



# Integriertes Quartierskonzept Naumburg (West)

KfW Zuschuss 432: Energetische Stadtsanierung  
Endbericht

Förderung KfW-Bankengruppe (75 %):

Das diesem Bericht zugrundeliegende Projekt wurde mit freundlicher Unterstützung der KfW-Bankengruppe aus dem Programm 432 „Energetische Stadtsanierung“ (Zuschuss-Nr.: 12816909) mit Mitteln des Energie- und Klimafonds durchgeführt.



Impressum

**Herausgeber:**

Stadt Naumburg (Saale)  
Markt 1  
06618 Naumburg (Saale)

Ansprechpartner:

Armin Müller  
Oberbürgermeister  
Telefon: (03445) 273-0  
Telefax: (03445) 273-149  
E-Mail: [info@naumburg-stadt.de](mailto:info@naumburg-stadt.de)

**Konzepterstellung:**



cupasol GmbH  
Bahnhofstraße 11  
88214 Ravensburg  
Deutschland

**Dr. Thomas Eckardt**



Hochschule Trier  
Umwelt-Campus Birkenfeld  
Postfach 1380  
55761 Birkenfeld

**Michael Schmidt, Karsten Wilhelm,  
Kevin Hahn, David Hahn, Jasmin Jost,  
Emanuel Altmeier, Bernd Möller, Kevin  
Ruth, Jana Gimbel, Laura Hacken, Mi-  
chael Müller, Louis Kunz, Véronique  
Trabold**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation und Projektziel	2
1.2	Arbeitsmethodik	4
<b>2</b>	<b>BESTANDSAUFNAHME UND AUSGANGSANALYSE</b>	<b>6</b>
2.1	Baukulturelle und städtebauliche Ausgangssituation	6
2.1.1	Quartiersabgrenzung	6
2.1.2	Nutzungsstruktur	7
2.1.3	Bauliche Struktur	9
2.2	Vorhandene Konzepte und Planungen	14
2.3	Energetische Ausgangssituation	15
2.3.1	Zustand der Gebäude	16
2.3.2	Energieversorgung	22
2.3.3	Wärmebedarf nach Sektoren	23
2.3.4	Erneuerbare Energien	25
2.3.5	Straßenbeleuchtung	26
2.3.6	Abwasser	26
2.4	Bevölkerungs-, Eigentümer- und Akteursstruktur	28
2.5	Ist-Analyse Mobilität	32
2.5.1	Beschreibung mobilitätsbezogener Rahmenbedingungen	32
2.5.2	Bestandsaufnahme	35
2.6	Klimawandelfolgen und -anpassung	38
2.6.1	Bestandsanalyse zur Klimafolgenanpassung	40
<b>3</b>	<b>POTENZIALANALYSE UND BILANZIERUNG</b>	<b>50</b>
3.1	Energieeinsparung und Energieeffizienz	50

3.1.1	Anmerkungen zu Szenarien der Energieeinsparpotenziale.....	51
3.1.2	Energiebedarf der privaten Haushalte .....	51
3.1.3	Energiebedarf im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.....	57
3.1.4	Energiebedarf der kommunalen Gebäude.....	59
3.1.5	Zusammenfassung der Potenziale zur Energieeinsparung .....	61
3.2	Erneuerbare Energien.....	61
3.2.1	Solarenergie auf Dachflächen .....	62
3.2.2	Datengrundlage und Methodik Potenzialanalyse .....	62
3.2.3	Photovoltaik im Quartier .....	63
3.2.4	Solarthermie im Quartier.....	65
3.2.5	Gegenüberstellung von PV- und ST-Potenzial .....	66
3.2.6	Windkraft.....	67
3.2.7	Wasserkraft.....	67
3.3	Straßenbeleuchtung.....	67
3.3.1	Abschalten von „überflüssiger“ Beleuchtung .....	67
3.3.2	Beleuchtung insekten- und vogelsicher machen .....	68
3.3.3	Einsparpotenziale im Quartier .....	69
3.4	Mobilität.....	70
3.4.1	Infrastruktur für Kraftfahrzeuge.....	70
3.4.2	Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) .....	70
3.4.3	Infrastruktur für den Radverkehr.....	70
3.4.4	Fußverkehr .....	73
3.4.5	Kommunaler Fuhrpark .....	73
3.5	Grün-blaue Infrastruktur / Klimawandelfolgenanpassung .....	73
3.5.1	Regenwassermanagement.....	74
3.5.2	Vermeidung von Versiegelung bzw. Entsiegelung von Flächen .....	74



3.5.3	Begrünung und Verschattung öffentlicher Plätze und Wege .....	75
3.5.4	Multifunktionale Flächen in Kombination mit Retentionsbereichen .....	75
3.5.5	Modellprojekt: Agri-Photovoltaik-Anlage für den Winzerhof Gussek .....	77
3.5.6	„Klimaresilientes Neubaugebiet“ (Kommunale Dienstleistungen).....	78
3.5.7	Gebäudebegrünung der Albert-Schweitzer-Schule .....	80
3.6	Energie- und Treibhausgasbilanz – Startbilanz .....	81
3.6.1	Analyse des Gesamtenergieverbrauchs und der Energienutzung .....	82
3.6.2	Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung.....	82
3.6.3	Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung.....	83
3.6.4	Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch.....	85
3.6.5	Treibhausgasemissionen.....	86
3.7	Energie- und Treibhausgasbilanz – Szenario bis 2045 .....	87
3.7.1	Vorreiterszenario .....	87
3.7.2	Realistisches Szenario .....	93
3.7.3	Gegenüberstellung: Vorreiterszenario vs. Realistisches Szenario .....	99
<b>4</b>	<b>PROJEKTSKIZZEN .....</b>	<b>102</b>
<b>5</b>	<b>ERWEITERUNG DER BESTEHENDEN FERNWÄRMEVERSORGUNG (CUPASOL) .....</b>	<b>106</b>
5.1	Aktuelles Wärmenetz .....	106
5.1.1	Gebiet A.....	106
5.1.2	Gebiet B.....	107
5.2	Potenzielle neue Anschlussnehmer des Wärmenetzes Flemminger Weg.....	109
5.2.1	Gebiet A – Potenzielle Anschlussnehmer.....	110
5.2.2	Gebiet B – Potenzielle Anschlussnehmer.....	110
5.2.3	Gebiet C.....	111
5.2.4	Gebiet D.....	114
5.2.5	Zusammenfassung der potenziellen Anschlussnehmer .....	115

5.3	Aktuelle Energieerzeugung der Wärmenetze im Quartier .....	115
5.3.1	Wärmeerzeuger .....	115
5.3.2	Schnelle, einfache und kostengünstige Optimierung der aktuellen Wärmeerzeugung im Wärmenetz Flemminger Weg .....	121
5.4	Neue potenzielle Anschlussnehmer des Wärmenetzes.....	121
5.4.1	Bundessprachenamt Wärmebedarf und Lastprofil .....	121
5.4.2	Neue Wohngebäude Wärmebedarf und Lastprofil .....	122
5.5	Wärmenetztemperaturen .....	123
5.6	Leitungsnetzbetrachtung.....	127
5.6.1	Netzverdichtung des Leitungsnetzes im Gebiet A .....	127
5.6.2	Netzverdichtung des Leitungsnetzes im Gebiet B .....	128
5.6.3	Netzausbau des Leitungsnetzes im Gebiet C.....	129
5.6.4	Netzverdichtung des Leitungsnetzes im Gebiet D .....	130
5.6.5	Auswahl der Rohrqualität des Wärmenetzes.....	131
5.6.6	Kosten des Trassenausbaus .....	131
5.6.7	Zusammenfassung des Trassenausbaus.....	132
5.6.8	Wärmepreise des Wärmenetzausbaus.....	134
5.7	Finaler Lastgang zur Energiemengensimulation.....	134
5.8	Erneuerbare Energien für das Wärmenetz .....	137
5.8.1	Anpassung der Leistung der Biogasanlage .....	138
5.8.2	Holz-Hackschnitzel .....	141
5.8.3	Solarthermie .....	141
5.8.4	Wärmespeicher.....	143
5.8.5	Pyrolyse von Holzhackschnitzeln .....	145
5.8.6	Großwärmepumpe mit Umweltwärme .....	146
5.8.7	Zusammenfassung der im Wärmenetz Flemminger Weg verfügbaren erneuerbaren Energien .....	148

5.8.8	Trasse zur Anbindung der Heizzentrale HZ - 2 .....	148
5.9	Wärmemengensimulation mit Polysun von Vela Solaris.....	149
5.9.1	Aufbau der Simulation .....	149
5.9.2	Einlesen des Verbrauchsprofils .....	150
5.9.3	Simulation der Solarthermie und der Wärmespeicher .....	150
5.9.4	Steuerbare Wärmeproduktion durch Verbrennung von Energieträgern .....	153
5.9.5	Simulationsergebnisse.....	153
5.9.6	Flakuum - System Variante 1 (8.000 m <sup>2</sup> ).....	158
5.9.7	Flakuum - System Variante 2 (10.640 m <sup>2</sup> ).....	162
5.9.8	Verbrennung von Energieträgern zur Deckung des Wärmebedarfs.....	164
5.9.9	CO <sub>2</sub> -Emissionen und Einsparung .....	166
5.9.10	Gaskesselleistung.....	167
5.9.11	Zusammenfassung Energieerzeugung.....	168
5.10	Zukunftsszenario des Zeitraums 2040 bis 2045, Potenziale zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien .....	169
5.10.1	Verringerung des Heizbedarfs .....	169
5.10.2	Verringerung der Wärmenetztemperaturen mittels Optimierung des Systems 170	
5.10.3	Kombination eines saisonalen Wärmespeichers und einer Wärmepumpe.....	172
5.10.4	Effizienzsteigerung der Bioenergieerzeugung durch Wärmepumpen .....	173
5.10.5	Zusammenfassung der Maßnahmen und Wärmemengen - Anteile im Szenario 2040 bis 2045.....	176
5.11	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Szenarios 2030.....	176
5.11.1	Förderung .....	176
5.11.2	Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Szenarios 2030 .....	179
5.12	Alternative Flächen für eine Aufstellung einer Solarthermieanlage.....	186
5.13	Verbindung der Solarthermie - Anlagen mit dem Erdreich.....	188

<b>6</b>	<b>KOMMUNIKATION UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT .....</b>	<b>190</b>
6.1	Steuerungsgruppe .....	190
6.2	Akteursbeteiligung .....	191
6.3	Pressearbeit/Bürgerinformation .....	191
6.4	Bürgerbeteiligung .....	192
6.5	Zukünftige Öffentlichkeitsarbeit.....	193
<b>7</b>	<b>HEMMNISSE, SYNERGIEEFFEKTE UND WECHSELWIRKUNGEN .....</b>	<b>194</b>
<b>8</b>	<b>CONTROLLING-KONZEPT .....</b>	<b>196</b>
8.1	Energie- und Treibhausgasbilanz .....	197
8.2	Maßnahmenkatalog .....	198
8.3	Sanierungsmanagement.....	199
<b>9</b>	<b>ORGANISATORISCHE UMSETZUNG.....</b>	<b>201</b>
<b>10</b>	<b>FINANZIERUNGS- UND FÖRDERMÖGLICHKEITEN .....</b>	<b>207</b>
10.1	Bundesförderung für effiziente Gebäude .....	207
10.1.1	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) .....	209
10.1.2	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG WG) .....	210
10.1.3	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude (BEG NWG) .....	212
10.1.4	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Klimafreundlicher Neubau (KFN) .....	214
10.2	Weitere Fördermöglichkeiten städtebaulicher Sanierungsmaßnahmen.....	215
<b>11</b>	<b>HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>217</b>
<b>12</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>VI</b>
<b>13</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>XII</b>
<b>14</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>XIX</b>

## 1 Einführung

Die direkten Auswirkungen des Klimawandels durch immer weiter steigende Temperaturen, extreme Wetterereignisse, wie Trockenperioden, Starkregen oder Hagel, nicht nur weltweit, sondern auch in Deutschland, sind inzwischen allgegenwärtig. Die volkswirtschaftlichen Schäden aus den Klimawandelfolgen sind schon heute immens und werden zukünftig weiter ansteigen (z. B. durch Ernteaufschläge in der Landwirtschaft). Medien berichten über steigende Versicherungsprämien bei allen großen Rückversicherern aufgrund hoher Schadensregulierungskosten in den letzten Jahren, z. B. in hochwassergefährdeten Gebieten. Nicht nur durch die daraus entstehende finanzielle Mehrbelastung der Bürger, sondern auch durch Protestaktionen, wie „Fridays for Future“ oder die „Letzte Generation“, rückt der Klimawandel immer mehr in das Bewusstsein jedes Einzelnen.

Die zum Jahresbeginn 2021 eingeführte CO<sub>2</sub>-Abgabe (nationales Emissionshandelssystem) hatte eine direkte Kostenerhöhung aller fossilen Energieträger zur Folge. Nach festgelegten Preisstufen für die Jahre 2021-2025 ist für 2026 die Umstellung auf den Emissionshandel vorgesehen (vom Festpreis zum Marktpreis). Zertifikate werden in einem Preiskorridor zwischen 55 Euro und 65 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> versteigert. Ab 2027 ist eine Versteigerung mit freier Preisbildung am Markt möglich. Damit könnten ab 2027 die Preise für fossile Brennstoffe weiter steigen. Hieraus ergibt sich eine kontinuierliche, aber planbare finanzielle Mehrbelastung für jeden einzelnen Haushalt, die als Anreiz zum Einsparen von CO<sub>2</sub>-Emissionen dienen soll.

Zusätzlich unterliegen fossile Energieträger unkalkulierbaren, von globalen Geschehnissen getriebenen Preisschwankungen wie die Covid-19-Pandemie oder der russische Angriffskrieg in der Ukraine gezeigt haben. So fielen beispielsweise die Preise für Öl im Jahr 2020, bedingt durch die Corona-Krise und den damit einhergehenden wirtschaftlichen Abschwung, erstmals in der Geschichte des Ölhandels in den negativen Bereich. Kurzfristig wirkten sich diese Entwicklungen positiv auf den Preis aller fossilen Energieträger aus und ließen diese günstig und weiterhin interessant erscheinen. Der Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine und die damit verbundene Energiekrise haben gezeigt, wie drastisch sich Veränderungen im Ausland auf die deutsche Energieversorgung und damit auch auf die Preisentwicklungen auswirken können. Durch den dynamischen Preisanstieg infolge eines drohenden Gasmangels entstanden plötzliche Mehrbelastungen, die besonders kleinere Gemeinden mit ihren Bürgerinnen und Bürgern schwer abfedern können. Deshalb ist es wichtiger denn je, langfristig zu planen und Schritt für Schritt auf eine regenerative Energieversorgung umzustellen. Das vorliegende energetische

Quartierskonzept bietet dazu eine fundierte Grundlage und zeigt konkrete Handlungsoptionen für die Kommune und die Bevölkerung auf.

Die folgenden Kapitel geben einen Überblick zur Ausgangssituation im „Quartier Naumburg (West)“ und beschreiben die angewendete Arbeitsmethodik, mit der die Maßnahmen zur Energieeffizienz und Emissionsminderung definiert wurden.

## 1.1 Ausgangssituation und Projektziel

Die in Sachsen-Anhalt, an der Saale und im Zentrum der Weinregion Saale-Unstrut gelegene Stadt Naumburg (Saale) ist dem Burgenlandkreis zugehörig. Sie besteht aus vier Stadtteilen und einer Vielzahl von Umlanddörfern mit insgesamt etwa 33.000 Einwohnern. Die historisch geprägte Stadt erstreckt sich über eine Fläche von rund 130 km<sup>2</sup>.



Abbildung 1-1: Lage der Stadt Naumburg (Saale) im Burgenlandkreis<sup>1</sup>

Typisch für die Region ist der hohe Anteil an landwirtschaftlichen Flächen und Weinbergen, die weite Teile der Umgebung prägen.

Die Bevölkerungsdichte liegt bei etwa 256 Einwohnern pro Quadratkilometer, was einer mittleren Besiedlungsdichte entspricht. Die Bevölkerungszahlen waren in den letzten 16 Jahren recht konstant und konnten sich zuletzt durch Zuzügler wieder stabilisieren. Des Weiteren ist

<sup>1</sup> Quelle: Wikimedia, TUBS, 10.02.2025, [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Naumburg\\_\(Saale\)\\_in\\_BLK.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Naumburg_(Saale)_in_BLK.svg).

laut Auswertung der Bevölkerungszahlen (vgl. Kapitel 2.4) die Überalterung moderat. So ist anzunehmen, dass es in den kommenden Jahren nicht zu größeren Gebäudeleerständen kommen wird. Jedoch lässt sich seit Jahrzehnten eine Abwanderungstendenz in größere, urbanere Zentren beobachten. Besonders jüngere Bevölkerungsgruppen zieht es häufig aus den ländlich geprägten Gebieten in Städte oder stadtnahes Umfeld.

Aufgrund der vorhandenen Gebäudestruktur und der überwiegend fossil basierten Wärmegrundversorgung, besteht ein größerer Handlungsbedarf im Bereich der energetischen Sanierung von Wohngebäuden, sowie einer zukunftsfähigen (regenerativen) Wärmeversorgung. Die Stadt Naumburg hat zusammen mit den „Technische Werke Naumburg“ (Stadtwerke) den Handlungsbedarf erkannt und richtet den Fokus des vorliegenden Quartierskonzepts auf die Weiterentwicklung und Dekarbonisierung der bestehenden Fernwärmeversorgung. Auf Basis dessen wurde die *Cupasol GmbH* im Rahmen des Konzepts mit der Wärmeplanung beauftragt. Zusätzlich wurde ein Unterauftrag an das *Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)*, Hochschule Trier vergeben, welches u. A. die Bereiche Kommunikation, Projektmanagement, Ausgangs- und Potenzialanalyse, Treibhausgasbilanzierung, Klimawandelanpassung sowie zukunftsfähige Mobilität abdeckt.

Mit dem vorliegenden Konzept wird ein intensiver Austausch und eine quartiersübergreifende Zusammenarbeit der örtlichen Akteure gefördert. Darüber hinaus ist das Ziel von Quartierskonzepten eine Blaupause für umliegende Stadtteile oder benachbarte Kommunen zu schaffen. So sollen Idee für eine nachhaltige städtebauliche und energetische Entwicklung in die Region gebracht werden bspw. Lösungswege bei der energetischen Modernisierung des öffentlichen und privaten Gebäudebestands als auch bei der Energieeffizienz in Privatgebäuden. In der Umsetzungsphase wird eine Erhöhung der Wertschöpfung in der Region angestrebt, indem örtliche Fach- und Handwerksbetriebe bei der Umsetzung der Maßnahmen beauftragt werden.

Ziel ist es sicherzustellen, dass Naumburg durch Anpassungen in der öffentlichen Infrastruktur, den Fokus auf Familienfreundlichkeit und Nachhaltigkeit langfristig attraktiv gestaltet ist, um die hohe Lebensqualität der Bürgerinnen aufrecht zu erhalten.

## 1.2 Arbeitsmethodik

Die Arbeitsschritte des Quartierskonzeptes orientieren sich an den inhaltlichen Vorgaben des Fördermittelgebers und sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst dargestellt:

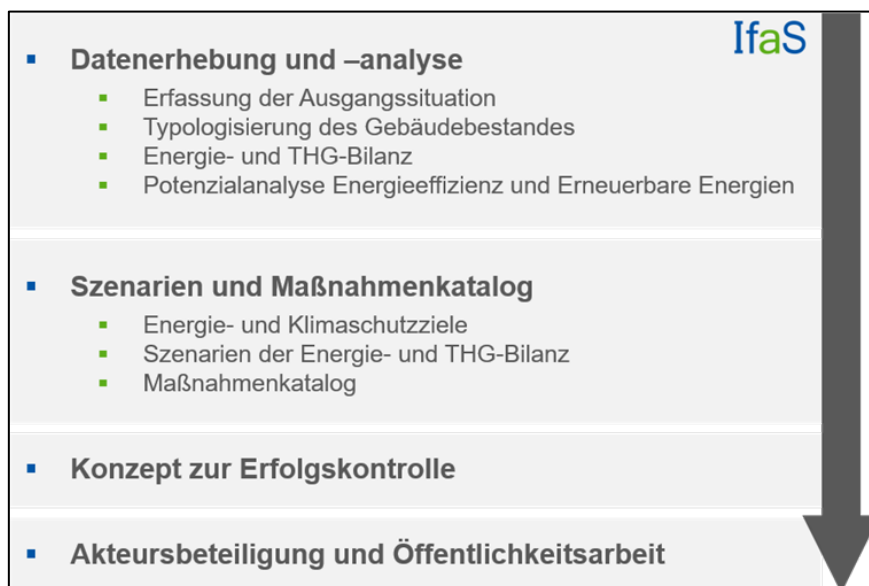


Abbildung 1-2: Arbeitspakete des integrierten Quartierskonzeptes

Der vorliegende Abschlussbericht befasst sich zunächst mit der Bestandsaufnahme und Ausgangsanalyse (Kapitel 2). Dort wird die aktuelle baukulturelle und städtebauliche Ausgangssituation aufgezeigt. Der Zustand der Gebäude im Quartier und deren Wärmebedarfe bzw. Verbräuche wird erfasst und dargestellt, ferner wird auf die Bevölkerung, Akteurs- und Eigentümerstruktur eingegangen. Davon ausgehend werden die Berechnungen zur Potenzialanalyse und Bilanzierung erstellt (Kapitel 3). Diese sind wichtige Bestandteile des Gesamtkonzeptes und dienen der Quantifizierung und Qualifizierung verfügbarer Potenziale der Energieeinsparung, der Steigerung der Energieeffizienz und der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger. Daneben wird auf die Mobilität sowie die Grün-blaue Infrastruktur im Quartier eingegangen. Die Potenzialanalyse ist zudem Grundlage für die Ableitung der Zielformulierung für die energetische Quartierssanierung, unter Bezugnahme auf die nationalen Klimaschutzziele für 2030/2050<sup>2</sup> sowie die energetischen Ziele auf kommunaler Ebene, und mündet in eine Energie- und Treibhausgasbilanz.

<sup>2</sup> Vgl. (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2019)



Aufbauend auf der Potenzialanalyse und einer umfangreichen Akteursbeteiligung, wurden konkrete Handlungsfelder und Projektansätze identifiziert und zur Erstellung des Maßnahmenkatalogs als Projektskizzen (Kapitel 4) analysiert und bewertet.

Mit dem Maßnahmenkatalog wird ein Fahrplan zur Erreichung der gesetzten Ziele formuliert und konkrete energetische Sanierungs- und Effizienzsteigerungsmaßnahmen sowie deren Ausgestaltung, unter Berücksichtigung der quartiersbezogenen Gegebenheiten, aufgezeigt. Der Maßnahmenkatalog mit den Projektskizzen wird in Kapitel 4 erläutert und in Tabellenform dargestellt. Der Maßnahmenkatalog mit den einzelnen Maßnahmenblättern wird als separates Dokument beigelegt.

In Kapitel 5 sind die Ergebnisse der vertiefenden Betrachtung bezgl. einer möglichen, zukunfts-fähigen Wärmeversorgung zusammengefasst. Hier wurden tiefergehende Aussagen zu Kosten, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit getroffen und bewertet.

Im Anschluss sind die Kommunikationswege und -mittel (Kapitel 6) aufgezeigt, welche zur Unterstützung bei der Maßnahmenentwicklung dienen und in Zukunft zu einer erfolgreichen Umsetzung innerhalb des Quartiers beitragen sollen. Bereits während der Konzepterstellung wurde das integrierte Quartierskonzept in verschiedenen themenspezifischen Workshops präsentiert, um sämtliche Akteure einzubinden, zu informieren und somit die Akzeptanz, Interessenlage und Handlungsbereitschaft für mögliche Projektumsetzungen zu steigern.

Es folgt eine Analyse der Umsetzungshemmnisse, möglicher Synergieeffekte und Wechselwirkungen (Kapitel 7), ein Controllingkonzept (Kapitel 8) sowie die Vorgehensweisen zur organisatorischen Umsetzung (Kapitel 9) sowie Hinweise zu möglichen Finanzierungen und Förderprogrammen (Kapitel 10). In der Handlungsempfehlung (Kapitel 11) werden wichtige Erkenntnisse aus den einzelnen Kapiteln aufgegriffen und abschließend bewertet.

Aufgrund der besseren Lesbarkeit sind in diesem Abschlussbericht und in den dazugehörigen Anhängen alle Zahlen und Werte zweckmäßig gerundet. Des Weiteren wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

## 2 Bestandsaufnahme und Ausgangsanalyse

Um die energetische Quartiersentwicklung zielorientiert zu steuern, wird zunächst eine umfassende Bestandsaufnahme mit den Spezifika des Quartiers zur städtebaulichen und energetischen Ausgangssituation durchgeführt.

### 2.1 Baukulturelle und städtebauliche Ausgangssituation

Die städtebauliche Ausgangssituation im Quartier „Naumburg (West)“ wurde zunächst anhand einer Dokumentenanalyse ermittelt und ausgewertet. Im Fokus standen Geo- und Planungsdaten, Luftbildaufnahmen, Flächennutzungs-, Bauleit- und Bebauungspläne, Infrastrukturdaten und statistische Informationen (Meldeamt, Einwohner, Gewerbe/Handel/Dienstleistung, Wohnen), die der konkreten Erfassung der IST-Situation dienen. Im Ergebnis lässt sich die Flächen- und Gebäudenutzung für den öffentlichen bzw. privaten Raum darstellen.

Zusätzlich wurden zur Validierung der Daten Bestandsaufnahmen vor Ort durchgeführt. Hierzu fanden am 26.07. und 27.07.2023 zwei Begehungen mit den Schwerpunkten Nahwärme sowie Quartiers- und Gebäudebegehung statt. Aus den vorhandenen Informationen und den primär erhobenen Daten sind Rückschlüsse auf den Gebäudebestand, strukturelle Defizite sowie Handlungsoptionen im Quartier möglich.

#### 2.1.1 Quartiersabgrenzung

Das Quartier „Naumburg (West)“ erstreckt sich mit einer Fläche von 172 ha über einen Großteil des westlichen bis südwestlichen Stadtgebietes, liegt westlich vom Zentrum Naumburgs und ist gut an die Innenstadt sowie an Hauptverkehrsstraßen angebunden. Die mittelstädtische Siedlungsstruktur ist hauptsächlich durch „Wohnen“, und „öffentlicher Nutzung“ geprägt (vgl. Kapitel 2.1.2). Im Quartier befinden sich etwa 805 Wohngebäude.<sup>3</sup> Des Weiteren verfügt das Quartier über mehrere Bildungseinrichtungen, dem Sport- und Freizeitbad bulabana, dem Jugend- und Sporthotel Euroville, einem Pflegedienst, einem Kindergarten sowie einer Seniorenpension.

Das Quartier wird durch den Flemminger Weg, welcher von Ost nach West bis Süd-West verläuft, geteilt und von den Bundesstraßen „B88“ östlich, und „B87“ nördlich flankiert. Entlang

---

<sup>3</sup> Vgl. Eigene Auswertung Geodaten LVerGeo LSA – berücksichtigt wurden alle Wohngebäude, die im vorliegenden Datensatz enthalten sind und mindestens eine Grundfläche von 50m<sup>2</sup> aufweisen.

der Quartiersgrenzen verlaufen außerdem landwirtschaftlich genutzte Flächen, Wiesen und Waldgebiet. Diese Lage ist besonders attraktiv für Pendler und Familien, da man sowohl eine ruhige Wohnlage als auch eine gute Erreichbarkeit des Stadtkerns und der umliegenden Naherholungsgebiete genießt. Die Nähe zur Saale bietet Möglichkeiten für Freizeitaktivitäten und Naturnähe.

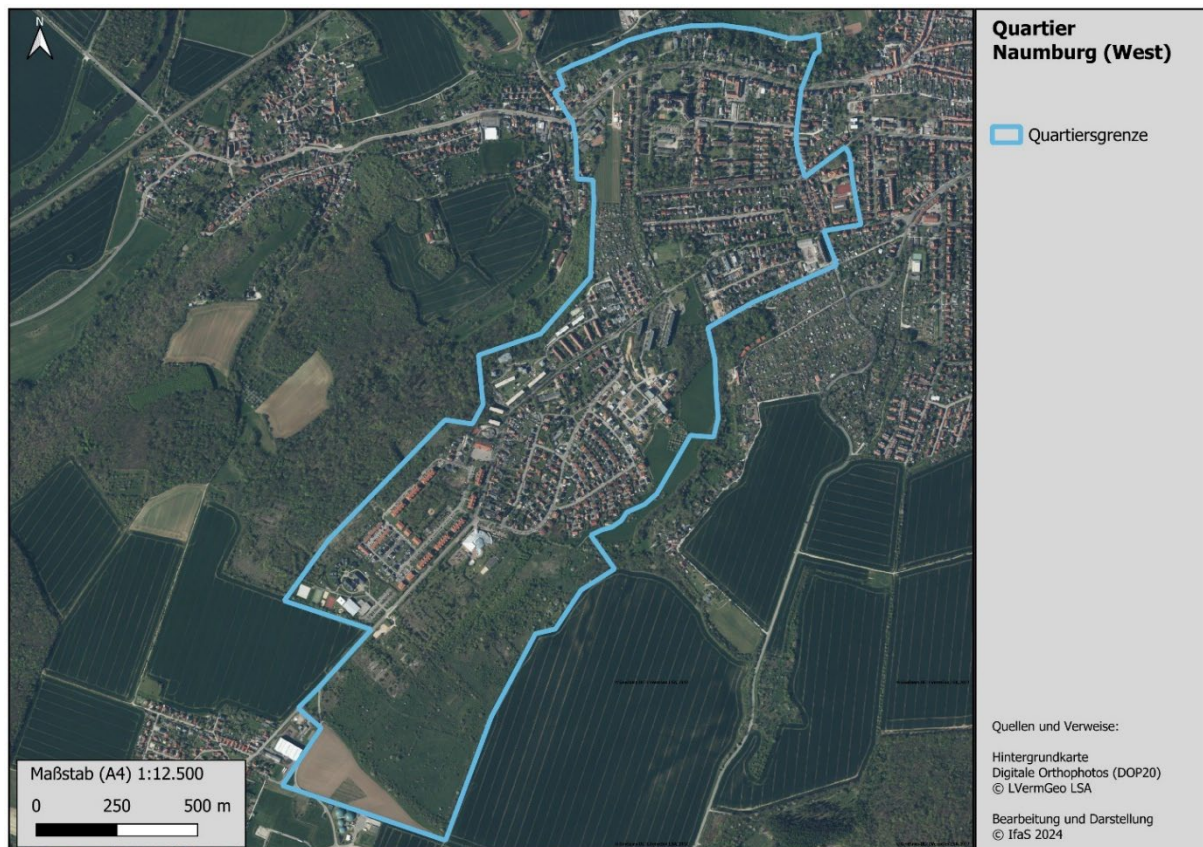


Abbildung 2-1: Quartiersabgrenzung

### 2.1.2 Nutzungsstruktur

Die vielfältige Nutzungsstruktur im Quartier ist hauptsächlich von Wohnen und öffentlicher Nutzung geprägt und bietet ein harmonisches Zusammenspiel von Wohn-, Gewerbe- und Freizeiteinrichtungen. Ein Großteil der Flächen wird für Wohnzwecke genutzt, wobei sich verschiedene Wohnformen wie Einfamilien-, Reihenhäuser und mehrgeschossige Wohngebäude abwechseln. Diese Vielfalt unterstützt eine heterogene Bevölkerungsstruktur und ermöglicht es sowohl Familien als auch Einzelpersonen, passende Wohnmöglichkeiten zu finden.

Zudem gibt es einen funktionalen Anteil an Gewerbeflächen, insbesondere im Bereich von Dienstleistungen, Einzelhandel und kleinen Handwerksbetrieben. Gewerbeeinheiten befinden



sich häufig in Erdgeschosszonen von Wohn- und Mischgebäuden, was eine belebte und integrierte Quartiersstruktur unterstützt. Die Nahversorgung wird durch Lebensmittelgeschäfte, Cafés und kleinere Einzelhändler gesichert, sodass die Bewohner des Quartiers ihren täglichen Bedarf decken können, ohne weit fahren zu müssen. Auch sind Flächen für öffentliche und soziale Infrastruktur vorhanden. Dazu gehören Bildungseinrichtungen wie Kitas und Schulen, die sowohl den Bildungshorizont als auch das soziale Miteinander im Quartier stärken. Auch Freizeit- und Erholungsräume wie Parks und Spielplätze sowie Sporteinrichtungen fördern die Lebensqualität und bieten Raum für Begegnungen. Im Quartier zeigt sich eine gemischte Nutzungsstruktur, die nicht nur die Versorgung und Wohnbedürfnisse der Bewohner erfüllt, sondern auch eine hohe Aufenthaltsqualität und ein lebendiges Quartiersleben schafft.

Die Siedlungsdichte ist tendenziell moderat (siehe Abbildung 2-2). Sie variiert abhängig von der Bebauung und der Grundstücksgröße. Es gibt sowohl Bereiche mit verdichteter Bebauung, in denen Mehrfamilienhäuser dominieren, als auch weniger dicht bebaute Zonen mit Einfamilienhäusern und Reihenhäusern. Diese Struktur ermöglicht eine ausgewogene Mischung von Privatsphäre und Gemeinschaftsgefühl.

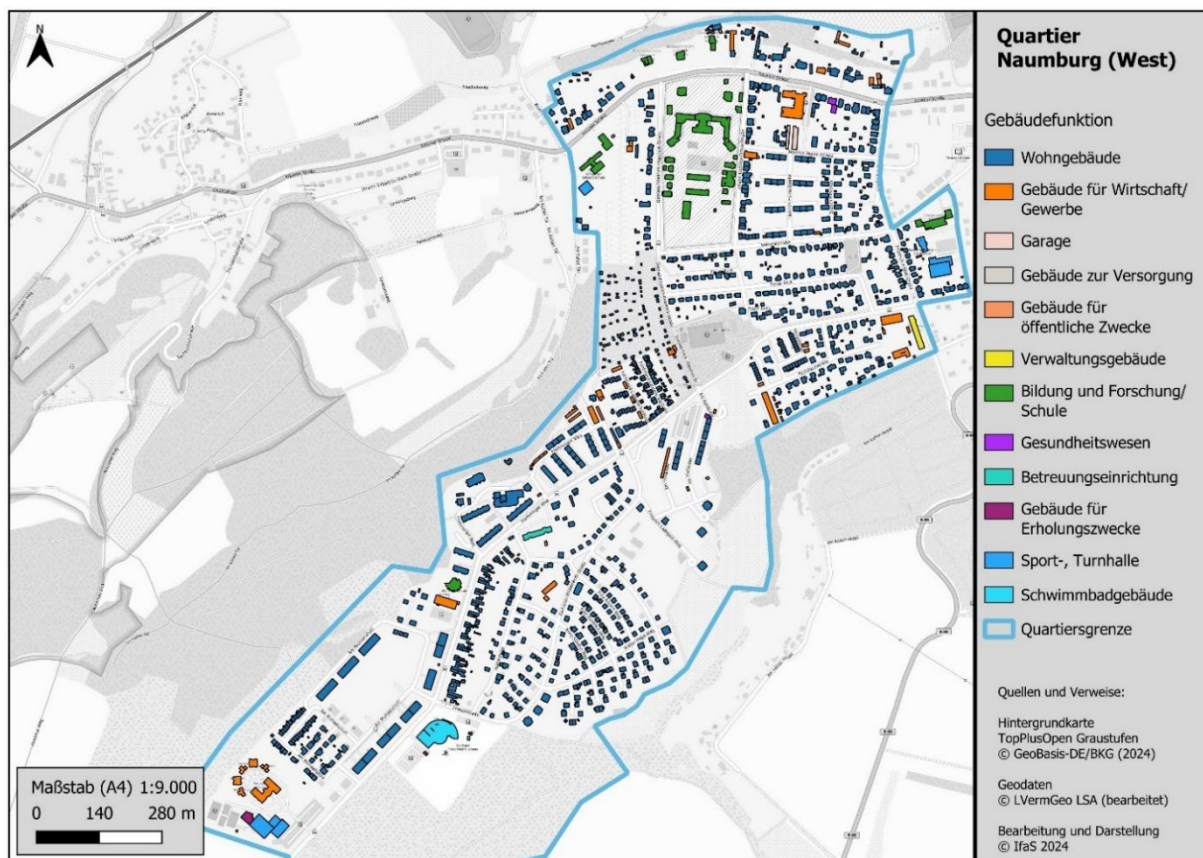


Abbildung 2-2: Gebäudefunktionen im Quartier

Abbildung 2-2 dient als Übersicht bezüglich der Wohn-/Gewerbe- und Nebengebäude des Quartiers. Weitere Nutzungsformen, bspw. das Schwimmbadgebäude, Bildungseinrichtungen oder sonstige öffentliche Gebäude, sind gesondert gekennzeichnet.

### 2.1.3 Bauliche Struktur

Das Quartier hat eine interessante historische Entwicklung, die eng mit der Stadtgeschichte verbunden ist. Ursprünglich war es vorwiegend landwirtschaftlich geprägt, mit vereinzelt Siedlungen und verstreuten Gehöften. Im Laufe des 19. Jahrhunderts begann sich das Gebiet zunehmend zu urbanisieren, als Naumburg sich von einer eher ländlichen Stadt zu einem regionalen Zentrum entwickelte. Der Ausbau der Infrastruktur, insbesondere die Verbesserung der Verkehrsanbindungen, trug dazu bei, dass sich das Quartier als Wohngebiet etablierte.

Im 20. Jahrhundert erlebte das Quartier eine stärkere Verdichtung und Erweiterung. Besonders nach dem Zweiten Weltkrieg wurden viele Neubauten errichtet, um dem wachsenden Bedarf an Wohnraum gerecht zu werden. In dieser Zeit entstanden vor allem Mehrfamilienhäuser und Reihenhaussiedlungen, die das Erscheinungsbild des Quartiers prägen.

Die bauliche Struktur ist von einer vielseitigen Architektur geprägt, die sowohl moderne als auch traditionelle Elemente umfasst. Die Bebauung besteht aus einer Mischung verschiedener Gebäudetypen und -höhen, die dem Quartier ein abwechslungsreiches und zugleich harmonisches Erscheinungsbild verleihen. Einfamilienhäuser und Reihenhäuser dominieren die Randbereiche und sorgen für eine lockere, niedrigere Bebauung. Diese schaffen eine ruhige, vorstädtische Atmosphäre, die besonders für Familien attraktiv ist. Besonders charakteristisch für das Quartier ist die Durchmischung von Wohn- und Gewerbenutzung sowie die durchgrünte Gestaltung. Einflüsse aus der Geschichte Naumburgs sind in der Bebauung und dem Stil einiger Gebäude sichtbar, was dem Viertel eine charmante historische Note verleiht. Durch die Integration von Nahversorgungsmöglichkeiten und Grünflächen wird eine hohe Lebensqualität angestrebt. Auch der nachhaltige Aspekt könnte hier eine Rolle spielen, z. B. durch energieeffiziente Bauweisen oder moderne Nahwärmenetze.

In zentraleren Bereichen des Quartiers stehen mehrgeschossige Wohngebäude, die eine höhere Wohndichte ermöglichen und eine vielfältige Bevölkerungsstruktur fördern. Diese Gebäude bieten Platz für unterschiedliche Wohnungstypen – von kleineren Einheiten für Singles und Paare bis hin zu größeren Familienwohnungen. Das ermöglicht eine sozial und demografisch ausgewogene Durchmischung. Die Gebäude sind meist in einer offenen oder halboffenen Bauweise angeordnet, was großzügige Freiflächen zwischen den Baukörpern schafft. Diese

Freiräume werden durch Grünanlagen, Spielplätze und Wege aufgelockert, die die Aufenthaltsqualität erhöhen und zur Naherholung beitragen. Ein besonderes Augenmerk wird auf energieeffizientes Bauen gelegt, und viele Neubauten entsprechen hohen energetischen Standards, was zur Nachhaltigkeit und zum Klimaschutz beiträgt. Die bauliche Struktur verbindet moderne Elemente, wie klare Linien und große Fensterfronten, mit traditionellen Stilelementen, die an die historische Bausubstanz Naumburgs angelehnt sind. Dadurch fügt sich das Quartier harmonisch in das Stadtbild ein und schafft eine Brücke zwischen Alt und Neu.

In Abbildung 2-3 wird das Baualter der Wohngebäude auf Basis des gitterbasierten Zensus (100 m Kacheln) dargestellt, um die Entwicklung des Ortes besser zu verdeutlichen.

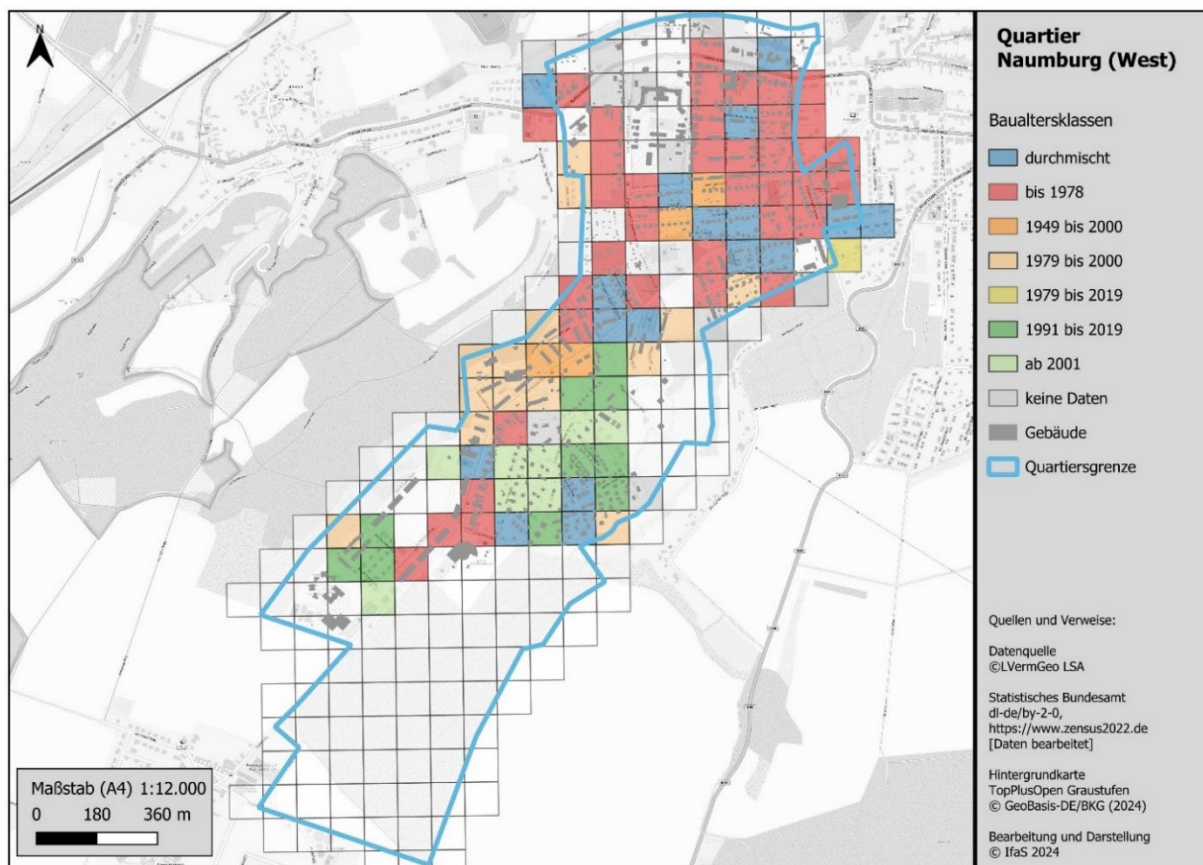


Abbildung 2-3: Baualter der Gebäude im Quartier (Zensus)

Der „durchmischte“ Bereich umfasst hierbei Gebäude die teilweise bereits vor 1919 bis nach 2019 errichtet wurden. Bei den roten Quadraten handelt es sich um Gebäude, die von 1919 bis 1978 errichtet wurden. Diese wurden zusammengefasst da der Energiebedarf sich in der Zeit nicht wesentlich geändert hat.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Altersverteilung wesentlich vom Bundesdurchschnitt abweicht (Abbildung 2-4), da deutlich mehr vor dem Jahr 1918 und bis 1948 errichtet wurden. In den nachfolgenden Klassen und Jahrzehnten von 1949 bis 1994 liegt der Trend teilweise weit unter dem Bundesdurchschnitt. Lediglich von 1995 bis 2001 entspricht der Zubau in etwa dem Bundesdurchschnitt, ab 2002 war der Zubau wieder deutlich geringer. Beinahe 83 % der Wohngebäude im Quartier sind bereits älter als 30 Jahre.

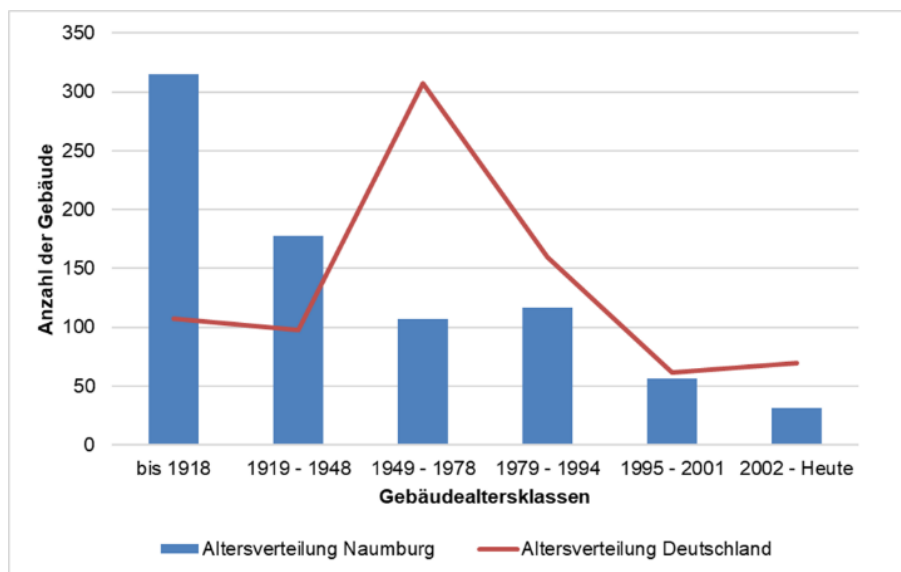


Abbildung 2-4: Altersverteilung der Wohngebäude

Ebenso gibt es mehrere Kulturdenkmale, die das historische Erbe der Stadt widerspiegeln. Dazu gehören denkmalgeschützte Wohnhäuser aus dem 19. und frühen 20. Jahrhundert, die durch ihre charakteristischen Fassaden und Dachformen das Stadtbild prägen. Nachfolgend sind die unter Denkmalschutz stehenden Gebäude in Tabelle 2-1 aufgelistet und in Abbildung 2-5 dargestellt.



Tabelle 2-1: Baudenkmale im Quartier

Bezeichnung	Lage
Siedlung (Denkmalbereich)	Flemminger Weg 15, 17, 19, 21, 23, 25
Holländer Mühle	Flemminger Weg 55 das Stadtbild weithin beherrschend auf dem südlichen Saalehochufer
Villa (Landhaus Siebeneichen)	Flemminger Weg 85
Wohnhaus □	Freier Blick 16
Siedlung (Denkmalbereich)	Freier Blick 7, 9, 11
Villa	Kösener Straße 19
Häusergruppe (Denkmalbereich)	Kösener Straße 19, 21, 23, 25, 27
Villa	Kösener Straße 23
Villa	Kösener Straße 26
Wohnhaus	Kösener Straße 30
Krankenhaus	Kösener Straße 41
Villa	Kösener Straße 42
Wohnhaus	Kösener Straße 43
Villa	Kösener Straße 47
Kadettenanstalt	Kösener Straße 50, 52
Villa	Kösener Straße 53
Villa	Kösener Straße 55
Villa	Kösener Straße 65
Villa (Haus Editha Loth)	Pestalozzistraße 24
Domgymnasium □	Seminarstraße 1

Eines der prägendsten Gebäude oder Siedlungsbereiche im Quartier mit Blick auf die historischen Gebäude ist sicherlich der Bereich um das Bundessprachenamt (Abbildung 2-5), in Tabelle 2-1 als Kadettenanstalt bezeichnet.



Abbildung 2-5: Bundessprachenamt (denkmalgeschütztes, historisches Gebäude)

Auch historische Plätze und Grünanlagen sowie alte Brücken und Wehranlagen aus der Zeit der Stadtentwicklung entlang der Saale gehören zu den kulturhistorischen Elementen, die das



Viertel bereichern. Diese Denkmale tragen zur einzigartigen Atmosphäre des Quartiers bei und verbinden Geschichte mit modernem Leben.

Anhand der Lagebezeichnung wird auch deutlich, dass der Großteil der denkmalgeschützten Gebäude in Reichweite zur diesem steht und somit den ältesten Teil des Quartiers darstellt.

