperaturspreizung von etwa 30 Kelvin überbrücken muss, hat ebenfalls eine relativ gute Jahresarbeitszahl. Durch die zweite Wärmepumpe wird die Wärmequelle, in die-

sem Fall Grundwasser, ganzjährig genutzt. Im Fall der Solarthermie sind sowohl die Technologie Wärmepumpe, als auch die Technologie Solarthermie für die Abdeckung der Grundlast und Mittellast Wärme da. Es sind beides keine Technologien zur Abdeckung einer Spitzenlast. Bei der Nutzung von Solarthermie entstehen zusätzlich relativ hohe Investitionskosten zu Beginn, die auch über den Zeitraum von 30 Jahren durch Einsparungen der Energiekosten nicht mehr ausgeglichen werden können. Weiterer Nachteil bei der Nutzung von Solarthermie ist, dass die zentrale Wärmepumpe zur Erwärmung des Trinkwarmwassers trotzdem im Winter, wenn keine Sonne vorhanden ist, eine hohe Temperaturspreizung von bis zu 50 Kelvin überbrücken muss. Dadurch wird die Jahresarbeitszahl der zentralen Wärmepumpe verschlechtert. Der Nachteil des Durchlauferhitzers sind, selbst bei einer geringen Temperaturerhöhung von etwa 15 – 20 Kelvin, die hohen jährlichen Stromkosten. Dadurch ist die Variante mit Durchlauferhitzer nach etwa 20 Jahren die wirtschaftlich schlechteste Option.

Luft-Wasser-Wärmepumpe

Nachfolgend sind für das zweite Szenario Passivhaus mit Luft-Wasser-Wärmepumpe die kumulierten Kosten der drei Varianten zur Trinkwarmwassererzeugung aufgezeigt.

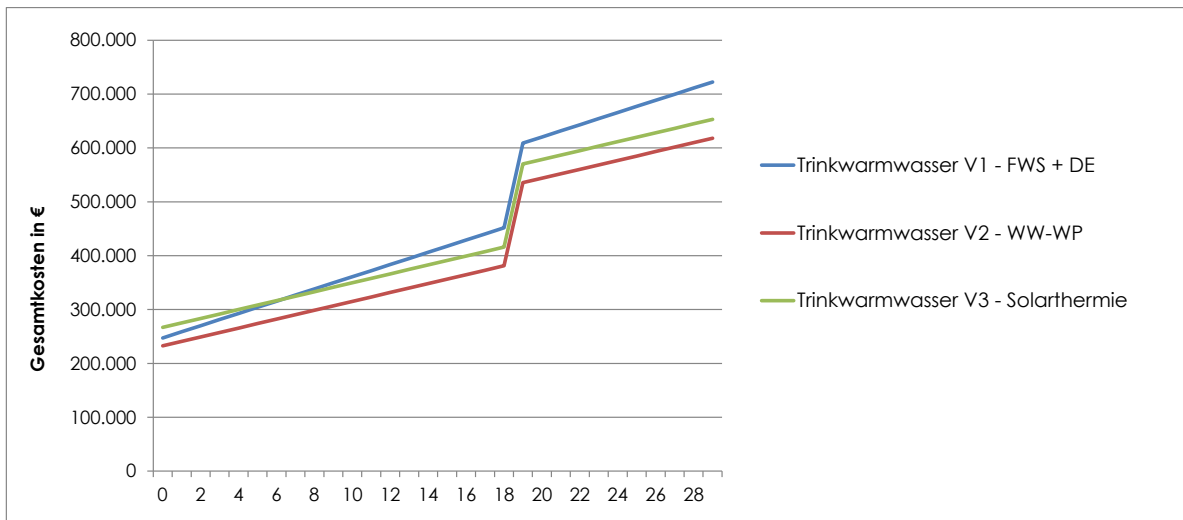


Abbildung 59: Entwicklung der Gesamtkosten bei verschiedenen Systemen der Trinkwarmwasserbereitung Passivhaus-Standard – Luft-Wasser-Wärmepumpe

Wie in der oberen Abbildung deutlich wird, ist die Trinkwarmwasserbereitung mit einer extra Wärmepumpe im Rücklauf beim Passivhaus mit Luft-Wasser-Wärmepumpe ebenfalls über einen Zeitraum von 30 Jahren immer die wirtschaftlich sinnvollste Lösung.

Wie in der nachfolgenden Abbildung deutlich wird, ist die Trinkwarmwasserbereitung über die zweite Wärmepumpe von den CO₂-Emissionen ähnlich attraktiv wie die Lösung mit Solarthermie.

CO₂-Emissionen der Varianten zur Trinkwarmwasserbereitung mit Grundwasser „Kaltnetz“

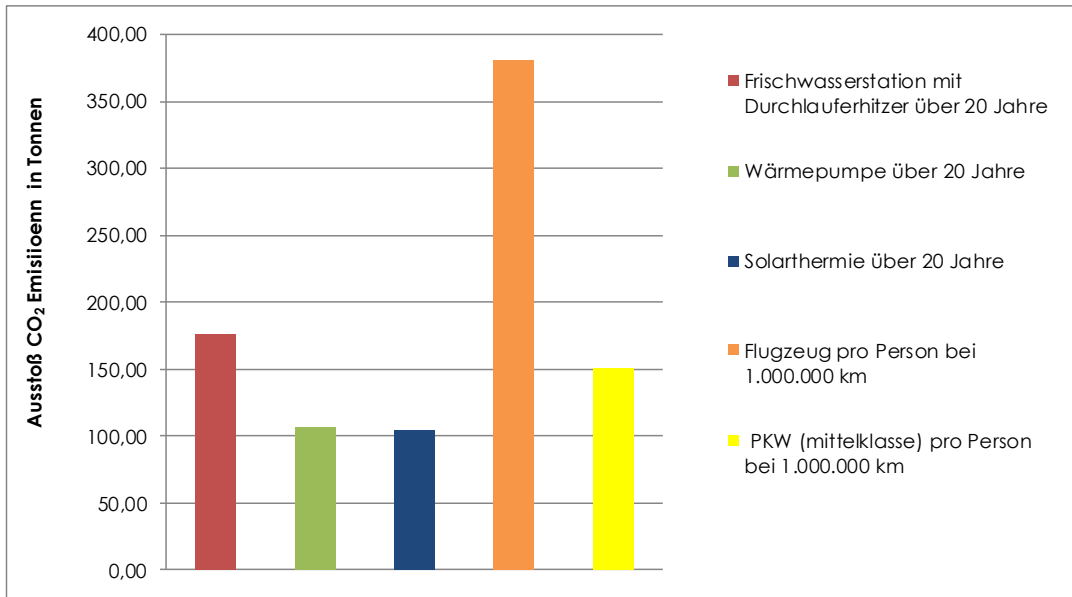


Abbildung 60: Vergleich der CO₂-Emissionen der drei Varianten zur Trinkwarmwasserbereitung

Das Ergebnis ist bei beiden Varianten ähnlich und zeigt, dass die Wärmepumpe zur Trinkwarmwasserbereitung im Rücklauf die wirtschaftlich sinnvollste Lösung darstellt. Von den CO₂-Emissionen ist sie außerdem ähnlich wie die Lösung mit Solarthermie. Daher wird die Lösung mit zweiter Wärmepumpe im Rücklauf auch bei der nachfolgenden Betrachtung der verschiedenen Versorgungsvarianten für die Trinkwarmwasserbereitung verwendet.

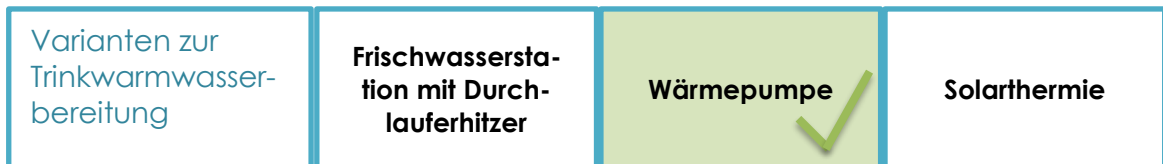


Abbildung 61: Auswahl der Variante zur Trinkwarmwasserbereitung

3.3.2.3 Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage

Als Auswahlkriterium für die Konfiguration der im Kapitel 3.3.1.3 berechneten Kriterien dient die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung. Hierbei werden sowohl die Investitions- wie auch die Betriebskosten und die Erlöse durch Einspeisevergütung bzw. vermiedener Netzbezug berücksichtigt. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Kosten und die monetären Erträge der oben genannten Anlagen.

Als Randbedingungen wurden ein Strombezugspreis 30 ct/kWh⁷ über die kommenden 20 Jahre und einer Vergütung von 10,69 ct/kWh für ins Netz eingespeisten PV-Strom angenommen.

Anlage	Investitionskosten [€]	Betriebskosten [€/a]	Gesamtkosten [€/20a]	Netzbezug [€/20a]	Ertrag für Einspeisung [€/20a]	Kapitalwert nach 20 Jahren	Durchschnittlicher Strompreis [ct/kWh]
Ohne Speicher	14.500	540	25.300	19.872	15.620	8.858	23,07
El. Speicher 2 kWh	15.860	560	27.748	17.136	14.645	8.177	23,61
El. Speicher 4 kWh	17.220	581	30.196	14.586	13.737	7.375	24,24
El. Speicher 6 kWh	18.580	601	32.644	13.398	13.313	5.690	25,55
El. Speicher 8 kWh	19.940	622	35.092	13.020	13.179	3.483	27,27
El. Speicher 10 kWh	21.300	642	37.540	13.020	13.179	1.035	29,19

Tabelle 9: Durchschnittlicher Strompreis bei verschiedenen Größen des Batteriespeichers

Aus den vorhergehenden Betrachtungen ergibt sich die Anlage mit einem Batteriespeicher zu 6 kWh als die beste Lösung unter Einbeziehung sowohl der Wirtschaftlichkeit als auch ökologischer Aspekte. Mit einem durchschnittlichen Strompreis über den betrachteten Zeitraum von 25,55 ct/kWh ist diese Anlage zwar um rund 2,5 ct/kWh teurer als eine gleich dimensionierte Anlage ohne Speicher, wiegt diese Mehrkosten jedoch durch den deutlich verringerten

⁷ Quelle: Endbericht Entwicklung der Energiemärkte –Energierferenzprognose Projekt Nr. 57/12 Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

ten Netzbezug von gut 24 % wieder auf. Hinzu kommen beim Batteriespeicher noch Förderungen, die in der obigen Tabelle noch nicht miteinbezogen sind, wodurch die Lösung mit Batteriespeicher wirtschaftlich noch ein wenig attraktiver wird.

Für die weiteren Betrachtungen wird daher ein System mit 100 m² PV-Fläche (ca. 10 kWp) und einem Batteriespeicher mit einer nutzbaren Kapazität von 6 kWh gewählt.

Anmerkung der Verfasser:

Belastbare Vorhersagen der künftigen Entwicklungen an den Energiemärkten bzw. den politischen Rahmenbedingungen in diesem Sektor sind derzeit kaum zu treffen. Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit spielen die beiden Eingangsgrößen Strompreis und Einspeisevergütung eine zentrale Rolle. Mit sinkenden Strompreisen bzw. Einspeisevergütung sinkt ebenfalls die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage. Zur Einschätzung dieser Effekte, sei darauf hingewiesen, dass sich die gewählte Anlage bei einer Einspeisevergütung von 6,1 ct/kWh (bei gleichbleibendem Strompreis) bzw. einem Strompreis von 23,2 ct/kWh (bei gleichbleibender Einspeisevergütung) gerade an der Grenze zur Unwirtschaftlichkeit befände (jeweils Mittelwerte über 20 Jahre).



Abbildung 62: Auswahl der Dimensionierung der PV-Anlage

3.3.2.4 Varianten zur Wärmeerzeugung des Quartiers

Bei der Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Versorgungsvarianten werden bei den zentralen Wärmequellen mit gebäudeweissen Wärmepumpen die Eisspeicher-Technologie, die Tiefenbohrung und die Grundwasser-Entnahme verglichen. Die oberflächennahe Geothermie und die Abwasser-Nutzung wurden bereits im vorherigen Kapitel ausgeschlossen, da diese nicht umsetzbar sind.

Bei den Versorgungsvarianten mit zentraler Wärmequelle wird jeweils das Trinkwarmwasser über eine Wärmepumpe, die das Rücklaufwasser der Heizung nutzt, hochoerwärmt. Wie im vorherigen Kapitel aufgezeigt stellt dies die wirtschaftlichste Lösung bei der Erzeugung des Trinkwarmwassers dar. Es wird außerdem jeweils der Passivhaus-Standard angenommen, da dies wie bereits aufgezeigt, die wirtschaftlich und ökologisch sinnvollste Lösung für einen energetischen Gebäude-Standard darstellt.

Für den Vergleich der Versorgungsvarianten werden neben Eisspeicher, Grundwasser und Tiefenbohrung noch gebäudeweisse Luft-Wasser-Wärmepumpen und Gas-Brennwert-Kessel mit Solarthermie-Anlage verglichen.

Eine zentrale Wärmequelle (z.B. BHKW mit Gas- oder Pelletkessel) mit Nahwärmenetz („Wärmnetz“) wurde ebenfalls im vorherigen Kapitel ausgeschlossen, da ein Nahwärmenetz durch die hohen Verlustanteile nicht wirtschaftlich umsetzbar ist.

Für die Versorgung der gebäudeweissen Gas-Kessel muss ein Gasnetz im Neubaugebiet aufgebaut werden. Hierfür wurden bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Kosten berücksichtigt. Beim Gasnetz ist von einem Netz von insgesamt 250 m Länge ausgegangen worden. Es wurden insgesamt zehn Hausanschlüsse bei der Lösung mit Gas-Brennwertkessel berücksichtigt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Kosten, die CO₂-Emissionen und der Primärenergiefaktor der verschiedenen Technologien dargestellt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Kosten, die CO₂-Emissionen und der Primärenergiefaktor der verschiedenen Versorgungsvarianten für das Neubaugebiet gegenübergestellt.


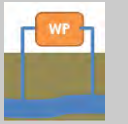

Versorgungsvarianten Neubaubereich	Nah- wärme Eisspei- cher	Nah- wärme Tiefenboh- rung	Nah- wärme Grund- wasser	Einzel Luft-Wasser- WP	Einzel Gas-Kessel mit Solar
					
Investitions-Kosten⁸ [€]	370.000	340.000	275.000	230.000	320.000
Betriebskosten [€/a]	3.000	3.000	3.000	3.500	3.500
Energiekosten [€/a]	5.700	6.200	6.200	7.300	4.700
Gesamtkosten nach 20 Jahren in €	620.000	600.000	530.000	590.000	580.000
CO₂-Emissionen [t/a]	5	5	5	6	16
Primärenergiefaktor⁹	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8

Tabelle 10: Vergleich der Kosten, CO₂-Emissionen und Primärenergiefaktor der verschiedenen Versorgungsvarianten des Neubaubereiches

Wie in der oberen Tabelle zu sehen, sind die Gesamtkosten nach 20 Jahren bei der Versorgungsvariante mit Nahwärme Grundwasser am geringsten. Dies stellt somit die wirtschaftlichste Lösung dar.

Nachfolgend sind die Gesamtkosten (Investitionskosten + Energie- und Betriebskosten) nochmal in einer Grafik über den Zeitraum von 30 Jahren verglichen.

⁸ Bei den Investitionskosten sind die Kosten für die zentrale Wärmeerzeugung (inkl. aller Bauteile wie Heizungsverteiler, Pumpen, Wärmespeicher, Abgasanlage etc.) und die Kosten des Nahwärmenetzes (inkl. Verlegung, Aufreißen der Straße etc.) berücksichtigt. Es handelt sich um Bruttokosten inkl. Planungskosten gemäß HOAI.

⁹ Ermittlung der groben Werte gemäß Tabelle A.1 – Primärenergiefaktoren DIN 18599-1:2011-12 – Umrechnung des Primärenergiefaktors Strom bei den Wärmepumpentechnologien mit den Stromverbräuchen auf einen Primärenergiefaktor für die Basis des Wärmeverbrauches

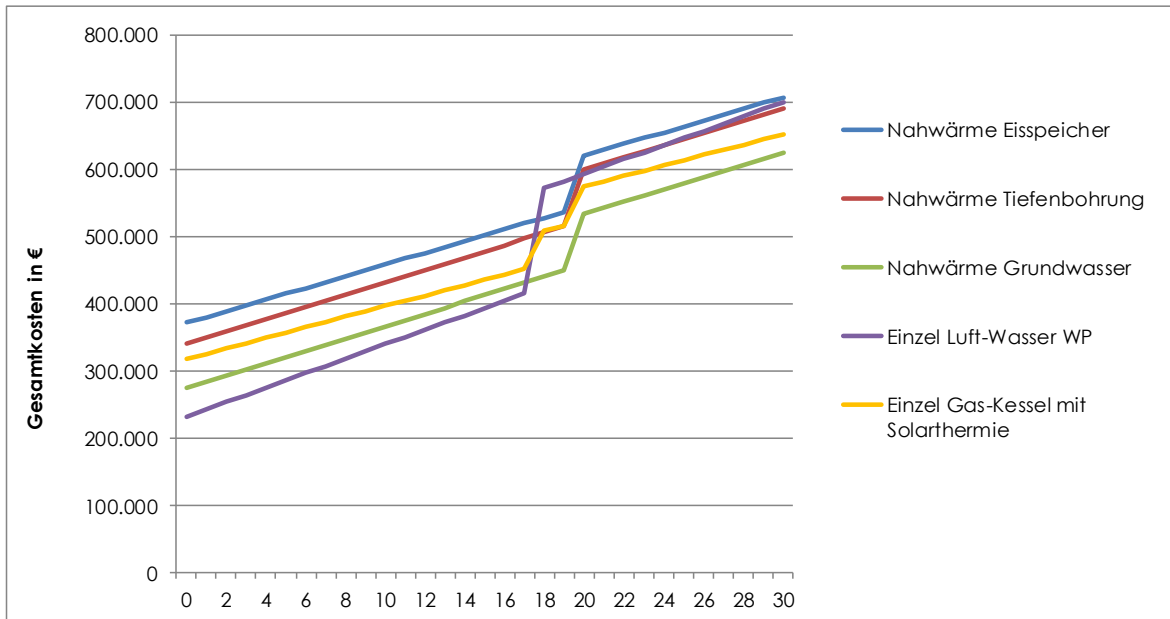


Abbildung 63: Entwicklung der Gesamtkosten bei unterschiedlichen Versorgungsvarianten für das Neubaugebiet

Wie in der oberen Abbildung deutlich wird, ist Grundwasser als zentrale Wärmequelle nach 18 Jahren die wirtschaftlich sinnvollste Lösung. Vorher ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe durch die geringeren Investitionskosten die wirtschaftlichere Lösung. Die Stufen bzw. Sprünge bei den Linien der Gesamtkosten in der obigen Abbildung sind Investitionskosten, die für den Austausch von Anlagen anfallen. So wird beispielsweise die Wasser-Wasser Wärmepumpe nach 20 Jahren ausgetauscht. Die Luft-Wasser Wärmepumpe wird nach 18 Jahren ersetzt. Der Gas-Brennwertkessel wird ebenfalls nach 18 Jahren ersetzt. Die Flachkollektoren haben eine Lebensdauer von 20 Jahren.

In der nachfolgenden Grafik sind die CO₂-Emissionen bei den verschiedenen Versorgungsvarianten für das Neubaugebiet miteinander verglichen.

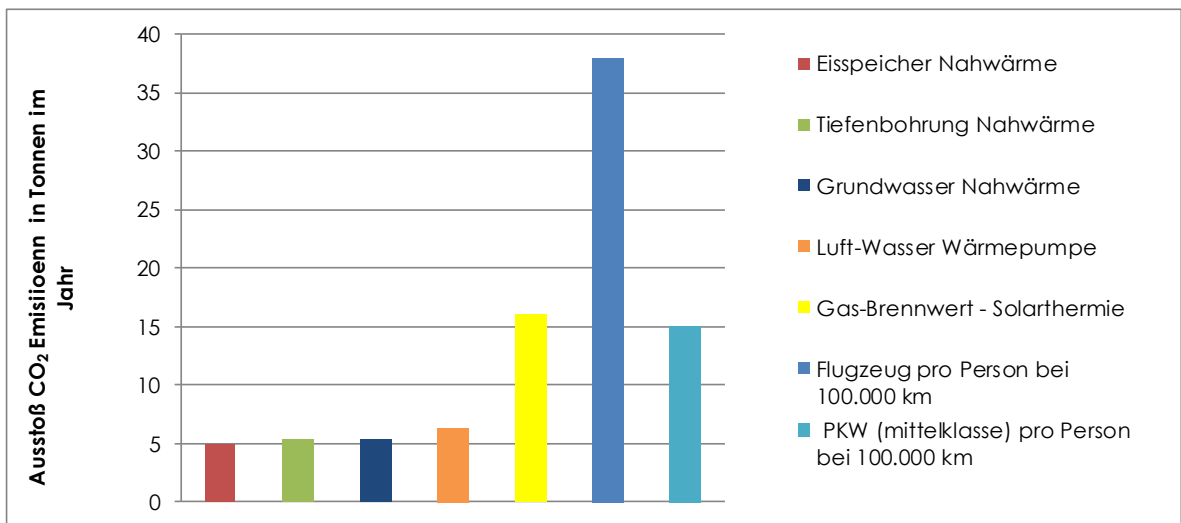


Abbildung 64: Vergleich der CO₂-Emissionen der Versorgungsvarianten im Neubaugebiet

Wie man in der oberen Grafik sehen kann, sind die CO₂-Emissionen bei der Nahwärme mit Eisspeicher ein wenig geringer als bei der Tiefenbohrung und beim Grundwasser Nahwärme, da bei der Tiefenbohrung und bei der Grundwasserentnahme der Stromverbrauch von Pumpen, die das Wasser hochpumpen, mit in den Gesamtverbrauch miteingehen. Dafür ist beim Grundwasser die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe etwas besser als beim Eisspeicher.

Die gebäudeweisen Luft-Wasser Wärmepumpen haben gegenüber der Nahwärmelösungen mit Wärmepumpen etwas höhere CO₂-Emissionen, da die Jahresarbeitszahl der Luft-Wasser Wärmepumpe deutlich schlechter ist. Auch wenn die Luft-Wasser Wärmepumpen kein Nahwärmenetz haben, bei der ein Stromverbrauch für Umwälzpumpen miteingeht, sind die CO₂-Emissionen durch die schlechte Jahresarbeitszahl trotzdem höher.

Der Gas-Brennwert Kessel mit Solarthermie hat gegenüber den Wärmepumpen vor allem durch die großflächige Nutzung der Photovoltaik bei den Wärmepumpen eine deutlich schlechtere Bilanz.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die Nahwärme mit Grundwasser die wirtschaftlich und ökologisch beste Lösung darstellt.

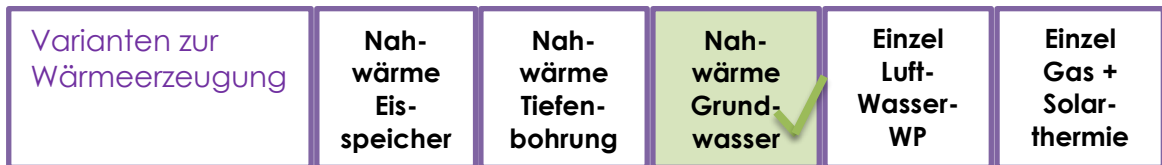


Abbildung 65: Auswahl der Variante zur Wärmezeugung des Neubaugebietes

3.4 Dezentrales Nahwärmenetz Gebiet Rathaus

3.4.1 Beschreibung

Das Gebiet Rathaus beschreibt im Quartierskonzept ein Areal des Quartiers, welches sich in einem engen Radius unmittelbar um die öffentlichen Gebäude mit Rathaus, Schule und Mehrzweckhalle befindet. In diesem Radius könnte ein kleines Nahwärmenetz entstehen, welches die öffentlichen Gebäude Schule (1), Rathaus (2), Mehrzweckhalle (3), Antonihaus (4) und Gebäude Bahnhofsstraße 29 (5) sowie private Gebäude einschließt (siehe nachfolgende Abbildung).



Abbildung 66: Areal des Gebietes Nahwärmenetz Rathaus

Die öffentlichen Gebäude sind in der oberen Abbildung blau gekennzeichnet. Mit den roten Punkten sind die Heizungszentralen der öffentlichen Gebäude dargestellt. Bei den privaten Gebäuden wird sich bei der Untersuchung Gebiet Rathaus auf die Gebäude beschränkt, die sich direkt in der Schulstraße befinden. Da die Schulstraße im Zentrum der öffentlichen Gebäude ist und saniert wird, was eine Verlegung von Nahwärmeleitungen in dieser Straße deutlich günstiger macht, bietet sich diese Straße am besten für die Verlegung einer Nahwärmeleitung an. Die privaten Gebäude in der Schulstraße, die bei der Untersuchung Gebiet Rathaus untersucht werden, sind in der oberen Abbildung grün dargestellt.

Das Rathaus (2) und die Mehrzweckhalle (3) haben eine gemeinsame Heizungszentrale, die sich im Rathaus (2) befindet. Ansonsten haben die restlichen öffentlichen Gebäude jeweils eine eigene Heizungszentrale.

Die Heizungsanlagen der öffentlichen Gebäude sind bereits über 20 Jahre und ein Austausch durch neue energieeffiziente Heizungsanlagen steht bevor. Somit stellt sich die Frage inwieweit der Austausch durch neue Gas-Kessel oder eine andere Versorgungsvariante (z.B. Nahwärme) sinnvoll erscheint.

Für die Potentialanalyse werden beim dezentralen Nahwärmenetz Gebiet Rathaus insgesamt drei verschiedene Szenarien entwickelt. Dies ist notwendig, da bei den privaten Gebäuden keine Sicherheit besteht, wie viele Eigentümer der Gebäude in der Schulstraße bereit sind, sich an ein mögliches Nahwärmenetz anzuschließen.

Szenario 1 ist das „Minimalszenario“, bei dem sich nur die beiden öffentlichen Gebäude Rathaus und Schule anschließen. Dies wäre der schlechteste anzunehmende Fall.

Szenario 2 ist das „Maximalszenario“, bei dem sich alle privaten Eigentümer in der Schulstraße anschließen würden. Dies ist der optimale Fall.

Szenario 3 ist das sogenannte „Zielszenario“. Hier schließt sich die Anzahl der privaten Gebäude in der Schulstraße an, die für ein wirtschaftliches Betreiben eines Nahwärmenetzes zumindest benötigt werden.

3.4.1.1 Szenario 1 – „Minimalszenario“

Bei Szenario 1 werden die beiden öffentlichen Gebäude Rathaus (inkl. Mehrzweckhalle) und Schule zu einem Mini-Nahwärmenetz zusammengefasst. Das Antonihaus, welches auf dem unmittelbaren Weg des Nahwärmenetzes liegt, wird in Szenario 1 nicht miteingebunden. Dies ist dadurch begründet, dass dieses Gebäude eine andere Nutzung als Wohngebäude aufweist und damit andere Heizzeiten hat. Da der Wärmebedarf des Gebäudes gegenüber der Schule und dem Rathaus allerdings relativ gering ist, wäre der Kessel des kleinen Nahwärmenetzes bei Zeiten der ausschließlichen Versorgung des Antonihauses stark überdimensioniert. Das Gebäude in der Bahnhofsstraße 29 wird ebenfalls nicht miteingebunden, da hier eine relativ große Leitungslänge für die geringe benötigte Wärmemenge des Gebäudes nötig wäre.

Das Nahwärmenetz für Szenario 1 würde dann, wie in nachfolgender Abbildung zu sehen, im Quartier verlaufen.



