



# Energiekonzept für die Siedlungen Eichkamp und Heerstraße

2016

## Auftraggeber

Bürgerenergievereinigung  
Eichkamp / Heerstraße GbR Berlin

vertreten durch:



Uta Bauer  
Marienburger Allee 20  
14055 Berlin



Dr. Ulrich Bogner  
Zikadenweg 47  
14055 Berlin

## Auftragnehmer



DSK Deutsche Stadt- und  
Grundstücksentwicklungsgesellschaft  
Regionalbüro Berlin Brandenburg  
Axel-Springer-Str. 54B  
10117 Berlin  
Tel.: +49 30 311 69 74 0  
Fax: +49 30 311 69 74 98

### Bearbeitung:

Christian Voigt  
Denise Bock  
Mandy Hoffmann



infas Enermetric Consulting GmbH  
Bertolt-Brecht-Platz 3  
10117 Berlin  
Tel: +49 30 21 300-996  
FAX: +49 30 21 300-998  
www.infas-enermetric.de

### Bearbeitung:

Dr. Clemens Elbing  
Johannes Schabos  
Malin Berges

## September 2016

Gefördert durch:

Helmholtz-Zentrum Potsdam  
Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)  
Telegrafenberg  
14473 Potsdam

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Einführung</b> .....	<b>6</b>
1.1 Anlass und Zielsetzung des Energiekonzeptes .....	6
1.2 Geografische Einordnung des Quartiers .....	7
1.3 Aufgabenstellung, Konzeptaufbau und Methodik.....	9
1.3.1 Aufgabenstellung.....	9
1.3.2 Konzeptaufbau .....	9
1.3.3 Methodik.....	10
<b>2 Analyse des Status quo</b> .....	<b>12</b>
2.1 Städtebauliche Vorgaben .....	12
2.1.1 Städtebauliche Planungen .....	12
2.1.2 Siedlungsstruktur.....	15
2.1.3 Erschließung.....	18
2.1.4 Nutzung .....	19
2.2 Demografie und Sozialstruktur .....	20
2.2.1 Altersstruktur .....	20
2.2.2 Sozialstruktur.....	21
2.2.3 Haushaltsstruktur.....	22
2.3 Gebäudebestand, Typologie und Sanierungszustand .....	23
2.3.1 Wohngebäude .....	23
2.3.2 Öffentliche Gebäude.....	34
2.4 Energieversorgung und Energiebilanzierung .....	36
2.4.1 Technische Infrastruktur .....	36
2.4.2 Anlagentechnik .....	36
2.4.3 Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz der Wohngebäude im Quartier Eichkamp.....	38
2.4.4 Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz der Wohngebäude im Quartier Heerstraße .....	40
2.4.5 Erneuerbare Energien .....	42
2.5 Zusammenfassung der Ausgangslage.....	43
<b>3 Potenzialanalyse</b> .....	<b>45</b>
3.1 Vorgehen und Szenarienbetrachtung.....	45
3.2 Energetische Gebäudesanierung im Bestand.....	46
3.3 Geothermie.....	50
3.4 Wärmenetze .....	54
3.4.1 Nahwärmenetz .....	54
3.4.2 Kaltes Nahwärmenetz .....	56
3.4.3 Bewertung der Machbarkeit eines Nahwärmenetzes.....	56

3.4.4	Allgemeines Einsparpotenzial .....	61
3.4.5	Versorgungsvarianten V1 – V3 .....	61
3.5	Solarthermie .....	74
3.6	Photovoltaik .....	76
3.7	Zusammenfassung der Einsparpotenziale .....	79
<b>4</b>	<b>Umsetzungskonzept .....</b>	<b>82</b>
4.1	Partizipativer Prozess der Maßnahmenarbeit .....	82
4.2	Energetische Sanierung – Maßnahmenkataloge .....	84
4.3	Umsetzungsfahrplan.....	109
4.3.1	Quartierslösung .....	110
4.3.2	Insel-/Nachbarschaftsvarianten .....	118
4.3.3	Möglicher Zeitplan als Stufenplan .....	128
4.4	Hemmnisse und fördernde Maßnahmen.....	130
4.5	Öffentlichkeitsarbeit und Akteursaktivierung .....	132
<b>5</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>135</b>
<b>6</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>137</b>
6.1	Abbildungsverzeichnis.....	137
6.2	Tabellenverzeichnis .....	140
6.3	Abkürzungsverzeichnis .....	142

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

## ZUSAMMENFASSUNG

Seit 2012 verfolgen die Siedlervereine Eichkamp e.V. und Heerstraße e.V. in Berlin Charlottenburg-Wilmersdorf die Vision, eine eigene, nachhaltige Energieversorgung in ihren Quartieren umzusetzen. In ihrem ambitionierten Projekt haben sie sich einerseits die langfristig vollständige Eigenversorgung der Siedlungen insbesondere im Wärmebereich auf Basis regenerativer Energiequellen und andererseits die Senkung des Eigenenergiebedarfs bei den Wohngebäuden zum Ziel gesetzt. Für die Entwicklung und Umsetzung dieser beispielhaften Klimaschutzmaßnahmen haben sich die beiden Siedlervereine zu einer „Bürgerenergievereinigung“ zusammengeschlossen und mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) als eines von fünf Demonstrationsvorhaben im Rahmen des Strategieprojekts „Zwanzig20-Forum Wärmewende“ die Erstellung einer Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben. Das von August 2015 bis Juli 2016 durchgeführte Vorhaben wurde koordiniert durch das Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum (GFZ).

Die Siedlungen Eichkamp und Heerstraße dienen damit als Modellprojekt und stehen stellvertretend für innerstädtische Quartiere mit kleinteiligem, homogenen Siedlungsbau im Charakter einer Gartenstadt. Der fast ausschließlich selbstgenutzte Gebäudebestand stammt überwiegend aus den 1920er bis 1940er Jahren. Um die energetische und städtebauliche Ausgangssituation der beiden Siedlungen vollständig erfassen und bewerten zu können, wurden die Bewohnerinnen und Bewohner der Siedlungen aufgefordert, sich durch die Teilnahme an einer Fragebogenaktion aktiv in den Prozess der Datenerhebung und perspektivisch in die Konzeptentwicklung einzubringen. Besonders Informationen zu bereits durchgeführten energetischen Maßnahmen am Gebäude, zur derzeitigen Energie- und Wärmeversorgung, zur Bereitschaft Sanierungsmaßnahmen durchzuführen und zum Interesse, sich an ein Nahwärmenetz anzuschließen, waren für die Erstellung des energetischen Quartierskonzeptes von großer Bedeutung. Die engagierte Mithilfe der Bewohnerschaft verhalf mit einer Rücklaufquote von über 22 % zu einer fundierten Datenlage der ca. 775 Gebäude.

Städtebaulich und strukturell sind in den Siedlungen kaum Veränderungen möglich und auch der Ensembleschutz in der Heerstraßensiedlung schränkt das Engagement der Bewohnerschaft ein. Umso wichtiger war es, gemeinsam mit den Bewohnerinnen und Bewohnern Möglichkeiten der energetischen Sanierung abzustimmen und das Interesse an der Umsetzung von Maßnahmen zu wecken. Ein umfassender Bedarf wurde festgestellt: über alle Gewerke der Gebäudehülle und die Heizungen besteht erhebliches Sanierungspotential. Gebäudetypologie-bezogene Empfehlungen wurden in einem umsetzungsorientierten Maßnahmenkatalog zusammengestellt. Unterstützend wurden thermografische Aufnahmen und Analysen dazu mit in die Schwachstellenbewertung zu den Gebäuden eingebunden.

Auf der Grundlage einer Szenariobetrachtung des Sanierungspotenzials erfolgten die Ermittlung der zukünftigen Einspareffekte bei Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Ausstoß sowie eine Verifizierung prognostizierter Bedarfswerte zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeitsgrenze eines zukünftigen Wärmenetzes. Die Einschätzung der möglichen Sanierungsdynamik in den Quartieren wurde mit den zukünftig möglichen bzw. erforderlichen Systemtemperaturen abgeglichen.

Unter Bezugnahme auf die übergeordnete Aufgabenstellung der Machbarkeit eines Niedrigtemperatur-Nahwärmenetzes auf der Basis oberflächennaher Geothermie in Siedlungsgebieten geringer Dichte wurden verschiedene Handlungsvarianten für die Energieversorgung technisch konzipiert und im

Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung bewertet. Die Studie betrachtete dabei Konzeptvarianten auf Quartiers-, Insel- und Nachbarschaftsebene. Als hervorzuhebendes Ergebnis der Machbarkeitsstudie ist festzuhalten, dass sich abschließend alle Konzeptvarianten - bei hohen Anschlussquoten - als technisch machbar und wirtschaftlich umsetzbar darstellten. Als wirtschaftlich werden in dem Zusammenhang Varianten mit einem wettbewerbsfähigen ablegbaren Wärmepreis bewertet.

In allen Varianten ist dabei die Wärmeversorgung aus oberflächennahen Geothermieanlagen (ca. 75% des Wärmebedarfs) und BHKWs (ca. 25% des Wärmebedarfs) geplant. Der in den BHKWs erzeugte Strom wird für den Betrieb von Netzpumpen, Geothermieanlagen und Wärmepumpen als Kundenanlage genutzt. Über dieses Konstrukt können Steuern und Umlagen auf den erforderlichen Strombedarf eingespart werden. Besonders innovativ ist die untersuchte Versorgung mit Wärme aus Geothermieanlagen über Kaltnetze (ca. 12°C Vorlauftemperatur). Das erforderliche Vorlauftemperaturniveau der Gebäude wird dabei über Wärmepumpen erzielt. Dazu müssen Gebäude vollständig oder zumindest teilweise saniert werden, um bei einer Absenkung der Vorlauftemperatur noch den Wärmebedarf des Gebäudes versorgen zu können. Wie weit Gebäude dazu energetisch saniert werden müssen, muss noch im Einzelfall am konkreten Gebäude bewertet werden.

Neben der Verlegung von Wärmenetzen ist dazu auch die Verlegung eines eigenen Stromnetzes geplant. Ein weiterer herauszustellender Erfolg der Machbarkeitsstudie ist die Zustimmung der öffentlichen Verwaltung zu einer Verlegung der erforderlichen (privaten) Versorgungsleitungen im öffentlichen Straßenland.

Um wettbewerbsfähige Wärmepreise zu erzielen gilt es, in den Versorgungsgebieten möglichst viele Haushalte zum Anschluss zu motivieren bzw. auch angrenzende Akteure im Nahbereich wie Schulen, Kitas, Sportstätten und Studentenwohnheime zu Beteiligung zu bringen. Hierzu erfolgte eine intensive Einbindung der Bewohner, bezirklicher Fachämter bzw. benachbarter Nutzer in den Erstellungsprozess. Von Beginn an lag somit ein besonderes Augenmerk auf die Aktivierung, Motivation und Kommunikation mit den Bewohnerinnen und Bewohnern, die durch Diskussionsforen und Runde Tische sowie über die Webseite [www.energie-eichkamp-heerstrasse.de](http://www.energie-eichkamp-heerstrasse.de) in die Konzepterstellung eingebunden waren.

Im Ergebnis der Machbarkeitsstudie wird auch deutlich, dass bei geringen Anschlussquoten die „großen“ Quartierslösungen nur wirtschaftlich umsetzbar sind wenn nennenswerte Anteile der Investitionen über Fördermittel finanziert werden. Für die Quartierslösung ist außerdem förderlich, wenn öffentliche Gebäude mit versorgt werden, um hier Wärmemengen zu vertreiben und einen Teil der Einnahmen über den Vertrieb von Wärme zu sichern. Auch sind diese öffentlichen Gebäude ideale Standorte für die BHKWs.

Ein weiteres Ergebnis ist, dass sich kleine Pilotprojekte als sinnvoll erweisen, da auch diese wettbewerbsfähige Wärmepreise bieten. Dies können kleine Nachbarschaftsmodelle (z.B. Versorgung von 8-15 privaten Haushalten) sein oder auch Insellösungen zur Versorgung eines öffentlichen Gebäudes und der Versorgung von Privathaushalten in einem Teilbereich des Quartiers. Dabei können die Standorte der öffentlichen Gebäude und Sportstätten einerseits als Standorte für die Heizzentralen genutzt werden und gleichzeitig die Abwärme aus dem BHKW nutzen. Ähnlich wie für die Quartierslösungen ist die Einbindung von Fördermitteln auch für Insel- und Nachbarschaftsmodelle wirtschaftlich attraktiv, um das Investitionsvolumen bzw. den Finanzierungsanteil im Wärmepreis zu reduzieren. Diese möglichen Umsetzungspfade erscheinen aufgrund der weiteren Aktivitäten vor Ort wie

- einer geplanten Beantragung eines energetischen Sanierungsmanagers über KfW 432 mit Einbindung und Unterstützung des Bezirksamtes
- erste Abstimmungen zur möglichen Bildung von strategischen Partnerschaften mit interessierten Versorgern sowie der
- Einbindung des Projektes in weitere Fördermaßnahmen (z.B. Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt)

realistisch und werden von der Bürgerenergievereinigung weiter vorangetrieben.

Ergebnisse der Machbarkeitsstudie sind bundesweit auf ähnliche Bestandsquartiere übertragbar. Die Realisierung von einem oder mehreren Pilotvorhaben auf Nachbarschafts- oder Inselebene wäre ein Leuchtturmprojekt für die Siedlungen und bundesweit für ähnliche Bestandsquartiere. Dies gilt es im nächsten Schritt über das geplante Sanierungsmanagement zu erreichen.

Ein noch größerer Leuchtturm wäre die Umsetzung auf Quartiersebene. Dazu sind jedoch Fördermittel, ein hoher Anschlussgrad sowie die Einbindung eines Sanierungsmanagers als zentraler Ansprechpartner und Netzwerker im Quartier zwingend erforderlich.

Sobald die Entscheidung zur Umsetzung einer Arealversorgung fällt, planen die Siedlungsvereine die gemeinsame Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft, um Kapital einzuwerben und die Anwohner an der Versorgung zu beteiligen. Die Machbarkeitsstudie bietet hier bereits erste Ansätze zur gesellschaftsrechtlichen Strukturierung. Möglich erscheint ein rein genossenschaftliches Modell aber auch eine GmbH oder GmbH & Co KG. In allen Varianten ist auch eine Beteiligung eines strategischen Investors aus der Energiewirtschaftlich sinnvoll, um Kapital und Know-how für Betrieb und Instandhaltung einzubinden.

## 1 EINFÜHRUNG

### 1.1 Anlass und Zielsetzung des Energiekonzeptes

Die energetische Erneuerung der Städte wird seit Langem gefordert und steht seit Anfang 2010 als ein Hauptziel auch im Energiekonzept der Bundesregierung. Jedoch bleibt es bislang aufgrund der auf Einzelgebäude ausgerichteten Förderpraxis bei eher „zufälligen“ Einzelmaßnahmen, die gesamtstädtisch nur eine geringe Effizienz aufweisen und nicht in ein übergeordnetes quartiersbezogenes Maßnahmen- und Versorgungskonzept integriert sind.

Zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis 2050 sind umfassende Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in den Kommunen dringend erforderlich. Ein Ansatz ist hierbei, vertiefende integrierte Konzepte für Quartiere zu erarbeiten und dadurch eine Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude und der Infrastruktur, insbesondere zur Wärmeversorgung zu entwickeln und umzusetzen.

Da der Erfolg der Energiewende in Deutschland mit einem wesentlichen Baustein auf dem Erfolg der Wärmewende basiert, fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Strategieprojekts „Zwanzig20-Forum Wärmewende“ fünf Demonstrationsvorhaben in Ostdeutschland mit dem Ziel, exemplarische Lösungen zur regenerativen Quartiersversorgung unter Beachtung technologischer, rechtlicher und wirtschaftlicher Herausforderungen zu entwickeln. Die Quartiere Eichkamp und Heerstraße wurden als eines dieser fünf Demonstrationsprojekte ausgewählt und stehen stellvertretend für innerstädtische Quartiere mit Einfamilien- und Reihenhausbebauung im Stil einer Gartenstadt. Das Vorhaben wird koordiniert durch das Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum (GFZ).

Auch der Senat von Berlin hat sich zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele ehrgeizige Ziele gesetzt. Bis 2020 sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen um mindestens 40 Prozent (gegenüber 1990) reduziert werden. Außerdem hat sich Berlin als Mitglied des Klima-Bündnisses dazu verpflichtet, die Pro-Kopf Emissionen bis 2030 zu halbieren. Als langfristiges Ziel hat die Regierungskoalition die Entwicklung Berlins zu einer klimaneutralen Stadt bis zum Jahr 2050 in Angriff genommen. In dem am 6. Juni 2016 vom Abgeordnetenhaus verabschiedeten Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (Umsetzungszeitraum 2016 – 2020) werden als relevante und konkrete Maßnahmen beispielsweise die „Entwicklung und Umsetzung von Quartierskonzepten“ (Maßnahme GeS 1) sowie die „Behutsame energetische Optimierung ... sonstiger erhaltenswerter Bausubstanz“ (Maßnahme GeS 6) benannt.

Im Rahmen des vorliegenden quartiersbezogenen Energiekonzeptes soll die Machbarkeit von dezentralen Energieversorgungsvarianten für die Siedlungen Eichkamp und Heerstraße entwickelt und aus technischer und wirtschaftlicher Sicht überprüft werden. Dabei sollen Sanierungsvarianten für die vorherrschenden Gebäudetypologien entwickelt und für die zukünftige Versorgung umsetzbare dezentrale Energieversorgungsvarianten betrachtet werden. Der Fokus liegt dabei auf der Senkung des Eigenenergiebedarfs bei den Wohngebäuden und einer langfristig vollständigen Eigenversorgung der Siedlungen insbesondere im Bereich Wärme auf der Basis regenerativer Energiequellen sowie auf der Einbettung des Gesamtprozesses in eine breite Bürgerbeteiligung in beiden Siedlungen



## 1.2 Geografische Einordnung des Quartiers

Die Quartiere Eichkamp und Heerstraße befinden sich im Berliner Ortsteil Westend des Bezirks Charlottenburg-Wilmersdorf am Rand der westlichen City. Sie werden durch den Öffentlichen Personennahverkehr über den S-Bahnhof Heerstraße (Linie S5) und die Buslinien M49, X34, X49 und 218 (Siedlung Heerstraße) sowie über die S-Bahnhöfe Messe Süd (Linie S5), Grunewald (Linie S7) und die Buslinien 349, M19, 186 (Siedlung Eichkamp) erschlossen. An das überörtliche Straßennetz sind die Siedlungen über die stark frequentierte Bundesstraße B5 (Heerstraße) und die Autobahn A115 angeschlossen.

Das Klimaquartier Eichkamp / Heerstraße wird wie folgt begrenzt:

Siedlung Eichkamp:

- Nordosten: S-Bahn-Trasse entlang der Jafféstraße
- Osten: Eichkampstraße
- Südwesten: Dauerwaldweg
- Westen: diverse Sportanlagen

Siedlung Heerstraße:

- Norden: Heerstraße
- Osten: S-Bahn-Trasse entlang der Jafféstraße
- Süden: Waldschulallee
- Westen: Lötzener Allee.



Abbildung 1: Lage der Quartiere<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eigene Darstellung, GeoBasis-DE/LGB & SenStadt III, Geoportal Berlin/ALK Berlin, 31.03.2015

### 1.3 Aufgabenstellung, Konzeptaufbau und Methodik

#### 1.3.1 Aufgabenstellung

Die Machbarkeitsstudie zielt auf die Erstellung eines Maßnahmenkataloges zur Umsetzung eines quartiersbezogenen Energiekonzeptes ab, das Akteuren vor Ort konkrete Handlungsoptionen zur kurz-, mittel- und langfristigen Steigerung der Energieeffizienz, Senkung des Energieverbrauchs und der Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aufzeigen soll. Zum Aufbau des Maßnahmenkataloges wird die Ausgangssituation im Quartier analysiert und auf Basis dessen die spezifischen Potenziale vor Ort ermittelt. Im Ergebnis soll ein wirtschaftliches und umsetzbares quartiersbezogenes Energiekonzept erstellt werden, das Empfehlungen und konkrete Schritte für die energetische Sanierung der Gebäude sowie für die Entwicklung der Energieversorgung im Quartier benennt.

#### 1.3.2 Konzeptaufbau

Die Entwicklung des Energiekonzeptes betrachtet den Sanierungszustand der Gebäude, die Energieversorgungssysteme vor Ort, den Einsatz erneuerbarer Energien sowie städtebauliche, wohnungswirtschaftliche und demografische Belange.



Abbildung 2: Aufbau des Energiekonzeptes

Das Energiekonzept baut auf der städtebaulichen und energetischen Analyse des Ausgangszustands in verschiedenen Handlungsfeldern der beiden Siedlungen auf. Bestehende Planungsgrundlagen und Konzepte, die das Quartiersgebiet betreffen, sowie bestehende Bürgerberatungsangebote und Akteursnetzwerke werden untersucht, das Quartier besichtigt und durch eine Fotodokumentation der Gebäude sowie eine Gebäudetypologieeinordnung festgehalten. Die Aufstellung einer Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz dient als Basis der Potenzialberechnung und schließt die Analyse ab. Durch die Ermittlung bereits erfolgter Sanierungsmaßnahmen und einer Prognose-Betrachtung des zukünftigen Sanierungsumfanges wird die Potenzialanalyse untersetzt und die zukünftigen Bedarfswerte verifiziert. Die Einbindung der Akteure vor Ort wie Gebäudeeigentümer erfolgt durch verschiedene öffentliche Beteiligungsmöglichkeiten wie Versammlungen vor Ort sowie einer umfangreichen Onlinebefragung.



Abbildung 3: Thematische Schwerpunkte des Quartierskonzepts

Vorschläge, Ideen und Wünsche der Bürger sowie die erarbeiteten Minderungspotenziale im Quartiersgebiet werden in einen Maßnahmenkatalog eingearbeitet, der als zukünftige Grundlage für die Umsetzung der gesteckten Ziele dient.

Die Darstellung und Diskussion von Hemmnissen und fördernden Maßnahmen sowie ein Öffentlichkeitsarbeitskonzept rundet die erarbeitete Konzeption ab und sollen die Umsetzungswahrscheinlichkeit der zu wählenden Konzeptvarianten steigern sowie Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer im Quartiersgebiet bei energieeffizienzsteigernden Vorhaben unterstützen. Zudem dient das Quartierskonzept als zentrale Arbeitsgrundlage zur Verfolgung der definierten Ziele.

### 1.3.3 Methodik

Neben der Analyse bestehender Planungsgrundlagen, ortsspezifischer Fachliteratur und ortsspezifischer Statistiken wird ein besonderes Augenmerk auf die Einbeziehung, Aktivierung, Motivation und Kommunikation mit den Bewohnerinnen und Bewohnern gerichtet. Deren Partizipation am Prozess und deren Aktivierung hat einen besonders hohen Stellenwert, da sie bei der Umsetzung die wichtigsten Partner darstellen

#### *Statistische Erhebung mit Fragebogen*

Um die energetische und städtebauliche Ausgangssituation der beiden Siedlungen vollständig erfassen und bewerten zu können, wurden die Bewohnerinnen und Bewohner der Siedlungen aufgefordert, sich durch die Teilnahme an einer Fragebogenaktion aktiv in den Prozess der Datenerhebung einzubringen. Besonders Informationen zu bereits durchgeführten energetischen Maßnahmen am Gebäude, zur derzeitigen Energie- und Wärmeversorgung, zur Bereitschaft Sanierungsmaßnahmen durchzuführen und zum Interesse, sich an ein zukünftiges Nahwärmenetz anzuschließen, sind für die Erstellung des energetischen Quartierskonzeptes von großer Bedeutung. Die engagierte Mithilfe der Bewohnerschaft verhalf mit einer Rücklaufquote von über 20 % zu einer fundierten Datenlage der 767 Gebäude.

#### *Steuerungsrunden mit Vertretern der Bürgerenergievereinigung*

Die beauftragten Planungsbüros und Vertreter der Bürgerenergievereinigung hatten in insgesamt sieben Steuerungsrunden die Möglichkeit, sich zum aktuellen Stand des Gutachtens, zur weiteren Vorgehensweise und Strategien der Bewohneraktivierung auszutauschen.

### *Einbeziehung der Bewohnerschaft im Rahmen von Bürgerveranstaltungen*

Ein zentraler Baustein des Partizipationsprozesses war die Information und Beteiligung der Bewohnerschaft mittels Bürgerveranstaltungen. Im Rahmen einer öffentlichen Auftaktveranstaltung im September 2015 wurden den Bewohnern das Projekt und dessen Zielsetzung vorgestellt und für die Idee der Erzeugung, Nutzung und Verteilung eigener Energie im Rahmen einer gemeinsamen Energie-Genossenschaft geworben.

Während eines 1. Runden Tisches wurden im November 2015 die Ergebnisse aus der Fragebogen-Aktion sowie die ersten Rückschlüsse zu Sanierungsbedarf und Versorgungsnetzen der Öffentlichkeit vorgestellt. Zudem wurde in Form von kleineren Arbeitsgruppen den Bewohnern die Möglichkeit gegeben, sich unter dem Thema „Energetische Gebäudesanierung“ über Praxisbeispiele der Gebäudesanierung vor Ort zu informieren und eigene Erfahrungen einzubringen.

Im April 2016 fand ein 2. Runder Tisch zum Thema „Dezentrale Energieversorgung“ statt. Den interessierten Bewohnern wurde dabei auch der aktuelle Stand des Gutachtens, die räumlich differenzierten Versorgungsvarianten sowie die verschiedenen technologischen Herangehensweisen für eine zukünftige Energieversorgung vorgestellt. Im Anschluss wurden im Plenum die vorgestellten Themen diskutiert und offene Fragen geklärt.

Eine Abschlussveranstaltung wurde im Juli 2016 durchgeführt, in der die Endergebnisse des energetischen Quartierskonzeptes vorgestellt und die weiteren Schritte zur Umsetzung einer eigenständigen Energieversorgung abgestimmt wurden. Wichtiger Bestandteil der Veranstaltung war die Einholung eines Meinungsbildes und die plangrafische Verräumlichung von Siedlungsteilbereichen mit Eigentümerinteresse an der Konzeptumsetzung.

### *Weitere Öffentlichkeitsarbeit*

#### *Webseite*

Im Rahmen des Projektes wurde unter „[energie-eichkamp-heerstraße.de](http://energie-eichkamp-heerstraße.de)“ eine Webseite zur Information und Interaktion mit der Öffentlichkeit eingerichtet. Der interessierte Besucher hatte so die Möglichkeit, sich über das Projekt und den aktuellen Stand des Gutachtens zu informieren sowie die Inhalte und Ergebnisse der Öffentlichkeitsveranstaltungen nachzulesen. Des Weiteren war es möglich, z. B. den Fragebogen zur Datenerhebung per Online-Formular einzusenden.

## 2 ANALYSE DES STATUS QUO

### 2.1 Städtebauliche Vorgaben

#### 2.1.1 Städtebauliche Planungen

##### *Flächennutzungsplan*

Der Flächennutzungsplan (FNP) von Berlin<sup>2</sup> trifft für die Siedlungen Heerstraße und Eichkamp und die unmittelbar angrenzende Umgebung folgende Aussagen:

Die Siedlungsgebiete sind als Wohnbauflächen (W4) mit einer maximal zulässigen Geschossflächenzahl (GFZ) von 0,4 dargestellt. Diese Wohnbauflächen sind darüber hinaus durch landschaftliche Prägung zum Schutz der Umwelt in der Nutzung beschränkt. Zwischen den Siedlungen liegen Gemeinbedarfsflächen (Schule), Gemeinbedarfsflächen mit hohem Grünanteil (Schule, Hochschule und Forschung, Sport) und Grünflächen (teilweise Sport). Umgeben werden die Quartiere im Südwesten, Westen und Nordwesten von Waldflächen, im Nordosten, Osten und Südosten von Verkehrsflächen (Autobahn, übergeordnete Hauptverkehrsstraßen, Bahnflächen).

##### *Stadtentwicklungsplanung*

Die Stadtentwicklungspläne (STEP) Wohnen 2025<sup>3</sup>, Klima<sup>4</sup>, Industrie und Gewerbe<sup>5</sup>, Zentren<sup>6</sup> und Verkehr<sup>7</sup> treffen für die Siedlungen Eichkamp und Heerstraße für die Erstellung des Energiekonzepts keine relevanten Aussagen. Im STEP Verkehr werden die im Norden an die Siedlung Heerstraße angrenzende Heerstraße sowie die im Osten an die Siedlung Eichkamp angrenzende A 115 als großräumige Straßenverbindung Stufe 1 dargestellt, die Jaffestraße als übergeordnete Straßenverbindung Stufe 2.

##### *Bereichsentwicklungsplanung*

Im Bereichsentwicklungsplan (BEP) des Bezirks Charlottenburg-Wilmersdorf<sup>8</sup> sind die beiden Siedlungen als Siedlungsbereiche mit landschaftlicher Prägung dargestellt. Die Bereiche zwischen den Siedlungen sind als Grünflächen, Fläche für Gemeinbedarf bzw. Fläche für Gemeinbedarf mit hohem Grünanteil und Sondergebiet mit hohem Grünanteil, Zweckbestimmung ungedeckte Sportanlage und Dauerkleingärten ausgewiesen.

##### *Sonstige Rahmenplanungen*

Für die Siedlungen sind zur Zeit keine Rahmenplanungen oder informelle Planungen vorgesehen.<sup>9</sup>

##### *Bebauungsplanung*

Für das Gebiet der Siedlungen Heerstraße und Eichkamp ist durch den Baunutzungsplan von 1958 / 1960 ein Allgemeines Wohngebiet festgesetzt. Das Maß der baulichen Nutzung ist gemäß Baustufe II/2 mit einer GRZ von 0,2 und einer GFZ von 0,4 dargestellt. Bautiefen und Fluchtlinien sind für die

<sup>2</sup> FNP Berlin in der Fassung der Neubekanntmachung vom 5. Januar 2015 (ABl. S. 31), zuletzt geändert am 3. Mai 2016 (ABl. S. 1062).

<sup>3</sup> Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Stadtentwicklungsplan (STEP) Wohnen 2025, Juli 2014.

<sup>4</sup> Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Stadtentwicklungsplan (STEP) Klima, Mai 2011.

<sup>5</sup> Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Stadtentwicklungsplan (STEP) Industrie und Gewerbe, Mai 2011.

<sup>6</sup> Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Stadtentwicklungsplan (STEP) Zentren, Juli 2011.

<sup>7</sup> Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Stadtentwicklungsplan (STEP) Verkehr, März 2011.

<sup>8</sup> Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf, Bereichsentwicklungsplanung, Oktober 2007.

<sup>9</sup> Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf, Fachbereich Stadtplanung, Gespräch am 21.10.2015.

Siedlungen nicht festgesetzt, so dass die Zulässigkeit von Bauvorhaben außerhalb von ansonsten festgesetzten Bebauungsplänen nach § 34 BauGB beurteilt wird<sup>10</sup>.

In der Siedlung Heerstraße liegen mit den B-Plänen VII-78 und VII-172 Bebauungspläne für Teilbereiche vor. Im B-Plan VII-78 von 1961 wird eine Sonderzweckfläche (Studentenwohnheim) mit einer GFZ 0,4 festgesetzt, im B-Plan VII-172 von 1978 ein allgemeines Wohngebiet mit einer GRZ 0,4, GFZ 0,4, zwei Vollgeschossen und offener Bauweise (sog. „Engländersiedlung“).

In der Siedlung Eichkamp liegt nur der B-Plan VII-196 von 1976 für die Reinfeldler-Schule vor. Hier wird eine Gemeinbedarfsfläche (Schule) mit einer GFZ 0,7 und zwei bzw. vier Vollgeschossen festgesetzt.

### *Denkmalschutz*

Die im Stil einer Gartenstadt angelegte Siedlung Heerstraße wurde in den 1920er Jahren nach dem Bebauungsentwurf des Architekten Bruno Möhring errichtet. Die Architekten Helmcke, Feldhuber und Gorgas entwarfen hierfür ca. 260 Gebäude (überwiegend Doppel- und Reihenhäuser), die in zwei Bauabschnitten errichtet wurden. Der südöstliche Teil der Marienburger Allee wurde in den 1930er Jahren ergänzt. Heute besteht das Quartier aus insgesamt 268 Gebäuden. Durch die schmalen Siedlungsstraßen bewahrt sich das Quartier eine dörfliche Atmosphäre.

Die Siedlung Heerstraße steht seit 1998 zum einen als Denkmalbereich (Gesamtanlage) und zum anderen mit ihren einzelnen Baukörpern unter Denkmalschutz<sup>11</sup>.

Die geschlossene Reform-Siedlung Eichkamp aus den 1920er Jahren zählt 499 Gebäude. Der Großteil entstand zwischen 1918 und 1929. Sie wurde von Max und Bruno Taut, Martin Wagner, Franz Hoffmann u. a. als preisgünstiger Wohnraum für Angestellte und Beamte am damaligen Berliner Stadtrand konzipiert. Durch die charakteristischen Reihen- und Doppelhäuser sowie den reichlichen Baumbestand wird eine dörfliche Atmosphäre vermittelt. Einzelne Gebäude der Siedlung stehen unter Denkmalschutz<sup>12</sup>.

<sup>10</sup> Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf, Fachbereich Stadtplanung, Gespräch am 21.10.2015.

<sup>11</sup> Denkmalliste Berlin, Stand: 16.02.2015: Objektnummer 09040519

<sup>12</sup> Denkmalliste Berlin, Stand: 16.02.2015:

Objektnummer 09096278: Kühler Weg 9, Haus Arnold Zweig,

Objektnummer 09096509: Zikadenweg 12, Einfamilienhaus (Doppelwohnhauhälfte) mit Wirtschafts- und Stallgebäude

Objektnummer 09096508: Zikadenweg 10, Einfamilienhaus (Doppelwohnhauhälfte) mit Wirtschafts- und Stallgebäude

Objektnummer 09096134: Dauerwaldweg 1, Gesamtanlage, Studentenwohnheim der Ev. Studentengemeinde an der Technischen Universität Berlin,



Abbildung 4: Baudenkmäler und Denkmalbereiche<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Eigene Darstellung, Grundlage Denkmalbestandskartierung im Landesdenkmalamt Berlin, Stand: 19.06.2015



### 2.1.2 Siedlungsstruktur



Abbildung 5: Quartiersplatz Lötzener- / Neidenburger- / Soldauer Allee, eigene Aufnahme



Abbildung 6: Quartiersplatz Soldauer Straße, eigene Aufnahme



Abbildung 7: Straßenzug Kurländer Allee, eigene Aufnahme

Die Siedlungen Eichkamp und Heerstraße zeichnen sich durch eine lockere, offene Bebauung mit vorwiegend ein- bis zweigeschossigen Einfamilien-, Mehrfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern aus.

Der öffentliche Raum ist geprägt von baumgesäumten Straßen und vereinzelt Quartiersplätzen. Die Quartiersplätze sind für Teilbereiche der Siedlungen strukturgebend, bieten jedoch kaum Aufenthaltsqualität. Eine Ausnahme bildet der Platz an der Soldauer Straße am nördlichen Rand der Heerstraßensiedlung, welcher mit Stadtmöbeln ausgestattet ist.

Halböffentliche Räume sind zwischen den Siedlungen in den Gemeinweseneinrichtungen in Form von Schulen und Sportstätten zu finden. Zudem wird mit dem Haus Eichkamp in der Siedlung Eichkamp ein Ort der Begegnung für die Siedlerinnen und Siedler geboten.

Prägend für die Siedlungen ist der private Raum. Hinter der vorwiegend straßenseitigen Bebauung sind im rückwärtigen Teil der zumeist 30-45 m tiefen Grundstücke Bereiche für private Gartennutzung vorhanden.

Während des zweiten Weltkriegs wurden viele Gebäude der Siedlungen Heerstraße und Eichkamp durch Bombenabwurf zerstört oder stark beschädigt. In der Siedlung Eichkamp waren insbesondere Gebäude der Straßenzüge Im Hornisgrund / Alte Allee, Eichkatzweg, Lärchenweg und nördlicher Zikadenweg betroffen. In der Heerstraße waren die Schäden nicht auf bestimmte Straßenzüge konzentriert.

Beim Wiederaufbau wurde die kleinteilige, lockere und offene Struktur der Siedlungen mit seinen typischen Gebäudetypen erhalten.



Abbildung 8: Ausschnitt der Gebäudeschäden in den Siedlungen Heerstraße und Eichkamp, 1945<sup>14</sup>

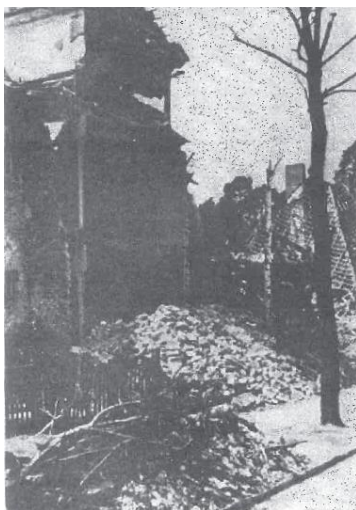


Abbildung 9: Kurländer Alle 13, ca. 1944<sup>15</sup>



Abbildung 10: Neidenburger Allee, Kurländer Allee mit Stadtplatz, Marienburger Allee, 2015<sup>16</sup>

<sup>14</sup> Geoportal Berlin / „Gebäudeschäden 1945“ aus der Veröffentlichung: "Städtebauliche Entwicklung Berlins seit 1650 in Karten"

<sup>15</sup> Foto: Hans-Otto Sauber

<sup>16</sup> Bing Maps, Vogelperspektive, 2015



Abbildung 11: Kiefernweg, Ecke Eichkatzweg, ca. 1943<sup>17</sup>



Abbildung 12: Kiefernweg, Ecke Eichkatzweg, 2015<sup>18</sup>



Abbildung 13: Zikadenweg, Ecke Lärchenweg, ca. 1943<sup>19</sup>



Abbildung 14: Zikadenweg, Ecke Lärchenweg, 2015<sup>20</sup>

### Städtebauliche Dichte

Der Umweltatlas Berlin stellt blockgenaue städtebauliche Dichten dar (vergleiche hierzu Abbildung 15 und Abbildung 16). In der Siedlung Eichkamp weisen nach eigenen Berechnungen 29% der Blöcke eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0,2 auf und liegen damit gemäß dem Baunutzungsplan von 1958 am zulässigen Maß der baulichen Nutzung. 31% der Blöcke weisen mit einer derzeitigen GRZ von 0,1 Verdichtungspotenzial auf. Bei der Geschossflächenzahl (GFZ) besteht bei 46% der Blöcke Ausbaupotenzial, da diese nur eine GFZ von 0,3 der zulässigen 0,4 aufweisen.<sup>21</sup>

In der Siedlung Heerstraße weisen 83% der Blöcke eine GRZ von 0,2 auf und liegen damit am zulässigen Maß der baulichen Nutzung. Bei 17% der Blöcke besteht Verdichtungspotenzial, da diese eine GRZ von 0,1 aufweisen. Die zulässige GFZ von 0,4 erreichen 22 % der Blöcke; bei 67 % besteht

<sup>17</sup> Goos / Heyde: Eichkamp – eine Siedlung am Rande mitten in Berlin, 1999.

<sup>18</sup> Bing Maps, Vogelperspektive, 2015.

<sup>19</sup> Goos / Heyde: Eichkamp – eine Siedlung am Rande mitten in Berlin, 1999.

<sup>20</sup> Bing Maps, Vogelperspektive, 2015.

<sup>21</sup> Umweltatlas Berlin / Karte der Gebäudegeschosse auf Grundlage des Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK), III F 3, Stand: 30.6.2011

mit einer GFZ von 0,3 Ausbaupotential. Die zulässige GFZ gemäß Baunutzungsplan wird bei 11 % der Blöcke überschritten.

Die tatsächliche Bebauung bietet laut Aussage des Stadtplanungsamtes Charlottenburg-Wilmersdorf jedoch kein Nachverdichtungspotential in der Fläche. Ausbaupotential im Bereich der Wohnfläche wird im Bereich des Dachgeschossausbaus gesehen. Dies ist in beiden Siedlungen möglich, trotz des flächendeckenden Ensembleschutzes in der Heerstraße, und wird der baulichen Erweiterung in den Blockinnenbereichen bevorzugt.<sup>22</sup> Das Studentenwerk beabsichtigt eine Nachverdichtung des Wohnheims Eichkamp. Der Bauantrag liegt der zuständigen Behörde bereits vor<sup>23</sup>.

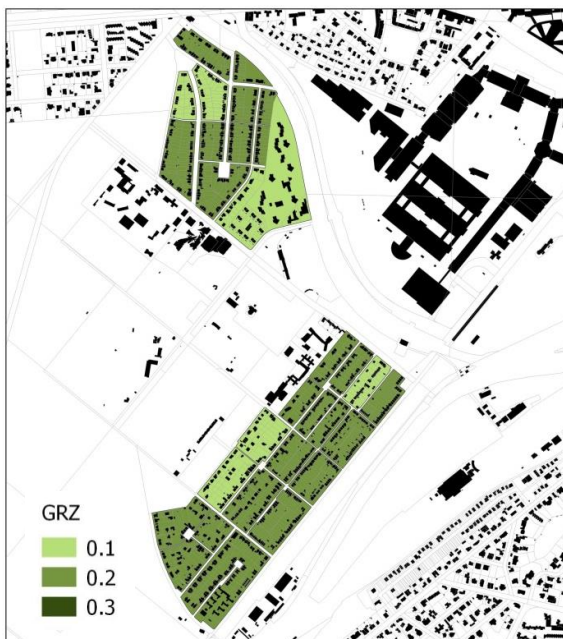


Abbildung 15: Städtebauliche Dichte<sup>24</sup> – GRZ  
(Grundflächenzahl)

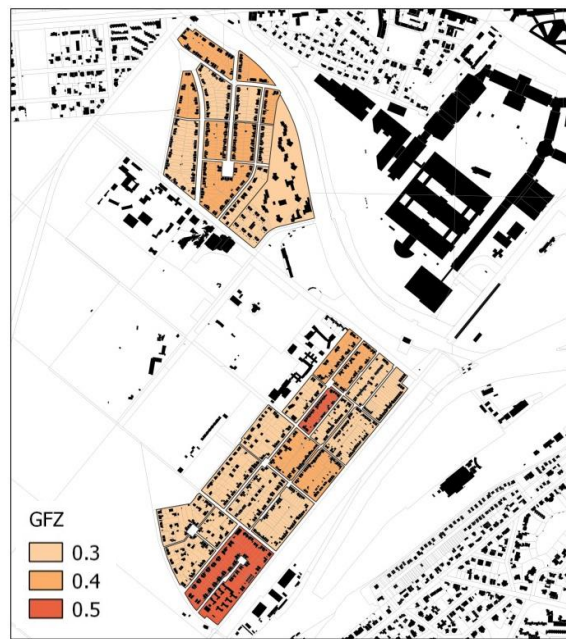


Abbildung 16: Städtebauliche Dichte<sup>25</sup> – GFZ  
(Geschossflächenzahl)

### 2.1.3 Erschließung

Die beiden Siedlungen werden mit dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) über die S-Bahnhaltestellen Heerstraße, Messe Süd und Grunewald erschlossen. Innerhalb eines 600m Radius (entspricht ca. 10 Gehminuten) kann nahezu das gesamte Gebiet fußläufig erreicht werden.

Für den motorisierten Individualverkehr (MIV) gibt es je Siedlung zwei anliegende Erschließungsstraßen. Die Siedlung Heerstraße kann im Norden über die Teufelsseestraße und im Süden über die Harbigstraße erschlossen werden, für die Siedlung Eichkamp gilt dies im Nordosten und im Süden jeweils für die Eichkampstraße. Da der gesamte Verkehr der Siedlung über diese Punkte abfließt, kommt es hier in Stoßzeiten zu erheblichem Verkehrsaufkommen.

<sup>22</sup> Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf, Fachbereich Stadtplanung, Gespräch am 21.10.2015.

<sup>23</sup> Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf, Fachbereich Stadtplanung, Gespräch am 21.10.2015.

<sup>24</sup> Eigene Darstellung, Umweltatlas Berlin / Karte der Gebäudegeschosse auf Grundlage des Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK), III F 3, Stand: 30.6.2011

<sup>25</sup> Eigene Darstellung, Umweltatlas Berlin / Karte der Gebäudegeschosse auf Grundlage des Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK), III F 3, Stand: 30.6.2011

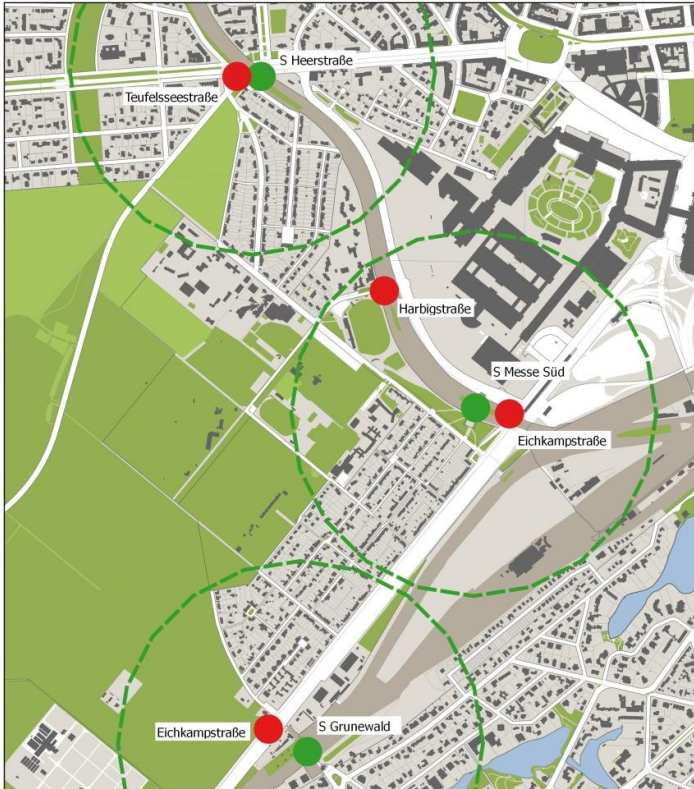


Abbildung 17: Erschließung mit MIV (rot) und ÖPNV (grün) mit 600 m Einzugsradius

Die Siedlungen bewältigen derzeit insbesondere folgende Verkehre:

- Quellverkehr aus der Siedlung hinaus zu den Arbeitsstätten in den Morgen- und frühen Abendstunden,
- Zielverkehr zu den Schulstandorten in den Morgen- und frühen Nachmittagsstunden,
- Parksuchverkehr zu Sportveranstaltungen und zu stark frequentierten Messen.