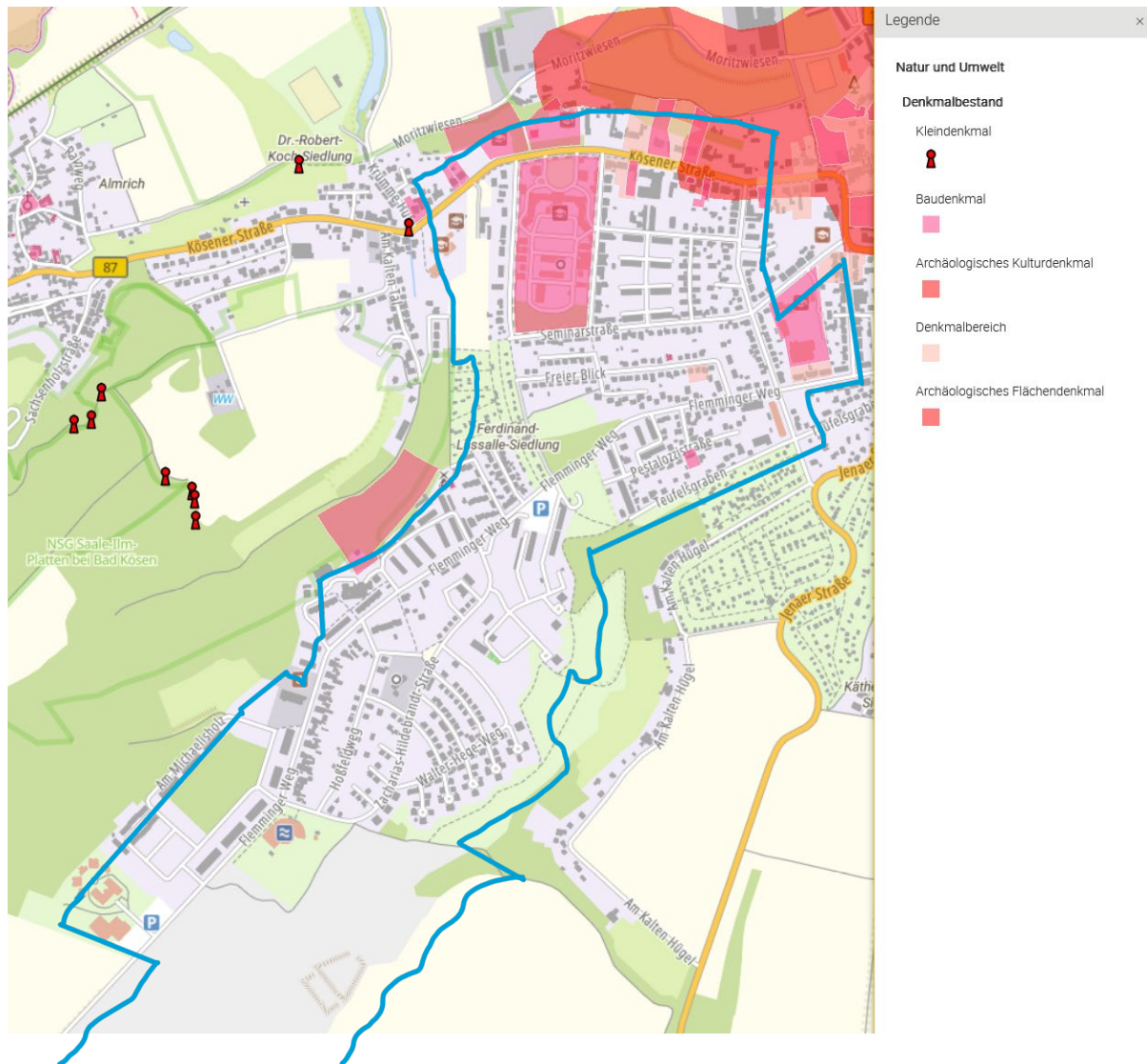


Abbildung 2-6: Ausschnitt aus dem Denkmalinformationssystem Sachsen-Anhalt<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Staatskanzlei und Ministerium für Kultur Sachsen-Anhalt, 2024

## 2.2 Vorhandene Konzepte und Planungen

Dem energetischen Quartierskonzept Naumburg (West) sind bereits ein Klimaschutzkonzept für die Gesamtstadt, sowie ein Konzept zur energetischen Stadterneuerung (ESEK) vorangegangen. Zusätzlich wurde ein integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK) Naumburg 2028, als Fortschreibung erstellt. Ebenso wurde bereits ein Quartierskonzept für die südöstliche Altstadt Naumburgs erstellt. Die im Kontext der Erstellung des Quartierskonzeptes für das Quartier Naumburg (West) wichtigsten Inhalte sind im Folgenden kurz aufgeführt:

**Energetisches Stadterneuerungskonzept „Naumburg atmet auf“:** Im Rahmen eines bundesweiten Modellvorhabens entstand ab 2007 ein Konzept zur energetischen Stadterneuerung, das sich auf Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und erneuerbare Energien konzentrierte. Dieses Konzept legte die Basis für ein zukunftsorientiertes und klimaschutzorientiertes Handeln in Naumburg.<sup>5</sup>

**Klimaschutzkonzept Naumburg:** Das 2016 erarbeitete Klimaschutzkonzept zielt darauf ab, die Treibhausgasemissionen in der Gesamtstadt zu reduzieren und die Energiewende aktiv voranzutreiben. Es identifiziert CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale in Wohnen, Verkehr, öffentlichen Gebäuden und Infrastruktur.<sup>6</sup>

**Integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK) Naumburg 2028:** Das INSEK verfolgt eine ganzheitliche Entwicklungsstrategie für die Gesamtstadt, um Naumburg als Wohnstandort zu stärken. Es priorisiert die nachhaltige Entwicklung von Stadträumen, Mobilität, Klimaanpassung und sozialer Infrastruktur.<sup>7</sup>

**Integriertes Quartierskonzept Südöstliche Altstadt:** Das Quartierskonzept für die Südöstliche Altstadt zeigt, wie energetische Sanierung und klimagerechte Stadtentwicklung in einem historischen Kontext umgesetzt werden können. Neben Gebäudesanierungen standen die Nutzung moderner Versorgungssysteme und die soziale Integration im Fokus.<sup>8</sup>

---

<sup>5</sup> Vgl. Stadtverwaltung Naumburg (Saale), 2024

<sup>6</sup> Vgl. Stadtverwaltung Naumburg (Saale), 2024

<sup>7</sup> Vgl. Stadtverwaltung Naumburg (Saale), 2024

<sup>8</sup> Vgl. Stadtverwaltung Naumburg (Saale), 2024

Außerdem werden aktuell **Stadtsanierungsmaßnahmen** abgewickelt, weitere sind jedoch nicht in Planung. Ein Teil des Quartier Naumburg (West) wurde bereits im vergangenen Jahr als „**Maßnahmengebiet**“ **der sozialen Stadt**“ nach § 171e BauGB festgesetzt.<sup>9</sup>

Das Quartierskonzept für Naumburg West greift die strategischen Ziele und Maßnahmen dieser Konzepte auf, um eine nachhaltige, energieeffiziente und lebenswerte Entwicklung des Quartiers zu fördern. Es verbindet die gesammelten Erfahrungen aus bisherigen Vorhaben mit den spezifischen Anforderungen des Quartiers, wie z. B. der Durchmischung von Wohn- und Gewerbenutzung, den historischen Gebäudestrukturen und der Schaffung moderner Versorgungsinfrastrukturen. Die vorhandenen Konzepte bieten eine starke Grundlage, um in Naumburg West gezielt Maßnahmen für Klimaschutz, Wohnqualität und soziale Integration umzusetzen.

### 2.3 Energetische Ausgangssituation

Zur Bewertung der energetischen Ausgangssituation wurden die Gebäude im Quartier anhand des Status Quo und ihres Energieverbrauches kategorisiert und in eine Gebäudetypologie eingeordnet. Hierzu wird der zu Wohnzwecken genutzte Gebäudebestand nach Baualter und Gebäudegröße differenziert dargestellt (vgl. Abbildung 2-3). Es erfolgt eine geografische Verortung (GIS) dieser abgeleiteten Wärmesenken. Auch erneuerbare Energieerzeugungsanlagen (wie z. B. PV, Wind usw.) werden für die Bewertung der Ausgangssituation erfasst.

---

<sup>9</sup> ebenda



Abbildung 2-7: Typische Gebäude im Quartier

Über eine Analyse der wesentlichen Energiesektoren (Strom, Wärme) und Nutzergruppen (Privathaushalte, öffentliche Liegenschaften, GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)) erfolgt die Bewertung der Ausgangssituation des Quartiers (vgl. Kapitel 2).

### 2.3.1 Zustand der Gebäude

Ortsbildtypisch sind die im Abschnitt zuvor gezeigten Gebäude, welche sich harmonisch in das traditionelle Stadtbild einfügen, geprägt durch ortsbildtypische Elemente wie Ziegeldächer, Putzfassaden in gedeckten Farben und fein gegliederte Fenster. Die Gebäudehöhen und -proportionen orientieren sich an den historischen Maßstäben, wodurch ein ausgewogenes Straßenbild entsteht. Durchgrünte Freiflächen und ein bewusster Baumbestand tragen zur naturnahen Gestaltung bei und unterstreichen den Charakter Naumburgs als grüne Stadt. So verbindet das Quartier gekonnt Tradition mit modernem Wohnkomfort und bewahrt das historische Flair.

Der Zustand der Gebäude im Quartier variiert je nach Baujahr und Sanierungsgrad, ist jedoch insgesamt als gut zu bewerten. Ältere Gebäude, die den historischen Charme des Viertels prägen, wurden in den letzten Jahren teilweise saniert und modernisiert. Diese Sanierungen



umfassten oft bereits energetische Maßnahmen, wie die Erneuerung von Dämmung und Fenstern, sowie Verbesserungen in der Heiztechnik. Dies trägt nicht nur zur Erhaltung der Bausubstanz bei, sondern auch zur Energieeffizienz und Nachhaltigkeit des Quartiers.

Die neueren Gebäude im Quartier sind in der Regel in einem hervorragenden Zustand und entsprechen modernen Baustandards, einschließlich hoher Energieeffizienz und barrierefreier Zugänge. Viele dieser Neubauten integrieren Technologien wie Photovoltaikanlagen und verfügen über zeitgemäße, umweltfreundliche Heizsysteme. Auch die Fassade und Innenräume der neuen Bauprojekte weisen qualitativ hochwertige Materialien und eine ansprechende Gestaltung auf, die zur Ästhetik und Langlebigkeit der Gebäude beiträgt.

Entsprechend sind die Gebäude im Quartier strukturiert und städtebaulich einzuordnen. Dabei sind im Quartier folgende typische mittelstädtische Stadtraumtypen anzutreffen:

**Energetischen Stadtraumtyp EST1:** Dieser Stadtraumtyp ist der dominierende Stadtraumtyp im Quartier und zeigt die dörflich gewachsene Struktur des Quartiers. Er ist insbesondere in den Randbereichen sowie im Zentrum des Quartiers vorzufinden und zeigt eine „kleinteilige, freistehende Wohnbebauung niedriger bis mittlerer Geschossigkeit“<sup>10</sup>. Hierbei sind hauptsächlich Gebäude in ein- bis zweigeschossiger, freistehender Bauweise als Einzel- oder Doppelhäuser vorzufinden. Vereinzelt sind auch Gebäude in dreigeschossiger Bauweise anzutreffen. Da es sich in diesem Fall überwiegend um Ein- und Zweifamilienhäuser handelt, erfolgt eine weitere Untergliederung in den Untertyp EST1a. Merkmale dieses energetischen Stadtraumes sind, neben der ungerichteten Gebäudeorientierung (die Ausrichtung der Gebäude orientiert sich größtenteils am Straßennetz), großzügige und weitgehend unversiegelte Gartenflächen, wodurch der EST insgesamt stark begrünt ist. Aus energetischer Sicht stellen die offene Bauweise und die großen Gebäudeabstände eine Herausforderung für die Planung und den Einsatz von Wärmenetzen dar. Da eine Verschattung durch benachbarte Gebäude weitestgehend ausfällt, ist dieser Stadtraumtyp prädestiniert für die Belegung der Dachflächen mit Solarthermie- und PV-Anlagen<sup>11</sup>. Aufgrund der geringen Einwohnerdichte und der Tatsache, dass Kompostierung meistens im eigenen Garten stattfindet, bestehen kaum Biomassepotenziale<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> Vgl. Hegger & Dettmar, 2014

<sup>11</sup> Vgl. Hegger & Dettmar, 2014

<sup>12</sup> Vgl. Hegger & Dettmar, 2014



Abbildung 2-8: Gebäude des energetischen Stadtraumtyp EST1 im Quartier

**Energetischer Stadtraumtyp EST2:** Der EST2 ist gekennzeichnet durch eine Reihenbebauung mit reiner Wohnnutzung. Die Reihenhauszeilen, die jeweils aus gekuppelten 1,5- bis 3-geschossigen Einfamilienhäusern bestehen, sind parallel oder orthogonal zueinander angeordnet. Im Gegensatz zur Zeilenbebauung können die einzelnen Gebäude einer Reihenhauszeile gegeneinander verschoben ausgebildet sein und müssen nicht in einer Baulinie liegen. Bedingt durch die Eigentümerstruktur können die Fassaden der Reihenhauszeilen differenziert gestaltet sein. Eine Ablesbarkeit der Besitzverhältnisse ist oftmals gegeben.

Durch die Reihung von mindestens drei, in der Regel aber fünf bis sechs Einfamilienhäusern zu einer Reihenhauszeile mit kleinteiliger Parzellierung und einer im Vergleich zum EST1 geringeren Grundfläche je Gebäude, wird eine merklich dichtere Bebauung erreicht. Die Anordnung der Baukörper auf den Parzellen gliedert sich in eine einsehbare Vorgartenzone und nicht einsehbare Hausgärten im hinteren Bereich der Parzellen.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Vgl. Hegger & Dettmar, 2014



Abbildung 2-9: Gebäude des energetischen Stadtraumtyp EST2 im Quartier

**Energetischer Stadtraumtyp EST3:** Der EST3 ist gekennzeichnet durch eine 4- bis 6-geschossige Zeilenbebauung mit reiner Wohnnutzung. Die Zeilen bestehen aus gekuppelten Mehrfamilienhäusern und sind mit großzügigen Abständen annähernd parallel angeordnet. Im Gegensatz zur Reihenhausbauung des EST2 können sich beim EST3 mehrere Baukörper auf derselben Parzelle befinden. Die großen, zusammenhängenden Nutzungseinheiten befinden sich meist im Eigentum von Genossenschaft oder Wohnungsbaugesellschaften (Wohnbau Wörth am Rhein GmbH). Die Gebäude sind im Gegensatz zum EST2 eingebettet in gemeinschaftlich genutzte, halböffentliche Freiräume mit Rasenflächen und vereinzelt Bumpflanzungen. Die weitläufige Bebauung führt zu einer guten Durchlüftung und Besonnung des Stadtraumtyps. Die Erschließung des EST3 erfolgt grobmaschig über ein in den Freiraum eingebettetes Straßen- und Wegesystem. Parkflächen und Garagenstellplätze sind in der Regel parallel zur anliegenden Straße organisiert. Ein Großteil der Bausubstanz ist der Baualtersklasse von 1948-1958 zuzuordnen, da dieser Stadtraumtyp in den Nachkriegsjahren eine gute Möglichkeit bot, schnell erschwinglichen Wohnraum zu schaffen.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Vgl. (Hegger & Dettmar, 2014)





Abbildung 2-10: Gebäude des energetischen Stadtraumtyp EST3 im Quartier

Der optische und bauliche Zustand ist - typisch für ländliche gelegene Mittelstädte - durchmisch. Einige Bewohner und Gebäudeeigentümer haben ihre Gebäude bereits umfassend saniert oder zumindest teilsaniert. Dennoch besteht weiterhin ein Potenzial zur energetischen Sanierung im Quartier. Insbesondere besteht sanierungstechnischer Handlungsbedarf bei einigen älteren öffentlichen Gebäuden und Wohngebäuden.



Abbildung 2-11: Beispiel für energetischen und gestalterischen Handlungsbedarf im Quartier (Stadtverwaltung Naumburg, kommunale Dienstleistungen)



Im Handlungsfeld Solarenergienutzung gibt es im Quartier bereits einige Gebäude mit Photovoltaikanlage, vereinzelt auch solarthermische Anlagen auf den Dächern.



Abbildung 2-12: Gebäude mit PV-Anlage im Quartier

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Gebäudezustand im Quartier ein hohes Niveau erreicht und sowohl auf den Erhalt des historischen Erbes als auch auf moderne, zukunftsorientierte Bauweisen setzt. Dies macht das Quartier attraktiv für aktuelle und zukünftige Bewohner. Es bestehen jedoch weiterhin große Potenziale im Bereich der energetischen Sanierungen, insbesondere bei der Wärmeversorgung älterer Gebäude.

Eine besondere Herausforderung stellt die Sanierung denkmalgeschützter Gebäude dar. Über mögliche Innendämmungen der historischen Backstein- und Fachwerkbauten (vgl. Tabelle 2-1) ist nichts bekannt. Ein Ziel sollte es sein, trotz Sanierungsmaßnahmen die ortsbildprägenden Fassaden zu erhalten. Insbesondere die energetische Sanierung alter Fachwerk- sowie Backsteinhäuser kann eine Herausforderung darstellen und sollte von erfahrenen Betrieben in Begleitung von Energieberatern durchgeführt werden. Bei einer Immobilie unter Denkmalschutz gilt es, so viel historische Substanz wie möglich zu erhalten, während möglichst wenig am Erscheinungsbild geändert wird. Bauliche Veränderungen benötigen in der Regel eine amtliche Zustimmung der Denkmalschutzbehörde. Die Rechtsprechung hinsichtlich des Denkmalschutzes ist in Deutschland Angelegenheit der Länder und in den jeweiligen Landesgesetzen geregelt (hier Denkmalschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt). Die Denkmalschutzbe-

hörde muss zu Beginn jeglicher Vorhaben in die Planung einbezogen werden. Wird ohne entsprechende Genehmigung saniert, drohen hohe Bußgelder. Die Dämmung der Geschossdecke oder des Daches stellt aus Sicht des Denkmalschutzes meist kein Problem dar, da diese von außen nicht wahrgenommen wird. Steht beispielsweise eine Fassadendämmung an, muss damit gerechnet werden, dass diese je nach Bauart des Gebäudes nicht genehmigt wird. In diesem Fall kann eine Innendämmung als Alternative betrachtet werden.

Allerdings geht nach aktueller Rechtsprechung Denkmalschutz nicht prinzipiell vor Klimaschutz. Im Fall einer Kirchengemeinde verwies der Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg (VGH) auch auf diesen Sachverhalt. Die Kirchengemeinde wollte auf dem Pfarrscheuer eine Fotovoltaikanlage installieren. Das Landratsamt Alb-Donau-Kreis lehnte die Genehmigung unter denkmalschutzrechtlichen Gesichtspunkten ab. Mit der Urteilsverkündung verpflichtete der VGH die Denkmalschutzbehörde, noch einmal neu über den Genehmigungsantrag zu entscheiden. Die Richter kamen zu dem Ergebnis, dass eine Photovoltaikanlage das Erscheinungsbild der - wegen seiner heimatgeschichtlichen Bedeutung als einfaches Kulturdenkmal unter Denkmalschutz stehenden - Pfarrscheuer nicht erheblich beeinträchtigt (VGH Baden-Württemberg, 1 S 1070/11).<sup>15</sup>

### **2.3.2 Energieversorgung**

Die energetische Ausgangssituation im Quartier ist maßgeblich dadurch geprägt, dass die Stromversorgung über das öffentliche Stromnetz erfolgt (Grundversorger ist die Technische Werke Naumburg GmbH). Weiterhin erfolgt die Wärmeversorgung durch die Energieträger Erdgas (ebenfalls über die Technische Werke Naumburg GmbH) oder Heizöl.

Der Energieverbrauch für das Betrachtungsgebiet beträgt 48.400 MWh, wovon etwa 40.800 MWh auf Wärme und etwa 7.600 MWh auf Strom entfallen. Die jeweiligen Anteile der verschiedenen Sektoren am Gesamtenergieverbrauch zeigt die Abbildung 2-13.

---

<sup>15</sup> Vgl. Rechtsanwaltskanzlei Streffler und Kollegen, 2011

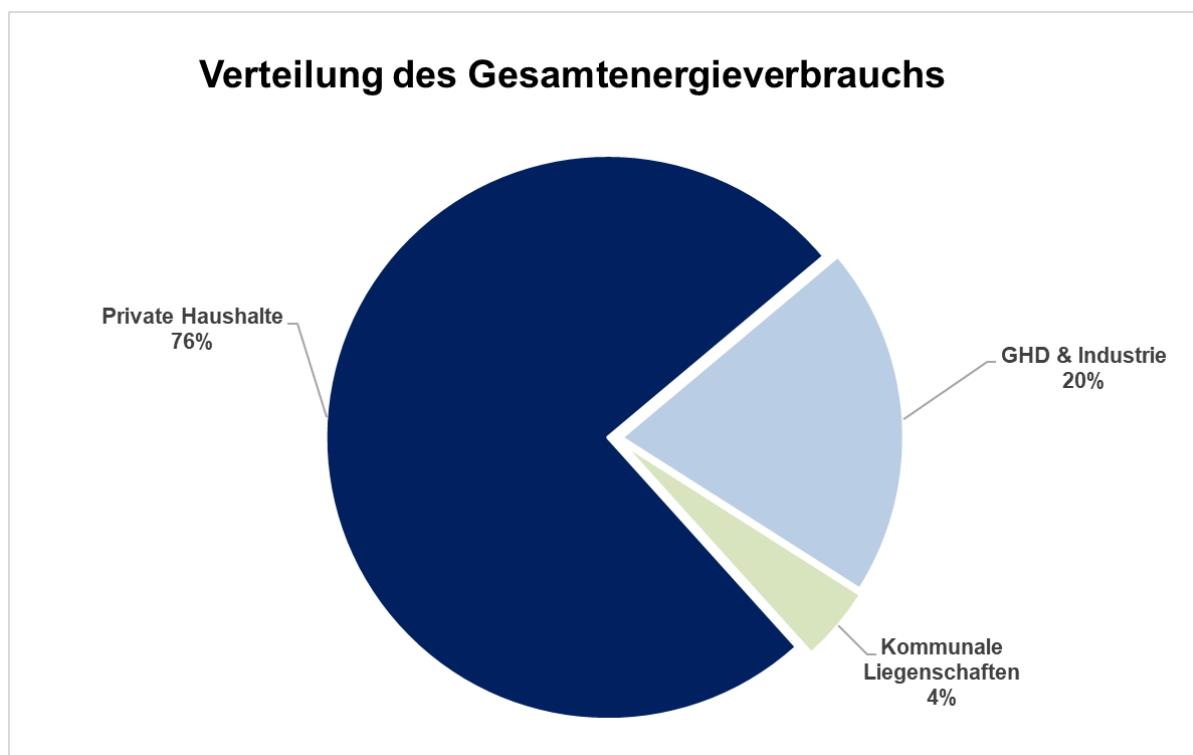


Abbildung 2-13: Verteilung des Gesamtenergieverbrauchs

### 2.3.3 Wärmebedarf nach Sektoren

**Methodik:** Zur Datenerhebung für die Wärmeverbräuche der verschiedenen Sektoren wurde, wo nicht anders möglich, auf Daten aus der Gebäudetypologie nach IWU (Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt) zurückgegriffen. Bei dieser wird zwischen Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus und Reihenhaushaus unterschieden. Zusätzlich wird jeder Gebäudetyp in Altersklassen eingeteilt. Durch die Verwendung von baujahrtypischen Materialien und den energetischen Standards der entsprechenden Zeit lassen sich dem jeweiligen Gebäudetyp Kennwerte für den Energieverbrauch zuordnen. Weiterhin wurde, um den Gesamtwärmeverbrauch eines Wohngebäudes zu ermitteln, der Energiekennwert mit der Grundfläche des Hauses und mit der Anzahl der Stockwerke, die zu Wohnzwecken genutzt werden, multipliziert. War keine exakte Stockwerksanzahl bekannt, wurde an dieser Stelle mit einem statistischen Kennwert gerechnet. Wird ein Stockwerk nicht zu Wohnzwecken genutzt, z. B. weil es gewerblich genutzt wird, wurde der entsprechende Gewerbekennwert zum Ansatz gebracht.

Zusätzlich wurde, wie bereits in Kapitel 2.1 erläutert, eine Fragebogenaktion im Quartier durchgeführt. Bei Gebäuden, von denen der tatsächliche Verbrauch aus den Fragebögen zur Verfügung stand, wurden diese Werte entsprechend hinterlegt.

Die Verbrauchsdaten für die kommunalen Gebäude wurden beim zuständigen Träger abgefragt. Anhand der konkret vorliegenden Strom- und Wärmeverbräuche der Jahre 2019-2022 wurden die spezifischen Verbrauchskennwerte für Wärme und Strom (in kWh/m<sup>2</sup> a) ermittelt (vgl. Tabelle 2-2). Dazu wurden die Wärmeverbräuche außerdem mit dem jeweiligen Klimafaktor witterungsbereinigt und auf die Nutzflächen der jeweiligen Gebäude bezogen. Nutzerverhalten und Belegungszeiten der Gebäude konnten in der Betrachtung nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 2-2: Verbräuche und Kennwerte der kommunalen Gebäude

Bezeichnung des Gebäudes	Fläche in m <sup>2</sup>	Heizenergieverbrauch		Stromverbrauch	
		Mittelwert [kWh]	Kennwert [kWh/m <sup>2</sup> a]	Mittelwert [kWh]	Kennwert [kWh/m <sup>2</sup> a]
Albert Schweitzer Schule	5.368	631.798	118	54.719	10
Bauhof	3.019	440.557	146	37.097	12

Für gewerblich genutzte Gebäude innerhalb des Quartiers lagen keine spezifischen Daten vor. Die Verbrauchsdaten (Strom und Gas) wurden vom Netzbetreiber auf Stadtebene bereitgestellt. Diese wurden anschließend anhand von statistischen Daten und Geobasisdaten im Rahmen der Energie- und Treibhausgasbilanz weiterverarbeitet.

**Ergebnisse für die einzelnen Sektoren:** Abbildung 2-15 zeigt die Wärmebedarfsverteilung der einzelnen Energieverbrauchssektoren innerhalb des Quartiers. Diese ist aufgrund der Quartiersstruktur sehr eindeutig. Der größte Wärmebedarfsanteil fällt auf die Wohngebäude mit 79 %. Dies liegt vor allem an dem vergleichsweise hohen Anteil an Gebäuden in diesem Sektor. Wirtschaftsgebäude bilden mit etwa 18 % den zweithöchsten Anteil am Wärmebedarf. Zudem sind etwa 3 % des Wärmebedarfs auf öffentliche Gebäude zurückzuführen.

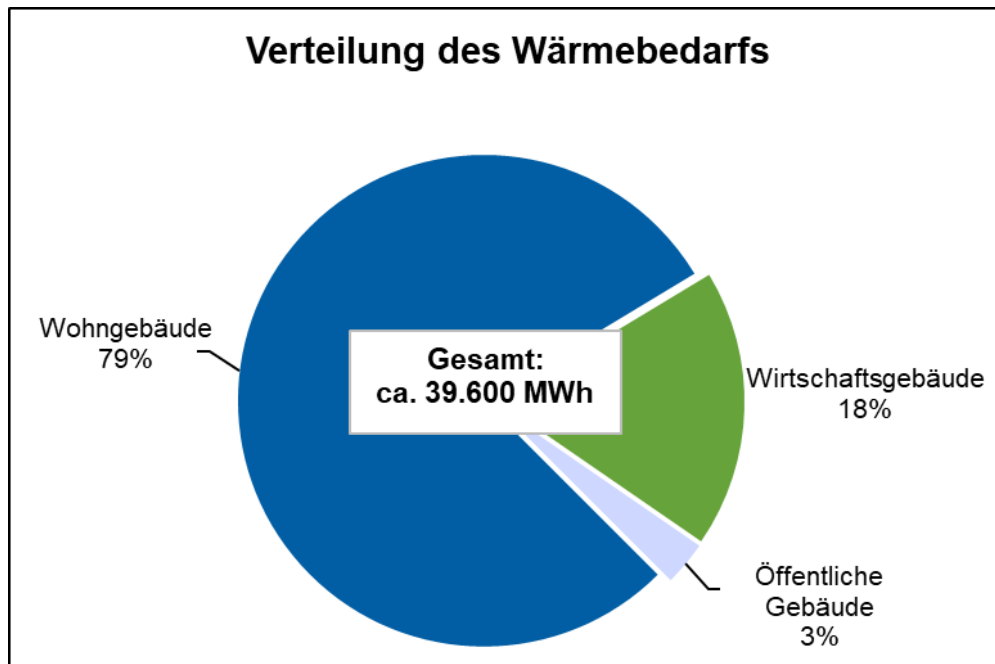


Abbildung 2-14: Verteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren

### 2.3.4 Erneuerbare Energien

Im Bereich der erneuerbaren Energien beschränkt sich die bereits in Betrieb befindliche Anlagentechnik weitestgehend auf Photovoltaik- und Solarthermieanlagen. Auf Basis des abgesteckten Quartieres existiert jedoch weder für Photovoltaik noch für Solarthermie eine Datengrundlage, die eine adressspezifische Auswertung ermöglichen würde. Daher wurden die Ermittlung des Anlagenbestandes an PV-Anlagen flächen- und kennwertbasiert per Luftbilddauswertung vorgenommen. Für das Quartier wurde dementsprechend eine kumulierte Anlagenleistung von 400 kW<sub>p</sub> ermittelt, wodurch theoretische Stromerträge von rund 400.000 kWh/a erzeugt werden können.

Der Bestand an Solarthermiekollektoren wurde anteilig auf Basis der PLZ-scharfen Datengrundlage des BAFA über die Anzahl der Gebäude im Quartier bestimmt. Auf Basis der berücksichtigten Informationen wird davon ausgegangen, dass insgesamt eine Kollektorfläche von ca. 600 m<sup>2</sup> innerhalb des Quartiers installiert ist, die jährliche Wärmeerträge von 210.000 kWh liefern.

Berücksichtigt sind in dieser Datengrundlage alle von der BAFA geförderten Solarthermiekollektoren, es ist nicht auszuschließen, dass auch nicht geförderte Anlagen innerhalb des Quartiers existieren. Ein Abgleich auf Luftbildebene ist aufgrund zu geringer Bildqualität i. d. R. nicht

möglich, da eine Unterscheidung von Flach- oder Röhrenkollektoren zu PV-Modulen, Dachfenstern und unterschiedlichen Dacheindeckungen kaum leistbar ist.

### **2.3.5 Straßenbeleuchtung**

Die Straßenbeleuchtung hat aufgrund des maßgeblichen Anteils am kommunalen Stromverbrauch einen erkennbaren Anteil an der Kostenstruktur der Kommunen. Daher ist der Sanierungsbedarf der kommunalen Straßenbeleuchtung häufig ein wesentliches Thema der Haushaltsdiskussion.

Eine Umrüstung der Straßenbeleuchtung in der Stadt Naumburg auf LED-Technik war zum Projektstart bereits größtenteils abgeschlossen. Zum Zeitpunkt der Quartiersbegehung (26.-27.07.2023) waren ca. 75 % der Straßenbeleuchtung bereits auf LED umgerüstet. Lt. Aussage des Bauamtes ist geplant, die restlichen unsanierten Straßenzüge in den kommenden 3 Jahren umzurüsten, sodass kein weiterer Planungsbedarf existiert. Zusätzlich existiert eine angepasste Nachtabstaltung der installierten Leuchten (ca. 50%).

Aufgrund dessen, dass der Bestand bereits größtenteils saniert und eine Nachtabstaltung – wo sinnvoll und sicher möglich – eingerichtet wurde, und die energetische Sanierung des restlichen Bestands bereits geplant ist, existieren keine weiteren Potenziale in diesem Themengebiet.

### **2.3.6 Abwasser**

Die Abwasserentsorgung im Quartier Naumburg (West) ist Teil eines umfangreichen und differenzierten Systems, das der Abwasserzweckverband Naumburg (AZV) betreut. Der AZV verfügt über ein Kanalnetz von insgesamt ca. 435 km Länge, von denen etwa 110 km auf die Stadt Naumburg entfallen. Das Netz besteht aus Misch- und Trennsystemen, wobei die neueren Kanäle in den Mitgliedsgemeinden überwiegend als Trennsystem ausgelegt sind. Die Dimensionen der Abwasserkanäle reichen von 150 mm bis zu 1900 mm Durchmesser, um die variierenden Abwassermengen sicher abzuleiten.

Ein zentrales Element der Abwasserinfrastruktur ist die Kläranlage Naumburg, die mit einer Kapazität von 60.000 Einwohnerwerten (EW) die größte der insgesamt fünf Kläranlagen im Verbandsgebiet darstellt. Sie wurde am 1. März 1996 in Betrieb genommen und reinigt jährlich ca. 1,13 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser mit einer Reinigungsleistung von 95 %. Der während des Klärprozesses anfallende Klärschlamm wird in Faultürmen behandelt, wodurch ca. 233.000 m<sup>3</sup> Faulgas pro Jahr gewonnen werden. Dieses Gas wird im angeschlossenen Blockheizkraftwerk zur



Deckung von 23 % des Strom- und 90 % des Wärmebedarfs der Kläranlage genutzt. Neben der Kläranlage Naumburg gehören zum Verbandsgebiet die Kläranlagen in Uichteritz, Bad Kösen, Hassenhausen und die Teichkläranlage in Prießnitz. Diese ergänzen das Netz und ermöglichen eine dezentrale Abwasserreinigung in den verschiedenen Regionen. Das bestehende Kanalnetz in der Stadt Naumburg ist teilweise über 100 Jahre alt und weist in einigen Bereichen Sanierungsbedarf auf. Für die Niederschlagswasserbewirtschaftung ist keine einheitliche Regelung getroffen. Während in Teilen des Quartiers Naumburg West Regenwasser über das Mischsystem abgeleitet wird, fehlen in anderen Bereichen dezentrale Maßnahmen wie Versickerungsanlagen oder Rückhaltebecken. Dies kann bei Starkregenereignissen zu einer Überlastung der Infrastruktur führen.<sup>16</sup>

Zusammenfassend bietet die bestehende Infrastruktur eine funktionale Basis für die Abwasserentsorgung im Quartier Naumburg (West), weist jedoch in Bezug auf Alter, Kapazität und Nachhaltigkeit Verbesserungspotenziale auf.

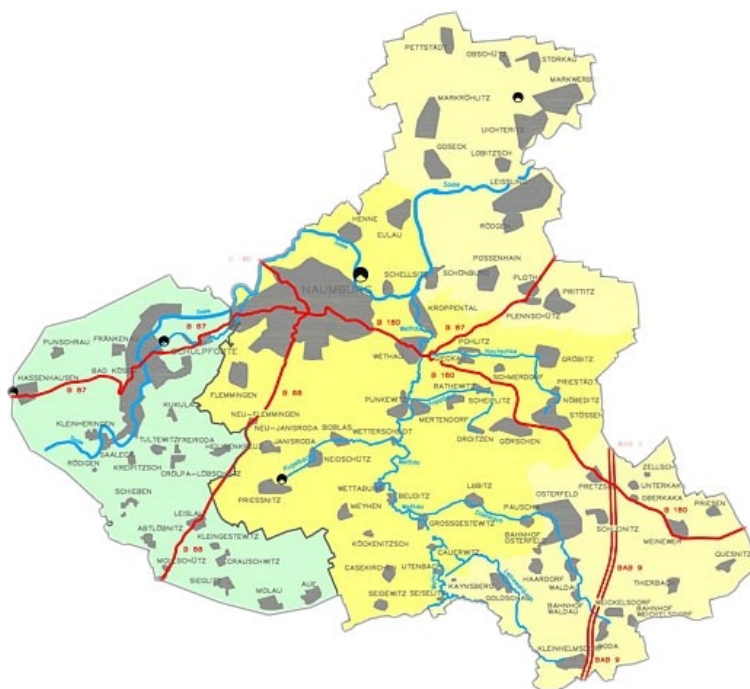


Abbildung 2-15: Abwasserzweckverband Naumburg<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Vgl. Abwasserzweckverband Naumburg, 2024

<sup>17</sup> Vgl. Abwasserzweckverband Naumburg, 2024

## 2.4 Bevölkerungs-, Eigentümer- und Akteursstruktur

Die Bevölkerungs-, Eigentümer- und Akteursstruktur im Quartier West in Naumburg (Saale) ist vielfältig und bildet eine breite soziale und demografische Mischung ab.

**Bevölkerungsstruktur:** Die Bevölkerung im Quartier setzt sich aus verschiedenen Altersgruppen und Lebensformen zusammen. Es gibt sowohl junge Familien mit Kindern als auch ältere Menschen und Singles, die die Vorzüge des Quartiers nutzen. Die Nähe zur Innenstadt und die durchmischte Bebauung machen das Gebiet sowohl für Pendler als auch für Personen, die Wert auf eine naturnahe Wohnlage legen, attraktiv. Die heterogene Struktur fördert eine lebendige Nachbarschaft und ein starkes Gemeinschaftsgefühl.

In der Stadt Naumburg lebten zum 31.12.2023 insgesamt 32.336 Menschen mit Hauptwohnung gemeldete Personen. Um ein vergleichbares Bild für die Altersstruktur der Bewohner, auch über die Quartiersgrenzen hinweg, erstellen zu können, wurde die Bevölkerung zunächst in verschiedene Altersklassen unterteilt. Hierfür wurde wie folgt klassifiziert:

- Unter 18 Jahre
- 18 bis 64 Jahre
- 65 Jahre und älter (Personen nach dem erwerbsfähigen Alter)

Klar zu erkennen ist, dass 54,7 % (17.680 Personen) der örtlichen Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter zwischen 18 und 64 Jahre waren. Weiterhin zeigt sich das typische Bild, dass die Anzahl an Personen, die älter als 65 Jahren waren mit 29,8 % (9.642 Personen) über der Zahl der unter 18-jährigen mit 15,5 % (5.014 Personen) lag<sup>18</sup>. Dies ist direkt auf den demografischen Wandel als auch auf die Abwanderung aus ländlich geprägten Regionen zurückzuführen. Dieser demografische Wandel hat Auswirkungen auf verschiedene Bereiche der Stadtentwicklung, insbesondere auf die Gestaltung von Wohnraum, sozialen Dienstleistungen und Infrastruktur. Es besteht ein wachsender Bedarf an altersgerechtem Wohnraum, Pflegeeinrichtungen und Angeboten für ältere Menschen. Gleichzeitig könnte es erforderlich sein, Maßnahmen zu ergreifen, um junge Menschen wieder stärker in die Stadt zu integrieren, z. B. durch die Schaffung von Arbeitsplätzen, Freizeitangeboten oder günstigen Wohnmöglichkeiten für junge Familien.

---

<sup>18</sup> Vgl. Statistisches bundesamt, 2024



Im Vergleich zum Bundesland Sachsen-Anhalt und der Bundesrepublik Deutschland gibt es in allen drei Klassen leichte Abweichungen. Auffällig ist, dass in Naumburg deutlich mehr Personen über 65 Jahren leben als im Bundesland (+ 2 %) oder im Bundesdurchschnitt (+ 7,5 %).

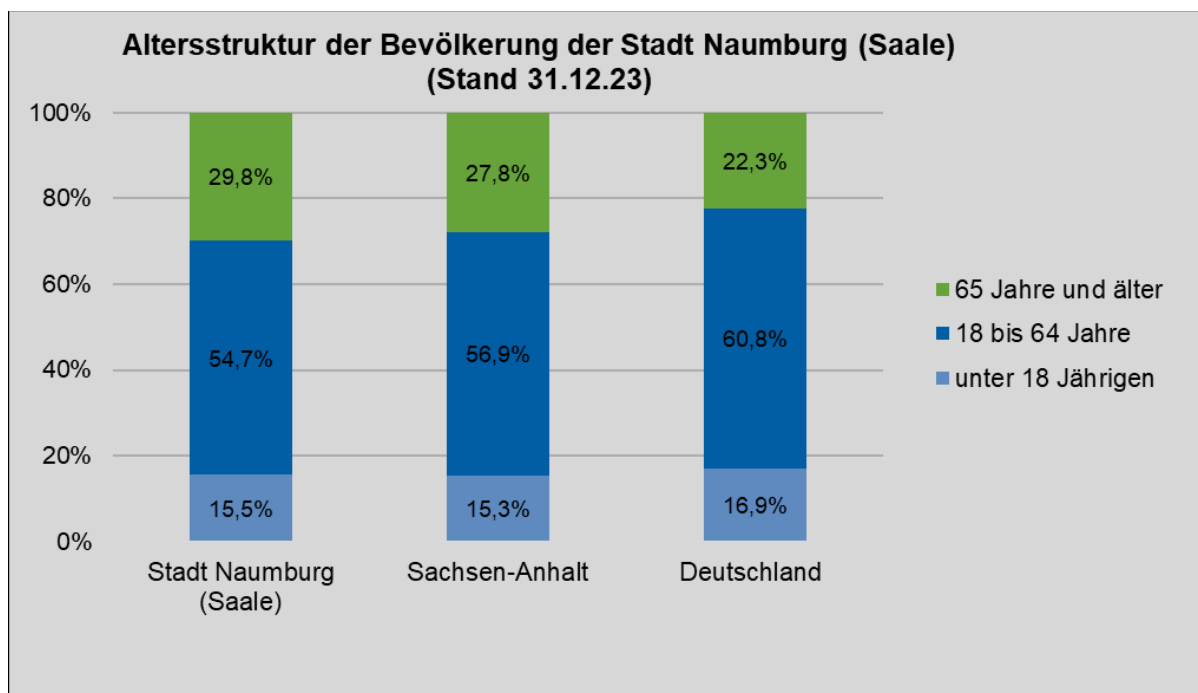


Abbildung 2-16: Altersstruktur der Bevölkerung im Quartier im Vergleich zum Bundesland und der Bundesrepublik Deutschland

**Status Quo:** Die Auswertung der Bevölkerungsdaten der letzten zehn Jahre zeigt, dass die Einwohnerzahl im Stadtteil sowie in der Gesamtstadt nahezu konstant geblieben ist, mit einem Rückgang von lediglich 0,5 Prozent. Während 2014 noch 4.258 Menschen in Naumburg Südwest lebten, waren es 2024 immer noch 4.238.

Zudem wird deutlich, dass der Anteil der Menschen mit Migrationshintergrund in den vergangenen Jahren gestiegen ist. 2014 wurden lediglich rund 1 Prozent der Einwohner als Ausländer oder Doppelstaatler erfasst, während dieser Anteil 2024 auf knapp 8 Prozent angestiegen ist. Damit liegt der Ausländeranteil im Stadtteil mit 8 Prozent etwas höher als in der Gesamtstadt, wo er bei 5,5 Prozent liegt (vgl. Einwohnermeldeamt 2024/Zensus 2022).<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Vgl. DSK Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH, 2025

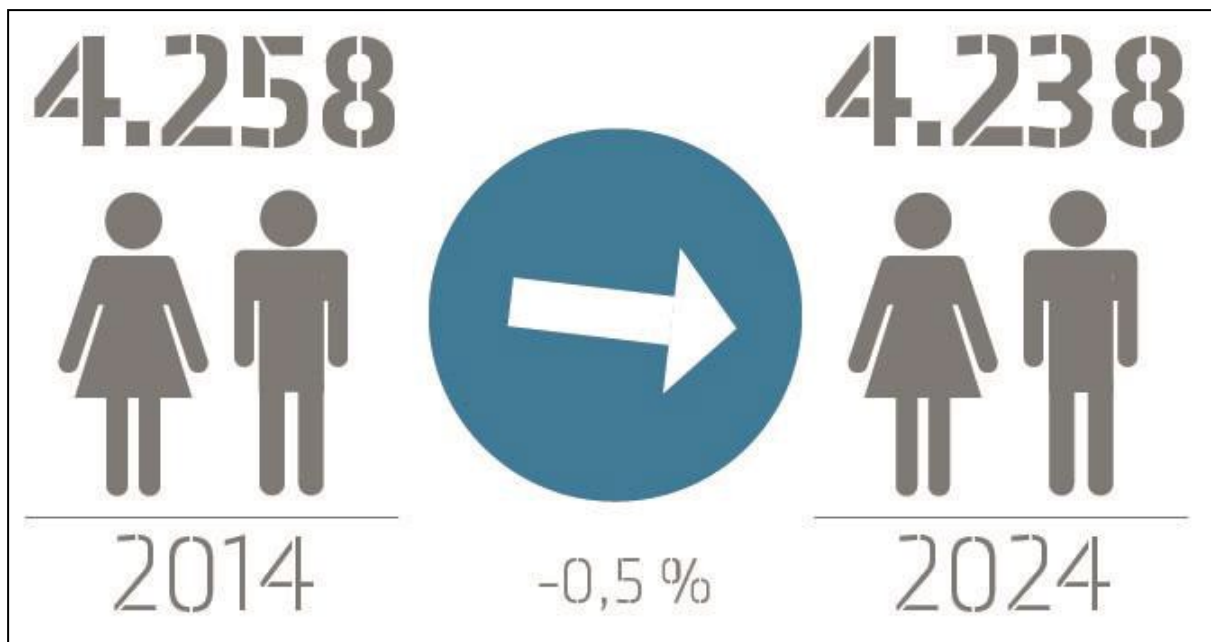


Abbildung 2-17: Bevölkerungsentwicklung in Naumburg Südwest seit 2014 (DSK, Datengrundlage Einwohnermeldeamt 2024)<sup>20</sup>

Die Bevölkerungspyramide des Stadtteils spiegelt den deutschlandweiten Trend der „Urnenform“ wider. Dies zeigt sich an der breiten Altersgruppe ab 55 Jahren, während die Zahl der 25- bis 55-Jährigen gering ist. Daraus lässt sich ableiten, dass auch in Naumburg Südwest der demografische Wandel hin zu einer alternden Bevölkerung erkennbar ist. Junge Menschen verlassen den Stadtteil häufig für Ausbildung oder Arbeit, entweder in andere Stadtteile oder ganz aus der Stadt.



Abbildung 2-18: Bevölkerungspyramide Naumburg Südwest (DSK auf Datenbasis Einwohnermeldeamt Naumburg (Saale))

Im Jahr 2024 liegt das Durchschnittsalter im Stadtteil bei rund 49 Jahren und ist damit leicht höher als der Durchschnitt in Sachsen-Anhalt (47,9 Jahre). Über die vergangenen zehn Jahre blieb das Durchschnittsalter weitgehend konstant und stieg lediglich um 0,8 Jahre.

<sup>20</sup> DSK Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH, 2025

Zudem zeigt die Bevölkerungspyramide ein leichtes Ungleichgewicht zugunsten der weiblichen Bevölkerung: 2024 leben im Stadtteil insgesamt 1.968 Männer und 2.099 Frauen (vgl. Naumburg (Saale); Einwohnermeldeamt 2024).<sup>21</sup>

**Bevölkerungsprognose:** Um Rückschlüsse auf die zukünftige Entwicklung des Stadtteils zu ziehen, sollen neben der bisherigen Bevölkerungsentwicklung in Naumburg Südwest auch vorhandene Bevölkerungsprognosen analysiert werden. Da für den Stadtteil selbst keine spezifische Prognose vorliegt, werden die Prognosen für die Gesamtstadt Naumburg (Saale) ausgewertet und anschließend auf den Stadtteil übertragen. Als Datengrundlage dient die 7. regionalisierte Bevölkerungsprognose des Landes Sachsen-Anhalt. Ausgehend von einer Gesamtbevölkerung von rund 31.300 Menschen im Jahr 2024 wird bis 2035 ein kontinuierlicher Bevölkerungsrückgang prognostiziert. Demnach würden im Jahr 2035 nur noch etwa 27.900 Menschen in Naumburg (Saale) leben, was einem Rückgang von ca. 11 Prozent entspricht (vgl. Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt 2021).<sup>22</sup>

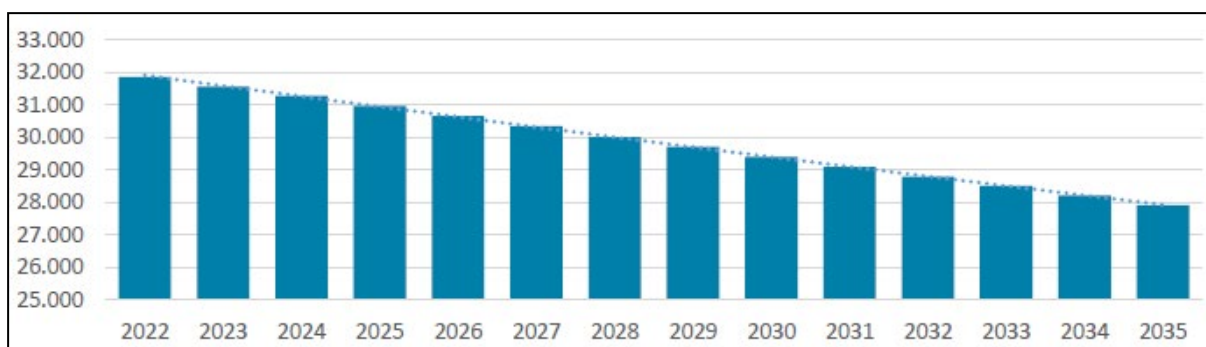


Abbildung 2-19: Bevölkerungsprognose Naumburg (Saale) bis 2035 (DSK) <sup>23</sup>

Wird die gesamtstädtische Bevölkerungsentwicklung auf den Stadtteil Südwest übertragen, würde die Einwohnerzahl bis 2035 bei einem Rückgang von 11 Prozent auf etwa 3.770 Menschen sinken. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in Naumburg Südwest spezifische Rahmenbedingungen vorherrschen, die sich von denen der Gesamtstadt unterscheiden. Daher ist zwar ein Bevölkerungsrückgang zu erwarten, dessen tatsächliches Ausmaß jedoch erheblich variieren kann.<sup>24</sup>

<sup>21</sup>Vgl. DSK Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH, 2025

<sup>22</sup> ebenda

<sup>23</sup> ebenda

<sup>24</sup> ebenda

**Eigentümerstruktur:** Das Quartier weist eine gemischte Eigentümerstruktur auf, die sowohl private Eigentümer als auch Wohnungsunternehmen und Genossenschaften umfasst. Privateigentum ist vor allem bei Einfamilienhäusern und Reihenhäusern verbreitet, während Mehrfamilienhäuser häufig von Wohnungsbaugesellschaften oder Genossenschaften verwaltet werden. Diese Mischung ermöglicht verschiedenen Einkommensgruppen den Zugang zu Wohnraum und trägt zur sozialen Vielfalt bei.

**Akteursstruktur:** In der Akteursstruktur des Quartiers sind verschiedene Interessengruppen aktiv, darunter Anwohnerinitiativen, Wohnungsbaugesellschaften, lokale Gewerbetreibende sowie Vertreter der Stadtverwaltung. Die Wohnungsunternehmen und Genossenschaften spielen eine zentrale Rolle in der Verwaltung und Instandhaltung der Wohngebäude, während lokale Vereine und Anwohnerinitiativen das soziale und kulturelle Leben im Quartier fördern. Auch die Stadtverwaltung ist als wichtiger Akteur an der Entwicklung und Instandhaltung der Infrastruktur beteiligt und setzt sich für nachhaltige Stadtentwicklungsmaßnahmen ein.