Abbildung 67: Dezentrales Nahwärmenetz Gebiet Rathaus – Szenario 1 – „Minimalszenario“:

Bei dem Nahwärmenetz für Variante 1 ergibt sich bei einer Trassenlänge des Netzes von etwa 140 m eine berechnete Wärmemenge von etwa 400 MWh/a.

Dies würde eine Wärmebedarfsdichte von $2,9 \text{ MWh}/(\text{Trm} \cdot \text{a})$ ergeben.

Das Ergebnis zur Wärmebedarfsdichte deutet darauf hin, dass ein Nahwärmenetz in diesem sehr kleinen Bereich wirtschaftlich umsetzbar sein könnte, da die Wärmebedarfsdichte über $1,5 \text{ MWh}/(\text{Trm} \cdot \text{a})$ beträgt. Allerdings wird die Wirtschaftlichkeit im Detail noch weiter betrachtet (siehe nachfolgendes Kapitel 3.4.2).

Das Rathaus, die Mehrzweckhalle und die Schule haben im Sommer keinen Trinkwarmwasserbedarf. Daher gibt es im Sommer zwischen Mai und September keinen Wärmebedarf. Die Jahresdauerlinie des kleinen Nahwärmenetzes ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

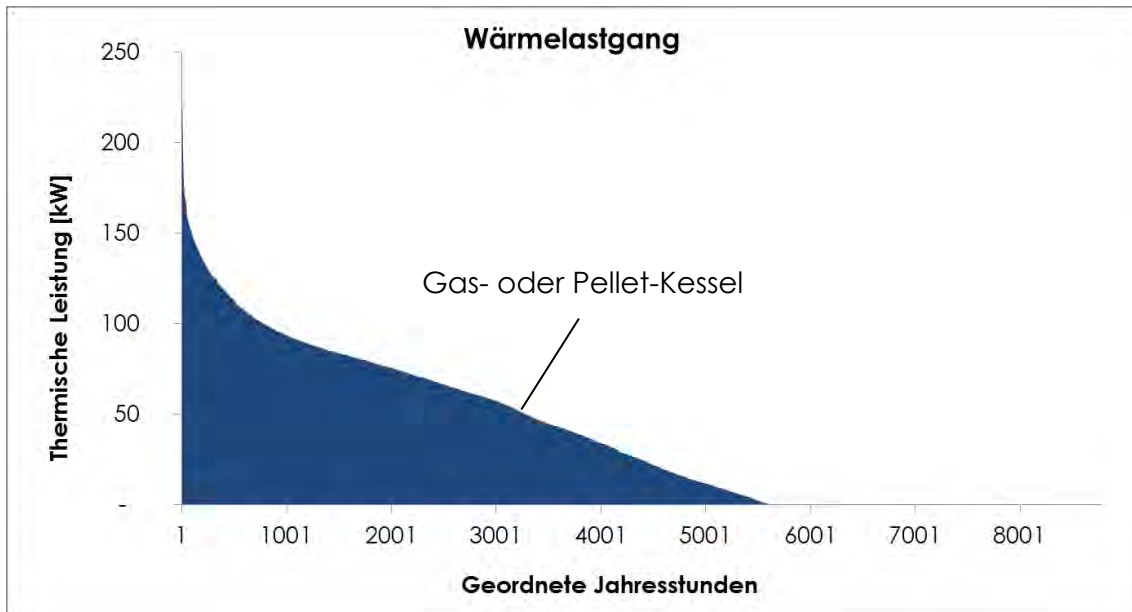


Abbildung 68: Berechneter Wärmelastgang des dezentralen Nahwärmenetzes Gebiet Rathaus – Szenario 1

Der Einsatz eines BHKW oder eine Solarthermie-Anlage wird durch die nicht vorhandene Wärmemenge im Sommer nicht empfohlen.

Als Wärmeerzeuger für dieses kleine Nahwärmenetz bietet sich ein Gas- oder ein Pellet-Kessel an. Bei einer Lösung mit zwei Gas-Kesseln ist im Heizraum des Rathauses ausreichend Platzbedarf vorhanden (siehe nachfolgende Abbildung).

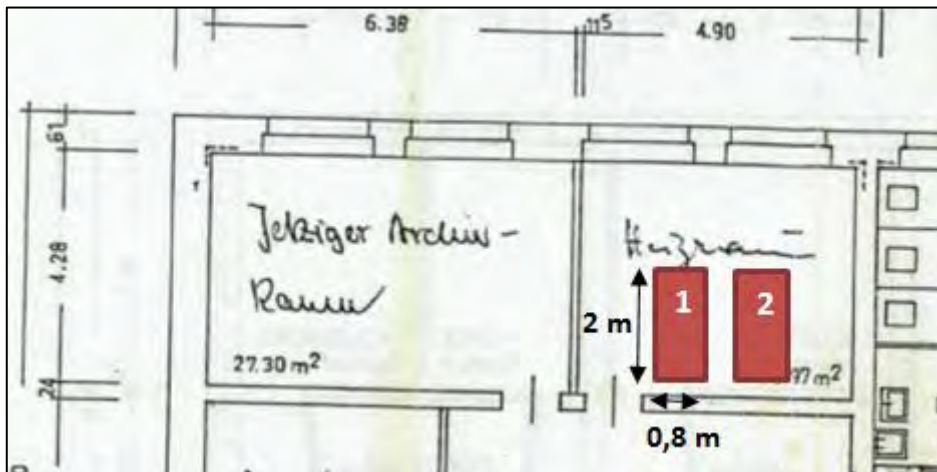


Abbildung 69: Platzbedarf für die Unterbringung der beiden Gas-Kessel in Szenario 1

In der obigen Abbildung sind die beiden Gas-Kessel als rote Rechtecke abgebildet. Die beiden Kessel haben jeweils die gleiche Größe.

Bei einer Lösung mit Pellet-Kessel müsste neuer Platz geschaffen werden, da sowohl in der Grundschule als auch im Rathaus nicht ausreichend Platzbedarf für ein Pellet-Lager vorhanden ist. Gemäß der Aussagen der Verwaltung sind die Kellerräume bereits vollständig besetzt.

Für ein Pellet-Lager in Szenario 1 wäre es sinnvoll zumindest eine Raumgröße von 25 m² zur Verfügung zu haben, damit das Lager bei dem entsprechenden Jahreswärmebedarf über das Jahr nicht mehr als vier Mal aufgefüllt werden muss. Im Winter würde das Lager dann also etwa alle 2 Monate befüllt werden. Für einen Pellet-Kessel und ein Pellet-Lager würde für den Platzbedarf eventuell ein Neubau zur Verfügung stehen, der als Anbau an die Mehrzweckhalle geplant ist. (siehe nachfolgende Abbildung).



Abbildung 70: Anbau der Mehrzweckhalle für Platzbedarf eines Pellet-Kessels mit Pellet-Lager in Szenario 1

Der Vergleich der Wirtschaftlichkeit und der CO₂-Emissionen der beiden Wärmeerzeuger Gas-Kessel und Pellet-Kessel werden in den nachfolgenden Kapiteln detailliert aufgezeigt.

3.4.1.2 Szenario 2 „Maximalszenario“

Bei Szenario 2 schließen sich, neben den öffentlichen Gebäuden, alle privaten Eigentümer in der Schulstraße an (siehe nachfolgende Abbildung).



Abbildung 71: Dezentrales Nahwärmenetz Gebiet Rathaus – Szenario 2 „Maximalszenario“

Bei den privaten Gebäuden, die sich bei Szenario 2 anschließen würden, handelt es sich um die Gebäude in der Schulstraße 4,6,8,10,12,14,16 sowie die Gebäude in der Bahnhofstraße 31 und 33.

Die Trassenlänge eines solchen Netzes würde inkl. der Hausanschlussleitungen etwa 400 m betragen. Die Wärmemenge der Gebäude wurde auf knapp 820 MWh/a berechnet.

Damit ergibt sich für das kleine Nahwärmenetz eine Wärmebedarfsdichte von etwa 2,0 MWh/(Trm*a).

Das Ergebnis zur Wärmebedarfsdichte deutet darauf hin, dass ein Nahwärmenetz in diesem Bereich wirtschaftlich umsetzbar sein könnte, da die Wärmebedarfsdichte über 1,5 MWh/(Trm*a) beträgt. Allerdings wird die Wirtschaftlichkeit im Detail noch weiter betrachtet (siehe nachfolgendes Kapitel 2.3.3.2).

In der nachfolgenden Grafik sieht man die berechnete Jahresdauerlinie Wärme eines solchen Netzes.

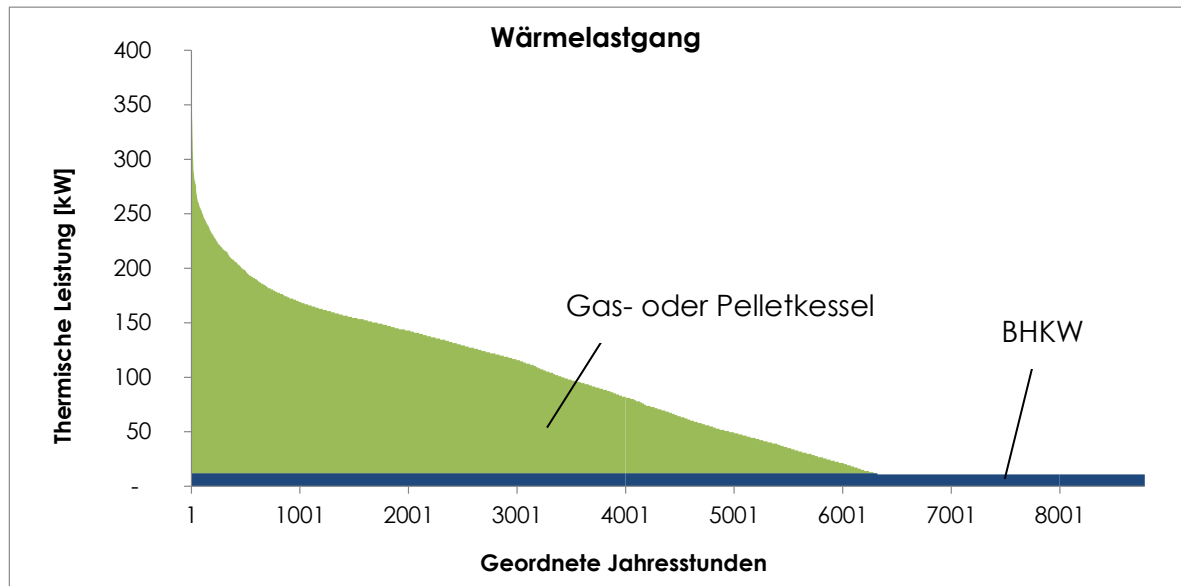


Abbildung 72: Berechneter Wärmelastgang des dezentralen Nahwärmenetzes Gebiet Rathaus – Szenario 2

Wie in der oberen Abbildung deutlich wird, ist die Grundlast Wärme bei Szenario 2 mit etwa 12 kW für den Einsatz eines Mini-BHKW ausreichend.

Ein Mini-BHKW mit einer thermischen Leistung von 12 kW würde bei Szenario 2 mit etwa 8.000 Vollbetriebsstunden im Jahr ca. 96 MWh an Wärme erzeugen. Damit würde das BHKW etwa 11% des kompletten Wärmebedarfs des Nahwärmenetzes decken. Die elektrische Leistung des BHKW würde etwa 5 kW betragen.

Für den restlichen Bedarf, als Mittel- und Spitzenlastkessel, bietet sich in diesem Fall ein Gas- oder ein Pelletkessel an. Auch eine Mischung, zum Beispiel ein Pellet-Kessel zur Abdeckung der Mittellast und ein Gaskessel zur Abdeckung der Spitzenlast, bietet sich in diesem Fall an.

Bei einer Variante mit zwei Gaskesseln und einem BHKW wäre im Heizraum des Rathauses noch Platzbedarf vorhanden (siehe nachfolgende Abbildung).

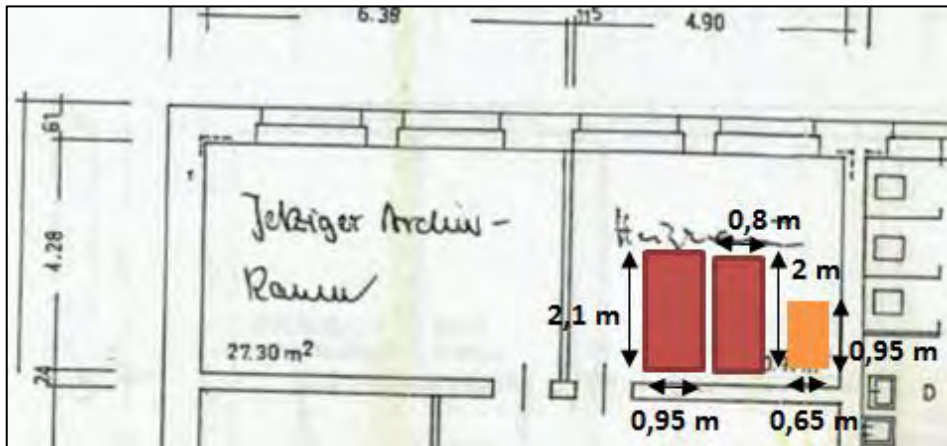


Abbildung 73: Platzbedarf für die Unterbringung der beiden Gas-Kessel und des BHKW in Szenario 2

In der vorherigen Abbildung sind die beiden Gas-Kessel als rote Rechtecke gekennzeichnet. Das BHKW ist als orangenes Rechteck dargestellt.

Für alle weiteren Kombinationen der Wärmeerzeugung mit Einsatz eines Pellet-Kessels ist nicht ausreichend Platzbedarf für einen Pellet-Kessel und einem Pellet-Lager in der Grundschule oder dem Rathaus vorhanden. Hier bietet sich der Anbau der Mehrzweckhalle zur Unterbringung einer neuen Heizzentrale an (siehe Abbildung 10).

Eine genauere Betrachtung der verschiedenen Varianten der Wärmeerzeugung und deren Wirtschaftlichkeit findet sich im Kapitel 3.4.2 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..**

3.4.1.3 Szenario 3 „Zielszenario“

Szenario 3 ist das sogenannte „Zielszenario“. Beim „Zielszenario“ müssen sich je nach Größe der Gebäude zumindest drei bis vier private Gebäude an das Nahwärmenetz anschließen.

Für Szenario 3 ist davon ausgegangen worden, dass sich neben den öffentlichen Gebäuden vier privaten Gebäude anschließen. Für das Szenario 3 wurde bei der Schulstraße vor Ort eine Telefonbefragung der Anwohner durchgeführt, um abzuschätzen wie realistisch eine Umsetzbarkeit des Szenarios ist.

Bei der Telefonbefragung in der Schulstraße hat sich herausgestellt, dass zumindest vier Anwohner Interesse bei einer wirtschaftlichen Umsetzung des Nahwärmenetzes hätten. Zwei Anwohner konnten nicht kontaktiert werden. Vier Anwohner haben kein Interesse an einem Nahwärmenetz.

Damit ist Szenario 3 durchaus ein realistisches Szenario für eine Umsetzung vor Ort.

In der nachfolgenden Abbildung ist das Szenario 3 „Zielszenario“ mit den anzuschließenden Gebäuden dargestellt.

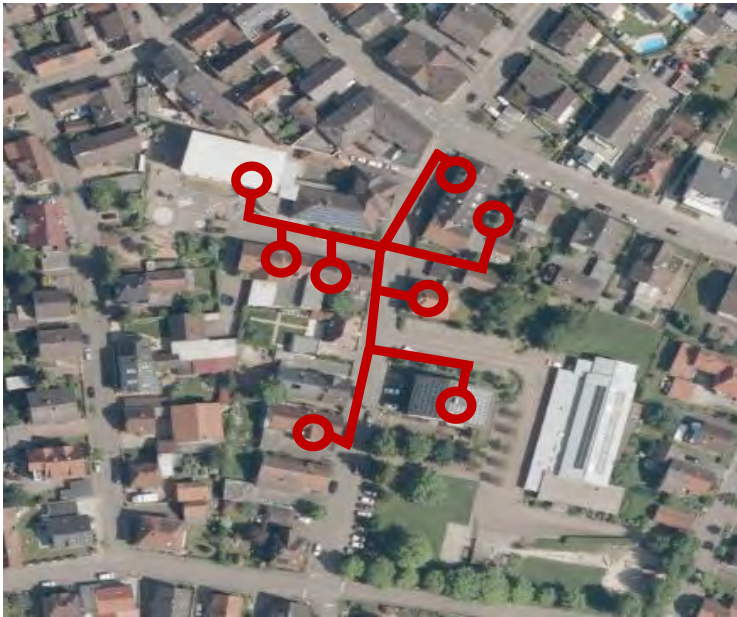


Abbildung 74: Dezentrales Nahwärmenetz Gebiet Rathaus – Szenario 3 „Zielszenario“

Schließen sich die vier oben dargestellten privaten Gebäude an ein Nahwärmenetz an, würde die Trassenlänge des Netzes inkl. der Hausanschlussleitungen etwa 340 m betragen. Die Wärmemenge der Gebäude wurde auf 610 MWh/a berechnet.

Die Wärmebedarfsdichte des Nahwärmenetzes beim Zielszenario würde etwa einen Wert von $1,8 \text{ MWh}/(\text{Trm} \cdot \text{a})$ erreichen und damit den Zielwert von $1,5 \text{ MWh}/(\text{Trm} \cdot \text{a})$ überschreiten.

Wie sich schon bei der ersten Hochrechnung für das „Zielszenario“ zeigt, ist ein Nahwärmenetz in der Schulstraße wirtschaftlich sehr grenzwertig und entscheidet sich hauptsächlich an der Teilnahme der privaten Gebäude. Daher ist hier eine weitere detaillierte wirtschaftliche Betrachtung notwendig (siehe nachfolgendes Kapitel 2.3.3.2).

In der nachfolgenden Grafik ist die berechnete Jahresdauerlinie Wärme des Netzes „Zielszenario“ dargestellt.

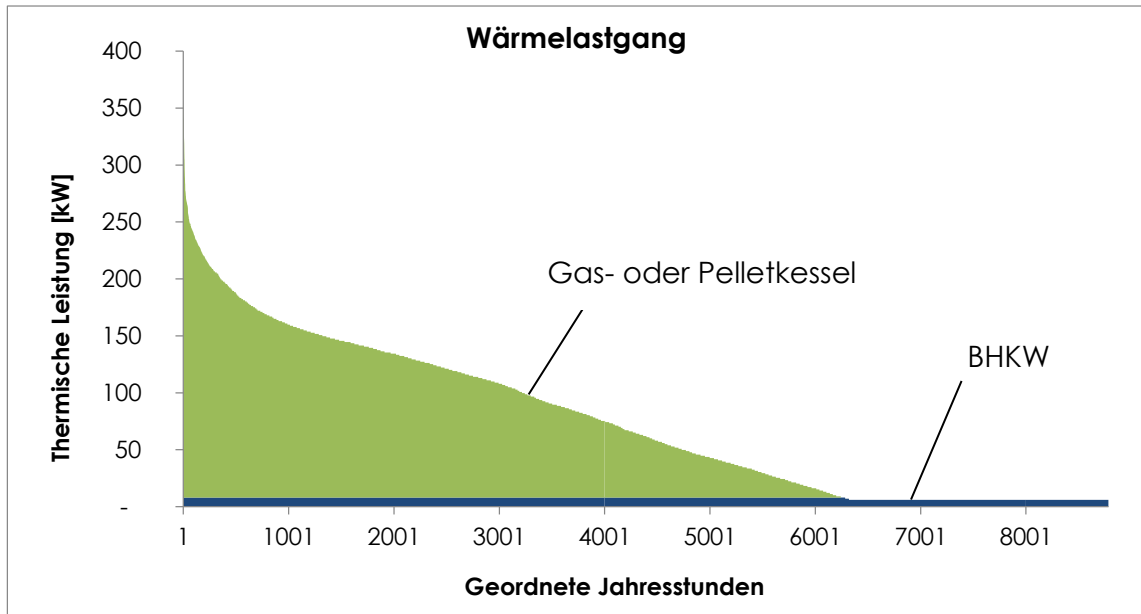


Abbildung 75: Berechneter Wärmelastgang des dezentralen Nahwärmenetzes Gebiet Rathaus – Szenario 3

Wie in der oberen Abbildung deutlich wird, ist die Grundlast Wärme bei Szenario 3 mit etwa 6 kW für den Einsatz eines Mini-BHKW ausreichend.

Ein Mini-BHKW mit einer thermischen Leistung von 8 kW würde bei Szenario 2 mit etwa 7.400 Vollbetriebsstunden im Jahr knapp 60 MWh an Wärme erzeugen. Damit würde das BHKW etwa 9% des kompletten Wärmebedarfs des Nahwärmenetzes decken. Die elektrische Leistung des BHKW würde 3 kW betragen.

Für den restlichen Bedarf, als Mittel- und Spitzenlastkessel, bietet sich in diesem Fall ein Gas- oder ein Pelletkessel an. Auch eine Mischung, zum Beispiel ein Pellet-Kessel zur Abdeckung der Mittellast und ein Gaskessel zur Abdeckung der Spitzenlast, bietet sich in diesem Fall an.

Bei der Variante mit zwei Gaskesseln zur Abdeckung der Mittel- und Spitzenlast und einem BHKW wäre im Heizraum des Rathauses noch ausreichend Platzbedarf vorhanden (siehe nachfolgende Abbildung).

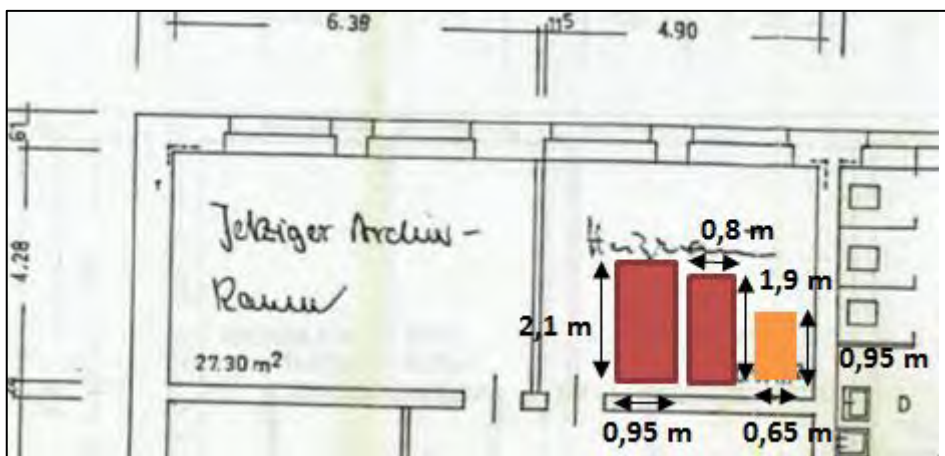


Abbildung 76: Platzbedarf für die Unterbringung der beiden Gas-Kessel und des BHKW in Szenario 3

In der oberen Abbildung sind die beiden Gas-Kessel als rote Rechtecke gekennzeichnet. Das BHKW ist als orangenes Rechteck dargestellt.

Für alle weiteren Kombinationen der Wärmeerzeugung mit Einsatz eines Pellet-Kessels ist nicht ausreichend Platzbedarf für einen Pellet-Kessel und einem Pellet-Lager in der Grundschule oder dem Rathaus vorhanden. Hier bietet sich ebenfalls wieder der Anbau der Mehrzweckhalle zur Unterbringung einer neuen Heizzentrale an (siehe Abbildung 70).

Eine genauere Betrachtung der verschiedenen Varianten der Kessel und deren Wirtschaftlichkeit finden sich im nachfolgenden Kapitel 2.3.3.2.

3.4.2 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit und der CO₂-Emissionen

Ansätze der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Investitionskosten für die Anlagen wurden unter anderem anhand von Kennzahlen aus den BKI Baukosten¹⁰, der vom Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung herausgegebenen Online Publikation zu spezifischen Kosten¹¹ sowie aus Erfahrungswerten aus internen Projekten von Team für Technik ermittelt.

Die ermittelten Kosten sind daher nur als Grobkosten zu betrachten, da in der Potentialanalyse keine detaillierte Berechnung der Kosten anhand einer genauen Planung stattfinden kann.

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden keine prozentualen Steigerungen bei den Energiekosten und den Betriebskosten berücksichtigt. Dies bedeutet, dass für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Werte der Energiekosten und Betriebskosten von dem Stand der Untersuchung (Mai 2017) verwendet wurden. Investitionskosten wurden auf den Stand Mai 2017 hochgerechnet. Für die Betriebskosten wurden die prozentualen Anteile für Aufwand Instandsetzung sowie Aufwand für Wartung und Inspektion aus der VDI 2067 Blatt 1 entnommen sowie zum Teil Erfahrungswerte von Team für Technik hergenommen.

Bei den Kosten pro Wärmemenge sind die Investitionskosten, die Betriebskosten und die Energiekosten berücksichtigt. Ebenfalls wurde für den Zeitraum von 20 Jahren berücksichtigt, dass Anlagenteile ausgetauscht werden müssen und daher wieder neue Investitionskosten entstehen. Die rechnerische Nutzungsdauer der Anlagen wurde der VDI 2067 Blatt 1 entnommen.

3.4.2.1 Szenario 1 – „Minimalszenario“

Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit wird zunächst einmal Szenario 1 Nahwärme (zentrale Wärmeversorgung) mit der Einzelversorgung der Gebäude Schule und Rathaus gegenübergestellt. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird noch einmal zwischen den beiden Wärmeerzeugungsvarianten Gas-Brennwertkessel oder Pellet-Kessel unterschieden.

Bei der Gegenüberstellung des Mini-Nahwärmenetzes zwischen Schule und Rathaus und der Einzelversorgung der beiden Gebäude ist davon ausgegangen worden, dass als Wärmeerzeuger jeweils ein Gas-Brennwertkessel verwendet wird. Bei der Einzelversorgung der Gebäude kommt bezüglich des geringen Platzbedarfes in den Kellern der Gebäude Rathaus und Schule ein Pellet-Kessel mit Pellet-Lager nicht in Frage. Dieser ist nur bei einer gemeinsamen Versorgung der Gebäude über ein Nahwärmenetz einsetzbar und könnte dann im neuen Anbau der Mehrzweckhalle untergebracht werden (siehe Abbildung 70).

Beim Nahwärmenetz Szenario 1 gibt es zwei Gas-Brennwertkessel, die im Rathaus untergebracht werden könnten (siehe Abbildung 69).

Bei den Kosten für das Nahwärmenetz wurde davon ausgegangen, dass bei der Schulstraße die Straße sowieso aufgedauben und neu asphaltiert wird. Bei der Verlegung des Nahwärmenetzes in der Schulstraße ist daher von geringeren Kosten ausgegangen worden, die das Aufreißen der Straße und das neu Asphaltieren nicht in den Kosten berücksichtigt.

¹⁰ BKI Baukosten 2016 Neubau, Statistische Kostenkennwerte für Positionen, BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.), Stuttgart, 2016

¹¹ BMVBS-Online-Publikation, Nr.08/2012 – Ermittlung von spezifischen Kosten energiesparender Bauteil-, Beleuchtungs-, Heizungs- und Klimatechnikausführungen bei Nichtwohngebäuden für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur EnEV 2012 – Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS)

Das EWärmeG Baden Württemberg kann bei der Installation einer neuen Heizung dadurch erfüllt werden, dass bei den Gebäuden eine ausreichend große Photovoltaikanlage installiert ist. Mit einer installierten PV-Leistung von 0,02 kWp pro m² Nettogrundfläche können die Anforderungen des EWärmeG bereits vollständig erfüllt werden.