Die schmalen Siedlungsstraßen sind für die Bewältigung dieses Verkehrsflusses nur bedingt geeignet. Aus diesem Grund werden nachgehende Untersuchungen zur Verbesserung der derzeitigen Situation empfohlen.



Abbildung 18: Quartiersstraße in der Siedlung Heerstraße (links) und Eichkamp (rechts), eigene Aufnahmen

### 2.1.4 Nutzung

Die Siedlungen Eichkamp und Heerstraße sind durch Wohnnutzung geprägt. An die Siedlung Heerstraße schließt sich im Osten studentisches Wohnen an. In die Siedlung Eichkamp ist im Süden, wenn auch in deutlich geringerem Umfang, ebenfalls studentisches Wohnen integriert. Die Bereiche zwischen den Siedlungen werden von Sport- und Schulstätten sowie Kleingärten geprägt.

## 2.2 Demografie und Sozialstruktur

In den Quartieren Eichkamp und Heerstraße wohnen insgesamt 3.090 Einwohner, wovon 494 Studierende des Studentenwohnheims Eichkamp und 130 Studierende des Studentenwohnheims Dauerwaldweg in der Siedlung Heerstraße sind.<sup>26</sup>



Abbildung 19: Nutzungen im Untersuchungsgebiet<sup>27</sup>



Abbildung 20: Teilräume der soziodemographischen Analyse<sup>28</sup>

Aufgrund des hohen Studierendenanteils in den Quartieren (Siedlung Heerstraße 47%, Siedlung Eichkamp 24%) wurde für die soziodemografische Analyse der Untersuchungsraum in folgende Teilräume untergliedert.<sup>29</sup>

T1: Siedlung Heerstraße

T2: Studentisches Wohnen

T3: Siedlung Eichkamp

T4: Studentisches Wohnen / anteilig Siedlung Eichkamp<sup>30</sup>

### 2.2.1 Altersstruktur

Die Altersstrukturen der Siedlungen Heerstraße und Eichkamp sind ähnlich aufgebaut und unterscheiden sich nur unwesentlich voneinander. Kinder und Jugendliche bis 18 Jahren machen 17 % bzw. 14 % aus, Erwachsene von 18 bis 65 Jahren 47 % bzw. 52 % und Senioren über 65 Jahren 31 % bzw. 28 %. Damit sind die Quartiere auf der einen Seite jünger als der Durchschnitt des

<sup>26</sup> Studentenwerk Berlin, Geschäftsbericht 2014.

<sup>27</sup> Eigene Darstellung, Grundlage Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK), III F 3, Stand: 30.6.2011

<sup>28</sup> Eigene Darstellung, Grundlage Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK), III F 3, Stand: 30.6.2011

<sup>29</sup> Anmerkung: Aufgrund des hohen Studierendenanteils in den Quartieren wurden die Blöcke mit den Studentenwohnheimen des Studentenwerks in der weiteren Untersuchung separat betrachtet.

<sup>30</sup> Die Daten des Zensus 2011 liegen blockweise vor, weshalb die Untersuchungseinheit T4 sowohl das studentische Wohnen als auch das Quartierswohnen umfasst und nicht differenziert dargestellt werden kann.

Bezirks Charlottenburg-Wilmersdorf (+7 bis 10% bei den unter 18-jährigen); auf der anderen Seite aber auch älter (+ 6 bis 9 % bei den über 65-jährigen).

Die Bewohner der Studentenwohnheime des Studentenwerks tragen zusätzlich zu einer deutlichen Verjüngung der Quartiere bei. In der Siedlung Heerstraße ist der Anteil der Studierenden ca. 47 %, in der Siedlung Eichkamp ca. 9 %. Die Altersklasse der 18- bis 45-jährigen wird damit auf 41 % an der Gesamtbewohnerschaft erhöht und der Anteil der Senioren auf 20 % gesenkt.

Alter	0-6	6-18	18-45	45-65	Über 65	Gesamt
T1 Heerstraße	42	133	169	206	242	792
	5%	17%	21%	26%	31%	
T2 Studentisches Wohnen	9	15	615	61	9	709
	1%	2%	87%	9%	1%	
T3 Eichkamp	56	179	255	477	384	1.208
	5%	14%	21%	31%	28%	
T4 Studentisches Wohnen / Eichkamp	10	24	208	93	46	381
	3%	7%	55%	25%	12%	
Gesamt	117	351	1.247	744	631	3.090
	4%	12%	41%	24%	20%	
Charlottenburg-Wilmersdorf	4%	8%	35%	47%	22%	

Tabelle 1: Altersverteilung der Bewohner in absoluten Zahlen und Prozentangaben<sup>31</sup>

## 2.2.2 Sozialstruktur

Die Bewohner der Siedlungen Eichkamp und Heerstraße identifizieren sich mit ihren Quartieren und fühlen sich mit ihnen verbunden. Dies zeigt die lange Wohndauer und geringe Fluktuation (Ausnahme: Studierende) in den Siedlungen: 63,9 % der Bewohner wohnen seit mindestens fünf Jahren dort, was dem Durchschnitt auf Stadtteil- und Bezirksebene entspricht<sup>32</sup>. Das Wanderungsvolumen (Summe der Zu- und Fortzüge vom 31.12.2010 zum 31.12.2012) in den Siedlungen beträgt 30,2 % und ist damit höher als der Durchschnitt auf Stadtteil- und Bezirksebene<sup>33</sup>. Es wird vermutet, dass die hohe Fluktuation den Studentenwohnheimen geschuldet ist. Der Wanderungssaldo (Differenz der Zu- und Fortzüge vom 31.12.2010 zum 31.12.2012) beträgt +0,45%, liegt damit unter Stadtteil- und Bezirksdurchschnitt<sup>34</sup> und verdeutlicht die stabile Entwicklung der Quartiere.<sup>35</sup>

Die Anzahl der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten kann ein möglicher Indikator für die Handlungsfähigkeit von Immobilieneigentümern und deren Finanzkraft sein. In den Siedlungen Eichkamp und Heerstraße beträgt der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten jedoch lediglich 25,4 %. Dies liegt weit unter dem Durchschnitt auf Stadtteil- und Bezirksebene<sup>36, 37</sup>. Es wird vermutet, dass der hohe Anteil an Studenten im Gebiet die Beschäftigtenquote deutlich senkt.

<sup>31</sup> Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Stand: 12/2014

<sup>32</sup> Zum Vergleich: Westend: 63,9 %, Charlottenburg-Wilmersdorf: 62,2 %

<sup>33</sup> Zum Vergleich: Westend: 25,7 %, Charlottenburg-Wilmersdorf: 25,4 %

<sup>34</sup> Zum Vergleich: Westend: +1,9 %, Charlottenburg-Wilmersdorf: +1,4 %

<sup>35</sup> Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2013, Stand 2012.

<sup>36</sup> Zum Vergleich: Westend: 41,8 %, Charlottenburg-Wilmersdorf: 39,4 %

<sup>37</sup> Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2011, Ergänzende Daten zur Erwerbstätigkeit auf Ebene der Planungsräume, der Bezirksregionen und der Bezirke, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Stand 31.12.2010

Die Erwerbslosenquote in den Siedlungen liegt mit 1,24 % deutlich unter dem Durchschnitt auf Stadtteil- und Bezirksebene<sup>38, 39</sup>. Der Transferbezug von Sozialleistungen liegt bei geringen 0,8 % und auch hier deutlich unter dem Durchschnitt auf Stadtteil- und Bezirksebene<sup>40, 41</sup>.

Die lange Wohndauer innerhalb der Siedlungen, die geringe Fluktuation und die stabile Quartiersentwicklung lässt vermuten, dass sich die Bewohner und Bewohnerinnen ihren Siedlungen verbunden fühlen und sich für deren Weiterentwicklung und Schaffung einer angenehmen Wohnatmosphäre engagieren. Weiterhin ist davon auszugehen, dass aufgrund der geringen Erwerbslosigkeit und dem geringen Bezug von Transferleistungen eine gewisse ökonomische Handlungsfähigkeit und Finanzkraft in der Bewohnerschaft vorhanden ist.

### 2.2.3 Haushaltsstruktur

Die Siedlungen Heerstraße und Eichkamp werden zum Großteil von 1- und 2-Personen-Haushalten bewohnt (Heerstraße: 61 %, Eichkamp: 60 %). Beim studentischen Wohnen in der Heerstraße herrschen hingegen 3- und 4-Personen-Haushalte vor (60 %). Die durchschnittliche Haushaltsgröße in der Siedlung Heerstraße (T1) beträgt 2,6, in der Siedlung Eichkamp (T3) 2,5. Damit sind die Haushalte im Durchschnitt größer als im Land Berlin (1,84) und im Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf (1,71)<sup>42</sup>.

Haushaltsgröße	1	2	3	4	5	6 und mehr	Gesamt
	Person	Personen	Personen	Personen	Personen		
T1 Heerstraße	73	113	48	40	12	21	307
	24%	37%	16%	13%	4%	7%	
T2 Studentisches Wohnen	21	22	36	39	23	9	150
	14%	15%	24%	26%	15%	6%	
T3 Eichkamp	121	168	64	78	46	6	483
	25%	35%	13%	16%	10%	1%	
T4 Studentisches Wohnen/ Eichkamp	68	66	6	21	6	-	167
	41%	40%	4%	13%	4%	-	
Gesamt	283	369	154	178	87	36	1.107
	26%	33%	14%	16%	8%	3%	

Tabelle 2: Haushaltsgröße<sup>43</sup>

Sowohl in der Siedlung Heerstraße als auch in der Siedlung Eichkamp leben in knapp der Hälfte der Haushalte (45 %) Familien mit Kindern, jeweils ein Viertel der Haushalte sind Singlehaushalte. In den Blöcken mit studentischem Wohnen ist der Kinderanteil erwartungsgemäß deutlich niedriger.

<sup>38</sup> Zum Vergleich: Westend: 5,5 %, Charlottenburg-Wilmersdorf: 6,7 %

<sup>39</sup> Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2013, Arbeitslosigkeit 2012.

<sup>40</sup> Zum Vergleich: Westend: 6,4 %, Charlottenburg-Wilmersdorf: 9,9 %

<sup>41</sup> Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2013, Transferbezug 2012.

<sup>42</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

<sup>43</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg



Haushaltstyp	Single- haushalt	Paare ohne Kind(er)	Paare mit Kind(ern)	Allein- erziehende	Wohn- /Zweck- gemeinschaft
T1 Heerstraße	73	86	100	36	12
	24%	28%	33%	12%	4%
T2 Studentisches Wohnen	21	87	18	-	24
	14%	58%	12%	-	16%
T3 Eichkamp	121	133	161	59	9
	25%	28%	33%	12%	2%
T4 Studentisches Wohnen / Eichkamp	68	53	21	12	13
	41%	32%	13%	7%	8%
Gesamt	283	359	300	107	58
	26%	32%	27%	10%	5%

Tabelle 3: Haushaltstyp<sup>44</sup>

### 2.3 Gebäudebestand, Typologie und Sanierungszustand

Zur Aufnahme des Gebäudebestandes im Untersuchungsgebiet wurde der Zensus 2011 ausgewertet, der blockgenaue Daten zu Baualter (vier Kategorien) und Gebäudetyp (vier Kategorien) zur Verfügung stellt. Insgesamt wurden so 767 Gebäude erfasst.

Parallel wurde eine Bewohnerbefragung durchgeführt. Alle Bewohner im Untersuchungsgebiet haben einen Fragebogen erhalten und hatten zusätzlich die Möglichkeit, die Daten per Online-Fragebogen einzusenden. Insgesamt haben sich 222 Haushalte an der Fragebogenaktion beteiligt (Rücklaufquote von ca. 25 %).

Abgefragt wurden alle grundlegenden Daten zur Liegenschaft wie:

- Baujahr des Gebäudes
- Altersstruktur der Bewohner
- Sanierungszustand / -potential
- Energieversorgung / -verbrauch.

Um den Gebäudebestand möglichst realistisch darzustellen, wurden die Ergebnisse aus dem Zensus 2011 und der Befragung kombiniert. Nachfolgend sind die Ergebnisse dargestellt.

#### 2.3.1 Wohngebäude

##### Nutzung

Die überwiegende Mehrheit der Gebäude wird in den Siedlungen von den Eigentümern bewohnt. In der Siedlung Heerstraße sind dies 64 %, in der Siedlung Eichkamp 78 %. Die Leerstandsquote ist mit 2 % bzw. 5 % marginal. In den Teilbereichen mit studentischem Wohnen ist der Anteil an vermieteten Wohnungen erwartungsgemäß sehr hoch. Auch herrscht in diesen Teilbereichen kein Leerstand. Die

<sup>44</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

Wohnheime des Studentenwerks sind voll ausgelastet und es herrscht eine mehrmonatige Wartezeit auf verfügbare Wohnräume<sup>45</sup>.

Art der Wohnnutzung	Von Eigentümer bewohnt	Zu Wohnzwecken vermietet	Ferien- und Freizeitwohnung	Leer stehend
T1 Heerstraße	205	97	3	15
	64%	30%	1%	5%
T2 Studentisches Wohnen	6	145	-	-
	4%	96%	-	-
T3 Eichkamp	394	100	-	12
	78%	20%	-	2%
T4 Studentisches Wohnen / Eichkamp	48	118	-	-
	29%	71%	-	-
gesamt	653	460	3	27
	57%	40%	0%	3%

#### Wohnfläche

Wohnfläche in m <sup>2</sup>	Wohnfläche									
	< 40	40-59	60-79	80-99	100-119	120-139	140-159	160-179	180-199	> 200
T1 Heerstraße	-	12	51	18	39	35	41	42	27	55
T2 Studentisches Wohnen	45	24	18	15	25	14	7	-	-	3
T3 Eichkamp	3	20	47	76	71	99	70	31	25	64
T4 Studentisches Wohnen / Mix	57	13	7	24	7	3	10	8	15	22
gesamt	105	69	123	133	142	151	128	81	67	144

Tabelle 4: Anzahl Wohnungen / Größe der Wohnfläche<sup>46</sup>

Die durchschnittliche Wohnungsgröße in Berlin beträgt 73 m<sup>2</sup>, in Charlottenburg-Wilmersdorf 78 m<sup>2</sup>.<sup>47</sup>

In den beiden Siedlungen (Teilräume T1 und T3) verfügen mehr als 80 % (Siedlung Heerstraße) bzw. 87 % (Siedlung Eichkamp) der Wohnungen über eine größere Wohnfläche als der bezirkliche Durchschnitt.

In der Siedlung Heerstraße hat knapp die Hälfte (49 %) der Wohnungen eine Wohnfläche zwischen 100 und 179 m<sup>2</sup>; 17 % der Wohnungen haben mehr als 200 m<sup>2</sup> Wohnfläche.

<sup>45</sup> [www.studentenwerk-berlin.de](http://www.studentenwerk-berlin.de), Zugriff am 13.11.2015.

<sup>46</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

<sup>47</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

In der Siedlung Eichkamp sind Wohnungsgrößen zwischen 80 und 159 m<sup>2</sup> am häufigsten (63 %) vertreten, wobei die Größe 120 bis 139 m<sup>2</sup> mit 20 % dominant ist. 13 % der Wohnungen haben eine Wohnfläche von mehr als 200 m<sup>2</sup>.

Die Größe der Wohnungen spiegelt sich in der Anzahl der Räume je Wohnung wieder. Im Vergleich zum Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf<sup>48</sup> verfügt ein Großteil der Wohnungen über eine relativ große Anzahl an Räumen. In der Siedlung Heerstraße haben 70 % der Wohnungen mehr als vier Räume, davon sogar 44 % sieben oder mehr Räume. In der Siedlung Eichkamp verhält es sich ähnlich: 74 % der Wohnung haben mehr als vier Räume und davon 36 % sieben oder mehr Räume.

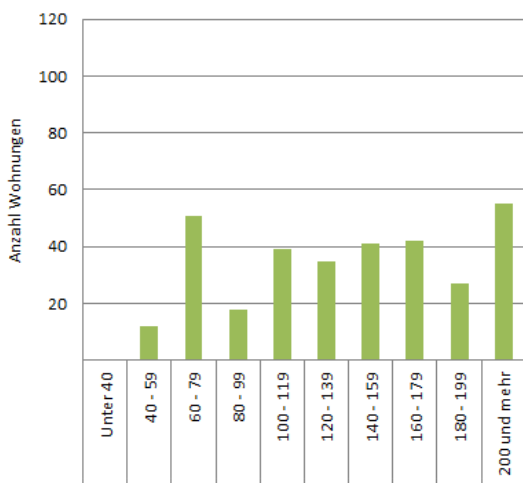


Abbildung 21: Größe der Wohnflächen – T1 Heerstraße<sup>49</sup>

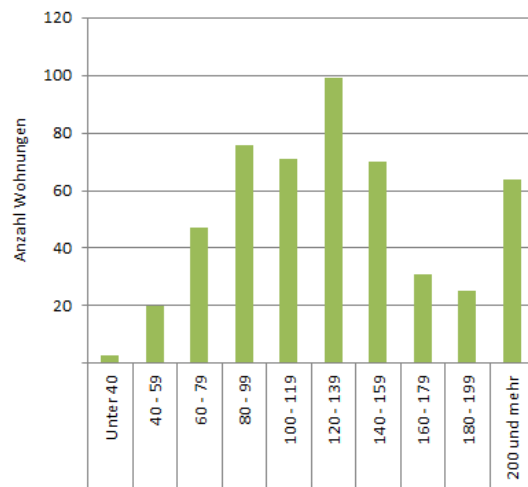


Abbildung 22: Größe der Wohnflächen – T3 Eichkamp<sup>50</sup>

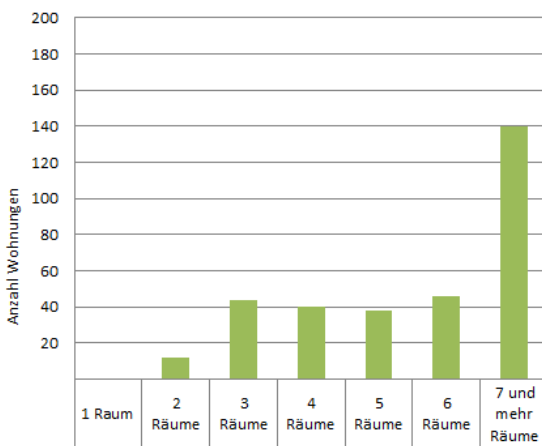


Abbildung 23: Anzahl der Räume je Wohnung – T1 Heerstraße<sup>51</sup>

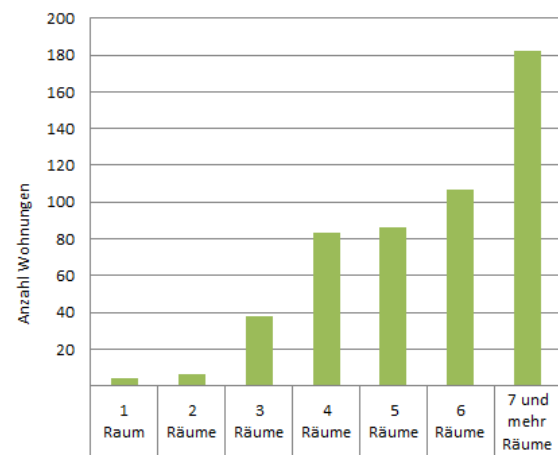


Abbildung 24: Anzahl der Räume je Wohnung – T3 Eichkamp<sup>52</sup>

<sup>48</sup> mehr als vier Räume: 18 %, davon sieben oder mehr Räume: 3 %; Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

<sup>49</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

<sup>50</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

<sup>51</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

<sup>52</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

Bei Beachtung der durchschnittlichen Haushaltsgröße von 2,5 bzw. 2,6 kann von einer überdurchschnittlich hohen Wohnfläche<sup>53</sup> und Raumanzahl pro Person ausgegangen werden. Eine Abschätzung, ob sich hierdurch auch ein erhöhter Wärme- und Energiebedarf pro Person ergibt, ist aus der derzeitigen Datenlage nicht möglich. Jedoch lässt sich ein Energieeinsparpotenzial durch nutzungsorientierte Beheizung einzelner Räume ableiten.

### Gebäudetypen

In den Siedlungen Eichkamp und Heerstraße sind folgende Gebäudetypen vorzufinden:



Abbildung 25: Einzelhaus, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme



Abbildung 26: Einzelhaus, Siedlung Eichkamp, eigene Aufnahme



Abbildung 27: Doppelhaus, Baujahr 1922-1926, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme



Abbildung 28: Doppelgiebelhaus, Siedlung Eichkamp, eigene Aufnahme



Abbildung 29: Dreierreihenhaus, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme



Abbildung 30: Dreierreihenhaus, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme

<sup>53</sup> Zum Vergleich: die Durchschnittliche Wohnfläche pro Person beträgt 43 m<sup>2</sup>, Zensus 2011, Statistisches Bundesamt



Abbildung 31: Viererzeilenhaus, Baujahr 1922-1926, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme



Abbildung 32: Reihenhauses, Siedlung Eichkamp, eigene Aufnahme

Eine detaillierte Aufstellung der Gebäudeanzahl in Bezug auf die Baualtersklasse und Art der Bebauung sind in Tabelle 5 bis Tabelle 7 zu finden. Die Art der Bebauung ist für die Wärmeverluste besonders relevant. Freistehende Gebäude haben eine größere Fläche nach außen und daher einen höheren Wärmebedarf als ein- oder zweiseitig angebaute Gebäude (z. B. Doppel- oder Reihenhäuser). Das Baujahr deutet auf den energetischen Standard hin, da ältere Gebäude in der Regel einen höheren Wärmebedarf als Neubauten haben.

Heerstraße	
Bauart	Anzahl
Einzelhaus	16
Doppelhaushälfte	150
Gereihtes Haus	99
Anderer Gebäudetyp	3
Gesamtanzahl	268

Tabelle 5: Gebäudetypologie und Baujahr - Siedlung Heerstraße<sup>54</sup>

Heerstraße	
Baujahr	Anzahl
Vor 1950	218
1950-1969	31
1970-1989	19
1990 und später	0
	268

Eichkamp	
Bauart	Anzahl
Einzelhaus	97
Doppelhaushälfte	226
Gereihtes Haus	176
Anderer Gebäudetyp	0
Gesamtanzahl	499

Tabelle 6: Gebäudetypologie und Baujahr - Siedlung Eichkamp<sup>55</sup>

Eichkamp	
Baujahr	Anzahl
Vor 1950	342
1950-1969	85
1970-1989	46
1990 und später	26
	499

<sup>54</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

<sup>55</sup> Zensus 2011, Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg

Gesamt	
Bauart	Anzahl
Einzelhaus	113
Doppelhaushälfte	376
Gereihtes Haus	275
Anderer Gebäudetyp	3
Gesamtanzahl	767

Gesamt	
Baujahr	Anzahl
Vor 1950	560
1950-1969	116
1970-1989	65
1990 und später	26
	767

Tabelle 7: Gebäudetypologie und Baujahr – Gesamt

Die Zuordnung nach Baujahr erfolgt analog zu der Aufschlüsselung nach der deutschen Gebäudetypologie<sup>56</sup>. Dies erlaubt die Bestimmung der durchschnittlichen Energiebedarfe für Heizung und Warmwasser auf Grundlage der typischen Werte der deutschen Gebäudetypologie. Weiterhin werden dadurch Aussagen zu möglichen Einsparungen durch Sanierung möglich. Aus den Tabellen geht hervor, dass vorwiegend Gebäude älterer Baujahre (gemäß Zensus 2011 „vor 1950“, tatsächliches Baualter ist 1920er und 1930er) mit einem grundsätzlich erhöhten Energiebedarf in den Quartieren vorliegen. Es ist aber zu beachten, dass die individuellen Energiebedarfe der Gebäude durch bereits durchgeführte Sanierungsmaßnahmen abweichen können. Durch die Erfassung des Sanierungszustandes wurde versucht, dies zu berücksichtigen.



Abbildung 33: Verortung Gebäudetypen<sup>57</sup>

<sup>56</sup> IWU, Deutsche Gebäudetypologie, Systematik und Datensätze, Darmstadt 2005

<sup>57</sup> Eigene Darstellung, Grundlage Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK), III F 3, Stand: 30.6.2011

Gemäß der Fragebogenaktion stellt sich die Verteilung der einzelnen Gebäudearten auf die Baualtersklassen in beiden Quartieren wie folgt dar:

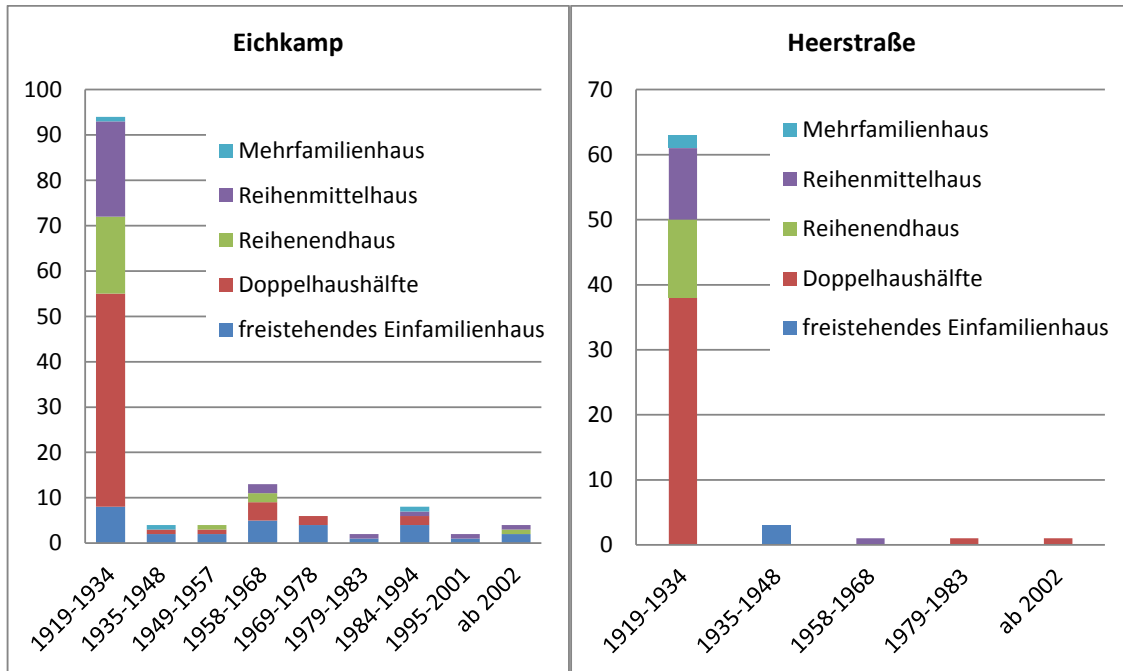


Abbildung 34: Verteilung der Gebäudearten auf die Baualtersklassen

Zusammenfassend ergeben sich aus der Analyse somit die folgenden drei häufigsten Gebäudetypen in beiden Quartieren, die insbesondere in der Konzeption der gebäudetypischen Sanierungsmaßnahmen weitere Betrachtung finden:

Typ Nr.	Bauart	Baualtersklasse	Häufigkeit im Quartier Eichkamp	Häufigkeit im Quartier Heerstraße
1	Doppelhaushälfte (DHH)	1919-1934	54 %	32 %
2	Reihenmittelhaus (RH-M)	1919-1934	16 %	14 %
3	Reihenendhaus (RH-E)	1919-1934	17 %	12 %
Anteil der Wohngebäude im Quartier			87%	58 %

Tabelle 8: Häufigste Gebäudetypen der Quartiere

### Sanierungszustand

Im Rahmen der Fragebogenaktion wurden von den Eigentümern nachfolgende Angaben zu den Sanierungsmaßnahmen gemacht. In der Auswertung wurde dabei differenzierter betrachtet, wann die Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden, bzw. ob sie innerhalb der letzten 20 Jahre durchgeführt wurden. Da sich der Stand der Technik seit dem entscheidend weiterentwickelt hat und Maßnahmen, die vor diesem Zeitraum durchgeführt wurden somit veraltet sind existiert auch hier wieder ausreichend Einsparpotenzial, um erneut Sanierungsmaßnahmen durchzuführen.

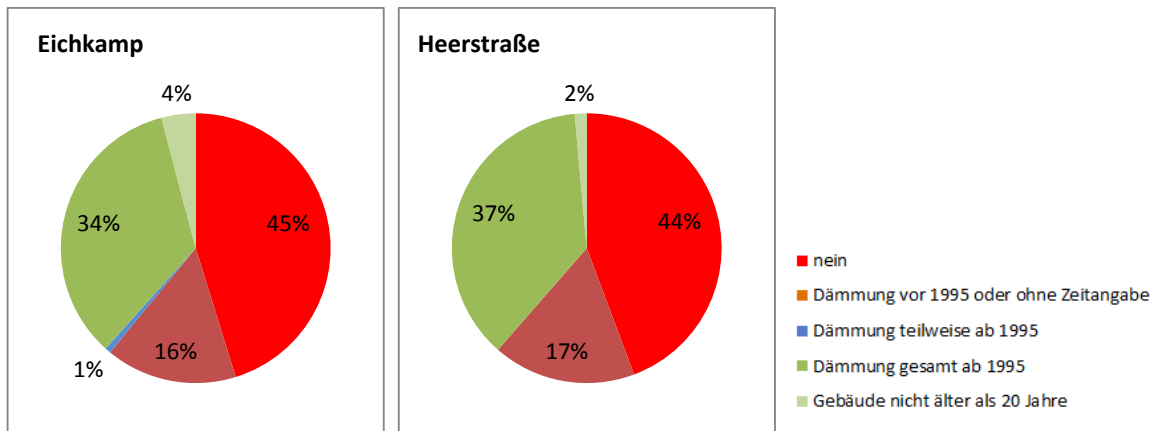


Abbildung 35: Dämmung des Daches oder der obersten Geschossdecke

Jeweils über ein Drittel der Eigentümer in den Quartieren gaben an, den oberen Gebäudeabschluss innerhalb der letzten Jahre gedämmt zu haben. Bei nicht ganz 20 % der Eigentümer ist die Durchführung dieser Maßnahme schon mehr als 20 Jahre her und knapp die Hälfte gab an, dass keinerlei Dämmmaßnahmen an Dach oder oberster Geschossdecken vorgenommen wurden.

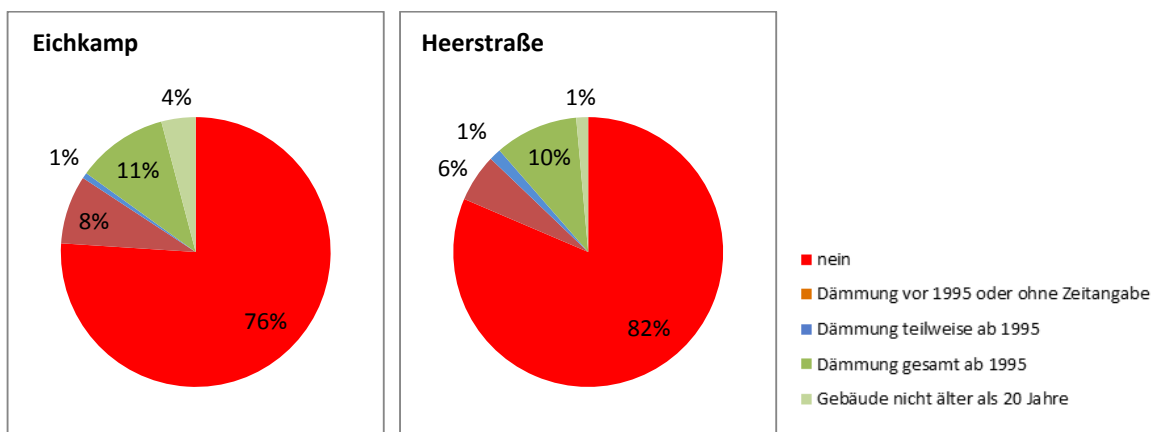


Abbildung 36: Dämmung der Fassade

Eine Dämmung der Fassade innerhalb der letzten 20 Jahre hat in beiden Quartieren bei nur etwa 10 % der Gebäude stattgefunden. Jeweils über 3/4 der Befragten geben an, keine energetischen Verbesserungsmaßnahmen an den Außenwänden vorgenommen zu haben. Dies könnte zu Teilen auch auf den Denkmal- bzw. Ensembleschutz einer großen Zahl der Gebäude zurückzuführen sein, was deutlich macht, dass hier Aufklärungsbedarf bzw. Informationsbedarf hinsichtlich denkmalverträglicher Fassadensanierungsmaßnahmen besteht.



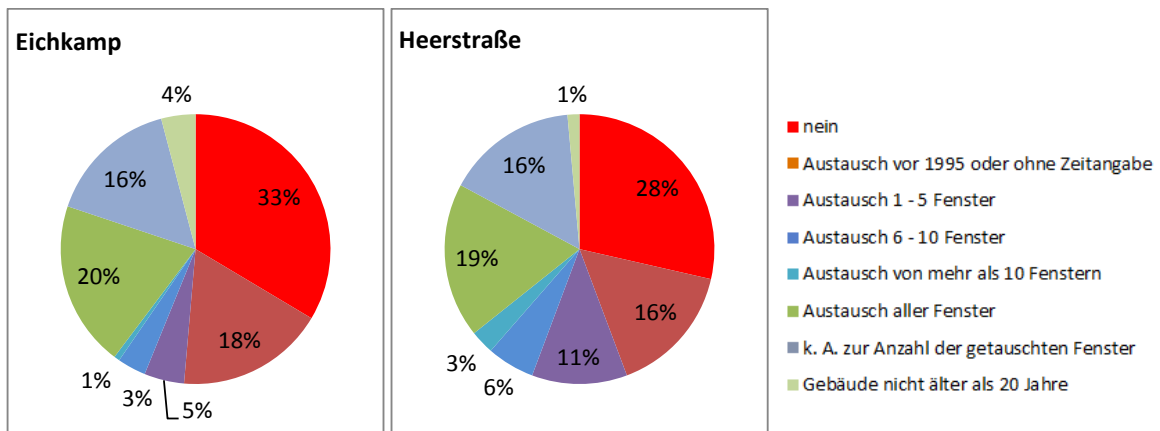


Abbildung 37: Fensteraustausch

Den Austausch der Fenster oder Verglasung haben immerhin bereits 2/3 der Eigentümer vorgenommen. Dennoch ist diese Verglasung bei knapp 20 % der Gebäude bereits auch veraltet (zum Vergleich: Verglasung bis etwa 1994:  $U_g$ -Wert von ca.  $2,9 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  und Verglasung ab 1995:  $U_g$ -Wert von ca.  $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ). Außerdem wurden im Quartier Eichkamp bei 9 % und im Quartier Heerstraße sogar bei 20 % der Gebäude die Fenster nur zum Teil ausgetauscht, sodass weiterer Austauschbedarf besteht.

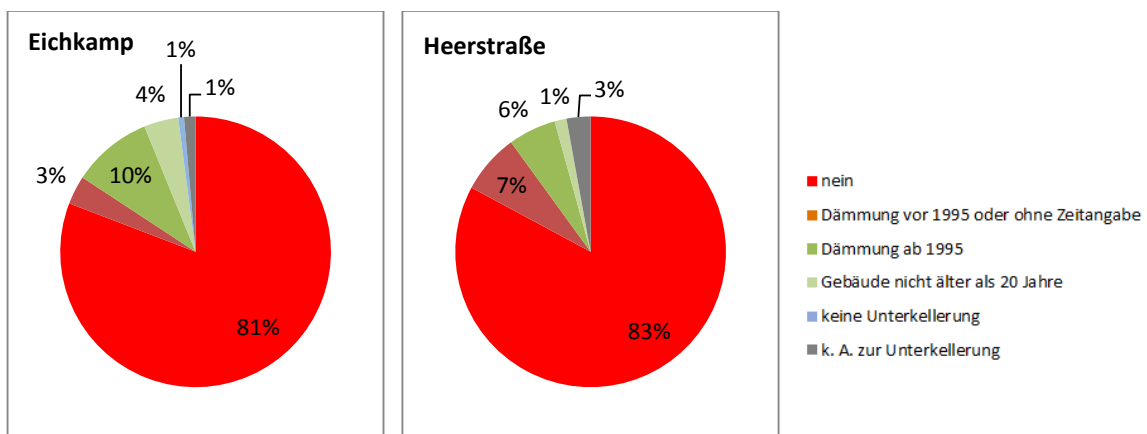


Abbildung 38: Dämmung der Kellerdecke oder des Kellers

Der Anteil der ungedämmten Kellerdecken liegt in beiden Quartieren jeweils über 80 %. Dies könnte an der Bauform der Keller mit zum Teil sehr niedrigen Deckenhöhen und direkt unter der Kellerdecke angesetzten Kellerfenstern liegen. Hier sollte ggf. über Sanierungsmöglichkeiten mit hochdämmenden Stoffen und sehr geringen Schichtdicken aufgeklärt werden. Auch wenn kein extra hochdämmendes Dämmmaterial verwendet wird, helfen bereits die ersten Zentimeter einer Dämmung (zum Vergleich: bereits 2 cm Dämmstoff haben den gleichen Dämmeffekt wie 120 cm Massivbeton).

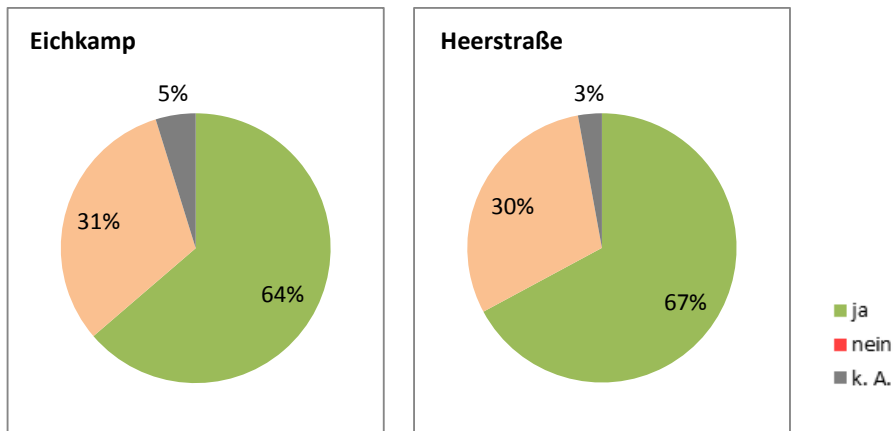


Abbildung 39: Wahrnehmener Sanierungsbedarf am Gebäude

Auch die Eigentümer in den Quartieren haben den aufgezeigten Sanierungsbedarf wahrgenommen. So geben in beiden Quartieren jeweils 2/3 der Befragten an, dass an ihrem Gebäude ein energetischer Sanierungsbedarf besteht.

Nachfolgende Angaben wurden konkret zu den Gewerken gemacht, bei denen aus Sicht der Eigentümer ein Sanierungsbedarf besteht.

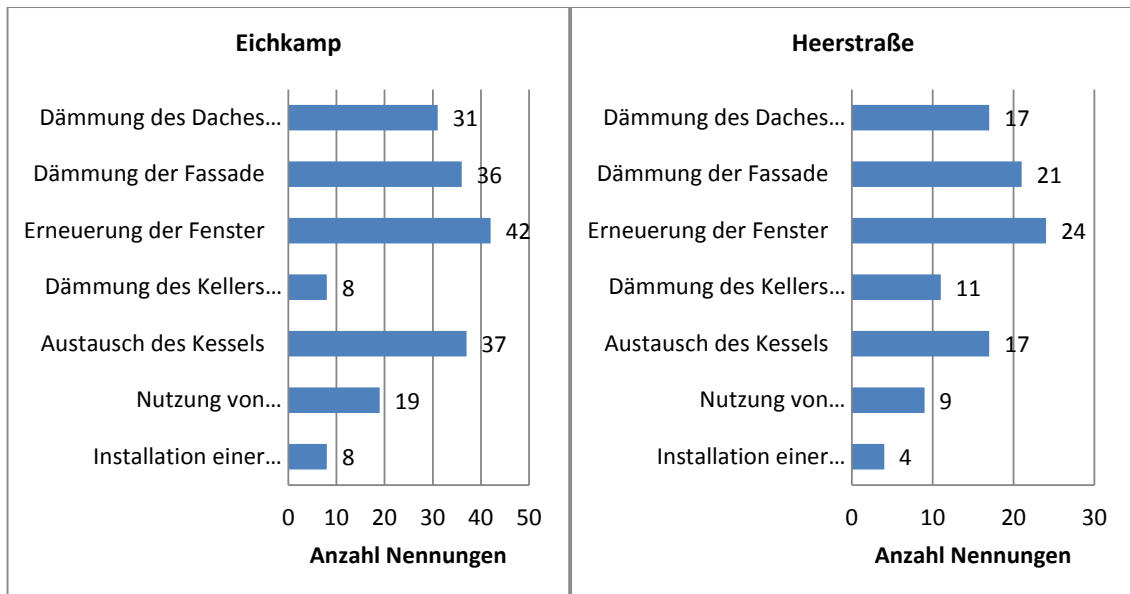


Abbildung 40: Wahrnehmener Sanierungsbedarf nach Gewerken

Somit deckt sich der wahrgenommene Sanierungsbedarf bei der Dämmung des oberen Gebäudeabschlusses, der Fassade und dem Austausch der Fenster weitestgehend mit dem ermittelten Bedarf, jedoch wird bei der Dämmung des unteren Gebäudeabschlusses kein Bedarf gesehen, obwohl ein deutlicher Bedarf identifiziert wurde (vgl. Abbildung 38: Dämmung der Kellerdecke oder des Kellers).

### Thermografie

Die nachfolgenden Darstellungen zeigen für die unterschiedlichen Bautypen Wärmebilder<sup>58</sup>. Helle Bereiche in den Thermografieaufnahmen deuten auf eine höhere Wärmestrahlung (hohe Energieverluste) hin, dunklere Bereiche auf eine niedrigere Wärmeabstrahlung (hohe Energieverluste). Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Wärmeverluste der Außenhülle ziehen. Thermographien dienen zur Identifizierung möglicher Wärmebrücken. Konkrete Aussagen über Wärmebrücken können jedoch erst erfolgen, wenn die über Thermographien identifizierten Bauteile vor-Ort betrachtet werden.

In den nachfolgenden Abbildungen sind z.B. höhere Temperaturen im Bereich von Fenstern, Fassadenbereichen, Hauseingangstüren, Heizkörpernischen und Steigleitungen zu erkennen.

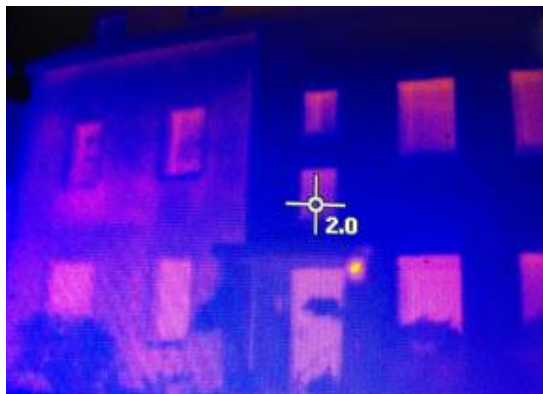


Abbildung 41: Doppelhaus – Fassaden- und Fensterstandards, eigene Aufnahme



Abbildung 42: Doppelhaus – Heizungsstränge, Traufe, Fassade, eigene Aufnahme



Abbildung 43: Freistehendes EFH - Heizungsstränge, Heizkörpernische, Traufe und Fassade, eigene Aufnahme

<sup>58</sup> Thermographien von infas enermetric Consulting GmbH aufgenommen am 23.11.2015

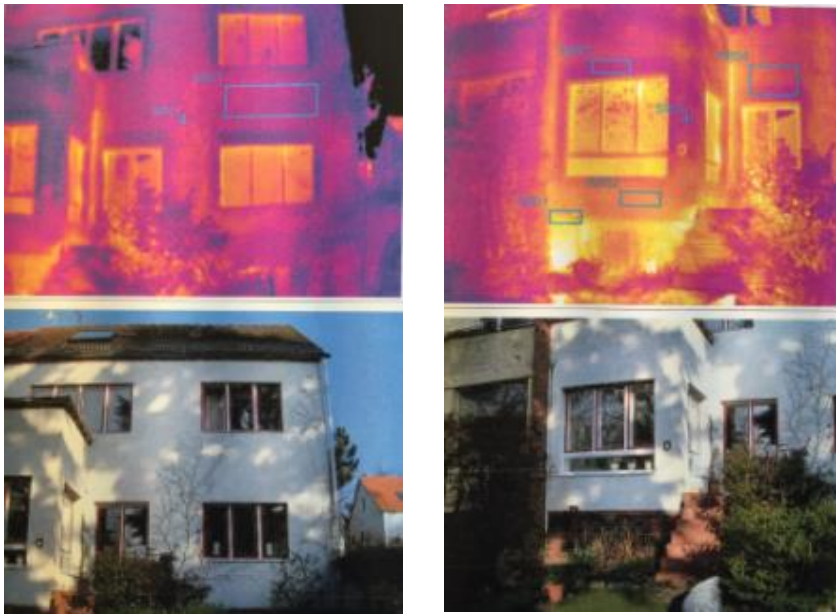


Abbildung 44: Vergleich Wärmebild - Realbild, Aufnahmen von 2006 eines Anwohners<sup>59</sup>

In den Thermographien von Abb. 44 sind hohe Oberflächentemperaturen im Bereich der Fenster, Außentüren, dem Gebäudesockel, Steigleitungen und weiteren Fassadenbereichen zu erkennen. In diesen Bereichen sind vermutlich Wärmebrücken vorhanden.