Trotz der demografischen Entwicklungen, insbesondere der leichten Überalterung und des moderaten Bevölkerungsrückgangs, ist aktuell nicht mit einem signifikanten Leerstand von Gebäuden zu rechnen. Diese stabile Tendenz sollte auch in Zukunft beibehalten werden. Um das Quartier langfristig attraktiv zu gestalten, sind gezielte Maßnahmen in den Bereichen Infrastruktur, Familienfreundlichkeit und Nachhaltigkeit erforderlich. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Einwohnerzahl durch Zuzug stabil gehalten oder sogar leicht gesteigert wird. Die vielfältige Akteurs- und Bewohnerschaft im Quartier trägt zu einer lebendigen und sozialen Struktur bei, die von Kooperation und Gemeinschaftsgefühl geprägt ist. Diese Zusammensetzung stärkt die Identität des Quartiers und fördert eine nachhaltige Lebensqualität.

## 2.5 Ist-Analyse Mobilität

Nachstehend erfolgt eine Analyse zur Situation der quartiersbezogenen Mobilität.

### 2.5.1 Beschreibung mobilitätsbezogener Rahmenbedingungen

**Topografie:** Die Stadt Naumburg und somit auch das Quartier Naumburg (West) liegt geographisch auf einer Höhe von rund 175 m über dem Meeresspiegel (ü. NN) und befindet sich südlich im Burgenlandkreis in Sachsen-Anhalt.<sup>25</sup> Die Gegend um das Quartier ist geprägt vom

---

<sup>25</sup> Vgl. (Stadt Naumburg (Saale), 2024)

Naherholungsgebiet „Teufelsgraben“. Die höchsten Erhebungen befinden sich südwestlich mit ungefähr 220 m ü. NN, die niedrigste Erhebung befindet sich nördlich mit ca. 131 m ü. NN. Folglich ist ein starker Anstieg von rund 100 Höhenmetern von der nördlichen bis zur südwestlichsten Spitze im Quartier zu verzeichnen. Entsprechende Herausforderungen bringt dies mit für den nicht-motorisierten Verkehr. Die nachstehende Abbildung verdeutlicht dies ebenfalls.

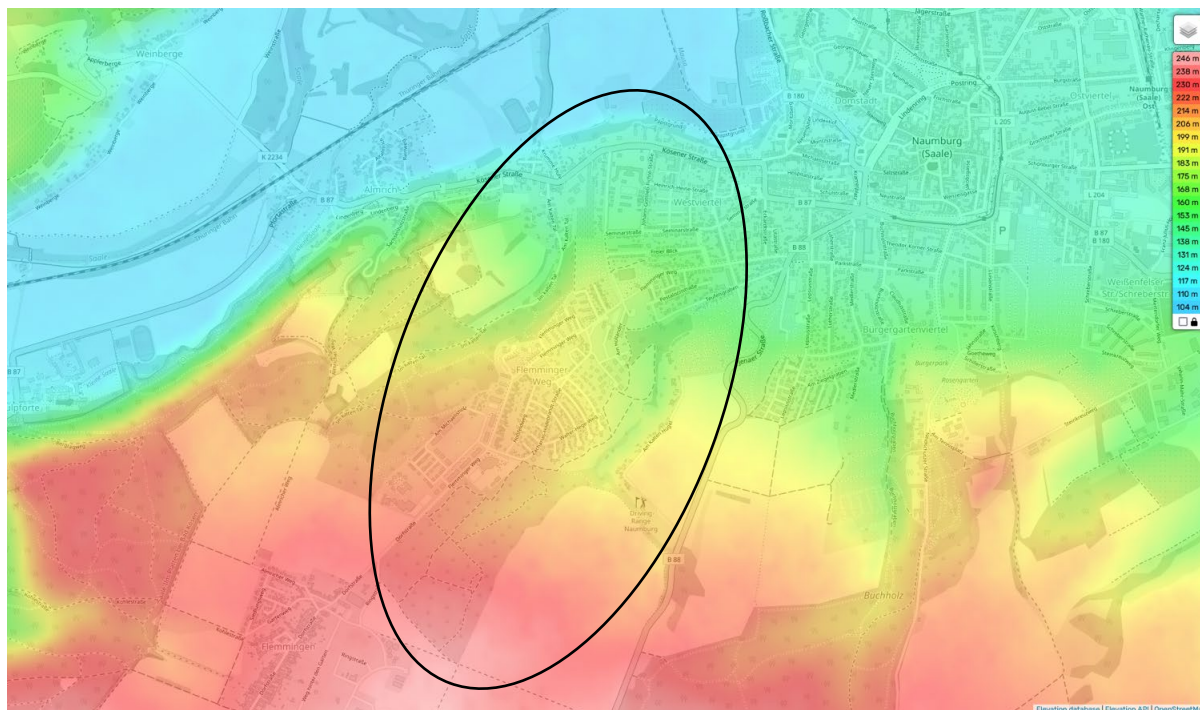


Abbildung 2-20: Ausschnitt der topografischen Lage des Quartiers<sup>26</sup>

Das Quartier Naumburg (West) grenzt östlich an das Stadtzentrum von Naumburg und befindet sich zwischen dem südwestlich gelegenen Ortsteil Flemmingen und der Innenstadt. Nördlich von Naumburg befindet sich die Nachbargemeinde Freyburg (Unstrut), in östlicher Umgebung die Gemeinde Wethau der VG Wethautal und westlich gelegen die Gemeinde Lanitz-Hassel-Tal in der VG An der Finne. Die nächste Kleinstadt Bad Bibra ist etwa 12 km entfernt.

Das Quartier ist der Mittelstadt Naumburg mit ihren ca. 32.000 Einwohnern angehörig.<sup>27</sup> Die Kernstadt Naumburgs zählt, Stand 2020, ungefähr 24.500 Einwohner. Die übrigen 7.500 Einwohner verteilen sich auf 31 eingemeindete Umlanddörfern/Ortschaften der Stadt.<sup>28</sup>

<sup>26</sup> Vgl. (topographic-map.com, 2024), leicht verändert

<sup>27</sup> Vgl. (Stadt Naumburg (Saale), 2020)

<sup>28</sup> Vgl. (Stadt Naumburg (Saale), 2024)

**Pendlerbeziehungen:** Aufgrund fehlender spezifischer Daten für das Quartier Naumburg (West) wird die Pendlersituation im folgenden Abschnitt anhand der verfügbaren Informationen für die gesamte Stadt Naumburg dargestellt.

Die Einwohnerzahl in Naumburg liegt bei insgesamt 32.336 Menschen.<sup>29</sup> Von ihnen pendeln 6.490 Personen (20 %) in andere Landkreise bzw. Städte und Gemeinden, um dort ihrer Arbeit nachzugehen (Auspendler). Gleichzeitig kommen 6.010 Beschäftigte, die außerhalb von Naumburg wohnen, in die Stadt und arbeiten dort sozialversicherungspflichtig (Einpendler).<sup>30</sup> 5.870 Beschäftigte sind außerdem Binnenpendler, d. h. Beschäftigte, die innerhalb der Stadt zu ihrem Arbeitsplatz pendeln. Die Differenz zwischen Aus- und Einpendlern beträgt -481 (Pendlersaldo). Somit arbeiten insgesamt 11.880 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Naumburg, wobei 51 % von ihnen Einpendler sind. Im Durchschnitt ergeben sich somit 18.363 tägliche Pendlerbewegungen in der Stadt<sup>31</sup> und die Tagesbevölkerung (die sich aus dem Pendlersaldo ergibt) liegt bei 31.808 Personen. (Stand 12/2023)

Folglich besteht zur Bewältigung dieser Mobilitätsbedürfnisse ein hoher Bedarf an einer gut ausgebauten (über)regionalen Verkehrsinfrastruktur.

**Kleinräumliche Verkehrsströme:** Das Quartier Naumburg (West) ist hauptsächlich gekennzeichnet durch ein Wohngebiet und das Naherholungsgebiet „Teufelsgraben“. Es liegt abseits des Zentrums und somit den Hauptverkehrsachsen, so dass hier Großteils keine problematische verkehrliche Belastung besteht. Laut der „Straßenverkehrszählung 2021 in Sachsen-Anhalt“ der Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt ist ab dem Ortsanfang entlang der B87/L204 Richtung Schönbürg bis hin zum Theaterplatz (alles außerhalb des Quartiers) die meistbefahrenste Straße in der Stadt Naumburg mit 19.305 gezählten Fahrzeugen<sup>32</sup>. Im Quartier weist einzig die das Quartier durchquerende Straße „Flemminger Weg“ eine höhere Verkehrsbelastung auf. Zudem besteht auf dieser Straße von West nach Ost ein starkes Gefälle, was zu hohen Geschwindigkeiten verleitet.

Zahlreiche potenzielle Zielpunkte für den Alltagsverkehr sind im Quartier vorhanden: die KiTa „Am Holländer“, das Sport- und Freizeitbad „bulabana“ nahe der südlichen Wohnsiedlung, der

---

<sup>29</sup> Vgl. (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2023)

<sup>30</sup> Vgl. (Statistik der Bundesagentur für Arbeit (BA), 2023)

<sup>31</sup> Vgl. (PENDLA GmbH, 2024)

<sup>32</sup> Vgl. (Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt, 2023, S. 56)



DRK-Pflegedienst sowie ein Angelverein. Als touristische Attraktion befindet sich die „Holländer Mühle“ als historische Sehenswürdigkeit im Quartier.

Zudem ist der Zugang zu öffentlichen Bildungseinrichtungen durch die Ansiedlung mehrerer Schulen vorhanden. Im Quartier Naumburg (West) befindet sich die Albert-Schweitzer-Grund- und Sekundarschule, die Bundeswehrfachschule Naumburg sowie die Volkshochschule Burgenlandkreis.

Diese hohe Anzahl an öffentlichen Einrichtungen, Betrieben sowie vor allem die hohe Anzahl an öffentlichen Schulen führt insb. in den Spitzenzeiten zu einem höheren Aufkommen des motorisierten Individualverkehrs (MIV). Im Bereich der Schulen führen zudem vor allem die sogenannten „Elterntaxis“ zu den Stoßzeiten zu einem höheren Verkehrsaufkommen. Bereiche mit einer geringeren Verkehrsbelastung im Quartier ist, aufgrund des großen Anteils an Wohnbebauung, dennoch vorhanden.

Für die Nahversorgung sind im Quartier eine Tierarztpraxis, ein Supermarkt sowie ein Winzerhof und eine Gastrokneipe vorhanden. Übernachtungsmöglichkeiten bieten ein Ferienhaus sowie ein Jugend- und Sporthotel. Trotz der zahlreich vorhandenen Zielpunkte im Quartier sind Angebote des täglichen Bedarfs u. ä. auch außerhalb des Quartiers wahrzunehmen. Es besteht somit, gleichermaßen wie den Pendlerverkehr betreffend, ein hoher Bedarf an einer gut ausgebauten Verkehrsinfrastruktur.

## 2.5.2 Bestandsaufnahme

**Infrastruktur für Kraftfahrzeuge:** Naumburg liegt am Knotenpunkt von drei Bundesstraßen, die eine wichtige Verbindung des Stadtkerns mit dem Quartier Naumburg (West) darstellen:

- B87, von Apolda nach Leipzig: führt innerorts aus westlicher Richtung vom Ortsteil Schulpforte nach Naumburg (West).
- B88, nach Jena: führt zum Stadtkern aus südlicher Richtung.
- B180, von Querfurt nach Zeitz: führt innerorts nordwestlich von Rossbach in das Quartier quer durch das Stadtzentrum in südöstlicher Richtung nach Wethau.

Die nächstgelegenen Autobahnanschlüsse befinden sich ca. 30 Minuten Pkw-Fahrtzeit entfernt an der Autobahn 9, Anschlussstelle Naumburg (21a). Diese ist durch die Bundesstraße 180 mit dem Quartier Naumburg (West) verbunden. Eine solche Infrastruktur ist für die wirtschaftliche und soziale Entwicklung des Quartiers von großer Bedeutung und trägt zur Verbindung mit benachbarten Kommunen, dem Stadtkern sowie den dazugehörigen Ortschaften bei.

Im Quartier Naumburg (West) ist eine öffentliche Ladesäule für Elektrofahrzeuge verfügbar. Diese befindet sich mit zwei Ladepunkten am „bulabana“ mit einer Ladekapazität von insgesamt 22 kW an beiden Ladepunkten. An das Quartier angrenzend befindet sich eine weitere Ladesäule am Supermarkt (Netto) in der Köseener Straße mit einer Ladekapazität von insgesamt 11 kW an zwei Ladepunkten. Eine geplante Maßnahme sieht zudem den Ausbau für öffentliche Ladeinfrastrukturen (LIS) für Privatpersonen im Umfeld des Mietwohnungsbaus der „Wohnungsgesellschaft Naumburg“ vor.

Das Angebot eines Car-Sharings für E-Autos oder ein Fahrradverleih ist bisher nicht vorhanden. Potenzieller Bedarf besteht im Bereich ebendieser Mietgebäude der „Wohnungsgesellschaft Naumburg“. Für den Aufbau dieses Angebots im Bereich der Wohngegend wäre allerdings das Interesse der Mieter über die Wohnungsbaugesellschaft (städtische Wohnungsgesellschaft und Wohnungsbaugenossenschaft) zu klären.

#### **2.5.2.1 Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)**

Der ÖPNV wird in Naumburg durch die Personenverkehrsgesellschaft Burgenlandkreis (PVG BLK) betrieben, die als Mitglied im Mitteldeutschen Verkehrsverbund (MDV) gesteuert wird<sup>33</sup>.

Das Quartier Naumburg (West) ist durch die Buslinie 101 grundsätzlich gut an das Stadtzentrum angebunden. Die Linie führt zum Quartier entlang des „Flemminger Weg“ und fährt an Werktagen von ca. 4:30 Uhr bis ca. 21 Uhr bzw. 21.30 Uhr. An Wochenenden fährt der Bus stündlich von morgens 8 Uhr bis abends etwa 19:30 Uhr. An Sonntagen bzw. Feiertagen wird die Buslinie nicht angeboten.<sup>34</sup> Die Buslinie 101 bietet zudem Umsteigemöglichkeiten zu den Buslinien 102 und 103, durch die das Stadtzentrum Naumburg gut erreicht wird. Die Bushaltestellen in der Köseener Straße sowie das Zentrum von Naumburg werden von weiteren Regionalbuslinien bedient. Am Hauptbahnhof Naumburg gelangt man mit weiteren Buslinien ins Umland.<sup>35</sup> Neben den bereits erwähnten vorhandenen Buslinien ist in Naumburg eine Straßenbahn angeschlossen, die alle 30 Minuten zwischen dem Hauptbahnhof und der Innenstadt pendelt.<sup>36</sup> Eine Bahnanbindung des Quartiers existiert nicht, jedoch sind mehrere Bushaltestellen vorhanden (siehe folgende Abbildung).

---

<sup>33</sup> Vgl. (PVG Burgenlandkreis, 2023)

<sup>34</sup> Vgl. (Mitteldeutscher Verkehrsverbund GmbH (MDV), 2023)

<sup>35</sup> Vgl. (PVG Burgenlandkreis, 2023)

<sup>36</sup> Vgl. (Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt, 2023)





Abbildung 2-21: Liniennetzplan der Stadt Naumburg<sup>37</sup>

Carsharing-Angebote oder ein Ruftaxi bzw. Bürgerbus werden in Naumburg nicht angeboten, es sind jedoch reguläre Taxi-Angebote vorhanden.

**Infrastruktur für den Radverkehr:** Grundvoraussetzung für die Nutzung der Radwege sind qualitativ hochwertige Radverkehrsanlagen. Im Quartier bestehen abseits des Flemminger Weges aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens grundsätzlich günstige Bedingungen für den Radverkehr. So sind innerörtliche Ziele in Naumburg gut mit dem Fahrrad erreichbar.

<sup>37</sup> Vgl. (PVG Burgendlandkreis, 2023)

Jedoch gibt es auf den Schulwegen keine direkte Radanbindung, außerdem läuft die Hauptverbindung über die Flemminger Straße. Daneben stellt die topografische Situation Fahrradfahrende, durch das starke Gefälle auf dem Flemminger Weg, vor Herausforderungen. Dieses Gefälle führt dazu, dass Radfahrer bis zu 50 km/h beim Bergabfahren erreichen können. Dank des steigenden Einsatzes elektrisch unterstützter Fahrräder wie Pedelecs und E-Bikes wird der Anstieg in der Gegenrichtung zunehmend weniger einschränkend wirken.

Ein Bikeleasingangebot wird in Naumburg bisher nicht angeboten. Es befinden sich zudem keine (größeren) Fahrradabstellanlagen bzw. Ladestationen für E-Bikes im Quartier.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Quartier Naumburg (West) Potenzial zum Ausbau der Radwegeinfrastruktur für den Alltagsradverkehr hat. Die topografischen Herausforderungen werden durch den zunehmenden Einsatz von Pedelecs und E-Bikes überwunden.

**Fußverkehr:** Für den Fußverkehr im Quartier Naumburg (West) bestehen gute Rahmenbedingungen. Viele kleinere Wegverbindungen sind vorhanden, die meisten potenziellen Zielpunkte sowie Wohnbereiche sind fußläufig zu erreichen. Herausforderungen gibt es durch den stetigen Anstieg im Quartier, der sich auf rund 100 Höhenmeter summiert. Nachholbedarf besteht zudem insbesondere in Bezug auf die Wegbeschaffenheit eines routenorientierten Fußgängerleitsystem (insb. für den Alltags- und Schulverkehr) im Quartier. Weitere Informationen zu den vorgesehenen Maßnahmen sind im Abschnitt 3.3.4 sowie im Maßnahmenkatalog detailliert beschrieben.

**Kommunaler Fuhrpark:** In der Stadt Naumburg ist ein kommunaler Fuhrpark vorhanden, jedoch ist die Umstellung auf einen elektrischen Antrieb bisher bei keinem der Fahrzeuge vorgesehen, da das Potenzial bzw. die Nachfrage danach nicht vorhanden sind.

## 2.6 Klimawandelfolgen und -anpassung

Seit vielen Jahren ist das Themenfeld „Klimaschutz“ Bestandteil in der Politik und der Wirtschaft, wohingegen das Themenfeld „Klimawandel“ und dessen Folgen nur ein Randthema darstellen. Die Relevanz des Themas wird erst nach einem aufgetretenen Schadensereignis wahrgenommen. Dabei wird der Klimawandel zunehmend das Leben von Menschen auf unterschiedlichste Weise beeinträchtigen. Die Notwendigkeit der Umsetzung von Maßnahmen zur Minderung der Klimawandelfolgen bzw. zur blau-grünen Infrastruktur dürfen nicht mehr ausgeblendet werden.

## Exkurs: Blau-grüne Infrastruktur

Neben der grauen, technischen Infrastruktur (z. B. Kanalisation) können auch Gewässer und Grünflächen als Infrastrukturelemente angesehen werden. Diese erfüllen auf Basis ihrer Ökosystemleistung<sup>38</sup> gesellschaftliche Versorgungsfunktionen<sup>39</sup>. In der folgenden Ausführung wird, in Anlehnung an den Forschungsverbund netWORKS<sup>40</sup>, den Begriffen blaue bzw. grüne Infrastruktur folgende Definition zugeordnet;

**Blaue Infrastruktur** beinhaltet Infrastrukturen mit sichtbarem „Blau“ in Form von Wasser. Dies können einmal existierende natürliche Gewässer oder künstliche, neu angelegte Teiche oder Wasserflächen sein. Zudem zählen auch aquatische Strukturen, die vor dem Quartier oder der Ortslage liegen, zur blauen Infrastruktur, sofern diese einen Einfluss auf den Untersuchungsraum haben.

**Grüne Infrastruktur** beinhaltet sichtbares „Grün“ und werden häufig zur Verdunstung und/oder Versickerung von Wasser eingesetzt, wie z. B. unversiegelte Freiflächen, Bauwerksbegrünungen (Dach, Wand-, Fassaden-, Gleisbettbegrünung etc.) sowie Versickerungsmulden. Auch dienen sie der Wasserreinigung, wie z. B. Pflanzenkläranlagen oder Retentionsbodenfilter. Die Elemente der grünen Infrastruktur erfüllen, in ihrer Gesamtheit, auch oft einen ästhetischen Zweck in der urbanen Raumgestaltung. Die Systemleistungen der grünen Infrastruktur beinhalten, analog zur blauen Infrastruktur, auch Flächen außerhalb der Ortslage bzw. des Quartiers (z. B. Forst- und Landwirtschaftsflächen, sofern diese einen Einfluss auf den Untersuchungsraum haben).

Die blau-grüne Infrastruktur beinhaltet somit Elemente von urbanen Grünflächen, wie beispielsweise Parks, Rasenflächen sowie städtische blaue Elemente, die sich auf die aquatischen Ökosysteme (z. B. See) beziehen. Da Elemente der blauen und grünen Infrastruktur stark miteinander verflochten sind, wird häufig auch von „blau-grüner Infrastruktur“ bzw. „blau-grün-grauer Infrastruktur“ (wenn zusätzlich technische Elemente integriert sind) gesprochen und kann aus naturnahen und künstlich angelegten Elementen bestehen. Es ist anzumerken,

---

<sup>38</sup> Ökosystemdienstleistungen sind die direkten und indirekten Beiträge der Natur zum menschlichen Wohlbefinden. Sie umfassen alle Vorteile, die Menschen aus natürlichen Ökosystemen erhalten, und sind essenziell für das Überleben und die Lebensqualität.

<sup>39</sup> Versorgungsfunktionen sind eine Kategorie von Ökosystemleistungen, die sich auf die Bereitstellung grundlegender natürlicher Ressourcen für den Menschen beziehen. Sie umfassen alle materiellen Güter, die aus der Natur gewonnen werden und zur Sicherstellung menschlicher Bedürfnisse beitragen (bspw. Nahrungsmittel-, Wasser-, Energieversorgung sowie Rohstoffbereitstellung).

<sup>40</sup> (Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, 2024)

dass die Zuordnung einzelner Infrastrukturen nicht immer eindeutig ist. Aus diesem Grund kann es auch zu projekt- bzw. maßnahmenbezogenen Definitionen kommen, die bei Bedarf erläutert und festgelegt werden.

## 2.6.1 Bestandsanalyse zur Klimafolgenanpassung

Eine Analyse der Herausforderungen aus den Folgen des Klimawandels basiert auf einer Ortsbegehung, einem Workshop mit der Stadtverwaltung und einer Auswertung vorhandener Karten und GIS-Daten. In dem Workshop wurden zunächst, mithilfe von roten Icons, sogenannte „Desaster“ und Schadensereignisse dokumentiert. Anschließend wurden Lösungen/Anpassungsmaßnahmen diskutiert und mithilfe von farbigen Icons auf der Karte lokalisiert. Eine Legende der Desaster und Lösungsvorschläge kann Tabelle 2-3 entnommen werden.

Tabelle 2-3 Legende Desaster und Lösungsvorschläge

	Erosion / Erdbeben		1: Dachbegrünung		13: Toilettenspülung
	Hitze		2: Fassaden-/Wandbegrünung		14: Kanalspülung
	Starkregen		3: Innenraumbegrünung		15: Entseiegelung/Vermeidung von Versiegelung
	Trockenheit		4: Nicht-gebäudebezogene Bauwerksbegrünung		16: Stauraum im Kanaleinzugsgebiet
	Überschwemmung		5: Grünflächen und grüne Freiräume		17: Wasserflächen
	Sturmschäden		6 Versickerung mit Bodenpassage		18: Wasserspiele
			7: Bewässerung		19: Trinkbrunnen
			8: Versickerung unterirdisch		20: Kommerzielles Urban Farming
			9: Gebäudeklimatisierung		21: Multifunktionale Rückhalteräume
			10: Technische Reinigung von Niederschlagswasser		22: Naturnahe Reinigungsverfahren
			11: Technische Reinigung von Grauwasser		23: Stadtbäume
			12: Zisternen		24: Carports

Nachfolgend sind die Ergebnisse aus dem Workshop abgebildet. Sie wurden digital über ein Miro Board erhoben, dargestellt und bieten einen Eindruck über die aktuellen Herausforderungen und erste Potenziale im Quartier (vergleiche hierzu auch Kapitel 3.5). Diskutiert werden die quartiersbezogenen Themen Hitze, Starkregenereignis Wind und Regen in den darauffolgenden Kapiteln.





Abbildung 2-22 Quartier Naumburg (Nord), Ergebnisse aus einem Experteninterview.





Abbildung 2-23 Quartier Naumburg (Süd), Ergebnisse aus einem Experteninterview

### 2.6.1.1 Steigende Temperaturen und Hitze

Der Klimawandel führt zu steigenden Temperaturen und immer häufigeren Hitzeperioden, die vielfältige Auswirkungen auf Menschen und Umwelt haben. Besonders in Städten beeinträchtigen extreme Temperaturen den Alltag der Menschen und stellen eine zunehmende gesundheitliche Belastung dar. Aber auch die Land- und Forstwirtschaft sind betroffen, da sich Produktionsbedingungen verändern und Ökosysteme unter Hitzestress geraten. Zudem beeinflussen diese klimatischen Veränderungen das Landschaftsbild und die natürliche Vegetation.

Es zeigt sich, dass es insbesondere auf asphaltierten Plätzen zu einer starken Hitzeentwicklung und einem Hitzestau kommt. Im Quartier lässt sich das auf den größeren Parkplätzen (Wohngebiet Am Holländer, Parkplatz am Sport- und Freizeitpark sowie am Supermarkt) lokalisieren.

Mit dem Winzerhof Gussek befindet sich ein regionaler Winzerbetrieb mitten im ansonsten städtisch geprägten Quartier. Abhängig von angebauten Rebsorten kann es durch den Klimawandel (ins. Hitze, verstärkte Sonneneinstrahlung und Trockenheit) zu Beeinträchtigungen bei der Weinqualität und Ernteerträgen kommen. Eine konkrete Betroffenheit wurde nicht aufgenommen, da kein Akteursgespräch stattfand. Dennoch wurde im Rahmen des Konzepts das Flächenpotenzial für eine Agri-PV-Anlage berechnet (s. Abschnitt 3.5 und Maßnahmenkatalog) sowie deren Vor- und Nachteile dargelegt.

#### **2.6.1.2 Extreme Wetterereignisse; Windstärke und Stürme**

Der Klimawandel führt zu einer Zunahme extremer Wetterereignisse, darunter auch starke Winde und Stürme. Diese können erhebliche Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen verursachen, die Sicherheit der Menschen gefährden und ökologische Systeme beeinträchtigen. Im Rahmen der Klimaanpassung ist es daher essenziell, präventive Maßnahmen zu ergreifen, um Städte, Landschaften und Wirtschaftszweige widerstandsfähiger gegenüber starken Winden und Sturmereignissen zu machen.

In der Zacharias-Hildebrand-Straße kam es aufgrund von starken Stürmen in der Vergangenheit zu Schäden an dem dortigen Baumbestand.

#### **2.6.1.3 Extreme Wetterereignisse; Starkregenereignis und Überflutungen**

Neben dem Workshop mit der Stadtverwaltung wurde die Hochwassergefahrenkarte, sowie die Starkregengefahrenkarte zur besseren Abschätzung herangezogen. Die Karten sowie die Ergebnisse der Interviews werden im Folgenden gezeigt.

Über das Geoportal werden deutschlandweit Hinweiskarten zur Vorsorge der **Sturzflutgefährdung**<sup>41</sup> nach Starkregen zur Verfügung gestellt. Die Karten zeigen die Wassertiefen, die Fließgeschwindigkeiten und die Fließrichtungen von oberflächlich abfließendem Wasser infolge von Starkregenereignissen. Die Hinweiskarte Starkregengefahren stellt die Simulationsergebnisse

---

<sup>41</sup> Quellenvermerk zu den Sturzflutgefahrenkarten: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2023), Datenquellen: [https://sg.geodatenzentrum.de/web\\_public/Datenquellen\\_TopPlus\\_Open.html](https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open.html)

zu möglichen Starkregenszenarien dar. Zur Darstellung wurden die Daten für ein außergewöhnliches (100-jährliches) Ereignis ausgewählt. Hierzu werden die maximale Überflutungstiefe, die maximalen Fließgeschwindigkeiten sowie die Fließrichtung dargestellt. Die Ergebnisse wurden auf der Grundlage eines 3D-Modells (DGM1), den ATKIS/ALKIS-Daten, KOSTRA-Daten des DWD und weiteren ergänzenden Geodaten berechnet. Diese landesweite Berechnung bietet einen Überblick über die Gefahrenbereiche bei Starkregenereignissen und kann für detailliertere Analysen als Basis dienen.

Nachfolgende Legenden beschreiben die Einordnungen der Sturzflutgefahrenkarten.



Abbildung 2-24 Legenden Starkregen: Überflutungstiefen, Fließrichtungen und Fließgeschwindigkeiten

Seit 2013 liegen **Hochwassergefahrenkarten**<sup>42</sup> für alle Gewässer in Sachsen-Anhalt vor, von denen ein signifikantes Hochwasserrisiko ausgeht. Die Karten informieren über das Ausmaß und die Intensität der Hochwassergefährdung.

<sup>42</sup> © LHW Sachsen-Anhalt Planunterlage auf der Basis amtlicher Geobasisdaten vom Geobasisdaten © GeoBasis-DE / LVermGeo LSA, [010312] <http://www.geofachdatenserver.de>



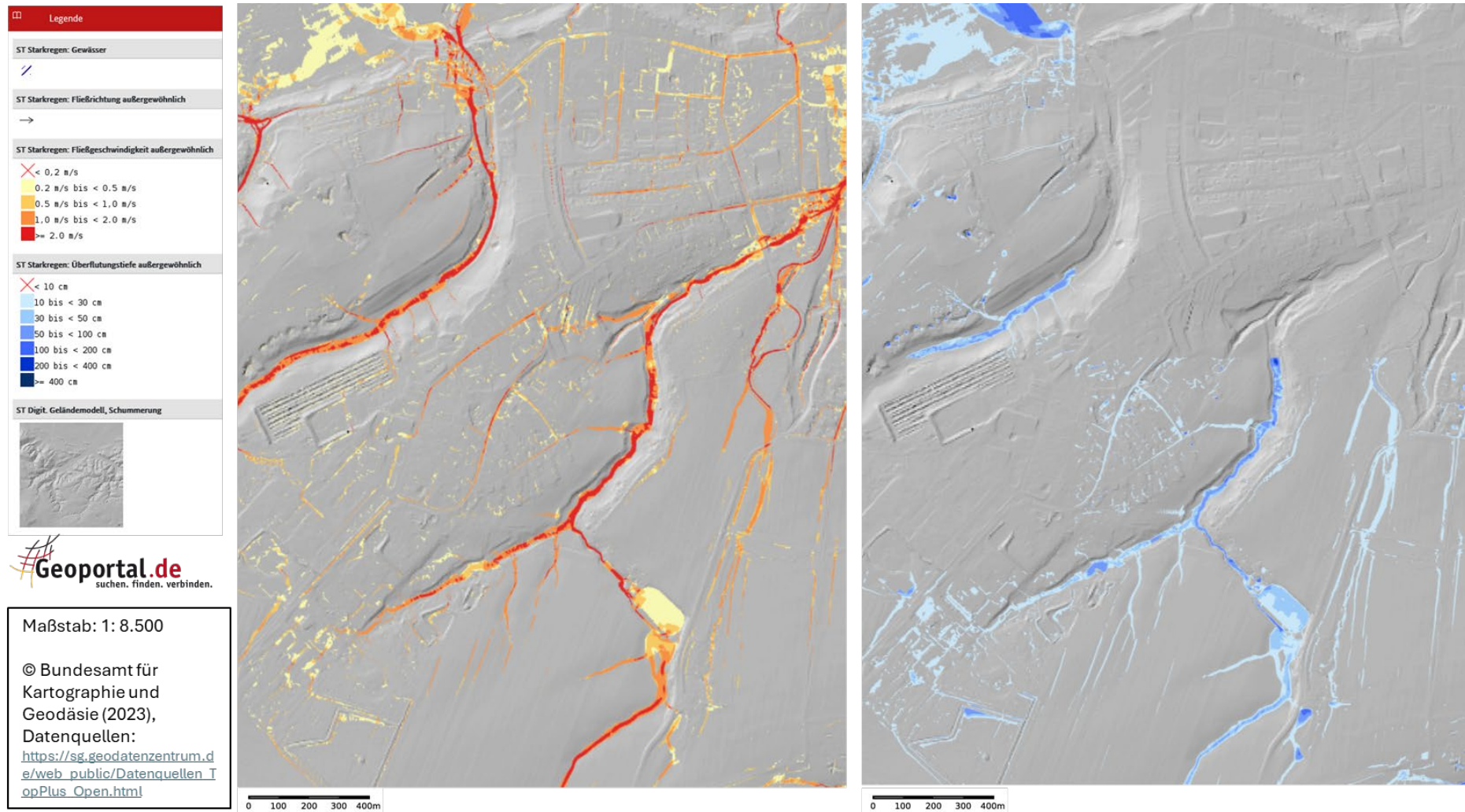


Abbildung 2-25 Ausschnitt der Starkregengefahrenkarte Quartier Naumburg (West) mit Fließrichtung und Wassertiefe.

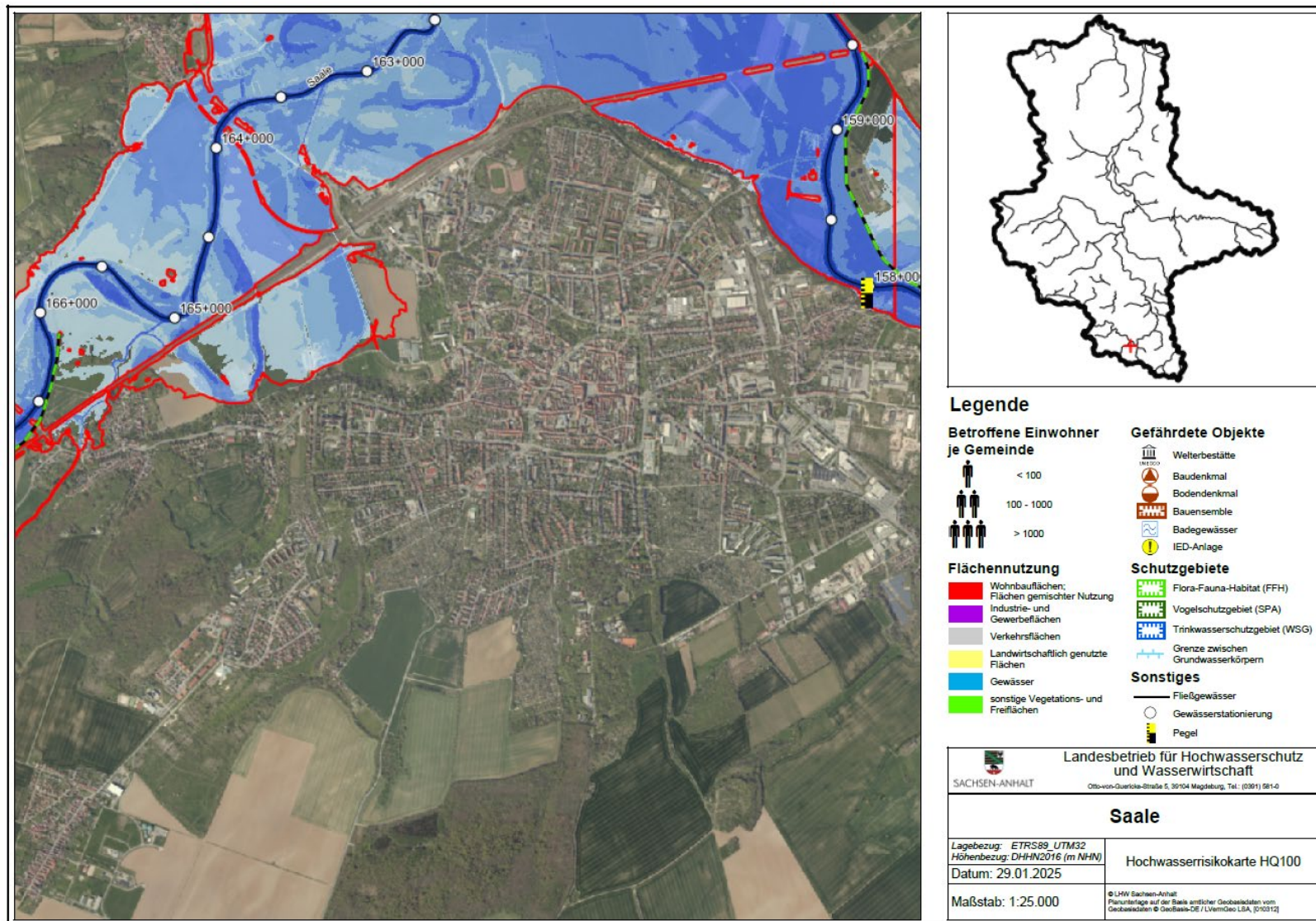


Abbildung 2-26 Hochwassergefahrenkarte HQ 100, Ausschnitt Naumburg



Aus der Hochwassergefahrenkarte geht hervor, dass die umliegenden Gewässer keinen negativen Einfluss auf das Quartier haben. Mithilfe der Karten der Starkregengefahrenkarte lässt sich jedoch erkennen, dass Starkregenereignisse dazu führen können, dass große Wassermengen in Senken zusammenfließen. Dies kann Schäden an Gebäuden und der Infrastruktur verursachen und für Personen gefährlich werden. Besonders kritisch ist dies, wenn das Kanalsystem überlastet ist oder der Boden (auch aufgrund der Topografie) nicht mehr genügend Wasser aufnehmen kann. Es zeigt sich, dass diese Vorfälle insbesondere an den Quartiersgrenzen auftreten. Eine detaillierte Analyse folgt im weiteren Verlauf.

**Flemminger Weg, Wohngebiet „Am Holländer“ und Quartiersgrenze Teufelsgraben:** Auf der nachfolgenden Starkregengefahrenkarte ist erkennbar, dass es zu Überflutungstiefen von bis zu 200 cm im Wohngebiet „Am Holländer“ kommen kann. Aufgrund der topografischen Gegebenheiten fließt das Wasser von dort weiter in das Waldstück Teufelsgraben sowie das dahinterliegende Wohngebiet zwischen den Straßen „Am Kalten Hügel“ sowie der Straße „Teufelsgraben“. Hier sind bereits Wassertiefen von 200 und bis zu 400 cm möglich. In dem Wohngebiet kommt es außerdem zu sehr schnellen Fließgeschwindigkeiten von über 2,0 m/s. Die Expertengespräche bestätigen, dass es in den ausgewiesenen Gebieten in der Vergangenheit zu Überschwemmungen gekommen ist. Am Flemminger Weg kam es aufgrund von Laubeinträgen darüber hinaus zu verminderten Abflüssen in die Kanalisation. Zur besseren Einordnung unterstützt die Legende in Abbildung 2-21.



Abbildung 2-27 Ausschnitt (Am Holländer und Teufelsgraben) der Starkregengefahrenkarte mit Wassertiefe.



Abbildung 2-28 Ausschnitt (Am Holländer und Teufelsgraben) der Starkregengefahrenkarte mit Fließrichtung sowie -geschwindigkeit.

### Parkplatz am Sport- und Freizeitpark, Tanzschule, Fitnessstudio sowie Jugend- und Sporthotel

In der nachfolgenden Abbildung ist deutlich erkennbar, dass es auf den asphaltierten Flächen, insbesondere den ausgewiesenen Parkflächen zu Wasseransammlungen kommt. Diese betragen an den Rändern mindestens 30 cm, können aber bis zu 200 cm tief werden. Die Fließgeschwindigkeiten können in diesem Gebiet, je nach Lage, 1,0 m/s bis > 2,0 m/s betragen. Zur besseren Einordnung unterstützt die Legende in Abbildung 2-21.

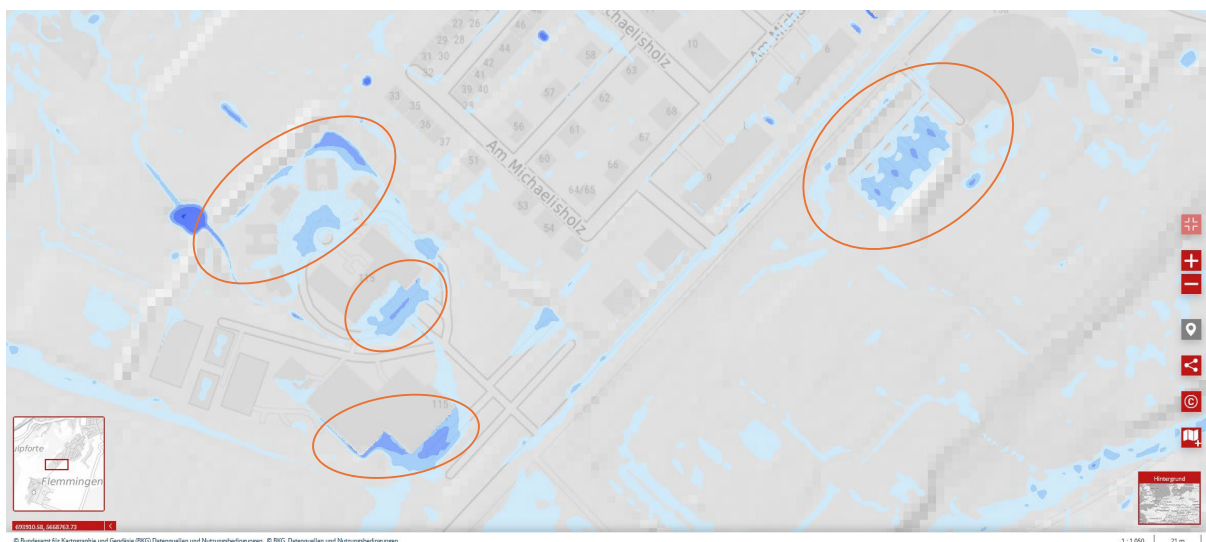


Abbildung 2-29 Ausschnitt (Euroville und Bulabana) der Starkregengefahrenkarte Naumburg mit Wassertiefe.

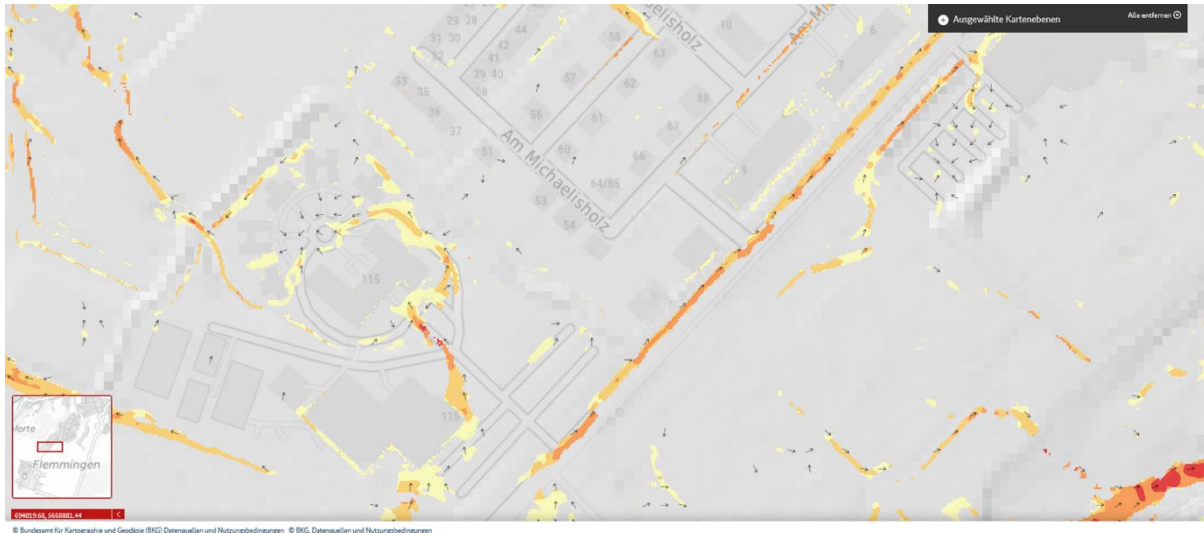


Abbildung 2-30: Ausschnitt (Euroville und Bulabana) der Starkregengefahrenkarte mit Fließrichtung sowie -geschwindigkeit.

Es wird empfohlen unter Abwägung der Notwendigkeit, Kosten und den möglichen Szenarien, Maßnahmen zu ergreifen, um den oben aufgeführten Herausforderungen entgegenzuwirken. Näheres dazu kann dem Abschnitt 3.5 entnommen werden.

Zwar ist der Grünanteil im Quartier auf Luftbildern deutlich sichtbar, jedoch wird aufgrund der topografischen Lage empfohlen, wo möglich, Flächen zur Verdunstung und/oder Versickerung von Wasser zu schaffen. Vorhandene Grünflächen sollten als grüne Infrastruktur erhalten bleiben, um auch zukünftig ausreichend Verdunstungs- und Versickerungsfläche aufweisen zu können. Die hohe Versiegelungsgrad auf Parkflächen führt auch zu einem größeren Risiko bzgl. Hitzestau.

### 3 Potenzialanalyse und Bilanzierung

Mit der Potenzialanalyse für das Quartier Naumburg konnte eine Grundlage für die Konzeption von Projekten zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz sowie zur Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energieträger erstellt werden. Diese Analyse stellt zudem die Grundlage für die anschließende Erstellung des Maßnahmenkatalogs und wurde im Rahmen eines umfassenden Kommunikationsprozesses mit den relevanten Akteuren diskutiert und spezifiziert.

#### 3.1 Energieeinsparung und Energieeffizienz

Vor dem Hintergrund zunehmender Ressourcenknappheit ist eines der Kernziele der Europäischen Union die Verringerung des Energieverbrauches in ihren Mitgliedsstaaten. Hierzu verabschiedete die EU die Richtlinie über die Gesamteffizienz von Gebäuden. Dabei spielen vor allem Energieeffizienz- und Energiesparmaßnahmen eine entscheidende Rolle.<sup>43</sup> Die EU-Richtlinie 2018/844 (Weiterentwicklung der Richtlinie 2010/31/EU) fordert Niedrigstenergiegebäude bei Neubauten ab 2021 sowie Renovierungsstrategien beim Umbau bestehender Gebäude. In Deutschland wird die Energieeffizienz von Gebäuden vor allem durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) geregelt.

In diesem Zusammenhang sind besonders der sorgsame Umgang mit Ressourcen sowie ein optimiertes Stoffstrommanagement in allen Verbrauchssektoren von hoher Bedeutung. Die Themen Energieeinsparung und -effizienz sind dazu zentrale Ansatzpunkte, da diese Potenziale ohne weiteren Energieträgerbedarf zu realisieren sind und langfristig große regionale Wertschöpfungseffekte bewirken. Es gilt bei der Priorisierung von Klimaschutzmaßnahmen grundsätzlich den Energiebedarf zu reduzieren, bevor eine Umstellung der Energieversorgungsstrukturen auf den optimierten Bedarf hin erfolgt.

Im vorliegenden Konzept werden Energieeinspar- und Energieeffizienzmaßnahmen für nachfolgende Bereiche aufgezeigt:

- Private Haushalte,
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und
- Kommunale Gebäude.

---

<sup>43</sup> Vgl. (Europäische Kommission, 2019)

### 3.1.1 Anmerkungen zu Szenarien der Energieeinsparpotenziale

Werden Maßnahmen in großem Umfang und verstärkt umgesetzt, kann der Energieverbrauch im Quartier Naumburg West signifikant sinken. Die Ermittlung der prozentualen Einsparpotenziale erfolgt dabei in Orientierung an vorgegebenen Zielwerten aus der nachfolgend genannten Studie.

Die Annahmen der WWF-Studie „Modell Deutschland“ für das Referenzszenario gehen davon aus, dass die Entwicklungen wie bisher weitergeführt werden. Energiepolitische Maßnahmen wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und das Gebäudeenergiegesetz (GEG) bleiben bestehen und werden weiter angepasst, sodass z. B. ab 2021 Neubauten auf Niedrigstenergieniveau errichtet werden. Moderate Effizienzgewinne im technischen Bereich kombiniert mit Hilfsmitteln zur Verbesserung des Nutzerverhaltens führen zu Energieeinsparungen. Im Wärmebereich wächst der Anteil an Wärme aus erneuerbaren Energiequellen, Abwärmenutzung und dem Einsatz von Wärmepumpen.

In den nachfolgenden Kapiteln werden Effizienz- und Einsparpotenziale für das Quartier aufgezeigt. In den Fällen, bei denen keine spezifische Betrachtung möglich ist, weil für die Berechnung detaillierte Angaben zu zukünftigen Entwicklungen nicht vorliegen, wurden die Prozentwerte aus der bereits erwähnten WWF-Studie zugrunde gelegt.

Als Ausgangswert für alle Berechnungen gilt der in Abschnitt 2.3.2 ermittelte gesamte Energieverbrauch für das Betrachtungsgebiet in Höhe von 47.150 MWh, wovon 39.577 MWh auf Wärme und 7.573 MWh auf Strom entfallen. Wie bereits in Kapitel 2.3 beschrieben, basieren die ermittelten Werte auf der Verarbeitung unterschiedlicher Datengrundlagen.

### 3.1.2 Energiebedarf der privaten Haushalte

Die privaten Haushalte im Quartier Naumburg West verbrauchen demzufolge jährlich 4.110 MWh Strom und 31.209 MWh Wärme. Der größte Anteil wird im Allgemeinen zur Erzeugung von Raumwärme benötigt. Die Details sind in der nachstehenden Abbildung dargestellt. Die Verteilung der Energieverbräuche und die möglichen Einsparungen beziehen sich auf die Prognosen aus dem Referenzszenario der WWF-Studie „Modell Deutschland“.