Für Rathaus und Mehrzweckhalle wurde eine Nettogrundfläche von zusammen etwa 2.372 m² berechnet. Die PV-Anlagen auf dem Rathaus und der Mehrzweckhalle haben zusammen eine installierte Leistung von 70,8 kWp. Damit wird eine installierte PV-Leistung von 0,03 kWp pro m² Nettogrundfläche erreicht. Damit wird das EWärmeG für Rathaus und Mehrzweckhalle erfüllt. Hier benötigt man für eine neue Wärmeversorgung von Rathaus und Mehrzweckhalle nicht zusätzlich einen erneuerbaren Anteil.

Bei der Schule wurde eine Nettogrundfläche von etwa 3.493 m² berechnet. Hier gibt es keine installierte PV-Anlage von der Gemeinde. Hier müsste bei einer neuen Wärmeversorgung für die Schule also ein Anteil erneuerbare Energien benutzt werden, um das EWärmeG einzuhalten. Bei einer gemeinsamen Wärmeerzeugung von Rathaus, Schule und Mehrzweckhalle reicht der Anteil der PV-Anlage ebenfalls nicht aus. Hier wurde eine installierte PV-Leistung von 0,012 kWp pro m² berechnet. Es müsste allerdings der Wert von 0,02 kWp pro m² erfüllt werden.

Für die Wärmeerzeugung der Grundschule und des Nahwärmenetzes wurde deshalb bei den Energiekosten mit Gas gerechnet, welches einen Anteil von 10% (Einzelversorgung Grundschule) bzw. 15% (Nahwärme) Biogas hat. Die höheren Kosten des Biogases im Gas-Mix wurden bei der Wirtschaftlichkeit berücksichtigt.

Im der nachfolgenden Tabelle sind die berechneten Kosten und CO₂-Emissionen der verschiedenen Versorgungsvarianten zusammengefasst.

Der Preis für die Nahwärme ist nur als grober Preis zu betrachten, um zu sehen inwieweit eine wirtschaftliche Umsetzung Potential hat. Für genauere Angaben bedarf es einer detaillierten Planung.




Szenario 1	Einzelversorgung Gas	Nahwärme Gas	Nahwärme Pellets
			
Investitions-Kosten¹² [€]	72.000	130.000	180.000 ¹³
Betriebskosten [€/a]	1.800	1.800	5.000
Energiekosten [€/a]	21.000	23.500	19.000
Kosten pro Wärmemenge über 20 Jahre [€/kWh/a]	0,070	0,090	0,096
CO₂-Emissionen [t/a]	87,2	86,5	7,4
Primärenergiefaktor¹⁴	1,1	1,3	0,1

Tabelle 11: Vergleich der Kosten und der CO₂-Emissionen der verschiedenen Versorgungsvarianten - Szenario 1

Wie man an der obigen Tabelle sehen kann, ist die getrennte Einzelversorgung der Schule und des Rathauses die wirtschaftlich sinnvollste Lösung. Über einen Zeitraum von 20 Jahren entstehen die geringsten Kosten pro Wärmemenge. In der nachfolgenden Grafik sind die Kosten der Versorgungsvarianten in Szenario 1 über einen Zeitraum von 30 Jahren summiert.

¹² Bei den Investitionskosten sind die Kosten für die zentrale Wärmeerzeugung (inkl. aller Bauteile wie Heizungsverteiler, Pumpen, Wärmespeicher, Abgasanlage etc.) und die Kosten des Nahwärmenetzes (inkl. Verlegung, Aufreißen der Straße etc.) berücksichtigt. Es handelt sich um Bruttokosten inkl. Planungskosten gemäß HOAI.

¹³ Ohne Bauwerkskosten Kostengruppe 300 DIN 276 für die Errichtung des Raumes der zentralen Wärmeerzeugung und die Bauwerkskosten zum Erreichen des Raumes für das Holz-Pellet Lager

¹⁴ Werte gemäß Tabelle A.1 – Primärenergiefaktoren DIN 18599-1:2011-12

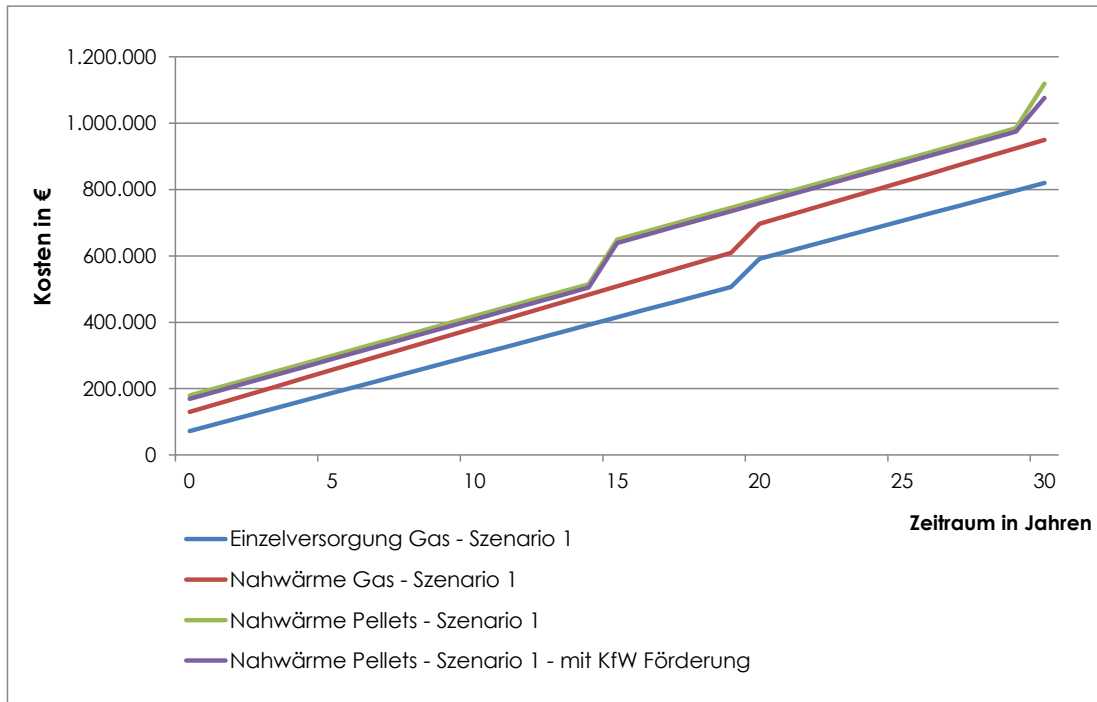


Abbildung 77: Entwicklung der Gesamtkosten der Versorgungsvarianten bei Szenario 1

Wie man in der obigen Abbildung erkennt, bleibt die Einzelversorgung Gas über einen Zeitraum von 30 Jahren stets die günstigste Lösung. Die Stufen bzw. Sprünge bei den Linien der Gesamtkosten in der obigen Abbildung sind Investitionskosten, die für den Austausch von Anlagen anfallen. So wird bei der Nahwärme mit Pellet-Kessel zum Beispiel nach 15 Jahren der Pellet-Kessel ausgetauscht. Bei der Versorgung mit Gas wird nach 20 Jahren der Gaskessel ausgetauscht.

Von den CO₂-Emissionen ist die Nahwärme mit Pellet-Kessel die beste Versorgungsvariante (siehe nachfolgende Abbildung).

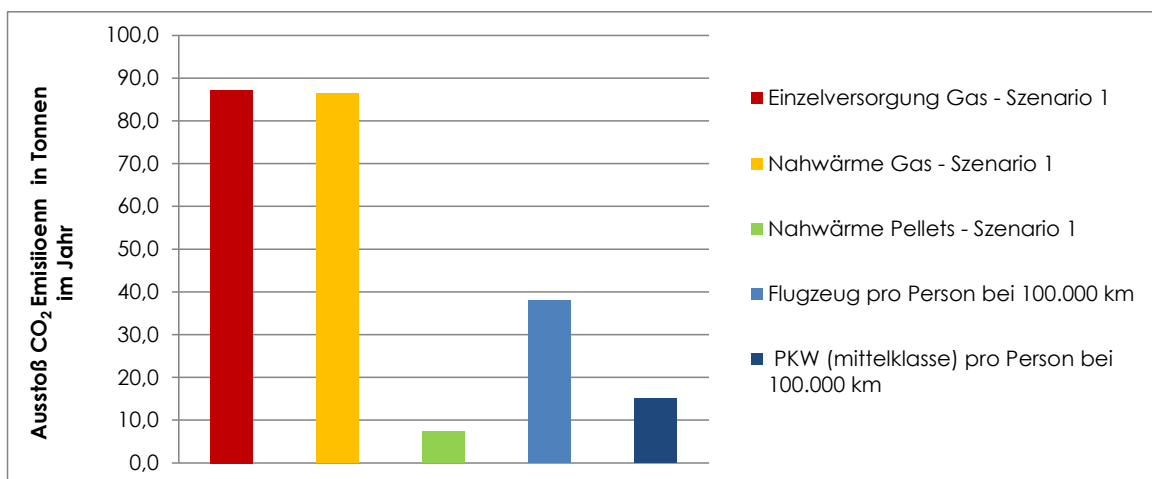


Abbildung 78: Vergleich der CO₂-Emissionen der Versorgungsvarianten bei Szenario 1

3.4.2.2 Szenario 2 „Maximalszenario“

Bei Szenario 2 wurden zwei Versorgungsvarianten ausgearbeitet. Zum einen die Versorgung über ein BHKW (Grundlast) und einen Gas-Kessel (Mittel- und Spitzenlast) (Wärmelastgang siehe Abbildung 72). Zum anderen die Versorgung über ein BHKW (Grundlast) einen Pellet-Kessel (Mittellast) und einen Gas-Kessel (Spitzenlast) (Wärmelastgang siehe nachfolgende Abbildung).

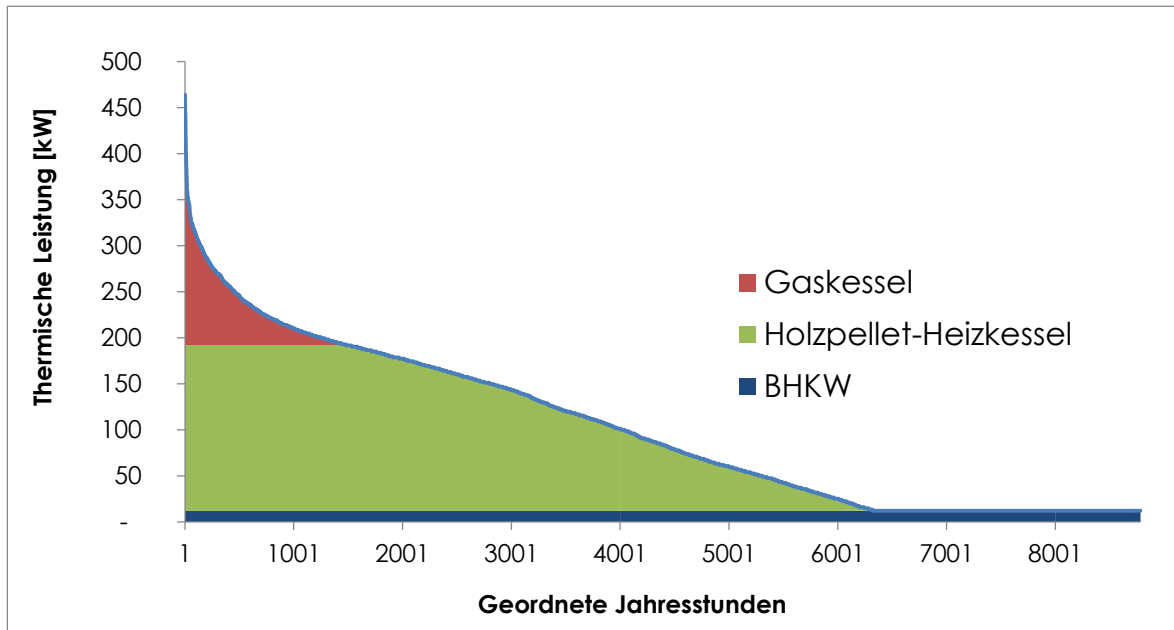


Abbildung 79: Berechneter Wärmelastgang Szenario 2 – Versorgungsvariante BHKW, Pellet-Kessel und Gaskessel

Wie in der oberen Abbildung zu sehen, deckt das BHKW mit etwa 12 kW thermischer Leistung die Grundlast ab. Die Mittellast, etwa 80% der Wärmemenge, deckt der Holzpellet-Kessel ab. Für Zeiten von Spitzenlastbedarf ist außerdem noch ein Gaskessel installiert.

Für ein Nahwärmenetz muss gemäß EWärmeG mindestens 15% der bereitgestellten Energie aus erneuerbaren Energien bzw. 50% aus Kraft-Wärme-Kopplung bereitgestellt werden.

Auch eine Kombination der Maßnahmen ist möglich.

Für das Szenario 2 besteht der verwendete Gasmix bei der Versorgungsvariante BHKW und Gaskessel aus 15% Biogas (gasförmige Biomasse) und 85% Erdgas. Dadurch sind die Anforderungen für 15% erneuerbare Energien erfüllt.

Bei der Versorgungsvariante mit Pellet-Kessel sind knapp 80% der Wärme aus erneuerbaren Energien. Hier wird das EWärmeG deutlich übererfüllt.

Die Wirtschaftlichkeit der beiden Versorgungsvarianten BHKW mit Gaskessel sowie BHKW mit Holzpellet-Kessel und Gaskessel sind in der nachfolgenden Tabelle gegenübergestellt.

Der Preis für die Nahwärme ist nur als grober Preis zu betrachten, um zu sehen inwieweit eine wirtschaftliche Umsetzung Potential hat. Für genauere Angaben bedarf es einer detaillierten Planung.

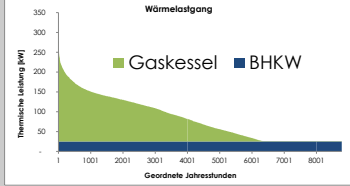
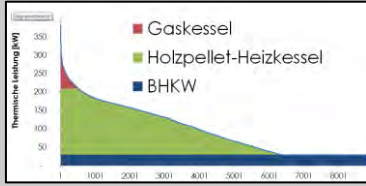
Szenario 2	Nahwärme BHKW, Gaskessel	Nahwärme BHKW, Pellet, Gaskessel
		
Investitions-Kosten¹⁵ [€]	290.000	330.000 ¹⁶
Betriebskosten [€/a]	4.700	7.100
Energiekosten [€/a]	55.000	48.000
Kosten pro Wärmemenge über 20 Jahre [€/kWh/a]	0,095	0,091
CO₂-Emissionen [t/a]	218,7	115,6
Primärenergiefaktor¹⁷	1,24	0,65

Tabelle 12: Vergleich der Kosten und der CO₂-Emissionen der verschiedenen Versorgungsvarianten - Szenario 2

Wie in der oberen Abbildung zu sehen, ist bei Szenario 2, bei der sich alle Teilnehmer der Schulstraße an ein Nahwärmenetz anschließen, die Versorgungsvariante mit BHKW, Pellet und Gaskessel die wirtschaftlichere und die von den CO₂-Emissionen günstigere Option.

Die Kosten pro Wärmemenge über 20 Jahre sind bei den beiden Versorgungsvarianten allerdings sehr ähnlich.

Der Primärenergiefaktor der Versorgungsvariante BHKW und Gaskessel ist außerdem für Neubauten mit 1,24 sehr kritisch zu sehen.

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung der Kosten über 20 Jahre dargestellt.

¹⁵ Bei den Investitionskosten sind die Kosten für die zentrale Wärmeerzeugung (inkl. aller Bauteile wie Heizungsverteiler, Pumpen, Wärmespeicher, Abgasanlage etc.) und die Kosten des Nahwärmenetzes (inkl. Verlegung, Aufreißen der Straße etc.) berücksichtigt. Es handelt sich um Bruttokosten inkl. Planungskosten gemäß HOAI.

¹⁶ Ohne Bauwerkskosten Kostengruppe 300 DIN 276 für die Errichtung des Raumes der zentralen Wärmeerzeugung und die Bauwerkskosten zum Erreichen des Raumes für das Holz-Pellet Lager

¹⁷ Werte gemäß Berechnung Primärenergiefaktor A.2 DIN 18599-1:2011-12 ermittelt. Werte Primärenergiefaktoren der einzelnen Energieträger aus Tabelle A.1 – Primärenergiefaktoren DIN 18599-1:2011-12

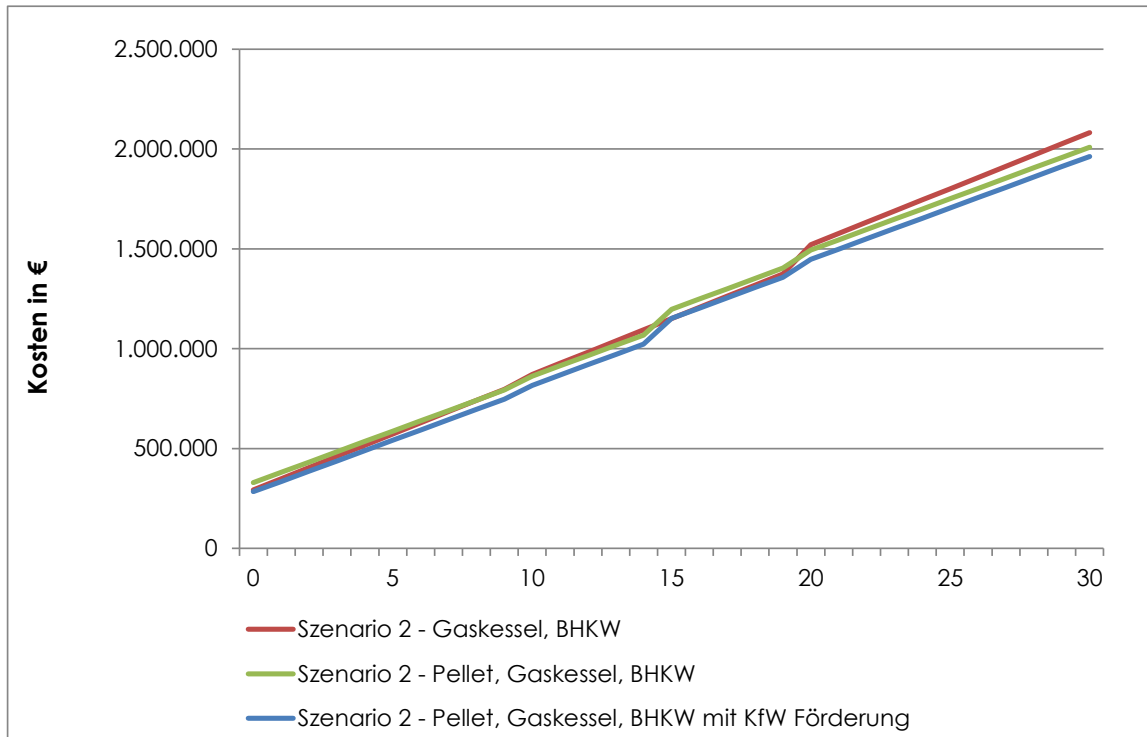


Abbildung 80: Entwicklung der Gesamtkosten der verschiedenen Versorgungsvarianten bei Szenario 2

Wie man an der oberen Grafik sieht, ist die Versorgungsvariante Pellet, Gaskessel und BHKW inklusive der KfW Förderung über einen Zeitraum von 20 Jahren am günstigsten. Die Stufen bzw. Sprüngen bei den Linien der Gesamtkosten in der obigen Abbildung sind Investitionskosten, die für den Austausch von Anlagen anfallen. So wird beispielsweise bei den beiden Varianten jeweils nach 10 Jahren das BHKW ausgetauscht. Bei der Variante mit Pellet-Kessel wird nach 15 Jahren der Kessel ausgetauscht. Nach 20 Jahren werden die Gas-Kessel durch neue Kessel ersetzt.

Von den CO₂-Emissionen ist die Nahwärme mit Pellet-Kessel die günstigere Versorgungsvariante (siehe nachfolgende Abbildung).

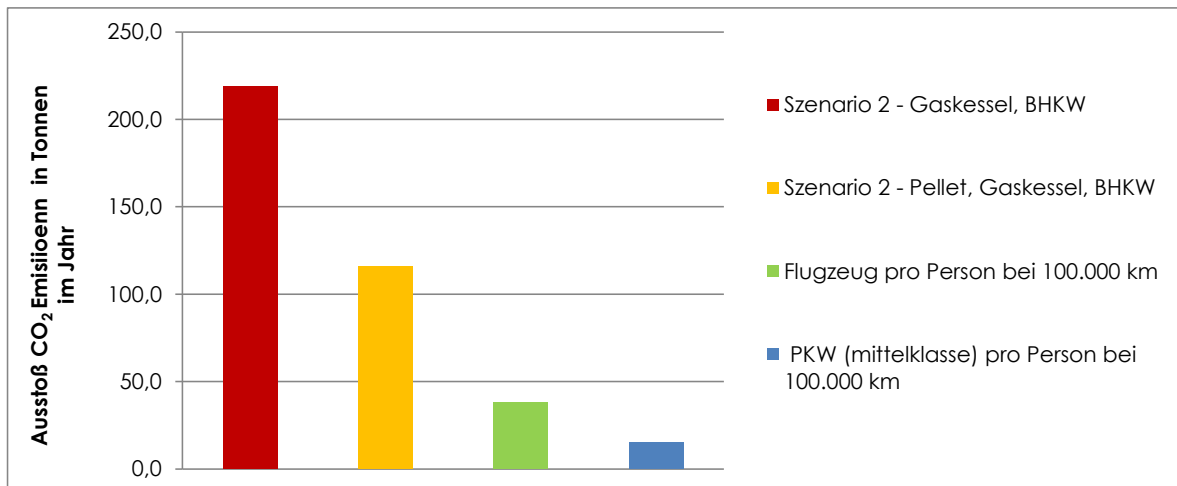


Abbildung 81: Vergleich der CO₂-Emissionen der Versorgungsvarianten bei Szenario 2

3.4.2.3 Szenario 3 „Zielszenario“

Bei Szenario 3 wurden ebenfalls zwei Versorgungsvarianten ausgearbeitet. Zum einen die Versorgung über ein BHKW (Grundlast) und einen Gas-Kessel (Mittel- und Spitzenlast) (Wärmelastgang siehe Abbildung 75). Zum anderen die Versorgung über ein BHKW (Grundlast) einen Pellet-Kessel (Mittellast) und einen Gas-Kessel (Spitzenlast) (Wärmelastgang siehe nachfolgende Abbildung).

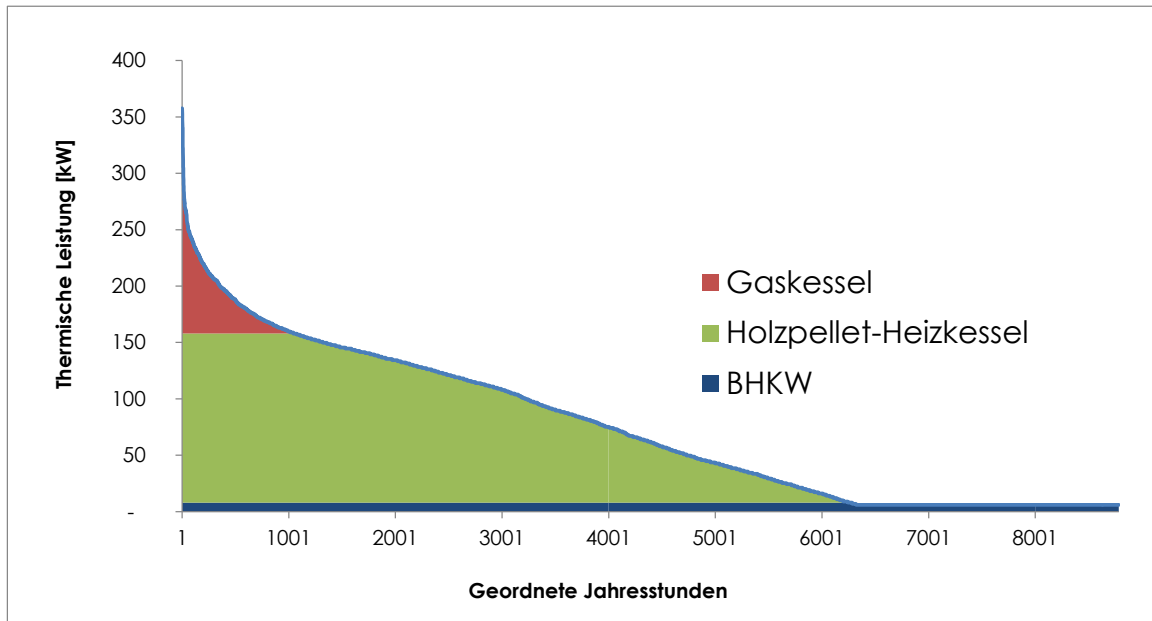


Abbildung 82: Berechneter Wärmelastgang Szenario 3 – Versorgungsvariante BHKW, Pellet-Kessel und Gaskessel

Wie in der oberen Abbildung zu sehen, deckt das BHKW mit etwa 8 kW thermischer Leistung die Grundlast ab. Die Mittellast, über 80% der Wärmemenge, deckt der Holzpellet-Kessel ab. Für Zeiten von Spitzenlastbedarf ist außerdem noch ein Gaskessel installiert.

Für ein Nahwärmenetz muss gemäß EWärmeG mindestens 15% der bereitgestellten Energie aus erneuerbaren Energien bzw. 50% aus Kraft-Wärme-Kopplung bereitgestellt werden.

Auch eine Kombination der Maßnahmen ist möglich.

Für das Szenario 3 („Zielszenario“) besteht der verwendete Gasmix bei der Versorgungsvariante BHKW und Gaskessel aus 15% Biogas (gasförmige Biomasse) und 85% Erdgas. Dadurch sind die Anforderungen 15% aus erneuerbaren Energien erfüllt.

Bei der Versorgungsvariante mit Pellet-Kessel sind über 80% der Wärme aus erneuerbaren Energien. Hier wird das EWärmeG deutlich übererfüllt.

Die Wirtschaftlichkeit der beiden Versorgungsvarianten BHKW mit Gaskessel sowie BHKW mit Holzpellet-Kessel und Gaskessel sind in der nachfolgenden Tabelle gegenübergestellt.

Der Preis für die Nahwärme ist nur als grober Preis zu betrachten, um zu sehen inwieweit eine wirtschaftliche Umsetzung Potential hat. Für genauere Angaben bedarf es einer detaillierten Planung.

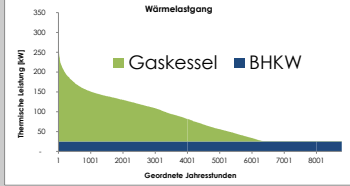
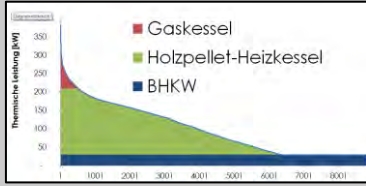
Szenario 3	Nahwärme BHKW, Gaskessel	Nahwärme BHKW, Pellet, Gaskessel
		
Investitions-Kosten¹⁸ [€]	237.000	276.000 ¹⁹
Betriebskosten [€/a]	3.600	5.700
Energiekosten [€/a]	43.000	36.000
Kosten pro Wärmemenge über 20 Jahre [€/kWh/a]	0,097	0,10
CO₂-Emissionen [t/a]	164,0	80,0
Primärenergiefaktor²⁰	1,26	0,63

Tabelle 13: Vergleich der Kosten und der CO₂-Emissionen der verschiedenen Versorgungsvarianten - Szenario 3

Wie in der oberen Tabelle zu sehen, ist bei Szenario 3 „Zielszenario“ die Versorgungsvariante mit BHKW und Gaskessel etwa genau so wirtschaftlich wie die Option mit BHKW, Pellet und Gaskessel. Die von den CO₂-Emissionen und dem Primärenergiefaktor günstigere Option ist die mit BHKW, Pellet und Gaskessel.