### 2.3.2 Öffentliche Gebäude

Im Untersuchungsgebiet der beiden Wohnsiedlungen liegen keine öffentlichen Gebäude. Einzig das Haus Eichkamp besitzt den Charakter eines Gemeindezentrums mit Programmangeboten für die Quartiersöffentlichkeit. Es befindet sich im Eigentum einer Stiftung und des Siedlervereins. Angrenzend an die Quartiere gibt es die folgenden öffentlichen Gebäude mit den entsprechenden Nutzflächen und Wärmebedarfen<sup>60</sup>:

Quartier	Nutzung	Straße	Baujahr	Nutzfläche (m <sup>2</sup> )	Wärmebedarf (kWh/m <sup>2</sup> a)
Heerstraße	Wald-Gymnasium/ Wald-Grundschule + solitäre Turnhalle	Waldschulallee 95 Waldschulallee 83-93	1956 -1973 / 2010	17.909 m <sup>2</sup>	1.267.276
	Turnhalle Wald- Grundschule	Waldschulallee 83	Sanierung 2014	1.283 m <sup>2</sup>	35.485
	Heinz-Galinski- Grundschule	Waldschulallee 73	1986 / 1995	k.a.	k.a.
	Mommsenstadion	Waldschulallee 34	1930	5.400 m <sup>2</sup>	718.265
Eichkamp	Ernst-Adolf-Eschke- Schule	Waldschulallee 29	1959-1960, Sanierung 2011	4.781 m <sup>2</sup>	249.476
	Reinfelder-Schule	Maikäferpfad 30	1976	15.522 m <sup>2</sup>	2.093.675

<sup>59</sup> Thermographien für ein Gebäude im Quartier Eichkamp aufgenommen am 19.04.2006

<sup>60</sup> Angaben gem. Hochbauamt Charlottenburg-Wilmersdorf, 21.03.2016.

	/Helen-Keller-Schule				
	Kita Maikäferpfad <sup>61</sup>	Maikäferpfad 36	k.a.	k.a.	5.000

Tabelle 9: Wärmebedarf der öffentlichen Liegenschaften



Abbildung 45: Lage der öffentlichen Liegenschaften<sup>62</sup>

Die öffentlichen Gebäude in beiden Quartieren werden derzeit durch eigene Erzeugungsanlagen versorgt.

<sup>61</sup> Es handelt sich um zwei Kitas, die beide mittels Wärmepumpe beheizt werden.

<sup>62</sup> Eigene Darstellung, Grundlage Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK), III F 3, Stand: 30.6.2011

## 2.4 Energieversorgung und Energiebilanzierung

Nachfolgend dargestellt werden die derzeitigen Rahmenbedingungen und Eckpunkte der anlagen- und leitungsgebundenen Energieversorgung in den Quartieren.

### 2.4.1 Technische Infrastruktur

#### Strom- und Gasversorgung

Die Stromgrundversorgung in den Quartieren wurde zum Betrachtungszeitpunkt durch die Vattenfall AG gewährleistet.

Die Grundversorgung mit Erdgas erfolgt durch die GASAG Berliner Gaswerke Aktiengesellschaft. Netzbetreiber ist die NBB Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg mbH & Co. KG.

#### Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Die Versorgung und Entsorgung von Wasser und Abwasser innerhalb der Quartiere liegt im Hoheitsgebiet der Berliner Wasserbetriebe.

### 2.4.2 Anlagentechnik

Gemäß der Fragebogenaktion kommen in den Quartieren folgende Anlagentechniken zum Einsatz.

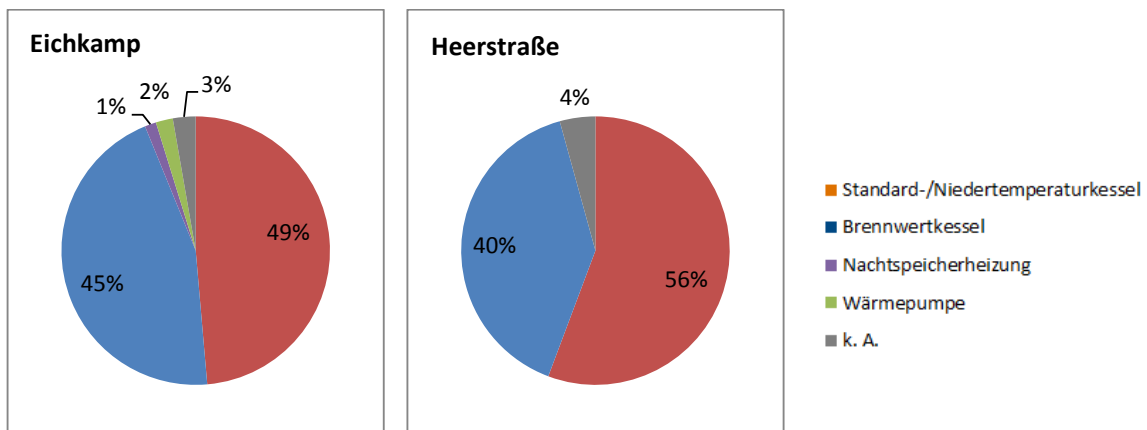


Abbildung 46: Aufteilung der Anlagenarten in den Quartieren

Daraus folgt, dass im Quartier Eichkamp mit 51 % über die Hälfte der Anlagen eine ineffiziente, veraltete Technologie nutzen und im Quartier Heerstraße sogar 56 %.

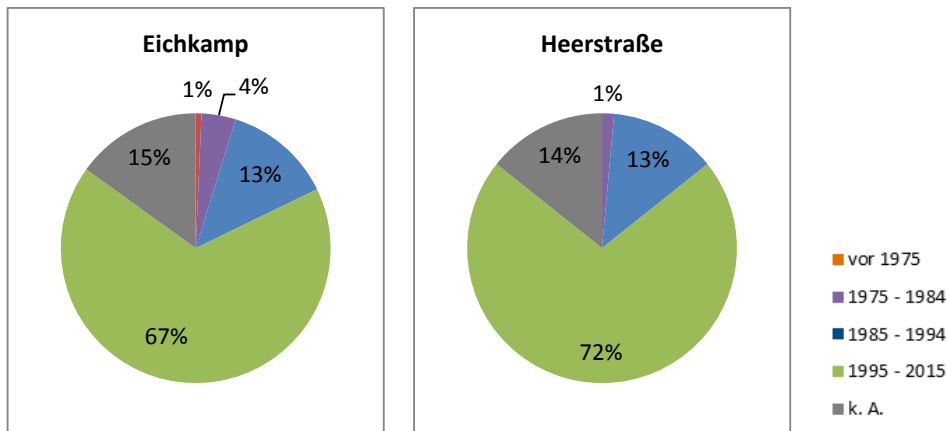


Abbildung 47: Aufteilung der Anlagenaltersklassen in den Quartieren

Auch das Anlagenalter deutet auf eine ineffiziente Brennstoffausnutzung hin. Demnach sind immerhin mindestens 18 % der Anlagen im Quartier Eichkamp ersatzbedürftig sowie 14 % im Quartier Heerstraße. Die Anlagenarten verteilen sich wie folgt auf die Anlagenaltersklassen.

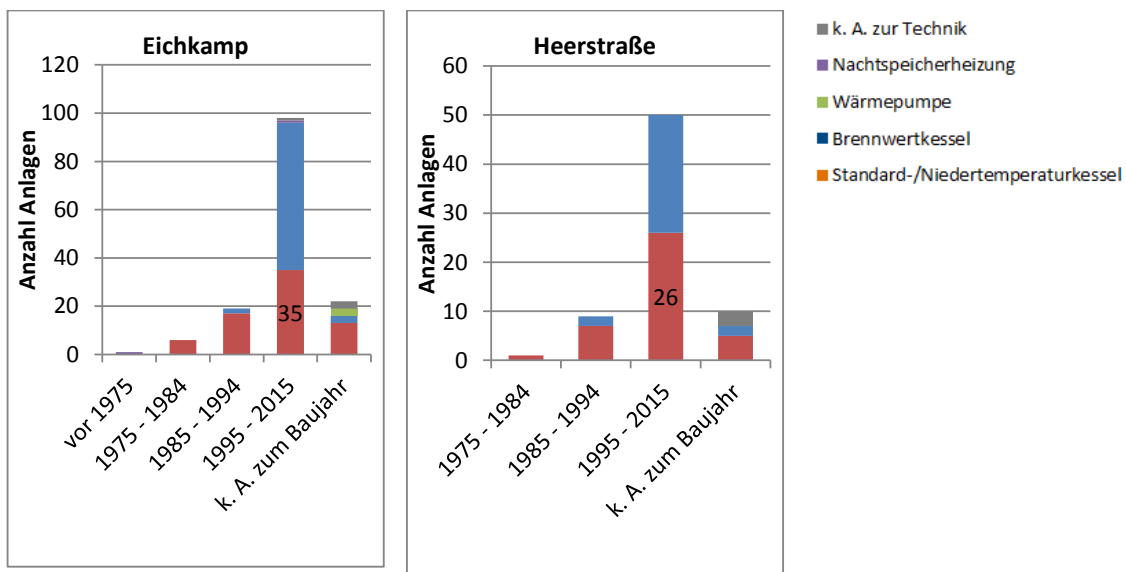


Abbildung 48: Verteilung der Anlagenarten auf die Altersklassen

Auffällig ist die verhältnismäßig hohe Anzahl junger Anlagen aus der Altersklasse der letzten 20 Jahre, die aber Niedertemperatur- oder Standardtechnik aufweisen, die nicht mehr dem Stand der Technik entspricht. Zusammenhängen könnte dies ggf. mit den benötigten niedrigen Systemtemperaturen für Brennwerttechnologie, die evtl. durch den ungedämmten Zustand der Altbauten, veraltete Wärmeverteilensysteme in den Gebäuden und die Wärmeübergabe in Form von Rippenheizkörpern nicht erreicht werden können.

### 2.4.3 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Wohngebäude im Quartier Eichkamp

Die Energiebilanzierung des Gebäudebestandes im Quartier Eichkamp basiert auf realen, nicht witterungsbereinigten Verbrauchswerten für die Gebäudebeheizung des Jahres 2015 sowie auf Hochrechnungen. Angaben über die Jahresverbräuche und Energieträger wurden im Rahmen der Fragebogenaktion von den Eigentümern gemacht. Die durchschnittlichen Verbrauchswerte für die Gebäudebeheizung je Gebäudetyp wurden an Hand der durchschnittlichen Flächen je Gebäudetyp auf einen Endenergiebedarf hochgerechnet.

Gebäudetyp	Häufigkeit [%]	durchschnittlicher Energieverbrauch für die Gebäudebeheizung [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	durchschnittliche Fläche je Gebäude [m <sup>2</sup> ]
Einfamilienhaus (EFH)	16%	155	192
Doppelhaushälfte (DHH)	46%	161	182
Reihenendhaus (RH-E)	16%	174	164
Reihenmittelhaus (RH-M)	21%	131	146
Mehrfamilienhaus	1%	151	430

Tabelle 10: Grundlage der Verbrauchshochrechnung je Gebäudetyp

Die Verteilung der Angaben zum eingesetzten Energieträger für die Gebäudebeheizung wurde als Verteilung für den Gesamtbestand angesetzt.

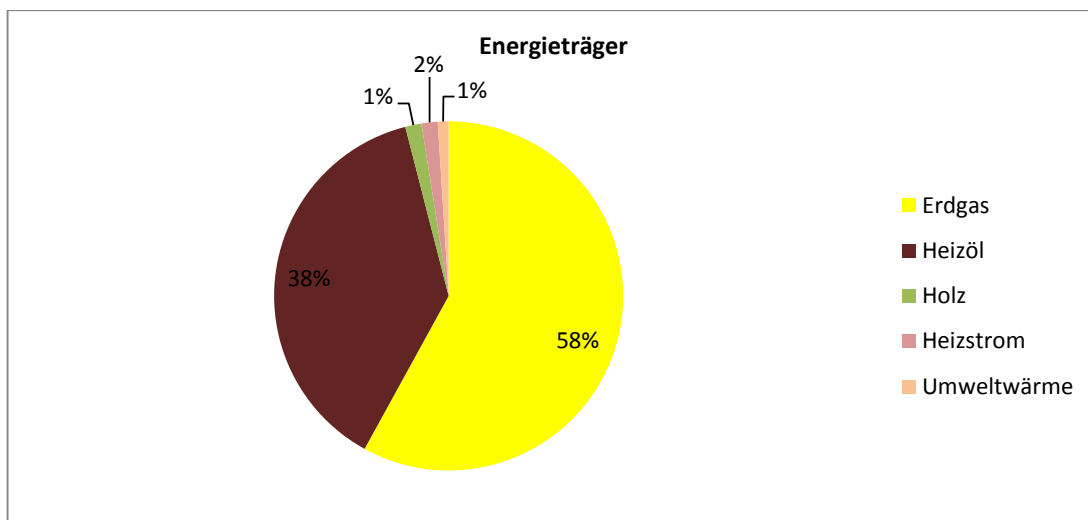


Abbildung 49: Verteilung der Energieträger gemäß Fragebogenauswertung

Zur emissionstechnischen Bewertung wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren in g CO<sub>2</sub> pro kWh und Jahr dem Bilanzierungstool ECORregion der ECOSpeed AG entnommen. Die Ausnahme bilden der Primärenergie- und der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für Strom, die gemäß der Angaben zum Strommix des Grundversorgers Vattenfall und den Faktoren für Stromprodukte von ECORregion berechnet wurden. Der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor beläuft sich demnach auf 499 g/kWh.



Somit ergibt sich für das Quartier ein Endenergieverbrauch zur Wohngebäudebeheizung von **13.854 MWh/a**, was CO<sub>2</sub>-Emissionen von **3.651 t/a** entspricht.

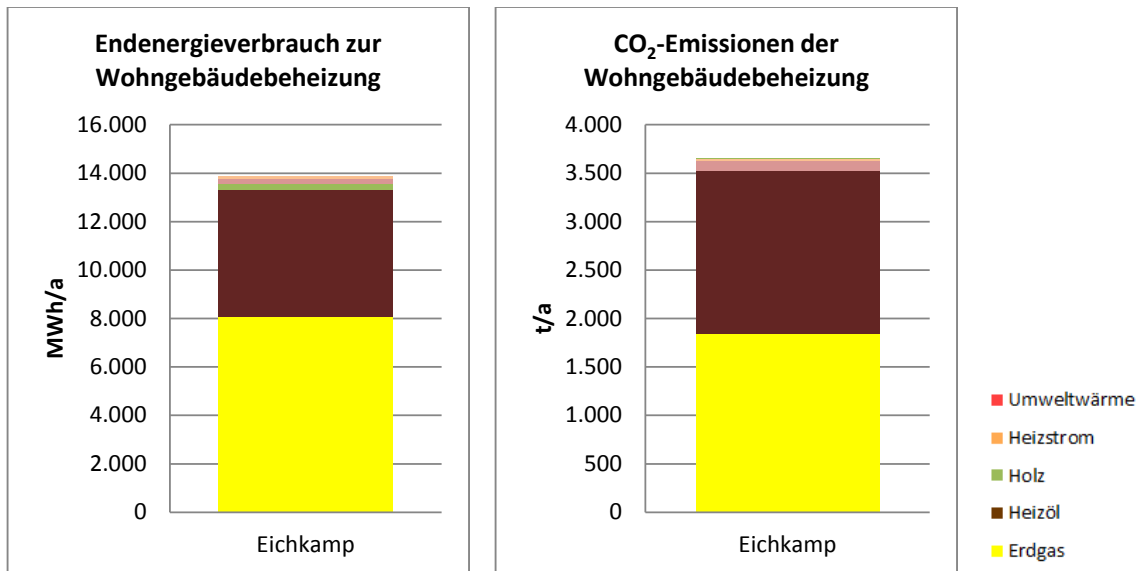


Abbildung 50: Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wohngebäudebeheizung nach Energieträgern

Deutlich wird, dass die Energieträger Erdgas (58 %) und Heizöl (38 %) die größten Anteile am Energieverbrauch einnehmen. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen ist der Anteil der Emissionen durch den Heizöl- und Heizstromverbrauch allerdings etwas höher, was an den vergleichsweise höheren Emissionsfaktoren von Heizöl (320 g/kWh) und des Stroms von 499 g/kWh gegenüber dem Emissionsfaktoren von zum Beispiel Erdgas (228 g/kWh) liegt.

Die folgenden Tabellen zeigen die einzelnen energieträgerbezogenen Verbräuche und Emissionen im Gebäudebestand.

Energieträger	Endenergieverbrauch [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]
Erdgas	8.065	1.839
Heizöl	5.273	1.687
Holz	206	5
Heizstrom	206	103
Umweltwärme	104	17
<b>Summe</b>	<b>13.854</b>	<b>3.651</b>

Tabelle 11: Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wohngebäudebeheizung nach Endenergieträgern

Aus dieser Menge Endenergie wird in den einzelnen Heizanlagen der Gebäude Wärme erzeugt. Der Endenergiebedarf, also der Einsatz von Energieträgern, ist dabei höher, als die erzeugte Wärmemenge, da durch die Umwandlung in Wärme in der Heizanlage je nach Wirkungsgrad Verluste entstehen.

Um die benötigte Wärmemenge der Gebäude zu berechnen, wurden darum die folgenden durchschnittlichen Anlagenwirkungsgrade je Technologie angesetzt.

Energieträger	durchschnittlicher Anlagenwirkungsgrad [%]
Erdgas	85%
Heizöl	80%
Holz	80%
Heizstrom	100%
Umweltwärme	100%

Tabelle 12: Durchschnittliche Anlagenwirkungsgrade

Somit ergibt sich für das Quartier ein Wärmebedarf zur Wohngebäudebeheizung von **10.647 MWh/a**.

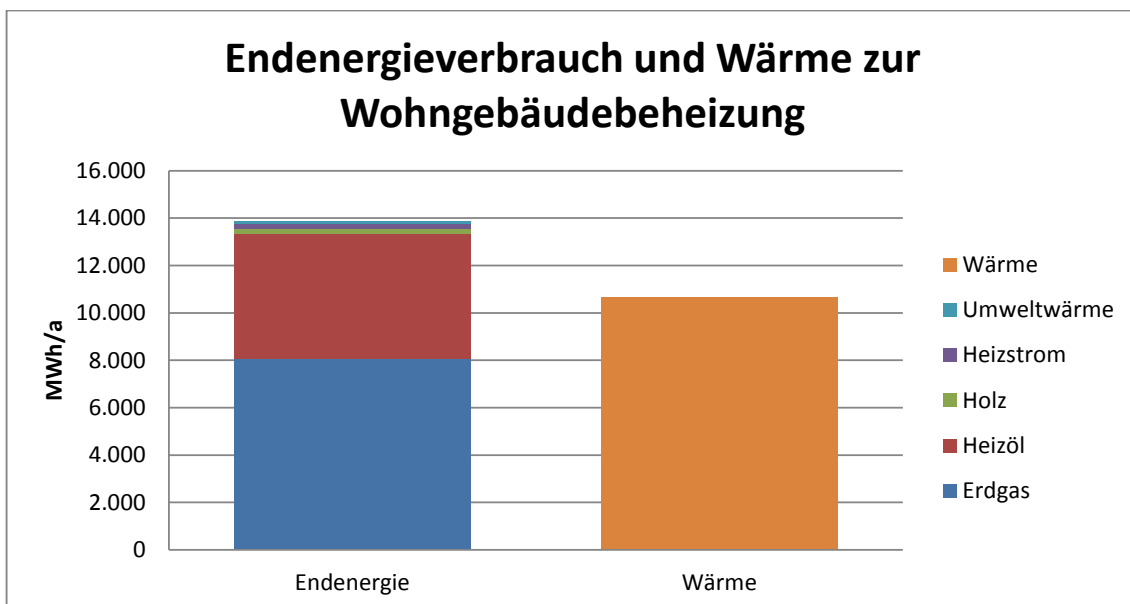


Abbildung 51: Endenergieverbrauch und Wärme zur Wohngebäudebeheizung

#### 2.4.4 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Wohngebäude im Quartier Heerstraße

Die Energiebilanzierung des Gebäudebestandes vom Quartier Heerstraße basiert ebenfalls auf realen, nicht witterungsbereinigten Verbrauchswerten für die Gebäudebeheizung des Jahres 2015 sowie auf Hochrechnungen. Angaben über die Jahresverbräuche und Energieträger wurden auch im Rahmen der Fragebogenaktion von den Eigentümern gemacht. Die Berechnungssystematik entspricht dabei der des Quartiers Eichkamp, lediglich die Verteilung der Häufigkeit der Gebäude und der Energieträger weicht, wie nachfolgend ersichtlich, etwas ab. Im Quartier Heerstraße ist der Anteil der Doppelhaushälften (DHH) dabei deutlich höher, der der Einfamilienhäuser (EFH) dafür geringer.

Gebäudetyp	Häufigkeit [%]
Einfamilienhaus (EFH)	4%
Doppelhaushälfte (DHH)	61%
Reihenendhaus (RH-E)	18%
Reihenmittelhaus (RH-M)	16%
Mehrfamilienhaus	1%

Tabelle 13: Verteilung der Gebäudetypen im Quartier Heerstraße

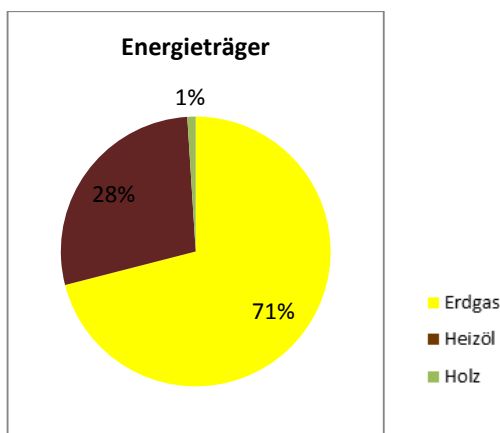


Abbildung 52: Verteilung der Energieträger gemäß Fragebogenauswertung

Im Quartier Heerstraße kommen gemäß der Umfrage nur drei verschiedene Energieträger zum Einsatz. Der am häufigsten zur Gebäudebeheizung eingesetzte Energieträger ist dabei ebenfalls Erdgas, gefolgt von Heizöl und Holz.

Die emissionstechnische Bewertung wurde analog zum Quartier Eichkamp vorgenommen.

Somit ergibt sich für das Quartier Heerstraße ein Endenergieverbrauch zur Wohngebäudebeheizung von **7.593 MWh/a**, was CO<sub>2</sub>-Emissionen von **1.901 t/a** entspricht.

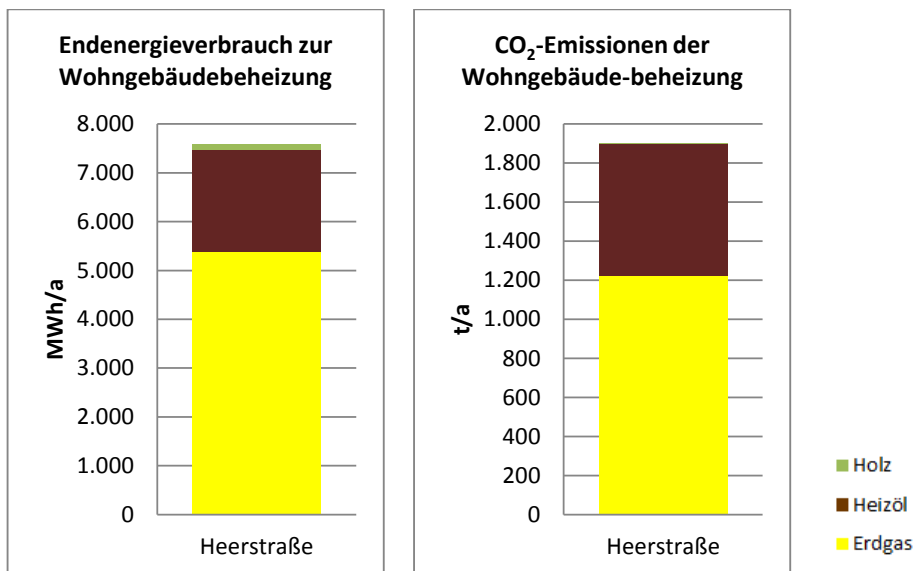


Abbildung 53: Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wohngebäudebeheizung nach Energieträgern

Deutlich wird, dass die Energieträger Erdgas (71 %) und Heizöl (28 %) die größten Anteile am Energieverbrauch einnehmen. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen ist die Gewichtung ähnlich.

Die folgenden Tabellen zeigen die einzelnen energieträgerbezogenen Verbräuche und Emissionen im Gebäudebestand.

	Endenergieverbrauch [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]
Erdgas	5.374	1.225
Heizöl	2.103	673
Holz	117	3
Summe	7.594	1.901

Tabelle 14: Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wohngebäudebeheizung nach Energieträgern

Zur Berechnung des benötigten Wärmebedarfs zur Gebäudebeheizung wurden die entsprechenden Anlagenwirkungsgrade wie beim Quartier Eichkamp angesetzt. Somit ergibt sich für das Quartier Heerstraße ein Wärmebedarf zur Wohngebäudebeheizung von 5.827 MWh/a.

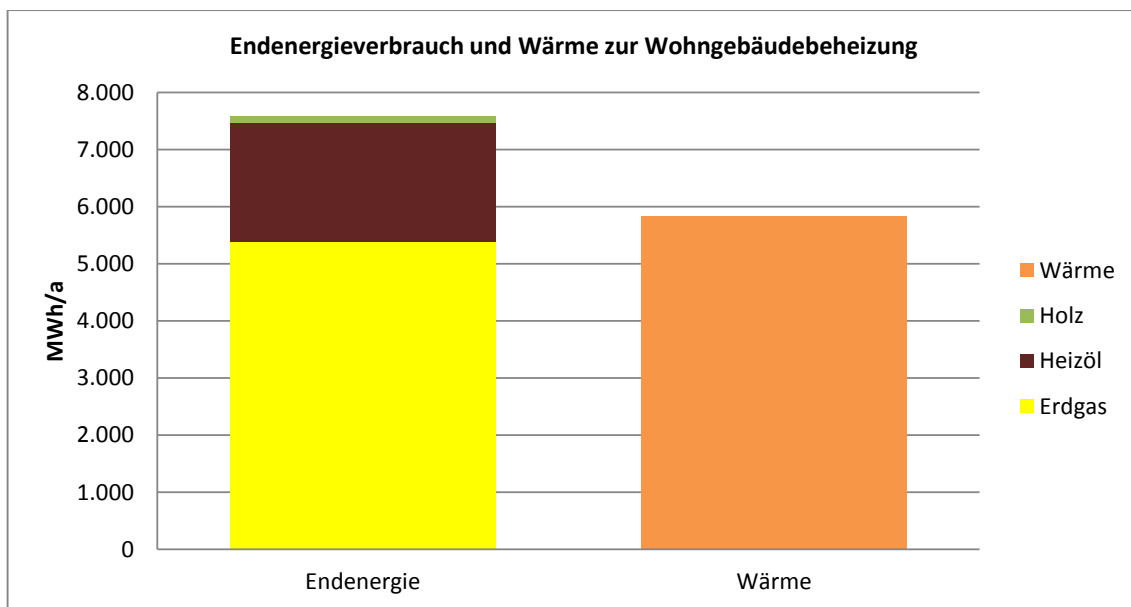


Abbildung 54: Endenergieverbrauch und Wärme zur Wohngebäudebeheizung

#### 2.4.5 Erneuerbare Energien

Im Rahmen der Fragebogenaktion gaben insgesamt 33 Eigentümer an, erneuerbare Energien zur Beheizung ihrer Gebäude, zur Brauchwassererwärmung oder zur Stromerzeugung einzusetzen. Weitere Angaben zum Einsatz regenerativer Energien in den Quartieren konnten nicht erhoben werden. Damit wären derzeit insgesamt ca. 5 % der Haushalte ganz oder anteilig mit erneuerbaren Energien versorgt. Die Solarthermie ist hierbei die am häufigsten anzutreffende Variante.

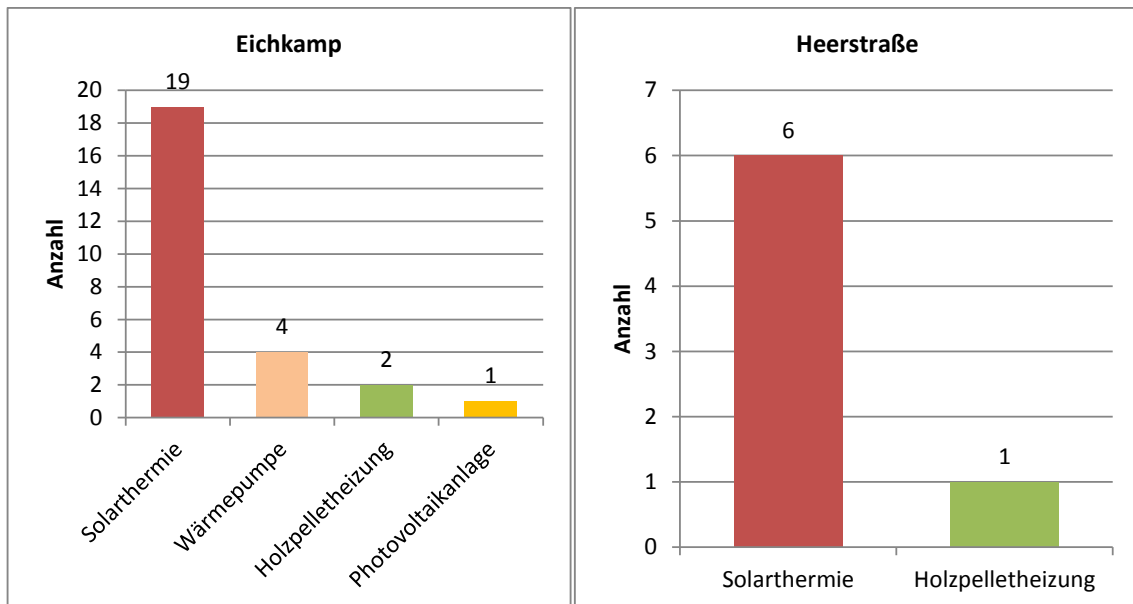


Abbildung 55: Einsatz erneuerbarer Energien in den Quartieren

Über den Einsatz Erneuerbarer Energien in den öffentlichen Gebäuden liegen keine verwertbaren Daten vor.

## 2.5 Zusammenfassung der Ausgangslage

Bei den Siedlungen Eichkamp und Heerstraße handelt es sich um traditionelle Wohnsiedlungen der 1920er Jahre mit durchgrünten Wohnbereichen und hoher Wohn- und Lebensqualität. Trotz der zentralen Lage unterliegen die Wohnsiedlungen kaum einer Entwicklungsdynamik oder einem Problemdruck. Insgesamt handelt es sich um stabile Wohnsiedlungen.

In den Siedlungen herrscht eine große und bereits seit einigen Jahren bestehende Initiativkraft der Bewohner, die viele Bereiche des Gemeinwesens betrifft. Insbesondere das große Interesse der Nachbarschaft an Themen des Klimaschutzes ist eine gute Voraussetzung für gemeinsames Handeln und das Erreichen gemeinsamer Ziele.

Die benachbarten Bildungseinrichtungen können bei der Umsetzung des energetischen Quartierskonzepts wichtige Kooperationspartner darstellen. Thematische Verknüpfungen mit den Einrichtungen bestehen bereits und werden von Seiten des Bezirks unterstützt. Vorstellbar ist auch, die Schüler der Schulen als Zielgruppe zu gewinnen und mit praxisbezogenen Klimaschutzprojekten im Quartier aktiv zu werden.

### *Motivation der Bewohner*

Das Alter des Eigentümers ist für die Sanierungsbereitschaft nicht ohne Bedeutung. Ältere Eigentümer argumentieren vielfach gegen eine größere Investition, da sich diese zu ihren Lebzeiten nicht mehr amortisieren und sie deshalb die Sanierung der nachfolgenden Generation überlassen werde. Diese Sichtweise konnte aus den Fragebögen auch für die Quartiere Eichkamp und Heerstraße bestätigt werden. Ungefähr 30 % der Bewohnerinnen und Bewohner sind über 65 Jahre alt, sodass von einer umfassenden Maßnahmenumsetzung bei dieser Bewohnergruppe nicht auszugehen ist. Dennoch

sind in den Quartieren gut die Hälfte der Bewohner in einem Alter, in dem sich Investitionen in das Eigentum als lohnend darstellen. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass in nahezu der Hälfte der Haushalte Kinder wohnen, kann eine erhöhte Mitwirkungsbereitschaft impliziert werden. Durch energetische Sanierung und einen Wechsel auf erneuerbare Energien kann sich die Generation der Hauseigentümer der Generationenverantwortung stellen und für sich und ihre Kinder in eine klimaneutrale Zukunft investieren.

Die sehr hohe Eigentümerquote sowie die gute finanzielle Ausgangslage der Bewohner lässt des Weiteren auf eine breite Mitwirkung an der Umsetzung eines entsprechenden Konzeptes hoffen.

Die Bewohner sind in den Quartieren durch Siedlervereine organisiert, haben mit dem Haus Eichkamp ein Kultur- und Veranstaltungsort innerhalb des Quartiers Eichkamp und sind durch eine lange Wohndauer mit ihren Quartieren verbunden. Diese Punkte deuten auf eine gewachsene und gut organisierte Nachbarschaftsstruktur hin, die eine Motivation der Bewohnerschaft erleichtern kann.

#### *Alte Gebäudebestände mit Sanierungserfordernis*

Fast 90 % der Gebäude stammen aus den Jahren vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung (WSVO) vom November 1977 und verfügen somit, sofern nicht nachträglich angebracht, über keinerlei Dämmung. 32 % der befragten Eigentümer gaben an, seit 1995 bereits die Fenster bzw. die Verglasung erneuert zu haben und 35 % erwähnten, dass das Dach oder die oberste Geschossdecke innerhalb der letzten 20 Jahre gedämmt wurde. Maßnahmen wie die Dämmung der Gebäudeaußenhülle oder der Kellerdecken wurden nur vereinzelt durchgeführt.

Nur 17 % der Heizungsanlagen sind älter als 18 Jahre und entsprechen somit nicht mehr dem heutigen Stand der Technik. Aber auch bei den neueren Anlagen von nach 1995 wird zu 28 % veraltete, ineffiziente Technologie eingesetzt.

Insgesamt ergeben sich bei beiden Siedlungen erhebliche Potentiale im Bereich der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes (siehe nachfolgendes Kapitel 3., Potentialanalyse). Dabei ist zu beachten, dass insbesondere in der Siedlung Heerstraße durch den Ensembleschutz eine Umsetzung von Maßnahmen besondere Ansprüche zu berücksichtigen hat (z.B. Fassadendämmung, Fenster-austausch).

#### *Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial*




In den Quartieren Eichkamp und Heerstraße werden jährlich rund 5.500 t CO<sub>2</sub> durch die Beheizung der Wohngebäude emittiert. Dies entspricht jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen von 900 kg/Einwohner. Der Anteil erneuerbarer Energien ist mit etwa 2 % am Endenergieverbrauch in 2015 noch sehr gering und deutlich ausbaufähig. Diese Ausgangslage deutet daher auf ein hohes Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial hin, wobei der Einsatz von Solarthermie und Photovoltaik aufgrund des Ensembleschutzes in der Siedlung Heerstraße mit Einschränkungen verknüpft ist.

### 3 POTENZIALANALYSE

#### 3.1 Vorgehen und Szenarienbetrachtung

Die Bundesregierung hat sich im Rahmen der Energiewende ambitionierte Ziele zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien auf 80 % am Bruttostromverbrauch, der Reduktion der Treibhausgasemissionen um bis zu 95 % (bezogen auf 1990) und des Primärenergiebedarfs in Gebäuden um 80 % (bezogen auf 2008) bis zum Jahr 2050 gesetzt. Dies setzt einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand voraus. Unterstützend wird angestrebt, die Sanierungsrate im Gebäudebestand bis zum Jahr 2020 von derzeit 1 % auf 2 % zu verdoppeln.

Um den Zielen der Bundesregierung auch in den Quartieren Eichkamp und Heerstraße gerecht zu werden, wurden im Rahmen der Potenzialanalyse folgende Schwerpunkte der Optimierung gelegt:

Schwerpunkte der energetischen Potenzialanalyse	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energetische Gebäudesanierung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einsatz erneuerbarer Energien                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geothermie</li> <li>- Solarthermie</li> <li>- Photovoltaik</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Technische Infrastruktur: Wärmenetze</li> </ul>

Auf Basis der Ziele der Bundesregierung wurden im Rahmen der energetischen Potenzialbetrachtung für die Quartiere drei Szenarien bis zum Umsetzungs- und Zieljahr 2050 festgesetzt, die durch verschiedene Annahmen in der Potenzialberechnung beschrieben und beeinflusst werden.

Die Potenzialberechnung der möglichen Einspareffekte in Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Ausstoß wird durch einen Rückgang des Wärmebedarfs der Gebäude bis zum Jahr 2050 (abhängig von der Sanierungsquote), den Einsatz erneuerbarer Energieträger sowie Effizienzmaßnahmen in der technischen Infrastruktur beeinflusst. Die Einspareffekte variieren je nach betrachtetem Szenario:

#### *Status quo-Szenario*

Das Status quo-Szenario spiegelt die Maßnahmenumsetzung sowie den Ausbau von Technologien auf Basis der bisher festgestellten Entwicklungen bzw. des erwarteten Trends in den Quartieren wider. Als Sanierungsquote wird an dieser Stelle, wie bundesweit festgestellt, 1 % p. a. festgesetzt. Bis zum Jahr 2050 bedeutet dies die Sanierung von einem Drittel der Wohngebäude.

### Effizienz-Szenario

Das Effizienz-Szenario beschreibt das angestrebte Ziel zur Umsetzung vorgeschlagener Maßnahmen bis zum Jahr 2050 in den Quartieren. Es wird ein hoher Umsetzungsgrad angesetzt, jedoch wird das Effizienz-Szenario als am umsetzungswahrscheinlichsten und als das am besten zu vermittelnde Szenario eingestuft. Als Sanierungsquote wird mit dem Ziel der Bundesregierung von 2 % p. a. gerechnet. Dies entspricht einem Anteil von knapp 70 % sanierter Wohngebäude bis zum Jahr 2050.

### Energiewende-Szenario

Das Energiewende-Szenario stellt den maximal möglichen Umsetzungsgrad oder den Ausbau von Technologien unter optimalsten Bedingungen dar. Es werden maximale Ambitionen relevanter Akteure zur Maßnahmenumsetzung vorangestellt und mit einer Sanierungsquote von 2,9 % p. a. gerechnet. Somit müssten bis zum Jahr 2050 100 % der Wohngebäude in den Quartieren saniert werden.

## 3.2 Energetische Gebäudesanierung im Bestand

In den Quartieren Eichkamp und Heerstraße werden gemäß der Bilanz jährlich jeweils etwa 3.650 t bzw. 1.900 t, also insgesamt ca. 5.550 t CO<sub>2</sub>-Emissionen, durch die Beheizung der privaten Wohngebäude (ohne die Studentenwohnheime) verursacht (vgl. Kap. 2.4). Bezogen auf die 2.466 Einwohner (vgl. Kap. 2.2) ergeben sich somit 2,25 t CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Person und Jahr. Dieser Wert liegt knapp 65 % über dem bundesweiten Durchschnitt von 1,37 t/(Person\*a) CO<sub>2</sub>-Emissionen, die durch Gebäudebeheizung privater Haushalten verursacht werden.<sup>63</sup>

Um das Potenzial der Gebäudesanierung zu beziffern, wurden für die drei häufigsten Gebäudetypen Einsparpotenziale in Form von Einzelmaßnahmen entwickelt (s. Kapitel 4.2). Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche der Einzelmaßnahmen jeweils für welche Sanierungsvariante (SV) herangezogen wurden und welche Intensität bzw. Anforderungen an die U-Werte eingehalten werden.

Maßnahme Nr.	Maßnahme	Intensität	Intensität
		SV 1	SV 2
1	Spitzbodendämmung	EnEV	KfW
2	Aufsparrendämmung des Daches	EnEV	KfW
5	Innendämmung	EnEV	KfW
6	Fenster austausch der inneren Ebene bei Kastendoppelfenstern	EnEV	KfW
7	Kellerdeckendämmung	EnEV	KfW
10	Hydraulischer Abgleich inkl. Einsatz neuer Thermostatventile und Hocheffizienzpumpen		

Tabelle 15: Einzelmaßnahmen der Sanierungsvarianten

<sup>63</sup> Statistisches Bundesamt (2011)



Die Durchführung der beiden SV – jeweils als komplette Sanierung aller Außenbauteile und der Optimierung der Wärmeverteilung im Gebäude – erzielt bei den einzelnen Gebäudetypen die nachfolgenden Einsparungen an Endenergie pro Gebäude.

Reduzierung des Endenergiebedarfs		
	SV 1	SV 2
DHH 1919-1934	32%	41%
RH-M 1919-1934	22%	30%
RH-E 1919-1934	34%	42%
<i>Durchschnitt</i>	<b>29%</b>	<b>38%</b>

Tabelle 16: Endenergieeinsparungen der Gebäudetypen je Sanierungsvariante

Für die verbleibenden, nicht unter die drei häufigsten Gebäudetypen fallenden Wohngebäude wurde jeweils eine durchschnittliche Einsparung über die drei beschriebenen Gebäudetypen als Einsparpotenzial angesetzt.

Dieses bezifferte Einsparpotenzial lässt sich jedoch nicht zu 100 % auf alle Gebäude übertragen. Dies liegt zum einen an der unterschiedlichen Ausgangssituation der Gebäude (bereits vorgenommene energetische Sanierungsmaßnahmen, Überformungen und Abweichungen von der Typologie, etc.) und zum anderen daran, dass nicht alle Gebäude einer Komplettsanierung unterzogen werden. Vielmehr werden an der Mehrzahl der Gebäude Einzelmaßnahmen wie beispielsweise ein Fenstertausch oder die Dämmung des Daches vorgenommen.

Die Hochrechnung des Potenzials für die Quartiere erfolgt somit anhand der Sanierungsquoten von 1 % pro Jahr im Status quo-Szenario, 2 % im Effizienz-Szenario und 2,9 % im Energiewende-Szenario. Des Weiteren wird die Annahme getroffen, dass die Gebäude im Status quo-Szenario alle gemäß der SV 1 auf EnEV-Standard und im Effizienz-Szenario je zur Hälfte gemäß der SV 1 und zur anderen Hälfte auf KfW-Einzelmaßnahmen-Niveau (SV 2) saniert werden. Im Energiewende-Szenario werden alle Gebäude wie in SV 2 beschrieben gemäß den Anforderungen der KfW-Bank saniert.

Der Endenergieverbrauch für die Beheizung der Wohngebäude kann im Quartier Eichkamp somit von 13.854 MWh/a bis 2050 im Status quo-Szenario auf 12.431 MWh/a (90 %), im Effizienz-Szenario auf 10.622 MWh/a (77 %) und im Energiewende-Szenario auf 8.534 MWh/a (62 %) gesenkt werden.

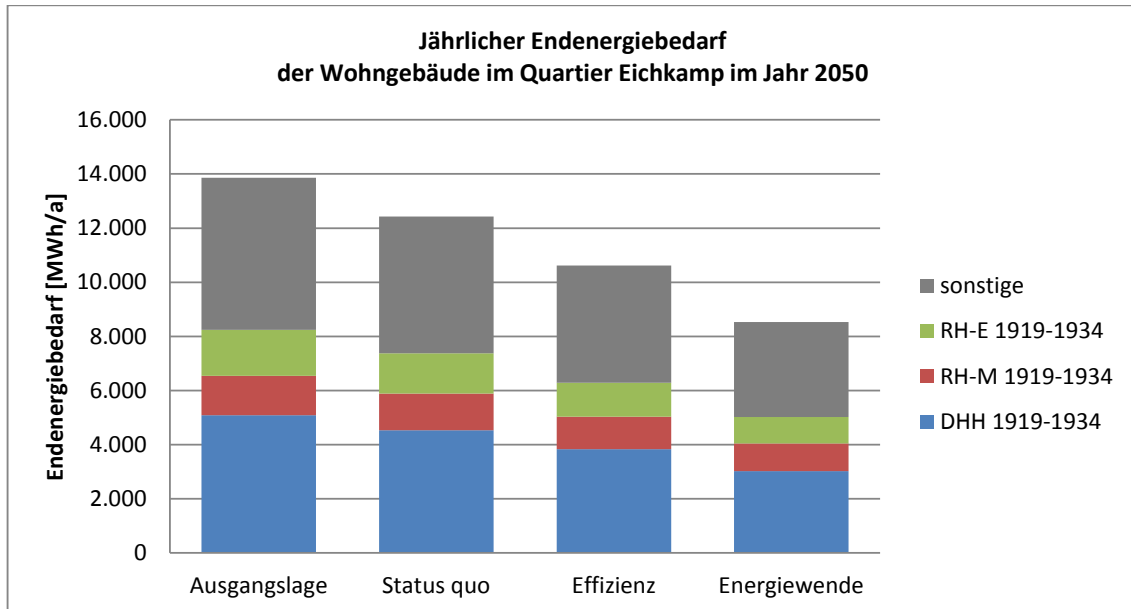


Abbildung 56: Potenzial der energetischen Gebäudesanierung im Quartier Eichkamp im Jahr 2050 nach Gebäudetypen

In der dekadischen Betrachtung der Szenarien für das Quartier Eichkamp wird die jährliche Einsparung von 2050 im Jahr 2020 zu 12 %, im Jahr 2030 zu 41 % und im Jahr 2040 zu 71 % erreicht sein.