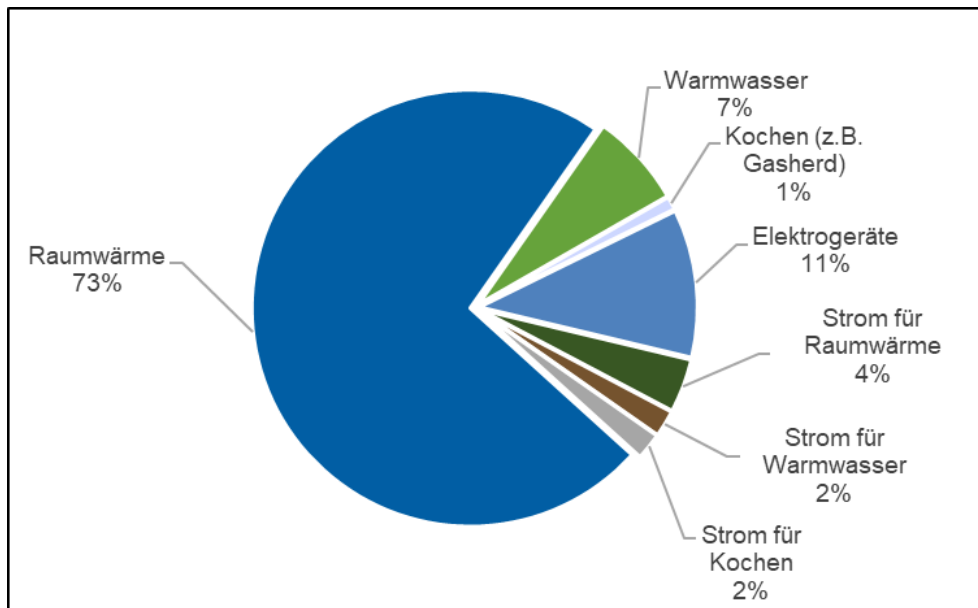


Abbildung 3-1: Aufteilung des Nutzenergieverbrauchs privater Haushalte<sup>44</sup>

In der WWF-Studie wird davon ausgegangen, dass sich die Situation im Bereich der privaten Haushalte verändern wird. Die Anzahl der privaten Haushalte steigt bis ungefähr 2030, nimmt aber anschließend ab, wobei die Gesamtanzahl der Personen, die in einem Haushalt leben sinkt. Damit einhergehend wird auch die Wohnfläche pro Person größer. Energieeinsparungen werden für die privaten Haushalte notwendig, da mit steigenden Energiepreisen zu rechnen ist. Unter den für die WWF-Studie getroffenen Annahmen von Prognos und Öko-Institut steigen die Verbraucherpreise für private Haushalte bis 2050 für leichtes Heizöl um das Dreifache und für Erdgas und Treibstoffe um das Doppelte gegenüber 2005. In der genannten Studie werden keine Annahmen für die Entwicklung des Strompreises getroffen. In einer weiteren Prognos-Studie wird von einer Preissteigerung bei Strom für Haushaltskunden von 2011 bis 2050 von etwa 3 % ausgegangen.<sup>45</sup>

### 3.1.2.1 Effizienz- und Einsparpotenziale privater Haushalte im Wärmebereich

Die privaten Haushalte weisen in der Startbilanz einen Wärmeverbrauch von 31.209 MWh auf. Aufbauend auf diesem Wert wird in der nachstehenden Grafik aufgezeigt, wo und zu welchen Anteilen die Wärmeverluste innerhalb der bestehenden Wohngebäude auftreten.

<sup>44</sup> Eigene Darstellung nach (WWF, 2009)

<sup>45</sup> (Prognos, 2014)

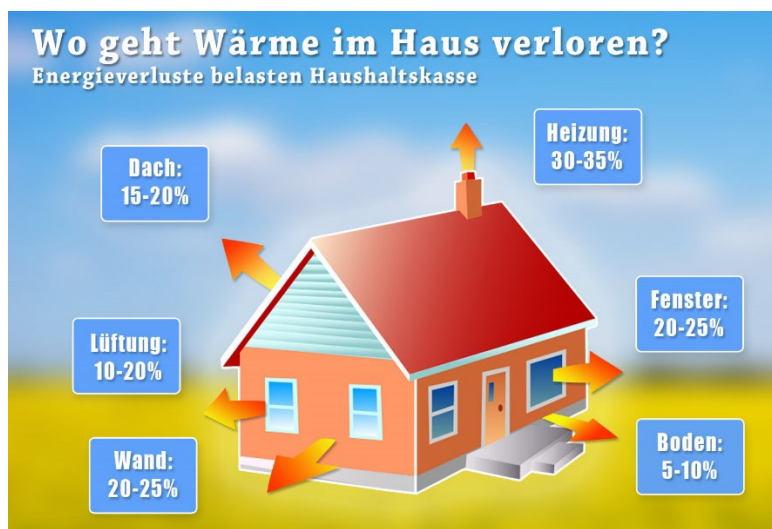


Abbildung 3-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude<sup>46</sup>

Parallel dazu wurde in einer Studie des IWU ermittelt, dass bundesweit im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser, die vor 1978 errichtet wurden, erst bei 26,5 % der Gebäude die Außenwände, bei 52,3 % die oberste Geschossdecke bzw. die Dachfläche, bei 12,4 % die Kellergeschossdecke und erst bei ca. 10 % der Gebäude die Fenster nachträglich gedämmt bzw. ausgetauscht wurden. Wird die obere Abbildung im Kontext mit der IWU-Studie betrachtet, ist ein großes Einsparpotenzial durch energetische Sanierung zu erreichen.<sup>47</sup> Zudem kann der Heizwärmebedarf durch den Einsatz von effizienter Heizungstechnik reduziert werden. Die erzielbaren Einsparungen liegen je nach Sanierungsmaßnahme zwischen 45 und 75 %. Große Einsparpotenziale ergeben sich durch die Dämmung der Gebäude. Je nach Baualtersklasse, Gebäudegröße und Umfang der Sanierungsmaßnahmen sowie individuellen Nutzerverhaltens sind die Einsparungen unterschiedlich.

Nach Ermittlung des derzeitigen Wärmeverbrauchs der Haushalte und der Erkenntnis, dass bei vielen Haushalten Einsparpotenziale bestehen, werden ein realistisches Szenario sowie ein Best-Case-Szenario für die Erschließung der Effizienzpotenziale im Wohngebäudesektor aufgestellt und im Anschluss berechnet.

Für das realistische Szenario wurde eine Sanierungsquote von 1,5 % angesetzt. Das entspricht der Sanierung von neun Wohngebäuden im Quartier pro Jahr. Durch die Minderung

<sup>46</sup> Eigene Darstellung, in Anlehnung an (FIZ Karlsruhe, kein Datum)

<sup>47</sup> Vgl. (Institut Wohnen und Umwelt (IWU), 2018)

des Energiebedarfs und dem altersbedingten Austausch der Heizungsanlagen bis zum Jahr 2045 ergibt sich folgende Abbildung des Szenarios für die Entwicklung des Wärmeverbrauchs:

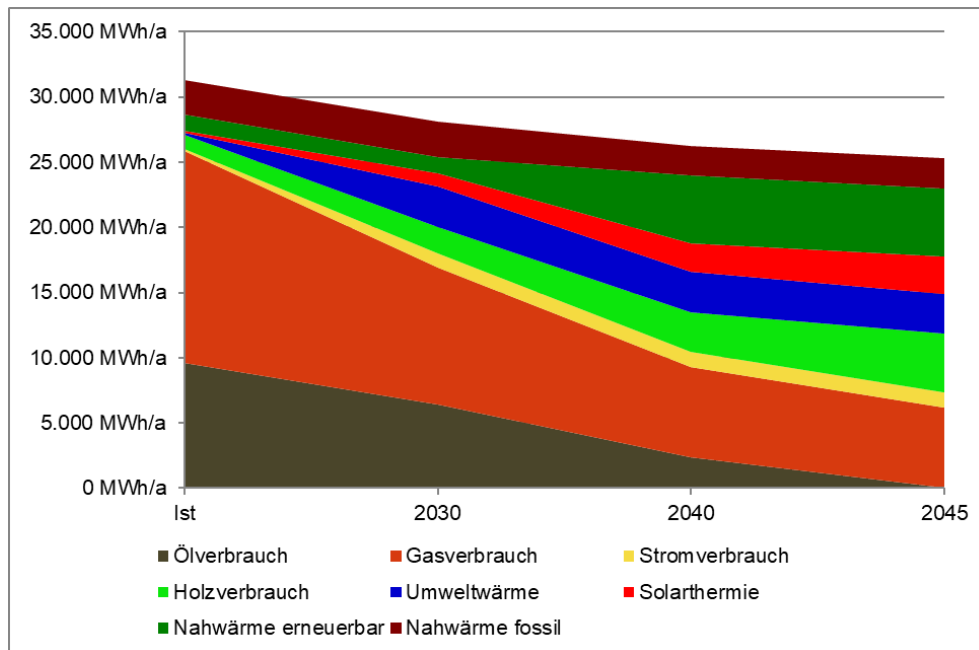


Abbildung 3-3: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern bis 2045 – Realistisches Szenario

Das Szenario für die Energieeffizienz im Wohngebäudesektor fußt auf der Annahme, dass künftig 1,5 % des Gebäudebestandes energetisch saniert werden. Darüber hinaus wird angenommen, dass der Verbrauch an Erdgas und Heizöl im Zeitablauf kontinuierlich reduziert wird.

Durch den moderaten Zubau lokaler Potenziale ist es in diesem Szenario nicht möglich, den Verbrauch fossiler Brennstoffe komplett zu verdrängen. Daher wurde zusätzlich ein Best-Case-Szenario aufgestellt und berechnet, um aufzuzeigen, dass mit einem verstärkten Ausbau Erneuerbarer Energien die Verdrängung von Heizöl und Erdgas im Quartier möglich ist. Dafür wurde mit einer Sanierungsquote von 2,5 % gerechnet, das entspricht der Sanierung von 15 Gebäuden pro Jahr. Der Gesamtwärmeverbrauch reduziert sich dabei von 31.209 MWh auf 20.860 MWh. In der Zusammenfassung der Effizienzpotenziale werden die Werte aus dem realistischen Szenario berücksichtigt.

Der Wärmeverbrauch im Quartier Naumburg West kann demnach im realistischen Szenario um etwa 23 % auf ca. 24.130 MWh gesenkt werden.

Insgesamt fließen die Ergebnisse in die Einsparpotenziale des Quartiers und die Szenarienberechnung in Kapitel 3.7 ein.

### 3.1.2.2 Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte im Strombereich

Die privaten Haushalte haben im Bilanzierungsjahr einen Stromverbrauch von 4.110 MWh pro Jahr. Dieser wird sich im Betrachtungsgebiet analog nach Abbildung 3-4 aufteilen. Für die privaten Haushalte im Quartier wurden die einzelnen Teilwerte aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit aus den Haushalten nicht spezifisch berechnet. Die folgenden Berechnungen beziehen sich auf eine durchschnittliche Aufteilung nach der WWF-Studie.

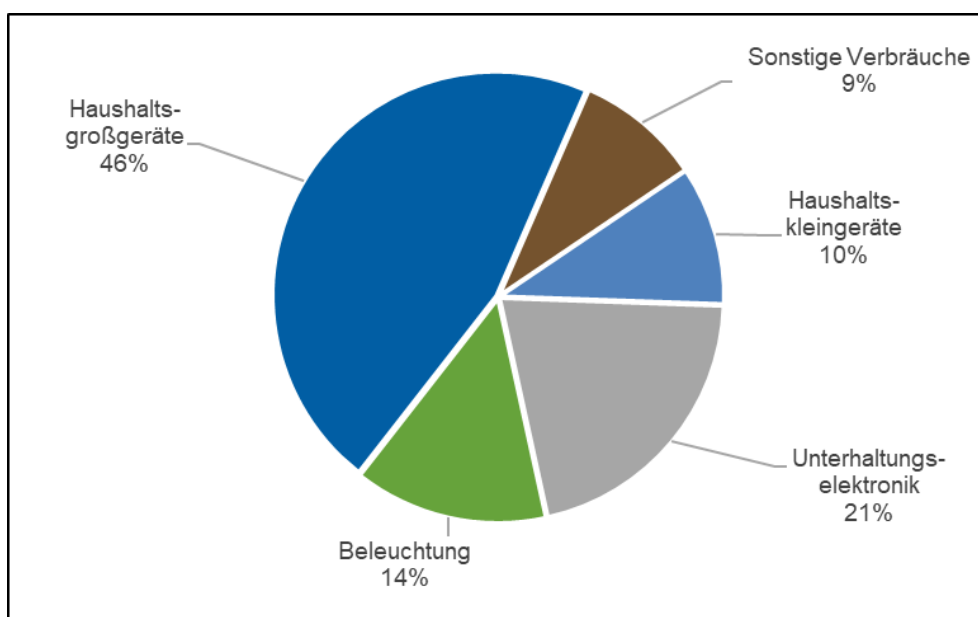


Abbildung 3-4: Anteile Nutzenergie am Stromverbrauch<sup>48 49</sup>

Die Haushaltsgroßgeräte wie Kühlschrank, Waschmaschine und Spülmaschine machen hier den größten Anteil aus, da sie viele Betriebsstunden (Kühlschrank) bzw. große Anschlussleistungen (Wäschetrockner) aufweisen.

Einsparungen können durch den Austausch alter Geräte gegen effiziente Neugeräte erfolgen. Hierbei hilft die EU-Verbrauchern durch das EU-Energie-Label. Das Label bewertet den Energieverbrauch eines Gerätes auf einer Skala. Neben dem Energieverbrauch informiert das Label über das herstellende Unternehmen und weitere technische Kennzahlen wie den Wasserverbrauch, den Stromverbrauch oder die Geräuschemissionen.

<sup>48</sup> Eigene Darstellung nach (WWF, 2009)

<sup>49</sup> Ohne elektrische Wärmeherzeugung

Auch lassen sich relativ einfach und schnell Stromeinsparungen über die Beleuchtung realisieren. Der Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch eines privaten Haushaltes beträgt 14 %: d. h. bei einem Verbrauch von ca. 3.600 kWh/a entfallen ca. 500 kWh, also rund 150 € im Jahr. Laut der WWF-Studie können im Bereich Beleuchtung über 80 % der Energie eingespart werden. Diese Einsparungen werden durch den Ersatz von Glühlampen durch LED-Leuchtmittel erreicht. Wird beispielsweise eine 60 Watt-Glühlampe, wie in Tabelle 3-1 dargestellt, gegen eine LED mit 6 Watt ausgetauscht, ergibt dies bei gleicher Betriebsdauer eine Einsparung von 29 €/a. Ein weiterer Vorteil der LED-Lampen ist ihre längere Nutzungsdauer. Durch die Stromeinsparung amortisiert sich der Kaufpreis von 9 € für eine LED schnell.

Tabelle 3-1: Beispielhafte Berechnung der Energieeinsparung durch Leuchtmitteltausch

Beleuchtung (Leuchtmittel E27)	Bestand Glühbirne	LED	Energiespar- lampe	Halogen- leuchte
Leistung (in W)	60	6	11	42
Lebensdauer (in Betriebsstunden)	1.000	15.000	10.000	4.000
Kosten (in €)	1	9	10	2
Verbrauchskosten pro Jahr (in €)	32	3	6	22
Einsparung pro Jahr gegenüber Glühbirne (in €)		29	26	10
statische Amortisation (Jahre)		0,31	0,39	0,21

Annahmen

Betriebsstunden pro Tag

5

Strompreis (Brutto/kWh)

0,29

Für den Bereich Strom der privaten Haushalte besteht laut WWF-Studie ein Einsparpotenzial von 26 %. Aufgrund des Zubaus an stromverbrauchenden Wärmepumpen bis 2045 übersteigt der Stromverbrauch im realistischen Szenario die Einsparungen und steigt bis 2045 auf ca. 4.174 MWh an. Im Best-Case-Szenario steigt der Stromverbrauch durch den vermehrten Zubau an Wärmepumpen auf 4.577 MWh an.

### 3.1.2.3 Zusammenfassung der Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte

Durch die zuvor beschriebenen Maßnahmen (z. B. Gebäudesanierung, Austausch Beleuchtung, etc.) können bei den privaten Haushalten im realistischen Szenario bis 2045 ca. 20 % an Energie eingespart werden.

Tabelle 3-2: Einsparpotenziale der privaten Haushalte

Energieeinsparungen	IST-Verbrauch [MWh]	SOLL-Verbrauch 2045 [MWh]	Veränderung IST vs. SOLL [%]
<b>Private Haushalte</b>	<b>35.319</b>	<b>28.304</b>	<b>-19,9%</b>
davon Wärme	31.209	24.130	-22,7%
davon Strom	4.110	4.174	1,6%



### 3.1.3 Energiebedarf im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Der Energieverbrauch im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) im Betrachtungsgebiet liegt für Strom und Wärme bei 9.741 MWh. Unter GHD fallen u. a. die Branchen Landwirtschaft, Gärtnerei, industrielle Kleinbetriebe, Handwerksbetriebe, Baugewerbe, Handel und Gesundheitswesen. Die Energieverteilung im GHD-Sektor wird wie folgt angesetzt.

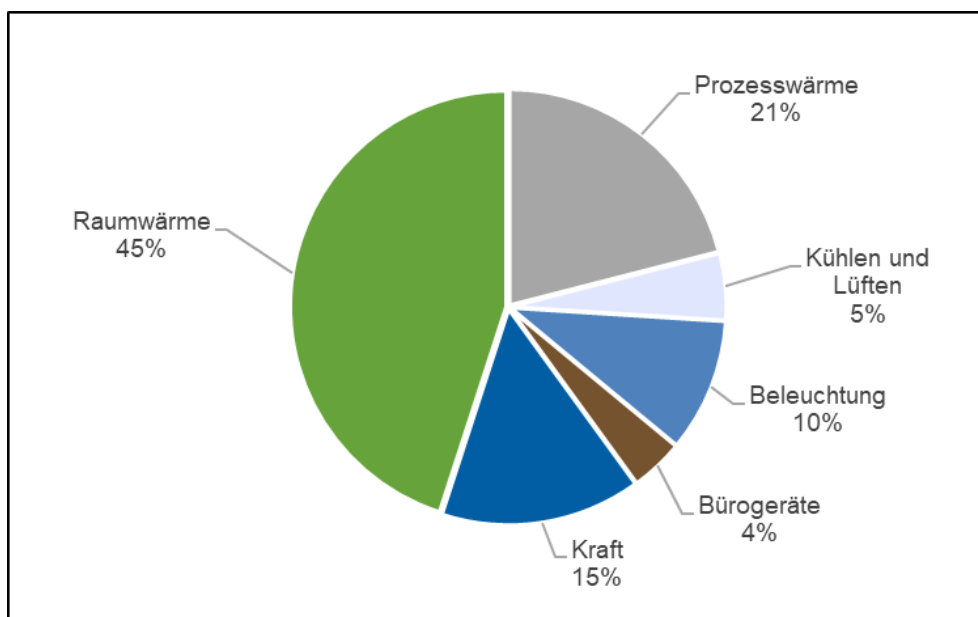


Abbildung 3-5: Anteile Nutzenergie am Energieverbrauch im Bereich GHD<sup>50</sup>

Für die Quantifizierung der Einsparpotenziale wird auch der Bereich der Kommunen mit dem Unterrichtswesen und der öffentlichen Verwaltung zur Dienstleistung gezählt. In Abschnitt 3.6 wird auf Grund der Vorbildfunktion näher auf Einsparpotenziale in kommunalen Gebäuden eingegangen. Die Ergebnisse werden jedoch nicht explizit in der Ergebnistabelle ausgewiesen, sondern fließen in den Bereich von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit ein.

#### 3.1.3.1 Effizienz- und Einsparpotenziale Gewerbe, Handel und Dienstleistungen im Wärmebereich

7.221 MWh Wärme werden pro Jahr für den Bereich GHD mit der Bereitstellung von vorrangig Raumwärme aufgewendet. Handels- und Handwerksbetriebe haben einen geringeren Raumwärmebedarf als z. B. Branchen mit einem hohen Wärmebedarf wie Gesundheits- und Unter-

<sup>50</sup> Eigene Darstellung nach (WWF, 2009)

richtswesen. Im Quartier Naumburg (West) sind lediglich wenige kleine Gewerbebetriebe vertreten wie z. B. das Winzergut Gussek. Die Senkungspotenziale liegen in der energetischen Sanierung der Gebäude analog zu den privaten Haushalten. Die Sanierungs- und Neubaurate liegt heute in diesem Sektor im Vergleich zu Wohngebäuden wesentlich höher (3 %/a).<sup>51</sup> Dadurch setzen sich neue Baustandards (GEG) schneller durch, womit auch der spezifische Energieverbrauch dieser Gebäude auf 83 kWh/m<sup>2</sup> im Jahre 2030 gesenkt werden kann.<sup>52</sup> Der Wärmebedarf kann bis 2045 um fast 70 % gesenkt werden, wobei der Raumwärmebedarf in einzelnen Bereichen um über 90 % gesenkt werden kann.

Im Gewerbebereich ergeben sich abweichend zu privaten Haushalten meist auch höhere Einsparpotenziale im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung, weiterer technischer Geräte sowie der Produktionsanlagen. Die Art der wärmebrauchenden Systeme ist stark abhängig von der Branche. Selbst branchenintern können große Unterschiede auftreten.

Allgemein ergeben sich folgende Handlungsfelder, um Energie und / oder Kosten im Wärmebereich einzusparen:

- Energieträgerwechsel (bspw. Umstellung auf erneuerbare Nahwärmeversorgung),
- Einführung eines Energiemanagements (ganzheitliche Optimierung des Systems),
- Wärmerückgewinnung (bspw. an Lüftungsanlagen) sowie
- Wärmedämmung von warmwasserführenden Armaturen, Pumpen und Rohrleitungen.

Werden Maßnahmen für die zuvor erwähnten Handlungsfelder ergriffen, kann der Wärmeverbrauch bis 2045 auf ca. 4.403 MWh reduziert werden.

### **3.1.3.2 Effizienz- und Einsparpotenziale Gewerbe, Handel und Dienstleistungen im Strombereich**

Für den Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen werden ca. 2.520 MWh Strom pro Jahr aufgewendet. Der Stromverbrauch im GHD-Sektor setzt sich zusammen aus Verbräuchen für Bürogeräte, Beleuchtung und Strom für Anlagen und Maschinen. Durch den Einsatz effizienterer Maschinen und Bürogeräte lassen sich hier 11,5 % einsparen. Diese geringen Einsparpotenziale resultieren aus der Verrechnung mit dem steigenden Strombedarf für Kühlen und Lüften. In dem Bereich Beleuchtung, Bürogeräte und Strom für Anlagen liegen die

---

<sup>51</sup> Vgl. (Institut für Energie- und Umweltforschung; Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung; Prognos AG; Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung mbH, 2018, S. 53)

<sup>52</sup> Vgl. ebenda

Einsparungen bei rund 50 %. Bei der Beleuchtung kann neben dem Einsatz von LED-Leuchten auch durch die Optimierung der Beleuchtungsanlage und durch den Einsatz von tageslichtabhängiger Steuerung und der Nutzung des Tageslichts der Stromverbrauch reduziert werden.

Zur Abschätzung von Stromeinsparpotenzialen für unterschiedliche Gewerbegruppen, die im Quartier vertreten sind, wird auf gewerbespezifische Literaturwerte zurückgegriffen. Dabei lassen sich den verschiedenen Branchen unterschiedliche Energieverbrauchssektoren und spezifische Energieeinsparmaßnahmen zuordnen. Für die verschiedenen Gewerbegruppen, z. B. Einzelhandel, Gastronomie, Beherbergung ergeben sich u. a. Einsparpotenziale in den Bereichen Beleuchtung, Klima- und Lüftungsanlagen, Büro- und Elektrogeräte. Der Erfolg der Einsparmaßnahmen ist abhängig von der Ausgangssituation der Betriebe.

Ein Beispiel für Stromeinsparungen im Bereich Beleuchtung ist für die privaten Haushalte im Kapitel 3.1.2 beschrieben. Diese Maßnahme lässt sich auch im GHD-Sektor umsetzen. Durch die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen kann der Stromverbrauch um ca. 27 % auf 1.838 MWh bis 2045 reduziert werden.

### 3.1.3.3 Zusammenfassung der Effizienz- und Einsparpotenziale Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Im GHD-Sektor können bis 2050 ca. 36 % des Strom- und Wärmeverbrauchs eingespart werden. Der Stromverbrauch sinkt auf 1.838 MWh und der Wärmeverbrauch auf 4.403 MWh.

Tabelle 3-3: Einsparpotenziale Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Energieeinsparungen	IST-Verbrauch [MWh]	SOLL-Verbrauch 2045 [MWh]	Veränderung IST vs. SOLL [%]
<b>GHD</b>	<b>9.741</b>	<b>6.241</b>	<b>-35,9%</b>
davon Wärme	7.221	4.403	-39,0%
davon Strom	2.520	1.838	-27,0%

### 3.1.4 Energiebedarf der kommunalen Gebäude

In diesem Kapitel wird die Effizienz der kommunalen Gebäude im Quartier Naumburg West bewertet und daraus abgeleitet mögliche Einsparpotenziale anhand geeigneter Sanierungsmaßnahmen aufgezeigt. Maßnahmen können insbesondere beim Bau und Betrieb kommunaler Liegenschaften ergriffen werden. Weitere wichtige Handlungsansätze bieten Infrastrukturmaßnahmen wie z. B. Maßnahmen an kommunalen Kläranlagen (außerhalb des Quartiers).

In der folgenden Abbildung sind die Verbrauchskennwerte den Vergleichskennwerten (gültig ab der EnEV 2016) gegenübergestellt. Hierbei wird auf der horizontalen Achse die prozentuale

Abweichung im Wärmebereich und auf der vertikalen Achse die prozentuale Abweichung im Strombereich dargestellt. Die Größe der Kreise stellt den prozentualen Anteil des Energieverbrauchs des Gebäudes am Gesamtenergieverbrauch der gezeigten Gebäude dar.



Abbildung 3-6: Kennwertevergleich der kommunalen Gebäude

Die Strom- und Wärmeverbräuche der beiden Gebäude liegen nur leicht über bzw. der Stromverbrauch des Bauhofs unter den entsprechenden Vergleichskennwerten. Diese Tatsache lässt sich vermutlich auf die geringe Nutzungszeit der Gebäude zurückführen (Strom- und Wärmeverbrauch). Grade aber in Bezug zu den geringen Nutzungszeiten lässt sich bei einem aktuell schon über dem Benchmark liegenden Wert im Wärmebereich ableiten, dass der energetische Gesamtzustand als schlecht bis maximal mittelmäßig zu bezeichnen ist.

Für die Liegenschaften wurden Sanierungsmaßnahmen berechnet, welche in den einzelnen Projektskizzen im Maßnahmenkatalog beschrieben sind. Durch die dort beschriebenen Gesamtmaßnahmen kann der Wärme- und Stromverbrauch der Liegenschaften bis 2045 um 46% auf 1.129 MWh gesenkt werden.

Tabelle 3-4: Einsparpotenziale Liegenschaften

Energieeinsparungen	IST-Verbrauch [MWh]	SOLL-Verbrauch 2045 [MWh]	Veränderung IST vs. SOLL [%]
<b>Liegenschaften</b>	<b>2.089</b>	<b>1.129</b>	<b>-46,0%</b>
davon Wärme	1.147	359	-68,7%
davon Strom	942	770	-18,2%

### 3.1.5 Zusammenfassung der Potenziale zur Energieeinsparung

Die im Vorfeld beschriebenen Potenziale können den Energieverbrauch von 47.150 MWh auf 35.674 MWh in den Bereichen Wärme und Strom senken. Es können rund 24 % des stationären Energiebedarfes bis 2045 reduziert werden. Eine Zusammenfassung der möglichen Einsparpotenziale in den unterschiedlichen Verbrauchssektoren zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 3-5: Zusammenfassung der Energieeinsparpotenziale

Energieeinsparungen	IST-Verbrauch [MWh]	SOLL-Verbrauch 2045 [MWh]	Veränderung IST vs. SOLL [%]
<b>Private Haushalte</b>	<b>35.319</b>	<b>28.304</b>	<b>-19,9%</b>
davon Wärme	31.209	24.130	-22,7%
davon Strom	4.110	4.174	1,6%
<b>GHD</b>	<b>9.741</b>	<b>6.241</b>	<b>-35,9%</b>
davon Wärme	7.221	4.403	-39,0%
davon Strom	2.520	1.838	-27,0%
<b>Liegenschaften</b>	<b>2.089</b>	<b>1.129</b>	<b>-46,0%</b>
davon Wärme	1.147	359	-68,7%
davon Strom	942	770	-18,2%
<b>Gesamt</b>	<b>47.150</b>	<b>35.674</b>	<b>-24,3%</b>
davon Wärme	39.577	28.891	-27,0%
davon Strom	7.573	6.783	-10,4%

Diese Ergebnisse stellen neben der Potenzialanalyse zu erneuerbaren Energien die wesentliche Basis für die Berechnung der künftigen Energieszenarien für das Quartier dar. Grundsätzlich ist die Darstellung der Effizienz- und Einsparpotenziale jedoch als ein mögliches Szenario zu verstehen und nicht als Prognose.

### 3.2 Erneuerbare Energien

Bei der Potenzialanalyse erneuerbarer Energien werden die technisch und wirtschaftlich umsetzbaren Potenziale für den Ersatz fossiler Energieträger durch den Ausbau von Anlagentechnik mit erneuerbarer Energie ermittelt. Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten im Quartier beschränkt sich die Potenzialanalyse auf die Bereiche Photovoltaik und Solarthermie.

Potenziale in der Windkraft sind aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen innerhalb des Quartiers nicht zu verorten, die bisher kaum verbreiteten Kleinwindkraftanlagen werden aufgrund ihrer allgemein eher schlechten Wirtschaftlichkeit nicht näher untersucht. Auch im Bereich Wasserkraft ergibt sich kein relevantes Potenzial innerhalb des Quartiers. Eine auf den Analyseergebnissen basierende Erstellung von Referenz- und Klimaschutzszenarien zur Definition von Klimaschutzzielen erfolgt im Zuge der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung (Kapitel 3.6).



### 3.2.1 Solarenergie auf Dachflächen

Innerhalb des Quartiers stellt die Solarenergie ein relevanter erneuerbarer Energieträger dar. Es sollte daher ein primäres Anliegen sein, die Vielzahl ungenutzter Dachflächen langfristig zur Strom- und Warmegewinnung zu nutzen. Auch wenn der Großteil der Potenziale nicht im direkten Einfluss der Kommune stehen, so ist es ihre Aufgabe die Bürger bspw. durch gezielte Kampagnen zu informieren und zu sensibilisieren. Gerade die Dachflächen eigener Liegenschaften sollten aufgrund der Vorbildfunktion der Kommune, wo immer möglich und wirtschaftlich darstellbar, solarenergetisch genutzt werden. Für den Betrieb von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen ist u. a. das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) maßgeblich. Es wird seit seiner Einführung in unregelmäßigen Abständen novelliert und umfasst u. a. auch Regelungen zur Einspeisevergütung.

Der Betrieb einer Solarthermieanlage wirkt sich hingegen lediglich durch Einsparungen im Bereich der Wärmeerzeugung (Warmwasseraufbereitung bzw. Heizungsunterstützung) aus. Durch die Kombination von Solarthermie und effizienten förderfähigen Heizsystemen (z. B. Biomasseanlagen, EE-Hybridheizungen) lassen sich derzeit hohe Förderquoten auf die Gesamtmaßnahme durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG, vgl. Kapitel 10) erzielen.<sup>53</sup>

Die folgenden Analysen sollen die Frage beantworten, wie viel Strom und Wärme innerhalb des Quartiers durch Photovoltaik (PV) bzw. Solarthermie (ST) erzeugt werden kann und welcher Anteil des gesamten Strom- bzw. Wärmeverbrauchs gedeckt werden könnte.

### 3.2.2 Datengrundlage und Methodik Potenzialanalyse

Die Analyse der Solarenergiepotenziale umfasst sowohl Photovoltaik (PV) zur Stromgewinnung als auch Solarthermie (ST) zur Wärmenutzung. In dem angelegten Belegungsszenario wird eine gleichzeitige Nutzung beider Solarenergiearten betrachtet. Gebäudeumringe (abgeleitet aus dem 3D-Gebäudemodell LOD 2) und digitale Orthophotos (Luftbilder) dienen als Grundlage zur Berechnung der Solarpotenziale. Im gewählten Belegungsszenario wird vorrangig Photovoltaik (80% der geeigneten Dachflächen) betrachtet, da im Rahmen des Quartierskonzept die Errichtung eines Nahwärmenetzes priorisiert wird und einer dezentralen Wärmeerzeugung vorzuziehen ist. Dennoch bietet die Solarthermie im Einzelfall ein interessantes

---

<sup>53</sup> Vgl. (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2021)

Potenzial da die Sonnenenergie in solarthermischen Anlagen sehr effizient umgewandelt werden kann und regenerative Wärme generell schwerer zu erschließen ist als Strom. Daher wird angenommen, dass Solarthermische Kollektoren auf 20% der geeigneten Dachflächen installiert werden. Unter Berücksichtigung der natürlichen Ressourcen sollte es daher ein primäres Anliegen sein, die fossile Wärmeerzeugung stetig zu verringern. Zur Potenzialermittlung wurden, sofern dies auf Basis der vorhandenen Datengrundlage möglich war, folgende Einschätzungen vorgenommen:

- Gebäudenutzung/-funktion (Ableitung aus LOD2 Modell) sowie zugehörige Grundfläche.
- Eignung der Dachfläche (Dachform, Ausrichtung, Neigung, Einstrahlung und Verschattung)

### 3.2.3 Photovoltaik im Quartier

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Methode, Datengrundlage und der zuvor genannten Aspekte und Überlegungen, konnte schließlich folgendes Potenzial zum Ausbau von Photovoltaik auf Dachflächen im Quartier ermittelt werden:

Tabelle 3-6: Photovoltaik im Quartier

Photovoltaik - Dachflächen (PV und ST)		
Potenzial / Gebäudecluster	Installierbare Leistung (kW <sub>p</sub> ) <sup>1</sup>	Stromerträge (MWh/a) <sup>2</sup>
<b>Gesamtpotenzial</b>	<b>9.700</b>	<b>8.700</b>
Wohngebäude	6.800	6.100
Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe	1.100	1.000
Gebäude für öffentliche Zwecke	1.800	1.600
<b>Bestand<sup>3</sup></b>	<b>400</b>	<b>400</b>
<b>Ausbaupotenzial</b>	<b>9.300</b>	<b>8.300</b>

1) Annahme: 80% der identifizierten Potenzialfläche für PV, kristalline Module

2) Angenommener Stromertrag: 900 kWh/kW<sub>p</sub> \*a

3) Luftbilddauswertung (Annahme 80% PV-Anlagen, 20% ST)

Würden alle geeigneten Dachflächen innerhalb des Quartiers photovoltaisch genutzt, könnten insgesamt mit etwa 9.700 kW<sub>p</sub> installierter Leistung jährlich rund 8.700 MWh Strom produziert werden. Über alle geeigneten Flächen hinweg, wurde ein durchschnittlicher spezifischer Stromertrag von 896 kWh/kW<sub>p</sub> berücksichtigt. Folgende Abbildung zeigt das Gesamtpotenzial innerhalb des Quartiers.

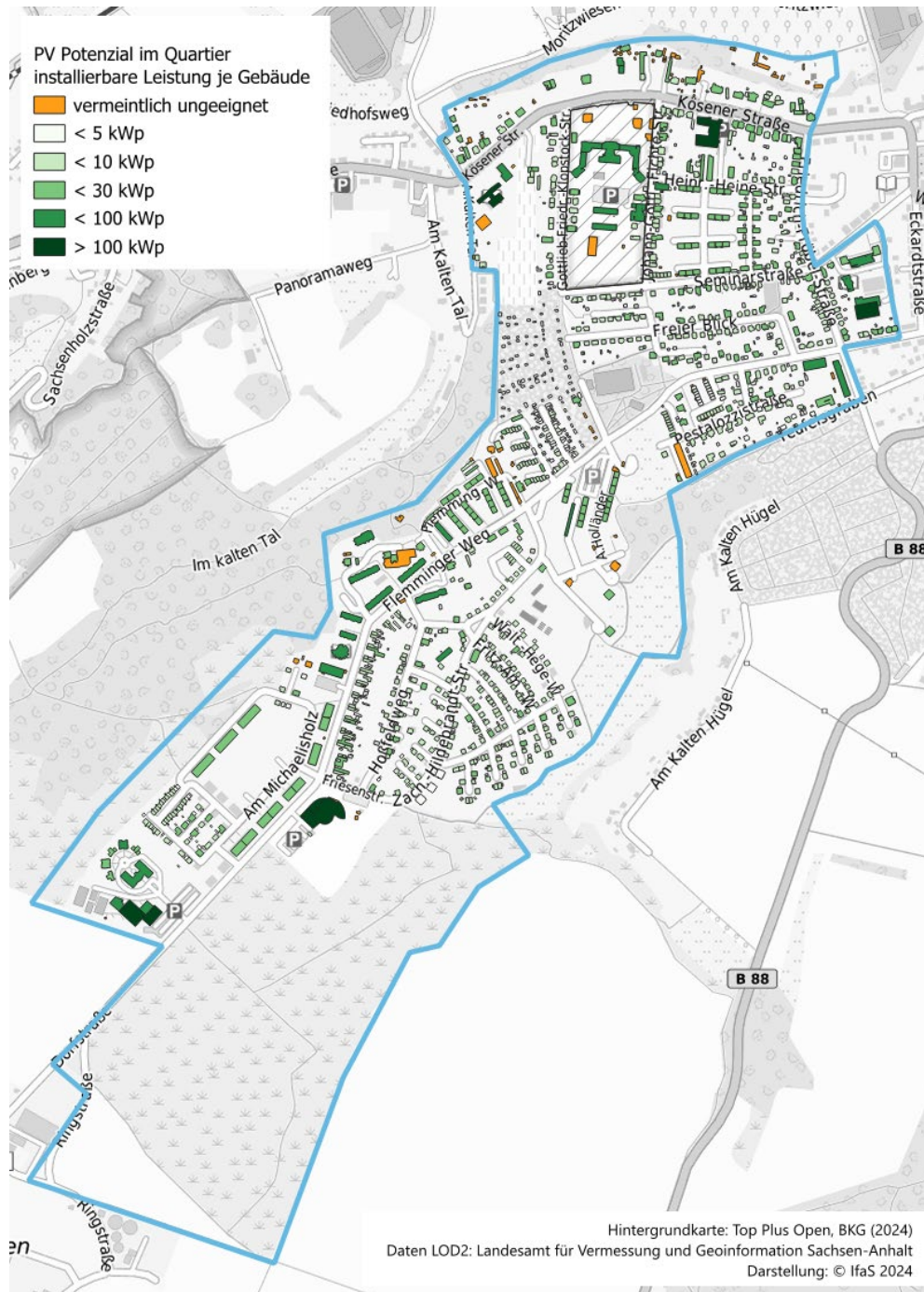


Abbildung 3-7: Mögliche Anlagenleistung pro Gebäude

Ausgehend von einem steigenden Strombedarf in den kommenden Jahren (Mobilität, Wärmebereitstellung) könnte bei einem entsprechenden Zubau innerhalb des Quartiers für eine relevante Eigenbedarfsdeckung sorgen.

### 3.2.4 Solarthermie im Quartier

Die Installation von Solarthermiekollektoren bietet sich überall an, wo ein konstanter Wärme- bzw. Warmwasserbedarf vorliegt. Bei entsprechender Auslegung kann die ST-Anlage (Solar-kollektoren und Pufferspeicher) in den Sommermonaten mindestens zur Deckung des Warmwasserbedarfs beitragen. In den Wintermonaten ist die Leistung am Wärmebedarf gering.

Bei einer reinen Warmwasseraufbereitung sollte die Kollektorfläche auf Basis des Warmwasserbedarfes ermittelt werden. Bei einer zusätzlichen Heizungsunterstützung sollte neben dem Warmwasserbedarf auch die benötigte Heizenergie über das Jahr sowie die Heizgewohnheiten analysiert werden. Die Installation von ST-Anlagen ist förderfähig im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG, vgl. Kapitel 10). Um von einer Förderung profitieren zu können, sind bestimmte Voraussetzungen nötig. Dazu gehört bspw. der Einsatz bestimmter zertifizierter Kollektoren mit Anforderungen an Ertrag und Wirkungsgrad. Förderberechtigt sind neben Kommunen, kommunalen Gebietskörperschaften und Zweckverbänden, auch gemeinnützige Organisationen, Privatpersonen sowie Unternehmen.

In der DIN 4757 ist außerdem geregelt, dass ein Solarkollektor rund die Hälfte der jährlichen Globalstrahlung in Wärme umwandeln muss. In der Praxis sollte ein jährlicher Mindestwert von 525 kWh/m<sup>2</sup> erreicht werden, was einem Heizöläquivalent von rund 53 l entspricht. In der Regel wird nicht die gesamte Wärmeenergie (direkt) genutzt und muss zunächst in einem Pufferspeicher vorgehalten werden. Neben der Auswahl der Kollektoren und der Dimensionierung der Kollektorfläche spielen besonders das Nutzerverhalten und die Größe des Pufferspeichers eine wichtige Rolle. Es konnte folgendes solarthermisches Potenzial ermittelt werden:

Tabelle 3-7: Solarthermie im Quartier

Solarthermie - Dachflächen (PV und ST)		
Potenzial / Gebäudecluster	Installierbare Kollektorfläche (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Wärmeerträge (MWh/a) <sup>2</sup>
<b>Gesamtpotenzial</b>	<b>12.800</b>	<b>5.200</b>
Wohngebäude	10.100	4.100
Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe	0	0
Gebäude für öffentliche Zwecke	2.700	1.100
<b>Bestand<sup>3</sup></b>	<b>600</b>	<b>210</b>
<b>Ausbaupotenzial</b>	<b>12.200</b>	<b>4.990</b>

1) Annahme: 20% der geeigneten Fläche für ST, Röhrenkollektoren

2) Angenommener Wärmeertrag 400 kWh/m<sup>2</sup>, Bestand 350 kWh/m<sup>2</sup>

3) Annahme 20% der identifizierten Anlagen

Bei der solarthermischen Nutzung aller geeigneten Dachflächen innerhalb des Quartiers könnte unter Berücksichtigung der zuvor dargestellten Abschläge und Einschränkungen, insgesamt eine Kollektorfläche von 12.800 m<sup>2</sup> (Typ Röhrenkollektor) installiert werden. Auf Basis der getroffenen Annahmen würde sich somit ein jährlicher Wärmeenergieertrag von 5.200 MWh/a ergeben, was somit einem Heizöläquivalent von 520.000 l entspricht.

### 3.2.5 Gegenüberstellung von PV- und ST-Potenzial

Im Rahmen der Analyse wurde das Belegungsszenario auf Basis der Gebäudenutzung festgelegt. In Abhängigkeit des tatsächlichen Bedarfs und der zur Verfügung stehenden Dachfläche kann es im Einzelfall zu Abweichungen kommen. Bei begrenzten Dachflächen und einem sowohl passenden Strom-, als auch einem Wärme- bzw. Warmwasserbedarf, käme auch die Nutzung von Hybridtechnologien in Frage, die an dieser Stelle jedoch nicht betrachtet werden. Die ermittelten Potenziale entsprechen etwa 116 % des aktuellen Stromverbrauchs sowie ca. 13 % des aktuellen Wärmeverbrauchs innerhalb des Quartiers, wobei sich die Auslegung der Solarthermiekollektoren an dieser Stelle im Wesentlichen auf die Brauchwassererwärmung bezieht.

Sowohl im Bereich Photovoltaik, als auch im Bereich Solarthermie sind noch große Potenziale offen, die es vor Ort umzusetzen gibt. Handlungsempfehlungen zu Kampagnen und der Überführung in ein Sanierungsmanagement sind im Maßnahmenkatalog aufgeführt. Wird zugunsten eines höheren PV-Potenzials auf die gleichzeitige Betrachtung des Solarthermie-Potenzials verzichtet (bspw. bei einer vollständigen Wärmenetzversorgung), resultiert ein um insgesamt rund 2.000 kW<sub>p</sub> höheres Potenzial.

Für Solarthermie-Anlagen kann es in der Praxis hinsichtlich verschiedener Überlegungen (u. a. Größe nutzbarer Dachfläche, aktuelles Brauchwassererwärmungs- bzw. Heizsystem, individueller Bedarfsprofile, Platzbedarf Haustechnik) sinnvoll sein, Kollektorfläche und Pufferspeicher größer auszulegen. Neben Wohneinheiten und insbesondere Mehrparteienhäusern bieten sich zur Installation einer großen Solarthermieanlage vor allem Kranken-, Pflege- und Altenheime sowie Kindergärten, Sportanlagen und Unternehmen mit Duschmodlichkeiten für Mitglieder und Mitarbeiter an. Im Bereich privater Haushalte ist die Auslegung zur reinen Trinkwarmwassererwärmung oft sinnvoller, da diese mit wesentlich kleinerer Kollektorfläche betrieben werden kann, das Wärmeangebot im Winter begrenzt ist und Überschusswärme im Sommer in den meisten Fällen kaum genutzt werden kann.



### **3.2.6 Windkraft**

Große Windkraftanlagen sind innerhalb des Quartiers aufgrund genehmigungsrechtlicher Einschränkungen nicht möglich. Auch sogenannte Kleinwindkraftanlagen wurden nicht berücksichtigt, da keine ausreichenden Windgeschwindigkeiten zu erwarten sind. Selbst bei höheren Windgeschwindigkeiten sind diese Anlagen nur in sehr seltenen Einzelfällen wirtschaftlich zu betreiben.

### **3.2.7 Wasserkraft**

Ein Neubau von Wasserkraftanlagen an Gewässern kann gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)<sup>54</sup> nur an bereits bestehenden Querverbauungen erfolgen. Die auf der Gemarkung Lahr liegenden kleineren Gewässer 3. Ordnung weisen keine nennenswerten Potenziale im Bereich Wasserkraft auf.

## **3.3 Straßenbeleuchtung**

Wie bereits in Kapitelabschnitt 2.3.5 beschrieben bestehen nur noch geringe Einsparpotenziale durch den Leuchtmitteltausch der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik, da der Großteil bereits umgestellt wurde. Nachfolgend werden dennoch verschiedene Empfehlungen dargestellt, wie die Nutzung der Straßenbeleuchtung effizient und umweltfreundlich erfolgen kann.

### **3.3.1 Abschalten von „überflüssiger“ Beleuchtung**

Es sollte geprüft werden, ob es weitere Straßen oder Plätze gibt, welche mit einer Verringerung der Lichtpunktzahl immer noch ausreichend ausgeleuchtet werden können. Ein weiterer Aspekt ist die Interpretation der Verkehrssicherungspflicht in Bezug auf die Straßenbeleuchtung. Es gibt keine direkte Vorgabe, eine Straßenbeleuchtung zu verwenden. Um aber vor rechtlichen Belangen gewahrt zu bleiben, sollten Gefahrenstellen nachts beleuchtet werden. Nachfolgende Grafik stellt diese Bereiche dar:

---

<sup>54</sup> Vgl. (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik)

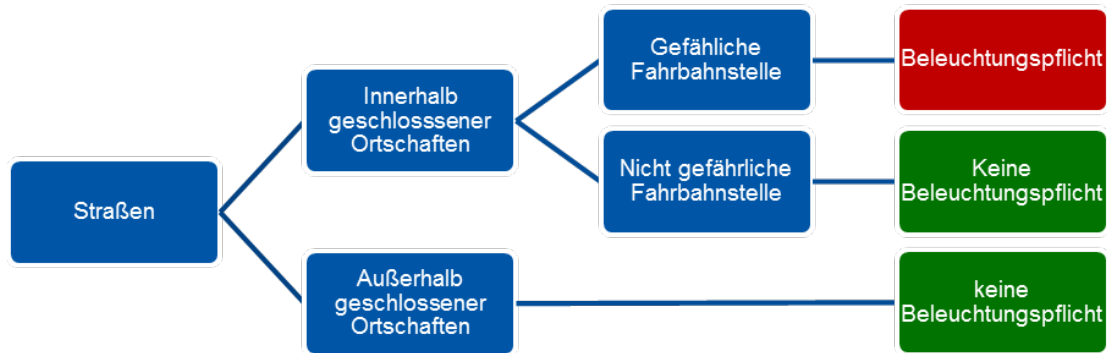


Abbildung 3-8: Zuteilung der Beleuchtungspflicht

Wenn eine Ausleuchtung vorgesehen ist, ist es weiterhin sinnvoll, die Beleuchtung nach den Vorgaben der DIN EN 13201 auszuführen, um die Kommune rechtlich abzusichern.

Des Weiteren kann durch eine Optimierung der Zeitintervalle für das Ein- bzw. Ausschalten sowie eventuelle Leistungsreduzierungen oder Nachtabschaltungen relativ kostengünstig eine Energieeinsparung realisiert werden. Hierfür müssten Reduzierintervallen in den Nachtstunden eingeführt oder verlängert werden.

### 3.3.2 Beleuchtung insekten- und vogelsicher machen

Insekten werden durch blaues (kaltes) Licht angezogen. Nach Schätzungen sollen allein in Deutschland durch die nächtliche Außen- und Straßenbeleuchtung jährlich 150 Billionen Insekten getötet werden. Die Straßenbeleuchtung mit einem hohen orange-rot-Anteil (warmes Licht) mindern den Insektenanflug erheblich, wie aus Abbildung 3-9 ersichtlich wird: Demnach ziehen warmweiße LED-Leuchten durchschnittlich lediglich ca. 20 % der Insekten an im Vergleich zu Quecksilberdampf-Hochdrucklampen.

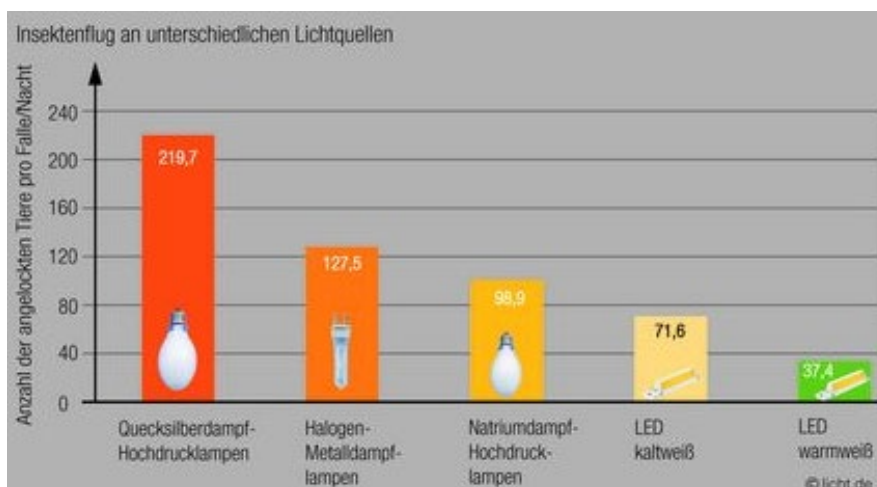


Abbildung 3-9: Insektenflug an unterschiedlichen Lichtquellen<sup>55</sup>

Auch Vögel werden von künstlichen Lichtquellen beeinträchtigt, da diese die Vögel irritieren oder anlocken und so zu Kollisionen mit Gebäuden etc. führen. Um dies zu verhindern, können zum Beispiel während der Kernzeit des Vogelzuges zu Werbezwecken illuminierte Gebäude teilweise abgeschaltet werden, wie beispielsweise beim Post Tower in Bonn.