Der Primärenergiefaktor der Versorgungsvariante BHKW und Gaskessel ist außerdem für Neubauten mit 1,26 sehr kritisch zu sehen.

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung der Kosten über 20 Jahre dargestellt.

¹⁸ Bei den Investitionskosten sind die Kosten für die zentrale Wärmeerzeugung (inkl. aller Bauteile wie Heizungsverteiler, Pumpen, Wärmespeicher, Abgasanlage etc.) und die Kosten des Nahwärmenetzes (inkl. Verlegung, Aufreißen der Straße etc.) berücksichtigt. Es handelt sich um Bruttokosten inkl. Planungskosten gemäß HOAI.

¹⁹ Ohne Bauwerkskosten Kostengruppe 300 DIN 276 für die Errichtung des Raumes der zentralen Wärmeerzeugung und die Bauwerkskosten zum Erreichen des Raumes für das Holz-Pellet Lager

²⁰ Werte gemäß Tabelle A.1 – Primärenergiefaktoren DIN 18599-1:2011-12

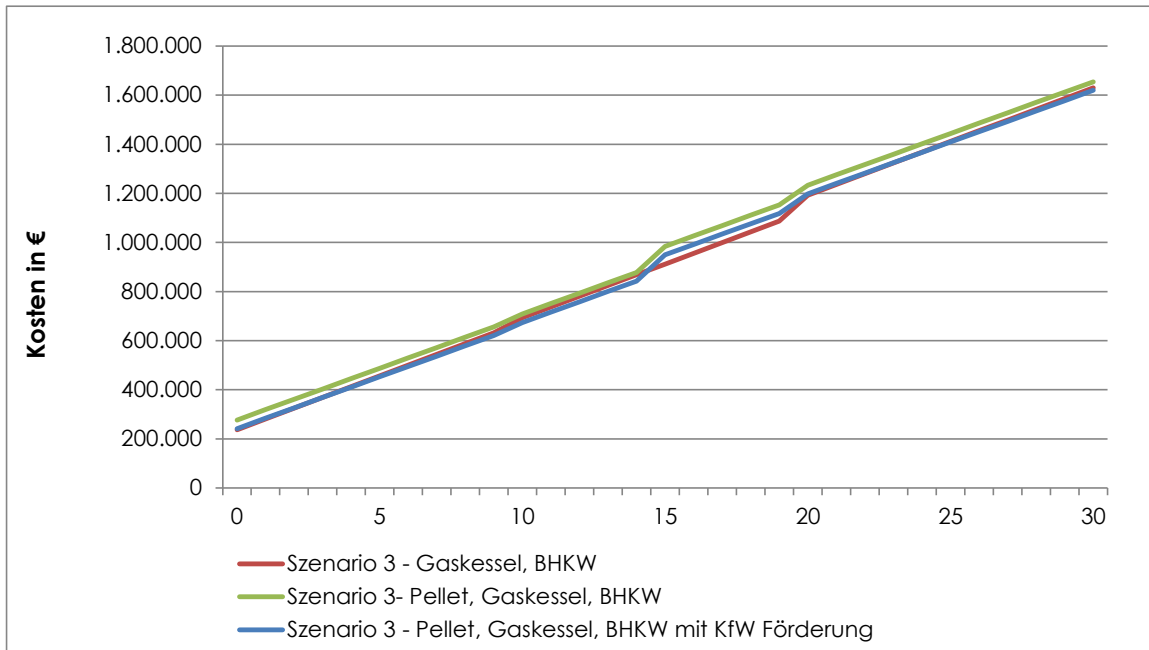


Abbildung 83: Entwicklung der Gesamtkosten der verschiedenen Versorgungsvarianten bei Szenario 3

Wie man in der oberen Grafik sieht, ist die Versorgungsvariante Gaskessel und BHKW über einen Zeitraum von 30 Jahren stets die wirtschaftlichste Variante. Die Stufen bzw. Sprünge bei den Linien der Gesamtkosten in der obigen Abbildung sind Investitionskosten, die für den Austausch von Anlagen anfallen. So wird beispielsweise bei den beiden Varianten jeweils nach 10 Jahren das BHKW ausgetauscht. Bei der Variante mit Pellet-Kessel wird nach 15 Jahren der Kessel ausgetauscht. Nach 20 Jahren werden die Gas-Kessel durch neue Kessel ersetzt.

Von den CO₂-Emissionen ist die Nahwärme mit Pellet-Kessel die günstigere Versorgungsvariante (siehe nachfolgende Abbildung).

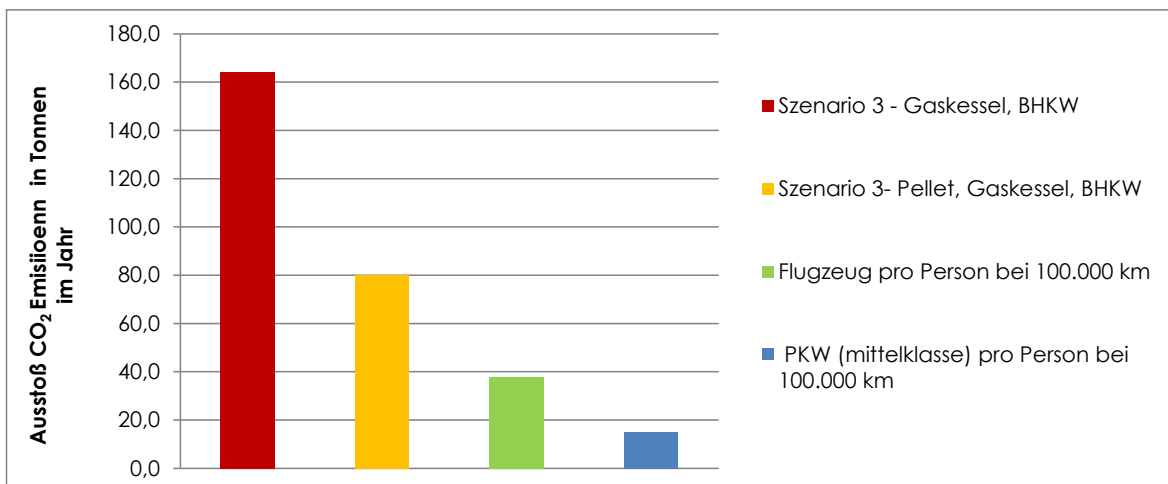


Abbildung 84: Vergleich der CO₂-Emissionen der Versorgungsvarianten bei Szenario 2

3.5 Zentrales Nahwärmenetz von Rathaus zum Neubaugebiet

3.5.1 Untersuchung eines Warmnetzes

Zusätzlich wurde für das Quartier ein „Warmnetz“ untersucht, das von den öffentlichen Gebäuden im Ortskern über die Schulstraße, die Hindenburgstraße und die Josef-Saier-Straße bis zum Neubaugebiet führt (siehe nachfolgende Abbildung).

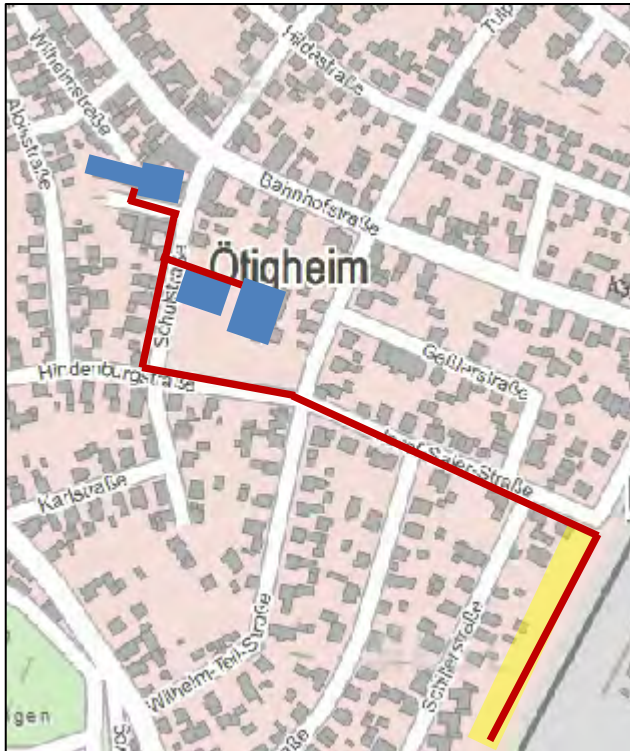


Abbildung 85: Mögliche Leitungstrasse des Nahwärmenetzes „Warmnetz“

In der oben zu sehenden Grafik sind dabei in blauer Markierung die öffentlichen Gebäude mit Schule, Rathaus und Mehrzweckhalle gekennzeichnet, in roter Farbe das Nahwärmenetz und als gelbe Fläche das Neubaugebiet.

Beim „Warmnetz“ handelt es sich dabei um ein Nahwärmenetz, welches mit normal hohen Temperaturen gefahren wird, in diesem Fall im Vorlauf 90°C und im Rücklauf 70°C.

Die Schwierigkeit bei der Umsetzung eines Nahwärmenetzes im dörflichen Raum, wie in diesem Quartier, ist die relativ geringe Anschlussdichte. Diese macht eine Wirtschaftlichkeit eines „Warmnetzes“ oft unmöglich.

Daher wurde im ersten Schritt zunächst einmal ein Kennwert, die sog. Wärmebedarfsdichte ausgerechnet, die etwas über die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes „Warmnetz“ aussagt.

Gemäß C.A.R.M.E.N. e.V. sollte bei der Neuerrichtung eines Wärmenetzes die Wärmebedarfsdichte von 1,5 MWh/m²a nur in Ausnahmefällen unterschritten werden, um eine Wirtschaftlichkeit des Netzes zu realisieren.

Da sich bereits in den Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit der Versorgung des Neubaugebietes (siehe Kapitel 3.2.2) herausgestellt hat, dass die Trinkwarmwasserversorgung mit zusätzlicher Wärmepumpe für Trinkwarmwasser und der Gebäudeenergiestandard Passivhaus

die wirtschaftlich besten Optionen darstellen, wurden diese Annahmen für die Berechnungen für ein „Warmnetz“ ebenfalls verwendet.

Für die Berechnung der Wärmebedarfsdichte und der Wärmeverluste wurden drei Szenarien untersucht. Bei Szenario 1 schließen sich keine privaten Gebäude mehr an, sondern nur die öffentlichen Gebäude und die Gebäude des Neubaugebietes („Minimalszenario“). Bei Szenario 2 („Zielszenario“) würden sich alle nach der Eigentümerbefragung (siehe Kapitel 2.2) „interessierten Haushalte“, die direkt an der Nahwärmeleitung liegen, anschließen. Bei Szenario 3 („Maximalszenario“) schließen sich alle an der Nahwärmeleitung liegenden Gebäude inkl. der öffentlichen Gebäude und des Neubaugebietes an.

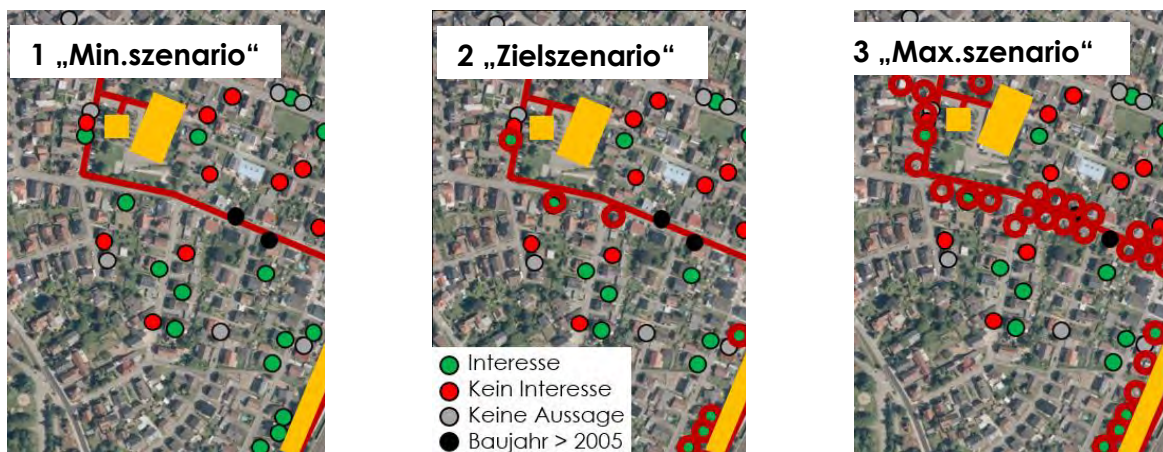


Abbildung 86: Drei Szenarien für die Berechnung der Wärmebedarfsdichte und Wärmeverluste des „Warmnetzes“

Bei Szenario 1 wurde die Trassenlänge des Nahwärmenetzes inkl. der Hausanschlussleitungen auf 800 m bestimmt. Die Wärmemenge die öffentlichen Gebäude und der Gebäude im Neubaugebiet wurde auf etwa 430 MWh/a berechnet. Dabei wurde die Wärmemengen überwiegend anhand von Kennwerten für die jeweilige Gebäudetypologie (z.B. Neubau oder unsanierter Altbau) berechnet. Bei Gebäuden, bei denen Angaben zum Verbrauch von den Eigentümern vorhanden waren, wurde auf diese zurückgegriffen.

Für Szenario 1 ergibt sich als Ergebnis eine Wärmebedarfsdichte von $0,5 \text{ MWh}/(\text{Trm} \cdot \text{a})$.

Bei Szenario 2 wurde die Trassenlänge des Nahwärmenetzes inkl. der Hausanschlussleitungen auf 900 m bestimmt. Die Wärmemenge die öffentlichen Gebäude, der interessierten Haushalte und der Gebäude im Neubaugebiet wurde auf etwa 830 MWh/a berechnet.

Für Szenario 2 ergibt sich als Ergebnis eine Wärmebedarfsdichte von $0,9 \text{ MWh}/(\text{Trm} \cdot \text{a})$.

Bei Szenario 3 wurde die Trassenlänge des Nahwärmenetzes inkl. der Hausanschlussleitungen auf 1200 m bestimmt. Die Wärmemenge die öffentlichen Gebäude, der interessierten Haushalte und der Gebäude im Neubaugebiet wurde auf 1.350 MWh/a berechnet.

Für Szenario 3 ergibt sich damit eine Wärmebedarfsdichte von $1,1 \text{ MWh}/(\text{Trm} \cdot \text{a})$.

Alle drei Szenarien sind damit vom berechneten Wert deutlich geringer als der Zielwert von $1,5 \text{ MWh}/(\text{Trm} \cdot \text{a})$.

In der nachfolgenden Abbildung lässt sich deutlich erkennen, wie sich die Wärmebedarfsdichte auf die Netzverluste auswirkt und somit die Wirtschaftlichkeit bei „Warmnetzen“ mit sehr geringen Wärmebedarfsdichten beeinflusst wird.

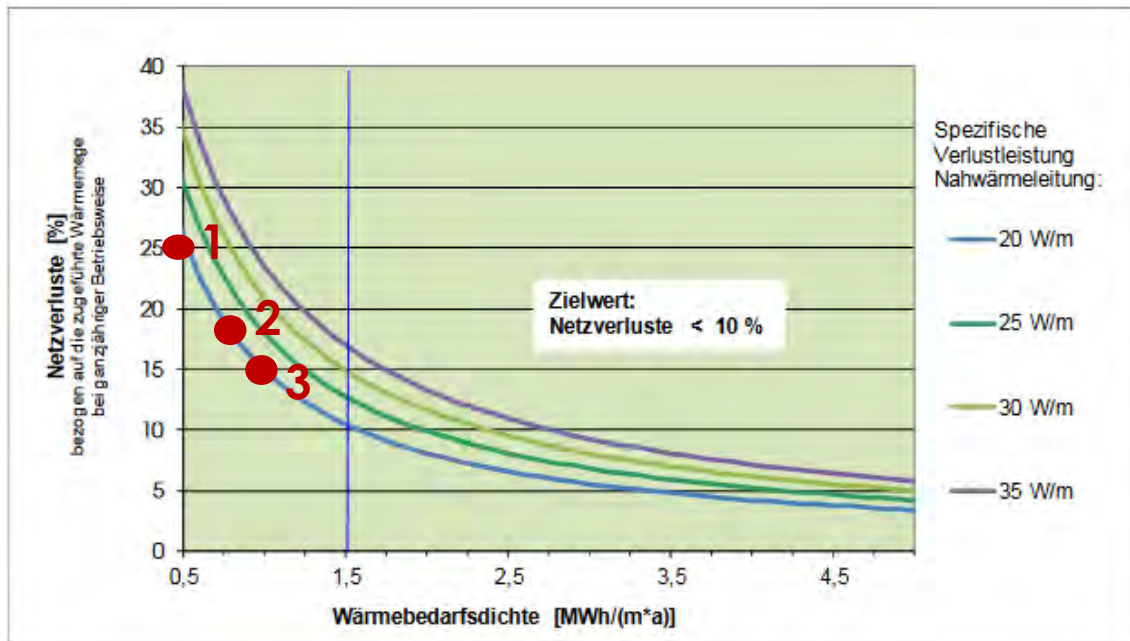


Abbildung 87:Wärmebedarfsdichte der beiden Szenarien im Vergleich zum Zielwert.²¹

Wie aus der oberen Abbildung ersichtlich wird, würde bei Szenario 1 der Netzverlust bei einem neuen Nahwärmenetz mit gut gedämmten Leitungen etwa 25% betragen. Bei Szenario 2 wären es etwa 18% Netzverluste. Selbst bei Szenario 3, bei dem sich alle Haushalte anschließen, würde der Netzverlust immer noch 15% betragen. Der Zielwert für Netzverluste beträgt gemäß C.A.R.M.E.N. e.V. unter 10%. Von diesem Wert wäre man selbst bei einer maximalen Anzahl an Anschlussnehmern weit entfernt.

Als Ergebnis lässt sich somit festhalten, dass eine Nahwärmelösung über ein „Warmnetz“ von den öffentlichen Gebäuden bis zum Neubaugebiet wirtschaftlich nicht interessant zu sein scheint, vor allem da bei den realistischen Szenarien 1 und 2 Netzverluste von fast 20% zu erwarten sind.

Für ein „Warmnetz“ wird es daher keine weiteren detaillierten Betrachtungen zur Umsetzung geben. Da allerdings noch die Möglichkeit besteht mit einem intelligenten Netz, welches beispielsweise mit geringen Temperaturen fährt, eine wirtschaftliche Lösung darzustellen, wird eine solche Möglichkeit im nachfolgenden Kapitel näher untersucht.

²¹ Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V.

3.5.2 Untersuchung eines Kaltnetzes

Um die Netzverluste gering zu halten, bietet sich ein kaltes Netz von Rathaus zu Neubaugebiet an. Da das Temperaturniveau der Heizflächen der Neubauten deutlich geringer ist als bei den Bestandsgebäuden, benötigt man zum Heizen der Neubauten nicht die hohen Temperaturen eines „Warmnetzes“.

Eine mögliche Kombination aus „Kaltnetz“ und „Warmnetz“ ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Dabei würde im Bereich der öffentlichen Gebäude Rathaus, Schule und Mehrzweckhalle weiterhin ein warmes Netz bestehen, hier mit einer Vorlauftemperatur von 80°C und einer Rücklauftemperatur von 40°C. Der Rücklauf des „Warmnetzes“, hier 40°C, könnte dann als Vorlauf des Kaltnetzes genutzt werden. Beim Kaltnetz würde man dann von einer Vorlauftemperatur von 35°C und einer Rücklauftemperatur von 15°C ausgehen.

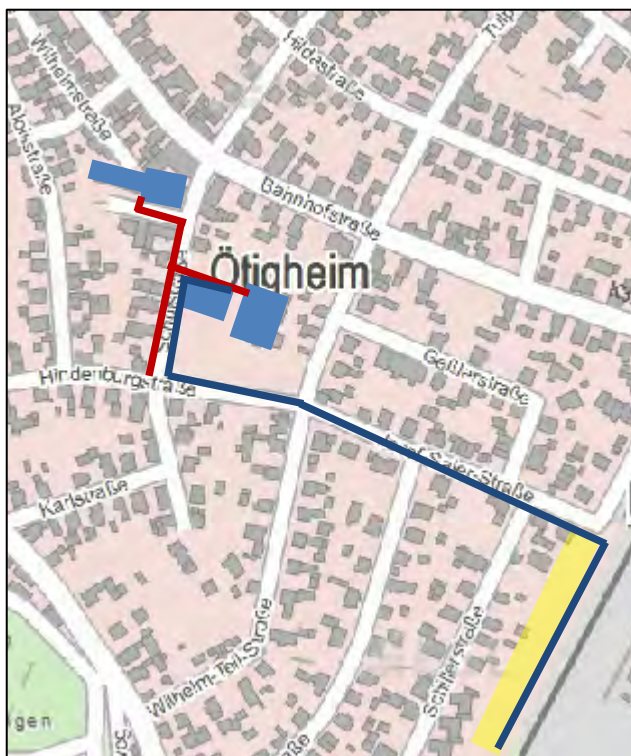


Abbildung 88: Mögliche Leitungstrasse des Nahwärmenetzes „Kaltnetz“

Da wie bei einem Warmnetz auch hier für die Wirtschaftlichkeit eines Kaltnetzes die Netzverluste eine entscheidende Rolle spielen, wurden diese im ersten Schritt zunächst einmal berechnet.

Für neue Netze sollten Netzverluste von maximal 10 % angestrebt werden.²²

²² Dezentrale vs. Zentraler Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt – Vergleichende Studie aus energetischer und ökonomischer Sicht – Prof. Dr. Andreas Pfnür, - Forschungszentrum betriebliche Immobilienwirtschaft FBI an der Technischen Universität Darmstadt – September 2016

Ein Ranking eines Forschungsvorhabens im Auftrag des Umweltbundesamtes²³ gibt ab Netzverlusten von über 20% keine Punkte mehr, da dies das als Maximum für ein Netz gekennzeichnet wird. Der Zielwert für eine gute Punktzahl wäre hier ein Netzverlust von weniger als 8%. Vor allem bei dem „Kaltnetz“ ist hier ein geringer Netzverlust entscheidend, da ja hier noch zusätzliche Investitionen in gebäudeweise Wärmepumpen stattfinden und dies bei der Anschaffung einen erhöhten Preis zur Folge hat.

Da sich bereits in den Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit der Versorgung des Neubaugebiets (siehe Kapitel 0) herausgestellt hat, dass die Trinkwarmwasserversorgung mit zusätzlicher Wärmepumpe für Trinkwarmwasser und der Gebäudeenergiestandard Passivhaus die wirtschaftlich besten Optionen darstellen, wurden diese Annahmen für die Berechnungen für ein „Kaltnetz“ ebenfalls verwendet.

Für die Berechnung der Wärmebedarfsdichte, der Wärmeverluste und der Investitionskosten wurden drei Szenarien untersucht. Bei Szenario 1 schließen sich keine privaten Gebäude an, sondern nur die öffentlichen Gebäude und die Gebäude des Neubaugebietes („Minimalszenario“). Bei Szenario 2 („Zielszenario“) würden sich alle nach der Eigentümerbefragung (siehe Kapitel 2.1) „interessierten Haushalte“, die direkt an der Nahwärmeleitung liegen, anschließen. Bei Szenario 3 („Maximalszenario“) schließen sich alle an der Nahwärmeleitung liegenden Gebäude inkl. der öffentlichen Gebäude und des Neubaugebietes an.

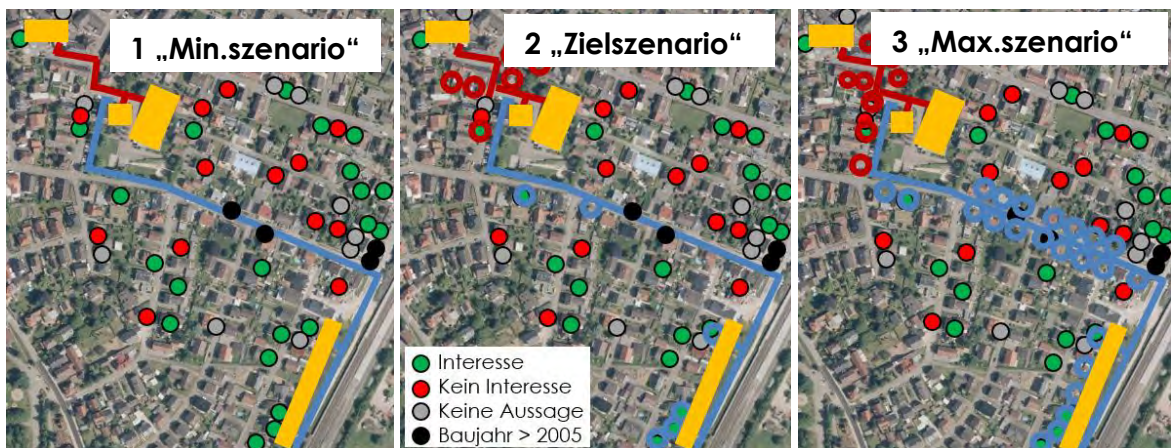


Abbildung 89: Drei Szenarien für die Berechnung der Wärmebedarfsdichte und Wärmeverluste des „Kaltnetzes“

Für das „Warmnetz“, welches im oberen Bereich bei den öffentlichen Gebäuden vorhanden ist, ergeben sich die gleichen Werte für die Wärmebedarfsdichten und Nahwärmeverluste wie bei der alleinigen Betrachtung des dezentralen Nahwärmenetzes Rathaus (siehe Kapitel 3.4). Hier sind die Wärmebedarfsdichten und Nahwärmeverluste also alle in einem Bereich der wirtschaftlich interessant ist.

Für die Betrachtung des Kaltnetzes sind jetzt vor allem die Verluste interessant, welches alleine durch das „Kaltnetz“ entstehen.

Bei der Betrachtung der Netzverlust ist von einem Temperaturniveau des Kaltnetzes von 35°C im Vorlauf und 15°C im Rücklauf ausgegangen worden.

²³ Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetz sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020 – Endbericht, Dezember 2016, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Bei Szenario 1 wurde die Trassenlänge des Kaltnetzes inkl. der Hausanschlussleitungen auf 760m bestimmt. Die Wärmemenge der Gebäude im Neubaugebiet mit Passivhaus-Standard wurde auf etwa 88 MWh/a berechnet.

Für Szenario 1 ergibt sich als Ergebnis eine Wärmebedarfsdichte von gerade einmal 0,1 MWh/(Trm*a). Dieser Wert sagt bei einem „Kaltnetz“ aber nicht so viel aus wie bei einem „Warmnetz“. Hier sind vor allem die Netzverluste interessant.

Die Netzverluste für Szenario 1 wurden auf 36% berechnet.

Bei Szenario 2 wurde die Trassenlänge des Kaltnetzes inkl. der Hausanschlussleitungen auf 820m bestimmt. Die Wärmemenge der Gebäude im Neubaugebiet mit Passivhaus-Standard und der interessierten Haushalte wurde auf etwa 280 MWh/a berechnet.

Für Szenario 2 ergibt sich als Ergebnis eine Wärmebedarfsdichte von etwa 0,3 MWh/(Trm*a).

Die Netzverluste für Szenario 2 wurden auf 16% berechnet.

Bei Szenario 3 wurde die Trassenlänge des Nahwärmenetzes inkl. der Hausanschlussleitungen auf 960 m bestimmt. Die Wärmemenge der öffentlichen Gebäude, aller privaten Haushalte und der Gebäude im Neubaugebiet wurde auf 820 MWh/a berechnet.

Für Szenario 3 ergibt sich damit eine Wärmebedarfsdichte von 0,85 MWh/(Trm*a).

Die Netzverluste für Szenario 3 wurden auf 7% berechnet.

Bei den beiden Szenarien 1 und 2 sind die Wärmebedarfsdichten unter 0,5 MWh/(Trm*a), wodurch bei diesen beiden Szenarien nicht für die Förderung von Nahwärmenetzen der KfW erhalten können, da sie den Grenzwert nicht einhalten.