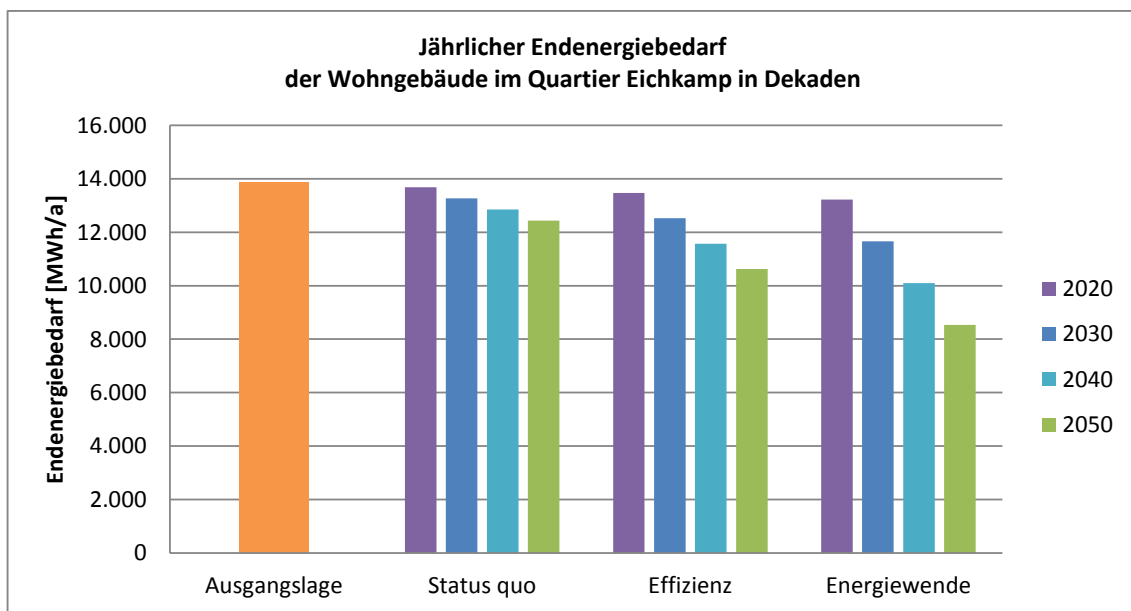


Abbildung 57: Potenzial der energetischen Gebäudesanierung im Quartier Eichkamp nach Dekaden

Der Endenergieverbrauch für die Beheizung der Wohngebäude im Quartier Heerstraße kann so von 7.593 MWh/a bis 2050 im Status quo-Szenario auf 6.792 MWh/a (89 %), im Effizienz-Szenario auf 5.779 MWh/a (76 %) und im Energiewende-Szenario auf 4.612 MWh/a (61 %) gesenkt werden.

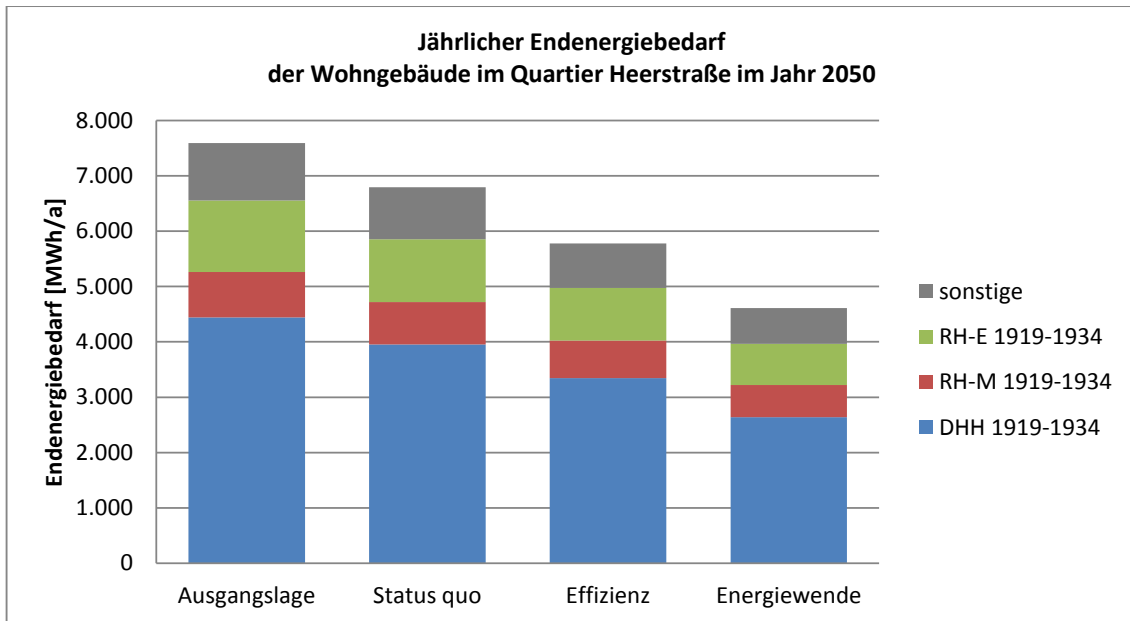


Abbildung 58: Potenzial der energetischen Gebäudesanierung im Quartier Heerstraße im Jahr 2050 nach Gebäudetypen

In der dekadischen Betrachtung der Szenarien für das Quartier Heerstraße wird die jährliche Einsparung von 2050 im Jahr 2020 zu 12 %, im Jahr 2030 zu 41 % und im Jahr 2040 zu 71 % erreicht sein.

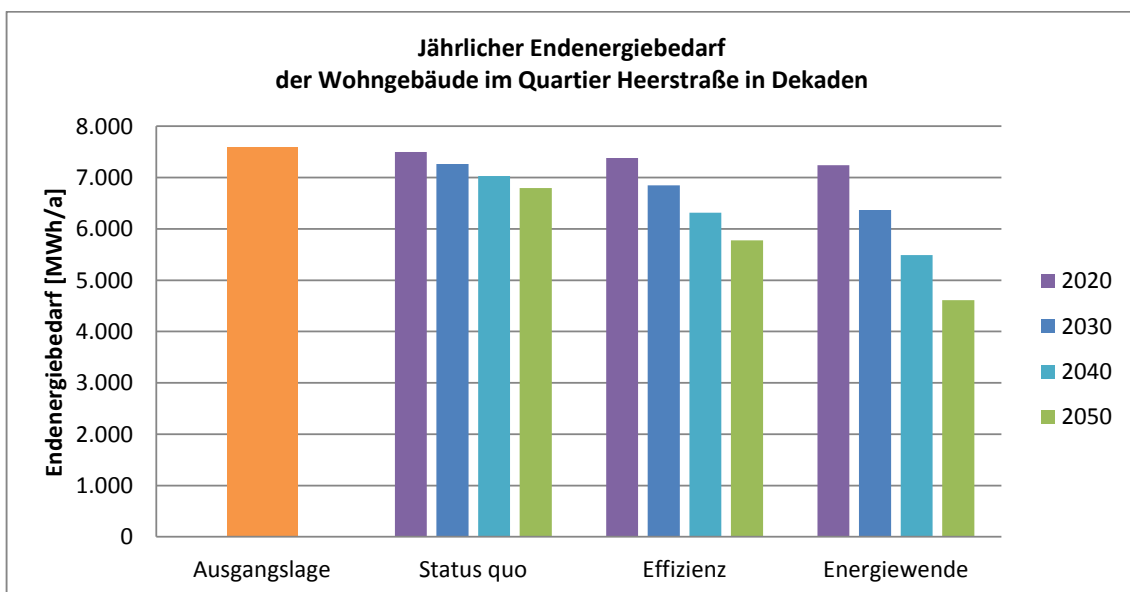


Abbildung 59: Potenzial der energetischen Gebäudesanierung im Quartier Heerstraße nach Dekaden

Das gesamte Potenzial nach Gebäudetypen und Dekaden stellt sich wie folgt dar:

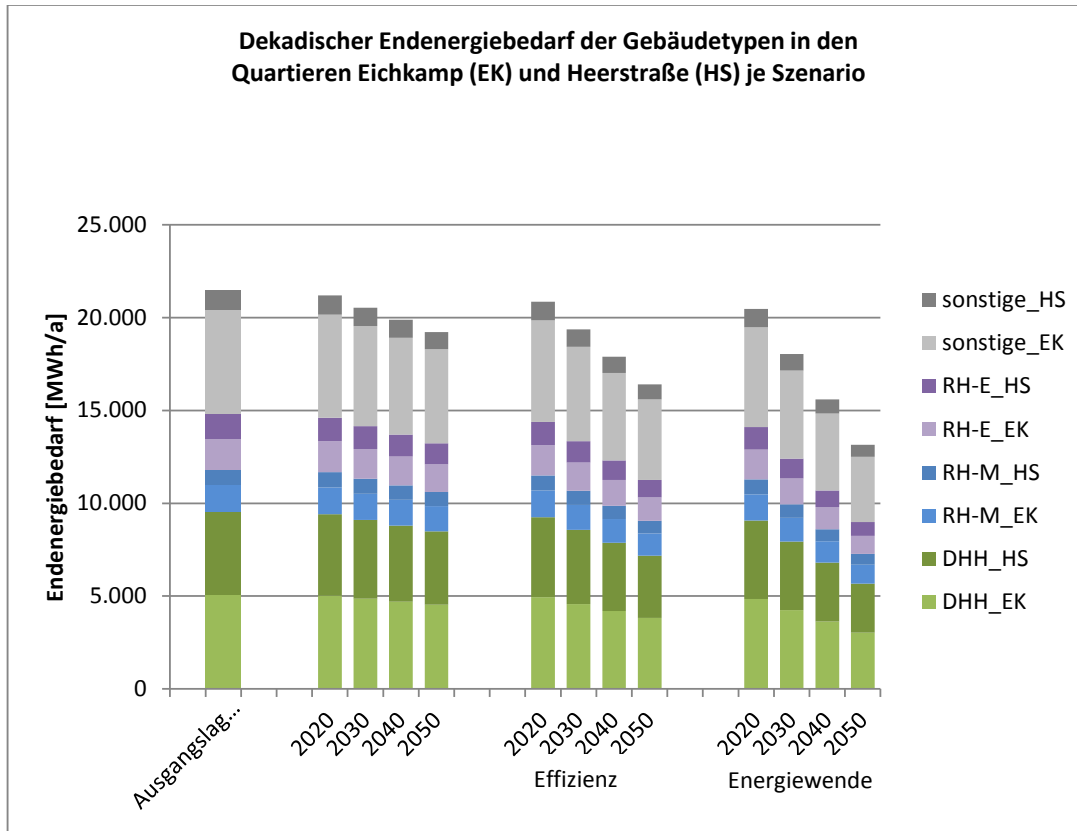


Abbildung 60: Gesamtpotenzial der energetischen Gebäudesanierung nach Gebäudetypen und Dekaden

Dies entspricht in 2050 einer jährlichen Vermeidung von 575 t CO<sub>2</sub>-Emissionen (10 %) im Status quo-Szenario, 1.306 t/a (24 %) im Effizienz-Szenario und 2.148 t/a (39 %) im Energiewende-Szenario.

Status quo 2050		Effizienz 2050		Energiewende 2050	
Einsparungen					
CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]
575	2.223	1.306	5.046	2.148	8.302

Tabelle 17: Endenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale: energetische Gebäudesanierung

### 3.3 Geothermie

Der Begriff der Geothermie bezeichnet die im Erdinneren vorherrschende Wärme. Die Temperaturen im Untergrund steigen mit zunehmender Tiefe, sodass der Anstieg bis zum Erdkern auf 5.500 bis 6.500°C geschätzt werden kann. Die Nutzung der Geothermie als erneuerbare Energie kann neben der Wärmergewinnung auch zur Stromerzeugung dienen, indem durch sehr hohe Temperaturen bzw. erzeugtem Wasserdampf eine Turbine angetrieben wird. An dieser Stelle muss zwischen der oberflächennahen Geothermie (bis 400 m Tiefe) und der Tiefengeothermie (ab 400 m Tiefe) unterschieden werden. Die tiefe Geothermie teilt sich in die hydrothermale Geothermie (Nutzung der Wärme von Tiefenwässern) und die petrothermale Geothermie (Nutzung der Wärme heißer Gesteinsschichten) auf. Die oberflächennahe Geothermie beschreibt die Erdwärmennutzung mittels Erdwärmekollektoren bzw. mittels Erdwärmesonden, die Nutzung der Wärme des Grundwassers oder sogar von Grubenwässern als Sonderfall (vgl. nachfolgende Abbildung).



Abbildung 61: Nutzungsmöglichkeiten oberflächennaher Geothermie<sup>64</sup>

Zudem wird die oberflächennahe Geothermie in offene und geschlossene Systeme unterteilt. Zu den offenen Systemen zählt die Nutzung von Grundwasserbrunnen als Wärmequelle für Wärmepumpen. Das Temperaturfeld von Grundwässern liegt in etwa bei 9°C bis 10°C. Grundwasser wird durch einen Förderbrunnen entnommen und nach Abkühlung in einen Schluckbrunnen zurückgeführt. Die

<sup>64</sup> Geologischer Dienst NRW: Geothermie in Nordrhein-Westfalen erkunden - bewerten - nutzen

benötigte Wassermenge, die gefördert wird, hängt von der Leistung der Wärmepumpe ab (ca. 2 m<sup>3</sup>/h Grundwasser für 10 kW Heizleistung<sup>65</sup>). Zur Nutzung von Grundwasserbrunnen sind jedoch ausreichend ergiebige Grundwasserleiter notwendig. Weitere Einschränkungen können wasserrechtliche Vorgaben oder die Wasserqualität bieten. Ein Problem stellt stark eisenhaltiges Grundwasser dar, da der Kontakt des Wassers mit Sauerstoff zum Ausfall von Ockerschlämml führt und Pumpen und Leitungen verstopft.

Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden zählen zu geschlossenen geothermischen Systemen, die nicht direkt im Austausch mit dem Grundwasser stehen, und über ein Wärmeträgermedium (bspw. Wasser mit Frostschutzmittel) die Wärme verfügbar machen. Es findet kein Stoffaustausch mit der Umgebung statt, sodass diese Systeme in der Regel an jedem Standort eingesetzt werden können.

Die grundsätzliche geothermische Eignung hängt von der Beschaffenheit des Bodens bzw. den Temperaturen im Untergrund sowie hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab.

Eine hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Berlin wird von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt veröffentlicht. Ein Ausschnitt des Quartiers in Charlottenburg ist nachfolgend einsehbar. Der Quartiersbereich weist fast ausschließlich ein geothermisches Potenzial von 35 – 40 W/m auf.

---

<sup>65</sup> Kaltschmitt; Streicher; Wiese (2006): Erneuerbare Energien Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte

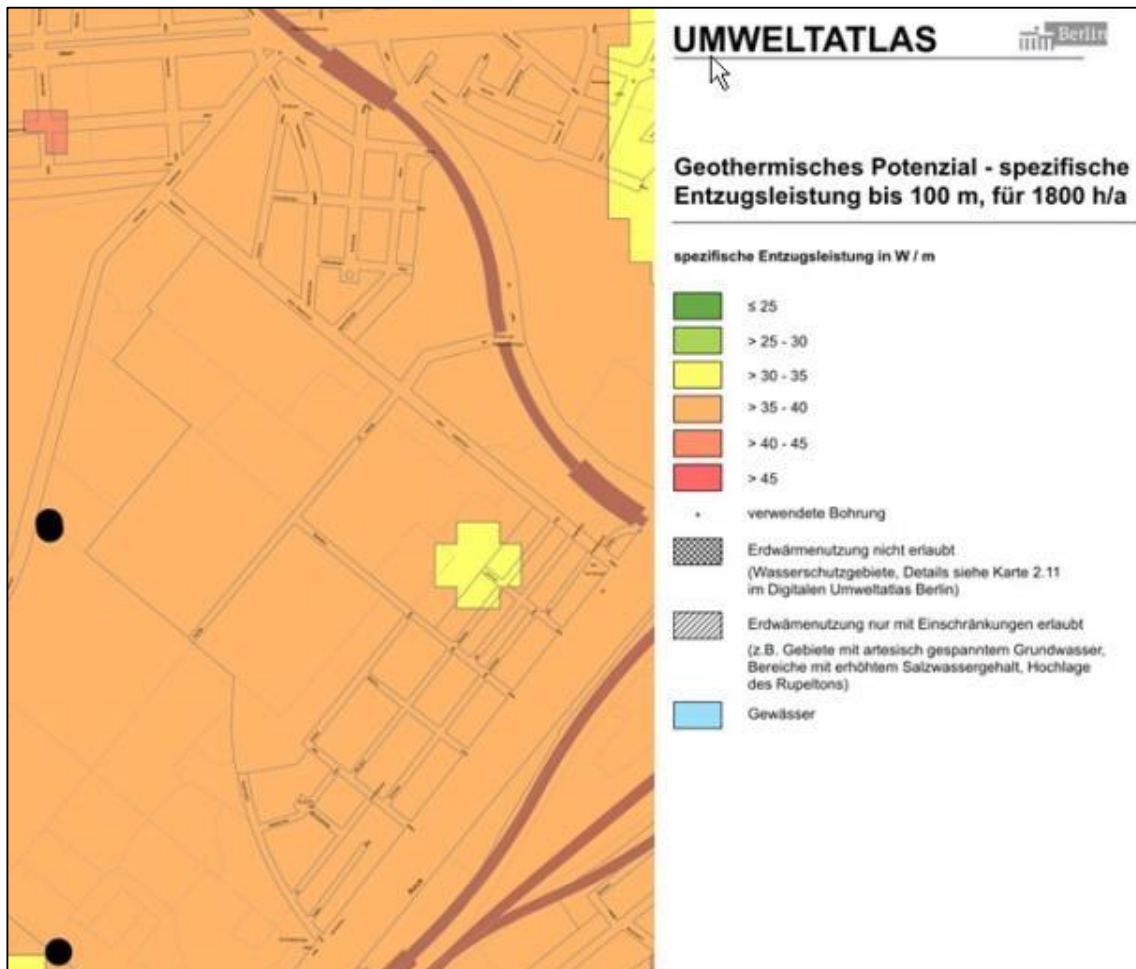


Abbildung 62: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden im Bezirk Charlottenburg<sup>66</sup>

Daten zu Wärmeentzugsleistungen des Bodens für Erdwärmekollektoren und -sonden oder Daten zu erfolgten Beurteilungen der Eignung von Erdwärmesonden aufgrund gemeldeter (Test)bohrungen sind nicht veröffentlicht und können für bestimmte Gebiete im Archiv der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt vorliegen bzw. sind bei Umsetzungsplanungen zu erfragen. Die Angaben der Senatsverwaltung ersetzen jedoch keine spezifische Standortbeurteilung, die im Falle konkreter Umsetzungsplanungen auf jeden Fall zusätzlich erfolgen muss.

Grundsätzlich ist jedoch von einer guten Eignung des Untergrundes zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie auszugehen. Hierfür spricht vor allem die spezifische Entzugsleistung von bis zu 40 W/m. Aus rechtlicher Sicht sind ebenfalls keine Schwierigkeiten bei der Erschließung von Geothermie-Quellen zu erwarten. Diese Einschätzung resultiert vor allem auch aus der Rücksprache mit den Behörden<sup>67</sup> und ausführenden Akteuren<sup>68</sup>.

<sup>66</sup> <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/fis-broker/>

<sup>67</sup> Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt

<sup>68</sup> Geo-En Energy Technologies GmbH; Hr. Michael Viernickel

Status quo 2050		Effizienz 2050		Energiewende 2050	
Einsparungen					
CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]
752		1504		2279	

Tabelle 18: Endenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale: Geothermie

### 3.4 Wärmenetze

Bei einem Wärmenetz wird die benötigte Wärme der Gebäude zentral innerhalb des Quartiers erzeugt und über ein Rohrleitungsnetz an die Gebäude verteilt. Es können einzelne Gebäude bis hin zum gesamten Quartier über ein Wärmenetz versorgt werden. Das Wärmenetz besteht aus Heizrohren, welche bis zum Heizraum im Gebäude verlegt werden. Die Wärme wird über eine Hausübergabestation (kurz „HüSt“) an das vorhandene Heizungssystem im Gebäude angeschlossen. Ein Wärmeerzeuger innerhalb des Gebäudes wird nicht mehr benötigt. Klassische Beispiele hierfür sind die Fernwärmenetze, wie es sie in zahlreichen Innenstadtbereichen gibt.

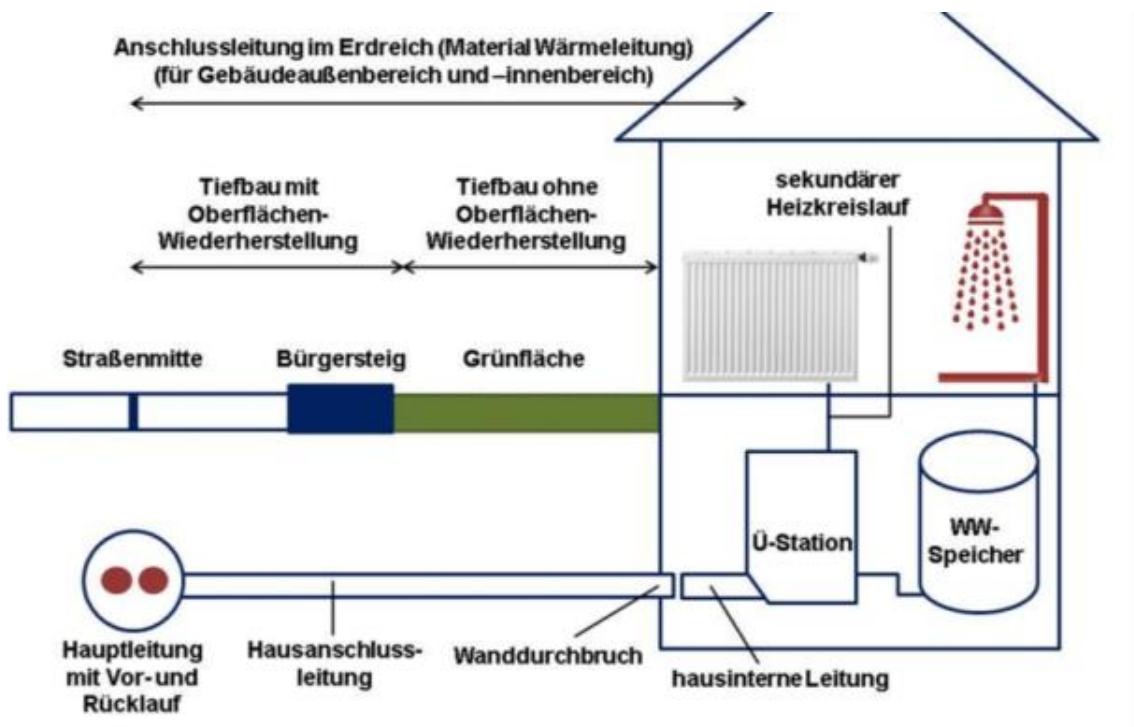


Abbildung 63: Nahwärmeanschluss im Wohngebäude<sup>69</sup>

#### 3.4.1 Nahwärmenetz

Die Heizzentrale des Wärmenetzes versorgt alle angeschlossenen Gebäude. Die Heizzentrale besteht üblicherweise aus einem Grundlastwärmeerzeuger und einem Erdgaskessel für die Abdeckung der

<sup>69</sup> Eigene Darstellung



Zeiten mit besonders hohem Wärmebedarf und einem Wärmespeicher, welcher die täglichen Bedarfsschwankungen ausgleicht.

Als Grundlasterzeuger werden Heizanlagen eingesetzt, welche besonders günstig und umweltschonend Wärme erzeugen können. Folgende Auflistung zeigt mögliche Grundlasterzeuger für ein Nahwärmenetz:

- Nutzung Umweltwärme mittels Wärmepumpen (häufig Erdwärmepumpe)
- Solarthermie mit Saisonalspeicher
- Blockheizkraftwerk (kurz „BHKW“), betrieben mit Erdgas oder Biogas
- günstige Abwärme
- Holzheizkessel (Pellet oder Holzhackschnitzel).

#### *Umweltwärme*

Nahwärmenetze auf Basis von Wärmepumpen und Solarthermie benötigen für eine effiziente Umsetzung niedrige Heiztemperaturen und werden deshalb üblicherweise nur bei neuen oder sanierten Gebäuden eingesetzt. Aufgrund der älteren Gebäudestruktur kommen diese Wärmeerzeuger für das betrachtete Quartier nur in Frage, wenn eine Sanierung der Gebäudehülle oder eine Erneuerung / Vergrößerung der Heizflächen erfolgt. Eine Vergrößerung der Heizflächen kann beispielweise durch den Einbau einer Flächenheizung (Fußboden,- Wand- oder Deckenheizung), durch zusätzliche Heizkörper oder durch neuartige Heizkörper mit integrierten Ventilatoren erfolgen. Hierfür ist jedoch im Einzelfall eine Heizlastberechnung zwingend erforderlich.

#### *Blockheizkraftwerke*

BHKW sind aufgrund der gekoppelten Erzeugung von Wärme und Strom die effizientesten Grundlasterzeuger. Sofern kein sehr großer Stromabnehmer in direkter Nähe zu den Wärmeverbraucher existiert, wird der erzeugte Strom in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Wird das BHKW mit Erdgas betrieben, wird der eingespeiste Strom mit dem mittleren Strombörsenpreis und dem KWK-Bonus des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (kurz „KWK-G“) vergütet. Bei einem Betrieb des BHKW mit Biomethan (auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas) wird der eingespeiste Strom nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (kurz „EEG“) vergütet.

Aufgrund der sehr niedrigen Strompreise an der Börse (KWK-Index Q1/2015: 3,21 ct/kWh) und der begrenzten Laufzeit des KWK-Bonus auf 30.000 h lassen sich Nahwärmenetze mit einem Erdgas betriebenen BHKW nur dann wirtschaftlich darstellen, wenn ein großer Anteil des produzierten Stromes selbst verbraucht werden kann und damit der Strombezug verringert wird.

Am 01.08.2014 trat das novellierte EEG (kurz „EEG 2014“) in Kraft und veränderte die Rahmenbedingungen für neue BHKWs, welche mit Biomethan betrieben werden. Das EEG 2014 schränkt durch die Streichung mehrerer Boni für Strom aus Biomethan den Einsatz von Biomethan deutlich ein. Der Fokus liegt zukünftig auf Biomethan aus Bioabfall. Zum jetzigen Zeitpunkt (Stand Anfang 2016) existiert noch kein Markt für Biomethan aus Bioabfall, so dass die Marktpreise und die verfügbaren Mengen noch unklar sind.

#### *Abwärme*

Abwärmepotenziale von Industrie- oder Gewerbebetrieben gibt es vor Ort nicht.

### Holzheizwerk

Der Einsatz einer Biomasseanlage kommt hier nur bedingt in Frage, da das Potenzial für Biomasse in städtischen Gebieten wegen regionaler Verfügbarkeit oftmals nicht gegeben ist. Zwar gibt es die Möglichkeit der Nutzung von Biomasse in Form von Pellets, diese sind jedoch durch den höheren Aufwand bei der Herstellung nur ungleich günstiger als beispielsweise Erdgas. Ein weiteres Hemmnis beim Einsatz von Biomasse sind die Emissionen die in dicht bebauten Wohngebieten oftmals dazu führen, dass eine solche Biomasseanlage nicht genehmigt werden kann.

### 3.4.2 Kaltes Nahwärmenetz

Die sog. „Kalten Nahwärmenetze“ nutzen in der Regel oberflächennahe geothermische Wärme als Niedertemperatur-Wärmequelle. Dies sind im Wesentlichen zentrale Erdsondenfelder oder Pumpenbrunnen. Das in den Sonden zirkulierende Wasser-Glykol-Gemisch nimmt die Wärme auf und diese gelangt in den Ringleitungen an die jeweiligen Abnehmer. Mit Hilfe von Strom entzieht eine in den Gebäuden installierte Wärmepumpe diese Energie und hebt sie auf das gewünschte Temperaturniveau.

Durch die geringen Temperaturen im Netz entstehen im Gegensatz zu einem Nahwärmenetz nahezu keine Lieferverluste. Neben der Wärmeerzeugung im Winter kann das Netz in den Sommermonaten zur Kühlung der Gebäude genutzt werden.

### 3.4.3 Bewertung der Machbarkeit eines Nahwärmenetzes

Die Energiebilanzierung des Gebäudebestandes vom Quartier Eichkamp und Heerstraße basiert auf realen, nicht witterungsbereinigten Verbrauchswerten für die Gebäudebeheizung des Jahres 2015 sowie auf Hochrechnungen. Angaben über die Jahresverbräuche und Energieträger wurden im Rahmen der Fragebogenaktion von den Eigentümern gemacht. Die durchschnittlichen Verbrauchswerte für die Gebäudebeheizung je Gebäudetyp wurden an Hand der durchschnittlichen Flächen je Gebäudetyp auf einen Endenergiebedarf hochgerechnet.

In den Quartieren fallen gemäß der Bilanzierung 13.854 MWh/a Endenergie im Eichkamp und 7.594 MWh/a im Quartier Heerstraße an, was bei einem angenommenen durchschnittlichen Kesselwirkungsgrad von 85 % und der Umrechnung von Heizwert zu Brennwert mit dem Faktor 1,1 einer Wärmemenge von ca. 10.000 MWh/a im Eichkamp bzw. ca. 6.000 MWh/a im Quartier Heerstraße entspricht, die vom Wärmenetz bereitgestellt werden müsste bzw. bei den Endverbrauchern ankommen muss. Verluste der Wärmeleitungen sind hier noch nicht betrachtet worden.

Hinzu kommen bei der quartiersweisen Betrachtung noch die Endenergiebedarfe der öffentlichen Liegenschaften. Diese betragen im Quartier Eichkamp ca. 2.500 MWh/a und im Quartier Heerstraße ca. 6.000 MWh/a. Insgesamt beträgt der Endenergiebedarf der Quartiere somit ca. 12.500 MWh/a im Quartier Eichkamp und 12.000 MWh/a im Quartier Heerstraße.

Eine erste Einschätzung, ob ein Wärmenetz realisiert werden kann, erfolgt über die Wärmedichte oder über die Belegungsdichte (jährlicher Wärmebedarf je Trassenmeter; MWh/Trm). C.A.R.M.E.N. e.V.<sup>70</sup> empfiehlt ein Wärmenetz zu realisieren, wenn eine Belegungsdichte von 1,5 MWh/Trm gewährleistet ist. Dieser Ansatz betrachtet die Wirtschaftlichkeitsgrenze eines Netzes, ab der es sich ggf. lohnt das

<sup>70</sup> Das Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V., wurde 1992 als Koordinierungsstelle für nachwachsende Rohstoffe in Bayern gegründet und ist seit 2001 eine der drei Säulen des Kompetenzzentrums für nachwachsende Rohstoffe mit Sitz in Straubing.

Potenzial zu untersuchen. Zum Erhalt einer Förderung der KfW ist eine Belegungsdichte von 0,5 MWh/Trm zu gewährleisten.

Auf Grundlage der Datenermittlung (s. Bilanz), wurden die Verbrauchsdaten beider Quartiere jeweils straßenweise hochgerechnet und ins Verhältnis zur Trassenlänge gesetzt. Entsprechend der nachfolgenden Abbildung ist zu erkennen, dass die Wärmedichte im Quartier Eichkamp und Heerstraße teilweise unterhalb der Empfehlung von C.A.R.M.E.N. e.V. liegt. Der Anschluss dieser Trassen ist voraussichtlich nur mit Fördergeldern zu realisieren. Der Wert zum Erhalt einer Förderung durch die KfW von 0,5 MWh/Trm wird hingegen eingehalten.

Besonders geeignete Trassen finden sich überall dort wo eine dichte Bebauung (jeweils straßenseitig gegenüberliegende Bebauung) zu finden ist. Hier liegt der Wert zum Teil deutlich über 2,5 MWh/Trm. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick der jeweiligen Trassen.

Quartier	Trasse	Wärme [kWh/a]	Trassenlänge [m]	Wärmedichte [MWh/(m*a)]
<b>Eichkamp</b>	Sonnenhof	238.610	46	5,2
<b>Heerstraße</b>	Kurländer Allee	1.209.928	410	3,0
<b>Heerstraße</b>	Marienburger Allee	1.479.082	509	2,9
<b>Eichkamp</b>	Zikadenweg	2.015.745	771	2,6
<b>Eichkamp</b>	Lärchenweg	582.442	229	2,5
<b>Heerstraße</b>	Neidenburger Allee	1.157.676	459	2,5
<b>Eichkamp</b>	Eichkatzenweg	1.388.552	566	2,5
<b>Eichkamp</b>	Falterweg	612.764	252	2,4
<b>Eichkamp</b>	Alte Allee	743.183	340	2,2
<b>Eichkamp</b>	Im Hornisgrund	669.730	313	2,1
<b>Eichkamp</b>	Am Vogelherd	598.311	381	1,6
<b>Heerstraße</b>	Soldauer Allee	534.236	347	1,5
<b>Heerstraße</b>	Lötzener Allee	482.266	316	1,5
<b>Heerstraße</b>	Boyenallee	260.205	198	1,3
<b>Eichkamp</b>	Dauerwaldweg	602.429	463	1,3
<b>Eichkamp</b>	Maikäferpfad	446.796	354	1,3
<b>Eichkamp</b>	Eichkampstraße	1.339.091	1.137	1,2
<b>Eichkamp</b>	Kühler Weg	448.951	384	1,2
<b>Eichkamp</b>	Bläulingsweg	126.664	112	1,1
<b>Heerstraße</b>	Waldschulallee Heerstraße	501.946	521	1,0
<b>Eichkamp</b>	Kiefernweg	278.858	334	0,8
<b>Eichkamp</b>	Am Fliederbusch	158.159	195	0,8
<b>Eichkamp</b>	Waldschulallee Eichkamp	258.491	352	0,7

<b>Heerstraße</b>	Harbigstraße	201.502	311	0,6
<b>Eichkamp</b>	Rottannenweg	137.780	221	0,6

Tabelle 19: Wärmedichte der Trassen

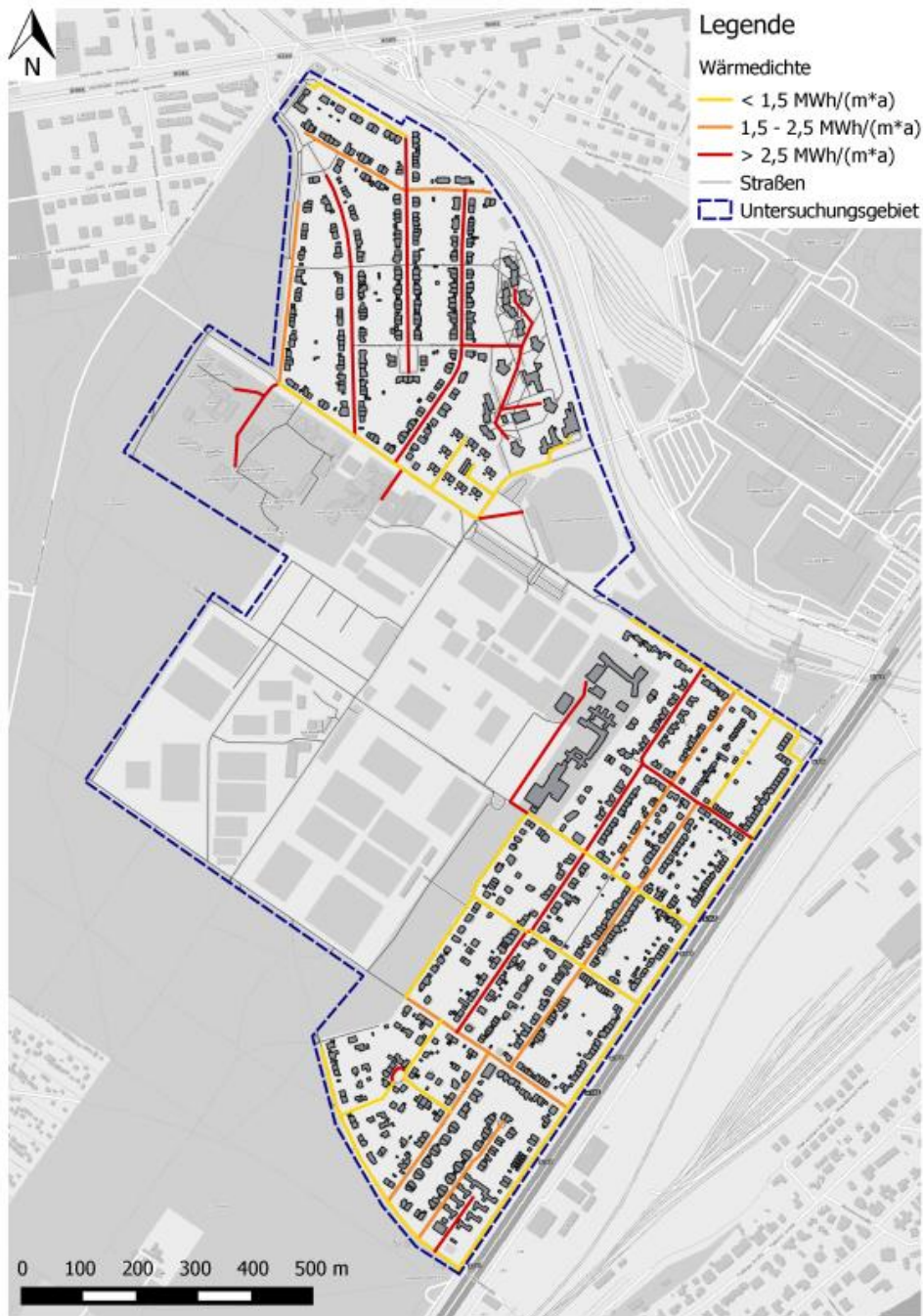


Abbildung 64: Wärmedichte je Straße

Eine detailliertere Auswertung ist auf den nachfolgenden Abbildungen zu erkennen. Hier wurde der ermittelte Wärmebedarf gebäudebezogen dargestellt. Unter der Annahme, dass je Gebäude eine

Trassenlänge von ca. 20 Trm notwendig ist, lässt dies den Schluss zu, dass Gebäude mit einem Wärmeverbrauch von ca. 30.000 kWh die nötige Wärmedichte von 1,5 MWh/Trm erreichen. Gebäude mit grün hinterlegter Fläche werden entweder vom benachbarten Gebäude versorgt oder es liegen keine Angaben über den Wärmebedarf vor.

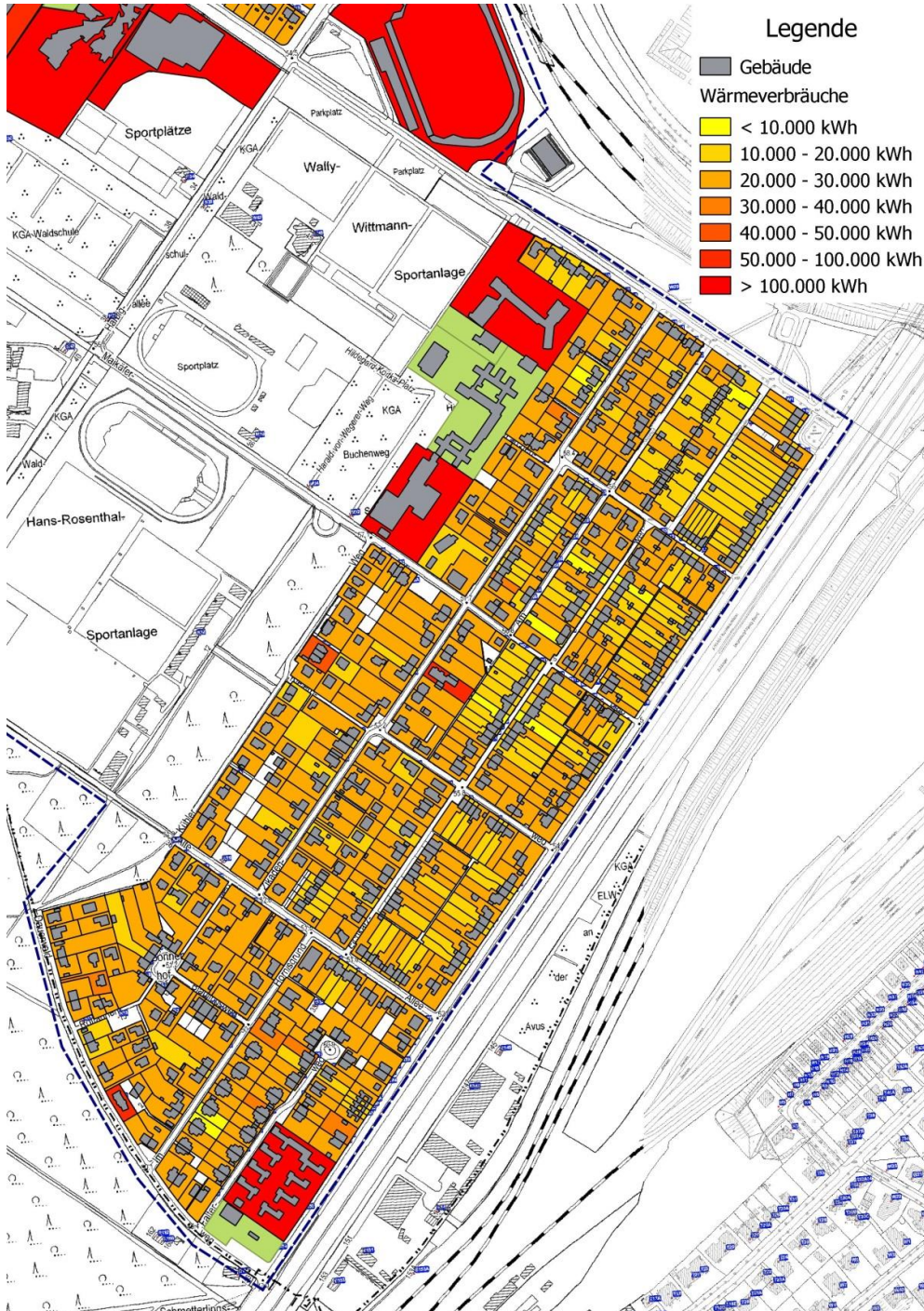


Abbildung 65: Wärmedichte je Gebäude Eichkamp

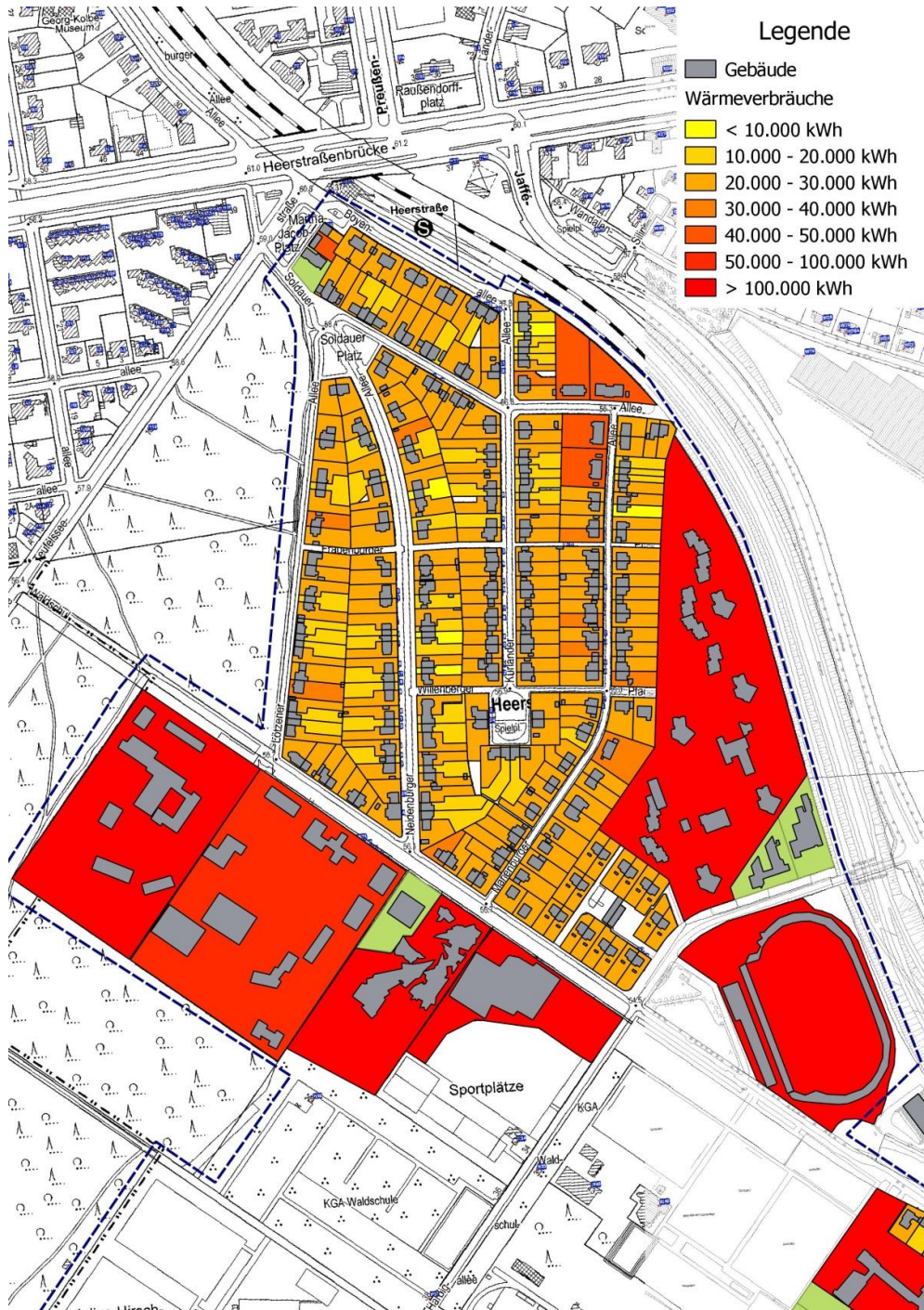


Abbildung 66: Wärmedichte je Gebäude Heerstraße

### 3.4.4 Allgemeines Einsparpotenzial

Durch den Aufbau eines Wärmenetzes lassen sich in erster Linie nur CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch die Substitution von anderen Erzeugungsanlagen erzielen. Weitere energetische Einsparpotentiale bestehen in den Gebäuden, die durch energetische Gebäudesanierung erzielt werden können. Daher werden in der nachfolgenden Tabelle nur die entsprechenden CO<sub>2</sub>-Einsparungen bezogen auf den Wohngebäudebestand beider Quartiere dargestellt. Die öffentlichen Liegenschaften werden nicht berücksichtigt, da diese nicht in der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung enthalten sind.