Folgende Maßnahmen können zum Schutz der Vögel und Insekten in Bezug auf Beleuchtung umgesetzt werden:

- Lampenschirme sollten so konstruiert sein, dass das Licht nicht in alle Richtungen abstrahlt
- entlang von potenziellen Lebensräumen (Hecken, Feldrainen oder Flüssen) sollte die Beleuchtung so weit wie möglich reduziert werden
- es sollten geschlossene Gehäuse verwendet werden, damit Insekten nicht eindringen können und darin verenden
- die Beleuchtung sollte in wenig genutzten Bereichen nicht durchgängig eingeschaltet sein; Zeitschaltuhren und Bewegungsmelder können die Leuchtdauer oder die Beleuchtungsintensität steuern

### 3.3.3 Einsparpotenziale im Quartier

Wie in Abschnitt 2.3.5 beschrieben, war die Umrüstung der Straßenbeleuchtung im Quartier auf LED-Technik zum Projektstart bereits größtenteils abgeschlossen. Weitere Potenziale bestehen derzeit nicht.

<sup>55</sup> Quelle: <https://www.licht.de/de/trends-wissen/licht-und-umwelt/licht-und-insekten/> (aufgerufen 21.03.2018)

### 3.4 Mobilität

Basierend auf den Mobilitätsanalysen (vgl. Abschnitt 2.5) und einem Arbeitstreffen mit Mitarbeitenden der Stadt Naumburg im November 2023 werden im folgenden Abschnitt die erkannten Potenziale für das Quartier erörtert. Diese Potenziale hängen eng mit der Entwicklung von geeigneten Maßnahmen zusammen und betreffen Themenbereiche, die maßgeblich von den spezifischen Aktivitäten im Quartier beeinflusst werden können. Somit bilden sie die Grundlage für die Auswahl konkreter Mobilitätsmaßnahmen in diesem städtischen Gebiet.

#### 3.4.1 Infrastruktur für Kraftfahrzeuge

Angeichts der erwarteten steigenden Nachfrage nach öffentlich zugänglichen Lademöglichkeiten im Zuge des wachsenden Absatzes von Elektrofahrzeugen ergeben sich Notwendigkeiten zur Erweiterung der Elektroladeinfrastruktur. Für die Bewohnerinnen und Bewohner, insbesondere im Bereich der Mietwohnungen am Flemminger Weg stellt die Installation einer öffentlichen Ladeinfrastruktur (LIS) einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Elektromobilität und zur Verbesserung der Lebensqualität dar. Der potenzielle Standort an den Mietwohnungen sowie die Interessenabfrage ist mit der Wohnungsbaugesellschaft abzusprechen. Der Aufbau in der Nähe der Mietwohnungen könnte ggf. in Verbindung mit dem Bau von Solarcarports erfolgen, in Kombination mit kleinen Mobilitätsstationen und einem Car-Sharing-Angebot. Schnelllader sind aufgrund der Tatsache, dass viele Bewohner über Nacht aufladen, nicht nötig. Die Förderung der LIS-Nutzung erfolgt durch eine Informationsoffensive, z. B. über die Angebotsvermittlung und Sensibilisierung zu Umstiegchancen bei E-Fahrzeugen.

Ein Bedarf zum Ausbau der Straßenverkehrsinfrastruktur für Kraftfahrzeuge besteht nicht.

#### 3.4.2 Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)

Die ÖPNV-Anbindung des Quartiers weist mit der Linie 101 einen guten Anschluss an das Zentrum auf, dennoch ist die Nachfrage zur Nutzung des ÖPNV im Quartier von geringer Bedeutung. Zur Steigerung der Nutzung des bestehenden Angebots des ÖPNV ist es mittels Kommunikationsmaßnahmen bzw. Kampagnen möglich, die Bewohner auf die Angebote des ÖPNV aufmerksam zu machen mit dem Ziel, dessen Vorteile und Chancen zu vermitteln und die Nutzung des ÖPNV im Alltag zu integrieren.

#### 3.4.3 Infrastruktur für den Radverkehr

Das Quartier ist aufgrund der topografischen Lage teilweise geprägt von großen Höhenunterschieden, was für Herausforderungen hinsichtlich des Radverkehrs im Alltag sorgt und die

Erreichbarkeit der Ziele insbesondere entlang des Flemminger Weges in Richtung Südwesten mit Fahrrädern ohne elektrische Unterstützung erschwert. Die Ziele in Richtung des Zentrums sind jedoch grundsätzlich gut erreichbar und die Nutzung des Fahrrads ist in der Regel zeitlich kürzer als die Nutzung des öffentlichen Verkehrs.

Dennoch ist Potenzial zur Förderung der Alltagsmobilität (Fahrrad, Pedelec) durch den Ausbau der Radwegeinfrastruktur vorhanden. Im Austausch mit den Mitarbeitenden der Stadt wurden zwei mögliche Maßnahmen im Quartier identifiziert: Eine Maßnahme stellt die Schaffung einer „Nord-Süd-Achse“ im Quartier dar. In diesem Rahmen ist die Erschaffung eines Radweges vorgesehen, der zur bzw. an der Gotlieb-Friedrich-Klopstock-Straße in Nord-Süd-Richtung erbaut wird und somit die Durchquerung des Quartiers ohne Straßenverkehr ermöglicht (vgl. Abbildung 3-10). Weitere Details sind im Maßnahmenkatalog aufgeführt.



Abbildung 3-10: Radwegeinfrastruktur im Quartier Naumburg

Eine zweite Maßnahme sieht die Entstehung einer Fahrradstrecke/Radwegeverbindung zur Verbindung des Quartiers mit der Innenstadt vor. Diese beginnt ab der Zacharias-Hildebrand-



Straße in nordöstlicher Richtung außerhalb des Quartiers in Richtung Innenstadt. Dieser Radweg stellt eine Alternative zur Nutzung des Flemminger Wegs über die Hauptstraße dar.



Abbildung 3-11: Radwegeinfrastruktur im Quartier Naumburg

Eine Herausforderung zur Umsetzung der Maßnahmen besteht in der fehlenden Personalstelle innerhalb der Verkehrsplanung.

Neben den Maßnahmen zur Radwegeinfrastruktur sind Kommunikationsmaßnahmen sehr wichtig. Durch Informations- und Serviceangebote können Bewohner zur Nutzung der Alltagsmobilität (Fahrrad, Pedelec) motiviert werden. Eine Abstimmung der geplanten Maßnahmen mit dem ADFC wird empfohlen. Vorgesehene sind neue (geplante) Radwegeverbindungen sowie konkrete Empfehlungen für die Integration der neuen Radwege in das Schulumfeld. Darüber hinaus soll ein Mängelmelder zur Verfügung gestellt werden, in dem Radfahrende über eine Online-Plattform Defizite mitteilen können.

#### **3.4.4 Fußverkehr**

Potenziellen Zielpunkte sind im Quartier Naumburg (West) grundsätzlich gut zu Fuß erreichbar. Es bestehen jedoch Ausbaumöglichkeiten in der Fußweggestaltung abseits der vorhandene Straßenwegeführung. Diese Möglichkeiten ergeben sich im Zusammenhang mit den erarbeiteten Radwegausbaumaßnahmen, die in Abschnitt 3.4.3 beschrieben sind. Die beschriebene Maßnahme richtet sich hauptsächlich an Fahrradfahrer, jedoch ist die Wege-Mitbenutzung durch Fußgänger möglich. Dies trägt nicht nur zur Lebensqualität der Bewohner bei, sondern auch zur Gesundheit sowie zur Reduzierung von Umweltauswirkungen.

Eine weitere Maßnahme sieht die Verbesserung der Kommunikation zur Förderung des Fußverkehrs bei den Bewohnern des Quartiers vor, die durch Kampagnen und der Beteiligung an Mitmachaktionen gefördert werden kann. Mögliche Aktionen wie bspw. die Teilnahme an einem Aktionstag „Zu Fuß zur Schule“ im Schulumfeld reduzieren den Individualverkehr durch sogenannte „Elterntaxis“.

Ein attraktiver öffentlicher Raum und eine enge Zusammenarbeit zwischen Stadtplanung und Anwohnern sind ebenfalls entscheidend, um diese Potenziale optimal zu nutzen und die Fußgängerfreundlichkeit im Quartier zu erhöhen.

#### **3.4.5 Kommunalen Fuhrpark**

In der Stadt Naumburg ist ein kommunaler Fuhrpark vorhanden, jedoch ist die Umstellung auf einen elektrischen Antrieb bisher bei keinem der Fahrzeuge vorgesehen, da das Potenzial bzw. die Nachfrage danach nicht vorhanden sind. Eine geplante Maßnahme stellt allerdings die Prüfung des Fuhrparks hinsichtlich der Elektrifizierung des kommunalen Fuhrparks dar.

### **3.5 Grün-blaue Infrastruktur / Klimawandelfolgenanpassung**

Basierend auf der Ortsbegehung, einem Workshop (online) und der Auswertungen der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (Kapitel 2.6) werden im Folgenden Potenziale zum Ausbau der Blau-grünen Infrastruktur gegeben, um das Quartier gegen die Folgen des Klimawandels resilienter zu gestalten

### 3.5.1 Regenwassermanagement

Wie in Kapitel 2.6 beschrieben, führen Starkregenereignisse topografiebedingt zu Herausforderungen im Quartier. Dürreperioden, welche die Aufnahmefähigkeit des Bodens beeinflussen, in Kombination mit Starkregenereignissen werden in Zukunft häufiger auftreten. Um die daraus resultierenden Folgen abzumildern, sollte ein angepasstes Regenwassermanagement erarbeitet und eingeführt werden, um Wasser bei Starkregenereignissen ableiten und speichern zu können, damit es in Dürreperioden zur Verfügung steht. Die Vorteile eines Regenwassermanagements sind im Folgenden skizziert:

- **Grundwasseranreicherung:** Ein individuelles Regenwassermanagement hilft, Regenwasser in den Boden zu leiten und damit die Grundwasserreserven aufzufüllen, damit es in Dürreperioden zur Verfügung steht.
- **Reduzierung des Wasserverbrauchs:** Gesammeltes Regenwasser kann für die Bewässerung von Grünflächen oder für die Toilettenspülung genutzt werden, was den Verbrauch von Trinkwasserressourcen senkt.
- **Flexibilität bei Extremwetterereignissen:** Durch die Speicherung und das Management von Regenwasser kann flexibler auf extreme Wetterereignisse reagiert und die Resilienz gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels erhöht werden.

### 3.5.2 Vermeidung von Versiegelung bzw. Entsiegelung von Flächen

Um die Herausforderungen bei Starkregenereignissen weiter abzupuffern sollten in den betroffenen Gebieten (s. Kapitel 2.6) eine weitere Versiegelung vermieden werden. Außerdem sollte geprüft werden, ob versiegelte Flächen (bspw. diverse Parkplätze im Quartier) entsiegelt und so die Aufnahmefähigkeit des Bodens erhöht werden kann. Eine Kombination mit dem beschriebenen Regenwassermanagement im vorigen Kapitel ist ebenso sinnvoll. Im Folgenden wird das Potenzial einer Entsiegelung/Vermeidung von Versiegelung beschrieben.

- **Erhöhung der Versickerungsfähigkeit:** Durch die Entsiegelung von Flächen kann Regenwasser besser in den Boden eindringen, was zur Grundwasserneubildung beiträgt und das Risiko von Überschwemmungen reduziert.
- **Reduktion des Oberflächenabflusses:** Weniger versiegelte Flächen bedeuten, dass weniger Regenwasser als Oberflächenabfluss in die Kanalisation gelangt, was die Belastung der Abwassersysteme verringert und das Risiko von Überflutungen reduziert.
- **Förderung der Biodiversität:** Durch die Entsiegelung und die Schaffung von Grünflächen entstehen neue Lebensräume für Pflanzen und Tiere, was die Biodiversität erhöht.

- **Pufferfunktion bei Extremwetterereignissen:** Entsiegelte Flächen können bei Starkregenereignissen als Puffer fungieren, indem sie Wasser aufnehmen und langsam abgeben, was die Auswirkungen von Extremwetterereignissen abschwächt.

### 3.5.3 Begrünung und Verschattung öffentlicher Plätze und Wege

Eine Begrünung mit resilienten bzw. klimawandelangepassten Pflanzenarten trägt zur Verbesserung der Umweltbedingungen, zur Erhöhung der Lebensqualität und zur Klimawandelfolgenanpassung bei. Insbesondere an Hitzetagen bietet öffentliches Grün Abkühlung durch Verschattung und Verdunstung. Folgende Vorteile können durch eine erhöhte Durchgrünung erreicht werden:

- **Kühlung und Mikroklimaregulierung:** Bäume und Pflanzen tragen zur Kühlung der Umgebung bei, indem sie Schatten spenden und durch Verdunstung die Luftfeuchtigkeit erhöhen. Dies hilft, extreme Hitzeperioden erträglicher für die Bevölkerung zu machen.
- **Erholungsräume und Lebensqualität:** Grünflächen bieten wichtige Erholungsmöglichkeiten, fördern die physische und psychische Gesundheit der Bevölkerung und erhöhen die allgemeine Lebensqualität.
- **Förderung sozialer Interaktionen:** Parks, Sportplätze, Gemeinschaftsgärten und andere begrünte Bereiche bieten Orte für soziale Begegnungen und Aktivitäten, was den sozialen Zusammenhalt stärkt. Verstärkte Hitze und UV-Belastung gefährden diese öffentlichen Bereiche bei fehlender Verschattung.
- **Nachhaltige Entwicklung:** Begrünung und Verschattung fördern eine nachhaltige kommunale Entwicklung und tragen zur langfristigen ökologischen Stabilität bei.

Im Quartier sind öffentliche Plätze wie bspw. das Basketballfeld Birkenwäldchen und Schulhöfe vorhanden. Die Begrünung dieser und auch anderer Bereiche sollte unbedingt geprüft, erhalten und ggf. ausgeweitet werden. Insbesondere in Kombination bei der Gestaltung einer multifunktionalen Fläche oder einer Mobilitätsstation mit Aufenthalts-/Pausenbereich im Freien sollte auf ausreichend Schatten geachtet werden, um deren Nutzung sicherzustellen.

### 3.5.4 Multifunktionale Flächen in Kombination mit Retentionsbereichen

Multifunktionale Flächen sind Flächen, die sowohl als Grün- oder Parkfläche genutzt werden, wodurch sie als Erholungs- und Erlebnisort dienen, als auch Notwasserstauraum/Retentionsfläche für Überflutungen und Starkregenereignisse darstellen. Teile eines Schwammstadt-

Konzepts können so, mit dem Objekt- und Bevölkerungsschutz sowie der Förderung der Biodiversität (bei entsprechender Pflanzenauswahl) verbunden werden.

Bei einer Gestaltung als reine Grünfläche, beispielsweise ausgestattet mit Spielgeräten und Aufenthaltsmöglichkeiten oder der Einrichtung eines Gemeinschaftsgartens, wäre es möglich die Fläche vollständig entsiegelt zu bewahren, um die Versickerung bei Starkregen zu maximieren. Zusätzlich können im Rahmen der Renaturierung naturnahe Strukturen wie Totholz, Steinhaufen oder Blühwiesen integriert werden, um Lebensräume für verschiedene Arten zu schaffen. In Kombination mit einer angepassten Bepflanzung, kann so ein Beitrag zur Steigerung/zum Erhalt der Biodiversität erreicht werden. Anlagen zum Regenwasserrückhalt oder zur Niederschlagswasserretention (wenn integriert) können durch Einsaat oder Staudenpflanzung artenreich begrünt werden. Dies steigert nicht nur den ökologischen Wert der Fläche, sondern verbessert auch noch die Versickerungsleistung und das Kleinklima auf den angrenzenden Flächen. In Kooperation mit Schulen und/oder Kindergärten bietet sich darüber hinaus die Möglichkeit einer Kooperation und der Entwicklung/Installation eines Lehrpfades zur lokalen Flora und Fauna sowie zu den Themen natürlicher Klimaschutz und Klimawandel. So kann eine multifunktionale Fläche, je nach Gestaltung, diverse Vorteile bieten:

- Steigerung der Erholung und der Lebensqualität für Anwohner und Schüler durch die Schaffung einer klimawandelangepassten Freizeitfläche
- Ästhetische Aufwertung der Fläche
- Reduzierung des Risikos von Überflutungen durch Notwasserstauraum/Retentionsbereiche
- Steigerung der Biodiversität auf der Fläche und Beitrag zum Natürlichen Klimaschutz
- Lehr- und Lernort zu den Themen Biodiversität, natürlicher Klimaschutz, natur-basierte Lösungen und Klimawandel

Insbesondere die Renaturierung trägt maßgeblich zur ökologischen Gesundheit im Quartier und zum Wohlbefinden der Gemeinschaft bei. Sie fördert die Biodiversität, verbessert die Wasserqualität, bietet Erholungsmöglichkeiten und kann wirtschaftliche Vorteile durch Touristen bringen. Der Bereich zentral im Quartier mit Basketballfeld, Fußballplatz und Spielplatz *Birkenwäldchen* bietet Potenzial zur Regenwasserspeicherung und Gestaltung als Multifunktionale Fläche und Integration natürlicher Strukturen wie Blühflächen und Totholzinseln. In Zusammenarbeit mit den im Quartier ansässigen Schulen könnte darüber hinaus ein Lehrpfad über die örtliche Flora und Fauna gestaltet und ein lokaler Treffpunkt mit Mobilitätsstation gestaltet werden.



### 3.5.5 Modellprojekt: Agri-Photovoltaik-Anlage für den Winzerhof Gussek

Der Klimawandel stellt den Weinbau vor zunehmende Herausforderungen. Steigende Temperaturen, häufigere Trockenperioden, intensivere Sonneneinstrahlung und Extremwetterereignisse wie Starkregen oder Hagel können die Erträge und die Qualität der Trauben (in Abhängigkeit von der angebauten Rebsorte) beeinträchtigen. In diesem Kontext bietet die Agri-Photovoltaik (Agri-PV) eine vielversprechende Lösung, da sie die Stromerzeugung mit dem Schutz und der Optimierung der Weinproduktion kombiniert. Folgende Vorteile kann eine Agri-Photovoltaik-Anlage bieten:

**Schutz der Weinreben vor Klimarisiken:** Durch die Überdachung oder gezielte Platzierung von Solarmodulen in oder über den Rebzeilen können verschiedene klimatische Herausforderungen gezielt abgemildert werden:

- Verminderung von Hitzestress: Die Module spenden Schatten und reduzieren dadurch die Temperatur im Weinberg. Dies kann verhindern, dass Trauben durch übermäßige Hitze verbrennen oder zu früh reifen, was sich negativ auf die Qualität des Weins auswirken könnte.
- Geringere Wasserverdunstung: Durch den teilweisen Schattenwurf der Solarmodule verdunstet weniger Wasser aus dem Boden. Dies ist besonders vorteilhaft in Regionen mit zunehmender Trockenheit, da weniger Bewässerung notwendig ist und die Bodenfeuchtigkeit länger erhalten bleibt.
- Schutz vor Extremwetter: Agri-PV-Anlagen können als eine Art Schutzdach wirken und die Reben vor Hagelschlag, Starkregen oder sogar Frost schützen. Dies kann Ernteverluste reduzieren und die Planbarkeit für Winzer verbessern.

**Verbesserte Qualität der Trauben und Anpassung des Mikroklimas:** Die Beschattung durch die Agri-PV-Anlage kann helfen, die Reifeprozesse der Trauben besser zu steuern. Gerade in heißen Sommern können Winzer davon profitieren, dass die Trauben langsamer reifen und nicht übermäßig viel Zucker (und damit Alkohol) entwickeln.

**Energieerzeugung und wirtschaftlicher Mehrwert für Winzer:** Neben den agronomischen Vorteilen kann eine Agri-PV-Anlage eine nachhaltige Einkommensquelle für Winzer schaffen.

- Eigenverbrauch und Netzspeisung: Die erzeugte Solarenergie kann direkt für den Betrieb des Weinguts genutzt werden, z. B. für Bewässerungssysteme, Kellereitechnik oder Kühlung. Überschüssige Energie kann ins Netz eingespeist werden.

- **Reduzierte Energiekosten:** Durch den Eigenverbrauch von Solarstrom können Winzer ihre Stromkosten deutlich senken, insbesondere angesichts steigender Energiepreise.

**Beitrag zur Steigerung der Biodiversität:** Verschiedene Studien legen nahe, dass Agri-PV die Biodiversität in der Landwirtschaft fördern. Diese zeigen, dass Solarparks eine höhere Artenvielfalt bei Vögeln, Amphibien und Reptilien begünstigen. Unter den Anlagen bleibt der Boden im Winter oft schneefrei, wodurch sich Nahrungs- und Rückzugsräume für Tiere verbessern. Zudem nutzen einige Vogelarten die Stützstrukturen der Solarmodule als Nistplätze.<sup>56</sup>

Vor dem Hintergrund der Anpassung an die Folgen des Klimawandels wird empfohlen, mit dem Winzerhof Gussek in Kontakt zu treten und die Betroffenheit der angebauten Rebsorten durch den Klimawandel zu eruieren und Möglichkeiten eines Modellprojektes abzustimmen.

### 3.5.6 „Klimaresilientes Neubaugebiet“ (Kommunale Dienstleistungen)

Im Rahmen der Steuerungsgruppentreffen sowie der Quartiersbegehung wurde darauf hingewiesen, dass die kommunalen Dienstleistungen umziehen und die derzeit dafür genutzte Fläche im Quartier als Neubaugebiet ausgeschrieben werden soll. Im Kontext des Klimaschutzes und der Klimafolgenanpassung sollte darüber nachgedacht werden, dieses als „klimaresilientes Neubaugebiet“ auszuschreiben und zu gestalten. Abhängig der spezifischen Gegebenheiten und der Fachplanung könnten diverse Potenziale erschlossen werden.

**Effizienz und erneuerbare Energien:** Ein klimaresilientes Neubaugebiet sollte auf eine klimafreundliche Energieversorgung setzen, um langfristig niedrige CO<sub>2</sub>-Emissionen und geringe Energiekosten für die Bewohner zu gewährleisten. Eine energieeffiziente Bauweise zur Reduzierung verringert den Energiebedarf des Quartiers. Der Einsatz von Photovoltaik-Anlagen in Kombination mit Gründächern bietet Vorteile für Effizienz und Solarertrag. Der Anschluss an das vorhandene Fernwärmenetz kann überdies Baustein einer regenerativen Wärmeversorgung darstellen. Durch diese Maßnahmen können langfristig Energiekosten für die Bewohner gesenkt, die lokale Wertschöpfung gestärkt und eine Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern erreicht werden.

---

<sup>56</sup> (AgroSolar Europe GmbH, 2024)

**Anpassung an Extremwetterereignisse durch klimaangepasste Bauweise:** Die Folgen des Klimawandels, wie zunehmende Hitzewellen und Starkregenereignisse, erfordern eine gezielte klimawandelangepasste Bauweise. Wichtige Potenziale sind:

- Hitzeminderung durch helle Fassaden und Dachbegrünung, um Überhitzung im Sommer zu vermeiden.
- Verschattungsmaßnahmen durch begrünte Fassaden, Pergolen oder Photovoltaik-Überdachungen für eine verbesserte Aufenthaltsqualität.
- Ggf. Anpassung der Bebauungsstruktur, um eine natürliche Durchlüftung des Quartiers zu ermöglichen.
- Ggf. Bau von Hochparterre-Gebäuden zur Vermeidung von Schäden durch Starkregen und Hochwasserereignisse.

**Nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Regenwassermanagement:** Ein klimaresilientes Neubaugebiet muss besonders auf eine effiziente Wasserbewirtschaftung achten, um Starkregen zu managen und eine lokale Wasserspeicherung zu fördern. Folgende Maßnahmen können Bestandteile darstellen:

- Anpassung des Regenwassermanagements durch dezentrale Versickerungsanlagen und Mulden-Rigolen-Systeme, um Überschwemmungen zu vermeiden.
- Nutzung von Zisternen und Grauwassersysteme zur Wasserrückhaltung und Bewässerung von Grünanlagen oder zur Nutzung in Toiletten.
- Vermeidung von Bodenversiegelung durch wasserdurchlässige Beläge für Gehwege und Stellplätze.
- Gestaltung von Regenwasserauffangsystemen als Teil des Quartiersdesigns (z. B. begrünte Wasserflächen, Teiche oder temporäre Flutmulden).

**Grüne Infrastruktur für ein besseres Mikroklima:** Die Integration einer grünen Infrastruktur kann das Mikroklima des Neubaugebiets verbessern und zur Biodiversität beitragen. Dazu gehören:

- Straßen- und Dachbegrünungen zur Kühlung des Stadtteils und zur Reduktion von Hitzestress.
- Begrünte Plätze und Gemeinschaftsgärten für eine hohe Aufenthaltsqualität und zur Förderung sozialer Begegnungen.
- Erhalt oder Neupflanzung von großkronigen Bäumen für natürliche Verschattung.

- Wildblumenwiesen und naturnahe Grünflächen zur Förderung der Artenvielfalt.

Ein hoher Grünanteil verbessert nicht nur die Lebensqualität, sondern trägt auch zur Luftreinhaltung und Hitzeminderung bei.

Die Stadt Naumburg könnte mit der Neuentwicklung des Gebiets eine Vorreiterrolle in der nachhaltigen Stadtentwicklung einnehmen. Durch eine vorausschauende Planung mit erneuerbaren Energien, grüner Infrastruktur, klimaangepasster Bauweise, nachhaltiger Mobilität (bspw. Kombination mit Mobilitätsstationen / guter Anbindung an den ÖPNV) und einer partizipativen Einbindung der Bürger kann ein Quartier geschaffen werden, das nicht nur ökologisch nachhaltig ist, sondern auch eine hohe Lebensqualität bietet. Ein klimaresilientes Neubaugebiet erhöht die Anziehungskraft der Stadt für neue Bewohner, kann als Modellprojekt für nachhaltige Stadtentwicklung dienen und trägt langfristig zur Klimaneutralität und Lebensqualität in Naumburg bei.

### **3.5.7 Gebäudebegrünung der Albert-Schweitzer-Schule**

Für die Albert-Schweitzer-Schule wird voraussichtlich ein Umnutzungskonzept erstellt, da ein Teil der Klassen in ein anderes Gebäude umziehen. Im Falle einer Weiternutzung und eines Umbaus/Sanierung sollte eine klimaangepasste Gebäudebegrünung in Betracht gezogen werden. Eine Fassaden- und Dachbegrünung bietet zahlreiche Vorteile im Kontext des Klimawandels und trägt wesentlich zur Anpassung an steigende Temperaturen, zunehmende Wetterextreme und zur Verbesserung des Mikroklimas bei. Besonders in dicht bebauten Gebieten, in denen sich Gebäude und versiegelte Flächen stark aufheizen, kann eine Begrünung helfen, das Mikroklima positiv zu beeinflussen.

Ein entscheidender Vorteil ist die Reduzierung der Hitzeentwicklung. Begrünte Dächer und Fassaden reflektieren weniger Sonnenstrahlung als herkömmliche Beton- oder Asphaltflächen und sorgen durch die Verdunstung des gespeicherten Wassers für eine natürliche Kühlung der Umgebung. Dies verbessert nicht nur das Wohlbefinden in den Klassenzimmern, sondern trägt auch zur Senkung des Energieverbrauchs bei, da Klimaanlage weniger oder gar nicht benötigt werden. Besonders während Hitzewellen bietet eine begrünte Schule ein angenehmeres und gesünderes Lernumfeld für Schülerinnen, Schüler und Lehrkräfte.

Darüber hinaus spielt die Begrünung eine wichtige Rolle im Wassermanagement. Während Starkregenereignisse durch den Klimawandel zunehmen, können begrünte Dächer das Regenwasser aufnehmen, zwischenspeichern und zeitverzögert wieder abgeben. Dadurch wird

die Kanalisation entlastet und das Risiko von Überschwemmungen auf dem Schulgelände reduziert. Zusätzlich trägt die Begrünung zur Luftreinigung bei, indem sie Feinstaub und Schadstoffe aus der Luft filtert, was insbesondere in städtischen Gebieten mit hoher Verkehrsbelastung vorteilhaft ist.

Neben den klimatischen und ökologischen Vorteilen bietet die Fassaden- und Dachbegrünung auch pädagogische Potenziale. Sie kann als „grünes Klassenzimmer“ genutzt werden, in welchem Schülerinnen und Schüler praxisnah den Umgang mit Natur und Ökosystemen erleben können. Zudem fördert eine naturnahe Umgebung das Wohlbefinden und die Konzentrationsfähigkeit der Lernenden.

Langfristig steigert eine Begrünung auch die Langlebigkeit des Schulgebäudes, da sie die Fassade und das Dach vor direkter UV-Strahlung und Temperaturschwankungen schützt, was die Materialalterung verlangsamt. Nicht zuletzt kann eine begrünte Schule als Vorbild für nachhaltiges Bauen dienen und einen wertvollen Beitrag zur Sensibilisierung für Klimaschutz und Umweltbewusstsein leisten.

### 3.6 Energie- und Treibhausgasbilanz – Startbilanz

Um Klimaschutzziele innerhalb eines Betrachtungsraumes quantifizieren zu können, ist es unerlässlich, die Energieversorgung, den Energieverbrauch sowie die unterschiedlichen Energieträger zu bestimmen. Die Analyse bedarf der Berücksichtigung einer fundierten Datengrundlage und muss sich darüber hinaus statistischer Berechnungen<sup>57</sup> bedienen, da derzeit keine vollständige Erfassung der Verbrauchsdaten für das Quartier Naumburg vorliegt.

Die Betrachtung der Energiemengen bezieht sich im Rahmen des Konzeptes auf die Form der Endenergie (z. B. Heizöl, Holzpellets, Strom). Die verwendeten Emissionsfaktoren beziehen sich auf die relevanten Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sowie N<sub>2</sub>O und werden als CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sup>58</sup> (CO<sub>2</sub>e) ausgewiesen. Die Faktoren stammen aus dem **G**lobalen **E**missions-**M**odell **i**ntegrierter **S**ysteme (GEMIS) in der Version 5.0.<sup>59</sup> Sie beziehen sich ebenfalls auf den Endenergieverbrauch und berücksichtigen dabei auch die Vorketten, wie z. B. vorgegliederte Prozesse aus der Anlagenproduktion, die Förderung der Rohstoffe, Transport oder Brennstoffbereitstellung

---

<sup>57</sup> An dieser Stelle erfolgen insbesondere die Berechnungen für die Verbräuche der nicht leitungsgebundenen Energieträger im Wärmebereich über entsprechende Kennwerte, da auf keine Primärdatensätze zurückgegriffen werden kann.

<sup>58</sup> N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> wurden in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Vgl. IPCC (2007), S. 36.

<sup>59</sup> Vgl. Fritsche / Rausch (2014).



(LCA-Ansatz). Das vorliegende Konzept bezieht sich im Wesentlichen systematisch auf das Gebiet des Quartiers Naumburg. Dementsprechend ist die Energie- und Treibhausgasbilanzierung nach der Methodik einer „endenergiebasierten Territorialbilanz“ aufgebaut, welche im Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ für die Erstellung von Klimaschutzkonzepten nahegelegt wird.<sup>60</sup>

Im Folgenden werden sowohl die Gesamtenergieverbräuche als auch die derzeitigen Energieversorgungsstrukturen des Quartiers Naumburg im IST-Zustand analysiert. Abschnitt 3.7 wird dann die prognostizierte Entwicklung bis zum Zieljahr 2045 beschrieben.

### **3.6.1 Analyse des Gesamtenergieverbrauchs und der Energienutzung**

Mit dem Ziel, den Energieverbrauch und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen des Betrachtungsgebietes im IST-Zustand abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom und Wärme hinsichtlich ihrer Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen bewertet. Auf eine Bilanzierung des Verkehrssektors wurde aufgrund der Kleinteiligkeit des Untersuchungsgebietes in Abstimmung mit dem Auftraggeber verzichtet.

### **3.6.2 Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung**

Zur Ermittlung des Stromverbrauches des Betrachtungsgebietes wurden zunächst die zur Verfügung gestellten Daten des zuständigen Netzbetreibers<sup>61</sup> über die gelieferten und durchgeleiteten Strommengen an private und kommunale Abnehmer herangezogen. Darüber hinaus lagen reale Verbrauchsdaten für die kommunalen Liegenschaften im Quartier vor, die über eine Abfrage ermittelt wurden. Die aktuellen vorliegenden Verbrauchsdaten gehen auf das Jahr 2021 zurück und ergeben für das Betrachtungsgebiet einen Gesamtstromverbrauch von rund 7.570 MWh/a.

Mit einem jährlichen Verbrauch von ca. 4.110 MWh weist die Verbrauchsgruppe der Privaten Haushalte den höchsten Stromverbrauch im Quartier auf. Für den Sektor Industrie & GHD werden jährlich rund 2.520 MWh benötigt. Die kommunalen Liegenschaften haben mit rund 940 MWh den geringsten Verbrauch. Heute werden bilanziell betrachtet ca. 42 % des Gesamt-

---

<sup>60</sup> Der Klimaschutzleitfaden spricht Empfehlungen zur Bilanzierungsmethodik im Rahmen von Klimaschutzkonzepten aus. Das IfaS schließt sich im vorliegenden Fall dieser Methodik an, da die Empfehlungen des Praxisleitfadens unter anderem durch das Umweltbundesamt (UBA) sowie das Forschungszentrum Jülich GmbH (PTJ) fachlich unterstützt wurden.

<sup>61</sup> Im Betrachtungsgebiet ist der zuständige Netzbetreiber die Westenergie AG.

stromverbrauches des Betrachtungsgebietes aus erneuerbarer Stromproduktion gedeckt. Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion bereits über dem Bundesdurchschnitt von 41,5 %<sup>62</sup> im Jahr 2021. Die lokale Stromproduktion beruht dabei auf der Nutzung von Photovoltaikanlagen und Biogas BHKW. Die folgende Abbildung zeigt den derzeitigen Beitrag der erneuerbaren Energien im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch auf:

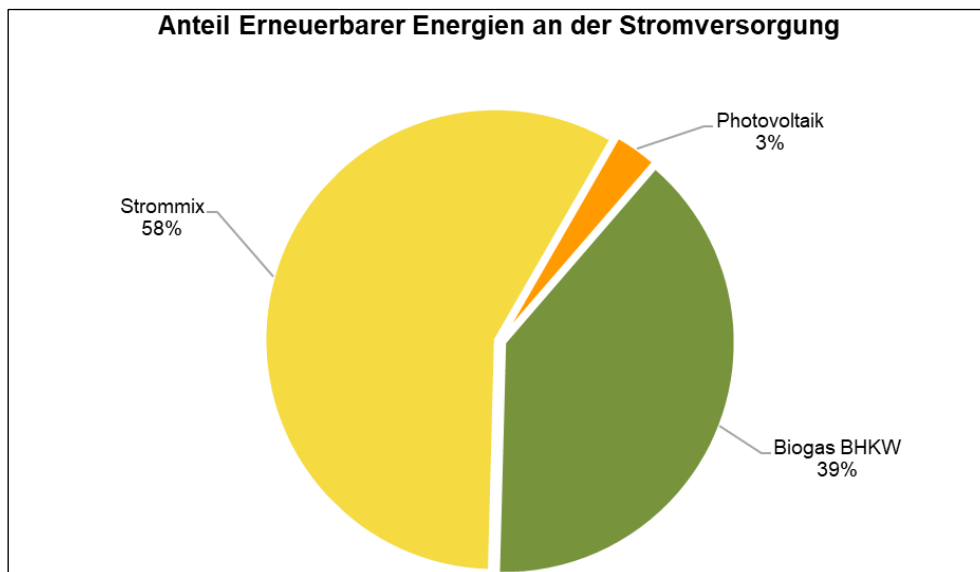


Abbildung 3-12: Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung

### 3.6.3 Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung

Die Ermittlung des Gesamtwärmebedarfes des Betrachtungsgebietes stellt sich im Vergleich zur Stromverbrauchsanalyse deutlich schwieriger dar. In der Gesamtbetrachtung kann aufgrund einer komplexen und zum Teil nicht leitungsgebundenen Versorgungsstruktur, lediglich eine Annäherung an tatsächliche Verbrauchswerte erfolgen. Zur Ermittlung des Wärmebedarfes wurden im privaten Wohngebäudebestand verschiedene Statistiken bzw. Zensus-Daten ausgewertet und in die Berechnungen mit einbezogen. Für die kommunalen Liegenschaften lagen im Wärmebereich ebenfalls die realen Verbrauchsdaten vor.

Des Weiteren wurden die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gelieferten Daten über geförderte innovative Erneuerbare-Energien-Anlagen (Solarthermie-

<sup>62</sup> Vgl. BMWK, Erneuerbare Energien 2021 (2022), S. 3

Anlagen<sup>63</sup>, Bioenergieanlagen<sup>64</sup>, Wärmepumpen<sup>65</sup>) bis zum Jahr 2021 herangezogen. Insgesamt konnte für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamtwärmeverbrauch von rund 40.900 MWh ermittelt werden.<sup>66</sup>

Mit einem jährlichen Anteil von 76 % (31.280 MWh) des Gesamtwärmeverbrauches, stellen die Privaten Haushalte den größten Wärmeverbraucher des Betrachtungsgebietes dar. Der Sektor Industrie & GHD hat einen Anteil von rund 18 % (7.220 MWh). Die kommunalen Liegenschaften weisen den geringsten Wärmeverbrauch mit rund 1.150 MWh auf.

Derzeit können ca. 10 % des Gesamtwärmeverbrauches über erneuerbare Energieträger abgedeckt werden. Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung unter dem Bundesdurchschnitt, der 2021 bei 16,5 %<sup>67</sup> lag. Im Quartier Naumburg West beinhaltet die Wärmeproduktion aus erneuerbaren Energieträgern vor allem die Verwendung von Biomasse-Festbrennstoffen, Wärmepumpen und solarthermischen Anlagen. Die Darstellung verdeutlicht, dass die Wärmeversorgung aktuell überwiegend auf fossilen Energieträgern basiert.

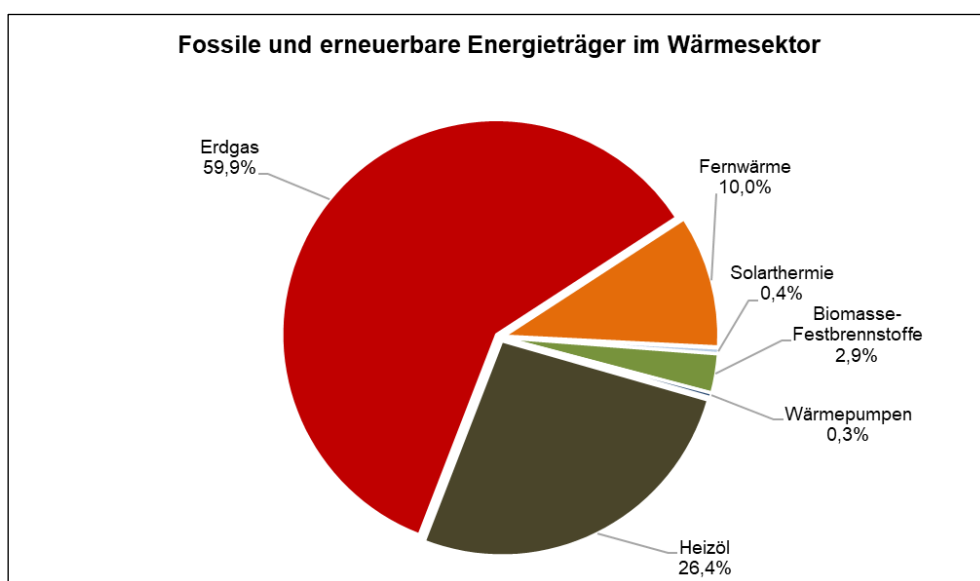


Abbildung 3-13: Übersicht der Wärmeerzeuger im Quartier Naumburg

<sup>63</sup> Vgl. Webseite Solaratlas.

<sup>64</sup> Vgl. Webseite Biomasseatlas.

<sup>65</sup> Vgl. Statistisches Landesamt RLP (o.J.).

<sup>66</sup> Der Gesamtwärmeverbrauch setzt sich aus folgenden Punkten zusammen: Angaben des Netzbetreibers zum Verbrauch leitungsgebundener Energieträger, Hochrechnung des Wärmeverbrauches im privaten Wohngebäudektor, Angaben der Verwaltung zu Städtigen Liegenschaften, Berechnung des Wärmeverbrauches der Verbrauchergruppe Industrie & GHD über flächenspezifische Kennwerte, Auswertung der BAFA-Daten über geförderte EE-Anlagen.

<sup>67</sup> Vgl. BMWK, Erneuerbare Energien 2021 (2022), S. 5.

### 3.6.4 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch

Der stationäre Gesamtenergieverbrauch bildet sich aus der Summe der zuvor beschriebenen Teilbereiche und beträgt im abgeleiteten IST-Zustand ca. 48.400 MWh/a. Der Anteil der erneuerbaren Energien am stationären Verbrauch liegt im Betrachtungsgebiet bei rund 15 %.

Die zusammengefügte Darstellung der Energieverbräuche nach Verbrauchergруппen lässt erste Rückschlüsse über die dringlichsten Handlungssektoren zu. Das derzeitige Versorgungssystem ist vor allem im Wärmebereich deutlich durch den Einsatz fossiler Energieträger geprägt. Für die regenerativen Energieträger ergibt sich demnach ein großer Ausbaubedarf. Des Weiteren lässt sich ableiten, dass die kommunalen Liegenschaften des Betrachtungsgebietes aus energetischer Sicht nur in geringem Maße zur Bilanzoptimierung beitragen können. Dennoch wird die Optimierung dieses Bereiches – insbesondere in Hinblick auf die Vorbildfunktion gegenüber den weiteren Verbrauchergруппen – als besonders notwendig erachtet.

Den größten Energieverbrauch mit ca. 35.320 MWh/a verursachen die privaten Haushalte. Folglich entsteht hier auch der größte Handlungsbedarf, welcher sich vor allem im Einsparpotenzial der fossilen Wärmeversorgung widerspiegelt. Zweitgrößte Verbrauchergруппe ist der Sektor Industrie & GHD mit einem Energieverbrauch von ca. 9.740 MWh/a. Die kommunalen Liegenschaften stellen mit rund 2.090 MWh/a die kleinste Verbrauchergруппe dar. Die nachfolgende Grafik gibt einen Gesamtüberblick über die derzeitigen Energieverbräuche, unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchergруппen:

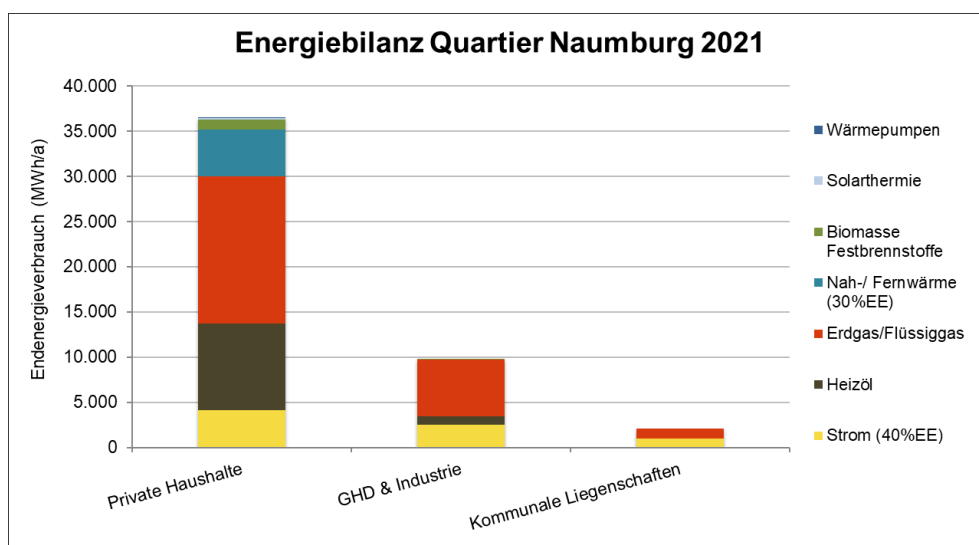


Abbildung 3-14: Energiebilanz des Quartiers Naumburg nach Energieträgern und Verbrauchssektoren

### 3.6.5 Treibhausgasemissionen

Ziel der Treibhausgasbilanzierung auf kommunaler Ebene ist es, spezifische Referenzwerte für zukünftige Emissionsminderungsprogramme zu erheben. In der vorliegenden Bilanz werden, auf Grundlage der zuvor erläuterten Verbräuche, die territorialen Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>e) in den Bereichen Strom und Wärme quantifiziert. Die Emissionen des Strombereichs werden dabei zunächst über den Faktor des aktuellen Bundesstrommix bilanziert. Um jedoch darstellen zu können, inwieweit die lokale Energieversorgungsstruktur des Betrachtungsgebietes zum Klimaschutz beiträgt, erfolgt in einem nächsten Schritt die Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung über einen Emissionsfaktor, der den territorialen Strommix enthält. Im territorialen Strommix wird dabei berücksichtigt, welche lokalen Erzeugungsanlagen welchen Anteil am Gesamtstromverbrauch des Betrachtungsgebietes haben. Im Ergebnis wird die Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung ebenfalls in Relation zur Ist-Bilanz (Startbilanz) gesetzt, um die Einsparung der THG-Emissionen im Strombereich darzustellen. Die folgende Darstellung bietet einen Gesamtüberblick der relevanten Treibhausgasemissionen, welche für das Jahr 2021 (Startbilanz) errechnet wurden.

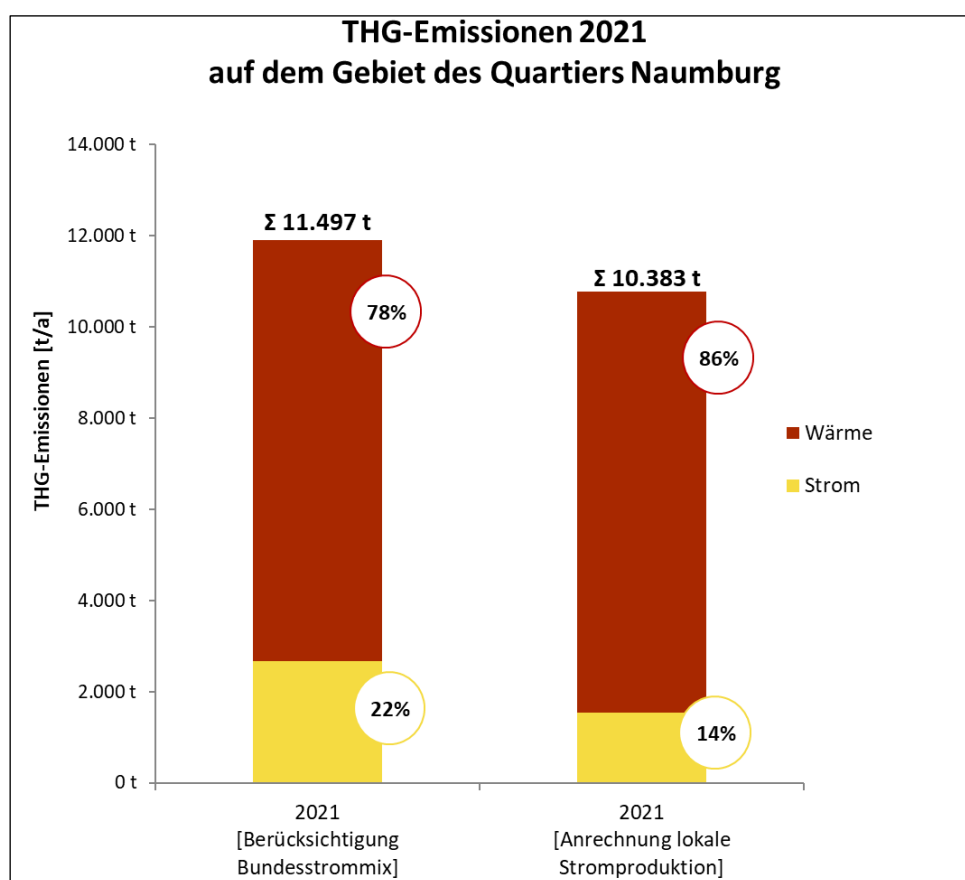


Abbildung 3-15: Treibhausgasemissionen des Quartiers Naumburg 2021



Für den ermittelten IST-Zustand wurden jährliche Emissionen in Höhe von etwa 11.497 t CO<sub>2</sub>e unter Berücksichtigung des Bundesstrommix kalkuliert. Bei Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung betragen die jährlichen Gesamtemissionen rund 10.383 t CO<sub>2</sub>e.

Insgesamt stellt der Wärmebereich den größten Verursacher der Treibhausgasemissionen dar und bietet einen Ansatzpunkt für Einsparungen, die im weiteren Verlauf des Konzeptes (insbesondere im Maßnahmenkatalog) erläutert werden.

### **3.7 Energie- und Treibhausgasbilanz – Szenario bis 2045**

Mit dem Ziel, ein auf den regionalen Potenzialen des Betrachtungsgebietes aufbauendes Szenario der zukünftigen Energieversorgung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2045 abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom und Wärme hinsichtlich ihrer Entwicklungsmöglichkeiten der Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen analysiert. Die zukünftige Strom- und Wärmebereitstellung wird auf der Grundlage ermittelter Energieeinsparpotenziale, Möglichkeiten der Effizienzsteigerung (v. a. über den Austausch der Anlagentechnik) sowie Potenziale regenerativer Energieerzeugung ermittelt.

Die Entwicklungsmöglichkeiten des Quartiers Naumburg hinsichtlich ihrer Strom- und Wärmeversorgung werden anhand von zwei Szenarien dargestellt, das „Vorreiterszenario“ und das „Realistische Szenario“.

#### **3.7.1 Vorreiterszenario**

Das Vorreiterszenario zeigt einen Entwicklungspfad bis zum Zieljahr 2045 auf und geht dabei von einem ambitionierten Ausbau der ermittelten Potenziale zur Erschließung der verfügbaren erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmebereich aus.