Wie sich in der Analyse zeigt wären die Netzverluste bei Szenario 1 und 2 für eine wirtschaftliche Umsetzung eines Kaltnetzes deutlich zu hoch, da die Netzverluste deutlich über 10% sind. Alleine bei Szenario 3 könnte eine wirtschaftliche Umsetzung realistisch sein.

Wie man in der nachfolgenden Abbildung allerdings auch sieht, sind die Netzverluste durch das „Kaltnetz“ deutlich geringer als wenn es sich bei der gleichen Strecke um ein „Warmnetz“ handelt würde.

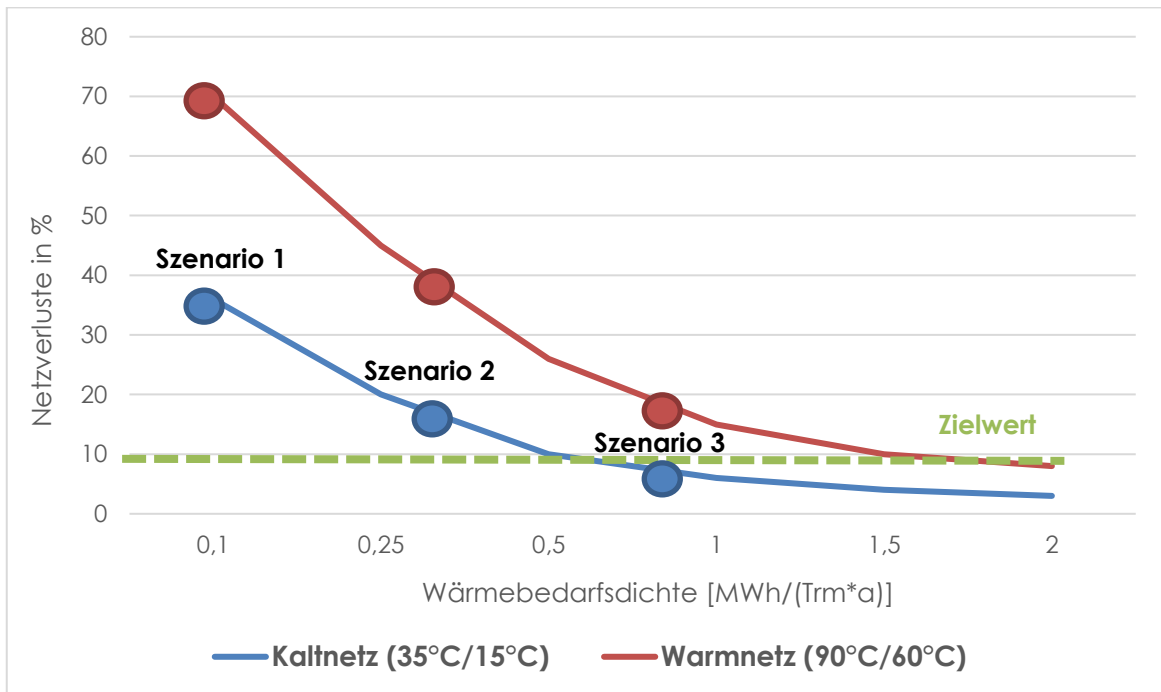


Abbildung 90: Vergleich der Netzverluste der drei Szenarien „Kaltnetz“ mit den Verlusten eines „Warmnetzes“

Wie in der oberen Abbildung deutlich wird, sind die Netzverluste der drei Szenarien selbst beim „Kaltnetz“ noch sehr hoch und überschreiten bei Szenario 1 und 2 jeweils den Zielwert von unter 10%. Erst bei einer Wärmebedarfsdichte von etwa 0,5 MWh/(Trm*a) wird der Zielwert beim „Kaltnetz“ erreicht. Die Wärmebedarfsdichte von 0,5 MWh/(Trm*a) sollte auch in Bezug auf die Förderung eines Nahwärmenetzes von der KfW erreicht werden.

Wie man ebenfalls in der oberen Abbildung sieht, würde bei einem „Warmnetz“ mit gleicher Dimensionierung bei keiner der drei Varianten der Zielwert erreicht werden.

Als Ergebnis lässt sich somit festhalten, dass ein Nahwärmenetz über ein „Kaltnetz“ von den öffentlichen Gebäuden bis zum Neubaugebiet wirtschaftlich ebenfalls nicht realistisch umsetzbar zu sein scheint, da nach den Ergebnissen der Eigentümerbefragung zu wenig Leute Interesse an einem Anschluss zeigen.

Erst bei einer Anschlussquote von etwa 60% der möglichen an der Trasse liegenden Privathaushalte scheint eine Umsetzung des Kaltnetzes wirtschaftlich interessant zu werden. Bei dem Zielszenario, bei dem sich alle nach der Eigentümerbefragung interessierten Haushalte anschließen würden, betrug die Anschlussquote aber gerade einmal etwa 25%.

Für ein „Kaltnetz“ wird es daher ebenfalls keine weiteren detaillierten Betrachtungen zur Umsetzung geben, da eine Anschlussquote von etwa 60% nach der Eigentümerbefragung nicht als realistisch erscheint.

3.6 Erneuerbare Energien im Quartier

Stromerzeugung

Bei der Stromerzeugung bietet vor allem der Zubau von Photovoltaik auf den Dachflächen der Bestandsgebäude im Quartier Optimierungspotential. Im Bereich weiterer erneuerbarer Energien wie Wasser- oder Windkraft besteht im Quartier dagegen kaum Potential.

Für den Ausbau der Photovoltaik werden im Folgenden drei Szenarien dargestellt. Die Szenarien wurden aus dem Klimaschutzkonzept des RegioEnergie-Netzwerkes abgeleitet, das bereits Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien in der Gemeinde bis 2030 festlegt (siehe Kapitel 3.2).

Dabei ist die Vorgabe im sogenannten „Referenz-Szenario“ (Minimalszenario) des Klimaschutzkonzeptes die Bundesvorgaben bis 2030 zu erreichen. Dafür müssten im Quartier bis 2030 ca. 480 m² Photovoltaik Nettfläche zusätzlich erschlossen werden.

Im „Klimaschutz-Szenario“ (Maximalszenario) soll alles nachgewiesene Potential erschlossen werden. Dies wäre das gesamte Potential im Quartier mit allen verfügbaren Flächen.

Im „Ziel-Szenario“ soll gemäß dem Klimaschutzkonzept alles realisierbare Potential zum Ausbau der erneuerbaren Energien genutzt werden. Damit wären die Flächen im Quartier gemeint, die sich sehr gut oder gut gemäß der Definition des Energieatlases der LUBW eignen (siehe Abbildung 91).

Die Dachflächen im Quartier sind größtenteils Steildächer. Es gibt im Quartier nur ganz vereinzelt Flachdächer. Im Durchschnitt wurde im Quartier angenommen, dass 50% der Dachflächen als Nettfläche für Photovoltaikanlagen genutzt werden können. Hierbei wurde die Ausrichtung der Dachflächen berücksichtigt. Im Durchschnitt beträgt die berechnete nutzbare Dachfläche im Quartier etwa 120 m² pro Gebäude.

Es wurde angenommen, dass 10 m²/kWp an Platz auf den Steildächern benötigt werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die drei Szenarien mit dem Bestand verglichen

Szenario	Anzahl Gebäude mit PV	PV-Leistung im Quartier [kWp]	PV-Leistung pro Einwohner [Wp]	Zubau PV-Leistung pro Einwohner [Wp] über 10 Jahre	Quote eigen-erzeugter Strom PV [%]
Bestand	11	137	313	ca. 300	4,5
Referenz-Szenario	15	174	400	6	5,7
Ziel-Szenario	104	1.253	2.867	180	41,0
Klimaschutz-Szenario	139	1.673	3.828	250	54,8

Tabelle 14: Vergleich der Szenarien zum Ausbau der Photovoltaik im Quartier mit dem Bestand

Im Bestand sind aktuell 11 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 137 kWp im Quartier installiert. Dies entspricht einer PV-Leistung pro Einwohner von 313 Wp. Im Durchschnitt betrug der Anteil der installierten Photovoltaikanlagen in Deutschland im Jahre 2016 ca. 500 Wp pro Einwohner. Somit wäre in Ötigheim die installierte PV-Leistung pro Einwohner

unter dem deutschen Durchschnitt. Hier gilt es allerdings noch zu beachten, dass keine Freiflächen im Quartier für Großanlagen zur Verfügung stehen und beispielsweise in Gewerbegebieten der Anteil der PV-Leistung pro Einwohner deutlich höher ist.

Das Ziel-Szenario kann im Quartier sehr leicht erreicht werden, da hier bis 2030 nur bei etwa vier weiteren Gebäuden Photovoltaikanlagen im Größenbereich von 10 kWp installiert werden müssen. Dies würde einem Zubau der PV-Leistung pro Einwohner und Jahr von etwa 6 Wp entsprechen. Im Durchschnitt betrug der Zuwachs der Photovoltaik über die letzten 10 Jahre in Deutschland 44 Wp je Einwohner und Jahr.²⁴ In Ötigheim betrug der Zuwachs sogar knapp 300 Wp je Einwohner, allerdings auch dank der großen öffentlichen PV-Anlagen im Quartier mit über der Hälfte der installierten Leistung. Die Quote der privaten PV-Anlagen betrug etwa 130 Wp je Einwohner.

Mit dem Minimalszenario könnte die Quote für eigenerzeugten Strom aus Photovoltaik im Quartier auf etwa 5,7% erhöht werden.

Das Ziel-Szenario ist gegenüber dem „Referenz-Szenario“ deutlich anspruchsvoller zu erreichen. Hier müssten alle gut und sehr gut geeigneten Dachflächen im Quartier, wie in der nachfolgenden Abbildung zu sehen, mit Photovoltaikanlagen ausgestattet werden.

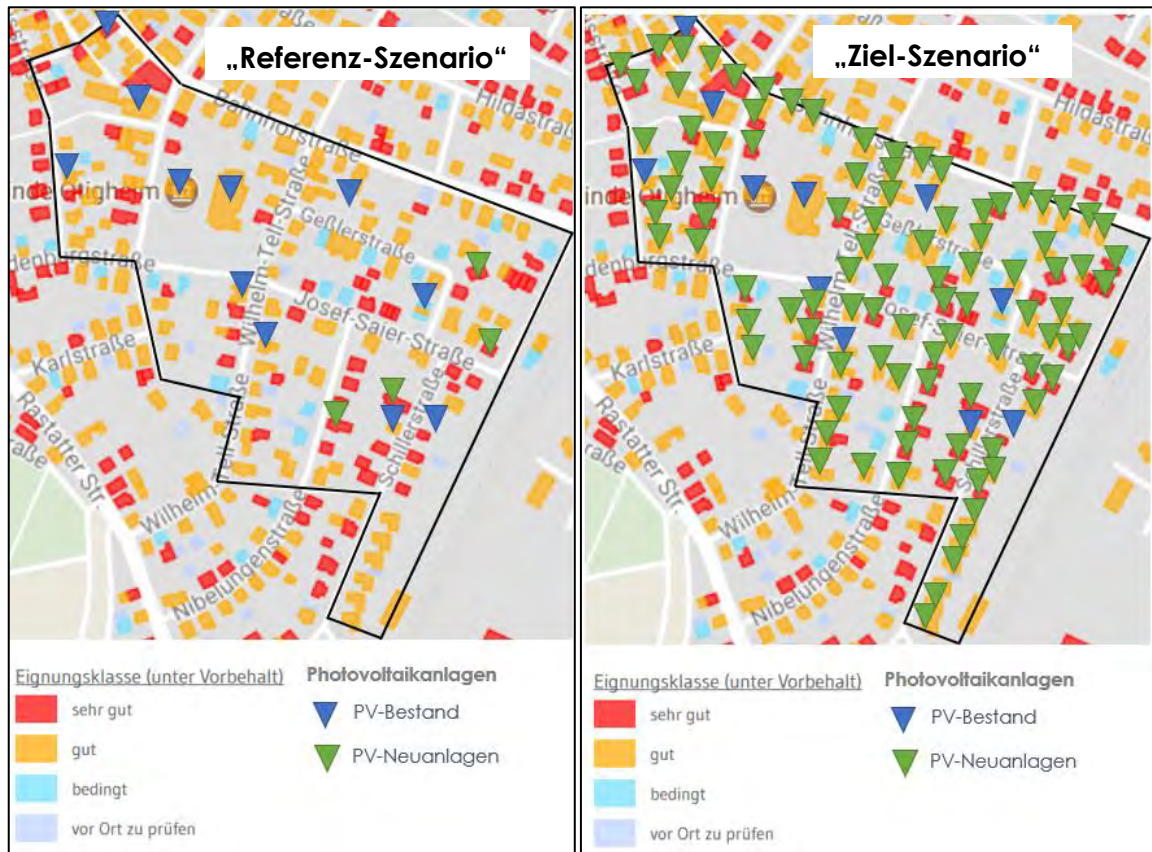


Abbildung 91: Vergleich der beiden Szenarien „Minimalszenario“ und „Zielszenario“ zum Ausbau der Photovoltaik

²⁴ Quelle: BMWi- Fraunhofer ISE

Beim Ziel-Szenario würde die Zuwachsquote pro Einwohner etwa 180 Wp pro Jahr betragen. Diese Quote ist allerdings nur realistisch, wenn für die privaten Eigentümer eine positive Wirtschaftlichkeit der PV-Anlagen gegeben ist und diese darüber umfassend informiert werden.

Die Quote des eigenerzeugten Stroms durch Photovoltaik im Quartier könnte dann auf etwa 41% erhöht werden.

Beim „Maximalszenario“ würden alle verfügbaren Dachflächen mit Photovoltaik-Modulen belegt werden. Die Quote des eigenerzeugten Stroms durch Photovoltaik im Quartier würde beim Maximalszenario dann etwa 55% betragen.

3.7 Mobilität

Bei der Potentialanalyse der Mobilität sind die Ergebnisse der Eigentümerbefragung (siehe Kapitel 2.2.1), der Vor-Ort Begehung und der Recherchen zusammengefasst.

ÖPNV

Aus der Eigentümerbefragung geht hervor, dass nur 2% die Bahnanbindung und 6% die Busanbindung bemängeln. Zudem ist die Nutzung des ÖPNV mit 7% relativ gering. Auf Seiten des Vertreibers ist somit eine Verdichtung des Taktes oder Wiederaufnahme der Busverbindung nicht realistisch. Damit ist auch eine Verbesserung der Nutzung durch Anwohner des Quartiers unwahrscheinlich.

Radwege

Nur etwa 8% der Befragten fehlt es im Quartier an Radwegen. Auf Grund des angenommenen geringen Verkehrsaufkommens im Quartier abseits der Bahnhofsstraße und der Wilhelm-Tell-Straße sowie den bestehenden Geschwindigkeitsbegrenzungen sind Radwege auf den Straßen nicht notwendig bzw. sinnvoll. Die Bahnhofsstraße und Wilhelm-Tell-Straße sind nicht breit genug für beidseitige Radwege oder würde zur einer Verschlechterung der Parksituation führen.

Die vorhandenen Fahrradstellplätze am Bahnhof werden in der Befragung als ausreichend bewertet, eine Erweiterung ist danach nicht notwendig.

E-Mobilität

Um die Attraktivität für die E-Mobilität im Quartier zu steigern, wird von der Gemeinde der Ausbau von Schnellladestationen forciert. Unter anderem ist geplant am Rathaus eine Schnellladestation zu installieren, welche über die Photovoltaikanlage auf dem Dach und beim Ausbau eines kleinen Nahwärmenetzes unter anderem von einem Micro-BHKW mit Strom gespeist wird.

Auch im Neubaugebiet sollen bereits bei den neuen Gebäuden Schnellladestationen angebracht werden, um die Bewohner für den Kauf eines E-Autos zu motivieren. Diese Schnellladestationen können ebenfalls im großen Umfang mit Photovoltaik Strom von den Dächern der Neubauten gespeist werden.

Im Quartierskonzept wurde weiterhin das Potential für Carsharing-Konzepte über E-Autos untersucht. Hierbei wurde mit einem Unternehmen, welches Carsharing als Dienstleistung anbietet, über die Wirtschaftlichkeit gesprochen. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass Carsharing in Gemeinden mit weniger als 40.000 Einwohner wirtschaftlich nicht realistisch umzusetzen ist. Verschiedene Pilotprojekt in kleinen Ortschaften mussten nach der Anfangsphase, selbst bei hohen Subventionen der Gemeinden, eingestellt werden.

Potential bietet allerdings ein „Gemeinde Fahrzeugpool“ mit Elektroautos, welche für Dienstfahrten der Gemeinde unter der Woche genutzt werden können und über die Ladestationen am Rathaus geladen werden. Wenn diese Autos frei sind, beispielsweise am Wochenende, könnten sie ebenfalls von den Bürgern benutzt werden.

3.8 Fazit der Potentialanalyse

Gebäudebestand

Im Gebäudebestand besteht hohes energetisches Sanierungspotential. Der energetische Zustand der Gebäude im Quartier entspricht größtenteils dem Energiestandard der 70er/80er Jahre. Bei den meisten Gebäuden wurden nur vereinzelt Sanierungen, zum Beispiel der Austausch der Fenster, vorgenommen. Somit ist der Großteil der Gebäude im Quartier mit der Definition des BMVBS als vorwiegend unsaniert anzusehen. Dies spiegelt sich sowohl in den Begehungen vor Ort, wie auch aus den berechneten Energieverbrauchskennwerten wider.

Neben den hohen Gasverbräuchen sind weiterhin die relativ hohen Stromverbräuche im Quartier auffällig. Wie sich in der Befragung herausgestellt hat, ist dies vermutlich auf einen überdurchschnittlichen Einsatz von elektrischen Nachtspeicheröfen zurück zu führen.

Da das Interesse der Bewohner für Sanierungen relativ gering ist, sind vor allem Maßnahmen zur Erhöhung der Motivation der Bewohner für Sanierungen sinnvoll, um die vorhandenen Potentiale zu Verbesserungen besser zu nutzen. Da bei der Befragung hohes Interesse an einer Infoveranstaltung vorhanden war, könnte eine Veranstaltung zur Aufklärung der Bürger über Einsparpotentiale und Förderungen die Motivation für Sanierungen erhöhen. Neben der Infoveranstaltung ist es weiterhin sinnvoll für die Bürger noch kostenlose einzelne Termine für Beratungsgespräche von der Energieagentur anzubieten, um weitere individuelle Aufklärung zu betreiben und die Motivation zu erhöhen.

Weiteres Potential bieten „Musterhäuser“ bzw. „Gläserne Baustellen“ im Quartier, die Einsparpotentiale transparent machen und den „Nachahmeffekt“ ankurbeln. Dieser hat sich bei den Begehungen vor Ort gezeigt, da oft ähnliche energetische Verbesserungen von Nachbarhäusern durchgeführt wurden (z.B. Austausch der Fenster). Vor allem in einer kleinen Ortschaft wie Ötigheim ist der „Nachahmeffekt“ ein wichtiger Faktor, da sich positive Nachrichten über Einsparungen und Förderungen schnell unter den Nachbarn verbreiten.

Zentrales Nahwärmenetz von Rathaus zu Neubaugebiet

Wie die Potentialanalyse gezeigt hat, ist eine zentrale Nahwärme vom Ortskern (Rathaus) bis zum Neubaugebiet sowohl als „Warmnetz“ als auch als „Kaltnetz“ wirtschaftlich kaum gewinnbringend umsetzbar, da nach der Eigentümerbefragung zu wenig private Haushalte Interesse an einem Anschluss gezeigt haben. Selbst ein „Kaltnetz“ bräuchte eine deutlich höhere Anschlussquote, als sich nach der Umfrage herausgestellt hat, um die Netzverluste unter einen Wert von 10% zu senken. Dies ist gemäß der Potentialanalyse allerdings wenig realistisch. Somit besteht für ein zentrales Wärmenetz von Rathaus zu Neubaugebiet nach der Analyse kaum Potential.

Dezentrales Nahwärmenetz Neubaugebiet

Das Neubaugebiet im Bereich des Bahnhofsgeländes bietet großes Potential ein ökologisches Vorzeigeprojekt umzusetzen, welches ebenfalls aus wirtschaftlicher Sicht eine sinnvolle Lösung bietet.

In der Potentialanalyse wurden vier Bereiche untersucht, die voneinander zum Teil im großen Maße abhängig sind. Dabei wurde der Energiestandard der Gebäude, Varianten zur Trinkwarmwasserbereitung, die Dimensionierung der PV-Anlage und Varianten zur Wärmeherzeugung analysiert. In jedem dieser vier Bereiche wurde eine aus ökologischer und ökonomischer Sicht optimale Lösung erarbeitet. Die jeweilige Variante, die sich dabei als beste Lösung dargestellt hat, ist dabei in der nachfolgenden Abbildung grün markiert.

Energiestandard der Gebäude	Passivhaus ✓		KfW-55-Haus		
Varianten zur Trinkwarmwasserbereitung	Frischwasserstation mit Durchlauferhitzer	Wärmepumpe ✓		Solarthermie	
Dimensionierung der PV-Anlage	PV-Anlage ohne Stromspeicher		PV-Anlage mit Stromspeicher ✓		
Varianten zur Wärmeerzeugung	Nahwärme Eisspeicher	Nahwärme Tiefenbohrung	Nahwärme Grundwasser ✓	Einzel Luft-Wasser-WP	Einzel Gas + Solarthermie

Abbildung 92: Auswahl der verschiedenen Bereiche für das Energiekonzept des Neubaugebietes

Als Ergebnis ist für das Neubaugebiet ein ganzheitlich sinnvolles Energiekonzept entstanden, welches in der nachfolgenden Abbildung noch einmal grafisch dargestellt ist.

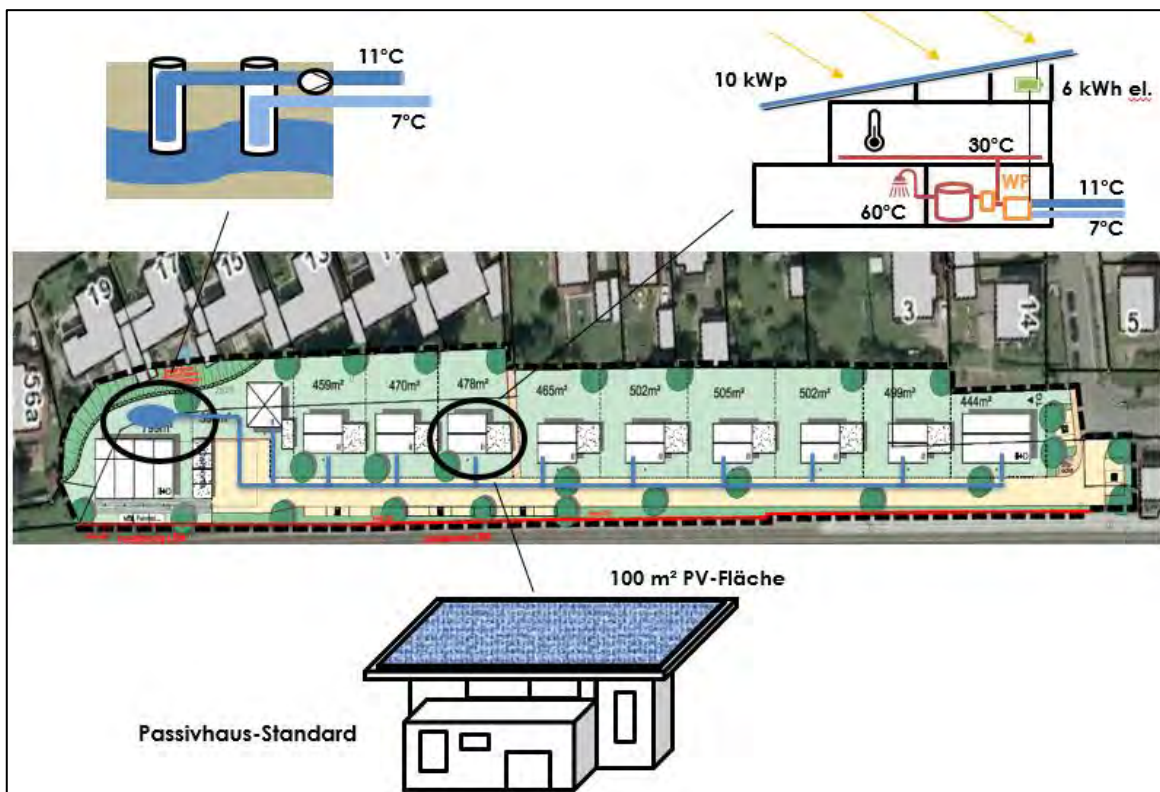


Abbildung 93: Energiekonzept für das Neubaugebiet

Wie in der oberen Abbildung des Energiekonzeptes dargestellt, findet die Wärmeversorgung des Neubaugebietes über zentrale Entnahme- und Schluckbrunnen statt, aus denen Grundwasser entnommen und wieder zurückgeleitet wird. Über ein „Kaltnetz“ wird das Grundwasser im Neubaugebiet verteilt. Durch die sehr niedrigen Temperaturen des „Kaltnetzes“ gibt es kaum Netzverluste. In den Gebäuden befindet sich jeweils eine Wärmepumpe, die das Grundwasser als Wärmequelle nutzt und es für die Flächenheizungen in den Gebäuden hochoerwärmt. Da die Gebäude in Passivhaus-Standard gebaut werden, sind Temperaturen der Flächenheizung im Vorlauf im Auslegungsfall mit 30°C ausreichend. Durch die geringe Temperaturspreizung von Wärmequelle (Grundwasser) zum Heizungswasser wird eine hohe Arbeitszahl der Wärmepumpe und dabei ein wirtschaftliches und ökologisches Betreiben sichergestellt. Für die Trinkwarmwasserbereitung, für die höhere Temperaturen als für die Flächenheizungen benötigt werden, gibt es eine zweite Wärmepumpe im Rücklauf der Heizung. Für die Versorgung der Wärmepumpen und des Haushaltsstroms gibt es auf den Gebäuden großflächig PV-Anlagen mit einem 6 kWh Stromspeicher. Somit ist sichergestellt, dass im Sommer die Trinkwarmwasserbereitung fast ausschließlich erneuerbar über die PV-Anlagen abläuft.

Mit dem innovativen Energiekonzept für das Neubaugebiet können gegenüber einem Neubaugebiet mit Gebäuden, die gerade den energetischen Standard erfüllen (KfW 70), deutliche Einsparungen bei den CO₂-Emissionen erreicht werden.

Bei dem Standard Neubaugebiet wurde von Gebäuden mit dem energetischen Stand KfW-70 ausgegangen. Der Heizwärmebedarf wurde also mit 45 kWh/m²*a angenommen. Die Wärmeversorgung des Standard-Neubaugebietes wurde mit Gaskessel und Solarthermie-Anlage berechnet.

In der nachfolgenden Grafik wird deutlich, dass mit dem ökologischen Energiekonzept gegenüber einem Standard-Neubaugebiet deutliche jährliche Einsparungen bei den CO₂-Emissionen erreicht werden. Diese betragen mit dem innovativen Energiekonzept nur etwa 15% gegenüber dem berechneten Standard-Neubaugebiet.