Status quo 2050		Effizienz 2050		Energiewende 2050	
Einsparungen					
CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]
251		501		760	

Tabelle 20: Endenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale: Wärmenetze

Das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial beträgt für das Szenario Energiewende 760 t/a, beim Szenario Energieeffizienz 501 t/a und beim Szenario Status quo 251 t/a. Bei dem Einsparpotenzial wird von einem Anschluss aller Gebäude in den Quartieren jedoch ohne öffentliche Liegenschaften ausgegangen.

### 3.4.5 Versorgungsvarianten V1 – V3

Die Grundlage der folgenden Versorgungsvarianten ist der Aufbau einer zentralen Versorgungslösung für das jeweilige Quartier. Zur Bereitstellung der notwendigen Wärmeenergie der Wohngebäude sollen hierzu zwei Versorgungslösungen miteinander kombiniert werden:

- Blockheizkraftwerk (BHKW)
- Wärmepumpe (Geothermie).

Das Blockheizkraftwerk wird so ausgelegt, dass es 25 % des Wärmebedarfs im Quartier über ein klassisches Nahwärmenetz (HT-Netz) mit ca. 80°C Heizwasser versorgt. Nach Möglichkeit sollte das BHKW dabei so positioniert werden, dass die Gebäude mit den höchsten Wärmeverbräuchen daran angeschlossen werden.

Die übrigen 75 % des Wärmebedarfs innerhalb der Quartiere werden an ein sogenanntes kaltes Wärmenetz (NT-Netz) angeschlossen (s. Kapitel 3.4.2). Dieses NT-Netz wird über oberflächennahe Geothermie versorgt, welche ein Temperaturniveau von ca. 10°C aufweist. Um aus der Umweltwärme Heizenergie zu erzeugen, werden die an das NT-Netz angeschlossenen Gebäude mit einer Wärmepumpe ausgerüstet, welche aus der Umweltwärme bis zu 65°C heißes Wasser erzeugen. Einige Wärmepumpen einzelner Hersteller erreichen sogar Temperaturen bis zu 75 °C. Dies ist allerdings auf Grund des geringen Wirkungsgrades der Pumpen nicht zu empfehlen.

Der Strom, der von den Wärmepumpen zur Umwandlung des 10°C warmen Wassers benötigt wird, kommt dabei von dem aus dem BHKW erzeugten Strom. Hierzu muss neben dem NT-Netz auch ein separates Stromnetz (Arealnetz) verlegt werden.

Das Verhältnis von Hochtemperatur-Netz (25 % Wärmeerzeugung) und Niedertemperatur-Netz (75 % Wärmeerzeugung) wurde dabei so gewählt, dass der Strom, welchen die Wärmepumpen zur Beheizung der 75 % benötigen, vom BHKW erzeugt wird.

Die nachfolgenden drei Varianten werden für die beiden Wohnquartiere einer groben Betrachtung unterzogen und hinsichtlich der Machbarkeit analysiert:

- Variante 1 – Quartierslösungen (V1)
  - Mit öffentlichen Liegenschaften
  - Ohne öffentliche Liegenschaften
- Variante 2 – Insellösungen (V2)
  - Mit öffentlichen Liegenschaften (Heerstraße)
  - Ohne öffentliche Liegenschaften (Eichkamp)
- Variante 3 – Nachbarschaftslösung (V3)
  - Ohne öffentliche Liegenschaften.

Die Betrachtung erfolgt jeweils unter Angabe der folgenden Eckdaten:

- Anzahl der Gebäude
- Wärmebedarf in GWh
- Trassenlänge in m
- Investitionskosten in Mio. Euro
- Zuschüsse
- Wärmepreis in Cent/kWh.

#### *Anzahl der Gebäude*

Die Anzahl der Gebäude ist abhängig von der Größe der betrachteten Variante. Bei den Quartierslösungen wurden bspw. 100% der Gebäude betrachtet.

#### *Wärmebedarf*

Der Wärmebedarf ist der Endenergiebedarf bereinigt um Wirkungsgradverluste der bestehenden Anlagen in Höhe von 15 %. Ebenso enthalten sind die Wärmeverluste der Nahwärmeleitung (20 W/m), sie wurden entsprechend der Datenaufnahme ermittelt.

#### *Trassenlänge*

Die Trassenlänge gibt die Länge der zu verlegenden Versorgungsleitungen inklusive der Leitungen für den Hausanschluss (s. Kapitel 3.4) wieder.

#### *Investitionskosten*

Die Investitionskosten beinhalten alle Kosten bzgl. der Anlagentechnik (BHKW, Wärmepumpe, Bohrungen, etc.), Verlegung der Versorgungsleitungen, Hausübergabestationen und Planungskosten. Dabei werden zur vereinfachten Betrachtung Investitionskosten wie folgt zu Grunde gelegt:



Investition	Summe	Einheit
Hausanschluss	6.200	€
Trasse	300	€/m
Stromnetz	100	€/m
BHKW	1.250	€/kW
Gaskessel	200	€/kW
Wärmepumpe	500	€/kW
Bohrungen	1.000	€/kW

Tabelle 21: Investitionskosten

### Zuschüsse

Hierin sind mögliche Zuschüsse für die Verlegung von Wärmeleitungen, die Installation von Hausanschlüssen und Wärmepumpen enthalten. Nachfolgende Zuschüsse werden dabei zu Grunde gelegt.

Zuschüsse	Summe	Einheit
Hausanschluss	1.800	€
Trasse	60	€/m
Wärmepumpe	100	€/kW
Wärmespeicher	250	€/m <sup>3</sup>

Tabelle 22: Zuschüsse

### Wärmepreis

Der Wärmebedarf spiegelt das Verhältnis zwischen Investitionskosten, den laufenden Kosten, den kapitalgebundenen Kosten und dem Wärmebedarf wieder. Nachfolgende Abbildung zeigt den Wärmepreis verschiedener Systeme in Cent/kWh.

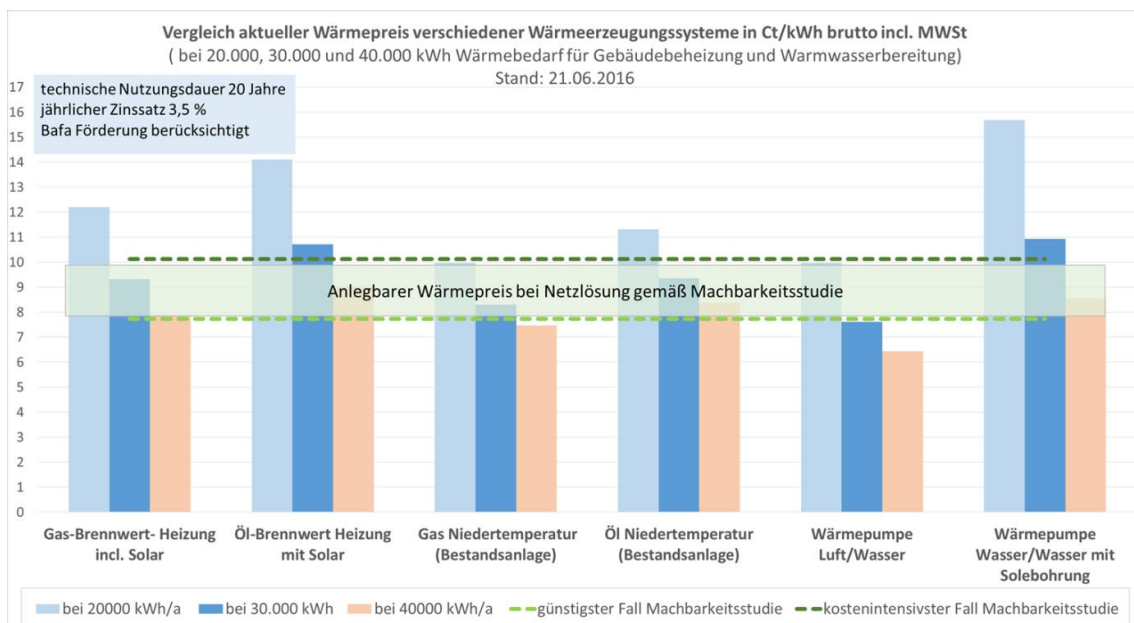


Abbildung 67: Wärmepreis verschiedener Wärmeerzeugungssysteme in Cent/kWh

Für die Machbarkeitsstudie ergibt sich ein anzunehmender Wärmepreis von 8,0 – 10,0 Cent/kWh. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Wärmepreise verschiedener Systeme in €/a. Die Kosten teilen sich auf in kapitalgebundene Kosten, verbrauchsabhängige Kosten und Betriebskosten.

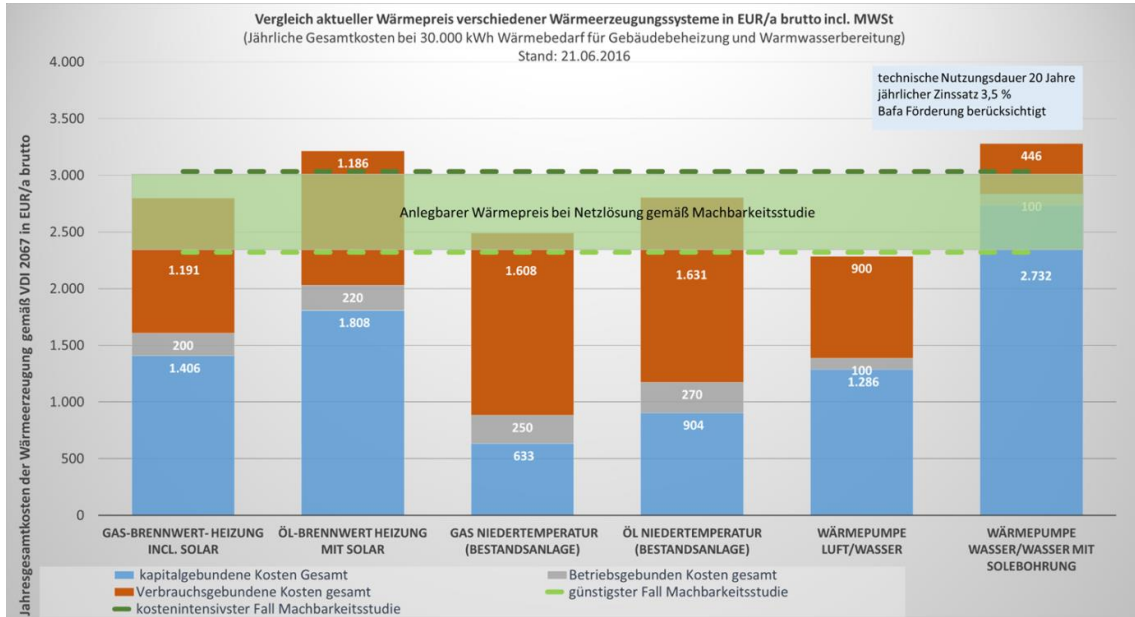


Abbildung 68: Wärmepreis verschiedener Erzeugungssysteme in EUR/a

Versorgungsvariante 1 - Quartierslösung

Variante 1 sieht die vollständige Versorgung des Quartiers über eine zentrale Wärmeversorgung vor. Hierbei wird zusätzlich noch zwischen einer Variante mit und einer Variante ohne die angrenzenden öffentlichen Liegenschaften unterschieden.

Eichkamp - Quartierslösung mit öffentlichen Liegenschaften

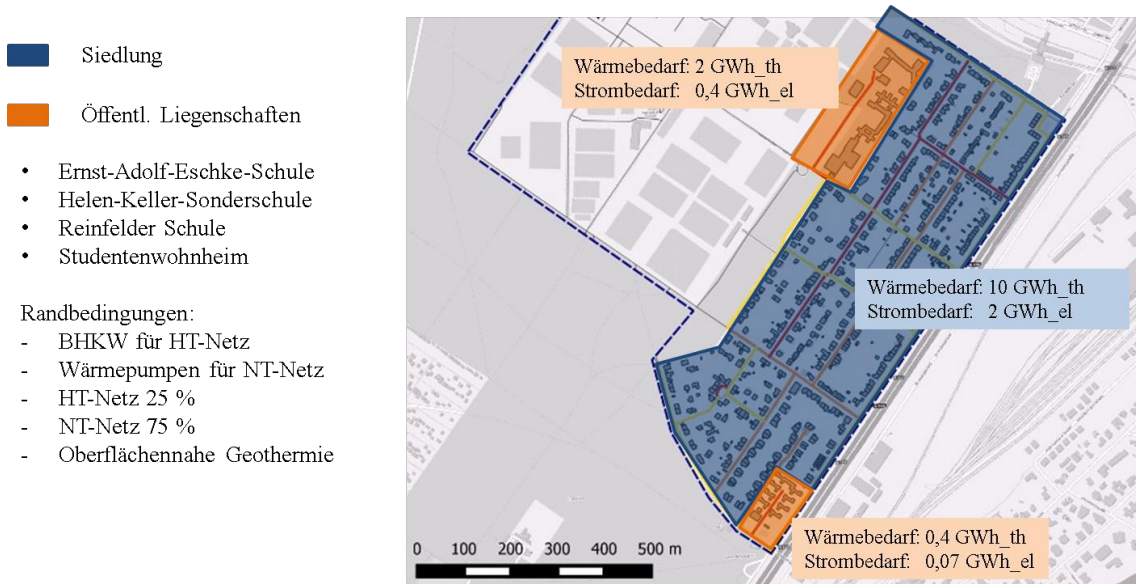


Abbildung 69: Quartierslösung Eichkamp

Bei einem Anschlussgrad von 100 % und dem Anschluss von 504 Gebäuden an die zentrale Versorgung, beträgt der Wärmebedarf inklusive der öffentlichen Gebäude 13.875 MWh. Die Investitionskosten für die Anlagentechnik, Wärmepumpen inkl. Erdsondenbohrungen, Verlegung der Versorgungsleitungen und der Planungskosten belaufen sich nach Abzug möglicher Zuschüsse auf 12,14 Mio. €.

Anschlussgrad	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
Anzahl Gebäude	504	403	302	202	101	-
Wärmebedarf	13.875	11.100	8.325	5.550	2.775	MWh
Trassenlänge	12.810	11.298	9.786	8.274	6.762	m
Investitionskosten	12,14	10,15	8,06	5,97	3,88	Mio.€
<b>Laufende Kosten und Vergütung</b>						
Finanzierung	742.600	621.004	493.044	365.085	237.125	€/a
Betrieb & Wartung	321.570	263.031	204.492	145.953	87.414	€/a
Betriebskosten	1.464.660	1.166.604	874.953	583.302	291.651	€/a
Vergütung/Erlöse	-1.331.314	-1.065.051	-798.788	-532.526	-266.263	€/a
<b>Wärmepreis</b>						
Summe	8,6	10,8	13,1	15,9	20,3	ct/kWh
Finanzierung	5,4	5,6	5,9	6,6	8,5	ct/kWh

Betrieb & Wartung	2,3	2,4	2,5	2,6	3,2	ct/kWh
Brennstoffe	10,6	10,5	10,5	10,5	10,5	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,6	-7,7	-5,8	-3,8	-1,9	ct/kWh

Tabelle 23: Kosten und Wärmepreis in Abhängigkeit des Anschlussgrades

Betrachtet man die laufenden Kosten und Vergütungen im Verhältnis zum Wärmebedarf, so erhält man bei einer Anschlussquote an die zentrale Versorgung von 100 % einen Wärmepreis von ca. 8,6 Cent/kWh bis hin zu über 20 Cent/kWh bei einer Anschlussquote von nur noch 20 %.

Der Wärmepreis setzt sich dabei aus den Bestandteilen der jährlichen Finanzierungskosten (5,4 ct/kWh), Kosten für Betrieb und Wartung (2,3 ct/kWh), Brennstoffkosten (10,6 ct/kWh) und der Vergütung/Erlöse (-9,6 ct/kWh) zusammen.

#### Eichkamp - Quartierslösung ohne öffentliche Liegenschaften

##### ■ Siedlung

- Quartierslösung Eichkamp

##### Randbedingungen:

- BHKW für HT-Netz
- Wärmepumpen für NT-Netz
- HT-Netz 25 %
- NT-Netz 75 %
- Oberflächennahe Geothermie

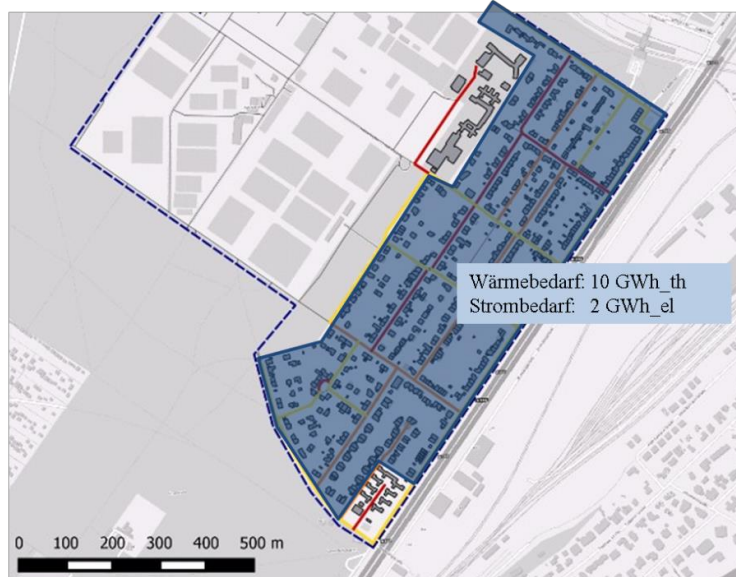


Abbildung 70: Quartierslösung Eichkamp

Anschlussgrad	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
Anzahl Gebäude	499	399	299	200	100	-
Wärmebedarf	11.100	8.880	6.660	4.440	2.220	MWh
Trassenlänge	12.485	10.988	9.491	7.994	6.497	m
Investitionskosten	11,05	9,24	7,36	5,47	3,59	Mio.€
<b>Laufende Kosten und Vergütung</b>						
Finanzierung	675.478	565.249	449.928	334.608	219.287	€/a
Betrieb & Wartung	291.093	238.374	185.656	132.937	80.219	€/a
Betriebskosten	1.179.501	938.607	703.955	469.303	234.652	€/a
Vergütung/Erlöse	-1.066.451	-853.161	-639.871	-426.580	-213.290	€/a

Wärmepreis						
Summe	9,7	11,9	14,3	17,3	22,1	ct/kWh
Finanzierung	6,1	6,4	6,8	7,5	9,9	ct/kWh
Betrieb & Wartung	2,6	2,7	2,8	3,0	3,6	ct/kWh
Brennstoffe	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,6	-7,7	-5,8	-3,8	-1,9	ct/kWh

Tabelle 24: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades

Betrachtet man die laufenden Kosten und Vergütungen im Verhältnis zum Wärmebedarf, so erhält man bei einer Anschlussquote an die zentrale Versorgung von 100 % einen Wärmepreis von ca. 9,7 Cent/kWh bis hin zu über 20 Cent/kWh bei einer Anschlussquote von nur noch 20 %.

#### Heerstraße - Quartierslösung mit öffentlichen Liegenschaften

- Siedlung
  - Öffentl. Liegenschaften
  - Studentenwohnheim
  - Mommsenstadion
  - Waldschulen
  - TU-Sportzentrum
  - Heinz-Galinski-Schule
- Randbedingungen:
- BHKW für HT-Netz
  - Wärmepumpen für NT-Netz
  - HT-Netz 25 %
  - NT-Netz 75 %
  - Oberflächennahe Geothermie

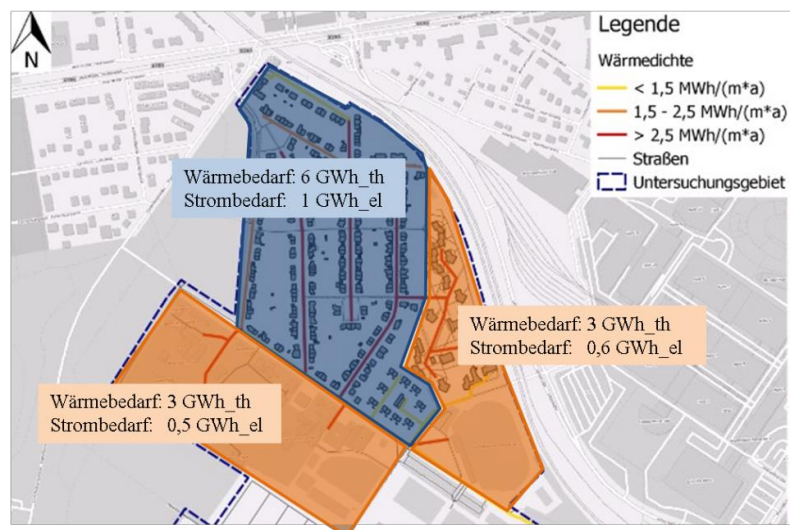


Abbildung 71: Quartierslösung Heerstraße

Anschlussgrad	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
Anzahl Gebäude	275	220	165	110	55	-
Wärmebedarf	13.320	10.656	7.992	5.328	2.664	MWh
Trassenlänge	8.125	7.300	6.475	5.650	4.825	m
Investitionskosten	9,02	7,57	6,02	4,47	2,91	Mio.€
Laufende Kosten und Vergütung						
Finanzierung	551.811	462.971	368.022	273.072	178.123	€/a
Betrieb & Wartung	238.958	195.566	152.175	108.783	65.392	€/a
Betriebskosten	1.390.817	1.109.404	832.053	554.702	277.351	€/a
Vergütung/Erlöse	-1.278.341	-1.022.673	-767.005	-511.337	-255.668	€/a

Wärmepreis						
Summe	6,8	8,9	11,2	13,7	17,6	ct/kWh
Finanzierung	4,1	4,3	4,6	5,1	6,7	ct/kWh
Betrieb & Wartung	1,8	1,8	1,9	2,0	2,5	ct/kWh
Brennstoffe	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,6	-7,7	-5,8	-3,8	-1,9	ct/kWh

Tabelle 25: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades

Betrachtet man die laufenden Kosten und Vergütungen im Verhältnis zum Wärmebedarf, so erhält man bei einer Anschlussquote an die zentrale Versorgung von 100 % einen Wärmepreis von ca. 6,8 Cent/kWh bis hin zu über 17,0 Cent/kWh bei einer Anschlussquote von nur noch 20 %.

### Heerstraße - Quartierslösung ohne öffentliche Liegenschaften

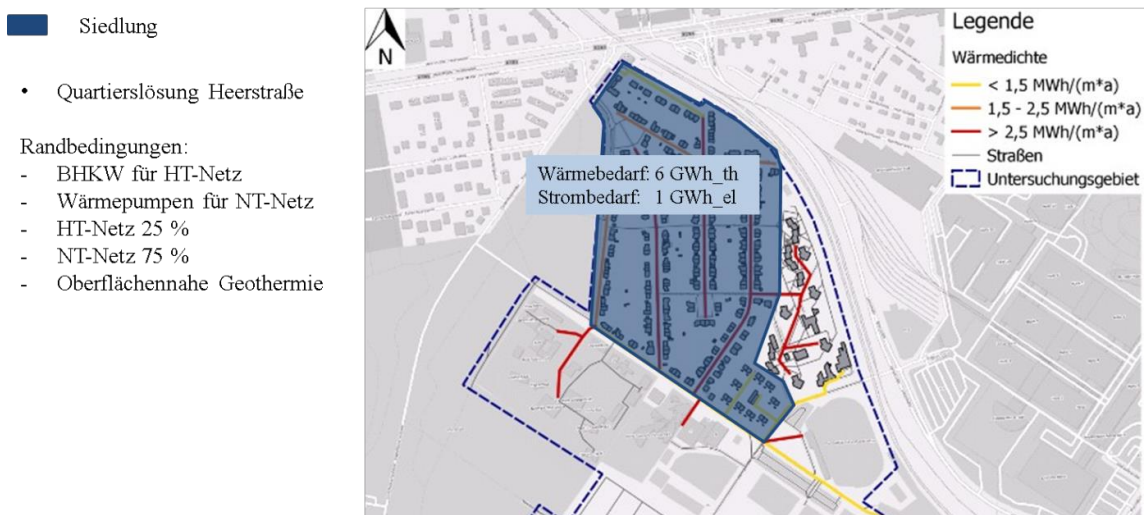


Abbildung 72: Quartierslösung Heerstraße

Anschlussgrad	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
Anzahl Gebäude	270	216	162	108	54	-
Wärmebedarf	6.660	5.328	3.996	2.664	1.332	MWh
Trassenlänge	7.550	6.740	5.930	5.120	4.310	m
Investitionskosten	6,50	5,48	4,41	3,33	2,26	Mio.€
Laufende Kosten und Vergütung						
Finanzierung	397.632	335.105	269.523	203.941	138.359	€/a
Betrieb & Wartung	168.521	138.667	108.813	78.958	49.104	€/a
Betriebskosten	707.104	562.663	421.998	281.332	140.666	€/a
Vergütung/Erlöse	-642.671	-514.137	-385.602	-257.068	-128.534	€/a

Wärmepreis						
Summe	9,5	11,7	14,2	17,3	22,7	ct/kWh
Finanzierung	6,0	6,3	6,7	7,7	10,4	ct/kWh
Betrieb & Wartung	2,5	2,6	2,7	3,0	3,7	ct/kWh
Brennstoffe	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,6	-7,7	-5,8	-3,9	-1,9	ct/kWh

Tabelle 26: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades

Betrachtet man die laufenden Kosten und Vergütungen im Verhältnis zum Wärmebedarf, so erhält man bei einer Anschlussquote an die zentrale Versorgung von 100 % einen Wärmepreis von ca. 9,5 Cent/kWh bis hin zu über 22,0 Cent/kWh bei einer Anschlussquote von nur noch 20 %.

### Versorgungsvariante 2 – Insellösung

Variante 2 sieht die Versorgung einer ausgewählten Insel innerhalb des Quartiers über eine zentrale Wärmeversorgung vor. Hierbei wird zusätzlich noch zwischen einer Variante mit (Quartier Heerstraße mit Studentenwerk) und einer Variante ohne die angrenzenden öffentliche Liegenschaften (Quartier Eichkamp) unterschieden.

### Eichkamp - Insellösung

■ Siedlung

- Insellösung Eichkamp

Randbedingungen:

- BHKW für HT-Netz
- Wärmepumpen für NT-Netz
- HT-Netz 25 %
- NT-Netz 75 %
- Oberflächennahe Geothermie

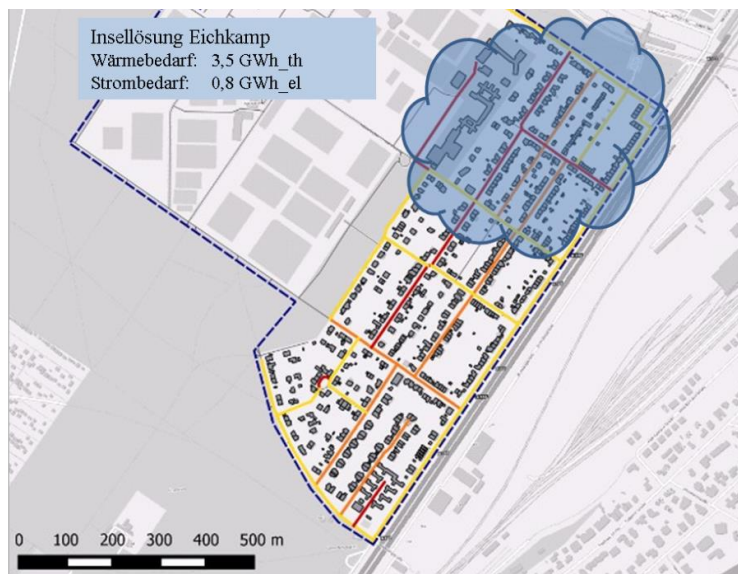


Abbildung 73: Insellösung Eichkamp

Anschlussgrad	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
Anzahl Gebäude	190	152	114	76	38	-
Wärmebedarf	3.885	3.108	2.331	1.554	777	MWh
Trassenlänge	4.600	4.030	3.460	2.890	2.320	m
Investitionskosten	4,03	3,37	2,67	1,98	1,29	Mio.€
<b>Laufende Kosten und Vergütung</b>						
Finanzierung	246.481	205.888	163.513	121.138	78.763	€/a
Betrieb & Wartung	106.573	87.184	67.794	48.404	29.015	€/a
Betriebskosten	413.763	329.171	246.878	164.585	82.293	€/a
Vergütung/Erlöse	-376.906	-301.525	-226.143	-150.762	-75.381	€/a
<b>Wärmepreis</b>						
Summe	10,0	12,3	14,7	17,6	22,5	ct/kWh
Finanzierung	6,3	6,6	7,0	7,8	10,1	ct/kWh
Betrieb & Wartung	2,7	2,8	2,9	3,1	3,7	ct/kWh
Brennstoffe	10,7	10,6	10,6	10,6	10,6	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,7	-7,8	-5,8	-3,9	-1,9	ct/kWh

Tabelle 27: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades

Betrachtet man die laufenden Kosten und Vergütungen im Verhältnis zum Wärmebedarf, so erhält man bei einer Anschlussquote an die zentrale Versorgung von 100 % einen Wärmepreis von ca. 10,0 Cent/kWh bis hin zu über 22,0 Cent/kWh bei einer Anschlussquote von nur noch 20 %.

#### Heerstraße – Insellösung mit Studentenwerk

- Siedlung
  - Öffentl. Liegenschaften
  - Insellösung Heerstraße
  - Siedlung + Studentenwerk
- Randbedingungen:
- BHKW für HT-Netz
  - Wärmepumpen für NT-Netz
  - HT-Netz 25 %
  - NT-Netz 75 %
  - Oberflächennahe Geothermie

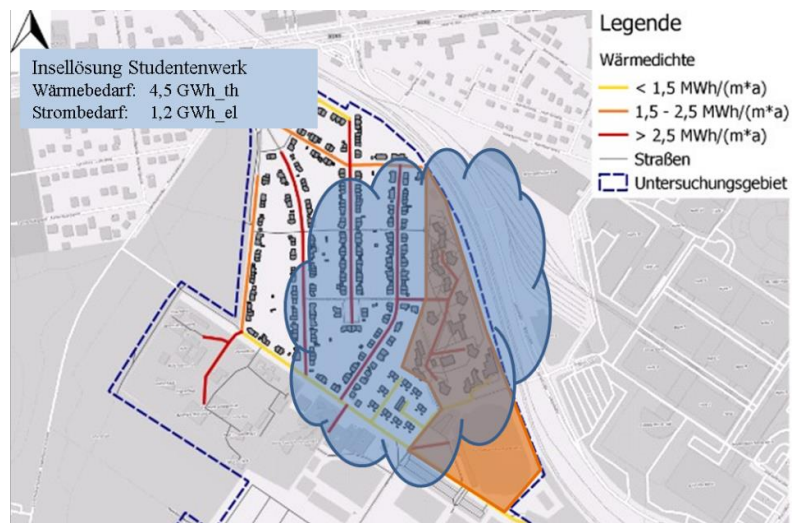


Abbildung 74: Insellösung Heerstraße



Anschlussgrad	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
Anzahl Gebäude	150	120	90	60	30	-
Wärmebedarf	4.995	3.996	2.997	1.998	999	MWh
Trassenlänge	4.250	3.800	3.350	2.900	2.450	m
Investitionskosten	4,08	3,43	2,74	2,05	1,37	Mio.€
<b>Laufende Kosten und Vergütung</b>						
Finanzierung	249.280	209.574	167.577	125.580	83.584	€/a
Betrieb & Wartung	106.784	87.627	68.470	49.314	30.157	€/a
Betriebskosten	525.621	418.796	314.097	209.398	104.699	€/a
Vergütung/Erlöse	-483.450	-386.760	-290.070	-193.380	-96.690	€/a
<b>Wärmepreis</b>						
Summe	8,0	10,2	12,5	15,4	19,9	ct/kWh
Finanzierung	5,0	5,2	5,6	6,3	8,4	ct/kWh
Betrieb & Wartung	2,1	2,2	2,3	2,5	3,0	ct/kWh
Brennstoffe	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,7	-7,7	-5,8	-3,9	-1,9	ct/kWh

Tabelle 28: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades

Betrachtet man die laufenden Kosten und Vergütungen im Verhältnis zum Wärmebedarf, so erhält man bei einer Anschlussquote an die zentrale Versorgung von 100 % einen Wärmepreis von ca. 10,0 Cent/kWh bis hin zu über 22,0 Cent/kWh bei einer Anschlussquote von nur noch 20 %.

#### *Versorgungsvariante 3 – Nachbarschaftsmodell*

Variante 3 sieht eine zentrale Versorgungslösung innerhalb eines nachbarschaftlichen Quartieres vor. Hier erfolgt die Betrachtung ausschließlich ohne Einbeziehung öffentlicher Liegenschaften.

Eichkamp - Nachbarschaftslösung

■ Siedlung

- Nachbarschaftslösung  
Sonnenhof

Randbedingungen:

- BHKW für HT-Netz
- Wärmepumpen für NT-Netz
- HT-Netz 25 %
- NT-Netz 75 %
- Oberflächennahe Geothermie

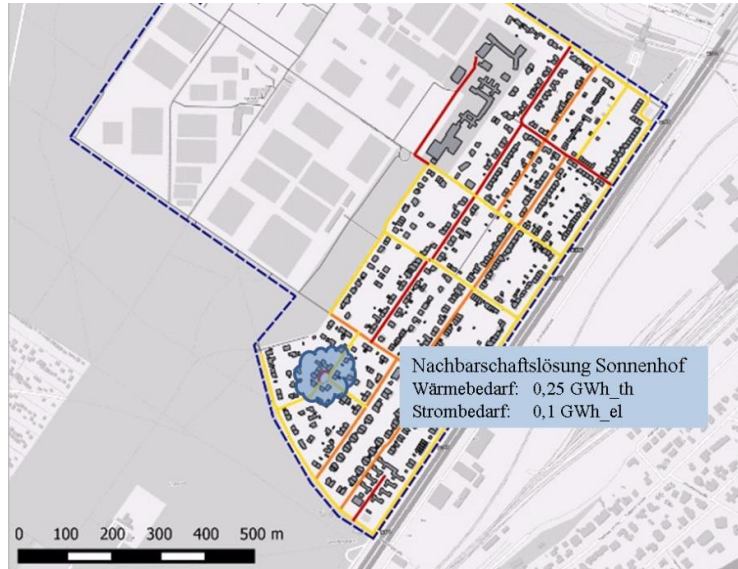


Abbildung 75: Nachbarschaftslösung Eichkamp

Anschlussgrad	100%	Einheit
Anzahl Gebäude	11	-
Wärmebedarf	278	MWh
Trassenlänge	215	m
Investitionskosten	0,23	Mio.€
<b>Laufende Kosten und Vergütung</b>		
Finanzierung	14.177	€/a
Betrieb & Wartung	6.399	€/a
Betriebskosten	29.217	€/a
Vergütung/Erlöse	-27.385	€/a
<b>Wärmepreis</b>		
Summe	8,1	ct/kWh
Finanzierung	5,1	ct/kWh
Betrieb & Wartung	2,3	ct/kWh
Brennstoffe	10,5	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,9	ct/kWh

Tabelle 29: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades

Betrachtet man die laufenden Kosten und Vergütungen im Verhältnis zum Wärmebedarf, so erhält man bei einer Anschlussquote an die zentrale Versorgung von 100 % einen Wärmepreis von ca. 8,10 Cent/kWh bis hin zu über 22,0 Cent/kWh bei einer Anschlussquote von nur noch 20 %.

Heerstraße - Nachbarschaftslösung

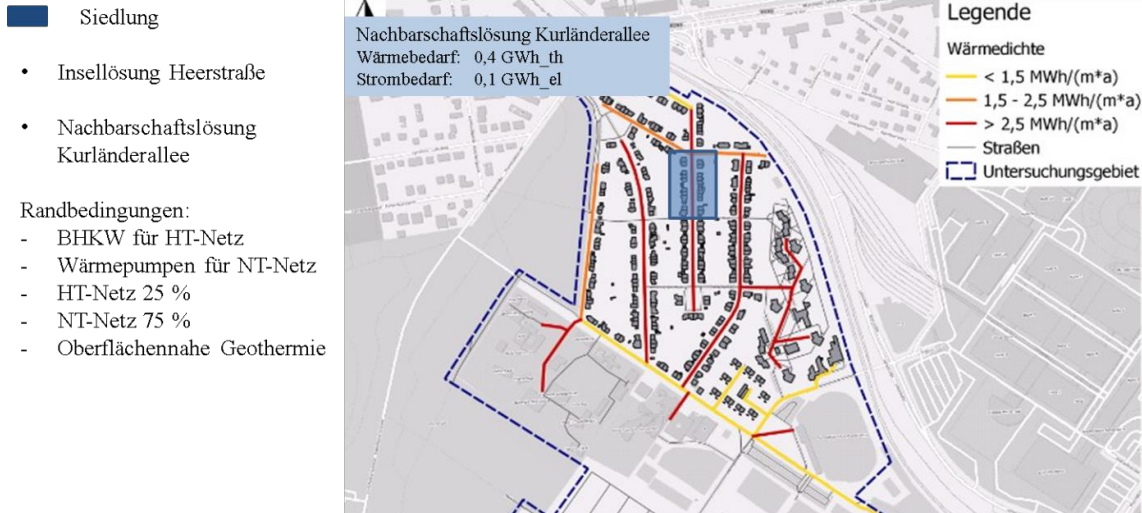


Abbildung 76: Nachbarschaftslösung Heerstraße

Anschlussgrad	100%	Einheit
Anzahl Gebäude	20	-
Wärmebedarf	444	MWh
Trassenlänge	450	m
Investitionskosten	0,42	Mio.€
<b>Laufende Kosten und Vergütung</b>		
Finanzierung	25.883	€/a
Betrieb & Wartung	11.371	€/a
Betriebskosten	47.062	€/a
Vergütung/Erlöse	-43.817	€/a
<b>Wärmepreis</b>		
Summe	9,1	ct/kWh
Finanzierung	5,8	ct/kWh
Betrieb & Wartung	2,6	ct/kWh
Brennstoffe	10,6	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,9	ct/kWh

Tabelle 30: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades

Betrachtet man die laufenden Kosten und Vergütungen im Verhältnis zum Wärmebedarf, so erhält man bei einer Anschlussquote an die zentrale Versorgung von 100 % einen Wärmepreis von ca. 10,0 Cent/kWh bis hin zu über 22,0 Cent/kWh bei einer Anschlussquote von nur noch 20 %.

### 3.5 Solarthermie

Das Potenzial für Solarthermie wurde auf Grundlage des Solaratlas<sup>71</sup> für Berlin ermittelt.

Datengrundlage für die 3D-Ansicht des Solaratlas ist das 3D-Stadtmodell Berlin. Für das Modell wurden rund 540.000 Gebäude auf 890 km<sup>2</sup> Stadtgebiet aus der Luft fotografiert und die Dächer mit Laser vermessen.



Abbildung 77: Solarpotenzial Quartier Eichkamp

<sup>71</sup> <http://www.businesslocationcenter.de/wab/maps/solaratlas/>

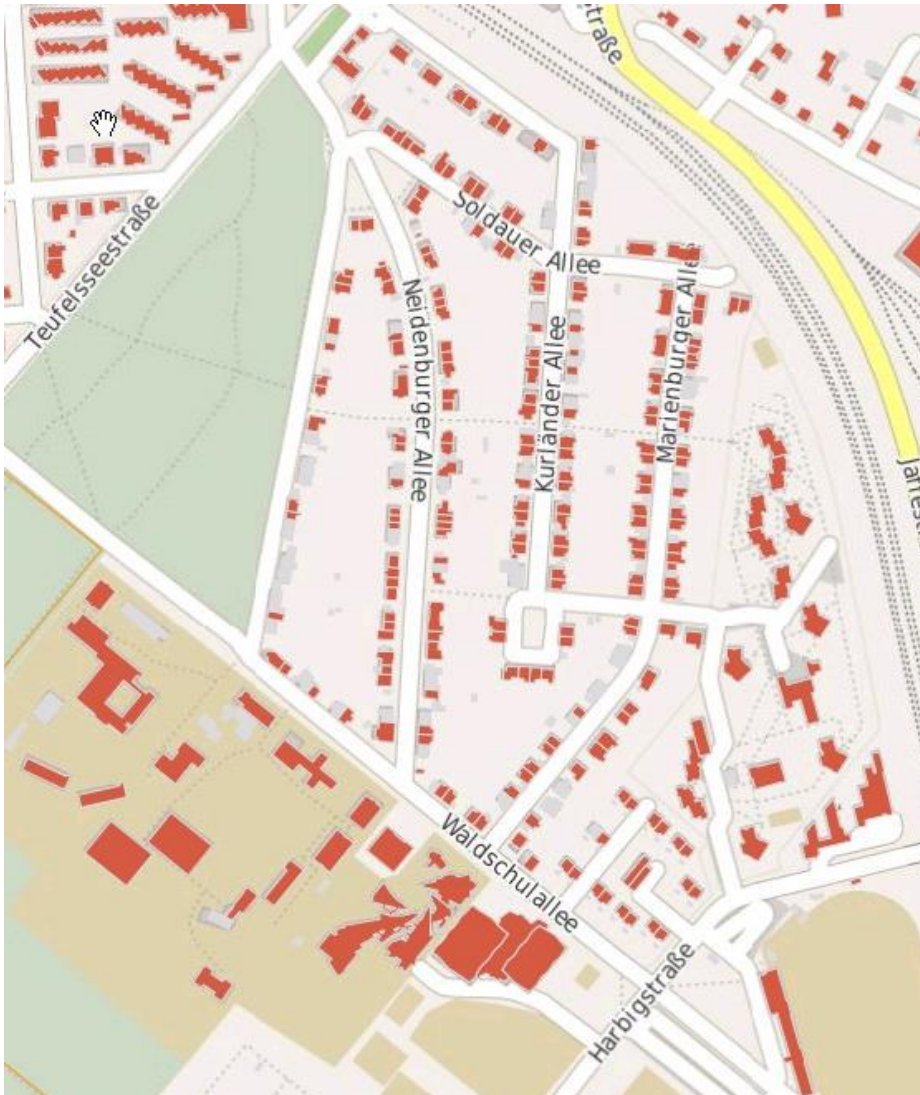


Abbildung 78: Solarpotenzial Quartier Heerstraße

Zur Berechnung des Potenzials wurde die Annahme getroffen, dass 70 % des Gebäudebestands mit einer Solarthermieanlage von mindestens 7 m<sup>2</sup> (Fläche für einen typischen Einfamilienhaushalt mit vier Personen) Kollektorfläche ausgerüstet werden können. Dies entspricht einer Anzahl von ca. 540 Gebäuden. Unberücksichtigt bleibt an dieser Stelle der Ensembleschutz im Quartier Heerstraße. Dieser ist im Einzelfall zu prüfen, da für denkmalgeschützte Gebäude häufig ein Bauantrag notwendig ist.

Zur Berechnung des Potenzials wird gemäß VDI 6002 eine Kollektorleistung von 500 Watt pro m<sup>2</sup> angenommen. Bei durchschnittlich 1.845 Sonnenstunden pro Jahr entspricht dies einem Ertrag von 922,5 kWh pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche.

Insgesamt beträgt das ermittelte Potenzial für Solarthermie 3.490 MWh im Jahr. Dies bezieht sich auf das Szenario Energiewende, welches eine Zubaurate von 3 % pro Jahr vorsieht. In der nachfolgenden Tabelle werden zudem die Szenarien Effizienz (2 % Zubaurate) und Status Quo (1 % Zubaurate) dargestellt.

Status quo 2050		Effizienz 2050		Energiewende 2050	
Einsparungen					
CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]
269	1.152	539	2.303	817	3.490

Tabelle 31: Endenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale: Solarthermie

Bezogen auf den gesamten Endenergiebedarf der Quartiere in Höhe von 21.400 MWh/a entspricht dies einer Einsparung von ca. 15 % im Jahr 2050 unter Annahme des Energiewende-Szenarios, im Effizienz-Szenario 10 % und im Status quo-Szenario 5 %.

### 3.6 Photovoltaik

Das Potenzial für die Installation von Photovoltaikanlagen wurde ebenfalls auf Grundlage des Solaratlas für Berlin ermittelt. Hier wurden die errechneten Angaben der Gebäude mit mittlerem und hohem Potenzial summiert. Dies entspricht einem Potenzial von insgesamt 1.685 MWh pro Jahr im Energiewende-Szenario.

Unberücksichtigt bleibt an dieser Stelle ebenso wie bei der Solarthermie der Ensembleschutz im Quartier Heerstraße. Dieser ist im Einzelfall zu prüfen, da für denkmalgeschützte Gebäude häufig ein Bauantrag notwendig ist.



Abbildung 79: Photovoltaik Potenzial Quartier Eichkamp



Abbildung 80: Photovoltaik Potenzial Quartier Heerstraße

Insgesamt beträgt das ermittelte Potenzial für Photovoltaik 1.685 MWh im Jahr. Dies bezieht sich auf das Szenario Energiewende, welches eine Zubaurate von 3 % pro Jahr vorsieht. In der nachfolgenden Tabelle werden zudem die Szenarien Effizienz (2% Zubaurate) und Status Quo (1 % Zubaurate) dargestellt.



Status quo 2050		Effizienz 2050		Energiewende 2050	
Einsparungen					
CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	Endenergie [MWh/a]
215	556	429	1.112	650	1.685

Tabelle 32: Primärenergie- sowie CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale: Photovoltaik

Da über den Stromverbrauch keine Angaben vorliegen, können hier auch keine spezifischen Einsparpotenziale aufgezeigt werden.

### 3.7 Zusammenfassung der Einsparpotenziale

Im Rahmen der Potenzialermittlung zur Energieversorgung aus erneuerbaren Energien und effizienzsteigernden Maßnahmen lassen sich bei der Umsetzung bis zum Jahr 2050 im Effizienz- und Energiewende-Szenario deutliche CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale verzeichnen. Sie teilen sich zum größten Teil auf energetische Sanierungsmaßnahmen und eine Nahwärmeversorgung bestehend aus KWK-Anlagen und oberflächennaher Geothermie auf (vgl. Tabelle 33).