##### **3.7.1.1 Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2045**

Im Folgenden wird das Entwicklungsszenario zur regenerativen Stromversorgung kurz- (bis 2021, Basisjahr 2021), mittel- und langfristig (bis 2030, 2040 und bis 2045) auf Basis der in den Abschnitten 3.1 und 3.2 ermittelten Potenziale erläutert. Der sukzessive Ausbau der Potenziale „Erneuerbarer Energieträger“ erfolgt unter der Berücksichtigung nachstehender Annahmen:

Tabelle 3-8: Ausbau der Potenziale im Strombereich bis zum Jahr 2045

Potenzialbereich Strom	Nachhaltiges Potenzial	Ausbaugrad der Potenziale bis zum Jahr 2045					
		2030		2040		2045	
Photovoltaik auf Dachflächen	<b>9,3 MW</b>	1,8 MW	19%	5,5 MW	59%	9,3 MW	100%
Reduktion Stromverbrauch	<b>WWF</b>	20,0%		22,4%		25,3%	

Auf dem Gebiet des Quartiers Naumburg bildet Photovoltaik das einzige Potenzial an erneuerbaren Energieträgern im Strombereich. Darüber hinaus können gezielte Effizienz- und Einsparmaßnahmen bis zum Jahr 2045 zu enormen Einsparpotenzialen innerhalb der verschiedenen Stromverbrauchssektoren führen. Die in obenstehender Tabelle gezeigten Ziele zur Reduktion des Stromverbrauchs orientieren sich an der WWF Studie „Modell Deutschland Klimaschutz bis 2045“<sup>68</sup> und sind im vorliegenden Konzept auf den Endenergieverbrauch bezogen. Darüber hinaus werden die Einsparungen nur auf die bestehenden Stromverbraucher bezogen. Zukünftig werden weitere Trendentwicklungen und neue Technologien die Stromnachfrage erheblich beeinflussen. So werden z. B. Trendentwicklungen im Verkehrssektor (Elektromobilität), der Eigenstrombedarf dezentraler, regenerativer Stromerzeugungsanlagen oder Technologien, die massiv brennstoffbezogene Energienutzung durch stromverbrauchende Energienutzung ersetzen, zu einer steigenden Stromnachfrage führen. Dies wird im vorliegenden Konzept jedoch nicht weiter berücksichtigt.<sup>69</sup>

Der ermittelte Gesamtstromverbrauch und dessen Entwicklung bis zum Jahr 2045 sind in nachfolgender Grafik dargestellt. Hier wird ebenfalls das Verhältnis der regenerativen Stromproduktion (Säulen), gegenüber dem im Betrachtungsgebiet ermittelten Stromverbrauch (Linie) deutlich.

<sup>68</sup> Vgl. WWF (2009).

<sup>69</sup> Folgende Technologien und Verbraucher werden bei der Betrachtung der Stromeffizienz ausgeschlossen: Elektromobilität, CCS, Power-to-gas für den Endverbraucher, Power-to-heat für Wärmenetze.

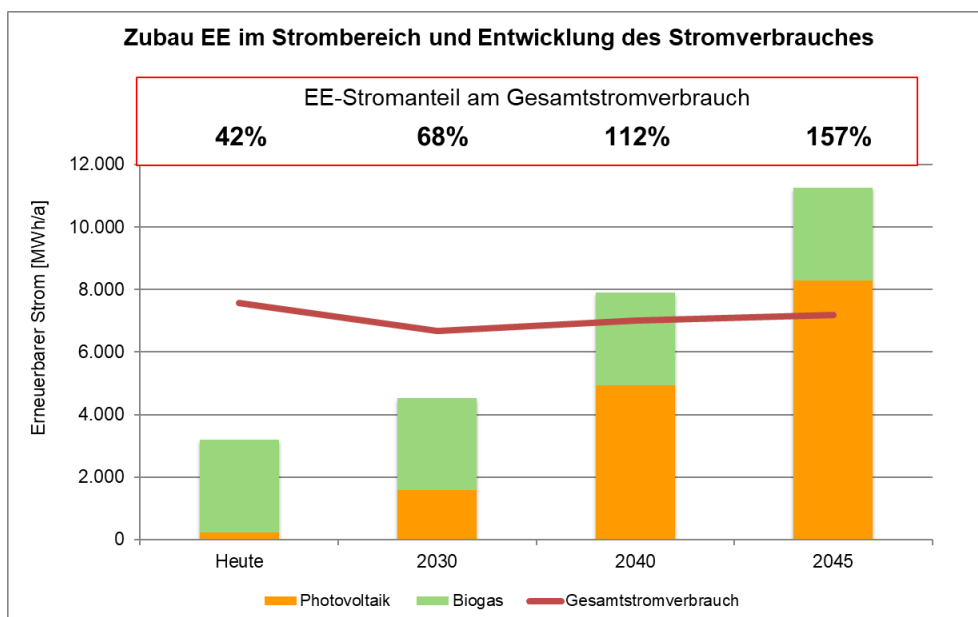


Abbildung 3-16: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2045

Im Jahr 2030 können durch Erneuerbare Energien rund 4.530 MWh/a elektrischer Strom produziert werden. Bei ambitionierter Umsetzung auf Grundlage der getroffenen Annahme, dass langfristig 100 % der PV-Potenziale umgesetzt werden, können im Jahr 2045 rund 11.260 MWh/a an regenerativem Strom produziert werden. Dies entspricht weit mehr als 100 % des prognostizierten Stromverbrauches zu diesem Zeitpunkt. Die dezentrale Stromproduktion stützt sich dabei auf den Energieträger Photovoltaik.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen aufgrund ihrer dezentralen und fluktuierenden Strom- und Wärmeproduktion besondere Herausforderungen an die Energiespeicherung und Abdeckung von Grund- und Spitzenlasten im Verteilnetz mit sich bringen. Intelligente Netze und Verbraucher werden in Zukunft in diesem Zusammenhang unerlässlich sein. Um die forcierte dezentrale Stromproduktion im Jahr 2045 zu erreichen, ist folglich der Umbau des derzeitigen Energiesystems unabdingbar.<sup>70</sup>

### 3.7.1.2 Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2045

Für das Entwicklungsszenario im Wärmebereich wurden folgende Annahmen getroffen:

<sup>70</sup> Im Rahmen des vorliegenden Konzeptes konnte eine Betrachtung des erforderlichen Netzausbaus, welcher Voraussetzung für die flächendeckende Installation ausgewählter dezentraler Energiesysteme ist, nicht berücksichtigt werden. An dieser Stelle werden Folgestudien benötigt, die das Thema Netzausbau / Smart Grid im Betrachtungsgebiet im Detail analysieren.

Tabelle 3-9: Ausbau der Potenziale im Wärmebereich bis zum Jahr 2045

Potenzialbereich Wärme	Nachhaltiges Potenzial	Szenario einzelner EE -Techniken bis zum Jahr 2045					
		2030		2040		2045	
Solarthermie	<b>3,83 MW</b>	1,99 MW	52%	3,16 MW	83%	3,83 MW	100%
Wärmepumpen	<b>2,29 MW</b>	0,81 MW	19%	1,65 MW	60%	2,29 MW	100%
Biomasse Festbrennstoffe	<b>3,00 MW</b>	1,84 MW	62%	2,65 MW	88%	3,00 MW	100%
Reduktion Wärmeverbrauch		19,9%		31,3%		37,4%	

Die Bereitstellung regenerativer Wärmeenergie stellt im Vergleich zur regenerativen Stromversorgung eine größere Herausforderung dar. In Bezug auf die Solarpotenzialanalyse ist eine Heizungs- und Warmwasserunterstützung durch den Ausbau von Solarthermieranlagen auf Dachflächen eingerechnet. Neben der Nutzung erneuerbarer Brennstoffe ist die Wärmeeinsparung von großer Bedeutung. Da derzeit insbesondere die privaten Haushalte ihren hohen Wärmebedarf aus fossilen Energieträgern decken, werden hier die in Kapitel 3.1 dargestellten Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte eine wichtige Rolle einnehmen. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die technische Feuerstättenanierung den Ausbau oberflächennaher Geothermie in Form von Wärmepumpen begünstigt.

Die folgende Abbildung gibt einen Gesamtüberblick des Szenarios im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung. Dabei wird das Verhältnis der regenerativen Wärmeproduktion (Säulen) gegenüber der sukzessiv reduzierten Wärmebedarfsmenge (Linie) deutlich.

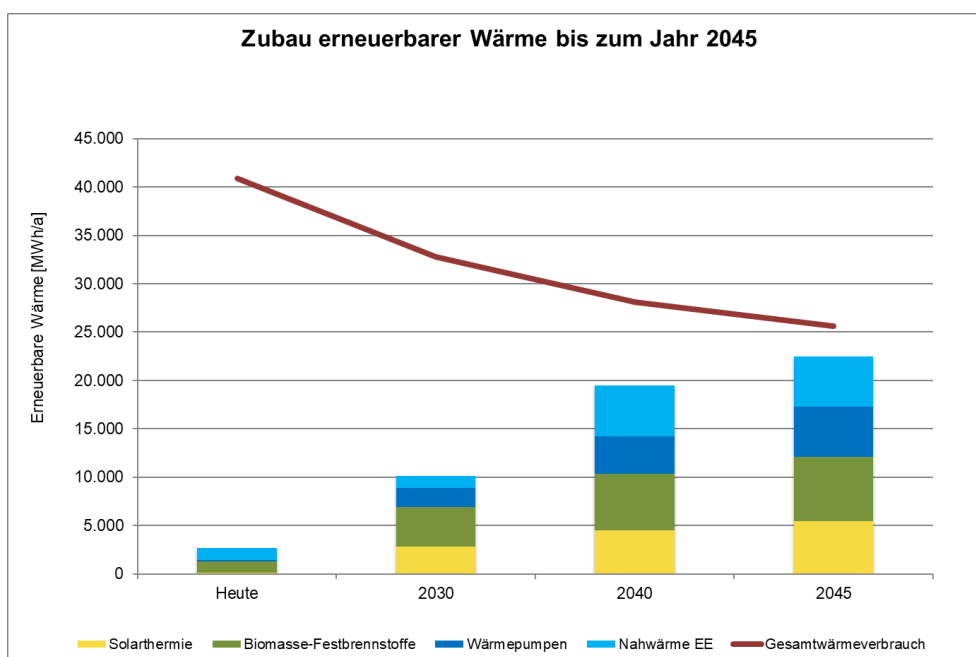


Abbildung 3-17: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045

Der aktuelle Gesamtwärmebedarf des Betrachtungsgebietes in Höhe von ca. 40.900 MWh/a reduziert sich im Jahr 2030 um ca. 20 %. Zu diesem Zeitpunkt können rund 10.160 MWh/a durch erneuerbare Energieträger bereitgestellt werden, was einem Anteil von ca. 30 % entspricht. Für den Gesamtwärmeverbrauch des Betrachtungsgebietes kann bis zum Jahr 2045<sup>71</sup> ein Einsparpotenzial von ca. 37 % gegenüber dem IST-Zustand erreicht werden. Bei ambitionierter Umsetzung auf Grundlage der getroffenen Annahme, dass langfristig 100 % der Potenziale umgesetzt werden, können im Jahr 2045 rund 22.470 MWh/a an regenerativer Wärme produziert werden. Dies entspricht etwa 88 % des prognostizierten Wärmeverbrauchs zu diesem Zeitpunkt. Die dezentrale Wärmeproduktion stützt sich dabei auf den Energieträger Solarthermie, Biomasse-Festbrennstoff, Wärmepumpen und Nahwärme.

### **3.7.1.3 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch im Jahr 2045**

Der Gesamtenergieverbrauch auf dem Gebiet des Quartiers Naumburg lässt sich im Best Case Szenario aufgrund der zuvor beschriebenen Entwicklungsszenarien in den Bereichen Strom und Wärme von derzeit ca. 48.400 MWh/a um ca. 32 % im Jahr 2045 reduzieren. Alle Verbrauchergruppen tragen zu einer Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs bei, indem sie durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen ihren stationären Energieverbrauch stetig bis 2045 senken.

Die Senkung des Energieverbrauchs ist gekoppelt mit einem enormen Umbau des Versorgungssystems, welches sich von einer primär fossil geprägten Struktur zu einer regenerativen Energieversorgung entwickelt. Folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Energieträger auf die Verbrauchergruppen im Jahr 2045.

---

<sup>71</sup> Die Entwicklungsprognosen bis zum Jahr 2040 und 2045 sind nur strategisch und verlieren an Detailschärfe.



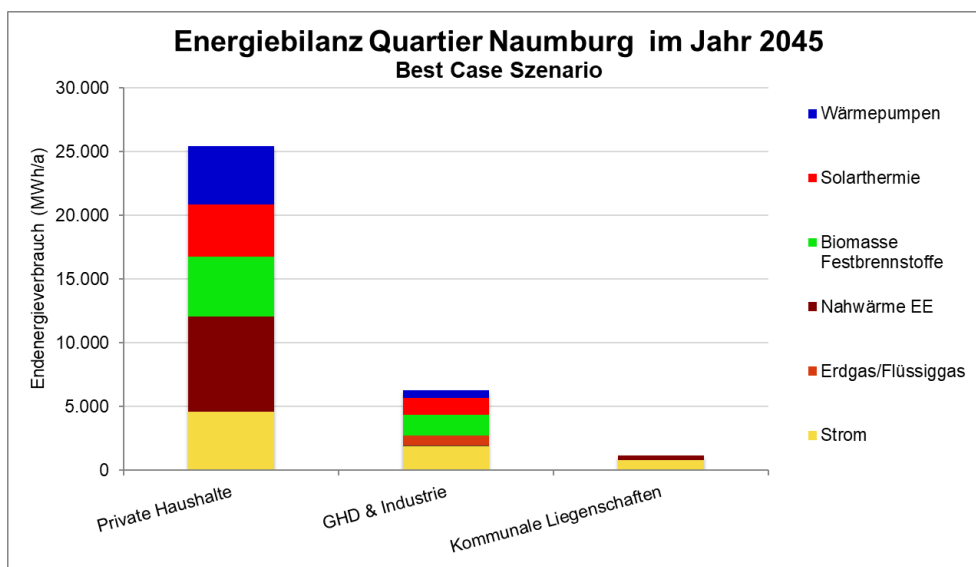


Abbildung 3-18: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung des Entwicklungsszenarios im Jahr 2045

#### 3.7.1.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2045

Durch den Ausbau einer regionalen, regenerativen Strom- und Wärmeversorgung sowie durch die Erschließung von Effizienz- und Einsparpotenzialen lassen sich bis zum Jahr 2045 rund 10.550 t/CO<sub>2</sub>e gegenüber 2021 einsparen. Dies entspricht einer Gesamteinsparung von rund 89 % und trägt somit zu den aktuellen Klimaschutzzielen der Bundesregierung bei. Wird die lokale Stromerzeugung berücksichtigt und angerechnet, können die THG-Emissionen vollständig reduziert werden.

Einen großen Beitrag hierzu leisten die Einsparungen im Stromsektor, die bis zum Jahr 2045 stetig gesenkt werden können. Durch den zuvor beschriebenen Aufbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung, können die Treibhausgasemissionen in diesem Bereich ebenfalls stark vermindert werden.

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Entwicklungspotenziale der Emissionsbilanz aller Sektoren, die zuvor beschrieben wurden, unter Berücksichtigung der Entwicklung bei Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung:

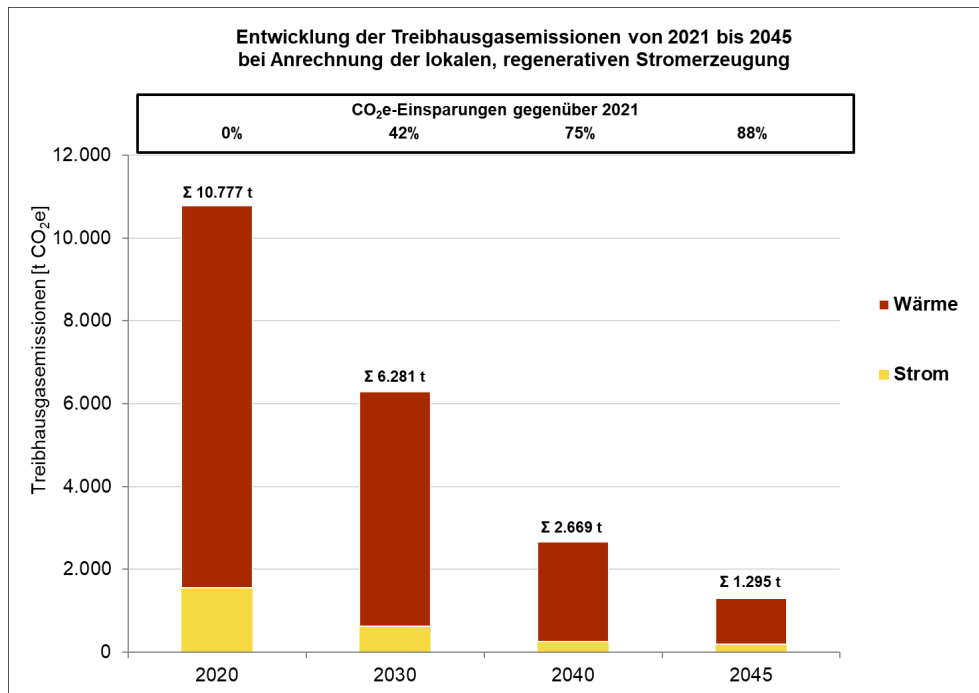


Abbildung 3-19: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung

Wie die obenstehende Abbildung veranschaulicht, können die Emissionen im stationären Bereich stark reduziert werden. Das vorliegende Konzept zeigt deutlich auf, dass sich das Quartier mit entsprechenden Anstrengungen in Richtung Null-Emission<sup>72</sup> positionieren kann.

### 3.7.2 Realistisches Szenario

Das „Realistische Szenario“ geht von einem reduzierten, aber dennoch ambitionierten Ausbau der erneuerbaren Energien aus und zeigt ebenfalls die Entwicklung bis zum Jahr 2045. Der Ausbaupfad berücksichtigt aktuelle Trends, geplante Anlagen und strategische Ziele, die gemeinsam mit der Lenkungsgruppe diskutiert und festgelegt wurden. Dies hat zur Folge, dass die meisten verfügbaren Potenziale, wie z. B. Wärmepumpen, nicht vollständig ausgeschöpft werden und die Nutzung von Biomasse-Festbrennstoffen auf Basis der lokal verfügbaren Potenziale erfolgt.

#### 3.7.2.1 Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2045

Im Folgenden wird das Entwicklungsszenario zur regenerativen Stromversorgung kurz- (bis 2021, Basisjahr 2021), mittel- und langfristig (bis 2030, 2040 und bis 2045) auf Basis der in

<sup>72</sup> Der Begriff Null-Emission bezieht sich im vorliegenden Kontext lediglich auf den Bereich der bilanzierten Treibhausgase.

den Abschnitten 3.1 und 3.2 ermittelten Potenziale erläutert. Der sukzessive Ausbau der Potenziale „Erneuerbarer Energieträger“ erfolgt unter der Berücksichtigung nachstehender Annahmen:

Tabelle 3-10: Ausbau der Potenziale im Strombereich bis zum Jahr 2045

Potenzialbereich Strom	Nachhaltiges Potenzial	Ausbaugrad der Potenziale bis zum Jahr 2045					
		2030		2040		2045	
Photovoltaik auf Dachflächen	<b>9,3 MW</b>	1,8 MW	19%	5,5 MW	59%	9,3 MW	100%
Reduktion Stromverbrauch	<b>WWF</b>	20,0%		22,4%		25,3%	

Auf dem Gebiet des Quartiers Naumburg bildet Photovoltaik das einzige Potenzial an erneuerbaren Energieträgern im Strombereich. Darüber hinaus können gezielte Effizienz- und Einsparmaßnahmen bis zum Jahr 2045 zu enormen Einsparpotenzialen innerhalb der verschiedenen Stromverbrauchssektoren führen. Die in obenstehender Tabelle gezeigten Ziele zur Reduktion des Stromverbrauchs orientieren sich an der WWF Studie „Modell Deutschland Klimaschutz bis 2045“<sup>73</sup> und sind im vorliegenden Konzept auf den Endenergieverbrauch bezogen. Darüber hinaus werden die Einsparungen nur auf die bestehenden Stromverbraucher bezogen. Zukünftig werden weitere Trendentwicklungen und neue Technologien die Stromnachfrage erheblich beeinflussen. So werden z. B. Trendentwicklungen im Verkehrssektor (Elektromobilität), der Eigenstrombedarf dezentraler, regenerativer Stromerzeugungsanlagen oder Technologien, die massiv brennstoffbezogene Energienutzung durch stromverbrauchende Energienutzung ersetzen, zu einer steigenden Stromnachfrage führen. Dies wird im vorliegenden Konzept jedoch nicht weiter berücksichtigt.<sup>74</sup>

Der ermittelte Gesamtstromverbrauch und dessen Entwicklung bis zum Jahr 2045 sind in nachfolgender Grafik dargestellt. Hier wird ebenfalls das Verhältnis der regenerativen Stromproduktion (Säulen), gegenüber dem im Betrachtungsgebiet ermittelten Stromverbrauch (Linie) deutlich.

<sup>73</sup> Vgl. WWF (2009).

<sup>74</sup> Folgende Technologien und Verbraucher werden bei der Betrachtung der Stromeffizienz ausgeschlossen: Elektromobilität, CCS, Power-to-gas für den Endverbraucher, Power-to-heat für Wärmenetze.

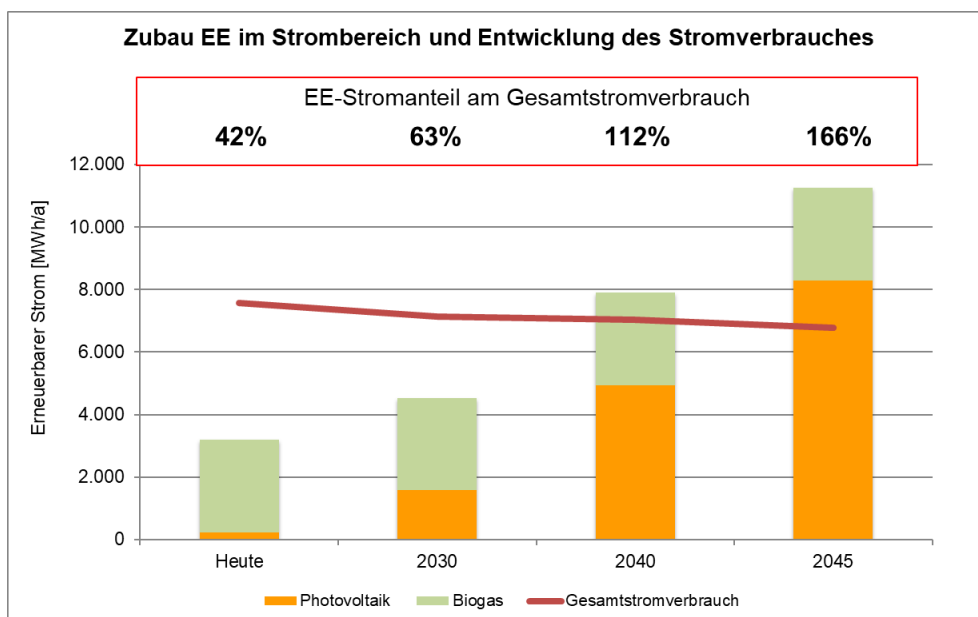


Abbildung 3-20: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2045

Im Jahr 2030 können durch Erneuerbare Energien rund 4.530 MWh/a elektrischer Strom produziert werden. Bei ambitionierter Umsetzung auf Grundlage der getroffenen Annahme, dass langfristig 100% der PV-Potenziale umgesetzt werden, können im Jahr 2045 rund 11.260 MWh/a an regenerativem Strom produziert werden. Dies entspricht weit mehr als 100 % des prognostizierten Stromverbrauches zu diesem Zeitpunkt. Die dezentrale Stromproduktion stützt sich dabei auf den Energieträger Photovoltaik.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen aufgrund ihrer dezentralen und fluktuierenden Strom- und Wärmeproduktion besondere Herausforderungen an die Energiespeicherung und Abdeckung von Grund- und Spitzenlasten im Verteilnetz mit sich bringen. Intelligente Netze und Verbraucher werden in Zukunft in diesem Zusammenhang unerlässlich sein. Um die forcierte dezentrale Stromproduktion im Jahr 2045 zu erreichen, ist folglich der Umbau des derzeitigen Energiesystems unabdingbar.<sup>75</sup>

<sup>75</sup> Im Rahmen des vorliegenden Konzeptes konnte eine Betrachtung des erforderlichen Netzausbau, welcher Voraussetzung für die flächendeckende Installation ausgewählter dezentraler Energiesysteme ist, nicht berücksichtigt werden. An dieser Stelle werden Folgestudien benötigt, die das Thema Netzausbau / Smart Grid im Betrachtungsgebiet im Detail analysieren.

### 3.7.2.2 Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2045

Für das Entwicklungsszenario des Realistischen Szenarios im Wärmebereich wurden folgende Annahmen getroffen:

Tabelle 3-11: Ausbau der Potenziale im Wärmebereich bis zum Jahr 2045

Potenzialbereich Wärme	Nachhaltiges Potenzial	Szenario einzelner EE -Techniken bis zum Jahr 2045					
		2030		2040		2045	
Solarthermie	<b>2,97 MW</b>	1,70 MW	57%	2,51 MW	85%	2,97 MW	100%
Wärmepumpen	<b>1,53 MW</b>	1,54 MW	20%	1,56 MW	60%	1,53 MW	100%
Biomasse Festbrennstoffe	<b>2,91 MW</b>	1,62 MW	56%	2,20 MW	76%	2,91 MW	100%
Reduktion Wärmeverbrauch		19,4%		26,0%		29,1%	

Die Bereitstellung regenerativer Wärmeenergie stellt im Vergleich zur regenerativen Stromversorgung eine größere Herausforderung dar. In Bezug auf die Solarpotenzialanalyse ist eine Heizungs- und Warmwasserunterstützung durch den Ausbau von Solarthermieranlagen auf Dachflächen eingerechnet. Neben der Nutzung erneuerbarer Brennstoffe ist die Wärmeeinsparung von großer Bedeutung. Da derzeit insbesondere die privaten Haushalte ihren hohen Wärmebedarf aus fossilen Energieträgern decken, werden hier die in Kapitel 0 dargestellten Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte eine wichtige Rolle einnehmen. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die technische Feuerstättensanierung den Ausbau oberflächennaher Geothermie in Form von Wärmepumpen begünstigt.

Die folgende Abbildung gibt einen Gesamtüberblick des Szenarios im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung. Dabei wird das Verhältnis der regenerativen Wärmeproduktion (Säulen) gegenüber der sukzessiv reduzierten Wärmebedarfsmenge (Linie) deutlich.



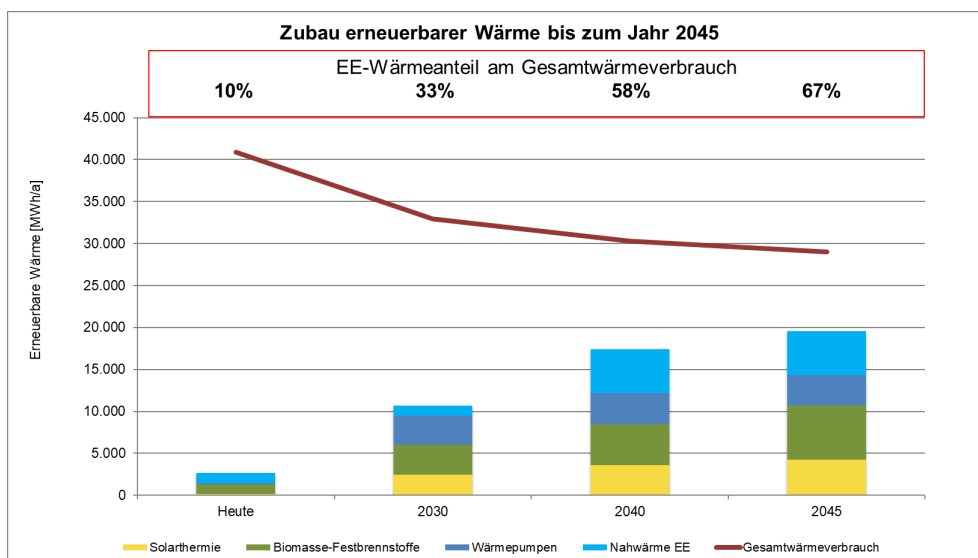


Abbildung 3-21: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045

Der aktuelle Gesamtwärmebedarf des Betrachtungsgebietes in Höhe von ca. 40.900 MWh/a reduziert sich im Jahr 2030 um ca. 19 %. Zu diesem Zeitpunkt können rund 10.700 MWh/a durch erneuerbare Energieträger bereitgestellt werden, was einem Anteil von ca. 33 % entspricht. Für den Gesamtwärmeverbrauch des Betrachtungsgebietes kann bis zum Jahr 2045<sup>76</sup> ein Einsparpotenzial von ca. 29 % gegenüber dem IST-Zustand erreicht werden. Bei ambitionierter Umsetzung auf Grundlage der getroffenen Annahme, dass langfristig 100 % der Potenziale umgesetzt werden, können im Jahr 2045 rund 19.540 MWh/a an regenerativer Wärme produziert werden. Dies entspricht etwa 88 % des prognostizierten Wärmeverbrauchs zu diesem Zeitpunkt. Die dezentrale Wärmeproduktion stützt sich dabei auf den Energieträger Solarthermie, Biomasse-Festbrennstoff, Wärmepumpen und Nahwärme.

### 3.7.2.3 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch im Jahr 2045

Der Gesamtenergieverbrauch auf dem Gebiet des Quartiers Naumburg lässt sich im Realistischen Szenario aufgrund der zuvor beschriebenen Entwicklungsszenarien in den Bereichen Strom und Wärme von derzeit ca. 48.400 MWh/a um ca. 26 % im Jahr 2045 reduzieren. Alle Verbrauchergruppen tragen zu einer Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs bei, indem sie durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen ihren stationären Energieverbrauch stetig bis 2045 senken.

<sup>76</sup> Die Entwicklungsprognosen bis zum Jahr 2040 und 2045 sind nur strategisch und verlieren an Detailschärfe.

Die Senkung des Energieverbrauchs ist gekoppelt mit einem enormen Umbau des Versorgungssystems, welches sich von einer primär fossil geprägten Struktur zu einer regenerativen Energieversorgung entwickelt. Folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Energieträger auf die Verbrauchergruppen im Jahr 2045.

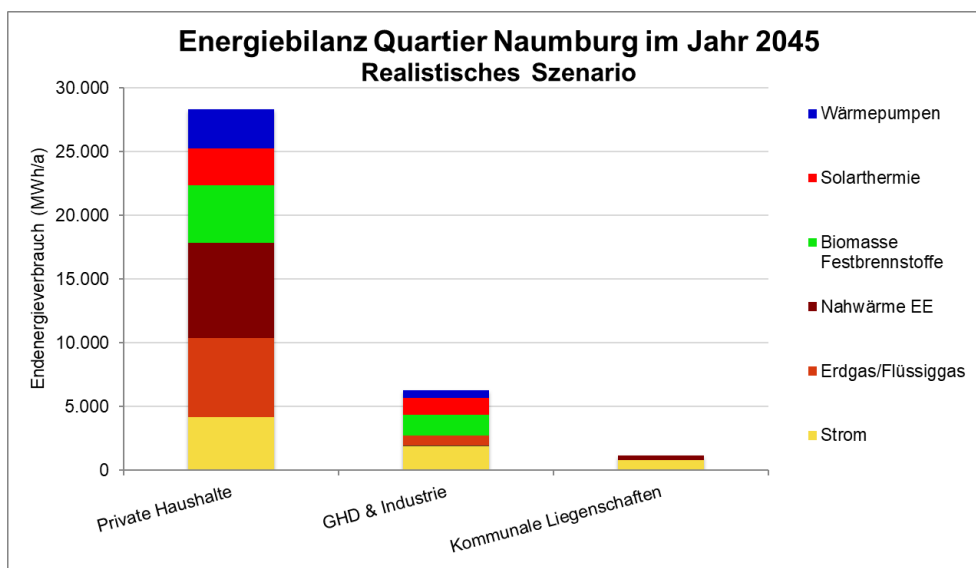


Abbildung 3-22: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung des Entwicklungsszenarios im Jahr 2045

### 3.7.2.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2045

Durch den Ausbau einer regionalen, regenerativen Strom- und Wärmeversorgung sowie durch die Erschließung von Effizienz- und Einsparpotenzialen des Realistischen Szenarios lassen sich bis zum Jahr 2045 rund 9.302 t/CO<sub>2</sub>e gegenüber 2021 einsparen. Dies entspricht einer Gesamteinsparung von rund 78 % und trägt somit zu den aktuellen Klimaschutzzielen der Bundesregierung bei.

Einen großen Beitrag hierzu leisten die Einsparungen im Stromsektor, die bis zum Jahr 2045 stetig gesenkt werden können. Durch den zuvor beschriebenen Aufbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung, können die Treibhausgasemissionen in diesem Bereich ebenfalls stark vermindert und bis zum Jahr 2045 vollständig vermieden werden.

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Entwicklungspotenziale der Emissionsbilanz aller Sektoren, die zuvor beschrieben wurden, unter Berücksichtigung der Entwicklung bei Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung:

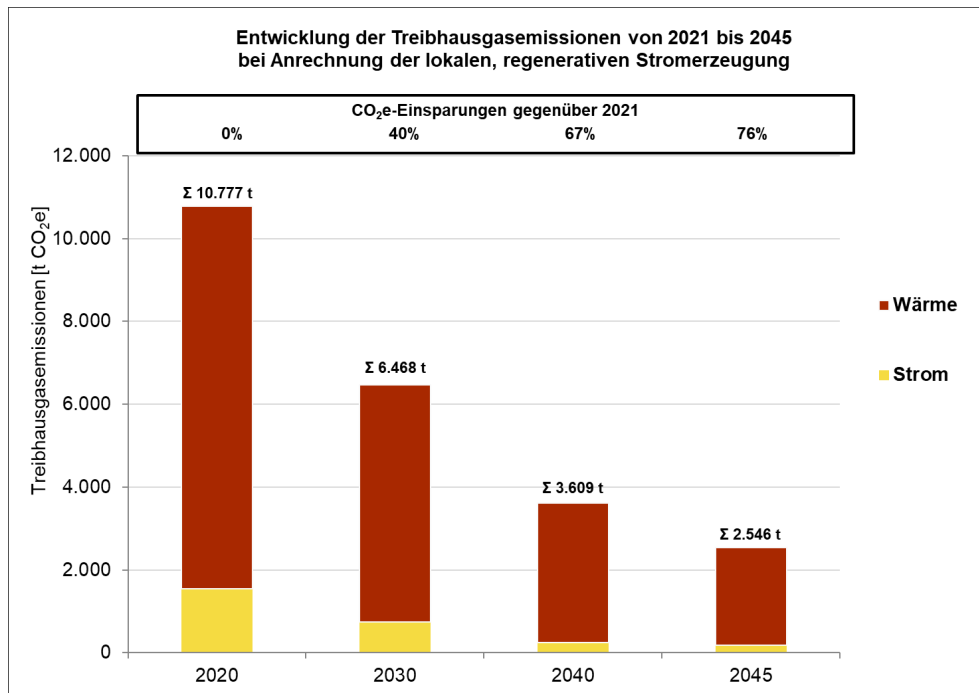


Abbildung 3-23: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung

Wie die obenstehende Abbildung veranschaulicht, können die Emissionen im stationären Bereich stark reduziert werden. Das vorliegende Konzept zeigt deutlich auf, dass sich das Quartier mit entsprechenden Anstrengungen in Richtung Null-Emission<sup>77</sup> positionieren kann.

### 3.7.3 Gegenüberstellung: Vorreiterszenario vs. Realistisches Szenario

Im Folgenden werden die beiden aufgestellten Szenarien miteinander verglichen.

#### 3.7.3.1 Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2045

Der damit einhergehende sukzessive Ausbau der Potenziale „Erneuerbarer Energieträger“ im Stromsektor stellt sich im Zeitverlauf der beiden betrachteten Szenarien wie folgt dar:

<sup>77</sup> Der Begriff Null-Emission bezieht sich im vorliegenden Kontext lediglich auf den Bereich der bilanzierten Treibhausgase.

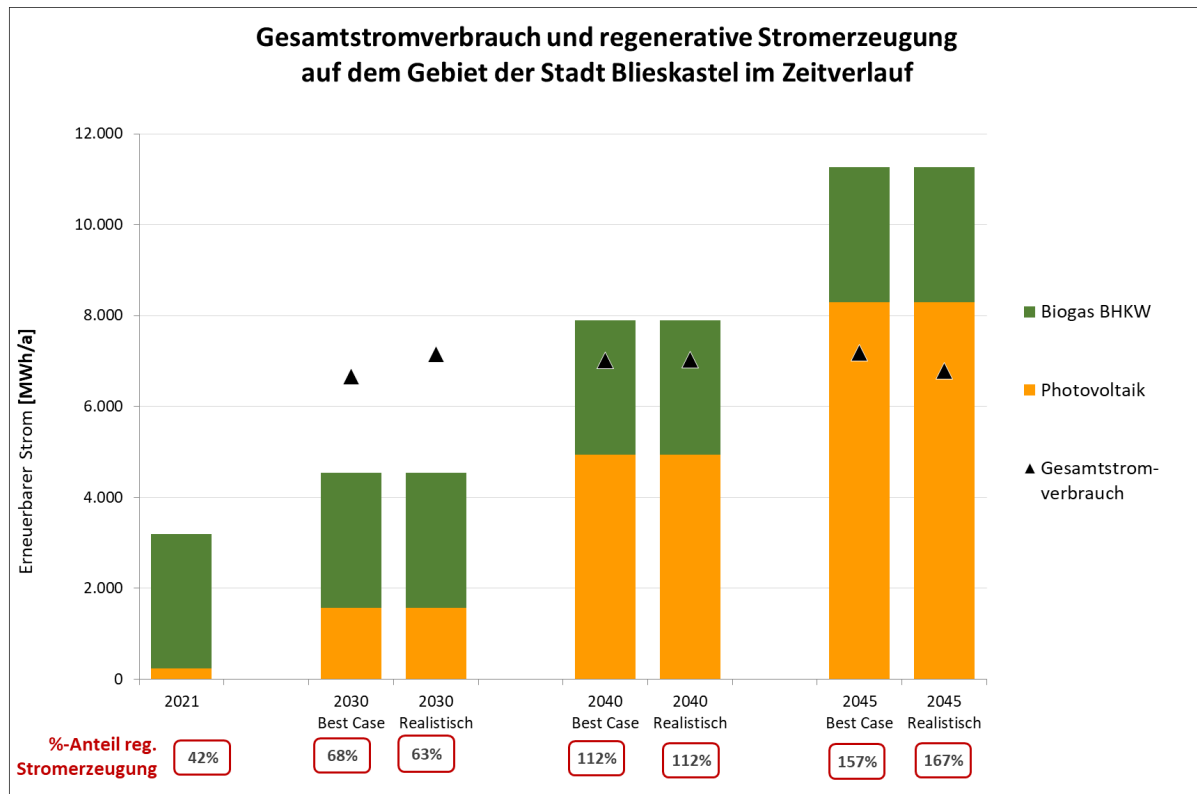


Abbildung 3-24: Entwicklungsprognose der regenerativen Stromversorgung in den beiden Szenarien

Abbildung 3-23 zeigt, dass durch den Zubau von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in beiden Szenarien eine vollständige Deckung des Strombedarfs erreicht wird. Die dezentrale Stromerzeugung stützt sich überwiegend auf Photovoltaik und Biogas BHKW und unterscheidet sich nicht in den beiden Szenarien. Lediglich die Reduzierung des Gesamtstromverbrauchs ist abweichend.

### 3.7.3.2 Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2045

Die Entwicklung des Wärmebereichs in beiden Szenarien wird durch die Nutzung der regionalen Potenziale und die Erschließung der Effizienzpotenziale (bspw. durch die Steigerung der Sanierungsquote in privaten Wohngebäuden) bestimmt. Im Best Case Szenario kann bis zum Jahr 2045 eine 88 %-ige Versorgung mit erneuerbaren Energien erreicht werden. Im Realistischen Szenario dagegen kann ein Anteil erneuerbarer Energien von 67 % im Jahr 2045 erreicht werden, wie die folgende Abbildung zeigt:

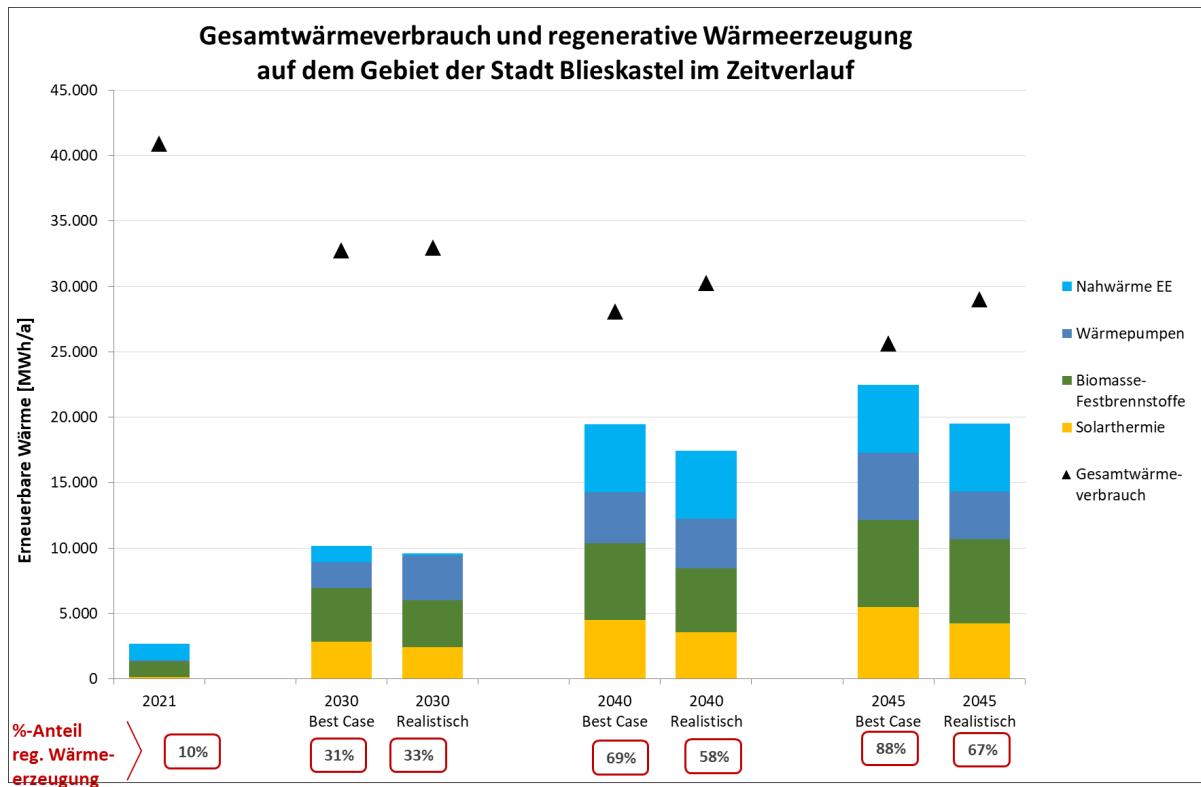


Abbildung 3-25: Entwicklungsprognose der regenerativen Stromversorgung in den beiden Szenarien



## 4 Projektskizzen

Auf Basis der zuvor beschriebenen Analysen (Ausgangsanalyse, Potenzialanalyse) wurde in enger Abstimmung mit der Steuerungsgruppe e

ine Vielzahl an Umsetzungsmaßnahmen (Handlungsempfehlungen) entwickelt. Sämtliche Maßnahmen wurden im Rahmen eines umfassenden Kommunikationsprozesses mit den relevanten Akteuren diskutiert und weiter spezifiziert. Alle während der Projektlaufzeit identifizierten Maßnahmen werden als Projektskizzen beschrieben und näher betrachtet. Die Details hierzu sind dem Maßnahmenkatalog (gesondertes Dokument) zu entnehmen. Sie sind einzelnen Handlungsfeldern zugeordnet und gliedern sich des Weiteren auf in eine:

- Kurzbeschreibung der Maßnahme (Ist-Situation/Kontext/Ziel),
- Benennung der zuständigen Kontaktpersonen sowie Akteure bzw. Akteursgruppen, die mit diesem Projekt angesprochen werden sollen bzw. an der Umsetzung beteiligt werden können,
- Darstellung der nächsten Arbeitsschritte zur Umsetzung der Maßnahme,
- Bewertung der Maßnahme.

Wie in nachfolgender Tabelle 4-1 dargestellt, wurden hierbei auch die durch die Umsetzung der Maßnahmen resultierende End- und Primärenergieeinsparung sowie die entstehende CO<sub>2</sub>-Minderung berechnet. Die jährliche Energieeinsparung bei Durchführung aller empfohlenen Maßnahmen würde insgesamt ca. 17 Mio. kWh Primärenergie und rund 15,5 Mio. kWh Endenergie betragen. Dies entspricht einem CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial von etwa 3.900 t/a. Darüber hinaus enthält jede Maßnahme eine Zuordnung bezüglich des Zeitpunkts der Umsetzung (Unterteilung in kurz-, mittel- und langfristig umzusetzende Maßnahmen, wobei Letztere meist strategischer Ausrichtung sind). Die empfohlene organisatorische Umsetzung wird in Kapitel 9 näher erläutert. Der Maßnahmenkatalog stellt somit einen Fahrplan zur Erreichung der gesetzten Ziele dar.

## Übersicht Projektskizzen

Nachfolgend sind die Projektskizzen thematisch geordnet tabellarisch aufgeführt. Als prioritäre Maßnahmen (Start-Maßnahmen) werden die Maßnahmen definiert, deren Umsetzung im unmittelbaren Anschluss an die Konzepterstellung („kurzfristig“) verfolgt werden soll (vgl. Tabelle 4-1).

Tabelle 4-1: Übersicht Projektskizzen

Nr.	Titel / Objekt	Endenergieeinsparun g	Primärenergie-einsparung	CO <sub>2</sub> -Einsparung	Beginn
		kWh/a	kWh/a	t CO <sub>2</sub> /a	
SAN	Energetische Gebäudesanierung				
SAN 1	Geringinvestive Sanierungsmaßnahmen der Heizungstechnik	2.216.070 kWh/a	2.437.677 kWh/a	590,1 t/a	kurzfristig
SAN 2	Dämmung oberste Geschoss- und Kellerdecke	1.659.907 kWh/a	1.825.898 kWh/a	439,1 t/a	mittelfristig
SAN 3	Wohngebäudesanierung zum KfW-Effizienzhaus 70	5.887.972 kWh/a	6.476.769 kWh/a	1.557,4 t/a	langfristig
SAN 4	Serielle Sanierung des Hauptgebäudes der Albert-Schweitzer-Schule	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	mittel- bis langfristig
SAN 5	Außenwanddämmung des Hauptgebäudes der Albert-Schweitzer-Schule	99.768 kWh/a	109.745 kWh/a	23,9 t/a	mittel- bis langfristig
SAN 6	Dachdämmung des Hauptgebäudes der Albert-Schweitzer-Schule	84.394 kWh/a	92.833 kWh/a	20,3 t/a	mittel- bis langfristig
SAN 7	Austausch der Fenster und Türen im Hauptgebäude der Albert-Schweitzer-Schule	69.256 kWh/a	76.181 kWh/a	16,6 t/a	mittel- bis langfristig
SAN 8	Dachdämmung des Aulagebäudes der Albert-Schweitzer-Schule	30.981 kWh/a	34.079 kWh/a	7,4 t/a	langfristig
SAN 9	Austausch der Fenster und Türen in der Sporthalle der Albert-Schweitzer-Schule	24.757 kWh/a	27.232 kWh/a	6,7 t/a	mittel- bis langfristig
SAN 10	Kellerdeckendämmung im Aulagebäude der Albert-Schweitzer-Schule	5.749 kWh/a	6.324 kWh/a	1,4 t/a	kurz- bis mittelfristig
SAN 11	Austausch der RLT-Anlage in der Sporthalle der Albert-Schweitzer-Schule	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	mittelfristig
SAN 12	Beseitigung von Luftundichtigkeiten in den Gebäuden der Albert-Schweitzer-Schule	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurzfristig
SAN 13	Rohrleitungsdämmung in den Gebäuden der Albert-Schweitzer-Schule	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurzfristig
SAN 14	Beleuchtungsaustausch in den Gebäuden der Albert-Schweitzer-Schule	9.385 kWh/a	16.894 kWh/a	5,3 t/a	kurzfristig
SAN 15	Smarte Thermostate für die Albert-Schweitzer-Schule	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurzfristig
SAN 16	Zählerkonzept / Energiemonitoring	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurzfristig
SAN 17	Geringinvestive Kleinmaßnahmen im Hauptgebäude der Kommunalen Dienstleistungen	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurzfristig

Nr.	Titel / Objekt	Endenergieeinsparung	Primärenergieeinsparung	CO <sub>2</sub> -Einsparung	Beginn
		kWh/a	kWh/a	t CO <sub>2</sub> /a	
<b>GBI</b>	<b>Grün-blaue Infrastruktur / Klimafolgenanpassung</b>				
GBI 01	Grüne Infrastruktur – Gebäudebegrünung	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittelfristig
GBI 02	Prävention von Gefahren durch Starkregenereignisse	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittelfristig
GBI 03	Multifunktionale Flächen mit Retentionsfunktion	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittel-langfristig
GBI 04	Gewässerrenaturierung	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittel-langfristig
GBI 05	Regenwassermanagement	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittelfristig
GBI 06	Begrünung/Verschattung an öffentlichen Plätzen	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittelfristig
GBI 07	Klimaresilientes Neubaugebiet (Komm. Dienstl.)	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittel-langfristig
GBI 08	Agri-Photovoltaik Pilotanlage am „Winzerhof Gussek“	1.000.000 kWh/a	2.800.000 kWh/a	860.000 t/a	mittelfristig
GBI 09	Klimaresiliente Sanierung der Albert-Schweitzer-Schule	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittelfristig
GBI 10	Schaffung von klimagerechter Parkplätzen	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittelfristig
GBI 11	Etablierung resilienten Stadtgrüns	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	mittelfristig

<b>MOB</b>	<b>Mobilität</b>				
MOB 1	Ausbau von Radwegeinfrastruktur– Schaffung einer „Nord-Süd-Achse“ im Quartier	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	mittelfristig
MOB 2	Ausbau Radwegeinfrastruktur – Schaffung einer alt. Radwegverbindung in Richtung Innenstadt	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurz- bis mittelfristig
MOB 3	Förderung Radverkehr durch Informations- und Serviceangebote im Quartier	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurz- bis mittelfristig
MOB 4	Förderung des Fußverkehrs	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	mittelfristig
MOB 5	Förderung des Fußverkehrs durch Kampagnen und Beteiligung an Mitmachaktionen	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurz- bis mittelfristig
MOB 6	Förderung der Elektromobilität: Prüfung einer Elektrifizierung des kommunalen Fuhrparks	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurz- bis mittelfristig
MOB 7	Förderung Alltags- und Elektromobilität – Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurz- bis mittelfristig
MOB 8	Förderung der Elektromobilität – Informationsoffensive E-Mobilität / LIS-Nutzung	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurz- bis mittelfristig
MOB 9	Aufbau von Carsharing-Angeboten	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurz-mittelfristig
MOB 10	Förderung der Sharing Economy – Errichtung von Mobilitätsstationen	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar	kurz- bis mittelfristig

Nr.	Titel / Objekt	Endenergieeinsparung	Primärenergieeinsparung	CO <sub>2</sub> -Einsparung	Beginn
		kWh/a	kWh/a	t CO <sub>2</sub> /a	
<b>WEE</b>	<b>Wärme und Energieeffizienzmaßnahmen</b>				
WEE 1	Machbarkeitsstudie zur Fernwärmenetzerweiterung "Flemminger Weg"	9.308.000 kWh/a	10.238.800 kWh/a	2.233,9 t/a	mittel- bis langfristig
	<b>Zwischensumme WEE</b>	<b>9.308.000 kWh/a</b>	<b>10.238.800 kWh/a</b>	<b>2.233,9 t/a</b>	
<b>AM</b>	<b>Allgemeine Maßnahmen</b>				
AM 1	Kinder- und Jugendbildung	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 2	Handwerkerbörse	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurzfristig
AM 3	Grüne Hausnummer	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurzfristig
AM 4	Kampagne Energierundgänge "Mustersanierung"	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 5	Kampagne "Photovoltaik" / Solardachkataster	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 6	Kampagne "Weiße Ware"	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 7	Kampagne "Beauftragung von Fachplanern"	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 8	Kampagne "Suffizienz"	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 9	Jährlicher Bürgerenergiepreis	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 10	Durchführung von "Energie-Cafés"	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 11	Umweltmagazin	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 12	Förderung PV-Balkonkraftwerke	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurz-langfristig
AM 13	Sensibilisierung zu Nutzerverhalten und Energieeffizienz kommunaler Mitarbeiter	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	kurzfristig
	<b>Gesamteinsparungen</b>	<b>15.520.261 kWh/a</b>	<b>17.078.857 kWh/a</b>	<b>3.872,9 t/a</b>	

## 5 Erweiterung der bestehenden Fernwärmeversorgung (Cupasol)

In Abbildung 5-1 ist eine Übersicht des Quartiers Naumburg West (Gebiete A bis D) dargestellt.