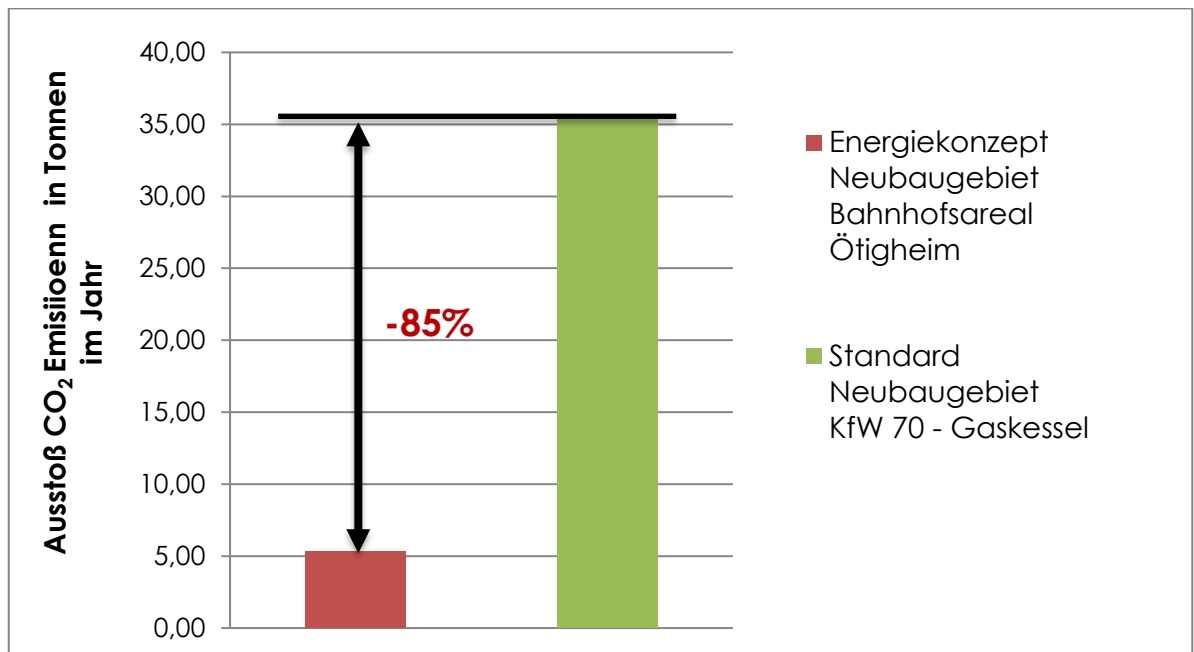


Abbildung 94: Vergleich der CO₂-Emissionen des Neubaugebietes Bahnhofsareal Ötigheim mit einem Standard Neubaugebiet

Dezentrales Nahwärmenetz Gebiet Rathaus

Im schlechtesten Fall, dem „Minimalszenario“, macht eine Fernwärme wirtschaftlich wenig Sinn, da der Austausch der Gaskessel beim Rathaus und bei der Schule die wirtschaftlich attraktivere Lösung gegenüber einem kleinen Nahwärmenetz zwischen den zwei Gebäuden ist. Die beiden öffentlichen Wohngebäude noch an das Nahwärmenetz „Minimalszenario“ anzuschließen ist nicht sinnvoll, da diese Gebäude eine andere Nutzung aufweisen und die Leitungslängen, vor allem zum Gebäude Bahnhofstraße 29, relativ lang wären.

Allerdings ist beim dezentralen Nahwärmenetz Gebiet Rathaus auch Potential vorhanden das Zielszenario zu erreichen. Bei der Telefonbefragung in der Schulstraße hat sich herausgestellt, dass zumindest vier Anwohner Interesse bei einer wirtschaftlichen Umsetzung des Nahwärmenetzes hätten. Mit dem Anschluss der vier privaten Haushalte neben den vier öffentlichen Gebäuden könnte ein kleines Nahwärmenetz wirtschaftlich umsetzbar sein. Als Wärmerzeuger bietet sich sowohl eine Kombination aus Micro-BHKW ($P_{th} = 8 \text{ kW}$) und Gas-Kesseln als auch eine Kombination aus Micro-BHKW mit Pellet-Kessel und einem Gas-Kessel an. Allerdings wurden bei der Variante mit Pellet-Kessel noch keine zusätzlichen Baukosten für ein Gebäude miteingerechnet, in dem die technischen Anlagen installiert werden würden, da ein mögliches Gebäude voraussichtlich sowieso als Anbau der Mehrzweckhalle entstehen wird.

Ein kleines Nahwärmenetz mit Pellet-Kessel zur Deckung der Mittellast wäre sowohl ökologisch als auch ökonomisch eine attraktive Lösung und würde auch vom Primärenergiefaktor einen guten Wert erreichen. Die Lösung mit Gas-Kessel und BHKW benötigt zumindest einen Anteil von 15% Biogas, um das EWärmeG einzuhalten und ist ökologisch die weniger attraktive Lösung mit einem schlechteren Primärenergiefaktor.

In der nachfolgenden Grafik sieht man im welchen Bereich sich die Kosten eines Nahwärmenetzes für das Zielszenario bewegen würden. Der Preis für die Nahwärme ist allerdings nur als grober Preis zu betrachten, um zu sehen inwieweit eine wirtschaftliche Umsetzung Potential hat. Für genauere Angaben bedarf es einer detaillierten Planung. Hierbei sind in den Kosten bereits Investitionskosten sowie Energiekosten und Betriebskosten über 20 Jahre für das Nahwärmenetz in Ötigheim berücksichtigt. Allerdings sind beim Preis noch keine Gewinne für einen Betreiber berücksichtigt.

Fernwärme Vergleich	Fernwärme Karlsruhe	Ötigheim Rathausgebiet Zielszenario Gas	Ötigheim Rathausgebiet Zielszenario Pellet	Durchschnitt Deutschland	Fernwärme Emmendingen
Preis [€/kWh]²⁵	0,078²⁶	0,97	0,1	0,115²⁷	0,132²⁸
Primärenergiefaktor	0,26	1,26	0,63	0,9²⁹	-
CO₂-Emissionen [g/kWh]	68	222	97	295³⁰	-

Tabelle 15: Zusammenfassung von Nahwärmepreisen und Vergleich mit dezentraler Nahwärme Gebiet Rathaus Ötigheim - Zielszenario

Wie man in der oberen Tabelle sieht wäre der Nahwärmepreis in Ötigheim noch unter dem Durchschnittspreis in Deutschland für Fernwärme und deutlich unter dem Preis für Fernwärme in Emmendingen, welcher im Bundesland Baden-Württemberg der teuerste Tarif ist. Gegenüber dem relativ günstigen Fernwärmepreis in Karlsruhe wäre der Preis beim Zielszenario in Ötigheim allerdings deutlich höher, zumal hier noch keine Gewinne eines Betreibers berücksichtigt sind.

Beim Primärenergiefaktor und den CO₂-Emissionen wäre das Nahwärmekonzept mit Pelletkessel zur Mittellast, wie in der obigen Tabelle zu erkennen, eine attraktive Lösung.

In der nachfolgenden Abbildung ist das Nahwärmekonzept Zielszenario dargestellt, was aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht eine sinnvolle Lösung darstellt und hinsichtlich einer Umsetzung weiter betrachtet werden sollte.

²⁵ Als Basisjahr für die Preise wurde bei allen Quellen der durchschnittliche Preis brutto im Jahre 2015 verwendet

²⁶ Quelle: Energiepreisbericht für Baden-Württemberg 2015 – Ministerium für Umwelt, Klima- und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

²⁷ Quelle: Statistische Bundesamt – Daten zur Energiepreisentwicklung – Lange Reihe von Januar 2000 bis März 2017

²⁸ Quelle: Energiepreisbericht für Baden-Württemberg 2015 – Ministerium für Umwelt, Klima- und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

²⁹ Quelle: DIN 18599 – Primärenergiefaktor für Nah-/Fernwärme aus KWK fossiler Brennstoff – nicht erneuerbarer Anteil

³⁰ Quelle: CO₂-Äquivalenzzwerte nach Gemis 4.9 für Nah-/Fernwärme (Mix Deutschland)

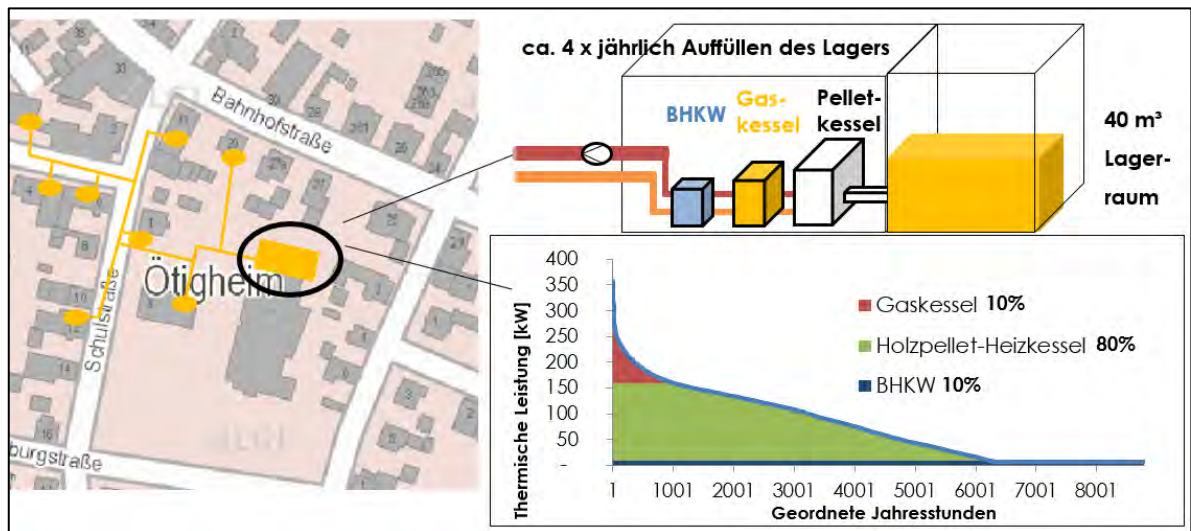


Abbildung 95: Nahwärmennetz Gebiet Rathaus mit Pelletkessel, BHKW und Gaskessel - Zielszenario

Erneuerbare Energien im Quartier

Der Ausbau der Photovoltaik im Quartier hat hohes Potential und sollte weiter forciert werden. Um das Ziel-Szenario zu erreichen sind weitere Anstrengungen erforderlich. Hier bietet sich vor allem weitere Aufklärung der Bewohner des Quartiers über die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen und über Förderungen an, um die Gebäudeeigentümer von der Installation einer Photovoltaikanlage auf ihrem eigenen Dach zu überzeugen.

Mobilität

Hinsichtlich der Verkehrsanbindung (Bus & Bahn) sowie der Verkehrswege innerhalb des Quartiers, haben nur sehr wenige Bewohner Verbesserungswünsche geäußert, sodass die Verkehrssituation insgesamt als zufriedenstellend bewertet werden kann. Das Interesse an alternativen Mobilitätsformen (Fahrgemeinschaften, E-Mobilität, Carsharing etc.) ist relativ gering.

Bei der Mobilität gibt es daher im Bereich Fahrrad oder ÖPNV keine Vorschläge für Verbesserungen, da die aktuelle Situation nach der Eigentümerbefragung als ausreichend bewertet wurde und Erweiterungen nicht als sinnvoll erachtet werden.

Im Bereich der E-Mobilität wird vor allem der Einsatz von Schnellladestationen als sinnvoll bewertet. Hier sollen für die Gebäude im Neubaugebiet sowie beim Rathaus Schnellladestationen installiert werden, um die Attraktivität der E-Autos für die Bewohner des Quartiers zu erhöhen. Weiterhin wird empfohlen ein „Gemeinde Fahrzeugpool“ mit Elektroautos anzulegen, welche außerdem von Bewohnern des Quartiers im Prinzip des „Carsharing“ genutzt werden können.

4 Umsetzung

4.1 Förderung

Für die Umsetzung der Maßnahmen gibt es verschiedene Möglichkeiten der Förderungen. Vor allem für nachhaltige Nahwärmenetze, Neubaumaßnahmen und Sanierungsmaßnahmen gibt es Fördermöglichkeiten von unterschiedlichen Fördergebern, die in der nachfolgenden Tabelle aufgezeigt sind.

Bereich	Fördergeber	Programm	Voraussetzung	Förderung
Neubau Gebäude (inkl. PV-Anlage)	KfW	Kredit 153 Energieeffizient Bauen	Energiestandard Gebäude	Bis 100.000 € Kredit pro Wohneinheit bei 1,21% effektiver Jahreszins Bis 15.000 € Tilgungszuschuss pro Wohneinheit
	KfW	Zuschuss 431 Baubegleitung	Energiestandard Gebäude	50% der Kosten Baubegleitung werden übernommen, bis 4.000 Euro pro Vorhaben
	KfW	Kredit 275	PV-Anlage < 30 kWp	Bis 100% Kredit der Investitionskosten der PV-Anlage + Batteriespeicher Ab 2018 bis 13% Tilgungszuschuss
Nahwärmenetz	KfW	Kredit 271/281	> 60% Anteil Wärmepumpe oder > 50% Ern. Energien	Bis 10 Mio. € bis 100% Nettoinvestitionskosten Tilgungszuschuss 60€/m (max. 1. Mio €) + 1.800 € pro Übergabestation
	Land BW	Förderprogr. Energieeff. Wärmenetze	Anteil KWK, Ern. Energien oder Wärmepumpe > 80% und mind. 10 Abnehmer des Netzes	Förderung bis max. 20% bzw. 200.000 € Förderung von Planung, Übergabestationen, Baumaßnahmen etc.
Sanierung Bestandsgebäude	KfW	Kredit 151, 152 oder Zuschuss Energieeffizient Sanieren	Energiestandard Gebäude	Bis 100.000 € Kredit bei Effizienzhaus bzw. 50.000 € Einzelmaßnahme bei 0,75% effektivem Jahreszins Bis 27.000 € Tilgungszuschuss Alternativ bis 30.000 € Zuschuss je Wohnung
	KfW	Zuschuss 431 Baubegleitung	Energiestandard Gebäude	50% der Kosten Baubegleitung werden übernommen, bis 4.000 Euro pro Vorhaben

Tabelle 16: Fördermöglichkeiten für die Umsetzung der Maßnahmen

4.2 Maßnahmenkatalog

Nachfolgend ist der Maßnahmenkatalog für das Quartierskonzept Ötigheim dargestellt.

Die Verantwortlichkeit bei der Umsetzung der Maßnahmen liegt bei der Gemeinde Ötigheim. Hierbei sind maßgeblich der Leiter der Finanzverwaltung Sascha Maier und der Bürgermeister Frank Kiefer für die Veranlassung der Maßnahmen verantwortlich. Diese leiten auch die weitere Mobilisierung von notwendigen Akteuren (z.B. Gemeinderat) und bringen Schritte zur Umsetzung der Maßnahmen in Gang.


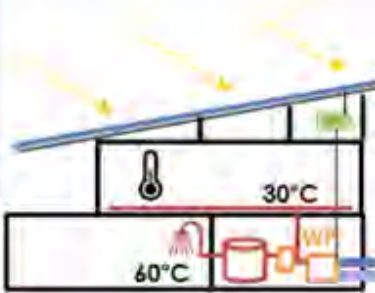


Die Maßnahmen sind nach den vier Handlungsbereichen Bestandsgebäude, Neubaugebiet Goethe-Areal, Energieversorgung und Mobilität sortiert.

Bei den Maßnahmen ist jeweils eine Priorität und ein Zeitrahmen gesetzt worden. Weiterhin sind im Maßnahmenkatalog der Aufwand der jeweiligen Maßnahme, die Risiken/Schwierigkeit der Maßnahme sowie die mögliche Wirkung bzw. der Effekt auf die jeweilige Zielgruppe beschrieben.

Daten zu den Kosten, der Machbarkeit der Maßnahmen und der technischen Details sind bei den Nahwärmekonzepten oder dem Neubaugebiet aus den Berechnungen der Potentialanalyse zu entnehmen.

1. Handlungsfeld Bestandsgebäude			
Hohe Priorität / Zeitraum 2017-2018	Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung		
	1.1. Informationsveranstaltung 		
		<p>Die Gebäudeeigentümer werden in einer öffentlichen Veranstaltung über Einsparpotentiale, Fördermaßnahmen etc. von Bestandsgebäuden informiert.</p> <p>Die Informationsveranstaltung wird in Kooperation mit der Energieagentur stattfinden. Bei der Infoveranstaltung können Termine für kostenlose Erstgespräche vereinbart werden.</p>	
	Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
	<ul style="list-style-type: none"> - Vorbereitung der Veranstaltung mit Einladungen an Gebäudeeigentümer, öffentliche Anzeigen im Gemeindeblatt etc. - Organisation und Durchführung der Veranstaltung in Kooperation von Ingenieurbüro, Energieagentur und Gemeinde <p>Kosten < 10.000 €</p>	<p>Schwierigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivation der Gebäudeeigentümer für Veranstaltung <p>Idee:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verlosung eines Preises für Teilnehmer der Veranstaltung (z.B. Zuschuss von Gemeinde für Energieberatung) 	<ul style="list-style-type: none"> - Anzahl der Erstgespräche und Kontakt mit Energieagentur erhöhen - Steigerung der Motivation der Gebäudeeigentümer für Sanierungen - Anregung von Verbesserungspotentialen durch Darstellung von Beispielen im Quartier (Potential darstellen)
Mittlere Priorität / Zeitraum 2016 - 2020	Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung		
	1.2 Sanierung Musterhäuser im Bestand 		
		<p>Es werden Musterhäuser im Quartier umfassend energetisch saniert und als Vorzeigeprojekt der Öffentlichkeit zugänglich gemacht (Offene Baustelle, Darstellung Verbrauchswerte etc.)</p>	
	Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
	<ul style="list-style-type: none"> - Auswahl Musterhäuser (z.B. Antonihaus und private Eigentümer) - Erarbeitung eines energetischen Sanierungskonzeptes bei den Musterhäusern - Umsetzung des Konzeptes <p>Kosten abhängig von Gebäuden und Maßnahmen</p> <p>Förderung KfW „Energieeffizient Sanieren“</p>	<p>Schwierigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Private Eigentümer für Musterhäuser finden <p>Idee:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung von privaten Eigentümern mit Zuschüssen Gemeinde 	<ul style="list-style-type: none"> - Nachahmееffekt der privaten Eigentümer erhöhen - Transparente Darstellung von Energieeinsparungen schafft Vertrauen - Präsenz von Sanierungsmaßnahmen erhöht die Motivation

Mittlere Priorität / Zeitraum 2018 - 2020	Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung		
	1.3 Hohe Energiestandards der öffentlichen Gebäude 		
		<p>Die Sanierungs- und Neubaumaßnahmen der öffentlichen Gebäude (z.B. Sanierung Rathaus, Schule, Mehrzweckhalle) sollten hohe energetische Standards voraussetzen, noch über den Anforderungen der EnEV 2016.</p>	
	Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung eines energetischen Sanierungskonzeptes mit hohen Standards für die Gebäude Rathaus, Schule, Mehrzweckhalle - Umsetzung des Konzeptes - Außendarstellung der energetischen Sanierungen (Infotafel an öffentlichen Gebäuden etc.) <p>Kosten abhängig von Gebäuden und Maßnahmen KIW-Förderprogramme</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Kommune muss eventuelle Mehrkosten in Investitionen für einen hohen energetischen Standard tragen 	<ul style="list-style-type: none"> - Vorbildfunktion der Kommune für die öffentlichen Gebäude soll private Eigentümer motivieren selber auch hohe energetische Standards umzusetzen.
Niedrige Priorität / Zeitraum 2018-2020	Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung		
	1.4 Transparente Darstellung P.V.-Anlage Rathaus, Mehrzweckhalle 		
		<p>Darstellung der Energieströme (Eigenverbrauch, Lastgänge, Einsparung CO₂) von Photovoltaik-Strom der PV-Anlagen am Rathaus, Mehrzweckhalle inkl. Batteriespeicher mit Digitalanzeigen an den Gebäuden und über die Gemeinde-Homepage.</p>	
	Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung eines Konzeptes für die Darstellung der P.V.-Anlagen - Investition in Digitalanzeigen etc. <p>Kosten < 5.000 €</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Investitionsbereitschaft der Kommune 	<ul style="list-style-type: none"> - Transparente Darstellung erhöht Motivation der Gebäudeeigentümer für eigene Photovoltaikanlage inkl. Batteriespeicher

2. Handlungsfeld Neubaugebiet Goethe-Areal			
Hohe Priorität / Zeitraum 2018	<p>Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung</p> <p>2.1 Ableitung Vorgaben für den Bebauungsplan </p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2; padding-left: 10px;"> <p>Aus dem erarbeiteten nachhaltigen Energiekonzept für das Neubaugebiet sollen Vorgaben für den Bebauungsplan abgeleitet werden und diese dort festgeschrieben werden.</p> </div> </div>		
	Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
	<p>- Die abgeleiteten Vorgaben aus dem Energiekonzept in den Bebauungsplan für das Goethe-Areal festschreiben</p> <p>KfW-Förderprogramme „Energieeffizient Bauen“ und „Erneuerbare Energien – Speicher“</p>		
	<p>- Höhere Anfangsinvestitionen in ein innovatives Neubaugebiet Goethe-Areal als bei einem Standard-Neubaugebiet</p>		
	<p>- Energetisches Leuchtturmprojekt zeigt Motivation der Kommune in nachhaltige Energieversorgung</p> <p>- Praxisbeispiel eines innovativen und nachhaltigen Neubaugebietes als Vorbild für andere Neubaugebiete</p> <p>- Einsparung CO₂-Emissionen gegenüber Standard-Neubaugebiet</p>		
Mittlere Priorität / Zeitraum 2018-2020	<p>Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung</p> <p>2.2 Werben mit innovativem Neubaugebiet </p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2; padding-left: 10px;"> <p>Infotafel mit verwendeten Technologien/ Gebäudestandards am Eingang Neubaugebiet platzieren</p> <p>Neubaugebiet Goethe-Areal in den Erlebnispfad Ötigheim integrieren.</p> </div> </div>		
	Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
	<p>- Öffentlichkeitsarbeit für ein nachhaltiges und innovatives Neubaugebiet Goethe-Areal</p> <p>Kosten < 5.000 €</p>		
	<p>- keine</p>		
	<p>- Durch die Außendarstellung die Motivation erhöhen, damit auch andere Neubaugebiete hohe energetische Standards einhalten und nachhaltig konzipiert werden</p>		

3. Handlungsfeld Energieversorgung			
Hohe Priorität / Zeitraum 2018 - 2020	Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung		
	3.1 Versorgungskonzept für das Neubaugebiet umsetzen		
		Übernahme des erarbeiteten Versorgungskonzeptes aus dem Quartierskonzept als Versorgungskonzept für das Neubaugebiet Goethe-Areal.	
	Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
	<ul style="list-style-type: none"> - Vertragliche Klärung Anschlusszwang im Bebauungsplan - Betreiber für das Nahwärmenetz finden - Planung des Versorgungskonzeptes Neubaugebiet - Umsetzung des Konzeptes 	<ul style="list-style-type: none"> - Anschlusszwang kann Attraktivität für potentielle Käufer senken - Betreiber finden 	<ul style="list-style-type: none"> - Einsparung CO₂-Emissionen gegenüber Standard Versorgung Neubaugebiet - Niedrige Energiekosten mit hohem Aufarkiegrad für zukunftsfähige Energieversorgung
	Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung		
	3.2 Dezentrales Nahwärmenetz Rathaus aufbauen		
		Aufbau eines Nahwärmenetzes um das Rathaus mit den öffentlichen Gebäuden Rathaus, Mehrzweckhalle, Schule, Gebäude Bahnhofstraße 29 und Antonihaus sowie drei bis vier privaten Haushalten. Versorgung des Netzes mit BHKW, Gas- und Pelletkessel.	
	Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
	<ul style="list-style-type: none"> - Vertragliche Abklärung Anschluss mit privaten Eigentümern - Betreiber für das Nahwärmenetz finden - Planung des Versorgungskonzeptes Rathaus - Umsetzung des Konzeptes 	<ul style="list-style-type: none"> - Private Eigentümer für lange Anschlusszwang motivieren - Betreiber finden 	<ul style="list-style-type: none"> - Einsparung CO₂-Emissionen gegenüber Versorgung Bestand

4. Handlungsfeld Mobilität		
Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung		
4.1 Öffentliche Ladesäule (Wallbox) am Rathaus und elektrisches Dienstfahrzeug 		
 <p>Am Rathaus soll eine öffentliche Ladesäule installiert werden. Außerdem soll ein elektrisches Dienstfahrzeug angeschafft werden. Der Strom für die Ladesäule kommt zum Teil aus der P.V.-Anlage am Rathaus.</p>		
Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
ca. 2.000 € für die Ladestation Kosten Dienstfahrzeug sind Herstellerabhängig	- keine	<ul style="list-style-type: none"> - Lademöglichkeiten für Elektroautos erhöhen - Motivation der Bürger steigern auf Elektroautos umzusteigen - Einsparung CO₂-Emissionen durch Nutzung aus zum Teil erneuerbare Energien z.B. P.V. Strom Rathaus
Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung		
4.2 Lademöglichkeiten für Elektroautos (Wallbox) an der Schule, am Bahnhof und an den Neubauten Goethe-Areal 		
 <p>An den Neubauten im Goethe-Areal, der Schule und dem Bahnhof sollen Ladestationen für Elektroautos installiert werden. Der Strom kommt zum Teil aus erneuerbaren Energien, zum Beispiel bei den Neubauten von den P.V.-Anlagen</p>		
Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit	Zielgruppe / möglicher Effekt
ca. 2.000 € je Ladestation	- keine	<ul style="list-style-type: none"> - Lademöglichkeiten für Elektroautos erhöhen - Motivation der Bürger steigern auf Elektroautos umzusteigen - Einsparung CO₂-Emissionen durch Nutzung aus zum Teil erneuerbare Energien z.B. P.V. Strom der Neubauten

Hohe Priorität / Zeitraum 2018 - 2020

Maßnahme inkl. Kurzbeschreibung		
Mittlere Priorität / Zeitraum 2018-2020	4.3 Schaffung von Fahrradabstellplätzen mit Helm an der Schule (CO₂-freier Schulweg) 	
	 <p>An der Schule sollen Fahrradabstellplätze entstehen. Außerdem sollen Helme für die Schüler und Lehrer zur Verfügung gestellt werden.</p> <p>Auch die Anschaffung eines Elektrofahrrades für die Schule wird in Verbindung mit der Ladestation empfohlen.</p>	
	Aufwand / Kosten / Förderung	Risiken / Schwierigkeit
Abstellplätze, Helme und ein Elektrofahrrad ≤ 5.000 €	- keine	- Motivation der Schüler, Lehrer und Eltern erhöhen den Schulweg mit dem Fahrrad zurück zu legen

Synergieeffekte gibt es beispielsweise bei den Vorgaben zum Energiekonzept der Neubauten, beim Versorgungskonzept für das Neubaugebiet und bei den Lademöglichkeiten im Neubaugebiet.

Die gemeinsame Umsetzung der Maßnahmen bewirkt durch die gegenseitige Beeinflussung einen positiveren Effekt als nur die Umsetzung einer Maßnahme. Deshalb wird hier empfohlen das Energiekonzept für das Neubaugebiet als Ganzes mit Energiekonzept Gebäude, Versorgungskonzept und den Lademöglichkeiten für Elektroautos umzusetzen.

Ebenfalls gibt es Synergieeffekte beim hohen Energiestandard der öffentlichen Gebäude und dem dezentralen Nahwärmenetz Rathaus. Eine gemeinsame Umsetzung ist hier sinnvoll, da das Nahwärmenetz dann beispielsweise bereits auf einen geringeren Heizbedarf der öffentlichen Gebäude angepasst werden kann.

4.3 Monitoring

Für die Überwachung der Einhaltung der Ziele des Quartierskonzeptes ist es sinnvoll ein Monitoring-System in der Gemeinde zu implementieren.

Dieses System sollte den Ist-Zustand erfassen und mit den berechneten Prognosen aus dem Quartierskonzept vergleichen, um zu überprüfen inwieweit die vorgegebenen Ziele eingehalten werden können.