Bewertung der Energie- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale	
Schwerpunktbereich	Bewertung
Energetische Gebäudesanierung	hoch
Geothermie	hoch
Nahwärmeversorgung	hoch
Solarthermie	mittel
Photovoltaik	mittel

Tabelle 33: Bewertung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale in den Quartieren Eichkamp und Heerstraße

Die quantifizierbaren Einsparpotenziale sind im Verhältnis zur Ausgangslage im Jahr 2015 mit einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 5.552 t/a nachfolgend einzusehen (Abbildung 81). Die geringsten CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale lassen sich im Status quo-Szenario mit rund 37 % festhalten. Den höchsten Anteil im Verhältnis zur Ausgangslage im Jahr 2015 nimmt das Energiewende-Szenario im Jahr 2050 ein, welches mit einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 120 % verbunden ist.

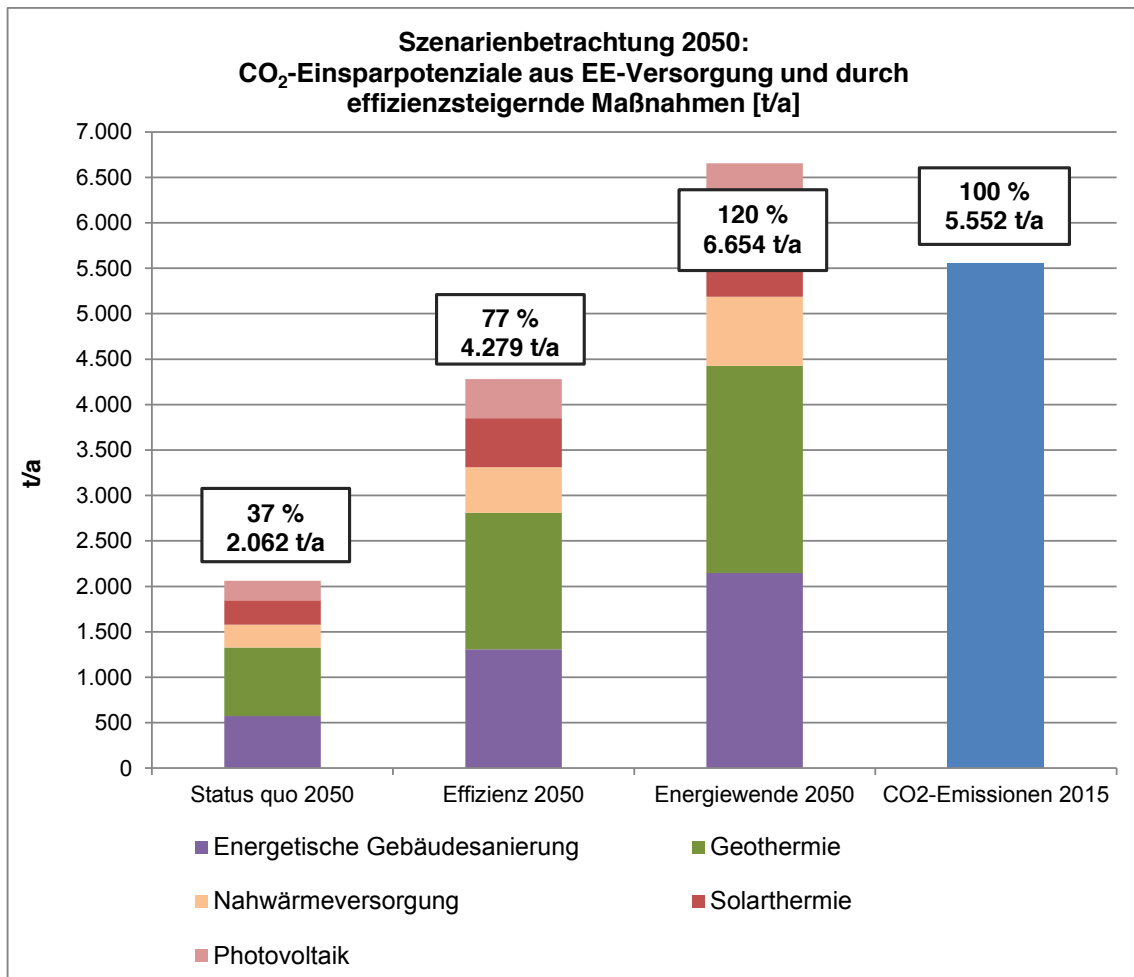


Abbildung 81: Szenarienbetrachtung: Mögliche CO<sub>2</sub>-Einsparung

Im Rahmen der Berechnung der Einsparpotenziale wurden verschiedene Annahmen für die Energieversorgungsstruktur bis zum Jahr 2050 getroffen.

Neben der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes wurden auch das Einsparpotenzial aus erneuerbaren Energien und die Möglichkeit einer Nahwärmeversorgung betrachtet. Bei dem Einsparpotenzial wurde von einem Anschluss aller Gebäude in den Quartieren jedoch ohne öffentliche Liegenschaften ausgegangen. Beim Status quo-Szenario wird von einer Sanierungsquote von 1 %, bei dem Effizienz-Szenario von 2 % und beim Energiewende-Szenario von 3 % ausgegangen.

Nachfolgend sind die quantifizierten Ergebnisse der Potenzialanalyse einzusehen:

	Status quo- Szenario	Effizienz- Szenario	Energiewende- Szenario
	CO <sub>2</sub> [t/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]	CO <sub>2</sub> [t/a]
Energetische Gebäudesanierung	575	1.306	2.148
Geothermie	752	1.504	2.279
Nahwärmeversorgung	251	501	760
Solarthermie	269	539	817
Photovoltaik	215	429	650
<b>Summe</b>	<b>2.062</b>	<b>4.279</b>	<b>6.654</b>

Tabelle 34: Mögliche jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Jahr 2050 im Detail

	Status quo- Szenario	Effizienz- Szenario	Energiewende- Szenario
	Endenergie [MWh/a]	Endenergie [MWh/a]	Endenergie [MWh/a]
Energetische Gebäudesanierung	2.223	5.046	8.302
Geothermie	0	0	0
Nahwärmeversorgung	0	0	0
Solarthermie	1.152	2.303	3.490
Photovoltaik	556	1.112	1.685
<b>Summe</b>	<b>3.931</b>	<b>8.461</b>	<b>13.477</b>

Tabelle 35: Mögliche jährliche Energieeinsparungen im Jahr 2050 im Detail

Hier sei nochmal darauf hingewiesen, dass Geothermie und die Nahwärmeversorgung keine Einsparungen bezüglich der Endenergie aufweisen.

## 4 UMSETZUNGSKONZEPT

### 4.1 Partizipativer Prozess der Maßnahmenerarbeitung

Um die Maßnahmen möglichst umsetzungsorientiert zu gestalten, wurde die Konzepterstellung durch einen Partizipationsprozess begleitet. Hierzu wurde im ersten Schritt ein Lenkungskreis gebildet, bestehend aus den Vertretern der beiden Siedlungsvereine und den beiden bearbeitenden Büros sowie weiteren Vertretern aus den Bezirksämtern.

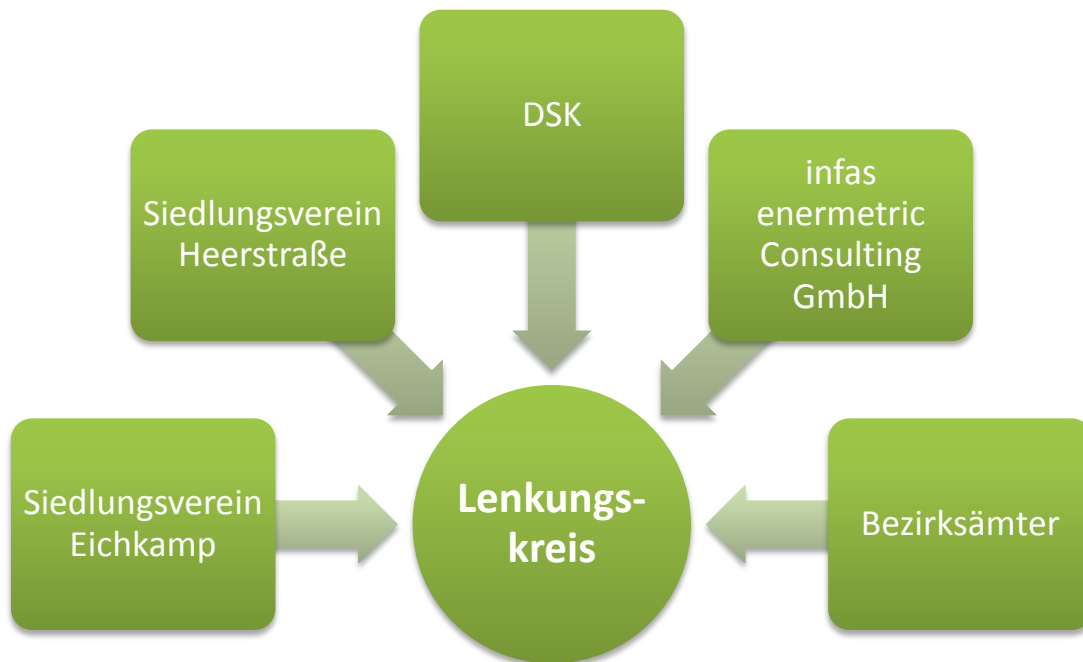


Abbildung 82: Beteiligte des Lenkungskreises

In den kontinuierlich stattfindenden Treffen des Lenkungskreises wurde der Projektfortschritt dokumentiert und evaluiert, um so frühzeitig notwendige Anpassungen einzuleiten, das Konzept weiter zu entwickeln, die Einbindung der Akteure und Interessensgruppen zu steuern und die Umsetzungspfade des Konzeptes abzustimmen. Dazu zählen insbesondere auch, übergreifende Aktivitäten zu planen, die Maßnahmen der einzelnen Akteure zu koordinieren, miteinander abzustimmen und Synergien zu schaffen sowie Schlüsse für künftige Vorhaben zu ziehen. Folgende Akteure und Interessen spielen dabei eine zentrale Rolle.



Abbildung 83: Akteure und Interessen

Für die Partizipation und Einbindung der Interessensgruppen an dem Projekt wurden nachfolgende Instrumente eingesetzt:

- **Informationsveranstaltungen für alle interessierten Bürger**
  - Auftaktveranstaltung: 08.09.2015
  - Abschlussveranstaltung: nach Projektende am 11. Juli 2016
- **Eigentümergefragung**
  - 4. Quartal 2015
- **Vor-Ort Termine mit persönlichen Gesprächen bzw. Interviews mit Eigentümern**
  - November 2015
- **Runde Tische**
  - Gebäudesanierung: 25.11.2015
  - Wärmeversorgung im Quartier: 07.04.2016
- **Präsentationen vor Politik und Verwaltung**
  - Ämterrunde: 10.06.2016
  - Unterausschuss: 14.06.2016

Ziele zur Steigerung der Energieeffizienz im privaten Gebäudebestand und zur gemeinschaftlichen Versorgung mit erneuerbaren Energien / hocheffizienten Technologien können nur in Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren in den Quartieren erreicht werden. Die bereits in den Quartieren vorhandenen Netzwerke der Siedlungsvereine zeigen, dass Strukturen vorhanden sind, auf denen aufgebaut werden kann.

Schon durch die hohe Teilnahmequote an der Eigentümerbefragung und den Runden Tischen im Rahmen der Konzeptentwicklung wurde das bürgerschaftliche Engagement in den Quartieren und die Bereitschaft zur gemeinsamen Zusammenarbeit deutlich.

Die erarbeiteten Maßnahmen bilden die Arbeitsgrundlage für die Siedlungsvereine zur Unterstützung der Bürger im Rahmen der Konzeptumsetzung. Dies kann jedoch nur in partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit den relevanten Akteuren erfolgreich und zukunftsorientiert erfolgen.

## 4.2 Energetische Sanierung – Maßnahmenkataloge

Bevor ein Gebäude an das Niedertemperatur-Netz angeschlossen werden kann, muss sichergestellt werden, dass die niedrigen Systemtemperaturen des Netzes ausreichen, das Gebäude auf die gewünschten Temperaturen zu beheizen. Hierbei spielen hauptsächlich folgende Faktoren eine Rolle:

- energetische Qualität der Gebäudeaußenhülle
- Größe der Wärmeübergabeflächen
- Art der Wärmeübergabeflächen

Je besser die Gebäudehülle gedämmt ist, je größer die Wärmeübergabeflächen sind und je geeigneter die Art der Wärmeübergabeflächen ist, desto eher ist es möglich, ein Gebäude auch mit geringeren Vorlauftemperaturen zu beheizen. Vorteilhaft sind Flächenheizungen wie z. B. Wand- oder Fußbodenheizungen sowie moderne Heizkörper mit einem hohen Konvektionsanteil oder sogar einem Gebläse, da sie im Gegensatz zu alten Rippenheizkörpern für eine Erwärmung der Luft sorgen, die sich dann im ganzen Raum verteilt. Rippenheizkörper haben dagegen einen geringeren Anteil Konvektion und einen höheren Anteil an Strahlung, was jedoch nur wahrgenommen wird, wenn man sich dicht genug an dem Heizkörper aufhält. Somit fällt auch die Erwärmung des Raumes langsamer aus.

Ob sich ein Gebäude für die Beheizung mit niedrigen Systemtemperaturen eignet, wird durch eine Heizlastberechnung festgestellt. Sie muss für jedes Gebäude individuell ermittelt werden, weshalb hier keine Pauschalaussagen getroffen werden können, welche Maßnahmen am einzelnen Gebäude umzusetzen sind. Dennoch werden nachfolgend typische Maßnahmen aufgezeigt, die bei gemeinsamer Durchführung eine Senkung der Vorlauftemperaturen auf das erforderliche Maß von 35°C bis maximal 55°C bewirken können.

Diese Maßnahmenblätter sind standardisiert und somit als grobe Richtschnur zu verstehen und **ersetzen keinesfalls eine konkrete Energieberatung vor Ort**. Da die realen Gebäude in einzelnen Aspekten von dem beispielhaften Gebäudetypen abweichen können, sollte vor der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen in jedem Fall eine individuelle Energieberatung inkl. der Simulation des spezifischen Gebäudes, der Berechnung erforderlicher und bauphysikalisch verträglicher Dämmstärken sowie zu erwartender Energieeinsparungen, die Heizlast und erforderliche Systemtemperaturen, flächenabhängigen Kosten und der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen durchgeführt werden.<sup>72</sup>

Ziel war es, Maßnahmen vorzustellen, die sich konkret auf die aktuellen Gegebenheiten in den Quartieren beziehen, wie beispielsweise den Ensembleschutz und die Baudenkmale in den Quartieren. Um die Maßnahmenempfehlungen möglichst umsetzungsorientiert zu gestalten, wurden deshalb

<sup>72</sup> Hierfür eignet sich eine Energieberatung vor Ort, die vom BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) mit 60 % der Beratungskosten bzw. bei Ein- und Zweifamilienhäusern mit bis zu 800 € gefördert wird. Weitere Informationen unter <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/>

Maßnahmen ausgearbeitet, die sich auch in einem bewohnten Gebäude umsetzen lassen. Da nahezu alle Dachgeschosse in den Quartieren ausgebaut sind und zu Wohnzwecken genutzt werden, wäre zum Beispiel eine Untersparrendämmung des Daches nur unter größerem baulichen Aufwand umzusetzen. Solche Maßnahmen kommen eher bei einer Komplettsanierung nach einem Neuerwerb in Frage, was in den Quartieren eher Einzelfällen als der Regel entspricht, weshalb auf derartige Maßnahmen im Folgenden nicht weiter eingegangen wird.

Zu beachten ist, dass sich die angegebenen Einsparungen auf die berechneten Gebäudebeispiele beziehen. Je nachdem, wie viel Energie in der Ausgangslage wirklich verbraucht wird, kann die Einsparung verschieden hoch ausfallen. Wird ein Gebäude beispielsweise tagsüber nur auf 18°C beheizt, weil die Bewohner tagsüber abwesend sind, wird die Dämmung des Kellers eine geringere Einsparung erzielen, als bei einem Gebäude das ganztägig auf 22°C geheizt wird, weil dort Personen wohnen, die sich vermehrt Zuhause aufhalten und schnell frieren. Die reale Einsparung ist also sehr stark vom Nutzerverhalten abhängig. Die in den Maßnahmen angeführten Einsparungen sollen in erster Linie helfen, einzuschätzen, welche Maßnahmen welche Auswirkungen mit sich bringen um erste Anhaltspunkte zu erhalten, wo an einem Gebäude sinnvoll angesetzt werden kann. Diese ersten Impulse können als Grundlage für eine weitere Energieberatung dienen.<sup>72</sup>

Berücksichtigt werden sollte auch, dass die ermittelten Einsparungen der einzelnen Maßnahmen nicht einfach summiert werden können, um zu ermitteln, wie hoch die Einsparung einer gemeinsamen Umsetzung wäre. Durch sogenannte Substitutionseffekte kann sich die einzelne Einsparung verringern, wenn Maßnahmen gemeinsam umgesetzt werden. Wird zum Beispiel die Fassade eines Hauses gedämmt, wird weniger Energie zur Beheizung benötigt, sodass die Dämmung des Daches nicht mehr die gleiche Einsparung aufweist, als wäre lediglich das Dach allein gedämmt worden. Die Einsparung für die Kombination verschiedener Maßnahmen zu ermitteln, erfordert gesonderte Berechnungen, die ein Energieberater für Gebäude durchführen kann.<sup>72</sup>

#### *Konzeption der Maßnahmen für die Gebäudehülle*

Für die Maßnahmen an der Gebäudehülle wurden jeweils zwei verschiedene Sanierungsintensitäten dargestellt. Sanierungsvariante 1 (SV 1) entspricht dabei der Sanierung auf gesetzlichem Anforderungsniveau, also die Erfüllung der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014. Die zweite Sanierungsvariante (SV 2) setzt die Maßgaben der KfW-Bank für die Förderung von Einzelmaßnahmen (Technischen Mindestanforderung des KfW-Programms 151/152 bzw. 430) als Sanierungsniveau an. Die nachstehende Tabelle zeigt die jeweiligen Anforderungen an die Bauteile in Form der U-Werte.

Bauteil	SV 1	SV 2
	Anforderung an den U-Wert [W/(m <sup>2</sup> *K)] gem. EnEV 2014	Anforderung an den U-Wert [W/(m <sup>2</sup> *K)] gem. KfW Einzelmaßnahme
<b>Steildach</b>	0,24	0,14
<b>oberste Geschossdecke</b>	0,24	0,14
<b>Außenwand</b>	0,24 bzw. bei Hohlraum- und Innendämmung die höchstmögliche, bauphysikalisch verträgliche und technisch umsetzbare Dämmstoffdicke	0,20 bzw. bei Hohlraum- und Innendämmung 0,45 oder die höchstmögliche, bauphysikalisch verträgliche und technisch umsetzbare Dämmstoffdicke
<b>Hauseingangstür</b>	1,80	1,30
<b>Fenster</b>	1,30 bzw. bei Kastenfenstern eine Glastafel mit einer infrarotreflektierenden Beschichtung mit einer Emissivität $\epsilon_n \leq 0,2$	0,95 bzw. bei Kastenfenstern 1,3
<b>Kellerdecke</b>	0,30	0,25

Tabelle 36: Anforderungen an die U-Werte je Sanierungsvariante

Wie sich der U-Wert im Vergleich zur Ausgangslage verhält, vermittelt einen ersten Hinweis auf ein mögliches Einsparpotenzial. Beispielsweise viertelt der Austausch von Fenstern mit Einfachverglasung zu Fenstern mit Wärmeschutzverglasung nahezu den ursprünglichen U-Wert von 5 W/(m<sup>2</sup>\*K) auf 1,3 W/(m<sup>2</sup>\*K). Dennoch wirkt sich diese Einsparung nur anteilig an der gesamten Hüllfläche des Gebäudes aus. Verfügt ein Reihenmittelhaus nur über relativ wenig Fenster, wird sich die Einsparung auf den gesamten Energieverbrauch nicht so stark auswirken, wie bei einem Gebäude, das über größere Fensterflächen verfügt.

Um die U-Werte und somit die Wärmeverluste über die Gebäudehülle zu senken, müssen Dämmstoffe auf die einzelnen Bauteile aufgebracht werden. Je nach Ausgangssituation (U-Wert im Ist-Zustand) und verwendetem Dämmstoff (Dämmstoffqualität: Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLG) muss verschieden stark gedämmt werden, um die vorgegebenen U-Werte einzuhalten. Dies wird in den Maßnahmenblättern jeweils für die SV 1 und 2 angegeben.

Die Kostenkennwerte beziehen sich jeweils auf die gesamte Umsetzung der beschriebenen Maßnahme. So sind beispielsweise bei der Aufsparrendämmung nicht nur die Kosten für Dämmung, sondern auch die Kosten für die Dacheindeckung enthalten.



### Exkurs Thermografie

Eine Energieberatung von einem zertifizierten Energieberater<sup>73</sup> (z. B. von der Energieeffizienz-Experten-Liste: <https://www.energie-effizienz-experten.de/> oder der Verbraucherzentrale) hilft noch konkreter, Maßnahmen zu identifizieren und die Reihenfolge aufeinander abzustimmen.

Auch kann eine Thermographie (z. B. von der GASAG) Hinweise geben, wo energetische Schwachstellen an der Gebäudehülle sind, die behoben werden sollten. Da eine Thermographie allerdings nur unter bestimmten Voraussetzungen und mit einer fachkundigen Interpretation Ergebnisse erzielt, sind nachfolgend alle Anforderungen an eine professionelle Thermographie aufgelistet:

1. **Temperaturunterschied** zwischen innen und außen
  - Aufnahme nur in der Heizperiode sinnvoll
  - mindestens 15 Grad (Kelvin) Temperaturdifferenz erforderlich
  - Messung von Außen- UND Innentemperatur
2. **Protokollierung der Umweltbedingungen**
  - Sonneneinstrahlung der vergangenen Stunden
  - Regen/Feuchtigkeit
  - Windverhältnisse
  - Wolken/sternenklarer Himmel

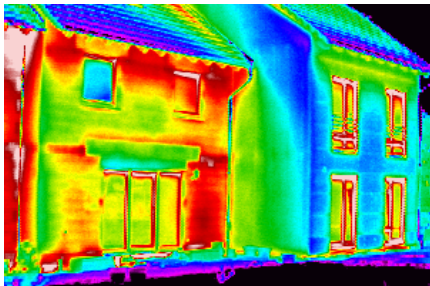
Empfehlung: bestes Thermographie-Wetter ist bei tiefer und vollständiger Wolkendecke, denn dann ist die Wolkenuntergrenze fast genauso warm wie die Umwelt am Boden, es herrscht Gleichgewicht und Dächer bzw. abgeschattete Bereiche haben eben die Oberflächentemperatur, die sie durch den Wärmedurchgang (in etwa) haben sollten. Außerdem ist die Luft bei konstantem, leichtem Regen (Nieselregen, kein Schauerwetter!) völlig mit Feuchtigkeit gesättigt und Verdunstungsabkühlung ist nicht möglich.

3. **Vergleichsfoto bei Tageslicht** (wie auch in der DIN 54190 beschrieben)

#### 4. Kontrast

Empfehlung: Vorgaben aus der VATH Richtlinie für Bauthermografie

verfälschte Darstellung:



korrekte Darstellung:



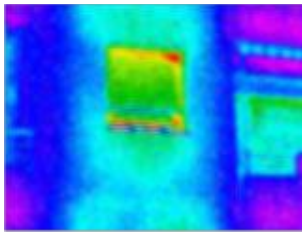
<sup>73</sup> Hierfür eignet sich eine Energieberatung vor Ort, die vom BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) mit 60 % der Beratungskosten bzw. bei Ein- und Zweifamilienhäusern mit bis zu 800 € gefördert wird. Weitere Informationen unter <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/>

### 5. Weitwinkel (Teleobjektiv)

Das Gebäude sollte auf einem Bild aufgenommen werden können, auch wenn umliegende Bebauung und Bäume verhindern, dass man die Aufnahme von weiter weg tätigt.

### 6. Auflösung der Aufnahmen

unzureichend:



160 x 120 Pixel

Mindestanforderung:



640 x 480 Pixel

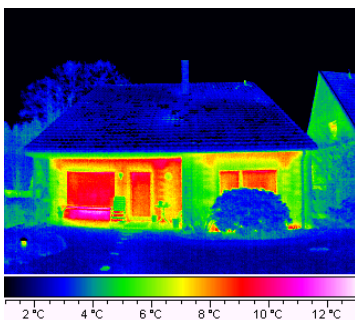
### 7. Individuelle Interpretation statt pauschaler Broschüre mit Beispielen

### 8. Kritische Interpretation

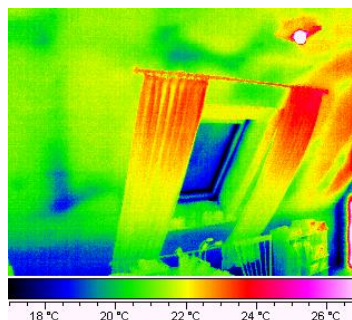
- Beispielsweise kühlen Dächer in sternklaren Nächten oft stark aus und täuschen dann eine gute Dämmung vor, die eigentlich nicht vorhanden ist.
- Andererseits können Bauteile, die dem Himmel abgewandt sind, wie Unterseiten von Überständen und Sims, Regenvordächer, zurückspringende Oberseiten der Fensterlaibungen oder am Dachüberstand, im Vergleich weit weniger Wärme abstrahlen, sodass hier fälschlicherweise Wärmebrücken vermutet werden.

### 9. Aufnahmen von außen um Aufnahmen von innen ergänzen

Außenaufnahme:



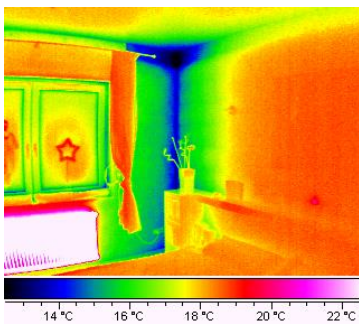
Ergänzung um Innenaufnahme:



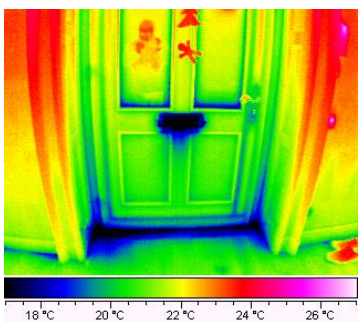
- Fälschliche Annahme bei der Außenaufnahme: Das Dach ist gut isoliert.
- Auf der Innenaufnahme wird deutlich: Lücken in der Dämmung. Die Hinterlüftung der Dachziegel und die starke Abstrahlung in den kalten klaren Sternenhimmel hatten diese Tatsache von außen völlig verdeckt.
- Hinterlüftete Flächen, wie Fassadenverkleidungen, lassen sich nicht alleine von außen thermographieren, denn Luftschichten hindern eine ungestörte Wärmelei-

tung. In den Luftspalt dringt kalte Luft ein und täuscht so eine bessere Dämmung (weil von außen kühler erscheinend) als tatsächlich vorhanden vor. Gleiches gilt für Dächer: die Dachpfannen sind stark hinterlüftet, dazu gibt es sogar extra Lüftungsziegel. Die Luft zwischen Dämmung und Ziegeln trägt die Wärmeverluste fort und täuscht so eine gute Dämmung vor.

- Dächer sind oft entweder nur sehr schräg oder gar nicht einsehbar; die thermische Abstrahlung in sehr schrägen Winkeln weicht aber deutlich von der Abstrahlung in direkter Aufsicht ab.
- Insbesondere Flachdächer lassen sich von außen praktisch überhaupt nicht thermographieren, da schon bei durchschnittlichem Wetter die Störeinflüsse (vor allem Strahlungsungleichgewicht aber auch Verdunstung) erheblich größer sind, als die eigentlichen Wärmeströme.
- Geometrische Wärmebrücken (z. B. Gebäudeecken) und bauliche Wärmebrücken (z. B. ein ungedämmter Ringanker) lassen sich eher von innen erkennen.



- Von außen ist nicht sichtbar, wo kalte Luft in ein Gebäude einströmt, z.B. durch Haus- und Kellertüren, Rolladenkästen und Briefkästen.



## 10. Empfehlungen

- Zertifizierung des Thermographen Stufe 2 nach DIN 54162 und DIN EN ISO 9712 (früher EN 473)
- ggf. Mitglied aus der Mitgliederliste des Bundesverband für Angewandte Thermografie (VATh)
- Vorgehen gem. der VATh Richtlinie für Bauthermografie.

#### *Reihenfolge bei der energetischen Sanierung*

Mit einer ganzheitlichen energetischen Sanierung der gesamten Gebäudehülle in Verbindung mit der Erneuerung der Anlagentechnik lassen sich die höchsten Energiekosteneinsparungen erzielen. Bei der geplanten Versorgung über ein Kaltnetz und mit einer Wärmepumpe im Gebäude heißt dies, dass mit steigendem Sanierungsgrad eines Gebäudes weniger Strom für die Wärmepumpe erforderlich ist, um das erforderliche Vorlauftemperaturniveau des Gebäudes zu erzielen. In welchem Umfang ein Gebäude saniert werden muss, um über ein Kaltnetz und Wärmepumpe den Wärmebedarf zu versorgen, muss am einzelnen Gebäude geplant werden. Langfristziel sollte es sein, alle Gebäude in den Siedlungen vollständig energetisch zu sanieren. Vor allem aus finanziellen Gründen lassen sich aber nicht alle Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung auf einmal umsetzen. Hier stellt sich die Frage der zeitlichen Reihenfolge. Die Maßnahmenblätter geben erste Hinweise, wie viel die einzelnen Maßnahmen je Sanierungsintensität kosten, wie viel Energie dadurch im Vergleich zum Ursprungszustand eingespart wird, wie viele CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden und um wie viel die Energiekosten durch die Umsetzung gesenkt werden.

Für die Quartiere erscheint ein sinnvoller Weg zunächst über eine Gebäudethermographie Schwachstellen am Gebäude zu identifizieren. Im darauffolgenden Schritt sollten diese Schwachstellen durch einen Sachverständigen am Bauteil betrachtet werden, um geeignete Maßnahmen zu identifizieren.

### Gebäudehülle

Die nachfolgende Tabelle zeigt die bautechnischen Charakteristika der häufigsten Gebäudetypen von 1919-1934 in beiden Quartieren. Ein wichtiger Indikator für die energetische Qualität der einzelnen Bauteile ist ihr jeweiliger Wärmedurchgangskoeffizient, auch U-Wert genannt. Er gibt an, wie viel Wärme (in Watt [W]) bei einem Grad Temperaturunterschied (in Kelvin [K]) durch einen Quadratmeter [m<sup>2</sup>] Bauteilfläche fließt. Das bedeutet, je geringer der U-Wert ist, desto weniger Wärme entweicht durch das Bauteil und desto besser sind seine Dämmeigenschaften und umgekehrt je höher der U-Wert ist, desto schlechter sind die wärmetechnischen Eigenschaften.

Bauteil	U-Wert
Dach ausgebaut und im Ausbajahr gedämmt, teilweise sehr geringe Dachüberstände	ca. 0,8 W/(m <sup>2</sup> *K)
Außenwand zweischalig mit Luftschicht, Mauerwerksstärke 30 – 46 cm; zum Teil massiv einschalig	Hohlschichtmauerwerk ca. 1,3 W/(m <sup>2</sup> *K)
Fenster Kastendoppelfenster; zum Teil bereits ausgetauscht zu Holz- bzw. Kunststofffenstern mit Isolier- bzw. Wärmeschutzverglasung	Kastendoppelfenster ca. 2,7 W/(m <sup>2</sup> *K)
Hauseingangstür überwiegend Holztüren	ca. 2,9 W/(m <sup>2</sup> *K)
Kellerdecke weitestgehend ursprünglich belassen, teilweise als Halbgeschoss oder mit sehr niedriger Deckenhöhe bzw. hoch angesetzten Fenstern	ca. 1,6 W/(m <sup>2</sup> *K)

Tabelle 37: energetische Qualität der Gebäudehülle in der Ausgangslage

### *Anlagentechnik*

Die Beheizung der Gebäude erfolgt in beiden Quartieren am häufigsten über Erdgas-Standard- oder Niedertemperaturkessel (NT-Kessel). Die Kessel stammen dabei überwiegend aus den letzten 20 Jahren von 1995-2015.

Entscheidend bei der Wärmeversorgung eines Gebäudes ist aber nicht nur der Wärmeerzeuger, sondern auch die Verteilung im Gebäude. Diese kann über ein Schwerekraftsystem erfolgen oder über Pumpen. In der Regel sind bereits Umwälzpumpen verbaut, die das Heizwasser in dem Kreislauf zirkulieren lassen. Veraltete Pumpen sind dabei nicht oder nur manuell regelbar und somit nicht optimal auf das System eingestellt. Stand der Technik sind sogenannte Hocheffizienzpumpen, die automatisch den Druck variieren. In der Berechnung wurde von veralteten, unregelmäßigen Pumpen ausgegangen. Eine weitere Rolle spielt die Regelung der Heizkörper. Alte Ventile regeln nicht optimal und auch der sogenannte hydraulische Abgleich kann nicht durchgeführt werden. Dieser sorgt dafür, dass alle Heizkörper mit der erforderlichen Menge heißem Wasser versorgt werden, damit auch der letzte Heizkörper am Strang noch ausreichend warm wird. Bei den meisten älteren Heizungsanlagen wurde der hydraulische Abgleich noch nicht durchgeführt, sodass in der Ausgangslage ebenfalls weder ein hydraulischer Abgleich noch moderne Thermostatventile berechnet wurden.

Aufgabe von Raumtemperaturreglern ist es die Temperatur eines einzelnen Raums durch Einstellung der Wärmezufuhr zum Heizkörper oder zu Heizflächen auf den vorgegebenen Wert zu halten.

Man kann bei den elektronischen Einzelraumtemperaturregelungen zwischen autarken Systemen d.h. Einzelraumtemperaturregelungen nur für einen Raum mit Raumregler und Stellglied (Uhrenthermostat) und vernetzten Einzelraumtemperaturregelungssystemen mit Zentralgerät unterscheiden. Hierbei werden sowohl kabelgebundene als auch funkbasierte Systeme angeboten.

Die autarken Einzelraumregler werden vorwiegend nur für die raumweise Regelung eingesetzt.

Die kabelgebundenen Geräte kommen eher im Neubaubereich oder bei einer Komplettsanierung inkl. Strängen zum Einsatz, da hier die Möglichkeit der Neuverlegung von Kabeln besteht.

### Maßnahmen

Die nachstehende Auflistung zeigt die sinnvoll in den Quartieren Eichkamp und Heerstraße umsetzbaren Maßnahmen für die energetische Sanierung der Gebäudetypen aus den Baujahren 1919-1934. Bei Baudenkmälern ist vor Umsetzung einer Maßnahme an der Gebäudehülle eine Abstimmung mit der unteren Denkmalbehörde erforderlich.

Nr.	Maßnahme	Betreffendes Bau- / Anlagenteil	Eignung im Denkmalschutz
<b>Gebäudehülle</b>			
1	Spitzbodendämmung	Decke zum Spitzboden	geeignet
2	Aufsparrendämmung des Daches	Dach	bedingt geeignet
3	Wärmedämmverbundsystem (WDVS)	Außenwand	eher ungeeignet
4	Hohlraumdämmung	Außenwand	bedingt geeignet
5	Innendämmung	Außenwand	in der Regel geeignet
6	Fensteraustausch der inneren Ebene bei Kastendoppelfenstern	Fenster	in der Regel geeignet
7	Austausch der Hauseingangstür	Hauseingangstür	bedingt geeignet
8	Kellerdeckendämmung	Kellerdecke	bedingt geeignet
<b>Anlagentechnik</b>			
9	Einsatz neuer Thermostatventile	Ventile	geeignet
10	Einsatz von Hocheffizienzpumpen	Heizungspumpe(n)	geeignet
11	Hydraulischer Abgleich	Wärmeverteilung	geeignet
12	Einsatz von Mess- und Regelungstechnik	Gebäudeautomation	geeignet

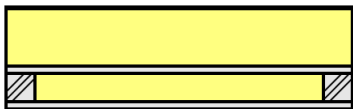
Tabelle 38: Maßnahmenübersicht Gebäude von 1919-1934

**Spitzbodendämmung** 1

➤ für Baudenkmäler geeignet

**Beschreibung**

Die Dachgeschosse der Gebäude sind in beiden Quartieren zumeist bereits ausgebaut und werden wohnlich genutzt. Dennoch verbleibt oft ein kleiner Dachraum über dem ausgebauten Dachgeschoss, der Spitzboden genannt wird. Sofern nicht das gesamte Dach gemäß Maßnahme 2 gedämmt wurde, ist es wichtig, die oberste Geschossdecke zum Spitzboden ausreichend zu dämmen. Es wird davon ausgegangen, dass der Deckenzwischenraum in der Ausgangssituation bereits bei Ausbau des Daches mit ca. 5 cm Dämmstoff ausgefüllt wurde.



**Ausführung**

- SV 1: Dämmung des Spitzbodens von oben mit ca. 10 cm Mineralwolle WLG 035
- SV 2: Dämmung des Spitzbodens von oben mit ca. 20 cm Mineralwolle WLG 035

**Beachten:**

- Vermeidung von Wärmebrücken durch fachgerechte Ausführung
- ggf. alte Dämmung entfernen

<b>Umsetzungskosten</b>	SV 1 ca. 30 €/m <sup>2</sup> Bauteilfläche SV 2 ca. 35 €/m <sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 %-Planungskosten etwa 40 €/m <sup>2</sup>
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit</li> <li>▪ KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss</li> <li>▪ KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung</li> </ul>
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	SV 1 ca. 540-680 kWh/a Endenergie (1-2 %) und etwa 130-160 kg/a CO <sub>2</sub> -Emissionen SV 2 ca. 650-810 kWh/a Endenergie (2 %) und etwa 150-190 kg/a CO <sub>2</sub> -Emissionen
<b>Energiekosteneinsparung</b>	SV 1 ca. 0,20-0,30 €/(m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 40-50 €/a SV 2 ca. 0,20-0,40 €/(m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 50-60 €/a



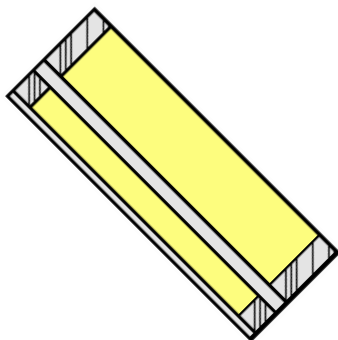
**Aufsparrendämmung des Daches**

2

➤ für Baudenkmäler nur bedingt geeignet

**Beschreibung**

Da die Dachgeschosse der Gebäude in beiden Quartieren zumeist bereits ausgebaut wurden und wohnlich genutzt werden, wird eine Aufsparrendämmung des Daches vorgeschlagen, da diese Maßnahme auch bei weiterer Nutzung umsetzbar ist. Hierzu werden die Sparren aufgedoppelt und dazwischen eine weitere Dämmschicht von außen aufgebracht. Anschließend wird das Dach neu eingedeckt. Insbesondere mit Hinblick auf die geringen Dachüberstände und eine eventuelle Außendämmung ist es sinnvoll, in diesem Zusammenhang die Sparren und somit den Dachüberstand zu verlängern. Wichtig: Da sich die Dicke des Dachaufbaus, die Firsthöhe sowie ggf. die Sparrenlängen ändern, muss die technische Umsetzung der Anschlüsse an evtl. angrenzende Nachbarhäuser geprüft werden. Werden bei ensemble- oder denkmalgeschützten Gebäuden Dacheindeckung und Firsthöhen geändert, muss mit der unteren Denkmalbehörde abgestimmt werden, ob diese Maßnahme umgesetzt werden darf. Es wird davon ausgegangen, dass der Sparrenzwischenraum in der Ausgangssituation bereits bei Ausbau des Daches mit ca. 5 cm Dämmstoff ausgefüllt wurde.



**Ausführung**

- SV 1: Dämmung des Daches von außen mit ca. 12 cm Mineralwolle WLG 030
- SV 2: Dämmung des Daches von außen mit ca. 24 cm Mineralwolle WLG 030

**Beachten:**

- ggf. alte Dämmung entfernen
- Einbringen einer Luftdichtheitsschicht gegen Nutzungsfeuchte

<b>Umsetzungskosten</b>	SV 1 ca. 170 €/m <sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa 190 €/m <sup>2</sup>
	SV 2 ca. 210 €/m <sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten 230 €/m <sup>2</sup> , bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW-Förder- programm 430 i. H. v. 10 % reduzieren sich die Kosten auf etwa 210 €/m <sup>2</sup>
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit</li> <li>▪ KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss</li> <li>▪ KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung</li> </ul>

Aufsparrendämmung des Daches		2
➤ für Baudenkmäler nur bedingt geeignet		
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	SV 1 ca. 2.400-3.200 kWh/a Endenergie (7-8 %) und etwa 560-750 kg/a CO <sub>2</sub> -Emissionen	
	SV 2 ca. 2.800-3.800 kWh/a Endenergie (8-9 %) und etwa 650-880 kg/a CO <sub>2</sub> -Emissionen	
<b>Energiekosteneinsparung</b>	SV 1 ca. 1,20-1,30 €/m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 180-240 €/a	
	SV 2 ca. 1,30-1,50 €/m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 210-280 €/a	

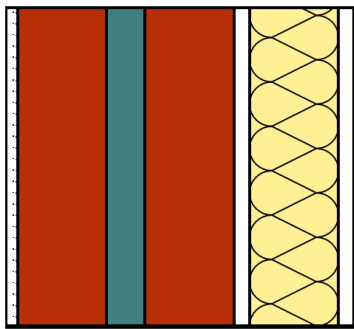
Dämmung der Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS)

3

➤ für Baudenkmäler eher ungeeignet oder nur sehr bedingt geeignet

**Beschreibung**

Da die Außenwände in der Regel den größten Anteil an der thermischen Hüllfläche eines Gebäudes haben, kann hierüber viel Energie entweichen. Durch Aufbringen eines WDVS lassen sich diese Energieverluste mindern. Erforderlich hierfür ist ein ausreichender Dachüberstand, der – falls nicht vorhanden – über die Kombination mit einer Aufsparrendämmung des Daches (s. Maßnahme 2) erreicht werden kann. Der durch das Aufbringen einer Dämmschicht von außen entstehende Versatz zu evtl. angrenzenden Nachbargebäuden kann beispielsweise durch das Versetzen des Regenfallrohrs kaschiert werden. Bei denkmalgeschützten Gebäuden muss geklärt werden, ob der Substanzerhalt oder der Erhalt des Aussehens gefordert ist. Für das Quartier Heerstraße mit Ensembleschutz wird deshalb eine Außendämmung (mindestens auf der Straßenseite) nicht umsetzbar sein.



**Ausführung**

- SV 1: Dämmung der Außenwand von außen mit ca. 12 cm Fassadendämmplatten WLG 035
- SV 2: Dämmung der Außenwand von außen mit ca. 24 cm Fassadendämmplatten WLG 035

**Beachten:**

- Wärmebrückenfreier Anschluss der Fenster
- erforderlicher Dachüberstand (s. Maßnahme 2)

**Umsetzungskosten**

SV 1 ca. 125 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa 140 €/m<sup>2</sup>

SV 2 ca. 135 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa 150 €/m<sup>2</sup>, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW-Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % reduzieren sich die Kosten auf etwa 135 €/m<sup>2</sup>

**Finanzierung und Förderung**

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

**Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial**

SV 1 ca. 5.600-11.000 kWh/a Endenergie (18-28 %) und etwa 1.300-2.600 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

SV 2 ca. 6.100-12.000 kWh/a Endenergie (19-30 %) und etwa 1.400-2.800 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

<b>Dämmung der Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS)</b>		<b>3</b>
<b>➤ für Baudenkmäler eher ungeeignet oder nur sehr bedingt geeignet</b>		
<b>Energiekosteneinsparung</b>	SV 1 ca. 2,80-4,90 €/m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 410-810 €/a	
	SV 2 ca. 3,00-5,30 €/m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 450-890 €/a	

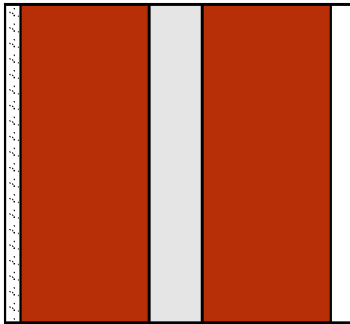
Dämmung der Außenwand durch Hohlraumdämmung

4

➤ für Baudenkmäler bedingt geeignet

**Beschreibung**

Sofern ein zweischaliges Mauerwerk vorhanden ist, besteht die Möglichkeit, den Hohlraum mit einem Dämmstoff ausblasen zu lassen. Voraussetzung hierfür ist, dass die Hohlraumtiefe breit genug ist (mindestens 4 cm) und dass sie lückenlos ausgeblasen werden kann. Ist der Hohlraum zu schmal oder durch Verunreinigungen/Schlacken o. ä. teilweise zugesetzt, können Wärmebrücken entstehen, die über die ungedämmt gebliebenen Flächen vermehrt Wärme entweichen lassen.



**Ausführung**

- Dämmung des Hohlraums der Außenwand mit ca. 5 cm Cellulose WLG 035

**Beachten:**

- Lückenlose, wärmebrückenfreie Ausführung

<b>Umsetzungskosten</b>	ca. 50 €/m <sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa 55 €/m <sup>2</sup>
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit</li> <li>▪ KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss</li> <li>▪ KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung</li> </ul>
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	ca. 4.200-8.300 kWh/a Endenergie (13-21 %) und etwa 980-1.930 kg/a CO <sub>2</sub> -Emissionen
<b>Energiekosteneinsparung</b>	ca. 2,10-3,70 €/(m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 310-610 €/a

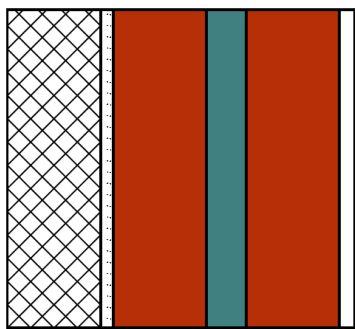
Innendämmung der Außenwand

5

➤ für Baudenkmäler in der Regel geeignet

**Beschreibung**

Insbesondere für Baudenkmäler bietet sich meist die Möglichkeit einer Dämmung von innen an. Hierbei ist eine bauphysikalische Prüfung unerlässlich, da es sonst zu Schimmelbildung und Schädigungen der Bausubstanz kommen kann.