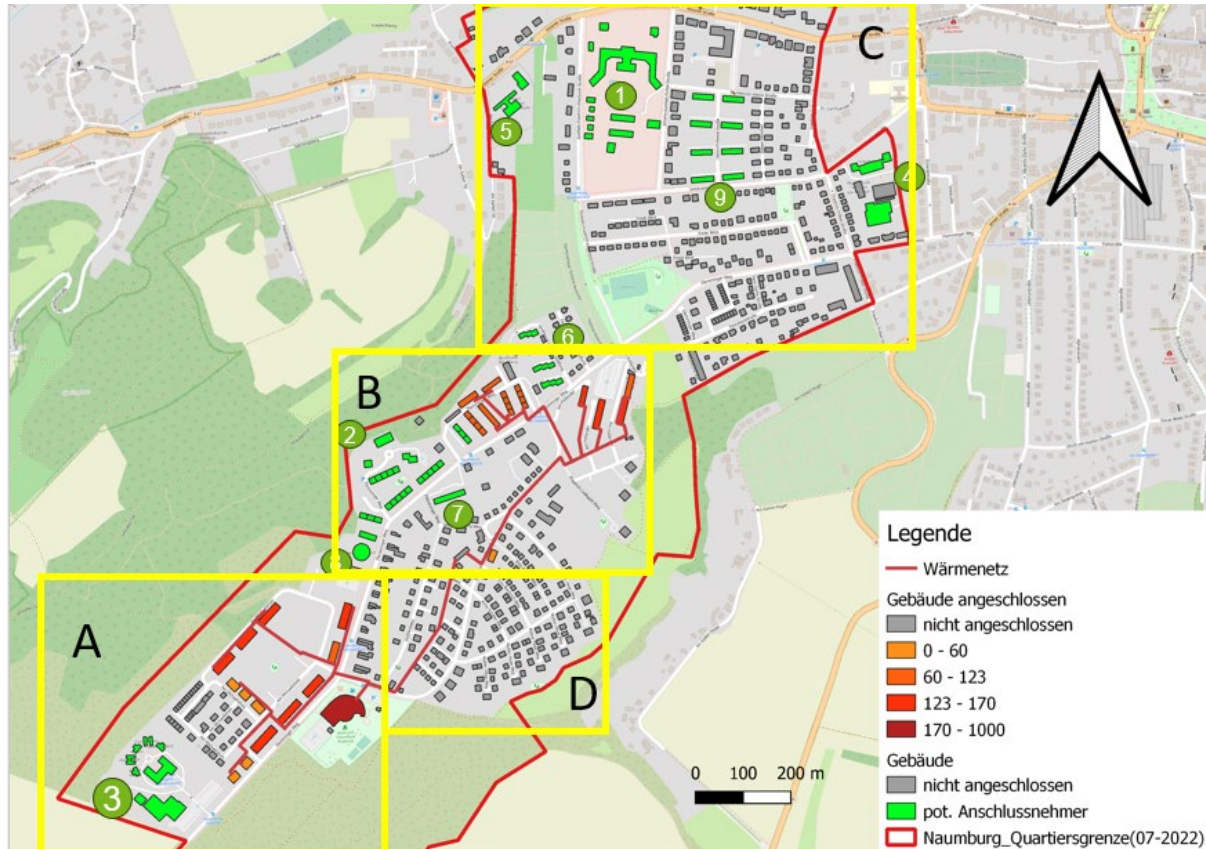


Abbildung 5-1: Übersicht des Quartiers Naumburg West um das Wärmenetz Flemminger Weg

### 5.1 Aktuelles Wärmenetz

#### 5.1.1 Gebiet A

In Abbildung 5-2 ist eine Übersicht des bestehenden Wärmenetzes Flemminger Weg im Gebiet A, im Bereich Bulabana und Euroville, mit den angeschlossenen Gebäuden (grüne Zahlen), den Rohrleitungen (rote Linien) mit wichtigen Rohrdimensionen von DN40 bis DN100 dargestellt. Viele Details des potenziellen Ausbaus des Wärmenetzes sind ebenfalls dargestellt, werden aber erst später erläutert. Die Solarthermie-Anlage könnte eventuell in dem eingezeichneten Bereich aufgebaut werden.

Das Bulabana (Nummer 1), als größter Verbraucher, hat einen mittleren Verbrauch für die Jahre 2017 bis 2019 von 1.653 Megawattstunden pro Jahr (MWh / a). In dem Bereich sind



weitere 13 Verbraucher (Nummerierungen 2 bis 14) angeschlossen, die einen Jahresverbrauch von 74 bis 295 MWh / a aufweisen. Die Anschlussleistungen der Gebäude liegen im Bereich von 50 bis 164 kW. Das Bulabana hat eine Anschlussleistung von 1.000 kW.



Abbildung 5-2: Übersicht des Wärmenetzes im Gebiet Bulabana und Euroville (Gebiet A)

Die Gebäude des Inselnetzes Euroville (41) sind ebenfalls dargestellt. Die Heizzentrale (HZ - E) im Süden des Gebietes versorgt die Gebäude über eine DN100 - Trasse.

### 5.1.2 Gebiet B

In Abbildung 5-3 ist der Teilbereich B im Gebiet am Holländer dargestellt. Die Heizzentrale (HZ), die das gesamte Wärmenetz Flemminger Weg versorgt, befindet sich an der Zacharias-Hildebrandt-Straße. Die Heizzentrale versorgt nach Süden das Gebiet A über eine DN150 - Trasse und nach Nordosten des Gebiet B über eine DN200 - Trasse. Hier sind 11 Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen, deren Verbrauch zwischen 100 und 191 MWh / a liegt. Die Anschlussleistungen liegen zwischen 60 und 165 kW. Auffällig ist, dass insbesondere die Gebäude am Holländer eine hohe Anschlussleistung aufweisen. Die Zahl der Vollbenutzungsstunden liegt nur im Bereich von ca. 1.000 – 1.150 Stunden, im Vergleich zu ca. 1.550 Stunden der anderen Anschlussnehmer. Der Mittelwert aller Anschlussnehmer liegt bei 1.469 Stunden. Die Hausanschlussstationen der Gebäude am Holländer könnten aufgrund von Modernisierungsmaßnahmen überdimensioniert sein.





Abbildung 5-3: Übersicht des Wärmenetzes im Teilgebiet B im Bereich am Holländer

Insgesamt liegt der Wärmebedarf der 25 Anschlussnehmer im Gebiet A und B im aktuellen Wärmenetz Flemminger Weg bei ca. 5.600 MWh / a und die Anschlussleistung bei ca. 3.700 kW.

Tabelle 5-1: Übersicht der Wärmeverbräuche und Anschlussleistungen der Anschlussnehmer des Wärmenetzes Flemminger Weg als Mittelwert der Jahre 2017 bis 2019

Nummerierung	Straße	Betreiber des Anschlussnehmers	Verbrauch in MWh	Anschluss leistung in kW	Vollbenutzungs stunden
1	Flemminger Weg 156	Kurbetriebsgesellschaft (GWG)	1653	1000	1653
2	Am Michaelisholz 1-2	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	252	154	1636
3	Am Michaelisholz 3	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	214	123	1739
4	Am Michaelisholz 4-5	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	259	155	1671
5	Am Michaelisholz 6-7	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	258	149	1735
6	Am Michaelisholz 8-9	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	294	165	1782
7	Am Michaelisholz 10	Wohnungsgenossenschaft 1. Mai e. G.	90	60	1503
8	Am Michaelisholz 11	Wohnungsgenossenschaft 1. Mai e. G.	74	60	1232
9	Am Michaelisholz 12	Wohnungsgenossenschaft 1. Mai e. G.	90	60	1502
10	Am Michaelisholz 13	AG Beta Sàrl - Holding Luxembourg	242	164	1475
11	Am Michaelisholz 14	AG Beta Sàrl - Holding Luxembourg	213	164	1299
12	Am Michaelisholz 15	AG Beta Sàrl - Holding Luxembourg	256	164	1563
13	Am Michaelisholz 55	Weidling & Weidling GbR	66	50	1325
14	Am Michaelisholz 55a	Weidling & Weidling GbR	75	50	1493
Zwischenmittelwert					<b>1543</b>
<b>Zwischensumme</b>			<b>2384</b>	<b>1518</b>	
15	Zacharias-Hildebrandt 16	WEG Z-H. - Frau Rückert	100	60	1669
16	Flemminger Weg 57	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	144	78	1843
17	Flemminger Weg 65-71	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	125	78	1596
18	Flemminger Weg 73a-c	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	140	95	1478
19	Flemminger Weg 77a-c	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	153	95	1610
20	Flemminger Weg 75a-b	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	125	100	1247
21	Flemminger Weg 79a-b	GWG Wohnungsgesellschaft Naumburg mbH	135	100	1350
22	Am Holländer 17-19	Wohnungsbaugenossenschaft Naumburg e.G.	150	140	1072
23	Am Holländer 27-30	Wohnungsbaugenossenschaft Naumburg e.G.	191	165	1156
24	Am Holländer 33A-c	Wohnungsbaugenossenschaft Naumburg e.G.	133	132	1007
25	Am Holländer 33-36	Wohnungsbaugenossenschaft Naumburg e.G.	168	155	1087
Zwischenmittelwert					<b>1374</b>
<b>Zwischensumme</b>			<b>1564</b>	<b>1198</b>	
<u>Mittelwert</u>					<b>1469</b>
<u>Summe</u>			<b>5601</b>	<b>3716</b>	

## 5.2 Potenzielle neue Anschlussnehmer des Wärmenetzes Flemminger Weg

Alle Gasverbräuche der Gebäude im Quartier Naumburg West aus dem Jahr 2021 sind analysiert und kategorisiert. In eine engere Auswahl aufgenommen sind:

- Großverbraucher mit über 60 MWh / a Gasverbrauch
- Dicht besiedelte Wohnblockgebiete wie die Straße der sieben Gleichen
- Gebäude an neugebauter Trasse zu Schulen und dem Bundessprachenamt

Tabelle 5-2: Straßen zur Anbindung von Schulen, dem Bundessprachenamt und von Gebäuden mit einem Gasverbrauch von mehr als 60 MWh / a, die beim Ausbau des Wärmenetzes nicht weiter berücksichtigt werden

	Anzahl Gebäude	2021 Gasverbrauch
Sieben Gleichen (Nummerierung 62-75)	14	570 MWh
Johann-Gottlieb-Fichte-Straße (teilweise zum Bundessprachenamt)	17	700 MWh
Gottlieb-Friedrich-Klopstock-Straße (Nummerierung 77-79, zur Albert-Schweitzer Schule)	16	540 MWh
Seminarstraße (zum Bundessprachenamt)	6	300 MWh
Albert-Schweitzer Nummerierung 76, Volkshochschule Nummerierung 49	2	900 MWh
Fröbelstraße (Nummerierung 58-61, Umweg zur Volkshochschule)	4	400 MWh
Friedrich-Ladegast-Weg (Nummerierung 83-85, frisches Neubaugebiet)	3	280 MWh
Flemminger Weg nicht 100 % Anschlussquote (Nummerierung 29, 30, 33, 34, 36, 37, 38)	7	820 MWh
Mittelwert		65 MWh
<b>Summe</b>	<b>69</b>	<b>4510 MWh</b>

In Tabelle 5-2 sind Straßen in den Gebieten A bis D aufgelistet, die aufgrund zu geringer Trassenbelegung oder eingeschätztem Desinteresse der Gebäudeeigentümer an einem Wärmenetzanschluss nicht weiter untersucht werden.

### 5.2.1 Gebiet A – Potenzielle Anschlussnehmer

In Gebiet A sind nur wenige Potenziale für eine Wärmenetzerweiterung vorhanden. Diese sind in Abbildung 5-2 dargestellt. Drei Objekte am Michaelisholz (Nummerierungen 42 bis 44), bei denen mehrere Reihenhäuser über eine Zentralheizung versorgt werden, weisen in Summe einen Verbrauch von 336 MWh / a auf und werden bei der Wärmenetzerweiterung mit betrachtet. Die Wärmenetzleitung ist gelb eingezeichnet. Zusätzlich soll eine kurze Ringleitung (blaue Linie) eingeplant werden, um bei der Sanierung von Wärmenetzabschnitten einen weiteren Betrieb des Netzes zu ermöglichen. Außerdem soll das Inselnetz Euroville mit dem Wärmenetz Flemminger Weg verbunden werden. Weitere Ringleitungen zu einem neu gebauten Wärmenetzbereich in Gebiet B sind nicht gewünscht. Diese weiteren Anschlüsse in diesem Gebiet können im Wesentlichen als Verdichtung des bestehenden Wärmenetzes betrachtet werden.

### 5.2.2 Gebiet B – Potenzielle Anschlussnehmer

In Gebiet B liegen deutlich mehr potenzielle neue Anschlussnehmer zur Wärmenetz - Erweiterung (siehe Abbildung 5-3). Weitere 16 Großverbraucher sind hier in hohe Wahrscheinlichkeit eines Anschlusses (gelbe Zahlen, 6 Gebäude, 1.210 MWh / a Gasverbrauch) und weniger

wahrscheinlich (lila Zahlen, 10 Gebäude mit 1.100 MWh / a Gasverbrauch) unterteilt. Die weniger Wahrscheinlichen sind nicht bei der Energie - Simulation berücksichtigt. Die Rohrleitungsdimensionen der Zuleitungen sind so dimensioniert, dass die 16 Gebäude mit einer Anschlussleistung von 1.179 kW versorgt werden könnten. Hierdurch ist eine nicht 100 % Anschlussquote simuliert, sodass der Wärmenetzausbau nicht als zu optimistisch definiert ist.

Da die Hauptleitung (gelb) zu den 13 Gebäuden neu gebaut wird, kann man den Bereich als Ausbau des Wärmenetzes definieren. Die drei Gebäude am Friedrich - Ladegast - Weg (Nummerierungen 83 bis 85) könnte als Netzverdichtung betrachtet werden.

### 5.2.3 Gebiet C

Der potenzielle Anschluss des Bundessprachenamt mit einem geplanten Wärmeverbrauch von 2.744 MWh / a ist der wesentliche Treiber für den Ausbau des Wärmenetzes in Richtung Innenstadt. Da die Innenstadt als sehr großer Verbraucher betrachtet werden kann und am Rand der Stadt, hinter dem Bulabana, große potenzielle Flächen für Solarthermie existieren, sollte die Trasse zum Bundessprachenamt in der jetzt maximalen Dimension von DN200, die im Wärmenetz Flemminger Weg liegt, gebaut werden. Hierzu muss auch die alte Trasse am Holländer (siehe Abbildung 5-3) mit einer Dimension von DN125 bis DN50 (rote Leitung) durch eine DN200 - Trasse (gelb gestrichelt) erneuert werden. Bis zum Kreuzungspunkt Seminarstraße / Johann - Gottlieb - Fichte - Straße müssen ca. 850 m neues Wärmenetz verlegt werden. Dieser Teil der Trasse ist die Zuleitung zum neuen Wärmenetzgebiet um das Bundessprachenamt und zur Innenstadt.

Von der Kreuzung sind noch ca. 100 m Hausanschlussleitung für das Bundessprachenamt nötig. Exemplarisch soll hier die Belegungsdichte der neuen Verbraucher dargestellt werden. Sie gibt eine Aussage darüber, wie interessant der Wärmenetzausbau in dem Bereich sein kann. Eine minimale Belegungsdichte von 500 kWh pro Trassenmeter pro Jahr ( $\text{Trm} \cdot \text{a}$ ) ist beim Aufbau von Wärmenetzen in Energiedörfern bekannt. Im städtischen Bereich könnten höhere Werte nötig sein.

Mit einer Verlängerung der Haupttrasse von 130 m können die acht Wohnblöcke in der Heinrich - Heine - Straße (Nummerierungen 50 bis 57, Betreiber ist die GWG) mit einem Gasverbrauch von 1.640 MWh / a angebunden werden. Das ergibt einen durchschnittlichen Gasverbrauch von 205 MWh / a. Hier ist zu beachten, dass der Block mit der Nummerierung 56 aktuell noch aus drei einzelnen Zentralheizungen pro Hauseingang besteht und für einen Anschluss ans Wärmenetz, vergleichbar mit den anderen Blöcken, umgebaut werden müsste.

Mit einer Trasse von 190 m in der Heinrich – Heine - Straße, den Hausanschlüssen von ca. 30 m pro Gebäude, der Trasse in der Seminarstraße mit 130 m und einem geplanten Wärmebedarf von 1.310 MWh / a wird eine Trassenbelegung von 2.340 kWh / Trm\*a erreicht.

Diese Berechnung ist jedoch vereinfacht, da die 850 m lange Zuleitung hier mitberücksichtigt werden muss. Für das Bundessprachenamt allein kann eine Belegungsdichte von ca. 2.900 kWh / Trm\*a und in Kombination mit der Heinrich - Heine - Straße eine Belegungsdichte von 2.685 kWh / Trm\*a berechnet werden. Für eine Wärmenetzerweiterung sind das sehr gute Werte.

Für den Anschluss der Volkshochschule (Nummerierung 49) an das Wärmenetz wäre eine Leitung von ca. 370 m nötig. Da an der Seminarstraße nur kleine Verbraucher sind, muss die komplette Länge nur der Volkshochschule zugeordnet werden. Bei einem Gasverbrauch von 264 MWh / a und einem berechneten Wärmebedarf von 210 MWh / a liegt die Belegungsdichte nur bei 570 kWh / Trm\*a. Zusätzlich könnte das Straßendenkmal Kopfsteinpflaster in der Region zu erhöhten Kosten führen, weshalb die Volkshochschule in der Wärmenetzerweiterung nicht berücksichtigt ist. Dies ist mit der SG - SAS und TWN abgestimmt. Bei einer geplanten Erweiterung des Wärmenetzes in die Innenstadt über die Seminarstraße wäre ein Anschluss der Volkshochschule interessant.

Die Albert - Schweitzer - Schule (Nummerierung 76) weist im Vergleich zur Volkshochschule einen höheren Gasverbrauch von 600 MWh / a auf. Die Schule ist jedoch nicht saniert. Ein Umnutzungskonzept wird aktuell erstellt. Der Gasverbrauch wird hierdurch sinken. Zur Anbindung der Schule muss das Wärmenetz durch die Gottlieb - Friedrich - Kloppstock - Straße (ca. 390 m) und Köseener Straße (ca. 200 m) verlegt werden. Eine Verlegung des Wärmenetzes in der Köseener Straße wird generell durch die SG - SAS als kritisch eingeschätzt, da sehr vielen Medien bereits in der Straße verlaufen. Für den Hausanschluss sind dann noch ca. 60 m nötig. Da in dem Bereich kaum größere Verbraucher existieren, muss die komplette Trasse mit 650 m Länge der Schule zugeordnet werden. Bei einem angenommenen Wärmebedarf nach Sanierung und Umnutzung von 320 MWh / a kann eine Belegungsdichte von ca. 490 kWh / Trm\*a berechnet werden, weshalb ein Anschluss der Schule an das Wärmenetz nicht betrachtet wird. Dies ist mit der SG - SAS und TWN abgestimmt.

Eventuell ist der Anschluss des Winzerhof Gussek (Nummerierung 79) und eine Verlegung der Wärmetrasse über dessen Grundstück zu Schule möglich. Hierdurch könnte die Verlegung



über die Kösemer Straße verhindert werden und die Trassenlänge auf ca. 380 m verkürzt werden. Dies konnte jedoch nicht im Umfang des Quartierskonzeptes vollständig untersucht werden. Hier könnten weiterführende Untersuchungen nach der Erstellung des Umnutzungskonzeptes der Schule durchgeführt werden.



Abbildung 5-4: Gebiet C mit potenziellen Anschlussnehmern für eine Wärmenetzerweiterung

Der Bauhof als weitere städtische Liegenschaft mit einem Gasverbrauch von 475 MWh / a ist hier nicht mehr dargestellt, da der Bauhof nicht mehr betrieben werden soll.

In der Straße der sieben Gleichen stehen 14 kleinere Wohnblöcke (Nummerierungen 62 bis 75), dicht gebaut, mit einem Gasverbrauch von ca. 600 MWh / a. Der mittlere Gasverbrauch liegt zwar nur bei 40 MWh / a pro Gebäude, könnte jedoch ebenfalls interessant sein. Diese Gebäude werden in der Betrachtung aktuell jedoch nicht berücksichtigt, da hier das Wesentliche Problem darin besteht, dass zu jedem Gebäude 4 bis 5 Gaseinzelabrechnungen existieren und dies auf Erdgas - Etagenheizungen schließen lässt. Diese müssten zuerst zu einer Zentralheizung pro Gebäude umgebaut werden. Langfristig ist dieser Umbau jedoch wichtig, da keine anderen Energieträger als Gase eingesetzt werden können. Erneuerbare Gase werden zu teuer zum Heizen sein. Hier ist es wichtig die Eigentümer frühzeitig zu informieren und eine Sanierung sowie den Umbau gut mit einem Anschluss an das Wärmenetz



abzustimmen. Dies ist im Rahmen des Quartierkonzeptes nicht möglich und sollte in Folgearbeiten angegangen werden.

Die Gebäude mit den Nummerierungen 58 bis 61 weisen im Mittel Gasverbräuche von 100 MWh / a auf. Bei einer Anbindung der Innenstadt über diese Friedrich - Fröbel - Straße (pinke gestrichelte Linie) könnten die Gebäude 58 bis 60 angeschlossen. Das Gebäude mit der Nummerierung 61 (pinke Linie) könnte eventuell über die Heinrich - Heine - Straße angeschlossen werden. Abgestimmt mit der SG - SAS und der TWN sollen diese vier Gebäude aktuell jedoch erstmal nicht weiter betrachtet werden.

## 5.2.4 Gebiet D

Im Gebiet D (siehe Abbildung 5-5) sind nur drei Gebäude an der Zacharias - Hildebrandt - Straße (Nummerierungen 45 bis 47) mit insgesamt 354 MWh / a Gasverbrauch für eine Wärmenetzerweiterung interessant. Dies wird begünstigt, wenn die Zuleitung der Heizzentrale an der potenziellen Solarthermie - Anlage und dem Wärmespeicher (HZ - 2) zur Anbindung an die Trasse mit einer DN150 - Trasse gebaut wird, da hierdurch die Länge der Trasse zu den drei Verbrauchern verkürzt wird. Die Gebäude mit den Nummerierungen 80 bis 82 werden aufgrund eines nicht 100 % - Szenarios und deren geringen Verbräuchen von nur jeweils 20 MWh / a in Abstimmung mit der TWN in der aktuellen Betrachtung nicht berücksichtigt.



Abbildung 5-5: Gebiet D mit potenziellen Anschlussnehmern für eine Wärmenetzerweiterung

### 5.2.5 Zusammenfassung der potenziellen Anschlussnehmer

- Aktuelles Wärmenetz: Wärmeverbrauch ca. 7.670 MWh / a mit 25 Anschlussnehmern inklusive des Großverbrauchers Bulabana
- Erweiterung Wärmenetz: Wärmeverbrauch ca. 6.740 MWh / a mit 22 Anschlussnehmern inklusive des Großverbrauchers Bundessprachenamt und des Inselnetzes Euroville
- **Summe:** Wärmeverbrauch ca. 14.410 MWh / a mit 47 Anschlussnehmern

## 5.3 Aktuelle Energieerzeugung der Wärmenetze im Quartier

### 5.3.1 Wärmeerzeuger

In Abbildung 5-6 ist eine Übersicht der Wärmeerzeuger für das Quartierskonzept Naumburg West und die damit verbundenen wichtigen Wärmenetze dargestellt. Für das Wärmenetz Flemminger Weg ist die wichtigste Energiequelle die Biogasanlage in Flemmingen. Über eine Biogasleitung werden Satelliten - BHKW in den Heizhäusern Flemminger Weg und Am Hohen Stein versorgt. Das Wärmenetz Am Hohen Stein ist für das Quartierskonzept erwähnt, da bei einer minimalen Gasproduktion im Sommer das Biogas in der Biogasanlage und im BHKW Am Hohen Stein verbraucht werden kann, ohne dass das BHKW im Wärmenetz Flemminger Weg gestartet werden muss und so Wärme aus einer möglichen Solarthermie - Anlage verdrängt werden müsste. Zusätzlich sind zwei Erdgas - BHKW im Bulabana mit jeweils ca. 195 kW<sub>th</sub> installiert. Hiervon ist im Jahr 2023 nur noch eines im Betrieb und im Januar 2024 ist keines mehr in Betrieb. Beide BHKW sind defekt und sollen aktuell als nicht geplant erneuert betrachtet werden. Im **Inselnetz des Euroville** wird ein Erdgas - BHKW mit 80 kW<sub>th</sub> betrieben.

In allen Heizhäusern werden Erdgas - Kessel zur Spitzenlasterzeugung genutzt. Im Heizhaus Flemminger Weg stehen zwei Kessel mit jeweils 1.750 kW und im Heizhaus des Euroville gibt es einen Kessel mit 310 kW sowie einen Kessel mit 410 kW. Das Biogas - BHKW im Heizhaus des Wärmenetzes Flemminger Weg hat eine Leistung von 366 kW<sub>el</sub> (Wirkungsgrad 39,3%) und 409 kW<sub>th</sub> (Wirkungsgrad 43,8 %). Die Feuerungsleistung beträgt 932 kW, wodurch der Wirkungsgrad des BHKW bei 83,2 % liegt. Bei einer Bemessungsleistung von 95 % stehen theoretisch ca. 3.400 MWh / a Wärme zur Verfügung.

Im **Inselnetz des Bundessprachenamtes** stehen zwei Ölkessel mit jeweils 1.400 kW Leistung zur Verfügung.

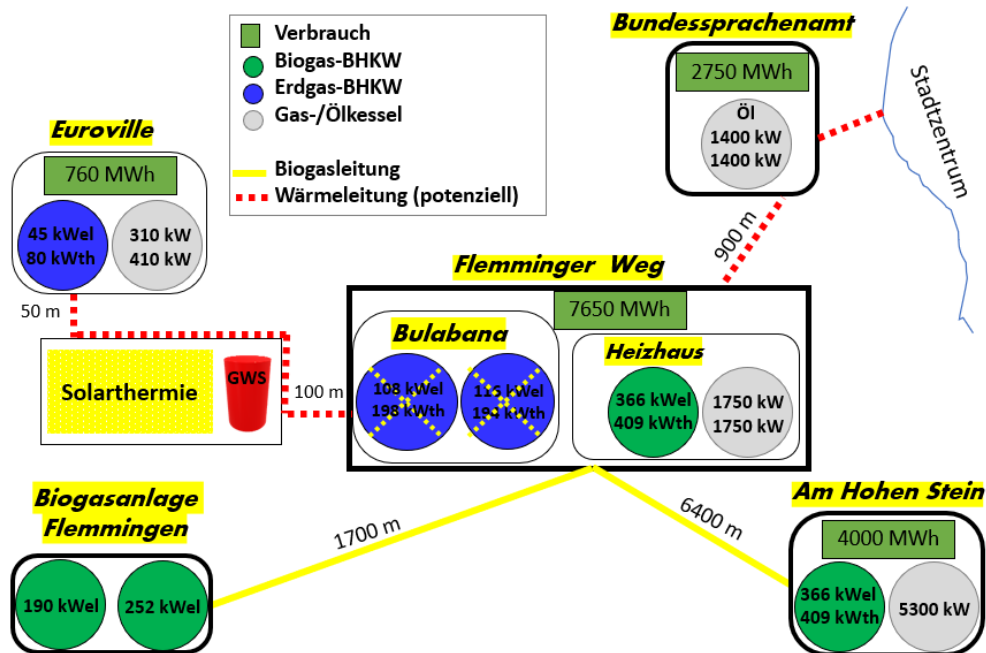


Abbildung 5-6: Übersicht der Wärmeerzeuger in den Wärmenetzen Flemminger Weg, Euroville und am Hohen Stein

## Energiemengen und Lastprofil des Wärmebedarfs.

Durchschnittlicher Strompreis bei einem Jahresverbrauch von 4.000 kWh in Cent/kWh



Quelle: Verivox • Daten herunterladen • Einbetten

Abbildung 5-7: Strompreisentwicklung 2021 bis 2024

Die Definition des angemessenen Wärmebedarfs bzw. Lastprofils für die Betrachtung des Wärmenetzes wird durch die Corona - Pandemie von 2020 bis 2022 sowie den Ausbruch des Russisch-Ukrainischen Krieges seit Februar 2022 und die dadurch veränderten Energiepreise (siehe Abbildung 5-7) und Energieverbräuche, beispielsweise durch den Betrieb des Bulabana

oder ein geändertes Nutzerverhalten beim Heizen, erschwert. Die Strompreisentwicklung wird dargestellt, da sie medial am stärksten thematisiert wird. Dadurch werden Rückschlüsse auf die Heizkosten gezogen, die das Nutzerverhalten wahrscheinlich am stärksten beeinflusst haben. Deshalb werden die Energieverbräuche im Zeitraum von 2017 bis 2019 für die weitere Betrachtung gewählt.

In Tabelle 5-3 sind die Erzeugung, der Verbrauch und der Netzverlust des Wärmenetz Flemminger Weg als Mittelwert der Jahre 2017 bis 2019 dargestellt. Der Wärmebedarf lag bei 7.674 MWh / a. Vom Biogas - BHKW konnten nur 2.438 MWh / a, also ca. 72 % der Wärme, genutzt werden. Die Erdgas - BHKW haben 2.553 MWh / a Wärme erzeugt, was einer Auslastung der BHKW von 75 % entspricht. Die Spitzenlastkessel haben 2.683 MWh / a erzeugt. Der Anteil erneuerbare Energie liegt bei 32 % und der KWK - Anteil bei 65 %. Der Wärmenetzverlust liegt bei 27 % und ist somit sehr hoch.

Tabelle 5-3: Erzeugung, Verbrauch und Netzverlust des Wärmenetz Flemminger Weg, Mittelwert der Jahre 2017 bis 2019

	<b>2017-2019 Mittelwert</b>	<b>prozentualer Anteil</b>
<b>Biogas-BHKW</b>	2438 MWh	32%
<b>Erdgas-BHKW</b>	2553 MWh	33%
<b>Gaskessel</b>	2683 MWh	35%
<b>Wärmebedarf</b>	<b>7674 MWh</b>	
<b>Wärmenetzverluste</b>	2073 MWh	27%
<b>Wärmeverkauf</b>	5601 MWh	

Bei den Wärmenetzen Flemminger Weg und Euroville lagen monatliche Lastprofile vor. Diese sind für 2017 bis 2019 als Mittelwert in Tabelle 5-4 dargestellt. Die Erdgas - BHKW sind im Sommer betrieben und verdrängen die Biogas - BHKW - Wärme (hellblau). Von der Biogas - Wärme werden 31 bis 52 % (gelb markiert) genutzt. Überschüsse werden weggekühlt und stattdessen Erdgas im BHKW verbrannt. Das lag primär daran, dass, durch den steuerlichen Querverbund des Bulabana, in den Sommermonaten auch die Erdgas - BHKW im Bulabana in Betrieb waren. Der Wärmeanteil der Sommermonate Juni bis August lag bei 3,6 bis 3,8 % des Jahresbedarfs (grün markiert).

Tabelle 5-4: monatliche Wärmeerzeugung in den Wärmenetzen Flemminger Weg und Euroville, Mittelwert der Jahre 2017 bis 2019

2017-2019	Flemm Gaskessel in MWh	Flemm Bio BHKW in MWh	Bio-BHKW Auslastung	Bulabana BHKW I Eigenwärme in MWh	Bulabana BHKW II Netzwärme in MWh	Summe Erdgas-BHKW	Summe Flemm in MWh	Euroville in MWh	Flemm+ Euroville in MWh	Prozentuale monatliche Verteilung
Jan	580	264	91%	101	94	195	1039	104,0	1143	13,6%
Feb	468	264	101%	120	119	239	972	102,6	1075	12,7%
Mrz	316	271	94%	135	131	266	854	83,3	937	11,1%
Apr	144	216	77%	105	130	235	596	61,6	657	7,8%
Mai	46	173	60%	90	130	220	438	44,7	483	5,7%
Jun	29	145	52%	28	83	112	286	30,0	316	3,7%
Jul	8	111	38%	45	125	170	289	28,5	318	3,8%
Aug	26	90	31%	41	114	155	270	29,9	300	3,6%
Sep	40	158	57%	104	130	234	432	38,0	470	5,6%
Okt	145	232	80%	123	145	268	645	61,7	706	8,4%
Nov	350	256	92%	128	120	248	855	83,2	938	11,1%
Dez	532	257	89%	114	95	209	999	94,0	1093	13,0%
	2683	2438	72%	1134	1419	2553	7674	761	8435	100%

Dennoch wird der Wärmebedarf vom Jahr 2023 analysiert und vor allem der Wärmebedarf in den Sommermonaten mit den Jahren 2017 bis 2019 verglichen, da diese primär durch Wärmeverluste des Netzes, die Trinkwasser - Zirkulation und den Warmwasserbedarf bestimmt werden. Hier besteht kein Einfluss des Nutzerheizverhaltens. Unterschiede im System könnten hieraus ersichtlich werden. Die monatlichen Werte sind in Tabelle 5-5 dargestellt.

Tabelle 5-5: monatliche Wärmeerzeugung in den Wärmenetzen Flemminger Weg und Euroville im Jahr 2023

2023	Flemm Biogas-BHKW in MWh	Flemm Biogas BHKW Auslastung	Flemm Biogas BHKW in kW	Flemm Gaskessel in MWh	Bulabana Erdgas BHKW in MWh	Bulabana Erdgas-BHKW Auslastung	Wärmenetz Flemminger Weg inkl. Netzverluste in MWh	Euroville in MWh	Wärmenetz Flemminger Weg + Euroville in MWh	Prozentuale monatliche Verteilung
Jan	299	98,2%	402	626	0,0	0,0%	925	88,2	1013	13,2%
Feb	265	96,4%	394	624	73,0	55,7%	962	81,9	1044	13,6%
Mrz	278	91,5%	374	451	71,6	49,3%	801	89,2	890	11,6%
Apr	317	107,6%	440	344	24,2	17,2%	685	70,5	756	9,8%
Mai	279	91,7%	375	82	0,9	0,6%	362	41,2	403	5,3%
Jun	234	79,5%	325	38	6,3	4,5%	279	25,1	304	4,0%
Jul	239	78,5%	321	31	33,2	22,9%	303	24,5	327	4,3%
Aug	219	72,0%	295	0	43,4	29,9%	263	25,5	288	3,8%
Sep	229	77,8%	318	0	113,1	80,5%	342	24,2	366	4,8%
Okt	304	100,0%	409	108	136,4	94,0%	549	41,7	591	7,7%
Nov	231	78,4%	321	358	108,9	77,6%	698	64,4	762	9,9%
Dez	258	84,7%	346	464	133,3	91,9%	855	80,9	936	12,2%
	3152	88,0%	360	3126	744	43,6%	7023	657	7680	100%

Welche Unterschiede in der Erzeugung im Wärmenetz am Flemminger Weg bestehen beim Vergleich der Jahre 2017 bis 2019 und 2023:



- Im Jahr 2023 ist nur noch ein Erdgas - BHKW in Betrieb und dieses hat auch nur eine geringe Auslastung. Es ist mehrere Monate ohne Betrieb, während es in anderen Monaten nahezu unter Volllast läuft. Das Erdgas - BHKW erzeugt nur 744 MWh / a.
- Der Erdgas - KWK - Anteil liegt 2023 nur noch bei 10,6 %. Im Sommer (Juni bis August) erzeugt es im Schnitt 10 % des Bedarfs.
- Das Biogas - BHKW produziert 2023 ca. 710 MWh / a mehr Wärme als in den Jahren 2017 bis 2019. Die Auslastung des BHKW mit 409 kW<sub>th</sub> liegt im Schnitt bei 88 % und damit nahe an der Bemessungsleistung. In der Heizsaison läuft das BHKW im April sogar in Überlast mit 440 kW<sub>th</sub>.
- Der Biogas - BHKW - Anteil liegt 2023 bei 44,9 %, im Sommer (Juni bis August) im Schnitt sogar bei 82 % des Bedarfs, erreicht jedoch noch nicht die Leistungsgrenze.
- Der Gaskessel - Anteil liegt 2023 bei 44,5 %, im Sommer (Juni bis August) im Schnitt noch bei 8,2 % des Bedarfs.
- Der KWK - Anteil liegt dadurch bei 55,5 %.
- Im Zeitraum von Juni bis August 2023 ist der Bedarf mit 306 MWh / a etwas geringer als in den Jahren 2017 bis 2019, wo er bei 311 MWh / a beträgt (entspricht 98 %).
- Die prozentualen Sommerverbräuche 2023 sind um ca. 0,3 % höher als in den Jahren 2017 bis 2019, jedoch nur aufgrund geringerer Jahresverbräuche 2023 (90 % im Vergleich zu den Jahren 2017 bis 2019).
- Das Euroville verzeichnet 2023 etwas geringer Sommer- und Jahresverbräuche als in den Jahren 2017 bis 2019.

### **Schlussfolgerungen zur Wahl des Lastprofils der Jahre 2017 bis 2019:**

- Vor allem für die Betrachtung der möglichen Solarthermie - Erträge sind die Verbräuche in den Monaten Juni bis August entscheidend. Das Lastprofil der Jahre 2017 bis 2019 und 2023 sind ähnlich, sodass das Lastprofil der Jahre 2017 bis 2019 genutzt werden kann.
- Beim Jahres- und Heizbedarf weist das Lastprofil der Jahre 2017 bis 2019 höhere Werte auf. Es ist ein kritischeres Lastprofil bei den Erzeugerleistungen, da die Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Energien im Winter schwieriger ist.

Tabelle 5-6: potenzielle Wärmeerzeugung mittels Biogas - BHKW - Wärme im Wärmenetz Flemminger Weg im Jahr 2024

2017- 2019	Summe Flemm in MWh	Biogas potenziell in MWh	Gaskessel in MWh	Biogas nicht genutzt in MWh
Jan	1039	289	750	0
Feb	972	261	711	0
Mrz	854	289	565	0
Apr	596	280	316	0
Mai	438	289	149	0
Jun	286	280	6	0
Jul	289	289	0	0
Aug	270	270	0	19
Sep	432	280	153	0
Okt	645	289	355	0
Nov	855	280	575	0
Dez	999	289	709	0
Summe	7674	3385	4289	19

In Tabelle 5-6 sind die potenzielle Wärmeerzeugung im Wärmenetz Flemminger Weg für 2024 dargestellt, da seit Januar 2024 das letzte betriebene Erdgas - BHKW im Bulabana defekt nicht mehr betrieben wird. Es soll laut TWN und SG - SAS dauerhaft als nicht verfügbar angesehen werden. Theoretisch könnte die komplette Wärmeversorgung im Sommer mit dem Biogas - BHKW gedeckt werden. Lediglich 19 MWh / a, also weniger als 1 % der Biogas - BHKW - Wärme, würden nicht genutzt werden. Der Anteil erneuerbare Energien und gleichzeitig der KWK - Anteil wäre bei 44 % im aktuellen Wärmenetz Flemminger Weg. Diese 3.385 MWh / a können vor allem im Sommer, aufgrund eines nicht konstanten Wärmebedarfs, aktuell nicht genutzt werden, da Unterschiede zwischen Erzeugung und Verbrauch nicht zu 100 % nur durch eine Speicherung der Wärme im Wärmenetz ausgeglichen werden können. Da die Wärmemenge des Biogas - BHKW nahezu vollständig abgenommen wird, sollte eine mögliche Effizienzsteigerung beim Biogas - BHKW geprüft werden. Aktuell liegt die Abgastemperatur höchstwahrscheinlich bei ca. 180 °C, wodurch durch weitere Abkühlung des Abgases weitere Wärme ausgekoppelt werden könnte.

### 5.3.2 Schnelle, einfache und kostengünstige Optimierung der aktuellen Wärme-erzeugung im Wärmenetz Flemminger Weg

Es sollte ein Pufferspeicher mit einem Volumen von ca. 50 m<sup>3</sup> zum Ausgleich von Tageslastspitzen eingesetzt werden, sodass die Wärme des Biogas - BHKW besser werden kann als durch die Temperaturerhöhung im Wärmenetz. Dadurch kann auch der Einsatz des Gaskessels verringert wird.

### 5.4 Neue potenzielle Anschlussnehmer des Wärmenetzes

Im Folgenden wird darauf eingegangen, welche neuen Anschlussnehmer an das Fernwärmenetz angeschlossen werden könnten.

#### 5.4.1 Bundessprachenamt Wärmebedarf und Lastprofil

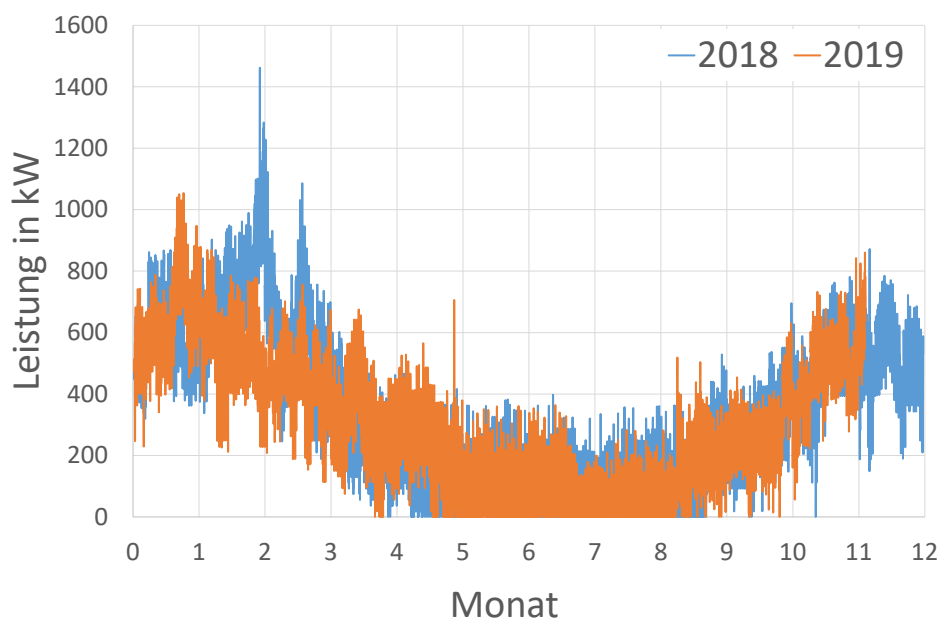


Abbildung 5-8: Stundengenauer Gasverbrauch der Liegenschaft Landesschule Schulpforta 2018 und 2019

Beim Bundessprachenamt wird die Wärme aktuell über zwei Heizölkessel mit jeweils 1.400 kW Leistung erzeugt. Es liegen keine detaillierten Monats- oder Stundenlastprofile vor. Der Jahresverbrauch beträgt mit 2.744 MWh Fernwärme. Ein reales Lastprofil mit stundengenauem Gasverbrauch der Landesschule Schulpforta, welche im Nachbarort von Naumburg steht und eine ähnliche denkmalgeschützte Gebäudestruktur aufweist, wird herangezogen (siehe Abbildung 5-8). Aus den Stundenwerten sind Monatswerte erstellt und die Wärmemenge des Bundessprachenamtes skaliert (siehe Tabelle 5-7).

Tabelle 5-7: prozentuale Monatswerte des Lastprofils Schulpforta und Monatswerte des Bundessprachenamte

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Schulpforta monatliche Verteilung	16,3%	15,2%	13,9%	7,0%	4,9%	2,2%	1,9%	1,7%	3,6%	6,9%	12,5%	13,9%	100%
Bundessprachenamt in MWh	447	416	383	192	135	59	53	48	99	189	342	380	2744

Durch die denkmalgeschützte Gebäudestruktur wird ein hoher Winterwärmebedarf und dadurch ein geringer prozentualer Sommerbedarf im Juni bis August von ca. 1,7 bis 2,2 % angenommen. Im Vergleich dazu weist das aktuelle Wärmenetz Flemminger Weg in dem Zeitraum 2017 bis 2019 einen prozentualen Wärmebedarf von 3,6 bis 3,8 % auf. Der Winterbedarf im Januar liegt mit 16,3 % im Vergleich zum Zeitraum 2017 bis 2019 um 2,7 % höher.

#### 5.4.2 Neue Wohngebäude Wärmebedarf und Lastprofil

Für den Anschluss weiterer Wohngebäude an das Wärmenetz liegen nur Gas - Jahresverbräuche von 2021 vor. Da die Gebäude den aktuell ans Wärmenetz angeschlossenen Gebäuden ähneln und bei den aktuellen Gebäuden des Wärmenetzes Monatsverbrauchswerte der Hausanschlussstationen von 2023 vorliegen (siehe Tabelle 5-8), sind die Profile auf die Gas - Jahresmengen angewandt.