Für das Monitoring-System bietet sich eine zentrale Datenbank mit einer verantwortlichen Person bei der Gemeinde an. Die Ergebnisse sollten zyklisch, zum Beispiel alle 1-2 Jahre, in einem Kurzbericht festgehalten werden und beispielsweise im Gemeinderat diskutiert werden. Dort könnten dann bei einer Unterschreitung der Prognosen auch Gegenmaßnahmen diskutiert und gegebenenfalls eingeleitet werden, um die vorgegebenen Ziele doch noch zu erreichen.

Folgende Punkte sollten im Monitoring-System abgebildet werden:

- Sanierungsmaßnahmen im Quartier
 - Dämmung Außenwand
 - Dämmung Dach/Oberste Geschossdecke
 - Dämmung Fußboden/Keller
 - Fenstererneuerung
 - Verbesserung der Wärmeerzeugung
- Zubau der Leistung der Photovoltaikanlagen im Quartier
- Wärme- und Stromverbräuche im Quartier
- Anteil der Elektroautos im Quartier

Die Daten zu den Sanierungsmaßnahmen, der Anteil der Elektroautos oder Wärmeverbräuche im Quartier könnten durch Vorortbegehungen und der Befragung der Bürger im Quartier ermittelt werden. Auch durch die Energieberater, wie zum Beispiel der Energieagentur Mittelbaden, könnten Daten zu Sanierungsmaßnahmen zur Verfügung gestellt werden.

Welche Photovoltaikanlagen mit welcher Leistung im Quartier vorhanden sind, kann durch die Gemeinde online unter Netze BW mit einem Benutzerprofil eingesehen werden. Hieraus kann der Zubau der Leistung der Photovoltaikanlagen im Quartier berechnet werden und grafisch für den Kurzbericht aufgearbeitet werden.

Die Daten zu den Gas- und Stromverbräuchen können von den Energieversorgern zur Verfügung gestellt werden und müssen in einer Datenbank mit Diagrammen grafisch für den Kurzbericht aufgearbeitet werden.

Aus der Eintragung der Daten in die zentrale Datenbank würden sich dann Kennwerte und Grafiken zur Sanierungsquote im Quartier, dem Ausbau der Photovoltaik, dem Anteil der Elektroautos, dem Endenergiebedarf, dem Primärenergiebedarf und der CO₂-Emissionen im Quartier ergeben.

Diese Grafiken könnten beispielsweise so aufbereitet werden wie in Kapitel 5.3. Somit hätte man einen Vergleich von aktuellem Zustand und dem Zustand, den man im Jahr 2030 durch Umsetzung von Zielen und Maßnahmen erreichen könnte.

5 Energie- und CO₂-Bilanz

5.1 Nationale und regionale Energie-/Klimaschutzziele

Das Quartierskonzept ist ein Werkzeug im Bereich der energetischen Stadtsanierung um übergeordnete Klimaschutzziele, wie die nationalen Klimaschutzziele, zu erreichen.

Für die nationalen Ziele zur Reduktion der Energie-/Klimaschutzziele ist das „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ der Bundesregierung vom 28. September 2010 entscheidend.

Nationale Ziele Energie-/Klimaschutzziele sind nachfolgend zusammengefasst:

- Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 bis 2020 um 40%, bis 2030 um 55% bis 2040 um 70% und bis 2050 um 80%
- Anteil erneuerbare Energien am Bruttoenergieverbrauch 30% bis zum Jahre 2030, 45% bis zum Jahre 2040, 60% bis zum Jahre 2050
- Reduktion der Primärenergieverbrauchs gegenüber 2008 bis 2020 um 20%, bis 2050 um 50%.
- Reduktion des Stromverbrauches gegenüber 2008 bis 2020 um 10%, bis 2050 um 25%
- Die Sanierungsrate im Gebäudebestand von 1% auf 2% verdoppeln
- Senkung Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich gegenüber 2005 bis 2020 um 10% und bis 2050 um 40%

Im Quartierskonzept wurde das Ziel die Sanierungsrate im Gebäudebestand zu verdoppeln übernommen. Um dies zu erreichen, wurden verschiedene Maßnahmen im Maßnahmenkatalog vorgeschlagen.

Das Klimaschutzkonzept RegioEnergie der Kommunen des Landkreises Rastatt gibt das Ziel vor die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Referenzjahr 2013 bis zum Jahr 2030 um 30% in den Kommunen zu senken.

Inwieweit die vorgegebenen nationalen oder regionalen Ziele erreicht werden können, wird im Kapitel 5.3 „Soll-Zustand im Quartier bis zum Jahr 2030“ deutlich.

5.2 Ist-Zustand im Quartier

Bei den Emissionsfaktoren ist auf die Vorgaben GEMIS (Globales-Emissions-Modell integrierter Systeme) zurückgegriffen worden. Hierbei handelt es sich um CO₂-Äquivalente in denen auch andere Treibhausgase wie zum Beispiel Methan und Lachgas berücksichtigt sind, einschließlich sämtlicher Vorketten wie Förderung, Aufbereitung, Transport etc.³¹

Es wurden die CO₂-Äquivalenzwerte nach GEMIS 4.9 verwendet.

Bei der Bilanzierung der CO₂-Emissionen aus dem Verkehr wurde das Verursacherprinzip verwendet. Die erscheint in diesem Quartier als sinnvoller, da bei den Einsparerfolgen im Quartier berücksichtigt werden soll, dass die Einwohner in Zukunft zum Beispiel ihren Weg zur Arbeit vermehrt mit dem Elektroauto zurücklegen. Das Verursacherprinzip bedeutet, dass alle Verkehrsaktivitäten, die im Gebiet verursacht oder ausgelöst werden, bilanziert werden. Dafür wurden die Fahrstrecken des jeweiligen verwendeten Verkehrsmittels der Einwohner des Quartiers (z.B. Auto, Bahn) summiert. Die Fahrstrecke wurde dann mittels des Verbrauchs und der verursachten CO₂-Emissionen des Verkehrsmittels berechnet. Die CO₂-Emissionen sind beim Verursacherprinzip im Quartier damit deutlich höher als mit dem Territorialprinzip. Die CO₂-Emissionen, die durch strombasierte Wärmerezeuger angefallen sind, sind nicht bei Wärme miteingerechnet, sondern bei Strom.

Bei den CO₂-Emissionen im Bereich Strom ist die Stromerzeugung mit PV im Quartier mit einem Anteil von 4,5 % berücksichtigt worden. Für den restlichen Strom wurden die GEMIS-Werte für den deutschen Strom-Mix verwendet. Im Quartier wurden im Bestand noch keine Elektroautos beim Verkehr berücksichtigt.

Nachfolgend ist der aktuelle Ist-Zustand der Energie- und CO₂-Bilanz im Quartier zusammengefasst.

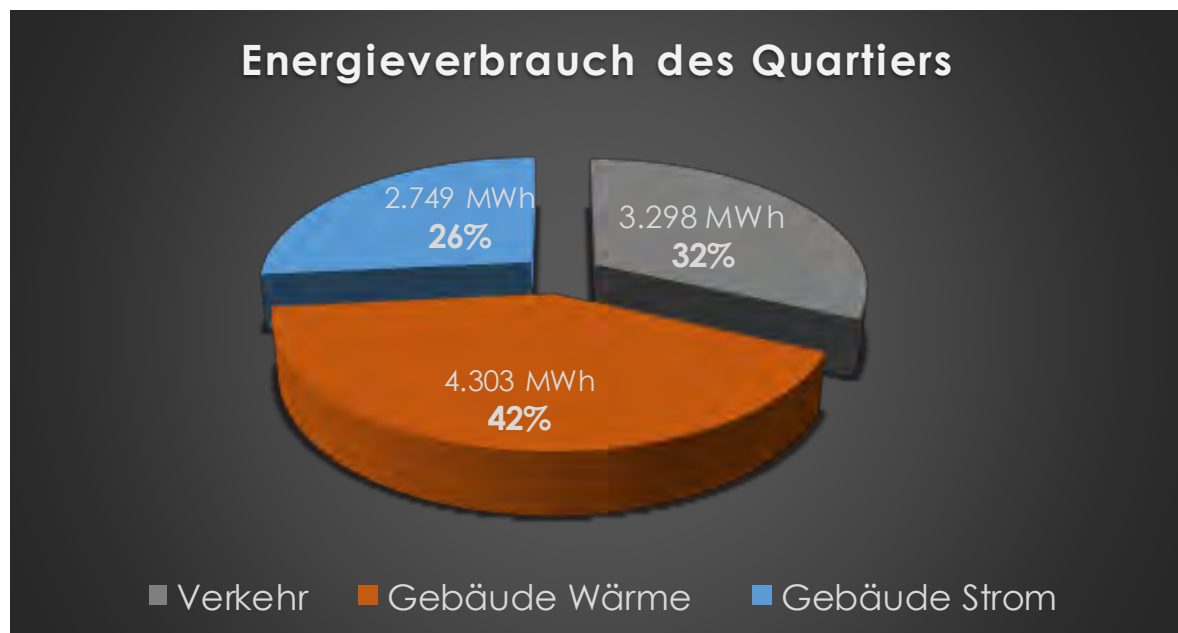


Abbildung 96: Aufteilung Endenergieverbrauch nach Sektoren der Verursacher im Quartier

³¹ Energetische Stadtsanierung in der Praxis – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, August 2014

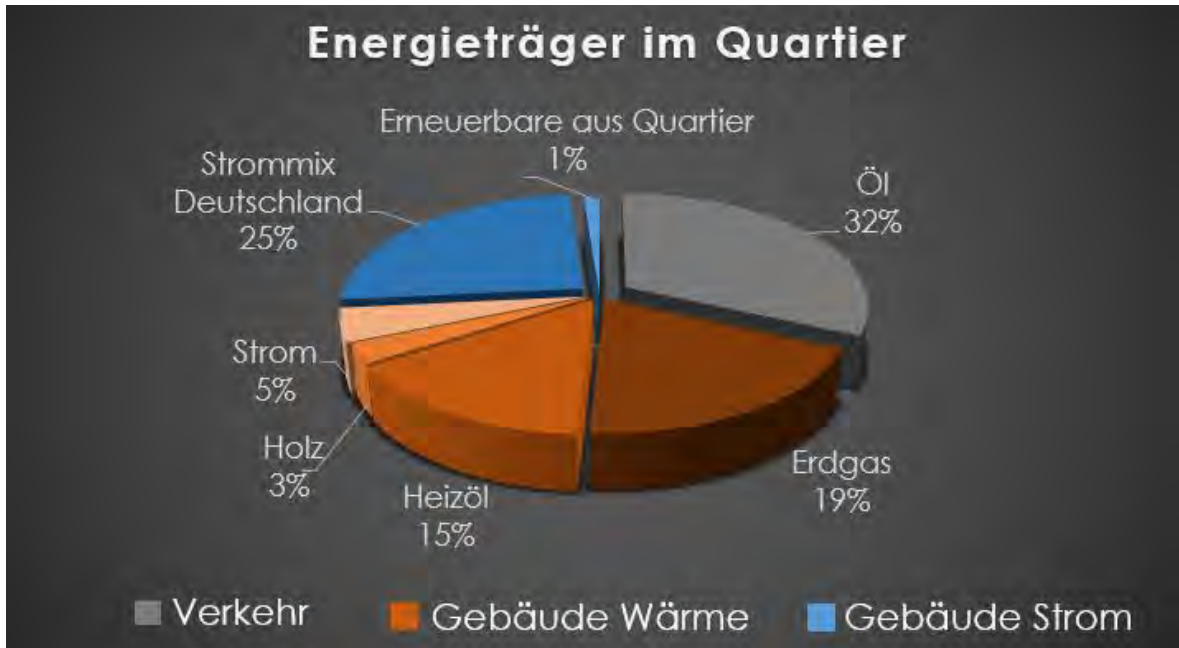


Abbildung 97: Aufteilung verwendete Energieträger im Quartier in den einzelnen Sektoren der Verursacher

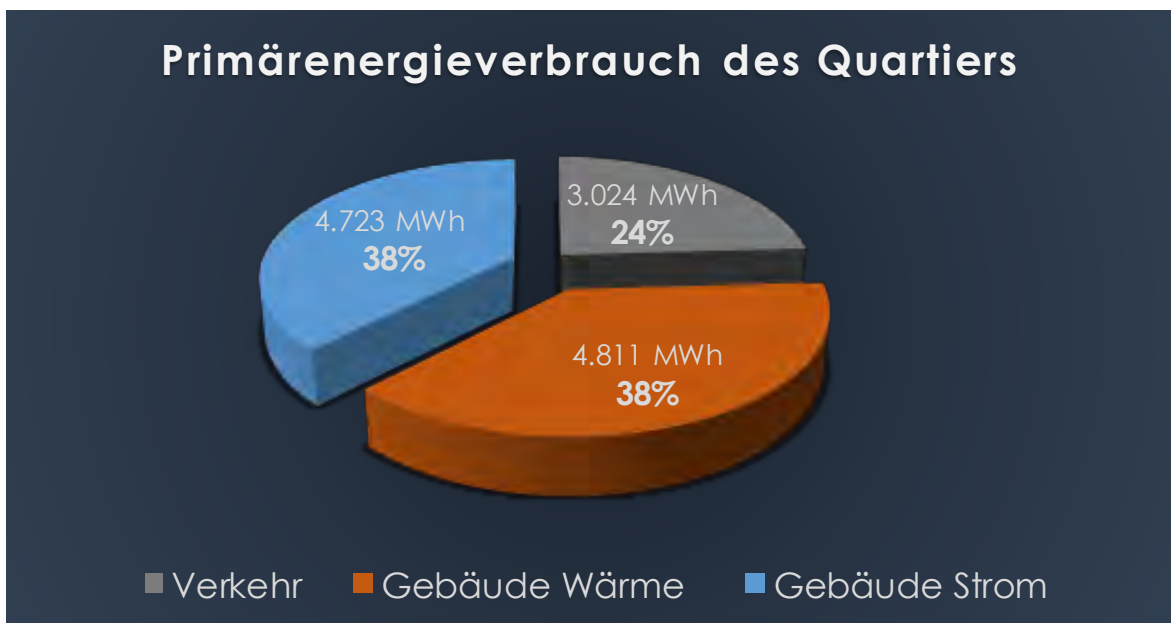


Abbildung 98: Aufteilung des Primärenergieverbrauches nach Sektoren der Verursacher im Quartier³²

³² Es wurden die Primärenergiefaktoren gemäß der DIN V 18599 : 2011-12, Anhang A, Tabelle A.1 für den nicht erneuerbaren Anteil genommen

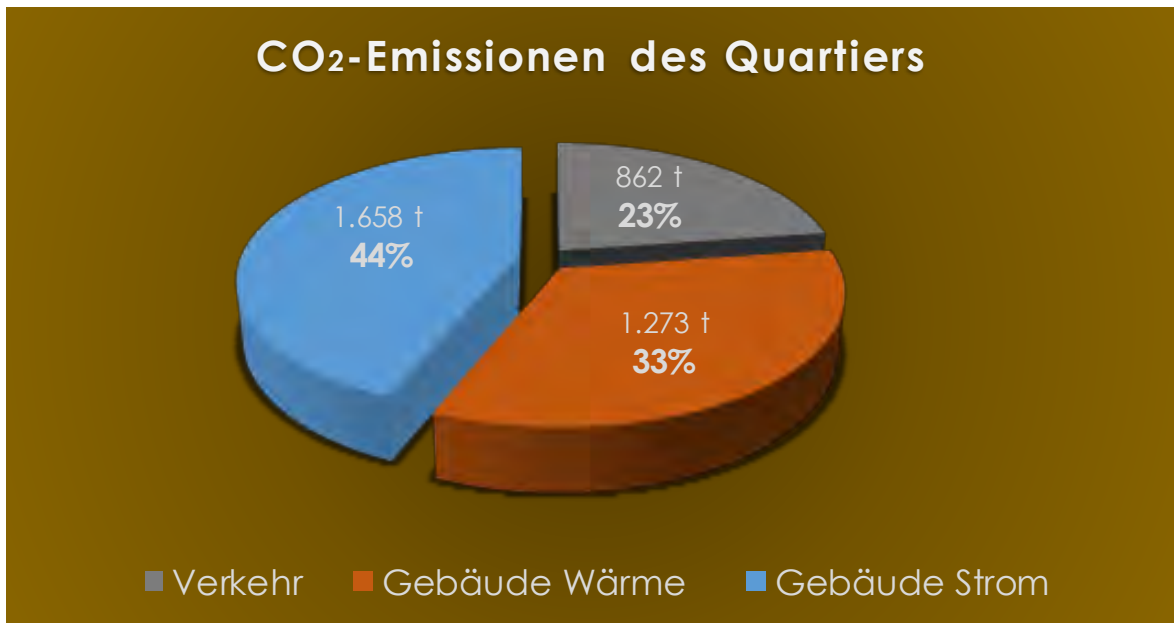


Abbildung 99: Aufteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren der Verursacher im Quartier

5.3 Soll-Zustand im Quartier bis zum Jahr 2030

In den folgenden Grafiken ist dargestellt, wie sich durch die Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes der Endenergiebedarf, der Primärenergiebedarf und die CO₂-Emissionen im Quartier bis zum Jahr 2030 verändern können.

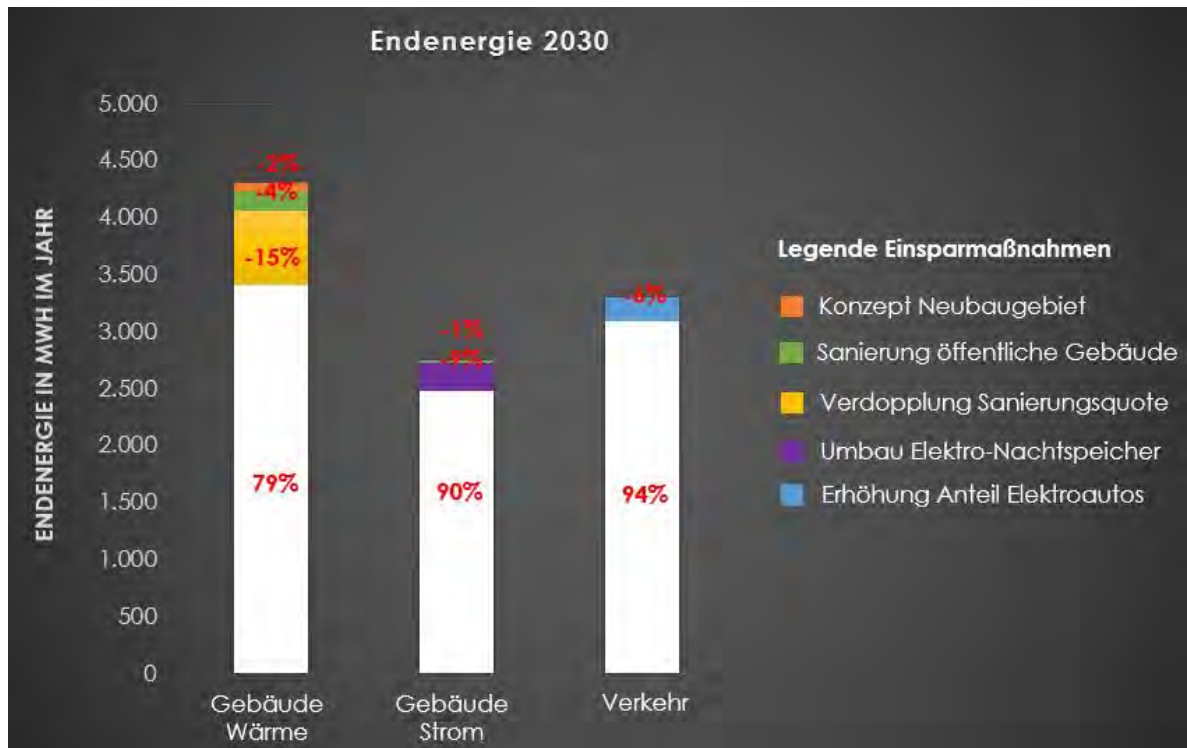


Abbildung 100: Einsparungen bei der Endenergie bis zum Jahr 2030 durch Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes

Wie in der oberen Grafik deutlich wird, kann die Endenergie Wärme bei den Gebäuden im Quartier vor allem durch die Verdopplung der Sanierungsquote von 1% auf 2% entscheidend reduziert werden. Alleine durch diese Maßnahme könnten bis zum Jahr 2030 etwa 15% der Endenergie Wärme im Quartier eingespart werden. Weitere Maßnahmen zur Reduzierung der Wärmeenergie sind die Sanierung der öffentlichen Gebäude und die Umsetzung des Energiekonzeptes des Neubaugebietes.

Die Einsparung bei Umsetzung des Energiekonzeptes Neubaugebiet ergibt sich dadurch, dass mit dem Konzept gegenüber einem Standard-Neubaugebiet (Gebäude mit KfW-70-Standard) Wärmeenergie eingespart werden kann.

Beim Endenergiebedarf Strom der Gebäude kann vor allem durch die Maßnahme „Umbau Elektro-Nachtspeicher“ eine Reduzierung erreicht werden.

Bei der Einsparung durch den Umbau von Nachtspeicherheizungen ist davon ausgegangen worden, dass durch Modernisierung 50% des Stromverbrauches der Nachtspeicherheizungen eingespart werden kann. Diese kann zum Beispiel durch Substitution auf neue Systeme (z.B. Infrartheizung) erreicht werden.

Insgesamt kann im Quartier durch die Umsetzung aller Maßnahmen eine Endenergie von 1.356 MWh im Jahr eingespart werden.

Im Bereich Verkehr wurde davon ausgegangen, dass durch die Installation der Schnellladestationen für Elektroautos im Quartier eine relativ hohe Marktdurchdringung bis 2030 gemäß Studien zum Anteil Elektroautos in Deutschland erreicht werden kann.³³

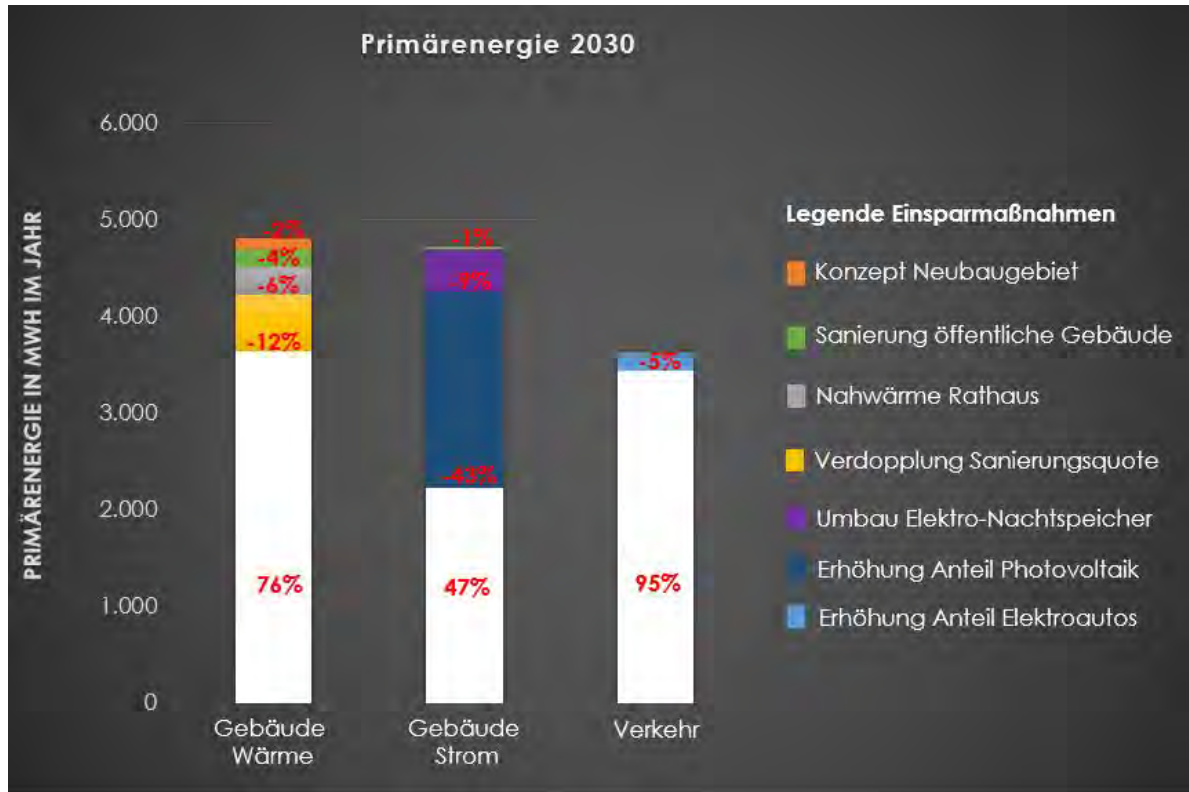


Abbildung 101: Einsparungen der Primärenergie bis zum Jahr 2030 durch Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes

Bei der Primärenergie kann bei Wärme durch die Maßnahme „Verdopplung Sanierungsquote“ die höchste Einsparung erreicht werden. Weiterhin kann bei der Primärenergie durch das Nahwärmenetz Rathaus eine relativ hohe Einsparung der Primärenergie erreicht werden. Durch die Umstellung auf die zentrale Erzeugung mit überwiegend Holzpellets und einem BHKW für die Grundlast wird eine Einsparung der Primärenergie im gesamten Quartier von etwa 6% erreicht.

Bei Strom kann vor allem durch die Erhöhung des Anteiles der Photovoltaik auf den privaten Gebäuden eine Einsparung erreicht werden. Bei Umsetzung des „Zielszenarios“ für Photovoltaik könnten 43% der Primärenergie im Quartier eingespart werden.

Insgesamt kann im Quartier durch die Umsetzung aller Maßnahmen der Primärenergiebedarf um 3.860 MWh im Jahr gesenkt werden.

³³ Potenziale der Elektromobilität bis 2050 – Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI), 07/2010

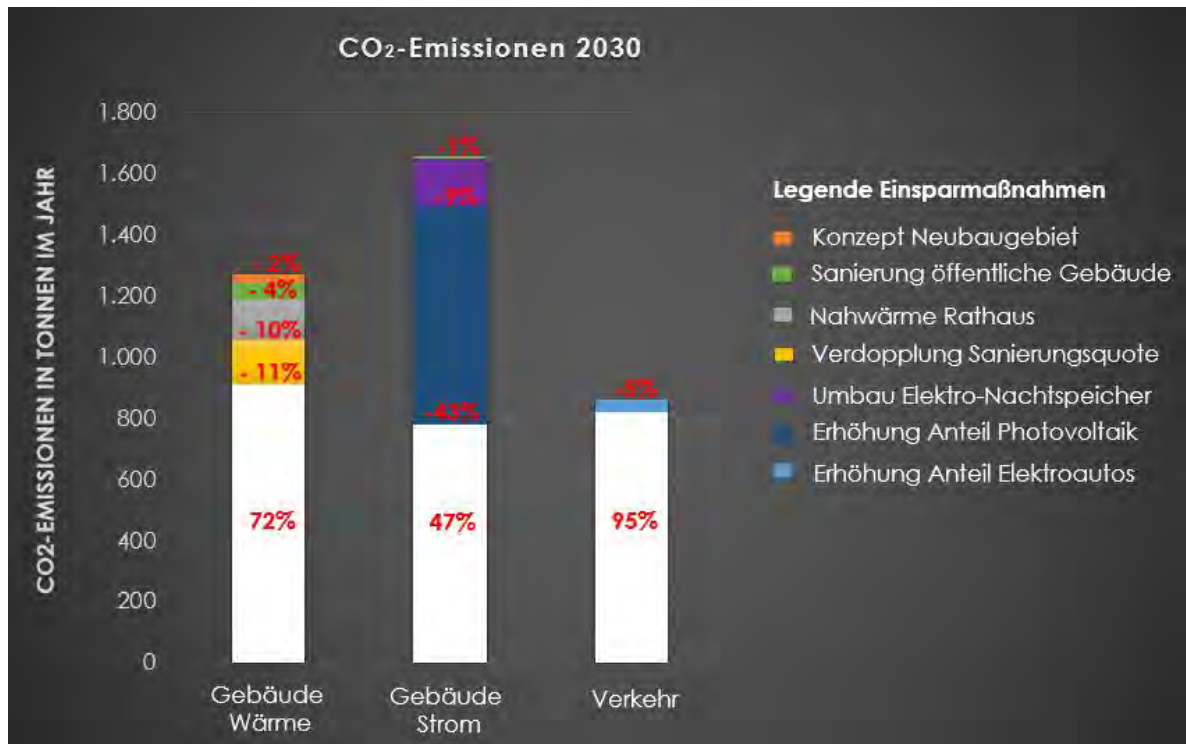


Abbildung 102: Einsparungen der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 durch Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes

Bei der Einsparung der CO₂-Emissionen erreichen bei der Wärme für die Gebäude vor allem die Maßnahmen „Nahwärme Rathaus“ und die „Verdopplung der Sanierungsquote“ hohe Einsparungen. Alleine durch diese beiden Maßnahmen können die CO₂-Emissionen für Wärme im Quartier um 21% gesenkt werden. Dies entspricht einer jährlichen Einsparung von knapp 280 Tonnen CO₂.