**Ausführung**

- SV 1: Dämmung der Außenwand von innen mit ca. 12 cm Innendämmplatten WLG 035
- SV 2: Dämmung der Außenwand von innen mit ca. 22 cm Innendämmplatten WLG 035

**Beachten:**

- bauphysikalische Prüfung **unerlässlich**
- wärmebrückenfreie Ausführung zu angrenzenden Flächen

<b>Umsetzungskosten</b>	<p>SV 1 ca. 80 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa 90 €/m<sup>2</sup></p> <p>SV 2 ca. 95 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa 105 €/m<sup>2</sup>, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW-Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % reduzieren sich die Kosten auf etwa 95 €/m<sup>2</sup></p>
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit</li> <li>▪ KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss</li> <li>▪ KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung</li> </ul>
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	<p>SV 1 ca. 5.600-11.000 kWh/a Endenergie (18-28 %) und etwa 1.300-2.600 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen</p> <p>SV 2 ca. 6.100-12.000 kWh/a Endenergie (19-30 %) und etwa 1.400-2.800 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen</p>
<b>Energiekosteneinsparung</b>	<p>SV 1 ca. 2,80-4,90 €/(m<sup>2</sup>*a) also insgesamt etwa 410-810 €/a</p> <p>SV 2 ca. 3,00-5,30 €/(m<sup>2</sup>*a) also insgesamt etwa 450-890 €/a</p>

Austausch der inneren Fensterebene der Kastendoppelfenster

6

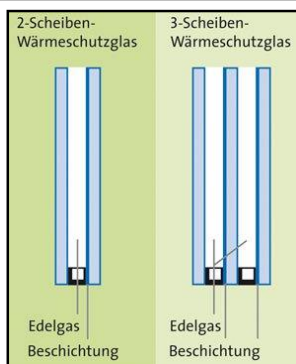
➤ für Baudenkmäler in der Regel geeignet

**Beschreibung**

Die in beiden Quartieren vorhandenen Kastendoppelfenster weisen durch ihren Aufbau mit 2 Scheiben und einem U-Wert von etwa  $2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  bereits geringere Wärmeverluste als ein Fenster mit Einfachverglasung (U-Wert von ca.  $5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ) auf. Dennoch lassen sich diese Wärmeverluste durch den Ersatz der inneren Ebene durch beschichtetes Wärmeschutzverglasung nochmals halbieren, da bereits 2-Scheiben-Wärmeschutzglas nur noch einen U-Wert von etwa  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und 3-Scheiben-Wärmeschutzglas sogar einen U-Wert von nur noch ca.  $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  aufweisen. Auch beschichtete Verglasungen wie K Glass™ haben wärmeschützende Eigenschaften. So senken Sie den U-Wert von Kastendoppelfenstern auf etwa  $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Außerdem sollten das Fenster gegen Energieverluste durch Zugluft ertüchtigt werden, in dem die Anschlüsse zwischen Fensterrahmen und Außenwand abgedichtet werden, die Innenflügel durch umlaufende eingefräste Dichtungen abgedichtet werden und die Abdichtung am Glasfalz durch einen lackierten Glasfalz, Verglasung mit Vorlegeband und einer elastischer Versiegelung erneuert werden.

Diese Maßnahme sollte allerdings vor Umsetzung unbedingt bauphysikalisch geprüft werden, da bei Fenstern, die energetisch besser sind als die Wand, in der sie eingebaut sind, die Gefahr von Schimmelbildung besteht.



**Ausführung**

- SV 1: Austausch der inneren Verglasung zu 2-Scheiben-Wärmeschutzglas mit einem U-Wert von  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- SV 2: Austausch der inneren Verglasung zu 3-Scheiben-Wärmeschutzglas mit einem U-Wert von  $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

**Beachten:**

- bauphysikalische Prüfung erforderlich

**Umsetzungskosten**

SV 1 ca.  $450 \text{ €/m}^2$  Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa  $495 \text{ €/m}^2$

SV 2 ca.  $495 \text{ €/m}^2$  Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa  $545 \text{ €/m}^2$ , bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW-Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % reduzieren sich die Kosten auf etwa  $490 \text{ €/m}^2$

**Finanzierung und Förderung**

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

Austausch der inneren Fensterebene der Kastendoppelfenster		6
➤ für Baudenkmäler in der Regel geeignet		
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	SV 1	ca. 1.200-1.800 kWh/a Endenergie (3-4 %) und etwa 290-410 kg/a CO <sub>2</sub> -Emissionen
	SV 2	ca. 1.700-2.300 kWh/a Endenergie (4-5 %) und etwa 390-540 kg/a CO <sub>2</sub> -Emissionen
<b>Energiekosteneinsparung</b>	SV 1	ca. 0,60-0,70 €/m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 90-130 €/a
	SV 2	ca. 0,80-0,90 €/m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 120-170 €/a



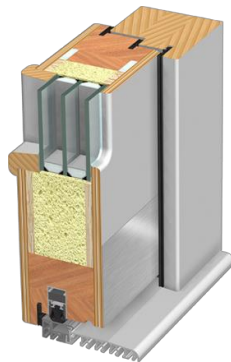
Austausch der Hauseingangstür

7

➤ für Baudenkmäler nur bedingt geeignet

**Beschreibung**

Analog zu den Fenstern kann auch durch eine Hauseingangstür mit niedriger energetischer Qualität Wärme aus dem Gebäude entweichen. Auch wenn die Haustür an der gesamten Außenfläche nur einen kleinen Anteil hat, können durch eine moderne, gedämmte Tür Wärmeverluste, Zugerscheinungen vermindert und die Einbruchssicherung erhöht werden. Bei ensemble- oder denkmalgeschützten Gebäuden ist der Austausch mit der unteren Denkmalbehörde abzustimmen. Diese Maßnahmen kann auch bei einem nicht ensemblegeschützten Gebäude dazu genutzt werden, das ursprüngliche Siedlungsbild zu erhalten bzw. wieder herzustellen.



**Ausführung**

- SV 1: Austausch der Hauseingangstür zu einer Kunststofftür mit einem U-Wert von 1,8 W/(m<sup>2</sup>\*K)
- SV 2: Austausch der Hauseingangstür zu einer Holz-Aluminium-Tür mit einem U-Wert von 1,3 W/(m<sup>2</sup>\*K)

**Beachten:**

- Fachgerechter Einbau und Anschlüsse

<b>Umsetzungskosten</b>	<p>SV 1 ca. 750 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa 825 €/m<sup>2</sup></p> <p>SV 2 ca. 1.500 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa 1.650 €/m<sup>2</sup>, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW-Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % reduzieren sich die Kosten auf etwa 1.490 €/m<sup>2</sup></p>
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit</li> <li>▪ KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss</li> <li>▪ KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung</li> </ul>
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	<p>SV 1 ca. 150-170 kWh/a Endenergie (0,4-0,5 %) und etwa 40 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen</p> <p>SV 2 ca. 200 kWh/a Endenergie (0,5-0,8 %) und etwa 50-60 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen</p>
<b>Energiekosteneinsparung</b>	<p>SV 1 ca. 0,10 €/m<sup>2</sup>*a) und insgesamt etwa 10 €/a</p> <p>SV 2 ca. 0,10 €/m<sup>2</sup>*a) und insgesamt etwa 20 €/a</p>

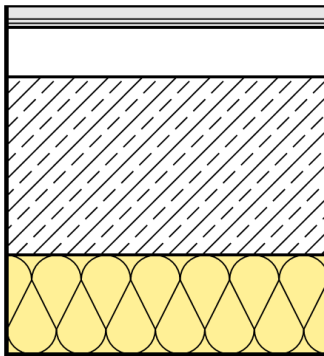
Dämmung der Kellerdecke von unten

8

➤ für Baudenkmäler geeignet

**Beschreibung**

Auch über den unteren Abschluss des beheizten Bereichs entweicht Wärme. Mit einer Dämmung der Kellerdecke kann auch der Wohnkomfort gesteigert und das Einfinden eines „fußkalten“ Bodens gemindert werden. Die oftmals bereits geringen Kellerdeckenhöhen in den Quartieren können durch eine Dämmung noch weiter eingeschränkt werden, wobei berücksichtigt werden sollte, wie häufig der Keller wirklich „genutzt“ wird (Verhältnis vom Aufwand, den Kopf einzuziehen, wenn etwas aus dem Keller geholt wird, zum Nutzen einer Dämmung). Auch die in beiden Quartieren vielfach direkt unter der Kellerdecke eingebauten Kellerfenster können die Dämmstoffstärke begrenzen; dennoch gilt, dass jeder Zentimeter Dämmung hilft, denn bereits 2 cm Dämmstoff haben die gleiche Dämmwirkung wie 120 cm Massivbeton.



**Ausführung**

- SV 1: Dämmung der Kellerdecke von unten mit ca. 10 cm Kellerdeckendämmplatten WLG 035
- SV 2: Dämmung der Kellerdecke von unten mit ca. 14 cm Kellerdeckendämmplatten WLG 035

**Beachten:**

- Vermeidung von Wärmebrücken durch fachgerechte Ausführung
- ggf. alte Dämmung entfernen

<b>Umsetzungskosten</b>	<p>SV 1 ca. 35 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche</p> <p>SV 2 ca. 40 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche, zzgl. 10 % Planungskosten etwa 45 €/m<sup>2</sup>, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW-Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % reduzieren sich die Kosten auf etwa 40 €/m<sup>2</sup></p>
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit</li> <li>▪ KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss</li> <li>▪ KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung</li> </ul>
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	<p>SV 1 ca. 3.500-5.500 kWh/a Endenergie (9-14 %) und etwa 820-1.280 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen</p> <p>SV 2 ca. 3.700-5.800 kWh/a Endenergie (9-14 %) und etwa 860-1.350 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen</p>
<b>Energiekosteneinsparung</b>	<p>SV 1 ca. 1,60-2,20 €/(m<sup>2</sup>*a) und insgesamt etwa 260-410 €/a</p> <p>SV 2 ca. 1,60-2,40 €/(m<sup>2</sup>*a) und insgesamt etwa 270-430 €/a</p>

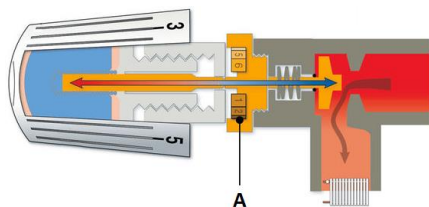
Einsatz neuer Thermostatventile

9

➤ für Baudenkmäler geeignet

**Beschreibung**

Mit veralteten Thermostatventile lässt sich die Raumtemperatur oft nur sehr grob regeln, was zu unnötigem Energieverbrauch führt. Moderne Thermostatventile ermöglichen eine differenziertere Regulierung der Raumtemperatur und verfügen zudem über ein Regulationsventil für den hydraulischen Abgleich (s. Maßnahme 11).



**Ausführung**

- Austausch der Thermostatventile

**Beachten:**

- Ventil mit Skala zur Regelung für den hydraulischen Abgleich sollte vorhanden sein (s. Markierung A)

<b>Umsetzungskosten</b>	ca. 30 €/Ventil
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit</li> <li>▪ KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss</li> <li>▪ KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung</li> </ul>
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	ca. 110-130 kWh/a Endenergie (0,3 %) und etwa 30 kg/a CO <sub>2</sub> -Emissionen
<b>Energiekosteneinsparung</b>	ca. 0,10 €/(m <sup>2</sup> *a) und insgesamt etwa 10 €/a

Einsatz von Hocheffizienzpumpen

10

➤ für Baudenkmäler geeignet

**Beschreibung**

Damit das erhitzte Heizwasser alle Heizkörper durchströmen kann, pumpen sogenannte Umwälz- oder Zirkulationspumpen das Heizungswasser durch den Heizkreislauf. Sie verbrauchen dafür Strom. Handelt es sich um veraltete, unregelte Pumpen, die nicht optimal auf das System eingestellt sind, wird dabei viel mehr Energie verbraucht als eigentlich notwendig. Hocheffizienzpumpen regeln die Umwälzung des Heizwassers automatisch nach den Gegebenheiten wie z. B. der momentanen Druckdifferenz. Somit wird gewährleistet, dass alle Heizkörper optimal mit der benötigten Menge heißem Wasser durchströmt werden und dabei möglichst wenig Strom zum Pumpen verbraucht wird.



**Ausführung**

- Austausch der Umwälzpumpe

**Beachten:**

- Automatische, elektronische Regelung
- Effizienz

<b>Umsetzungskosten</b>	ca. 500 €/Pumpe, inkl. 10 % Planungskosten etwa 550 €
<b>Finanzierung und Förderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit</li> <li>▪ KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss</li> <li>▪ KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung</li> </ul>
<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial</b>	ca. 190-220 kWh/a Endenergie (1 %) und etwa 90-110 kg/a CO <sub>2</sub> -Emissionen
<b>Energiekosteneinsparung</b>	ca. 0,30-0,40 €/(m <sup>2</sup> *a) also insgesamt etwa 50-60 €/a

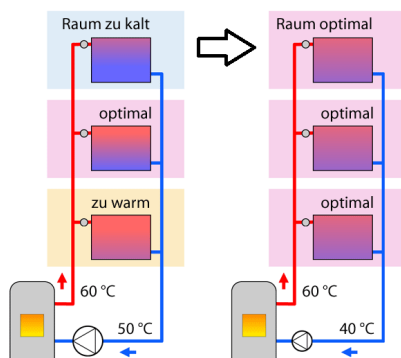
Durchführung des hydraulischen Abgleichs

11

➤ für Baudenkmäler geeignet

**Beschreibung**

Da sich Wasser immer den Weg des geringsten Widerstandes sucht, kann es passieren, dass Heizkörper am Ende eines Heizstranges nicht ausreichend mit heißem Wasser versorgt werden. Der hydraulische Abgleich sorgt dafür, dass alle Heizkörper mit der erforderlichen Menge heißen Wassers durchströmt werden, indem die Zuläufe zu den vorderen Heizkörpern am Heizstrang am Thermostatventil reguliert werden.



**Ausführung**

- Durchführung des hydraulischen Abgleichs durch Regulation der Thermostatventile

**Beachten:**

- Regelbare Thermostatventile erforderlich (s. Maßnahme 9)

**Umsetzungskosten**

ca. 2.500 € für das gesamte Gebäude inkl. neuer Thermostatventile und einer Hocheffizienzpumpe zzgl. 10 % Planungskosten etwa 3.600 €, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW-Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % bzw. 360 € reduzieren sich die Kosten auf etwa 3.300 €

**Finanzierung und Förderung**

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

**Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial**

ca. 1.200-1.900 kWh/a Endenergie (3-6 %) und etwa 330-490 kg/a CO<sub>2</sub>-Emissionen

**Energiekosteneinsparung**

ca. 0,70-1,20 €/(m<sup>2</sup>\*a) also insgesamt etwa 130-170 €/a

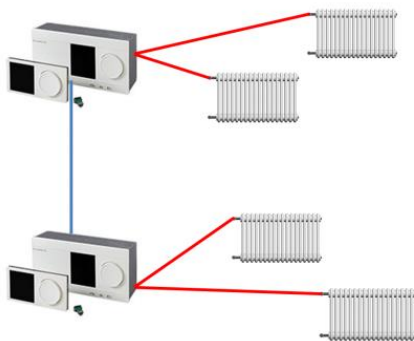
Einsatz von Mess- und Regelungstechnik (MSR)

12

➤ für Baudenkmäler geeignet

**Beschreibung**

Durch den Einsatz von Mess- und Regelungstechnik wird die Temperatur durch elektronische Regelung auf einen vorgegebenen Wert gehalten. Man unterscheidet zwischen autarken und vernetzten Systemen. Hierbei werden sowohl funkbasierte als auch kabelgebundene Systeme angeboten. Zur Energieeinsparung sind diese Systeme gut einsetzbar, da bedarfsabhängig die Wohnung oder das Haus damit ausgestattet und geregelt werden kann.



**Ausführung**

- Installation eines zentralen Bediengerätes sowie weiterer Komponenten in jedem Raum. Entscheidung zu kabelgebundenem oder funkbasiertem System

**Beachten:**

- Programmierung des Systems durch einen Fachmann

**Umsetzungskosten**

ca. 900 € für eine Wohnung mit fünf Räumen, bei Inanspruchnahme des Investitionszuschusses aus dem KfW Förderprogramm 430 i. H. v. 10 % bzw. 90 € reduzieren sich die Kosten auf etwa 810 €

**Finanzierung und Förderung**

- KfW Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredit
- KfW Programm 430 Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss
- KfW Programm 431 Energieeffizient Sanieren – Zuschuss für Baubegleitung

**Energie-Einsparpotenzial**

Durch den Einsatz von Mess- und Regelungstechnik in Wohngebäuden sind je nach Nutzerverhalten Heizkosteneinsparungen von bis zu 20 % möglich

### 4.3 Umsetzungsfahrplan

#### Analyse

Ausgehend von der Potenzialanalyse der in Kapitel 3.4.5 erarbeiteten Versorgungsvarianten, wurden nachfolgende Wärmepreise unter Betrachtung der verschiedenen Anschlussgrade für die jeweiligen Varianten ermittelt.

Der geringste Wärmepreis mit 6,8 ct/kWh entfällt dabei auf die Quartierslösung Heerstraße inklusive der öffentlichen Liegenschaften, allerdings bei einem rein theoretischen Anschlussgrad der Privathaushalte in Höhe von 100%.

Variante/Anschlussgrade	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
Quartierslösung Eichkamp + Öffentl.	8,6	10,8	13,1	15,9	20,3	ct/kWh
Quartierslösung Eichkamp	9,7	11,9	14,3	17,3	22,1	ct/kWh
Quartierslösung Heerstraße + Öffentl.	6,8	8,9	11,2	13,7	17,6	ct/kWh
Quartierslösung Heerstraße	9,5	11,7	14,2	17,3	22,7	ct/kWh
Insellösung Eichkamp	10,0	12,3	14,7	17,6	22,5	ct/kWh
Insellösung Heerstraße + Studentenwerk	8,0	10,2	12,5	15,4	19,9	ct/kWh
Nachbarschaftslösung Eichkamp	8,1	10,2	12,3	14,7	17,9	ct/kWh
Nachbarschaftslösung Heerstraße	9,1	11,3	13,7	16,4	20,6	ct/kWh

Tabelle 39: Wärmepreise der Varianten in Abhängigkeit von der Anschlussquote

Unter der Annahme, dass für die Umsetzung ein Wärmepreis von 8,0 – 10,0 ct/kWh wettbewerbsfähig ist, wird deutlich, dass die Quartierslösungen nur mit einem hohen Anschlussgrad der Privathaushalte realisierbar sind. Alternativ dazu sind die Quartierslösungen wettbewerbsfähig, wenn ein nennenswerter Teil der Investitionen über Fördermittel finanziert wird und damit der Finanzierungsanteil im Wärmepreis entsprechend kleiner ist.

Eine hohe Anschlussquote kann dagegen bei den Nachbarschafts- und Insellösungen unterstellt werden, da diese ja gerade in den Bereichen realisiert werden sollen, wo sich viele Haushalte beteiligen wollen.

Daher werden nachfolgend die Quartierslösungen mit einem Fördermittelanteil und die Insel-/Nachbarschaftslösungen auf ihre Umsetzungsmöglichkeit hin überprüft.

#### Technische und rechtliche Randbedingungen

Aus technischer Sicht ist der Aufbau einer zentralen Versorgungslösung ohne größere Schwierigkeiten möglich. Auch spricht nichts gegen eine Verlegung von privaten Versorgungsleitungen im öffentlichen Straßenland. Dies teilte auf Anfrage die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Abteilung VII – Verkehr VII D 141 – Straßenrecht) mit Schreiben vom 5. Juli 2016 und unter Bezugnahme auf § 12 des Berliner Straßengesetzes (Tatbestand der öffentlichen Versorgung) mit.

#### Wärmelieferung (Contracting)

Ein weiterer wesentlicher Punkt bei dem Aufbau einer zentralen Versorgungsstruktur ist die Strukturierung der Versorgungslösung. Durch die beiden Siedlungsvereine ist die Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft geplant. Die Genossenschaft soll dabei die Energieerzeugung und den Transport bis zu den Übergabepunkten übernehmen.

Die von den Gebäuden benötigte Wärmeenergie sollte dabei sinnvollerweise in Form einer reinen Wärmelieferung erfolgen. Dies bedeutet, dass die Wärmepumpen samt Strombedarf im Besitz der Genossenschaft bleiben und der Endverbraucher ein Wärmelieferungscontracting eingeht. Damit ist auch die Eigenstromnutzung eine so genannte Kundenanlage, um auf diesem Weg den unter regulatorischen Gesichtspunkten kostengünstigsten Weg einzuschlagen. Dabei darf kein Strom an den Kunden geliefert werden sondern nur die Wärme. Der Strom wird durch die Genossenschaft erzeugt und in den Anlagen der Wärmeerzeugung/-verteilung eingesetzt.

Diese Kundenanlage hat den Vorteil, dass für den selbst erzeugten Strom gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) nur eine begrenzte EEG-Umlage von 40 % fällig ist und die Netzentgelte inkl. Offshore-Umlage und KWK-Bonus entfallen dabei vollständig.

#### 4.3.1 Quartierslösung

##### *Eichkamp*

Die Quartierslösung Eichkamp inklusive der öffentlichen Liegenschaften sieht vor, im Bereich der beiden Schulen und im Bereich des Studentenwerks Blockheizkraftwerke zu installieren, um diese und die angrenzenden Bereiche über ein HT-Netz mit Wärmeenergie zu versorgen.

Für die übrigen Bereiche ist die Versorgung über das NT-Netz vorgesehen. Parallel zu dem NT-Netz werden die Stromleitungen zur Versorgung der Wärmepumpen mit dem Strom aus den BHKWs verlegt.

Die Sondenbohrungen für die Umweltwärme sind auf das ganze Quartier verteilt. Nachfolgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Konzeptionierung einer möglichen Versorgungsstruktur.





Legende

- Erdsonden
- NT-Netz
- Stromleitung für Wärmepumpen
- HT-Netz

Abbildung 84: Quartierslösung Eichkamp inklusive öffentlicher Liegenschaften

Die Investitionskosten für die Quartierslösung Eichkamp belaufen sich gemäß der nachfolgenden Kostenschätzung auf ca. 14 Millionen Euro. Nach Abzug möglicher Zuschüsse in Höhe von ca. 2 Millionen Euro, bleiben Investitionskosten von ca. 12 Millionen Euro bestehen.

<u>Investition/Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b>Investition</b>	<b>14.225</b>	<b>11.800</b>	<b>9.375</b>	<b>6.950</b>	<b>4.525</b>	<b>T€</b>
- Hausanschluss	3.125	2.500	1.875	1.250	625	T€
- Trasse	3.843	3.389	2.936	2.482	2.029	T€
- Stromnetzausbau	1.281	1.130	979	827	676	T€
- BHKW	780	624	468	312	156	T€
- Wärmepumpe	1.301	1.041	780	520	260	T€
- Bohrungen	2.602	2.081	1.561	1.041	520	T€
- Planungskosten	1.293	1.035	776	517	259	T€
<b>Zuschüsse</b>	<b>-2.082</b>	<b>-1.646</b>	<b>-1.313</b>	<b>-980</b>	<b>-648</b>	<b>T€</b>
- Hausanschluss	-907	-726	-544	-363	-181	T€
- Trasse	-769	-678	-587	-496	-406	T€
- Heizzentrale BHKW (Speicher)	-146	-117	-88	-58	-29	T€
- Wärmepumpe	-260	-125	-94	-62	-31	T€
<b>Summe Investition</b>	<b>12.143</b>	<b>10.154</b>	<b>8.062</b>	<b>5.970</b>	<b>3.877</b>	<b>T€</b>

Tabelle 40: Investitionskosten und Zuschüsse

Die Summe der Finanzierung berechnet sich aus den jährlichen Annuitäten der Investitionskosten. Die Laufzeit der Finanzierung ist dabei mit 20 Jahren angenommen worden. Der Zinssatz beträgt 2 %.

Insgesamt belaufen sich die jährlichen Kosten auf ca. 740.000 Euro.

<u>Finanzierung/Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>742.600</b>	<b>621.004</b>	<b>493.044</b>	<b>365.085</b>	<b>237.125</b>	<b>€/a</b>
- Hausanschluss	135.621	108.497	81.373	54.248	27.124	€/a
- Trasse	188.020	165.828	143.635	121.443	99.250	€/a
- Stromnetzausbau	78.342	69.095	59.848	50.601	41.354	€/a
- Heizzentrale BHKW	38.787	31.030	23.272	15.515	7.757	€/a
- Wärmepumpe	63.641	56.004	42.003	28.002	14.001	€/a
- Bohrungen	159.103	127.282	95.462	63.641	31.821	€/a
- Planungskosten	79.085	63.268	47.451	31.634	15.817	€/a

Tabelle 41: Finanzierung

Die allgemeinen Wartungskosten für die Systemkomponenten sowie Kosten für Versicherung und den Betrieb der Anlagen belaufen sich auf ca. 320.000 Euro jährlich.

<u>Wartung/Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>321.570</b>	<b>263.031</b>	<b>204.492</b>	<b>145.953</b>	<b>87.414</b>	<b>€/a</b>
- Hausanschluss	93.744	74.995	56.246	37.498	18.749	€/a
- Stromnetz	6.405	5.649	4.893	4.137	3.381	€/a
- Wärmepumpen	52.031	41.625	31.219	20.813	10.406	€/a
- Trasse	38.430	33.894	29.358	24.822	20.286	€/a
- Heizzentrale BHKW	7.805	6.244	4.683	3.122	1.561	€/a
- Allgemeinkosten	71.124	58.999	46.874	34.750	22.625	€/a

Tabelle 42: Betriebs- und Wartungskosten

Die Brennstoffkosten für den Betrieb des BHKW sowie dem Strom für die Wärmepumpen und dem Strom für die Förderpumpen der Bohrungen betragen ca. 1.460.000 Euro pro Jahr.

Dem gegenüber stehen Erlöse durch vermiedene Wärme- und Stromkosten sowie dem KWK-Bonus und der Energiesteuer-Rückerstattung in Höhe von ca. 1.330.000 Euro.

<u>Einnahmen und Ausgaben/</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b>Anschlussgrad</b>						
<b>Betriebskosten</b>	1.464.660	1.166.604	874.953	583.302	291.651	€/a
- Brennstoff BHKW	524.160	419.328	314.496	209.664	104.832	€/a
- Strom Wärmepumpen	698.705	558.964	419.223	279.482	139.741	€/a
- Strom Förderpumpen	174.676	139.741	104.806	69.871	34.935	€/a
- Versicherung	60.713	48.570	36.428	24.285	12.143	€/a
- Wartung BHKW	6.405	5.124	3.843	2.562	1.281	€/a
<b>Vergütung/Erlöse</b>	-1.331.314	-1.065.051	-798.788	-532.526	-266.263	€/a
- vermiedene Wärmekosten	-699.580	-559.664	-419.748	-279.832	-139.916	€/a
- vermiedene Stromkosten	-512.612	-410.090	-307.567	-205.045	-102.522	€/a
- KWK-Bonus	-61.945	-49.556	-37.167	-24.778	-12.389	€/a
- Mineralölsteuererstattung	-57.177	-45.742	-34.306	-22.871	-11.435	€/a
<b>Summe Einnahmen und Ausgaben</b>	133.346	101.553	76.165	50.776	25.388	€/a

Tabelle 43: Brennstoffkosten und Erlöse

Der Wärmepreis der Quartierslösung beläuft sich bei einer Anschlussquote von 100 % auf 8,6 Cent pro kWh. Dieser Preis setzt aus den Kosten für die Finanzierung, den Betriebs- und Wartungskosten sowie der Brennstoffkosten und den Vergütungen zusammen. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick der Wärmepreise im Verhältnis zu den Anschlussgraden (100, 80, 60, 40 und 20 %). Bei einer realistischen Anschlussquote von 20 % beträgt der Wärmepreis ca. 20,0 Cent pro verbrauchter kWh.

<u>Wärmepreis/Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>8,6</b>	<b>10,8</b>	<b>13,1</b>	<b>15,9</b>	<b>20,3</b>	<b>ct/kWh</b>
Finanzierung	5,4	5,6	5,9	6,6	8,5	ct/kWh
Betrieb & Wartung	2,3	2,4	2,5	2,6	3,2	ct/kWh
Brennstoffe	10,6	10,5	10,5	10,5	10,5	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,6	-7,7	-5,8	-3,8	-1,9	ct/kWh

Tabelle 44: Wärmepreise

Legt man eine realistische Anschlussquote von max. 20 % zu Grunde, so wird deutlich, dass eine Quartierslösung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht darstellbar ist. Unter der Annahme, dass 100 % der Investitionskosten gefördert werden, wäre eine Umsetzung der Quartiersvariante jedoch machbar.

<u>Wärmepreis mit Förderung/ Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
Förderung 100 %	3,3	5,2	7,2	9,3	11,7	ct/kWh
Förderung 75 %	3,0	6,6	8,7	10,9	13,9	ct/kWh
Förderung 50 %	-8,2	8,0	10,2	12,6	16,0	ct/kWh
Förderung 25 %	20,2	9,4	11,7	14,2	18,1	ct/kWh

Tabelle 45: Wärmepreise mit Förderung

### *Heerstraße*

Die Quartierslösung Heerstraße inklusive der öffentlichen Liegenschaften ist von der Systematik und dem Aufbau der Versorgungsstruktur gleich der Quartierslösung im Eichkamp. Auch hier ist es sinnvoll das HT-Netz an den öffentlichen Liegenschaften zu errichten, da diese einen hohen Wärmebedarf haben. Das NT-Netz wird wiederum vorwiegend in Bereichen mit Wohnbebauung verlegt. Nachfolgende Abbildung zeigt eine mögliche Versorgungslösung für das Quartier Heerstraße.



Abbildung 85: Quartierslösung Heerstraße inklusive der öffentlichen Liegenschaften

Die Investitionskosten für die Quartierslösung Heerstraße inklusive öffentlicher Liegenschaften belaufen sich gemäß der nachfolgenden Kostenschätzung auf ca. 10,4 Millionen Euro. Nach Abzug möglicher Zuschüsse in Höhe von ca. 1,4 Millionen Euro bleiben Investitionskosten von ca. 9,0 Millionen Euro bestehen.

<u>Investition/Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b>Investition</b>	<b>10.396</b>	<b>8.636</b>	<b>6.877</b>	<b>5.118</b>	<b>3.359</b>	<b>T€</b>
- Hausanschluss	1.705	1.364	1.023	682	341	T€
- Trasse	2.438	2.190	1.943	1.695	1.448	T€
- Stromnetzausbau	813	730	648	565	483	T€
- BHKW	749	599	450	300	150	T€
- Wärmepumpe	1.249	999	749	500	250	T€
- Bohrungen	2.498	1.998	1.499	999	500	T€
- Planungskosten	945	756	567	378	189	T€
<b>Zuschüsse</b>	<b>-1.373</b>	<b>-1.066</b>	<b>-860</b>	<b>-653</b>	<b>-447</b>	<b>T€</b>
- Hausanschluss	-495	-396	-297	-198	-99	T€
- Trasse	-488	-438	-389	-339	-290	T€
- Heizzentrale BHKW (Speicher)	-140	-112	-84	-56	-28	T€
- Wärmepumpe	-250	-120	-90	-60	-30	T€
<b>Summe Investition</b>	<b>9.023</b>	<b>7.570</b>	<b>6.018</b>	<b>4.465</b>	<b>2.913</b>	<b>T€</b>

Tabelle 46: Investitionskosten und Zuschüsse

Die Summe der Finanzierung berechnet sich aus den jährlichen Annuitäten der Investitionskosten. Die Laufzeit der Finanzierung ist dabei mit 20 Jahren angenommen worden. Der Zinssatz beträgt 2 %. Insgesamt belaufen sich die jährlichen Kosten auf ca. 550.000 Euro.

<u>Finanzierung/Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>551.811</b>	<b>462.971</b>	<b>368.022</b>	<b>273.072</b>	<b>178.123</b>	<b>€/a</b>
- Hausanschluss	74.000	59.200	44.400	29.600	14.800	€/a
- Trasse	119.256	107.147	95.038	82.929	70.819	€/a
- Stromnetzausbau	49.690	44.644	39.599	34.554	29.508	€/a
- Heizzentrale BHKW	37.236	29.789	22.341	14.894	7.447	€/a
- Wärmepumpe	61.096	53.764	40.323	26.882	13.441	€/a
- Bohrungen	152.739	122.191	91.643	61.096	30.548	€/a
- Planungskosten	57.796	46.237	34.678	23.118	11.559	€/a

Tabelle 47: Finanzierung

Die allgemeinen Wartungskosten für die Systemkomponenten sowie Kosten für Versicherung und den Betrieb der Anlagen belaufen sich auf ca. 240.000 Euro jährlich.

<u>Wartung/Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>238.958</b>	<b>195.566</b>	<b>152.175</b>	<b>108.783</b>	<b>65.392</b>	<b>€/a</b>
- Hausanschluss	51.150	40.920	30.690	20.460	10.230	€/a
- Stromnetz	4.063	3.650	3.238	2.825	2.413	€/a
- Wärmepumpen	49.950	39.960	29.970	19.980	9.990	€/a
- Trasse	24.375	21.900	19.425	16.950	14.475	€/a
- Heizzentrale BHKW	7.493	5.994	4.496	2.997	1.499	€/a
- Allgmeinkosten	51.978	43.182	34.387	25.591	16.796	€/a

Tabelle 48: Betriebs- und Wartungskosten

Die Brennstoffkosten für den Betrieb des BHKW sowie dem Strom für die Wärmepumpen und dem Strom für die Förderpumpen der Bohrungen betragen ca. 1.390.000 Euro pro Jahr.

Dem gegenüber stehen Erlöse durch vermiedene Wärme- und Stromkosten sowie dem KWK-Bonus und der Energiesteuer-Rückerstattung in Höhe von ca. 1.280.000 Euro.

<u>Einnahmen und Ausgaben/</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b><u>Anschlussgrad</u></b>						
<b>Betriebskosten</b>	<b>1.390.817</b>	<b>1.109.404</b>	<b>832.053</b>	<b>554.702</b>	<b>277.351</b>	<b>€/a</b>
- Brennstoff BHKW	503.194	402.555	301.916	201.278	100.639	€/a
- Brennstoff Spitzenlast	0	0	0	0	0	€/a
- Strom Wärmepumpen	670.757	536.606	402.454	268.303	134.151	€/a
- Strom Förderpumpen	167.689	134.151	100.614	67.076	33.538	€/a
- Versicherung	45.115	36.092	27.069	18.046	9.023	€/a
- Wartung BHKW	4.063	3.250	2.438	1.625	813	€/a
<b>Vergütung/Erlöse</b>	<b>-1.278.341</b>	<b>-1.022.673</b>	<b>-767.005</b>	<b>-511.337</b>	<b>-255.668</b>	<b>€/a</b>
- vermiedene Wärmekosten	-671.597	-537.277	-402.958	-268.639	-134.319	€/a
- vermiedene Stromkosten	-492.107	-393.686	-295.264	-196.843	-98.421	€/a
- KWK-Bonus	-59.747	-47.798	-35.848	-23.899	-11.949	€/a
- Mineralölsteuererstattung	-54.890	-43.912	-32.934	-21.956	-10.978	€/a
<b>Summe Einnahmen und Ausgaben</b>	<b>112.476</b>	<b>86.731</b>	<b>65.048</b>	<b>43.365</b>	<b>21.683</b>	<b>€/a</b>

Tabelle 49: Brennstoffkosten und Erlöse

Der Wärmepreis der Quartierslösung beläuft sich bei einer Anschlussquote von 100 % auf 6,8 Cent pro kWh. Dieser Preis setzt aus den Kosten für die Finanzierung, den Betriebs- und Wartungskosten sowie der Brennstoffkosten und den Vergütungen zusammen. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick der Wärmepreise im Verhältnis zu den Anschlussgraden (100, 80, 60, 40 und 20 %). Bei einer realistischen Anschlussquote von 20 % beträgt der Wärmepreis über 17,0 Cent pro verbrauchter Kilowattstunde.

<u>Wärmepreis/Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>6,8</b>	<b>8,9</b>	<b>11,2</b>	<b>13,7</b>	<b>17,6</b>	<b>ct/kWh</b>
Finanzierung	4,1	4,3	4,6	5,1	6,7	ct/kWh
Betrieb & Wartung	1,8	1,8	1,9	2,0	2,5	ct/kWh
Brennstoffe	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,6	-7,7	-5,8	-3,8	-1,9	ct/kWh

Tabelle 50: Wärmepreis

Legt man eine realistische Anschlussquote von max. 20 % zu Grunde, so wird deutlich, dass eine Quartierslösung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht darstellbar ist. Unter der Annahme das 100 % der Investitionskosten durch Fördermittel abgedeckt werden, bietet die Quartierslösung einen attraktiven Wärmepreis.

<u>Wärmepreis mit Förderung/ Anschlussgrad</u>	100%	80%	60%	40%	20%	Einheit
Förderung 100 %	2,6	4,6	6,6	8,6	10,9	ct/kWh
Förderung 75 %	3,7	5,7	7,7	9,9	12,6	ct/kWh
Förderung 50 %	4,7	6,7	8,9	11,2	14,3	ct/kWh
Förderung 25 %	5,7	7,8	10,0	12,5	16,0	ct/kWh

Tabelle 51: Wärmepreis mit Förderung

### 4.3.2 Insel-/Nachbarschaftsvarianten

#### *Eichkamp*

Für die Insellösung wird für die Quartiere Eichkamp und Heerstraße je eine Analyse durchgeführt, in dessen Bereich ein Großteil interessierter Bürger ihre Bereitschaft zur Umsetzung eines solchen Konzepts signalisiert hatten. Dieser Bereich umfasst im Eichkamp den in der nachfolgenden Abbildung markierten Umkreis.





Abbildung 86: Interessenten für einen Nahwärmeanschluss im Quartier Eichkamp

Insgesamt befinden sich innerhalb der ausgewählten Inselösung 25 Eigentümer, welche im Rahmen bisheriger Beteiligungen (hier: Fragebogenaktion) Interesse an einem Anschluss an die zentrale Versorgungslösung signalisiert haben. Die Planung sieht ein BHKW im Bereich des Haus Eichkamp vor, welches die umliegenden Wohngebäude mittels einer Wärmeleitung versorgt.

Das NT-Netz wird im Bereich des Eichkatzweges verlegt. Die gesamte Trasse hätte eine Länge von ca. 975 m. Parallel dazu soll das Stromnetz verlegt werden. Die Brunnen für die Geothermie werden entlang des NT-Netzes auf den Grundstücken der Interessenten errichtet. Nachfolgende Abbildung zeigt eine mögliche Versorgungsstruktur.

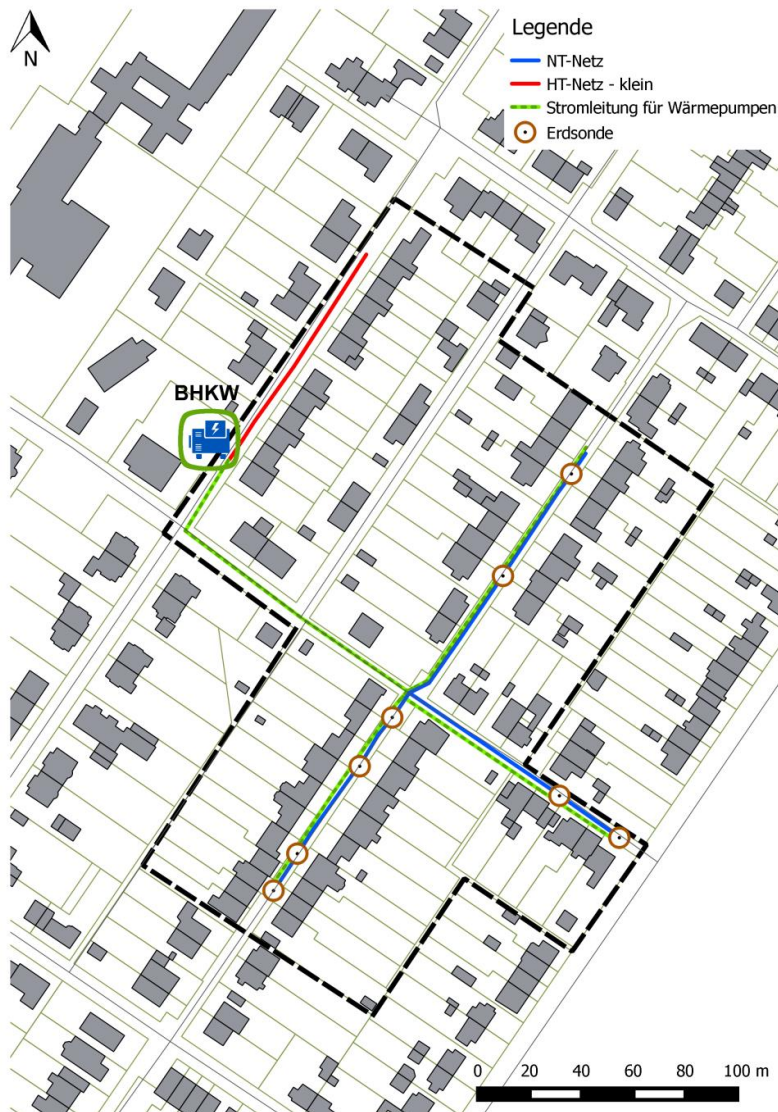


Abbildung 87: Insellösung Eichkamp

Die Investitionskosten für den Aufbau der Versorgungsvariante belaufen sich gemäß der nachfolgenden Kostenschätzung auf ca. 800.000 Euro. Nach Abzug möglicher Zuschüsse in Höhe von ca. 120.000 Euro bleiben Investitionskosten von ca. 680.000 Euro bestehen.

<u>Investition/Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Investition</b>	<b>804,0</b>	<b>T€</b>
- Hausanschluss	155,0	T€
- Trasse	292,5	T€
- Stromnetzausbau	97,5	T€
- BHKW	32,5	T€
- Spitzenlast	1,9	T€
- Wärmepumpe	50,5	T€
- Bohrungen	101,0	T€
- Planungskosten	73,1	T€
<b>Zuschüsse</b>	<b>-119,7</b>	<b>T€</b>
- Hausanschluss	-45,0	T€
- Trasse	-58,5	T€
- Heizzentrale BHKW (Speicher)	-6,1	T€
- Wärmepumpe	-10,1	T€
<b>Summe Investition</b>	<b>684,3</b>	<b>T€</b>

Tabelle 52: Investitionskosten und Zuschüsse

Die Summe der Finanzierung berechnet sich aus den jährlichen Annuitäten der Investitionskosten. Die Laufzeit der Finanzierung ist dabei mit 20 Jahren angenommen worden. Der Zinssatz beträgt 2 %.

Insgesamt belaufen sich die jährlichen Kosten auf ca. 42.000 Euro.

<u>Finanzierung/Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>41.850</b>	<b>€/a</b>
- Hausanschluss	6.727	€/a
- Trasse	14.311	€/a
- Stromnetzausbau	5.963	€/a
- Heizzentrale BHKW	1.614	€/a
- Spitzenlast	118	€/a
- Wärmepumpe	2.471	€/a
- Bohrungen	6.177	€/a
- Planungskosten	4.470	€/a

Tabelle 53: Finanzierung

Die allgemeinen Wartungskosten für die Systemkomponenten sowie Kosten für Versicherung und den Betrieb der Anlagen belaufen sich auf ca. 16.500 Euro jährlich.

<u>Wartung/Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>16.592</b>	<b>€/a</b>
- Hausanschluss	4.650	€/a
- Stromnetz	488	€/a
- Wärmepumpen	2.020	€/a
- Trasse	2.925	€/a
- Heizzentrale BHKW	325	€/a
- Allgemeinkosten	4.020	€/a

Tabelle 54: Betriebs- und Wartungskosten

Die Brennstoffkosten für den Betrieb des BHKW sowie dem Strom für die Wärmepumpen und dem Strom für die Förderpumpen der Bohrungen betragen ca. 61.000 Euro pro Jahr.

Dem gegenüber stehen Erlöse durch vermiedene Wärme- und Stromkosten sowie dem KWK-Bonus und der Energiesteuer-Rückerstattung in Höhe von ca. 60.500 Euro.

<u>Einnahmen und Ausgaben/ Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Betriebskosten</b>	<b>61.080</b>	<b>€/a</b>
- Brennstoff BHKW	21.805	€/a
- Brennstoff Spitzenlast	1.455	€/a
- Strom Wärmepumpen	27.128	€/a
- Strom Förderpumpen	6.782	€/a
- Versicherung	3.422	€/a
- Wartung BHKW	488	€/a
<b>Vergütung/Erlöse</b>	<b>-60.455</b>	<b>€/a</b>
- vermiedene Wärmekosten	-29.103	€/a
- vermiedene Stromkosten	-26.896	€/a
- KWK-Bonus	-2.078	€/a
- Mineralölsteuererstattung	-2.379	€/a
<b>Summe Einnahmen und Ausgaben</b>	<b>625</b>	<b>€/a</b>

Tabelle 55: Brennstoffkosten und Erlöse

Der Wärmepreis der Insellösung beläuft sich ca. 10 Cent pro kWh. Dieser Preis setzt aus den Kosten für die Finanzierung, den Betriebs- und Wartungskosten sowie der Brennstoffkosten und den Vergütungen zusammen.

<u>Wärmepreis/Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>10,2</b>	<b>ct/kWh</b>
Finanzierung	7,3	ct/kWh
Betrieb & Wartung	2,9	ct/kWh
Brennstoffe	10,6	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-10,5	ct/kWh

Tabelle 56: Wärmepreis

Unter der Annahme verschiedener Fördersätze für die Investitionskosten der Maßnahme, ergeben sich Wärmepreise von 3,0 Cent pro kWh bei einer 100 % Förderquote bis hin zu 8,4 Cent pro kWh bei einer Förderquote von 25 % der Investitionskosten.

<u>Wärmepreis mit Förderung/ Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
Förderung 100 %	3,0	ct/kWh
Förderung 75 %	4,8	ct/kWh
Förderung 50 %	6,6	ct/kWh
Förderung 25 %	8,4	ct/kWh

Tabelle 57: Wärmepreis mit Förderung

### *Heerstraße*

Für die Insellösung wird für die Quartiere Eichkamp und Heerstraße je eine Analyse durchgeführt, in dessen Bereich ein Großteil interessierter Bürger ihre Bereitschaft zur Umsetzung eines solchen Konzepts signalisiert hat. Dieser Bereich umfasst im Quartier Heerstraße den in der nachfolgenden Abbildung markierten Umkreis.



Abbildung 88: Interessenten für einen Nahwärmeanschluss im Quartier Heerstraße

Insgesamt befinden sich innerhalb der ausgewählten Insellösung 20 Eigentümer, welche im Rahmen der Fragebogenaktion Interesse an einem Anschluss an die zentrale Versorgungslösung signalisiert haben. Für den Standort des BHKW ist erstmal nur ein theoretischer Ort dargestellt. Hier sind noch genauere Standortuntersuchungen durchzuführen.

Das NT-Netz wird im Bereich des Eichkatzweges verlegt. Die gesamte Trasse hätte eine Länge von ca. 450 m. Parallel dazu soll das Stromnetz verlegt werden. Die Brunnen für die Geothermie werden entlang des NT-Netzes auf den Grundstücken der Interessenten errichtet. Nachfolgende Abbildung zeigt eine mögliche Versorgungsstruktur.



Abbildung 89: Insellösung Heerstraße

Die Investitionskosten für den Aufbau der Versorgungsvariante belaufen sich gemäß der nachfolgenden Kostenschätzung auf ca. 500.000 Euro. Nach Abzug möglicher Zuschüsse in Höhe von ca. 75.000 Euro, bleiben Investitionskosten von ca. 425.000 Euro bestehen.

<u>Investition/Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Investition</b>	<b>499,2</b>	<b>T€</b>
- Hausanschluss	124,0	T€
- Trasse	135,0	T€
- Stromnetzausbau	45,0	T€
- BHKW	25,0	T€
- Spitzenlast	0,0	T€
- Wärmepumpe	41,6	T€
- Bohrungen	83,3	T€
- Planungskosten	45,4	T€
<b>Zuschüsse</b>	<b>-76,0</b>	<b>T€</b>
- Hausanschluss	-36,0	T€
- Trasse	-27,0	T€
- Heizzentrale BHKW (Speicher)	-4,7	T€
- Wärmepumpe	-8,3	T€
<b>Summe Investition</b>	<b>423,2</b>	<b>T€</b>

Tabelle 58: Investitionskosten und Zuschüsse

Die Summe der Finanzierung berechnet sich aus den jährlichen Annuitäten der Investitionskosten. Die Laufzeit der Finanzierung ist dabei mit 20 Jahren angenommen worden. Der Zinssatz beträgt 2 %.

Insgesamt belaufen sich die jährlichen Kosten auf ca. 26.000 Euro.

<u>Finanzierung/Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>25.883</b>	<b>€/a</b>
- Hausanschluss	5.382	€/a
- Trasse	6.605	€/a
- Stromnetzausbau	2.752	€/a
- Heizzentrale BHKW	1.241	€/a
- Spitzenlast	0	€/a
- Wärmepumpe	2.037	€/a
- Bohrungen	5.091	€/a
- Planungskosten	2.776	€/a

Tabelle 59: Finanzierung

Die allgemeinen Wartungskosten für die Systemkomponenten sowie Kosten für Versicherung und den Betrieb der Anlagen belaufen sich auf ca. 11.500 Euro jährlich.



<u>Wartung/Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>11.371</b>	<b>€/a</b>
- Hausanschluss	3.720	€/a
- Stromnetz	225	€/a
- Wärmepumpen	1.665	€/a
- Trasse	1.350	€/a
- Heizzentrale BHKW	250	€/a
- Allgemeinkosten	2.496	€/a

Tabelle 60: Betriebs- und Wartungskosten

Die Brennstoffkosten für den Betrieb des BHKW sowie dem Strom für die Wärmepumpen und dem Strom für die Förderpumpen der Bohrungen betragen ca. 47.000 Euro pro Jahr.

Dem gegenüber stehen Erlöse durch vermiedene Wärme- und Stromkosten sowie dem KWK-Bonus und der Energiesteuer-Rückerstattung in Höhe von ca. 44.000 Euro.

<u>Einnahmen und Ausgaben/ Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Betriebskosten</b>	<b>47.062</b>	<b>€/a</b>
- Brennstoff BHKW	16.773	€/a
- Brennstoff Spitzenlast	0	€/a
- Strom Wärmepumpen	22.359	€/a
- Strom Förderpumpen	5.590	€/a
- Versicherung	2.116	€/a
- Wartung BHKW	225	€/a
<b>Vergütung/Erlöse</b>	<b>-43.817</b>	<b>€/a</b>
- vermiedene Wärmekosten	-22.387	€/a
- vermiedene Stromkosten	-16.404	€/a
- KWK-Bonus	-3.197	€/a
- Mineralölsteuererstattung	-1.830	€/a
<b>Summe Einnahmen und Ausgaben</b>	<b>3.246</b>	<b>€/a</b>

Tabelle 61: Brennstoffkosten und Erlöse

Der Wärmepreis der Insellösung beläuft sich auf ca. 9 Cent pro kWh. Dieser Preis setzt aus den Kosten für die Finanzierung, den Betriebs- und Wartungskosten sowie der Brennstoffkosten und den Vergütungen zusammen.

<u>Wärmepreis/Anschlussgrad</u>	100%	Einheit
<b>Summe</b>	<b>9,1</b>	<b>ct/kWh</b>
Finanzierung	5,8	ct/kWh
Betrieb & Wartung	2,6	ct/kWh
Brennstoffe	10,6	ct/kWh
Vergütung/Erlöse	-9,9	ct/kWh

Tabelle 62: Wärmepreis

Unter der Annahme verschiedener Fördersätze für die Investitionskosten der Maßnahme, ergeben sich Wärmepreise von 3,3 Cent pro kWh bei einer 100 % Förderquote bis hin zu 7,7 Cent pro kWh bei einer Förderquote von 25 % der Investitionskosten.

Wärmepreis mit Förderung/ Anschlussgrad	100%	Einheit
Förderung 100 %	3,3	ct/kWh
Förderung 75 %	4,7	ct/kWh
Förderung 50 %	6,2	ct/kWh
Förderung 25 %	7,7	ct/kWh

Tabelle 63: Wärmepreis mit Förderung

#### Fazit

Im Ergebnis wird deutlich, dass bei den zu erwartenden geringen Anschlussquoten die Quartierslösungen nur wettbewerbsfähige Wärmepreise bieten, wenn nennenswerte Anteile der Investitionen über Fördermittel finanziert werden. Damit erscheinen die „großen“ Lösungen für das Quartier Eichkamp und Quartier Heerstraße nur umsetzbar, wenn dafür Fördermittel eingebunden werden können, um die Investitionen und damit die Annuität der Finanzierung als ein Anteil im Wärmepreis zu reduzieren. Für die Quartierslösung ist außerdem förderlich, wenn öffentliche Gebäude mit versorgt werden, um hier Wärmemengen zu vertreiben und einen Teil der finanziellen Einnahmen zu generieren.

Als Ergebnis der Machbarkeitsstudie erweisen sich kleine Pilotprojekte als sinnvoll, da diese auch wettbewerbsfähige Wärmepreise bieten. Dies können kleine Nachbarschaftsmodelle sein oder auch Inselösungen zur Versorgung eines öffentlichen Gebäudes und der Versorgung von Privathaushalten in einem kleinen Bereich des Quartiers.

Pilotvorhaben als Insel- oder Nachbarschaftslösung sind dort sinnvoll umsetzbar, wo möglichst viele Haushalte Interesse an einem Anschluss an das Wärmenetz haben. Idealerweise dort wo auch öffentliche Gebäude oder Sportstätten mit Wärme versorgt werden können. Die Standorte der öffentlichen Gebäude und Sportstätten sind einerseits als Standorte für die Heizzentralen geeignet und andererseits für die Nutzung der Abwärme aus dem BHKW. Ähnlich wie für die Quartierslösungen ist die Einbindung von Fördermitteln auch für Insel- und Nachbarschaftsmodelle hilfreich, um das Investitionsvolumen bzw. den Finanzierungsanteil im Wärmepreis zu reduzieren. Diese möglichen Umsetzungspfade (1. Quartierslösung mit Fördermitteln und 2. Insel- oder Nachbarschaftslösung) werden in dem nachfolgenden Kapitel bei dem skizzierten Zeitplan und Stufenplan weiter betrachtet.

#### 4.3.3 Möglicher Zeitplan als Stufenplan

Wie im Kapitel 4.3.2 dargestellt, erscheint für beide Siedlungen entweder eine Quartierslösung mit nennenswertem Fördermittelanteil oder Nachbarschafts-/ Inselösungen mit hohem Anschlussgrad umsetzbar.

Derzeit sind keine Fördermittel kurzfristig zu erwarten; von daher ist ein möglicher Umsetzungspfad die Entwicklung von Pilotprojekten als Vorzeigeprojekten im Quartier sinnvoll. Dies könnte eine

Nachbarschaftslösung oder eine Insellösung an den Stellen sein, wo ein großer Teil der Anwohner bereits Mitmachbereitschaft geäußert haben. Im Rahmen der Abschlussveranstaltung konnten diese möglichen Keimzellen für Nachbarschafts- oder Inselösungen weiter konkretisiert werden. Hier liegen die Schwerpunkte einer kurzfristig umzusetzenden und weiter zu fokussierenden Mobilisierungskampagne,

Soweit sich hier Pilotprojekte mit hinreichend großem Anschlussgrad finden, kann die Umsetzbarkeit von kleinen Projekten gezeigt werden. Auf dieser Grundlage sollte dann die Fördermittellandschaft dauerhaft beobachtet werden, um bei einem geeigneten Fördermitteltopf einen Antrag für eine Anschubfinanzierung der „großen“ Quartierslösungen zu stellen. In dem Fördermittelantrag sollte dann deutlich auf die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie verwiesen werden. Außerdem sollte auf die bereits erfolgreich umgesetzten, kleinen Pilotprojekte im Quartier und deren Übertragbarkeit auf größere Quartierslösungen verwiesen werden.

Für diese möglichen Umsetzungspfade ergeben sich folgende Meilensteine:

#### *ab Juli 2016*

Im Juli 2016 erfolgt die Abschlussveranstaltung mit der Präsentation der Ergebnisse für die Bewohner der Quartiere. Im Rahmen der Veranstaltung sollte erneut das Interesse der Anwohner erfragt werden, um hier noch mal eine Rückmeldung zum möglichen Anschlussgrad zu erhalten. Auch sollten die Bereiche der bisher hohen Bereitschaft benannt werden, um hier gezielt mögliche Keimzellen zur Umsetzung zu befördern. Hier müssen dann im Anschluss Projektpaten gefunden werden, die ihre Nachbarn ansprechen, um damit eine kritische Masse an Beteiligten zusammen zu bringen.

#### *bis Ende 2016*

Bis Ende 2016 sollte eine Identifizierung möglicher Bereiche für Insel- und Nachbarschaftsvarianten durchgeführt werden. Hierzu sollen auch direkte Ansprachen von Nachbarn interessierter Haushalte erfolgen. Weiterhin sollten gezielt die öffentlichen Liegenschaften angesprochen werden, in wieweit ein Interesse an einer Partizipation an einer möglichen Inselösung besteht.

Die Entscheidung für einen KfW-Antrag für das Sanierungsmanagement als 5-jährige begleitende Maßnahme zur Umsetzung sollte gefällt werden. Die Eigenmittel sollen entweder durch den Bezirk in Eigenleistungen angerechnet oder durch weitere Fördermittel / Stiftungen eingebracht werden.

Bis Ende 2016 bzw. anschließend erfolgt eine fortlaufende Prüfung der Einbindung von weiteren Fördermitteln.

#### *Anfang 2017*

Eine Feinkonzeption der umsetzbaren Varianten (entweder Quartierslösung mit Fördermitteln oder Insel- / Nachbarschaftsvarianten), insbesondere der beteiligten Wärmeabnehmer wird erstellt; weitere Planungsschritte bis hin zur Ausführungsplanung erfolgen:

Laufende Abstimmung mit dem Bezirk sowie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt zu den Umsetzungsvarianten, zur Frage welche öffentlichen Gebäude mit versorgt werden können.

Sobald die Umsetzungsentscheidung getroffen ist, erfolgt die Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft und Entscheidung zur Beteiligung eines strategischen Investors (Energieversorger). Anschließend kann die Ausschreibung und Vergabe der Leistungen erfolgen.

Soweit die Umsetzung über ein Pilotprojekt oder auch mehrere kleine Nachbarschaftsprojekte beginnt, muss im Rahmen der Feinkonzeption eine Integration dieser Pilotprojekte in größere Areallösungen betrachtet werden. Technisch ist die Integration von Nachbarschaftslösungen in Insel- und Quartiersversorgungs-lösungen möglich. Dies muss im Rahmen einer Feinkonzeption erneut technisch und wirtschaftlich geprüft und bewertet werden.

Wesentliche Vorteile für den Umsetzungsstart des Projekts mit Pilotprojekten als Nachbarschafts- oder Insellösung sind:

- Pilotprojekt als Vorzeigeprojekt zur Willensbildung und Nachahmung im Quartier
- vergleichsweise kleine Investitionskosten
- hoher Anschlussgrad im kleinen Versorgungsgebiet führt zu wettbewerbsfähigen Wärmepreisen
- Kommunikation und Entscheidungsbereitschaft ist auf Nachbarschafts- und Straßenebene einfacher als für das gesamte Quartier
- kurze Leitungslängen, keine oder kurze private Leitungen auf öffentlichem Grund und damit einfache Genehmigungsfähigkeit im Vergleich zur Quartierslösung.

#### 4.4 Hemmnisse und fördernde Maßnahmen

Derzeit liegt die durchschnittliche Sanierungsrate in Deutschland bei ca. 1 % im Jahr. Damit die Energiewende gelingen kann, wird eine Verdopplung der derzeitigen Sanierungsrate auf 2 % angestrebt. Um dies zu erreichen, sind jedoch vielfältige Hemmnisse, die der Umsetzung von energetischen Sanierungen entgegenwirken, zu überwinden. Dazu sind zunächst Kenntnisse über die Faktoren notwendig, die energetische Gebäudesanierungen hemmen, um in einem weiteren Schritt passende Handlungsoptionen zu deren Überwindung ableiten zu können.

Generell kommt die regelmäßig aktualisierte Studie des Umweltbundesamtes zum „Umweltbewusstsein in Deutschland“ zu dem Ergebnis, dass umweltbewusste und energiesparende Verhaltensweisen je nach Lebensstilzugehörigkeit verschieden sind. Im Zusammenhang mit der Investitionsbereitschaft in energetische Maßnahmen, spielen eine Vielzahl von Rahmenbedingungen und Merkmale von Gebäudeeigentümern eine wichtige Rolle und können sich hemmend oder fördernd auf die Umsetzung energetischer Sanierungsmaßnahmen auswirken.



Abbildung 90: Modell für eine Modernisierungsentscheidung<sup>74</sup>

Die **hohen Kosten** von umfassenden Sanierungsmaßnahmen und **lange Amortisationszeiten**, stellen große Hemmnisse für die Durchführung energetischer Sanierungen dar, denen nicht alleine durch finanzielle Fördermaßnahmen entgegengewirkt werden kann. Denn eine Abwägung von verschiedenen Handlungs- bzw. Sanierungsoptionen erfolgt nicht nur nach rein ökonomischen Kriterien, sondern ist stark durch eine subjektive Wahrnehmung der Situation vor Ort, eigene Erwartungen und Einstellungen der Sanierer beeinflusst.

Des Weiteren haben Analysen zur Investitionsbereitschaft von Privateigentümern in die energetische Ertüchtigung von Gebäuden ergeben, dass das Investitionsverhalten u.a. von den **Eigentumsverhältnissen** (selbstgenutzte oder vermietete Immobilie) und des wahrgenommenen **Nutzens** (Kosteneinsparungen, Erhöhung des Wohnkomforts) abhängig ist. Es zeigt sich somit, dass Eigentümer eher in Maßnahmen zur energetischen Ertüchtigung investieren, wenn sie die Immobilie selbst nutzen und wenn sie durch die Investitionen den eigenen Wohnkomfort erhöhen, oder entsprechende Kostenersparnisse zu erwarten sind. Da in den Siedlungen die überwiegende Mehrheit (64 % in der Heerstraße, 78 % im Eichkamp) selbstnutzende Eigentümer der Immobilien sind, kann eine erhöhte Investitionsbereitschaft zur energetischen Ertüchtigung der Gebäude impliziert werden. Jedoch können die **Größe der Gebäude** und die damit verbundenen höheren Investitionskosten sowie die **Einschätzungen bzw. Unsicherheiten zur zukünftigen Wertentwicklung der Immobilie**, die Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer negativ beeinflussen. Da in den Quartieren Eichkamp und Heerstraße die Größe der Gebäude bzw. die Wohnfläche je Haushalt im Vergleich zum bezirklichen und landesweiten Durchschnitt überproportional hoch ist, kann von einer über dem Durchschnitt liegenden Investitionssumme ausgegangen werden. Umso wichtiger ist es, die Eigentümer über den realen Nutzen (Kosteneinsparungen) und den wahrgenommenen Nutzen (Erhöhung des Wohnkomforts) aufzuklären. Ein intensiver nachbarschaftlicher Austausch zu dieser Thematik hat u. a. während der zweiten öffentlichen Bürgerveranstaltung<sup>75</sup> stattgefunden.

Insgesamt zeigt sich auch, dass das Alter der Eigentümer einen weiteren Einfluss auf die Sanierungstätigkeit haben kann: Die Investitionsbereitschaft bei älteren Eigentümern ist oftmals

<sup>74</sup> Stieß et al. 2010: 8

<sup>75</sup> Im Haus Eichkamp, 25.11.2015

geringer, da diese befürchten, dass sich die durchgeführten Investitionen zu ihren Lebzeiten nicht mehr amortisieren könnten. Entsprechende Hinweise konnten aus den Diskussionen mit den Bürgern und aus den Fragebögen entnommen werden. Im Zusammenhang mit dem Alter der Gebäudeeigentümer existieren auch Unterschiede in der Sanierungsart der durchgeführten Maßnahmen: Ältere Eigentümer tendieren eher zu Investitionen in konventionelle Heizungsanlagen (z. B. Ölheizungen), während jüngere Gebäudeeigentümer eher innovative Heizungsanlagen favorisieren (z. B. Wärmepumpe, Pelletheizung).

Weitere allgemeine Hemmnisse, die einer energetischen Sanierung entgegenstehen, sind insbesondere Desinteresse am Thema, ein zu geringes Wissen über Sanierungsmaßnahmen und allgemeine Vorurteile beispielsweise gegenüber innovativen Anlagentechniken oder Wärmedämmverbundsystemen (WDVS). Eigene eingeschränkte finanzielle Mittel und/oder eine geringe Bereitschaft zur Aufnahme eines Kredites können diesen negativen Effekt verstärken. Zudem können Angst vor Überforderung bzw. schlechter Beratung sich hemmend auf die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen auswirken.

Um diesen genannten Hemmnissen entgegenzuwirken, sind zielgruppenspezifische Beratungsangebote, wie sie seit 2012 auch vom „Arbeitskreis Energie“ in den Quartieren angeboten werden, von zentraler Bedeutung. Dennoch reichen Informationsbereitstellung und Beratung alleine nicht aus, es muss vielmehr eine **Kombination aus Beratungsangeboten, monetären Anreizen sowie passgenauen Geschäftsmodellen und Dienstleistungen** angeboten werden, um die Bereitschaft für eine energetische Sanierung deutlich zu erhöhen.

Weitere Hemmnisse, die den definierten Maßnahmen für das Quartier im Wege stehen können, sind den Maßnahmentabellen in Kapitel 4.2 zu entnehmen.

#### 4.5 Öffentlichkeitsarbeit und Akteursaktivierung

Öffentlichkeitsarbeit ist heute ein grundlegender Baustein jedes Vorgehens mit Außenwirkung, sowohl anschiebend wie begleitend.

Bei der Konzeptionierung und Umsetzung von Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit geht es darum, Ziele, Prinzipien und Techniken möglichst konkret auf die Situation in den Quartieren anzuwenden. Nachstehend sollen aber auch wesentliche Aufgaben der Öffentlichkeitsarbeit erläutert werden, die für eine erfolgreiche und zielorientierte Umsetzung möglicher Maßnahmenpakete im Quartierskonzept notwendig sind und übergeordnet zu allen Maßnahmen in der Umsetzungsphase Anwendung finden sollen.

##### *Organisation und Beratung durch Ansprechpartner im Quartier*

Von herausragender Bedeutung ist ein zentraler Ansprechpartner im Quartier, der die initiale Rolle des „In-Gang-setzen“ hat, um möglichst viele lokale Akteure in die Öffentlichkeitsarbeit einzubinden. Im Idealfall entwickelt sich ein Netzwerk, welches anfängt sich selbst zu organisieren, d. h. beteiligte Akteure beginnen aus Eigeninteresse direkt miteinander zu agieren. In den Quartieren Eichkamp und Heerstraße ist dies bereits 2012 geschehen, als sich interessierte Bewohner in einem „Arbeitskreis Energie“ zusammaten, um über konkrete Aktivitäten in Eichkamp zur Energiewende zu diskutieren und sie so weit wie möglich umzusetzen. Durch das Engagement der Mitglieder konnte 2013 die Gründung der „Energiegenossenschaft Eichkamp-Siedlung Heerstraße“ vorbereitet werden. Laut

Satzungsentwurf versteht die Genossenschaft ihre Aufgaben in

- der wirtschaftlichen Förderung und Betreuung der Mitglieder
- der Errichtung, Unterhaltung sowie der Entwicklung von Anlagen zur ökologisch optimierten Erzeugung von Energien; insbesondere von regenerativer Energien,
- dem Absatz der gewonnenen Energie in Form von Strom und/oder Wärme
- der Unterstützung und Beratung in Fragen der regenerativen Energiegewinnung und Energieeffizienz einschließlich einer Information von Mitgliedern und Dritten, sowie einer Öffentlichkeitsarbeit.

Es hat sich herauskristallisiert, dass die Energiegenossenschaft als koordinierende und kontrollierende Instanz bzw. als Knotenpunkt im Zentrum der entstehenden Informationsflüsse stehen würde. Hierdurch wird gewährleistet, dass frühzeitig Entwicklungen, die von den Zielen des Energiekonzeptes abweichen, erkannt werden und entsprechend gegengesteuert wird.

Die im Rahmen der Erstellung des Konzeptes veranstalteten Bürgerveranstaltungen haben gezeigt, dass auch über die bereits organisierten Eigentümer und Bewohner hinaus Interesse besteht, eine Effizienzsteigerung im Quartier zu verfolgen und das Ziel einer unabhängigen und weitgehend CO<sub>2</sub>-freien Wärmeversorgung zu unterstützen. Dieses Interesse der Teilnehmer sollte im Anschluss an die Machbarkeitsstudie direkt wieder aufgenommen werden, in dem die Nachbarschaften direkt angesprochen und für die Umsetzung von Maßnahmen gewonnen wird. Hier geht es darum, Begeisterung zu wecken und zu halten. Das Einsetzen eines Sanierungsmanagers, z. B. über das KfW Förderprogramm 432, würde diesen Zweck erfüllen und ist dringend zu empfehlen.

#### *Informations- und Beratungsangebotes*

Der „Arbeitskreis Energie“ bzw. später die „Energiegenossenschaft Eichkamp-Siedlung Heerstraße“ führen in unregelmäßigen Abständen bzw. nach Bedarf Veranstaltungen mit Vorträgen durch. Die Veranstaltungen stehen der interessierten Öffentlichkeit offen und werden zum Teil durch externe Referenten begleitet. Auf der siedlungseigenen Webseite werden unter „siedlung-eichkamp.de/initiativen/ak-energie“ die Aktivitäten dokumentiert und die Vorträge den Bewohnern zur Verfügung gestellt. Eine Weiterführung dieses Informations- und Beratungsangebotes ist dringend zu empfehlen, da die Nachbarschaft hierdurch über den aktuellsten Stand der Maßnahmen und Diskussionen im Quartier informiert wird und zur Teilnahme an der Umsetzung des Konzeptes motiviert werden kann. Mit dem Einsetzen eines Sanierungsmanagers kann das Informations- und Beratungsangebot der Energiegenossenschaft fachlich und organisatorisch unterstützt werden.

#### *Motivieren und überzeugen*

Es ist notwendig, die Bürger im Quartier direkt anzusprechen, um sie auf die Ziele aufmerksam zu machen, Betroffenheit zu generieren und sie zum Mitwirken zu bewegen („Gespräch über den Gartenzaun“). Die Betroffenheit muss durch entsprechende Maßnahmen und qualifizierte, zielgruppenbezogene Öffentlichkeitsarbeit hergestellt werden (z.B. mit Kindern und Jugendlichen in den angrenzenden Schulen oder mit den Sportvereinen).

#### *Aktive Beteiligung*

Die Bürger sind die entscheidenden Akteursgruppe, deren Mitwirkung für die Erreichung der Ziele

unabdingbar ist. Durch bewussteren Umgang mit Ressourcen und der Umsetzung von energieeffizienzsteigernden Maßnahmen können sie einen wesentlichen Beitrag leisten. Dennoch muss trotz vorhandener Sensibilisierung häufig noch die Bereitschaft zum aktiven Handeln entstehen. Eine intensive Einbindung der lokalen Akteure verbunden mit Informations- und Beratungsangeboten soll motivieren und die Handlungsbereitschaft erhöhen.

#### *Kooperation*

Die benachbarten Bildungseinrichtungen können bei der Umsetzung des energetischen Quartierskonzepts wichtige Kooperationspartner darstellen. Thematische Verknüpfungen mit den Einrichtungen bestehen bereits und werden von Seiten des Bezirks unterstützt. Vorstellbar ist auch, die Schüler der Schulen als Zielgruppe zu gewinnen und mit praxisbezogenen Klimaschutzprojekten im Quartier aktiv zu werden.



## 5 AUSBLICK

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die im Rahmen des einjährigen Arbeits- und Abstimmungsprozesses gewonnene Verbindlichkeit für die Ebene der Maßnahmenumsetzung nicht ausreichend ist. Eine intensive, zielgerichtete Mobilisierung und Verpflichtung zur Teilnahme im Rahmen einer umfassenden Einbindung der wesentlichen Akteure vor Ort (Eigentümer, Verwaltung, Politik, Energieversorger, Vereine und örtliche Initiativen) ist in Koppelung mit der Bündelung von öffentlichen Fördermitteln und privatem Investitionskapital nunmehr erforderlich.

In Kapitel 4.3.3 wird anhand eines Stufenplans die von den beiden Siedlervereinen bereits vorskizzierte Zeitplanung für die nächsten Arbeitsschritte dargestellt. Dabei stellen konkret die Beantragung eines 3- bzw. 5-jährigen Sanierungsmanagements (KfW-Programm 432), die perspektivische Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft sowie die Möglichkeit zur zeitnahen Einbindung eines strategischen Investors (Energieversorger) wichtige Bausteine für den weiteren Umsetzungsprozess dar. Die Möglichkeit zur Einbindung weiterer Fördermittel wird hier nicht weiter ausgeführt.

### *KfW-Programm 432*

Für die Konzeptionierung und Steuerung der weiteren Planung und Umsetzung ist ein Sanierungsmanager als zentraler Ansprechpartner für alle Akteure von hoher Bedeutung. Diese Persönlichkeit soll die Umsetzung für die beiden Siedlervereine weiter vorantreiben, dabei technische Expertise zur Gebäudesanierung und Arealversorgung bieten, Schnittstellenmanager und Netzwerker sein. Über das Sanierungsmanagement sollen erste Leuchtturmprojekte in den Quartieren realisiert werden, um auf der Grundlage mittelfristig eine Arealversorgung umzusetzen. Insbesondere soll der Sanierungsmanager zu festen Sprechzeiten für die Bürger vor Ort verfügbar sein. Nur auf diesem Weg ist zu erwarten, dass eine hinreichende Anzahl an Eigentümern ihre Wohngebäude sanieren und damit die Voraussetzungen zur Versorgung über ein Niedertemperaturnetz erfüllt werden können. Die Maßnahmen aus dem Quartierskonzept betreffen also einerseits die weitere Planung und den Bau einer netzgebundenen Wärmeversorgung und andererseits erforderliche energetische Sanierungsmaßnahmen für die Wohngebäude.

Zu verschiedenen Zeitpunkten vor der Erstellung der Machbarkeitsstudie sowie informell auch während des Arbeitsprozesses wurden Gespräche mit der KfW geführt. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Machbarkeitsstudie den Anforderungen eines KfW-geförderten Quartierskonzepts entspricht. Somit ist beabsichtigt, in enger Abstimmung mit dem Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf als Antragsteller für das Sanierungsmanagement die entsprechenden Antragsunterlagen vorzubereiten. Dabei ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass die erforderlichen Eigenanteile gemeinsam vom Bezirk und den Siedlervereinen eingebracht werden. Die Bürgerenergievereinigung würde die Vergabe der Leistungen des Sanierungsmanagements an ein Planungsteam durchführen, das ein entsprechendes Kompetenzprofil für das Sanierungsmanagement vorweisen muss.

### *Förderinitiative Solares Bauen / Energieeffiziente Stadt*

Im Ergebnis eines projektübergreifenden Austauschs mit beteiligten Akteuren des Strategieprojekts „Zwanzig20-Forum Wärmewende“ erfolgte im Juni 2016 die Einbindung des Quartierskonzeptes Eichkamp/Heerstraße in die Projektskizze zum Förderantrag „Leuchtturmprojekte – Energetische Evolution in Quartieren“ im Rahmen der BMBF-Förderinitiative „Solares Bauen / Energieeffiziente

Stadt“ (Projekteinreicher GEWOBAU Erlangen, Projektkoordinator Energieallianz Deutschland). Im Modul II werden hier interdisziplinäre Forschungs- und Umsetzungsprojekte (Leuchtturmprojekte – „Reallabor Quartier“) über einen Zeitraum von 5 Jahren mit einer Gesamtsumme von ca. 10 bis 20 Mio. Euro gefördert. Die Einreichung der Projektskizze erfolgte am 29. Juli 2016. Ein Sachstand über eine mögliche Förderung liegt noch nicht vor.

Die Beantragung weiterer Fördermittel ist im Zusammenhang mit der Einrichtung des Sanierungsmanagements beabsichtigt. Eine Darstellung von bauherrenbezogenen Fördermöglichkeiten ist Gegenstand des Leistungsverzeichnisses für den Sanierungsmanager (siehe Kapitel 4.2).

#### *Strategischer Investor*

Im Rahmen der Erstellung der Machbarkeitsstudie ist das Projektteam insbesondere im Nachgang von öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen von Akteuren aus dem Energiesektor kontaktiert worden. Im Rahmen dieser Kontaktaufnahme wurde ein Interesse an der weiteren Konzeptionierung und der Umsetzung bekundet. Derzeit ist davon auszugehen, dass zu einem späteren Zeitpunkt die Einbindung eines strategischen Partners zur Unterstützung der noch zu gründenden Bürgerenergiegenossenschaft erforderlich sein wird. Die Einbindung eines strategischen Investors bietet Zugang zu Kapital und Know-how. Die weitere Strukturierung eines Finanzierungs- und Betreibermodells muss auch über den Sanierungsmanager in enger Abstimmung mit den Siedlervereinen erfolgen. Denkbar ist eine rein genossenschaftliche Variante, die Gründung einer GmbH oder einer GmbH & Co KG. In jedem Fall erscheint es sinnvoll einen Investor über einen Wettbewerb einzubinden. Dies kann vor Gründung einer Gesellschaft erfolgen oder im Rahmen eines Anteilsverkaufs (share-deal).

## 6 VERZEICHNISSE

### 6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Quartiere .....	8
Abbildung 2: Aufbau des Energiekonzeptes .....	9
Abbildung 3: Thematische Schwerpunkte des Quartierskonzepts .....	10
Abbildung 4: Baudenkmäler und Denkmalbereiche .....	14
Abbildung 5: Quartiersplatz Lötzener- / Neidenburger- / Soldauer Allee, eigene Aufnahme .....	15
Abbildung 6: Quartiersplatz Soldauer Straße, eigene Aufnahme .....	15
Abbildung 7: Straßenzug Kurländer Allee, eigene Aufnahme .....	15
Abbildung 8: Ausschnitt der Gebäudeschäden in den Siedlungen Heerstraße und Eichkamp, 1945 .....	16
Abbildung 9: Kurländer Alle 13, ca. 1944 .....	16
Abbildung 10: Neidenburger Allee, Kurländer Allee mit Stadtplatz, Marienburger Allee, 2015 .....	16
Abbildung 11: Kiefernweg, Ecke Eichkatzweg, ca. 1943 .....	17
Abbildung 12: Kiefernweg, Ecke Eichkatzweg, 2015 .....	17
Abbildung 13: Zikadenweg, Ecke Lärchenweg, ca. 1943 .....	17
Abbildung 14: Zikadenweg, Ecke Lärchenweg, 2015 .....	17
Abbildung 15: Städtebauliche Dichte – GRZ (Grundflächenzahl) .....	18
Abbildung 16: Städtebauliche Dichte – GFZ (Geschossflächenzahl) .....	18
Abbildung 17: Erschließung mit MIV (rot) und ÖPNV (grün) mit 600 m Einzugsradius .....	19
Abbildung 18: Quartiersstraße in der Siedlung Heerstraße (links) und Eichkamp (rechts), eigene Aufnahmen .....	19
Abbildung 19: Nutzungen im Untersuchungsgebiet .....	20
Abbildung 20: Teilräume der soziodemographischen Analyse .....	20
Abbildung 21: Größe der Wohnflächen – T1 Heerstraße .....	25
Abbildung 22: Größe der Wohnflächen – T3 Eichkamp .....	25
Abbildung 23: Anzahl der Räume je Wohnung – .....	25
Abbildung 24: Anzahl der Räume je Wohnung – T3 Eichkamp .....	25
Abbildung 25: Einzelhaus, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme .....	26
Abbildung 26: Einzelhaus, Siedlung Eichkamp, eigene Aufnahme .....	26
Abbildung 27: Doppelhaus, Baujahr 1922-1926, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme .....	26
Abbildung 28: Doppelgiebelhaus, Siedlung Eichkamp, eigene Aufnahme .....	26
Abbildung 29: Dreierreihenhaus, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme .....	26
Abbildung 30: Dreierreihenhaus, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme .....	26
Abbildung 31: Viererreihenhaus, Baujahr 1922-1926, Siedlung Heerstraße, eigene Aufnahme .....	27
Abbildung 32: Reihenhaus, Siedlung Eichkamp, eigene Aufnahme .....	27
Abbildung 33: Verortung Gebäudetypen .....	28
Abbildung 34: Verteilung der Gebäudearten auf die Baualtersklassen .....	29
Abbildung 35: Dämmung des Daches oder der obersten Geschossdecke .....	30
Abbildung 36: Dämmung der Fassade .....	30
Abbildung 37: Fensteraustausch .....	31
Abbildung 38: Dämmung der Kellerdecke oder des Kellers .....	31

Abbildung 39: Wahrgenommener Sanierungsbedarf am Gebäude .....	32
Abbildung 40: Wahrgenommener Sanierungsbedarf nach Gewerken.....	32
Abbildung 41: Doppelhaus – Fassaden- und Fensterstandards, eigene Aufnahme .....	33
Abbildung 42: Doppelhaus – Heizungsstränge, Traufe, Fassade, eigene Aufnahme .....	33
Abbildung 43: Freistehendes EFH - Heizungsstränge, .....	33
Abbildung 44: Vergleich Wärmebild - Realbild, Aufnahmen von 2006 eines Anwohners.....	34
Abbildung 45: Lage der öffentlichen Liegenschaften .....	35
Abbildung 46: Aufteilung der Anlagenarten in den Quartieren.....	36
Abbildung 47: Aufteilung der Anlagenaltersklassen in den Quartieren .....	37
Abbildung 48: Verteilung der Anlagenarten auf die Altersklassen .....	37
Abbildung 49: Verteilung der Energieträger gemäß Fragebogenauswertung.....	38
Abbildung 50: Endenergieverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen der Wohngebäudebeheizung nach Energieträgern .....	39
Abbildung 51: Endenergieverbrauch und Wärme zur Wohngebäudebeheizung .....	40
Abbildung 52: Verteilung der Energieträger gemäß.....	41
Abbildung 53: Endenergieverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen der Wohngebäudebeheizung nach Energieträgern .....	41
Abbildung 54: Endenergieverbrauch und Wärme zur Wohngebäudebeheizung .....	42
Abbildung 55: Einsatz erneuerbarer Energien in den Quartieren .....	43
Abbildung 56: Potenzial der energetischen Gebäudesanierung im Quartier Eichkamp im Jahr 2050 nach Gebäudetypen .....	48
Abbildung 57: Potenzial der energetischen Gebäudesanierung im Quartier Eichkamp nach Dekaden	48
Abbildung 58: Potenzial der energetischen Gebäudesanierung im Quartier Heerstraße im Jahr 2050 nach Gebäudetypen .....	49
Abbildung 59: Potenzial der energetischen Gebäudesanierung im Quartier Heerstraße nach Dekaden	49
Abbildung 60: Gesamtpotenzial der energetischen Gebäudesanierung nach Gebäudetypen und Dekaden.....	50
Abbildung 61: Nutzungsmöglichkeiten oberflächennaher Geothermie .....	51
Abbildung 62: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden im Bezirk Charlottenburg .....	53
Abbildung 63: Nahwärmeanschluss im Wohngebäude.....	54
Abbildung 64: Wärmedichte je Straße.....	58
Abbildung 65: Wärmedichte je Gebäude Eichkamp.....	59
Abbildung 66: Wärmedichte je Gebäude Heerstraße .....	60
Abbildung 67: Wärmepreis verschiedener Wärmeerzeugungssysteme in Cent/kWh.....	63
Abbildung 68: Wärmepreis verschiedener Erzeugungssysteme in EUR/a .....	64
Abbildung 69: Quartierslösung Eichkamp .....	65
Abbildung 70: Quartierslösung Eichkamp .....	66
Abbildung 71: Quartierslösung Heerstraße .....	67
Abbildung 72: Quartierslösung Heerstraße .....	68
Abbildung 73: Insellösung Eichkamp .....	69
Abbildung 74: Insellösung Heerstraße .....	70
Abbildung 75: Nachbarschaftslösung Eichkamp .....	72
Abbildung 76: Nachbarschaftslösung Heerstraße.....	73
Abbildung 77: Solarpotenzial Quartier Eichkamp.....	74

Abbildung 78: Solarpotenzial Quartier Heerstraße .....	75
Abbildung 79: Photovoltaik Potenzial Quartier Eichkamp .....	77
Abbildung 80: Photovoltaik Potenzial Quartier Heerstraße .....	78
Abbildung 81: Szenarienbetrachtung: Mögliche CO <sub>2</sub> -Einsparung .....	80
Abbildung 82: Beteiligte des Lenkungskreises .....	82
Abbildung 83: Akteure und Interessen .....	83
Abbildung 84: Quartierslösung Eichkamp inklusive öffentlicher Liegenschaften .....	111
Abbildung 85: Quartierslösung Heerstraße inklusive der öffentlichen Liegenschaften .....	115
Abbildung 86: Interessenten für einen Nahwärmeanschluss im Quartier Eichkamp .....	119
Abbildung 87: Insellösung Eichkamp .....	120
Abbildung 88: Interessenten für einen Nahwärmeanschluss im Quartier Heerstraße .....	124
Abbildung 89: Insellösung Heerstraße .....	125
Abbildung 90: Modell für eine Modernisierungsentscheidung .....	131

## 6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Altersverteilung der Bewohner in absoluten Zahlen und Prozentangaben .....	21
Tabelle 2: Haushaltsgröße .....	22
Tabelle 3: Haushaltstyp .....	23
Tabelle 4: Anzahl Wohnungen / Größe der Wohnfläche.....	24
Tabelle 5: Gebäudetypologie und Baujahr - Siedlung Heerstraße .....	27
Tabelle 6: Gebäudetypologie und Baujahr - Siedlung Eichkamp.....	27
Tabelle 7: Gebäudetypologie und Baujahr – Gesamt .....	28
Tabelle 8: Häufigste Gebäudetypen der Quartiere .....	29
Tabelle 9: Wärmebedarf der öffentlichen Liegenschaften.....	35
Tabelle 10: Grundlage der Verbrauchshochrechnung je Gebäudotyp .....	38
Tabelle 11: Endenergieverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen der Wohngebäudebeheizung nach Endenergieträgern .....	39
Tabelle 12: Durchschnittliche Anlagenwirkungsgrade .....	40
Tabelle 13: Verteilung der Gebäudetypen im Quartier Heerstraße .....	41
Tabelle 14: Endenergieverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen der Wohngebäudebeheizung nach Energieträgern .....	42
Tabelle 15: Einzelmaßnahmen der Sanierungsvarianten .....	46
Tabelle 16: Endenergieeinsparungen der Gebäudetypen je Sanierungsvariante .....	47
Tabelle 17: Endenergie- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale: energetische Gebäudesanierung .....	50
Tabelle 18: Endenergie- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale: Geothermie.....	54
Tabelle 19: Wärmedichte der Trassen .....	58
Tabelle 20: Endenergie- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale: Wärmenetze .....	61
Tabelle 21: Investitionskosten .....	63
Tabelle 22: Zuschüsse .....	63
Tabelle 23: Kosten und Wärmepreis in Abhängigkeit des Anschlussgrades .....	66
Tabelle 24: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades .....	67
Tabelle 25: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades .....	68
Tabelle 26: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades .....	69
Tabelle 27: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades .....	70
Tabelle 28: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades .....	71
Tabelle 29: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades .....	72
Tabelle 30: Kosten in Abhängigkeit des Anschlussgrades .....	73
Tabelle 31: Endenergie- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale: Solarthermie .....	76
Tabelle 32: Primärenergie- sowie CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale: Photovoltaik .....	79
Tabelle 33: Bewertung der Energie- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale in den Quartieren Eichkamp und Heerstraße .....	79
Tabelle 34: Mögliche jährliche CO <sub>2</sub> -Einsparungen im Jahr 2050 im Detail.....	81
Tabelle 35: Mögliche jährliche Energieeinsparungen im Jahr 2050 im Detail .....	81
Tabelle 36: Anforderungen an die U-Werte je Sanierungsvariante .....	86
Tabelle 37: energetische Qualität der Gebäudehülle in der Ausgangslage .....	91
Tabelle 38: Maßnahmenübersicht Gebäude von 1919-1934.....	93
Tabelle 39: Wärmepreise der Varianten in Abhängigkeit von der Anschlussquote .....	109

Tabelle 40: Investitionskosten und Zuschüsse.....	112
Tabelle 41: Finanzierung .....	112
Tabelle 42: Betriebs- und Wartungskosten .....	112
Tabelle 43: Brennstoffkosten und Erlöse .....	113
Tabelle 44: Wärmepreise .....	113
Tabelle 45: Wärmepreise mit Förderung.....	114
Tabelle 46: Investitionskosten und Zuschüsse.....	116
Tabelle 47: Finanzierung .....	116
Tabelle 48: Betriebs- und Wartungskosten .....	116
Tabelle 49: Brennstoffkosten und Erlöse .....	117
Tabelle 50: Wärmepreis .....	117
Tabelle 51: Wärmepreis mit Förderung.....	118
Tabelle 52: Investitionskosten und Zuschüsse.....	121
Tabelle 53: Finanzierung .....	121
Tabelle 54: Betriebs- und Wartungskosten .....	122
Tabelle 55: Brennstoffkosten und Erlöse .....	122
Tabelle 56: Wärmepreis .....	123
Tabelle 57: Wärmepreis mit Förderung.....	123
Tabelle 58: Investitionskosten und Zuschüsse.....	126
Tabelle 59: Finanzierung .....	126
Tabelle 60: Betriebs- und Wartungskosten .....	127
Tabelle 61: Brennstoffkosten und Erlöse .....	127
Tabelle 62: Wärmepreis .....	127
Tabelle 63: Wärmepreis mit Förderung.....	128

### 6.3 Abkürzungsverzeichnis

Ø	Durchschnitt
€/kW	Euro pro Kilowatt
€/m <sup>2</sup>	Euro pro Quadratmeter
a	Jahr
AG	Aktiengesellschaft
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
DH	Doppelhaus
DHH	Doppelhaushälfte
dt.	deutsch(er)
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
h	Stunde
H <sub>i</sub>	Heizwert
H <sub>s</sub>	Brennwert
IBB	Investitionsbank Berlin
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
K	Kelvin (Einheit zum Maß von Temperatur)
KfW	KfW Bank (früher: Kreditanstalt für Wiederaufbau)
kW	Kilowatt
kW <sub>el</sub>	Kilowatt elektrisch
kW <sub>th</sub>	Kilowatt thermisch
kWh	Kilowattstunden
kWh <sub>el</sub>	Kilowattstunden elektrisch
kWh <sub>th</sub>	Kilowattstunden thermisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MFH	Mehrfamilienhaus
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
MWh <sub>el</sub>	Megawattstunden elektrisch
MWh <sub>th</sub>	Megawattstunden thermisch
NT	Niedertemperatur
RH	Reihenhaus



RH-E	Reihenendhaus
RH-M	Reihenmittelhaus
SV	Sanierungsvariante
t/a	Tonnen pro Jahr
Trm	Trassenmeter
Ü-Station	Übergabestation (zur Nahwärmeversorgung)
W	Watt (Einheit zum Maß von Leistung)
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WLG	Wärmeleitfähigkeitsgruppe
WSVO	Wärmeschutzverordnung