Bei Strom kann vor allem durch die Erhöhung des Anteils der Photovoltaik gemäß des Zielszenarios bis 2030 eine enorme Einsparung erreicht werden. Falls bis zum Jahr 2030 die privaten Gebäude gemäß dem Zielszenario mit Photovoltaik ausgestattet sind, könnten die CO₂-Emissionen bei Strom um etwa 43% jährlich gesenkt werden. Dies entspricht einem jährlichen Ausstoß von 700 Tonnen CO₂.

Im Bereich Verkehr können durch die Erhöhung des Anteils der Elektroautos bis zum Jahr 2030 auf etwa 8% die CO₂-Emissionen des Verkehrs um 5%, also 40 Tonnen jährlichem CO₂ Ausstoß, reduziert werden.

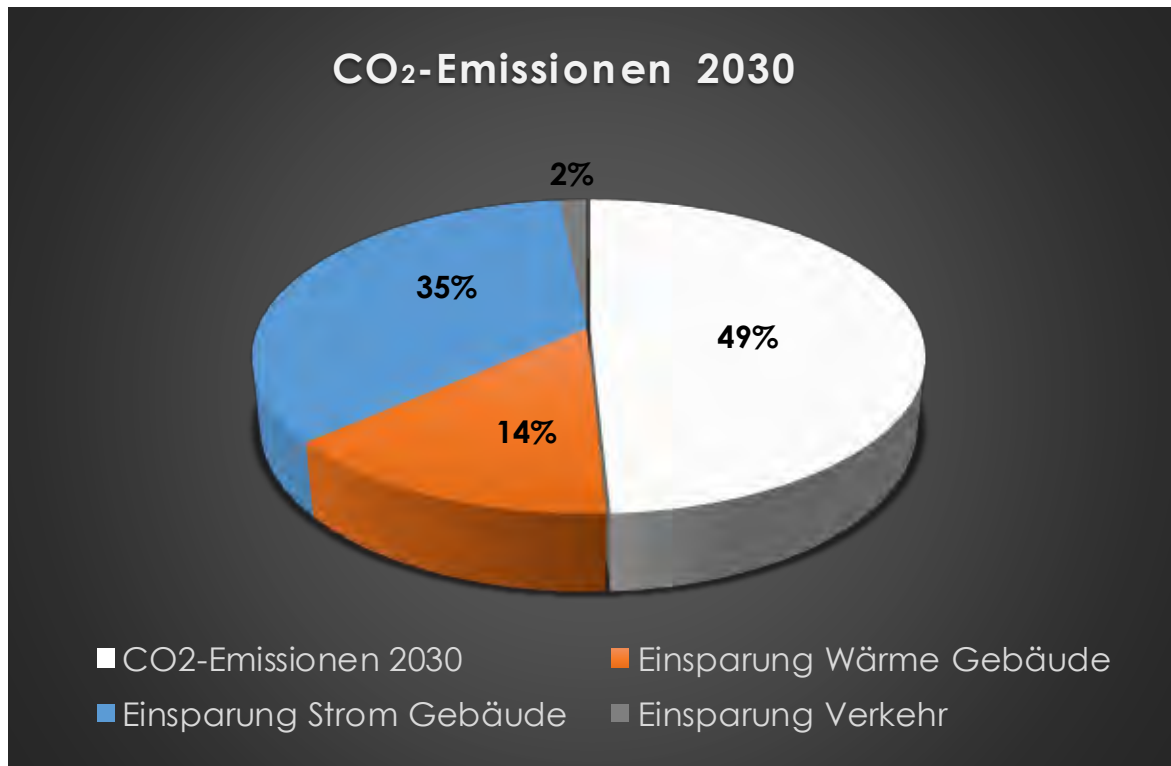


Abbildung 103: Einsparung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 durch Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes

Wie in der oberen Abbildung deutlich wird, könnten durch Umsetzung der Maßnahmen die CO₂-Emissionen im Quartier um 51% gesenkt werden. Dabei geht der höchste Anteil von 35% Einsparung und knapp 890 Tonnen jährliche CO₂-Emissionen auf den Bereich „Strom Gebäude“. Hier kann vor allem durch den Ausbau der Photovoltaikanlagen eine starke Einsparung erreicht werden.

Aber auch im Bereich „Wärme Gebäude“ können Einsparungen von 14% und knapp 360 Tonnen jährliche CO₂-Emissionen erreicht werden. Dies vor allem durch die Maßnahmen „Verdopplung Sanierungsquote“ und „Nahwärme Rathaus“. Insgesamt können so im Quartier mit Umsetzung aller Maßnahmen 1.277 Tonnen CO₂ eingespart werden.

Die nationalen Ziele die CO₂-Emissionen bis 2030 gegenüber dem Jahre 1990 um 55% zu senken, würden mit dem Quartierskonzept voraussichtlich sogar übertroffen werden. Da vom Basisjahr 2020 bis 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen von 15% bei den nationalen Zielen erreicht werden soll, werden bei einer Einsparung von 51% CO₂-Emissionen bis 2030 mit dem Basisjahr 2016 die Ziele der Bundesregierung vermeintlich übertroffen.

Mit der Senkung der CO₂-Emissionen im Quartier um 51% bis zum Jahre 2030 könnte das Ziel des regionalen Klimaschutzkonzeptes RegioEnergie im Landkreis Rastatt ebenfalls übertroffen werden. Dieses gibt als Ziel eine Reduktion von 30% bis zum Jahre 2030 gegenüber dem Referenzjahr 2013 vor.

6 Öffentlichkeitsarbeit

Im Bereich Öffentlichkeitsarbeit wurden verschiedene Medien und Veranstaltungen genutzt, um das Projekt in die Gemeinde zu tragen und die Öffentlichkeit umfassend zu informieren.

So wurde das Projekt unter anderem beim Neujahrsempfang 2017 der Öffentlichkeit vorgestellt.



Abbildung 104: Vorstellung des Quartierskonzeptes beim Neujahrsempfang 2017 der Gemeinde Ötigheim

Beim Neujahrsempfang ist jeder Bürger der Gemeinde eingeladen. Bei der Veranstaltung wird ein Rückblick auf das vergangene Jahr abgegeben und die anstehenden Projekte vorgestellt. Hierbei wurde unter anderem das Quartierskonzept mit den Zielen und Arbeitsschritten der Öffentlichkeit nähergebracht.

Über den Gemeindeanzeiger wurde zudem über das Projekt informiert. Hierbei wurde auch auf die anstehenden Fragebögen im Quartier Bezug genommen und die Bürger zu einer Teilnahme motiviert.

Über die Fragebögen wurde jeder der im Quartier befindlichen Haushalte angeschrieben und beispielsweise über Daten zum Gebäude sowie seiner Motivation hinsichtlich Anschluss Nahwärmenetz, Modernisierung Gebäude, Nutzung öffentliche Verkehrsmittel etc. abgefragt. Die Ergebnisse der Fragebögen sind im Kapitel 2.2 zusammengefasst.

Die Ergebnisse der Ausarbeitungen zum Quartierskonzept werden zudem in einer öffentlichen Gemeinderatssitzung der Bürger der Gemeinde Ötigheim vorgestellt.

Weitere Öffentlichkeitsarbeit ist vor allem auch mit der Umsetzung der Maßnahmen (siehe Kapitel 4.2) erforderlich.

So ist beispielsweise eine Informationsveranstaltung vorgesehen, um die Bürger noch umfassend über Förderungen und Möglichkeiten der Sanierung zu informieren. Auch sind im Hinblick einer Umsetzung des Nahwärmenetzes bei den öffentlichen Gebäuden weitere Veranstaltungen notwendig, um die Bürger von einem Nahwärmenetz zu überzeugen und im Bereich der Schule die notwendigen Anschluss Teilnehmer sicher zu stellen.

Energetisches Quartierskonzept

1. Energetisches Quartierskonzept - Auftakt mit Fragebogenaktion

Das Konzept einer zukünftigen Wärmeversorgung beinhaltet vor allem die Untersuchung eines Nahwärmenetzes im Quartier, welches durch eine zentrale Anlage gespeist wird.



Eintragsgebiet des Quartierskonzept

Mit einer zentralen Anlage, die zur Wärme- und Energieerzeugung dient, können ökonomische und ökologische Mehrwerte generiert werden. Für die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes sind vor allem das Interesse und das Mitwirken der Anwohner entscheidend. Durch Investitionen in Gebäude und Energieversorgung kann das Quartier unabhängiger von fossilen Brennstoffen werden. Durch Zuschüsse vom Bund wird die Investitionsbereitschaft zudem unterstützt. In Zusammenarbeit mit den Anwohnern im Quartier kann die Gemeinde Ötigheim mit diesem Projekt eine Vorreiterrolle übernehmen und mit einem innovativen Energiekonzept dem Umweltschutz dienen.

Mit der Erstellung des Quartierskonzeptes wurde nach einem umfangreichen Wettbewerb die Firma Team für Technik aus Karlsruhe beauftragt. Das Expertenteam bestehend aus, Frau Sarah Tax, Herrn Manuel Lippert und Herrn Simon Zart, wird ab diesem Freitag das Quartier begutachten und Fragebögen verteilen.

Die Fragen im Fragebogen beziehen sich zum einen auf den baulichen und energetischen Zustand des Gebäudes sowie den Energieverbrauch, zum anderen interessieren uns aber auch Ihre Meinung, Wünsche und Vorschläge in Bezug auf das Wohnen und Leben im gesamten Quartier. Wir möchten Sie daher bitten, sich an der Fragebogenaktion zu beteiligen und den Fragebogen möglichst vollständig zu beantworten - Sie werden davon profitieren.

Frank Kieler
Bürgermeister



Simon Zart, Projektingenieur



Sarah Tax, Projektleitung



Manuel Lippert, Projektingenieur

Gemeindeanzeiger Ötigheim | 02/2017

11

Abbildung 105: Darstellung des Projektes im Gemeindeanzeiger der Gemeinde Ötigheim

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energiestandard der Bestandsgebäude im Quartier	II
Abbildung 2: Ergebnisse der Entscheidungsmatrix zum Energiekonzept Neubaugebiet	IV
Abbildung 3: Ergebnis des Energiekonzeptes des Neubaugebietes	IV
Abbildung 4: Ergebnis zur Nahwärmeversorgung Rathaus mit zentraler Wärmeversorgung	V
Abbildung 5: Preis, Primärenergiefaktor und CO ₂ -Emissionen beim Nahwärmekonzept Rathaus	VI
Abbildung 6: Einzugsgebiet des untersuchten Quartiers	2
Abbildung 7: Lage des untersuchten Quartiers in der Gemeinde Ötigheim	4
Abbildung 8: Nutzungsstruktur der Gebäude im Quartier (Quelle: Brunnenäcker, Geobasisdaten: LGL BW)	5
Abbildung 9: Übersicht zum Entwicklungskonzept „Flächen gewinnen durch Innenentwicklung“	6
Abbildung 10: „Rathausbereich“ mit Rathaus und Mehrzweckhalle	7
Abbildung 11: „Bahnhofsgebiet“ mit Neubaugebiet	7
Abbildung 12: Fragebogen für die Eigentümerbefragung im Rahmen der Bestandsaufnahme.	8
Abbildung 13: Ergebnisse des ersten Frageblocks	9
Abbildung 14: Potentielle Nahwärmeanschlüsse im Quartier auf Basis der Umfrage	10
Abbildung 15: Ergebnisse der Befragung zu bereits durchgeführten Sanierungsmaßnahmen.	11
Abbildung 16: Sanierungsbedarf und Informationsstand über mögliche Förderungen.	11
Abbildung 17: Einbaujahr der Heizungsanlage	12
Abbildung 18: Art und Häufigkeit des zur Wärmeerzeugung genutzten Energieträgers.	13
Abbildung 19: Anzahl der vorhandenen Solarthermie-Anlagen.	14
Abbildung 20: Ergebnis der Frage wie der Weg zur Arbeit beschriftet wird.	15
Abbildung 21: Angaben der Bewohner darüber, welche Verkehrsanbindungen-/Wege im Quartier fehlen.	15
Abbildung 22: Interesse der Bewohner an alternativen Mobilitätsformen.	16
Abbildung 23: Gebäude nach Baualter	17
Abbildung 24: Beispiel für erhaltenswertes Gebäude im Quartier	18
Abbildung 25: Verteilung der Gebäudetypen Wohngebäude im Quartier	18
Abbildung 26: Energetische Bewertung des Gebäudebestands im Quartier als Diagramm	21
Abbildung 27: Beispiel für Gebäude mit neu gedämmter Außenwand und älteren Fenstern	22
Abbildung 28: Beispiel für Gebäude mit neuen Fenstern und ungedämmter Außenwand	22
Abbildung 29: Beispiel für Gebäude mit neuen Fenstern, neuem Dach und ungedämmter Außenwand	23
Abbildung 30: Beispiel für ein Gebäude mit ganzheitlicher Modernisierung der wärmeschutztechnischen Hülle	23
Abbildung 31: Energetische Bewertung des Gebäudebestands im Quartier	24
Abbildung 32: Endenergieverbrauch im Quartier (Bezugsjahr 2016), aufgeteilt auf die unterschiedlichen Energieträger	25
Abbildung 33: Aufteilung der Sektoren beim Wärme- und Stromverbrauch im Quartier	26
Abbildung 34: Übersicht der Leistung von PV-Anlagen im Quartier	27
Abbildung 35: Energieeinsparpotential der drei Szenarien „Referenz“, „Klimaschutz“ und „Ziel“	35
Abbildung 36: Städtebaulicher Entwurf Neubaugebiet Bahnhofsgebiet – Bebauung Variante 1	36
Abbildung 37: Entscheidungsmatrix der verschiedenen Bereiche für das Energiekonzept des Neubaugebietes	37
Abbildung 38: Schema der Wärmeversorgung Neubau „Kaltnetz“ – Trinkwarmwasser über Frischwasserstation mit Durchlauferhitzer	39



Abbildung 39: Schema der Wärmeversorgung Neubau „Kaltnetz“ – Trinkwarmwasser über Wärmepumpe	40
Abbildung 40: Schema der Wärmeversorgung Neubau „Kaltnetz“ – Trinkwarmwasser über Solarthermie	41
Abbildung 41: Tageslastgang Strom eines Gebäudes im Neubaugebiet, Winter (Durchschnittliches PV-Profil eines Tages im Januar 2016)	42
Abbildung 42: Tageslastgang Strom eines Gebäudes im Neubaugebiet, Übergangszeit (PV-Profil vom 23.04.2016)	43
Abbildung 43: Tageslastgang Strom eines Gebäudes im Neubaugebiet, Sommer (PV-Profil vom 07.07.2016)	43
Abbildung 44: Eigenverbrauch der berechneten PV-Anlage mit 10 kWp	45
Abbildung 45: Abhängigkeit des Eigenverbrauchs und Autarkiegrades von installierter PV-Leistung und Speicherkapazität	45
Abbildung 46: Oberflächennahes Geothermepotential am Standort Ötigheim	47
Abbildung 47: Flächenbedarf eine oberflächennahe Geothermie für das Neubaugebiet Bahnhofsareal.....	47
Abbildung 48: Wasserschutzgebietszone Ötigheim.....	48
Abbildung 49: Grundwassertemperatur in verschiedenen Gebieten in Baden-Württemberg	48
Abbildung 50: „Kaltnetz“ für die Versorgung der gebäudeweisen Wärmepumpen	49
Abbildung 51: Wärmebedarfsdichte für das Neubaugebiet bei verschiedenen Gebäudestandards	49
Abbildung 52: Schema der Wärmeversorgung der Neubauten bei einem Gaskessel	50
Abbildung 53: Entwicklung der Gesamtkosten bei Passivhaus und KfW-55-Haus mit der Wärmequelle Grundwasser	52
Abbildung 54: Entwicklung der Gesamtkosten bei Passivhaus und KfW-55-Haus mit einer Luft-Wasser-WP	53
Abbildung 55: Entwicklung der Gesamtkosten bei Passivhaus und KfW-55-Haus mit einem Gaskessel und Solarthermie	53
Abbildung 56: Vergleich der CO ₂ -Emissionen der zwei Varianten zum energetischen Gebäudestandard.....	54
Abbildung 57: Auswahl des Energiestandards der Gebäude	54
Abbildung 58: Entwicklung der Gesamtkosten bei verschiedenen Systemen der Trinkwarmwasserbereitung Passivhaus-Standard – Grundwasserversorgung „Kaltnetz“	55
Abbildung 59: Entwicklung der Gesamtkosten bei verschiedenen Systemen der Trinkwarmwasserbereitung Passivhaus-Standard – Luft-Wasser-Wärmepumpe	56
Abbildung 60: Vergleich der CO ₂ -Emissionen der drei Varianten zur Trinkwarmwasserbereitung	57
Abbildung 61: Auswahl der Variante zur Trinkwarmwasserbereitung	57
Abbildung 62: Auswahl der Dimensionierung der PV-Anlage	59
Abbildung 63: Entwicklung der Gesamtkosten bei unterschiedlichen Versorgungsvarianten für das Neubaugebiet.....	62
Abbildung 64: Vergleich der CO ₂ -Emissionen der Versorgungsvarianten im Neubaugebiet	62
Abbildung 65: Auswahl der Variante zur Wärmeerzeugung des Neubaugebietes	63
Abbildung 66: Areal des Gebietes Nahwärmenetz Rathaus	64
Abbildung 67: Dezentrales Nahwärmenetz Gebiet Rathaus – Szenario 1 – „Minimalszenario“:.....	65
Abbildung 68: Berechneter Wärmelastgang des dezentralen Nahwärmenetzes Gebiet Rathaus – Szenario 1	66
Abbildung 69: Platzbedarf für die Unterbringung der beiden Gas-Kessel in Szenario 1	66
Abbildung 70: Anbau der Mehrzweckhalle für Platzbedarf eines Pellet-Kessels mit Pellet-Lager in Szenario 1	67
Abbildung 71: Dezentrales Nahwärmenetz Gebiet Rathaus – Szenario 2 „Maximalszenario“	67

Abbildung 72: Berechneter Wärmelastgang des dezentralen Nahwärmenetzes Gebiet Rathaus – Szenario 2 68

Abbildung 73: Platzbedarf für die Unterbringung der beiden Gas-Kessel und des BHKW in Szenario 2 69

Abbildung 74: Dezentrales Nahwärmenetz Gebiet Rathaus –Szenario 3 „Zielszenario“ 70

Abbildung 75: Berechneter Wärmelastgang des dezentralen Nahwärmenetzes Gebiet Rathaus – Szenario 3 71

Abbildung 76: Platzbedarf für die Unterbringung der beiden Gas-Kessel und des BHKW in Szenario 3 71

Abbildung 77: Entwicklung der Gesamtkosten der Versorgungsvarianten bei Szenario 1 76

Abbildung 78: Vergleich der CO₂-Emissionen der Versorgungsvarianten bei Szenario 1 76

Abbildung 79: Berechneter Wärmelastgang Szenario 2 – Versorgungsvariante BHKW, Pellet-Kessel und Gaskessel 77

Abbildung 80: Entwicklung der Gesamtkosten der verschiedenen Versorgungsvarianten bei Szenario 2 79

Abbildung 81: Vergleich der CO₂-Emissionen der Versorgungsvarianten bei Szenario 2 79

Abbildung 82: Berechneter Wärmelastgang Szenario 3 – Versorgungsvariante BHKW, Pellet-Kessel und Gaskessel 80

Abbildung 83: Entwicklung der Gesamtkosten der verschiedenen Versorgungsvarianten bei Szenario 3 82

Abbildung 84: Vergleich der CO₂-Emissionen der Versorgungsvarianten bei Szenario 2 82

Abbildung 85: Mögliche Leitungstrasse des Nahwärmenetzes „Warmnetz“ 83

Abbildung 86: Drei Szenarien für die Berechnung der Wärmebedarfsdichte und Wärmeverluste des „Warmnetzes“ 84

Abbildung 87: Wärmebedarfsdichte der beiden Szenarien im Vergleich zum Zielwert 85

Abbildung 88: Mögliche Leitungstrasse des Nahwärmenetzes „Kaltnetz“ 86

Abbildung 89: Drei Szenarien für die Berechnung der Wärmebedarfsdichte und Wärmeverluste des „Kaltnetzes“ 87

Abbildung 90: Vergleich der Netzverluste der drei Szenarien „Kaltnetz“ mit den Verlusten eines „Warmnetzes“ 89

Abbildung 91: Vergleich der beiden Szenarien „Minimalszenario“ und „Zielszenario“ zum Ausbau der Photovoltaik 91

Abbildung 92: Auswahl der verschiedenen Bereiche für das Energiekonzept des Neubaugebietes 95

Abbildung 93: Energiekonzept für das Neubaugebiet 95

Abbildung 94: Vergleich der CO₂-Emissionen des Neubaugebietes Bahnhofsareal Ötigheim mit einem Standard Neubaugebiet 96

Abbildung 95: Nahwärmenetz Gebiet Rathaus mit Pelletkessel, BHKW und Gaskessel - Zielszenario 99

Abbildung 96: Aufteilung Endenergieverbrauch nach Sektoren der Verursacher im Quartier 110

Abbildung 97: Aufteilung verwendete Energieträger im Quartier in den einzelnen Sektoren der Verursacher 111

Abbildung 98: Aufteilung des Primärenergieverbrauches nach Sektoren der Verursacher im Quartier 111

Abbildung 99: Aufteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren der Verursacher im Quartier 112

Abbildung 100: Einsparungen bei der Endenergie bis zum Jahr 2030 durch Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes 113

Abbildung 101: Einsparungen der Primärenergie bis zum Jahr 2030 durch Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes 114

Abbildung 102: Einsparungen der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 durch Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes 115

Abbildung 103: Einsparung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 durch Umsetzung der
Maßnahmen des Quartierskonzeptes..... 116

Abbildung 104: Vorstellung des Quartierskonzeptes beim Neujahrsempfang 2017 der Gemeinde
Ötigheim 117

Abbildung 105: Darstellung des Projektes im Gemeindeanzeiger der Gemeinde Ötigheim 118

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht von Wohngebäudetypen im Quartier	19
Tabelle 2: Zielsetzungen für das Quartierskonzept Ötigheim.....	30
Tabelle 3: Vergleich der spezifischen Verbräuche der Wohngebäude im Quartier mit Kennwerten	31
Tabelle 4: Eckwerte der Szenarien für das RegioENERGIE Netzwerk (Zeithorizont: 2030), Quelle: Klimaschutzkonzept RegioENERGIE 2017	34
Tabelle 5: Berechnungsgrundlage für Heizleistung und Heizwärmebedarf der Gebäude des Neubaugebietes.....	38
Tabelle 6: Ertrag einer PV-Anlage ohne Batteriespeicher und daraus resultierender Netzbezug/-einspeisung.....	44
Tabelle 7: Berechnungsergebnisse der PV-Anlage mit unterschiedlich großen PV-Speichern	44
Tabelle 8: Untersuchte Wärmequellen für die Variante mit Wärmepumpe	46
Tabelle 9: Durchschnittlicher Strompreis bei verschiedenen Größen des Batteriespeichers.....	58
Tabelle 10: Vergleich der Kosten, CO ₂ -Emissionen und Primärenergiefaktor der verschiedenen Versorgungsvarianten des Neubaugebietes.....	61
Tabelle 11: Vergleich der Kosten und der CO ₂ -Emissionen der verschiedenen Versorgungsvarianten - Szenario 1	75
Tabelle 12: Vergleich der Kosten und der CO ₂ -Emissionen der verschiedenen Versorgungsvarianten - Szenario 2	78
Tabelle 13: Vergleich der Kosten und der CO ₂ -Emissionen der verschiedenen Versorgungsvarianten - Szenario 3	81
Tabelle 14: Vergleich der Szenarien zum Ausbau der Photovoltaik im Quartier mit dem Bestand ...	90
Tabelle 15: Zusammenfassung von Nahwärmepreisen und Vergleich mit dezentraler Nahwärme Gebiet Rathaus Ötigheim - Zielszenario	98
Tabelle 16: Fördermöglichkeiten für die Umsetzung der Maßnahmen	100

Quellenverzeichnis

- BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., *Stromverbrauch: Energie-Info – Stromverbrauch im Haushalt*, Berlin 2016
- Umweltbundesamt, *Wohnfläche pro Bewohner: Wohnfläche*, 2016
- Statistisches Bundesamt, *Zensus 2011 – Gebäude und Wohnungen Bundesrepublik Deutschland*, 2011
- BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., *Energie-Info Stromverbrauch im Haushalt*, Berlin 2016
- BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., VKU Verband kommunaler Unternehmen e.V., GEODE – Groupement Européen des entreprises et Organismes de Distribution d'Énergie, *BDEW/VKU/GEODE-Leitfaden Abwicklung von Standardlastprofilen Gas*, Berlin 2011
- BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.BKI); *Baukosten 2016 Neubau, Statistische Kennwerte für Positionen*, Stuttgart, 2016
- Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS), *BMVBS-Online-Publikation, Nr.08/2012 – Ermittlung von spezifischen Kosten energiesparender Bauteil-, Beleuchtungs-, Heizungs- und Klimatechnikausführungen bei Nichtwohngebäuden für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur EnEV*, 2012
- Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, *Endbericht: Entwicklung der Energiemärkte –Energierferenzprognose Projekt Nr. 57/12*, 2012
- Deutsches Institut für Normung e.V. DIN (Hrsg.), *Energetische Bewertung von Gebäuden DIN 18599 – Ausgabe 2013*, 2013
- C.A.R.M.E.N. e.V., C.A.R.M.E.N. Merkblatt – Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen – Ein Beitrag zur effizienten Wärmenutzung und zum Klimaschutz, 2012
- Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI), *Potenziale der Elektromobilität bis 2050*, 2010
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, *Energetische Stadt-sanierung in der Praxis*, 2014
- Ministerium für Umwelt, Klima- und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, *Energiepreisbericht für Baden-Württemberg 2015*, 2015
- Statistische Bundesamt, *Daten zur Energiepreisentwicklung – Lange Reihe von Januar 2000 bis März 2017*, 2017
- Fraunhofer ISE, *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*, 2017
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, *Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetz sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020 – Endbericht*, Dezember 2016, 2016
- Forschungscenter betriebliche Immobilienwirtschaft FBI an der Technischen Universität Darmstadt, *Dezentrale vs. Zentraler Wärmeversorgung im deutschen Wärmemarkt – Vergleichende Studie aus energetischer und ökonomischer Sicht*, 2016