Tabelle 5-8: Auszug der Monatsverbräuche der Hausanschlussstationen der Wohnblöcke des Wärmenetzes Flemminger Weg im Jahr 2023

2023	Zach 16 MWh	Holl 4 MWh	Holl 7 MWh	Holl 11 MWh	Holl 12 MWh	Micha 1 MWh	Micha 3 MWh	Micha 5 MWh	Micha 6 MWh	Micha 8 MWh	Micha 10 MWh
Jan	11,4	19,5	23,6	18,2	15,9	29,3	24,8	30,7	31,0	36,0	9,8
Feb	10,4	18,2	21,4	16,8	14,9	27,7	23,5	29,6	28,7	33,6	9,0
Mrz	9,4	16,7	23,4	15,1	12,8	24,0	20,4	26,1	25,5	30,6	8,0
Apr	7,2	13,2	17,5	11,2	9,2	17,6	14,9	20,1	18,3	22,9	6,3
Mai	4,6	7,9	10,4	6,4	5,2	8,4	7,1	10,3	8,6	12,1	3,2
Jun	3,2	3,7	6,1	4,5	3,7	5,6	4,7	6,3	4,4	6,9	1,9
Jul	3,0	3,1	5,1	4,3	3,5	5,3	4,5	6,0	3,9	6,0	1,8
Aug	3,1	3,1	5,3	4,2	3,6	5,3	4,5	5,9	4,3	5,5	1,8
Sep	3,2	3,2	5,7	4,4	3,7	5,3	4,5	5,9	4,3	5,8	1,8
Okt	4,9	8,8	11,3	7,9	6,1	11,7	9,9	12,7	10,6	15,1	4,2
Nov	8,7	16,3	20,9	14,8	13,0	25,7	21,8	25,6	25,0	30,4	8,0
Dez	11,5	20,2	26,9	18,7	17,3	32,2	27,3	32,1	32,4	38,2	9,4
Summe	81	134	178	126	109	198	168	211	197	243	65

Tabelle 5-9: prozentualer Monatsverbrauch und Mittelwert aktueller Gebäude am Wärmenetz im Jahr 2023

2023	Zach 16	Holl 4	Holl 7	Holl 11	Holl 12	Micha 1	Micha 3	Micha 5	Micha 6	Micha 8	Micha 10	Mittelwert
Jan	14,1%	14,6%	13,3%	14,4%	14,6%	14,8%	14,8%	14,6%	15,7%	14,8%	15,0%	14,8%
Feb	12,9%	13,6%	12,1%	13,3%	13,7%	14,0%	14,0%	14,0%	14,6%	13,8%	13,9%	13,7%
Mrz	11,6%	12,4%	13,2%	11,9%	11,8%	12,1%	12,1%	12,4%	13,0%	12,6%	12,2%	12,3%
Apr	8,9%	9,9%	9,8%	8,9%	8,5%	8,9%	8,9%	9,5%	9,3%	9,4%	9,6%	9,3%
Mai	5,6%	5,9%	5,8%	5,1%	4,8%	4,2%	4,2%	4,9%	4,4%	5,0%	4,9%	4,9%
Jun	4,0%	2,8%	3,4%	3,5%	3,4%	2,8%	2,8%	3,0%	2,2%	2,9%	3,0%	2,9%
Jul	3,7%	2,3%	2,9%	3,4%	3,2%	2,7%	2,7%	2,8%	2,0%	2,5%	2,7%	2,7%
Aug	3,9%	2,3%	3,0%	3,3%	3,3%	2,7%	2,7%	2,8%	2,2%	2,3%	2,8%	2,8%
Sep	4,0%	2,4%	3,2%	3,5%	3,4%	2,7%	2,7%	2,8%	2,2%	2,4%	2,7%	2,8%
Okt	6,1%	6,6%	6,3%	6,2%	5,6%	5,9%	5,9%	6,0%	5,4%	6,2%	6,4%	6,2%
Nov	10,8%	12,2%	11,8%	11,7%	11,9%	13,0%	13,0%	12,1%	12,7%	12,5%	12,3%	12,4%
Dez	14,3%	15,1%	15,2%	14,8%	15,9%	16,3%	16,3%	15,2%	16,5%	15,7%	14,5%	15,3%

Ein Auszug der Gebäude des aktuellen Wärmenetzes mit einem Wärmebedarf 65 bis 211 MWh / a zeigt ähnliche prozentuale Monatsprofile (siehe Tabelle 5-9). Daher konnte hier ein Mittelwert gebildet werden, der bei 2,7 bis 2,9 % (grün markiert) im Zeitraum Juni bis August liegt. Dieser Wert ist niedriger als das Lastprofil des Wärmenetz Flemminger Weg, da hier keine Netzverluste und die Energiebedarfe des Bulabana berücksichtigt werden. Durch die Netzverluste werden die prozentualen Sommerbedarfe erhöht, sodass diese Lastprofile der Gebäude geeignet erscheinen.

Die Gasverbräuche der potenziellen neuen Wohngebäude sind vereinfacht mit einem Wirkungsgrad des Gaskessels von 0,8 multipliziert. Bei den 20 Anschlussnehmern liegen diese bei 2.829 MWh / a. Der mit dem prozentualen Monatswerte der Hausanschlussstationen skalierten Monatsbedarf der 20 Anschlussnehmer ist in Tabelle 5-10 dargestellt.

Tabelle 5-10: prozentuale Monatswerte des Lastprofils der Hausanschlussstationen (HAST) des Wärmenetzes Flemminger Weg und Monatswerte neuer Wohnblöcke

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Flemminger HAST Mittel	14,8%	13,7%	12,3%	9,3%	4,9%	2,9%	2,7%	2,8%	2,8%	6,2%	12,4%	15,3%	100%
Neue Blöcke Bedarf in MWh	417	386	349	263	138	83	76	78	80	176	350	432	2829

## 5.5 Wärmenetztemperaturen

Die Vorlauftemperaturen des Wärmenetzes Flemminger Weg sind in Abbildung 5-9 dargestellt. Die Temperaturen schwanken sehr stark. Der 24 - Stunden - Mittelwert (schwarze Linien) sind ebenfalls dargestellt. Es ist kein deutliches, Außentemperaturabhängiges Verhalten zu erkennen. Im 24 - Stunden - Mittel schwanken die Temperaturen im Sommer von 75 bis 85°C, während sie im Oktober dagegen bei 70 bis 75 °C liegen. Temperaturspitzen in der Heizsaison sind im Dezember 2023 und im Januar 2024 erkennbar. Dagegen fällt die Temperatur im Mittel



im Februar und März 2024 auf ca. 75 °C. Im April und Mai steigt die Temperatur immer wieder steil auf bis zu 84 °C.

Eine Interpretation der Werte ist kompliziert. Zwischen 2023 und 2024 besteht der Unterschied, dass das Erdgas - BHKW seit 2024 stillsteht.

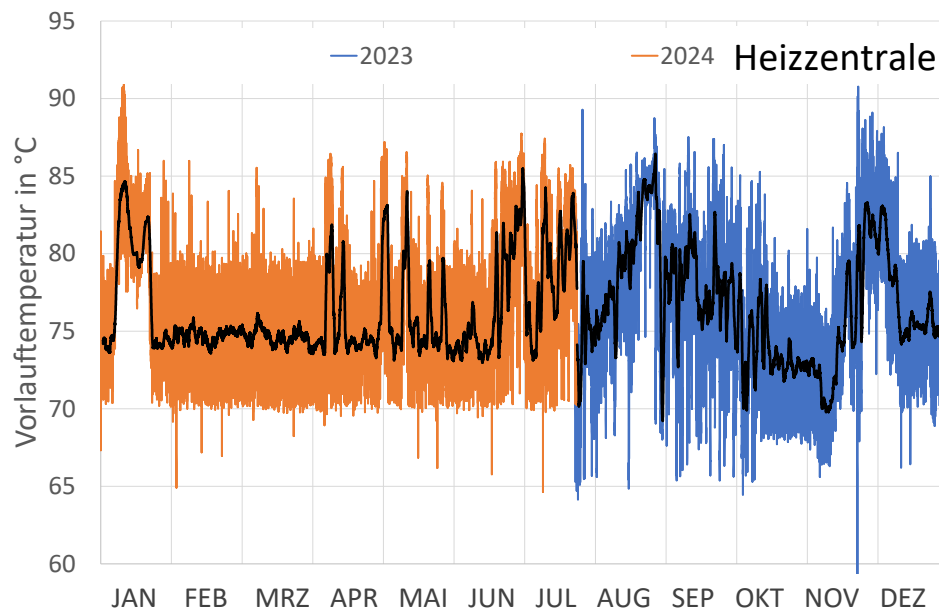


Abbildung 5-9: Vorlauftemperaturen im Heizhaus des Wärmenetzes Flemminger Weg

Die Rücklauftemperaturen am Heizhaus Flemminger Weg schwanken innerhalb des Tages ebenfalls stark (siehe Abbildung 5-10). Die 24 - Stunden - Mittelwerte sind durch die schwarzen Linien dargestellt. Im August 2023 steigen die Temperaturen im Tagesmittel bis auf ca. 78 °C, während die Tagesmittelttemperaturen im Nov 2023 und im Dezember 2023 ein Minimum von 62 bis 63 °C erreichen. Ein deutlicher Abfall der Rücklauftemperaturen Ende Januar 2024 um ca. 5 K sowie ein am wenigsten schwankender Bereich sind im Februar und März 2024 zu erkennen.

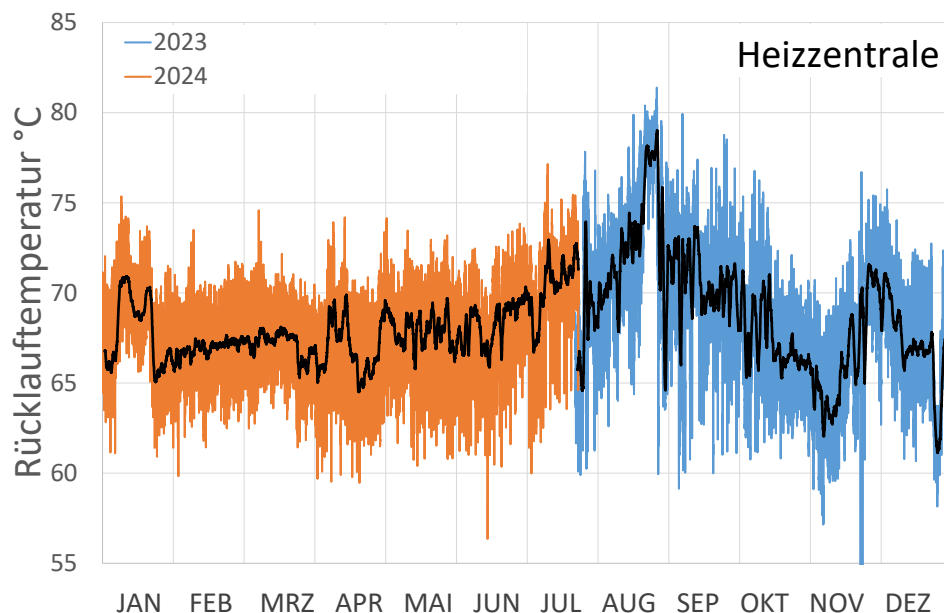


Abbildung 5-10: Rücklauftemperaturen im Heizhaus des Wärmenetzes Flemminger Weg

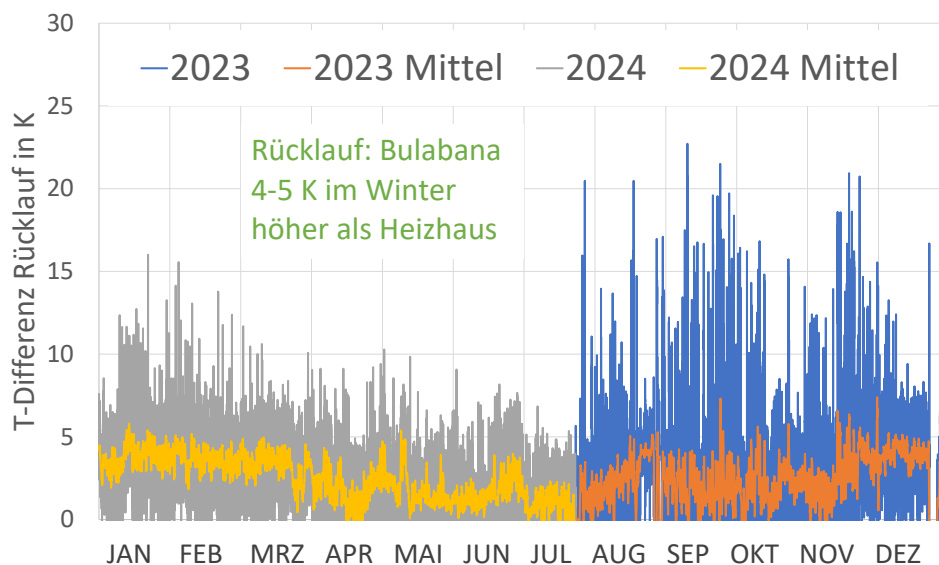


Abbildung 5-11: Differenz der Rücklauftemperaturen zwischen dem Bulabana und dem Heizhaus des Wärmenetzes Flemminger Weg

Zusätzlich sind die Temperaturen im Rücklauf des Bulabana analysiert. Da die Werte ebenfalls stark schwanken, sind 24 - Stunden - Mittelwerte gebildet. Da das Erdgas - BHKW im Bulabana in den Rücklauf einspeist, ist in Abbildung 5-11 die Differenz der Rücklauftemperatur des Bulabana und Heizhauses dargestellt. Zwischen beiden Punkten im Wärmenetz befindet sich kein weiterer Verbrauch. Jedoch findet eine Mischung mit dem Wärmenetzbereich am Michaelisholz statt. Im Jahr 2023 liegen die Rücklauftemperaturen im Bulabana teilweise bis zu 23 K

über den Werten des Heizhauses des Wärmenetzes am Flemminger Weg. Im Jahr 2024 sind die Werte deutlich geringer. Die Mittelwerte (gelbe und orange Linien) zeigen bis zu 5 K höhere Temperaturen im Bulabana. Am konstantesten ist der Bereich im Januar bis März 2024.

### Interpretation der Temperaturen:

- Bis 2023 speist das Erdgas - BHKW Bulabana in den Rücklauf ein → starke Temperaturschwankungen, da Wärmenetz als Speicher eingesetzt wird.
- Im Jahr 2024 ist der Rücklauf des Bulabana ohne Erdgas - BHKW - Betrieb im Mittel immer noch bis zu 5 K über dem gemischten Rücklauf am Heizhaus des Wärmenetzes Flemminger Weg → Aufgrund der Mischung des Teilnetzbereich am Michaelisholz im Wärmenetz muss die Rücklauftemperatur vom Michaelisholz deutlich niedriger sein. Das kann an einer schlecht funktionierenden Hausanschlussstation im Bulabana liegen. Das bestätigen auch die SG - SAS. Hier ist Handlungsbedarf nötig, da unnötig hohe Netztemperaturen erforderlich sind.
- Die Rücklauftemperatur ist sehr hoch. Das liegt auch daran, dass das Wärmenetz als Wärmespeicher genutzt wird, das Biogas - BHKW im Sommer Überschüsse erzeugt und die Vor- und Rücklauftemperaturen unnötig erhöhen. Hierdurch entstehen erhöhte Wärmeverluste und dadurch Kosten durch den Einkauf der Biogas - BHKW - Wärme von der Agriwatt.
- Eventuell könnte auch das Einschalten der 1.750 kW Erdgas - Kessel durch kurzfristige Nachfragespitzen immer wieder zu starken Temperaturspitzen im Wärmenetz führen, da kein Wärmespeicher existiert.

Aufgrund der Nutzung des Wärmenetzes als Wärmespeicher sind die Temperaturen und dadurch die Wärmeverluste im Wärmenetz sehr hoch, weshalb bei der weiteren Betrachtung mit ca. 10 % geringerem Netzverlust gerechnet wird. Das Volumen des Wärmenetzes beträgt ca. 55 m<sup>3</sup>. Ein Wärmespeicher mit 50 m<sup>3</sup> wäre also eine vergleichbare Speichergröße. Generell sind die untersuchten Wärmenetztemperaturen für eine Systembetrachtung ungeeignet. Es wird dringend empfohlen das Management der Erzeugung zu überarbeiten.

## 5.6 Leitungsnetz Betrachtung

In den folgenden werden die Leitungsnetze betrachtet.

### 5.6.1 Netzverdichtung des Leitungsnetzes im Gebiet A

Für die Wärmenetzbetrachtung sind die maximalen zu transportierenden Wärmeleistungen pro Trassenabschnitt entscheidend. Für die Anschlussnehmer des aktuellen Wärmenetzes sind diese bereits abgebildet. Der Netzverlust von 2.073 MWh / a und der Verbrauch von 5.601 MWh / a ergeben ein Verhältnis von 37 % (in den Jahren 2017 bis 2019). Die Spitzenleistung des Netzverlustes des Wärmenetzes Flemminger Weg ist als Mittelwert aus 8760 Stunden des Jahreswärmeverlustes berechnet und beträgt vereinfacht ca. 240 kW (siehe Tabelle 5-11). Im Vergleich zur Spitzenleistung der Anschlussnehmer von 3.716 kW ist dies mit nur 6,5 % sehr gering. In der Tabelle sind die Anschlussleistungen aller potenziellen Anschlussnehmer sowie der Netzverluste zusammengefasst. Eine Summe der Anschlussleistung von 9.139 kW wird berechnet und muss als Erzeugerleistung aufgebaut vorliegen, wobei Wärmespeicher hier theoretisch übernehmen könnten.

Tabelle 5-11: Anschlussleistungen der Anschlussnehmer und der Netzverluste

	Bulabana	Wohnblöcke Flemminger Weg	Netzverluste Flemminger Weg	Bundes- sprachen- amt	Euro- ville	Neue Wohn- blöcke	Netzverluste neuer Anschluss- nehmer	Summe
Anschlussleistung in kW	1000	2716	237	2500	600	2040	46	9139
Verbrauch in MWh	1653	3947	2073	2744	761	2829	402	14410
Vollbenutzungstunden	1653	1453	8760	1098	1268	1387	8760	

Bei der Netzbetrachtung ist eine Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf von 28 K ermittelt. Im Bereich C bis D (siehe Abbildung 5-12) ist die Leitung primär durch die Gebäude verlegt. Durch die Wärmenetzerweiterung durch den Anschluss der Gebäude 14, 13, 9, 8 und 7 ist hier ein Engpass durch erhöhte Wärmenachfrage entstanden. Ebenfalls existieren bereits Engpässe bei EF und G. Durch einen Anschluss der drei Gebäude (Strang Micha) wird dies verstärkt. EF sollte auf die Dimension DN100 und G auf DN150 geändert werden. Eine Ringleitung (BE) könnte den Betrieb des Netzes verbessern. Zusätzlich könnte Euro - A als Ringleitung eingeplant werden.

Die Verbindung der Heizzentrale 2 zum Euroville ist mit DN100 geplant, da hier die maximale Wärmenachfrageleistung gedeckt werden können soll. Die Verbindung von der Heizzentrale 2 zur DN150 / Heizzentrale 1 (siehe Abbildung 5-15) wird mit der Dimension DN200 geplant. Bei



einer zukünftigen Erweiterung der DN150 - Trasse bei einer Sanierung auf DN200 wäre eine durchgängige Verbindung mit DN200 bis zum Bundessprachenamt möglich.



Abbildung 5-12: Gebiet A mit zusätzlichen Bezeichnungen der Netzabschnitte

## 5.6.2 Netzverdichtung des Leitungsnetzes im Gebiet B

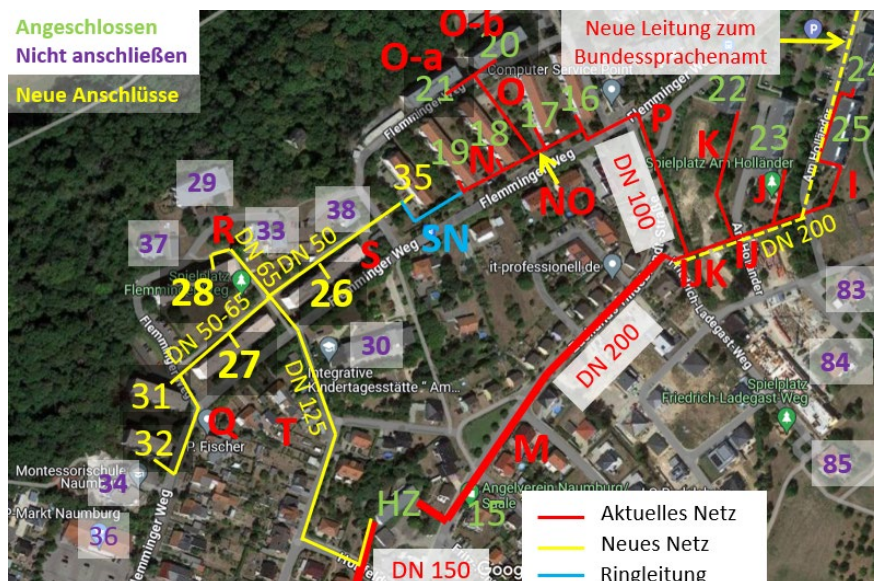


Abbildung 5-13: Gebiet B mit zusätzlichen Bezeichnungen der Netzabschnitte

Zur Versorgung der Gebäude 26, 27, 28, 31, 32 und 35 ist eine Anbindetrasse (T) von DN125 geplant (siehe Abbildung 5-13). Sie ist so dimensioniert, dass zusätzlich auch die Gebäude

29, 30, 33, 34, 37 und 38 mitversorgt werden können. Die Ringleitung SN hat die Dimension DN40 entsprechend der angrenzenden Dimension. In den Trassenbereichen I bis K sollte die aktuelle alte Trasse durch eine DN200 - Trasse zur zusätzlichen Versorgung des Bundessprachenamtes erneuert werden.

### 5.6.3 Netzausbau des Leitungsnetzes im Gebiet C

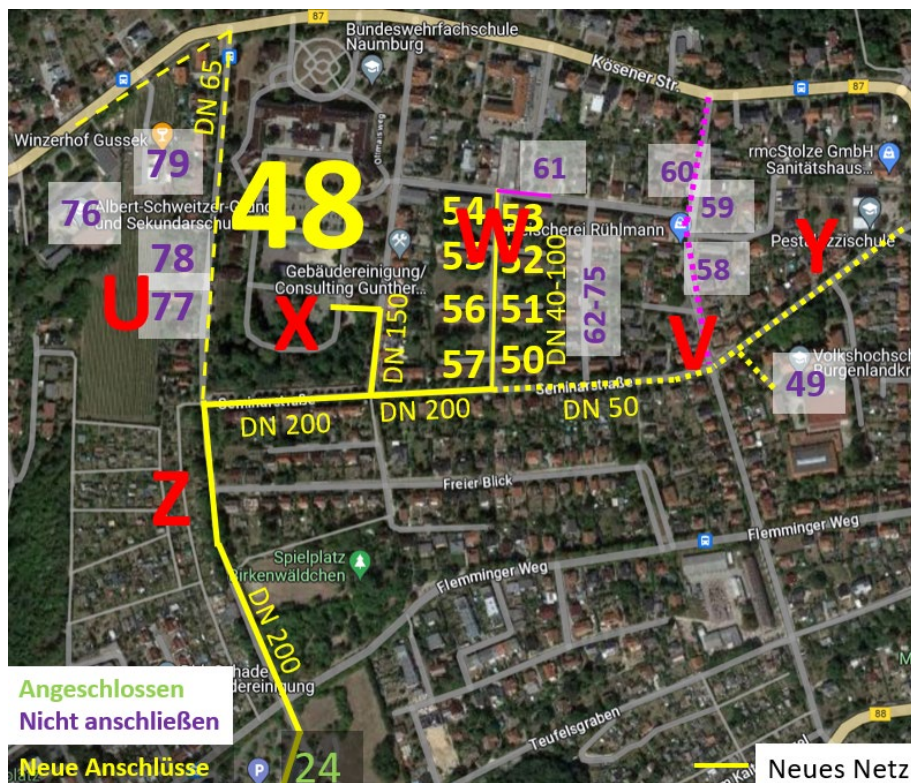


Abbildung 5-14: Gebiet C mit zusätzlichen Bezeichnungen der Netzabschnitte

Bis zur Kreuzung Seminarstraße / Heinrich - Heine - Straße wird eine DN200 Leitung geplant, um die Option einer Versorgung der Innenstadt mit solarthermischer Wärme zu ermöglichen (siehe Abbildung 5-14). Der Abzweig zum Bundessprachenamt ist in DN150 ausreichend. In der Heinrich - Heine - Straße sinkt die Dimension von DN100 bis zum Ende der Trasse auf DN40. Für eine Anbindung der Volkshochschule ist eine Trasse von DN50 nötig. Zur Anbindung der Albert - Schweitzer - Schule ist eine Trasse mit DN65 nötig.



#### 5.6.4 Netzverdichtung des Leitungsnetzes im Gebiet D

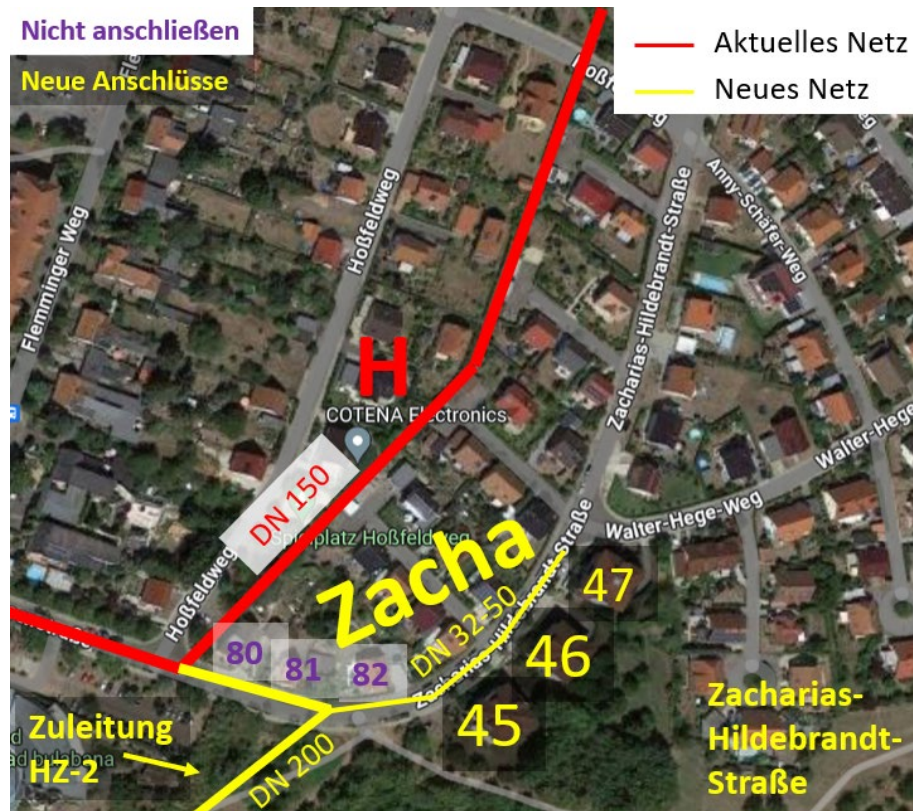


Abbildung 5-15: Gebiet D mit zusätzlichen Bezeichnungen der Netzabschnitte

In der Zacharias - Hildebrandt - Straße (siehe Abbildung 5-15) wird eine Zuleitung HZ - 2 mit DN200 eingeplant. Als Strang können die Gebäude mit den Nummerierungen 45 bis 47 mit den Dimensionen DN50 bis DN32 angebunden werden.

### 5.6.5 Auswahl der Rohrqualität des Wärmenetzes

Tabelle 5-12: Wärmeverluste pro m Rohr verschiedener Dimensionen und Dämmstärken

Wärmeverlust bei Mittel 60 °C W/m Rohr			Faktor		1,05
	Dämmung 1	Dämmung 2	Dämmung 1	Dämmung 2	
DN32	8,0		8,4		
DN40	9,2		9,7		
DN50	10,3		10,8		
DN65	12,0		12,6		
DN80	12,4		13,0		
DN100	13,0		13,7		
DN125	15,0		15,8		
DN150	17,8		18,7		
DN200	19,4	15,2	20,4	16,0	

Generell sind bei allen neuen Trassen mit DN200 immer die Vorlaufleitungen mit der erhöhten Dämmstufe 2 geplant (Vorgabe der SG - SAS). Alle anderen Leitungen sind mit Dämmstufe 1 geplant (Vorgabe der SG - SAS). Die Wärmeverluste sind in Tabelle 5-12 dargestellt.

### 5.6.6 Kosten des Trassenausbaus

Die Netzausbaukosten liegen von der SG - SAS mit aktuell recherchierten Werten vor (siehe Tabelle 5-13) und überschreiten die Preise der Vorjahre um bis zu 35 %.

Tabelle 5-13: Kosten der Wärmenetzverlegung der Haupttrassen, Anschlussleitungen und Innenverlegung zur HAST

Rohrdimension	€/Trm
DN 20	1.053 €
DN 25	1.080 €
DN 32	1.107 €
DN 40	1.148 €
DN 50	1.215 €
DN 65	1.307 €
DN 80	1.445 €
DN 100	1.501 €
DN 125	1.600 €
DN 150	1.725 €
DN 200	1.836 €
Hausanschluss bis 10m HA-Leitung	
Hausanschluss bis DN 40	30.000 €
Hausanschluss ab DN 50	35.000 €
Innenverlegung bis zur HAST	5.000 €

### 5.6.7 Zusammenfassung des Trassenausbaus

In Tabelle 5-14 sind die Kosten der Wärmenetzerweiterung nach Strängen zusammengefasst. Netzverluste, die Trassenlänge, Wärmebedarfe der Gebäude und die Kosten pro MWh der Gebäude (gerechnet mit der einmaligen Jahreswärmemenge) sind ebenfalls dargestellt. Am wirtschaftlichsten ist der Anschluss des Bundessprachenamtes trotz einer Trasse von 962 m. Die Investitionskosten pro MWh – jährlichem Wärmeverbrauch liegen aufgrund des hohen Wärmebedarfs nur bei ca. 690 €. Hier wird der Vorteil genutzt, dass die Verbraucher des Bundessprachenamt schon über ein Inselnetz verbunden sind und diese Kosten hier nicht zusätzlich entstehen. Der Anschluss der Heinrich - Heine - Straße ist aufgrund der kurzen Trasse und der hohe Bedarfsdichte mit 813 € / MWh jährlichem Wärmeverbrauch auch sehr gut. Die Investitionskosten des Anschlusses der drei Gebäude am Michaelisholz ist mit 1.407 € / MWh jährlichem Wärmeverbrauch deutlich höher, aber noch wirtschaftlich.

Nicht wirtschaftlich sind die Anschlüsse der Schulen mit ca. 2.200 bis 2.300 € / MWh jährlichem Wärmeverbrauch, weshalb sie hier nicht weiter betrachtet werden. Bei einem Ausbau des Wärmenetzes in Richtung der Innenstadt ist ein Anschluss der Volkshochschule wirtschaftlich und kann dann eingeplant werden.

Die Investitionskosten des Netzausbaus inklusive der Ringleitungen und der Behebung von Engpässen betragen ca. 5,1 Mio. €.

Tabelle 5-14: Zusammenfassung der Trassenberechnung der Wärmenetzerweiterung und Anbindung einer Heizzentrale, einer Solarthermie - Anlage und eines Wärmespeichers

Gebiet	Gebäude	Verbrauch in MWh	Trassenlänge in m	Netzverlust in MWh	Kosten	Kosten pro MWh	Bemerkung
Michaelisholz	3	269	168	29,5	378.180 €	1.407 €	
Zachariasstraße	3	282	100	17,3	296.778 €	1.051 €	Teilstück Heizzentrale 2, ohne Heizzentrale 2 entsteht Engpass zur Heizzentrale 1
Flemminger Weg	6	1.003	601	143	1.211.148 €	1.207 €	
Bundessprachenamt	1	2.744	962	240	1.890.734 €	689 €	Richtung Stadt DN200, 212 m Ersatz mit gleichem Wärmeverlust
Heinrich-Heine	8	1.310	301	78,6	1.064.331 €	813 €	Richtung Stadt DN200
<b>Teilsumme/Mittelwert</b>	<b>21</b>	<b>5.608</b>	<b>2.132</b>	<b>508</b>	<b>4.841.171 €</b>	<b>863 €</b>	
<b>nicht wirtschaftlich</b>							
Albert-Schweitzer-Schule	1	380	610	135	867.148 €	2.282 €	über B87, Nutzung auch unsicher wirtschaftlich, wenn Stadt mitversorgt
Volkshochschule	1	211	320	60,6	448.800 €	2.125 €	
<b>Ringleitungen</b>							
Flemminger Weg SN		DN40	50	8,5	57.375 €		für Wartung gut
Euro-A	1	DN40	32	5,4	36.720 €		nur bis Euroville-Heizzentrale 2, gegen Engpässe
<b>Teilsumme</b>			<b>82</b>		<b>94.095 €</b>		
<b>Umbau Engpässe</b>							
Michaelisholz-Ringleitung BE		DN40	67	11,3	76.883 €		gegen Engpässe bei Leitung C-D
Kreuzung Friesenstraße /Flemminger Weg		DN100-DN125	63	gleich	105.332 €		Bereich EF und G, aktuell schon großer Engpass
<b>Teilsumme</b>			<b>130</b>		<b>182.215 €</b>		
<b>Summe ohne Erzeugung</b>	<b>22</b>		<b>2.344</b>	<b>534</b>	<b>5.117.481 €</b>		
<b>Wärmeerzeugung</b>							
Euroville-Heizzentrale 2, DN100		761	220	52,6	267.214 €	351 €	komplette Versorgung Euroville und Gaskessel dort, 105 m mit 60 % der Kosten, da mit Tiefbau Solarthermie
Heizzentrale 2-DN150 (HZ-1), DN200			375	119	569.160 €		Erneuerbare Energien Solarthermie und Holzverbrennung, 325 m über die Wiese mit 80 % der Kosten
<b>Teilsumme</b>			<b>595</b>	<b>172</b>	<b>836.374 €</b>		
<b>Summe mit Erzeugung</b>			<b>2.939</b>	<b>706</b>	<b>5.953.855</b>		

Zusätzlich sind die Kosten der Anbindung der Heizzentrale Euroville, einer Heizzentrale 2, einer Solarthermie - Anlage und eines Wärmespeichers mit ca. 840.000 € an dem Standort hinter dem Bulabana berechnet.

In Summe ist der berechnete Wärmenetzverlust der Wärmenetzerweiterung ca. 700 MWh / a, was bei einem Wärmbedarf von ca. 5.600 MWh / a einem Netzverlust von ca. 11 % entspricht.

Das finales Wärmenetz hat ein Wärmenetzvolumen in den Rohrleitungen von ca. 172 m³. Hier- von beträgt die Leitung zum Bundessprachenamt ca. 61 m³ und die Zuleitung zur Heizzentrale 2 ca. 26 m³.

### 5.6.8 Wärmepreise des Wärmenetzausbaus

Die Parameter für die Wärmepreisberechnung des Wärmenetzes sind in Tabelle 5-15 zusammengefasst. Hier ist nur die Finanzierung berechnet. Auf den Wärmepreis der Wärmeerzeugung müssen mindestens 28,1 € pro MWh / a für die Finanzierung des neuen Wärmenetzes aufgeschlagen werden. Ohne eine Förderung müssen mindestens 43,4 € pro MWh / a eingeplant werden.

Tabelle 5-15: Wärmepreisberechnung des Netzausbaus

Betrachtungszeitraum in a	Neues Netz Kosten	Zinsen	Wärmemenge neu in MWh	Plaungskosten	Förderung	Refinanzierung pro a	Wärmepreisaufschlag für die Finanzierung des neuen Wärmenetzes in € / MWh
40	5.117.481 €	3%	5.608	10%	40%	157.555 €	28,1 €

### 5.7 Finaler Lastgang zur Energiemengensimulation

Die finalen Monatsverbräuche der Verbrauchergruppen Flemminger Weg, Euroville, Bundessprachenamt und neue Wohnblöcke inklusive der Wärmenetzverluste sind in Tabelle 5-16 dargestellt. Im Vergleich zum aktuellen Wärmenetz des Flemminger Weg sinkt der prozentuale Sommerbedarf aufgrund geringerer Wärmeverluste eines neuen Wärmenetzes, des Lastprofils des Bundessprachenamtes und der geringeren Wärmeverluste, weil das Netz nicht mehr als Wärmespeicher genutzt wird, sondern ein Pufferspeicher mit 50 m<sup>3</sup> am Flemminger Weg eingeplant wird, von 3,6 bis 3,8 % auf 3,2 bis 3,4 %. Der Bedarf des aktuellen Wärmenetzes Flemminger Weg wird aufgrund geringerer geplanter Netztemperaturen auf 7.370 MWh / a gesenkt. Damit sind die Netzverluste bei 1.770 MWh / a. Der Anteil liegt also bei ca. 24 % und ist immer noch deutlich höher als bei der Wärmenetzerweiterung mit ca. 10 % Netzverlust. Der gesamte Netzverlust liegt dann bei ca. 17 %.



Tabelle 5-16: Monatswerte des finalen Wärmenetzes mit den 47 Anschlussnehmern für die Energiemengensimulation und erneuerbare Wärme des Biogas – BHKW

	Flemminger Weg in MWh	Euroville in MWh	Bundes sprachenamnt in MWh	Neue Blöcke in MWh	Summe in MWh	Prozentuale monatliche Verteilung	Biogas theoretisch Maximum in MWh	Defizit Erneuerbare Energie in MWh	Defizit Durchschnitts leistung in kW
Jan	1014	107	479	441	<b>2041</b>	14,2%	289	1752	2355
Feb	947	106	448	410	<b>1911</b>	13,3%	261	1650	2455
Mrz	828	86	414	373	<b>1702</b>	11,8%	289	1413	1899
Apr	570	65	224	287	<b>1145</b>	7,9%	280	865	1202
Mai	413	48	167	162	<b>790</b>	5,5%	289	501	673
Jun	260	33	91	107	<b>491</b>	3,4%	280	212	294
Jul	264	32	85	100	<b>481</b>	3,3%	289	192	258
Aug	245	33	80	102	<b>459</b>	3,2%	289	170	229
Sep	407	41	131	104	<b>683</b>	4,7%	280	403	560
Okt	619	65	221	200	<b>1105</b>	7,7%	289	816	1097
Nov	829	86	374	374	<b>1664</b>	11,5%	280	1384	1922
Dez	973	97	412	456	<b>1938</b>	13,5%	289	1649	2217
	7370	799	3126	3115	<b>14410</b>	100%	3404	11007	

Die Monatsverbräuche des finalen Wärmenetzes sind auf ein Stundenlastprofil eines realen Wärmenetzes angepasst (siehe Abbildung 5-16, grüne Kurve), wodurch hohe Spitzenleistungen berechnet werden. Zur Steigerung der Übersichtlichkeit sind 5 - Stunden - Mittelwerte (gelbe Kurve) und 24 - Stunden - Mittelwerte (schwarze Kurve) dargestellt. Die hohen Spitzenleistungen entstehen primär durch eine kurzzeitige Wärmenachfrage der Trinkwasserbereitung im Sommer und in der Heizsaison durch Kombination mit der Heizleistung. Hier treten Gleichzeitigkeitseffekte bei der Trinkwasserbereitung und der Heizleistung auf, wodurch die maximale Leistung mit ca. 5.000 kW deutlich geringer ist als die Summe der theoretischen Maximalleistungen des Systems von 9.139 kW (siehe Tabelle 5-16). Die geringere Leistung könnte auf die Stundenwerte und einen Mehrjahresdurchschnitt des Verbrauchs zurückgeführt werden. Da die Verbrauchswerte des Lastprofils nur als Stundenwerte vorliegen, könnten kurzfristig höhere Lastspitzen im Realbetrieb auftreten. Dies ist für die Betrachtung der Wärmeerzeugung in Kombination mit erneuerbaren Energien jedoch nicht so entscheidend, da bei erneuerbaren Energien Wärmespeicher eingesetzt werden sollten, da sie im Vergleich zum Betrieb von Gaskesseln andere Charakteristika aufweisen. Bei der effizienten Nutzung erneuerbaren Energien gleichen Wärmespeicher kurzfristige bis längerfristige Leistungsschwankungen aus. Wärmespeicher können auch als Ausfallsicherung genutzt werden, da für einen kurzen Zeitraum großen Mengen von Wärme direkt nutzbar vorliegen. Dies muss lediglich bei der Dimensionierung der Übergabestation des Wärmespeichers berücksichtigt werden. Wochen- bis Monatswärmespeicher wären bei Störungen der Wärmeerzeugung zur Absicherung der

maximal möglichen Nachfrageleistung von 9.139 kW gut geeignet, da hier ein längerer Zeitraum zur Behebung der Störung zur Verfügung steht.

#### Folgende Details weist das Lastprofil auf:

- Wärmebedarf inklusive Netzverluste 14.410 MWh / a
- Sommer: Spitzenleistung 2.200 kW, 5 - Stunden - Mittel ca. 1.000 kW, 24 - Stunden - Mittel ca. 500 kW
- Winter: Spitzenleistung 5.000 kW, 5 - Stunden - Mittel ca. 4.300 kW, 24 - Stunden - Mittel ca. 3.600 kW

#### Folgende Parameter sind für die Simulation festgelegt:

- Vorlauftemperatur von 75 °C im Sommer aufgrund der veralteten HAST im Bulabana
- Steigerung der Vorlauftemperatur bis 90 °C im Winter
- Rücklauftemperatur von 65 °C im Sommer

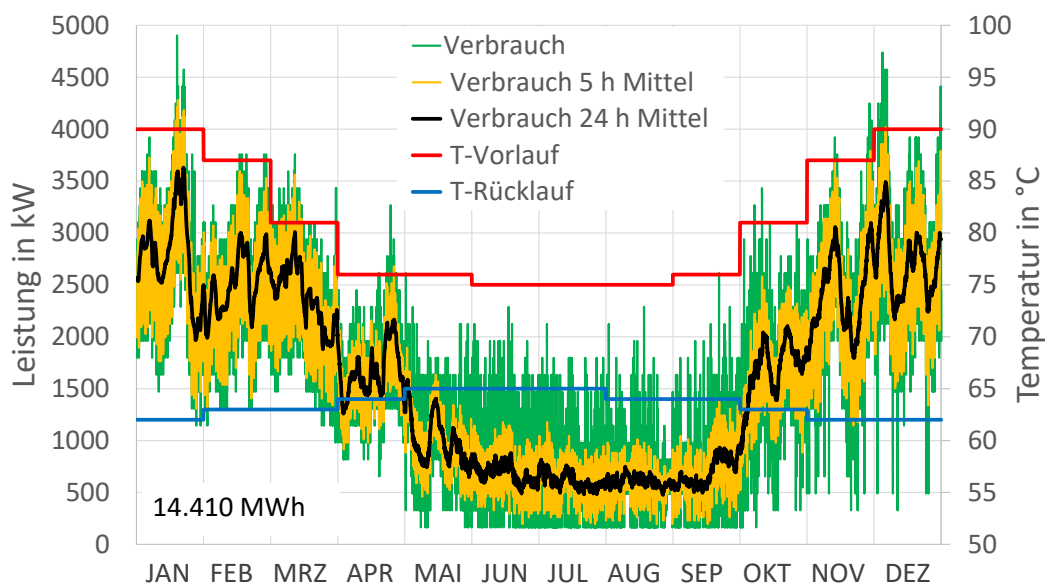


Abbildung 5-16: Stundenlastprofil des finalen Wärmenetzes im Quartier Naumburg West mit dem Wärmenetz Flemminger Weg, dem Euroville, dem Bundessprachenamt und den weiteren Wohnblöcken

Ein abgestuftes Temperaturprofil eines geregelten Wärmenetzes ist als Orientierung genutzt. Die Temperaturen sind in Abbildung 5-16 dargestellt. Die Vorlauftemperaturen sind 75 °C im Sommer und bis 90 °C im Winter. Die Rücklauftemperaturen sind 65 °C im Sommer und sinken im Winter bis auf 62 °C.

Da das Bundessprachenamt als Großverbraucher und das Euroville als mittlerer Verbraucher nur mit ihren Inselnetzen an das Wärmenetz Flemminger Weg angeschlossen werden, sind die Rücklauftemperaturen höher definiert, da keine neuen Hausanschlussstationen eingebaut werden. Beim Euroville wird nur das Inselnetz angeschlossen. Beim Bundessprachenamt wird eine zusätzliche Übergabestation zwischen dem Inselnetz und dem Wärmenetz aufgebaut, die eine zusätzliche Temperaturdifferenz erzeugt und die Netztemperaturen ungünstig beeinflusst.

Bei den neuen Wohnblöcken können neue Hausanschlussstationen eingesetzt werden. Standardstationen mit niedrigen Temperaturen könnten aufgrund der Bestandsgebäude ebenfalls nicht sehr tiefe Rücklauftemperaturen erzeugen, weshalb die Temperaturen für das Gesamtnetz angesetzt sind. Niedrigere Temperaturen würden die Wärmeverluste verringern und die Effizienz der erneuerbaren Energien verbessern. Im Rahmen des Quartierkonzeptes ist dieser vereinfachte Ansatz gewählt.

#### **Die Wärmeanteile sind:**

- Wärmwassererzeugung und Wärmenetzverluste: Produkt der durchschnittlichen Leistung in den Monaten Juni bis August und der Jahresstundenzahl =  $648 \text{ kW} \cdot 8760 \text{ h} = 5.680 \text{ MWh} / \text{a} = 39,4 \text{ \%}$  des Jahreswärmebedarfs ( $14.410 \text{ MWh} / \text{a}$ )
- Wärme zur Beheizung der Verbraucher: Differenz aus dem Jahreswärmebedarf und der Summe der Warmwasserbereitung und des Wärmenetzverlustes =  $14.410 \text{ MWh} / \text{a} - 5.680 \text{ MWh} / \text{a} = 8.731 \text{ MWh} / \text{a} = 60,6 \text{ \%}$  des Jahreswärmebedarfs ( $14.410 \text{ MWh} / \text{a}$ )

### **5.8 Erneuerbare Energien für das Wärmenetz**

Im finalen Wärmenetz könnte das Biogas - BHKW, als aktuell alleinige erneuerbare Wärmequelle, theoretisch  $3.404 \text{ MWh} / \text{a}$  liefern. Das ist ein Anteil von ca. 24 %. In den Sommermonaten Juni bis August besteht ein Defizit in den Monaten von 170 – 212  $\text{MWh} / \text{a}$  (siehe Tabelle 5-16, hellblau) oder 229 bis 294 kW. Das sind im Mittel monatlich ca. 190  $\text{MWh} / \text{a}$  oder 260 kW.

### 5.8.1 Anpassung der Leistung der Biogasanlage

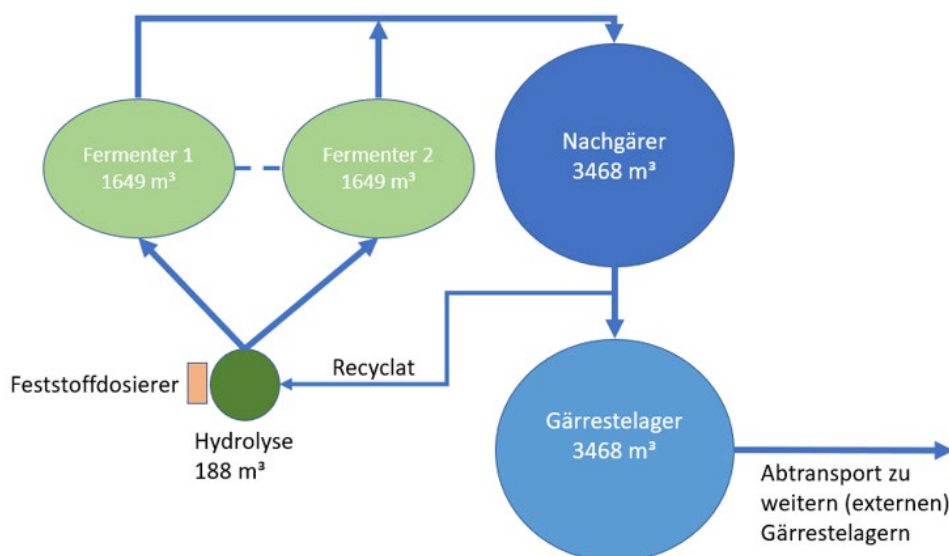


Abbildung 5-17: aktuelles BGA - Schema

In Abbildung 5-17 ist ein Schema des aktuellen Aufbaus der Biogasanlage (BGA) dargestellt. Mit einer Hydrolyse wird das Substrat aufbereitet. Danach werden zwei Fermenter damit bestückt. Anschließend fließt das Substrat in den Nachgärer und anschließend in das Gärrestlager. Einen Teil der Gärreste wird in weitere Gärrestelager an anderen Standorten transportiert. Dieser Anlagenzustand ist bereits ein Umbau der ersten Planungsversion von 2009, die kleiner dimensioniert war. Der Nachgärer ist zum Fermenter 2 und des Gärrestelager zum Nachgärer umgebaut. Das aktuelle Gärrestelager ist zugebaut. Durch einen erneuten Umbau (siehe Abbildung 5-18), bei dem Fermenter 2 erneut zum Nachgärer 1 würde, könnten zwei parallele Fermenter- und Nachgärer - Strecken aufgebaut werden. Das aktuelle Gärrestelager würde als Fermenter 2 genutzt werden. Zusätzlich wäre eine neue Substrataufbereitung (Hydrolyse oder Zerkleinerer) und ein neues vergrößertes Gärrestelager (rot) nötig. Hierdurch wäre eine Steigerung der Gasproduktion um 50 % möglich. Der Platz hierfür wäre vorhanden. Eine mögliche Erhöhung der Transportleistung über die bestehenden Leitungen um 50 % ist von der SG-SAS bestätigt. Alternativ wäre der Aufbau einer SLP - Batch - Hydrolyse der Firma Snow Leopard Projects GmbH<sup>78</sup> möglich. Hierdurch wäre eine Verdopplung der Gasproduktion bei der aktuellen BGA möglich. Der Einsatz kostengünstige Einsatzstoffe wie Gras und Strom könnte ermöglicht werden.

<sup>78</sup> (Snow Leopard Projects GmbH, 2024)

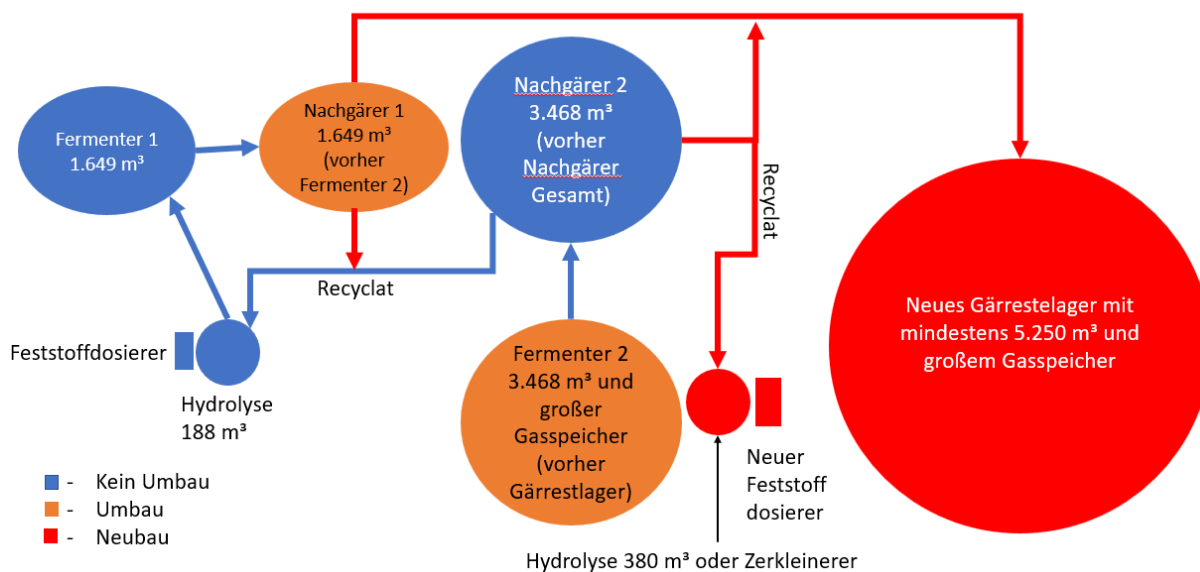


Abbildung 5-18: Erhöhung des Fermenter-Volumens und der Gasproduktion um 50 % an der BGA in Flemmingen

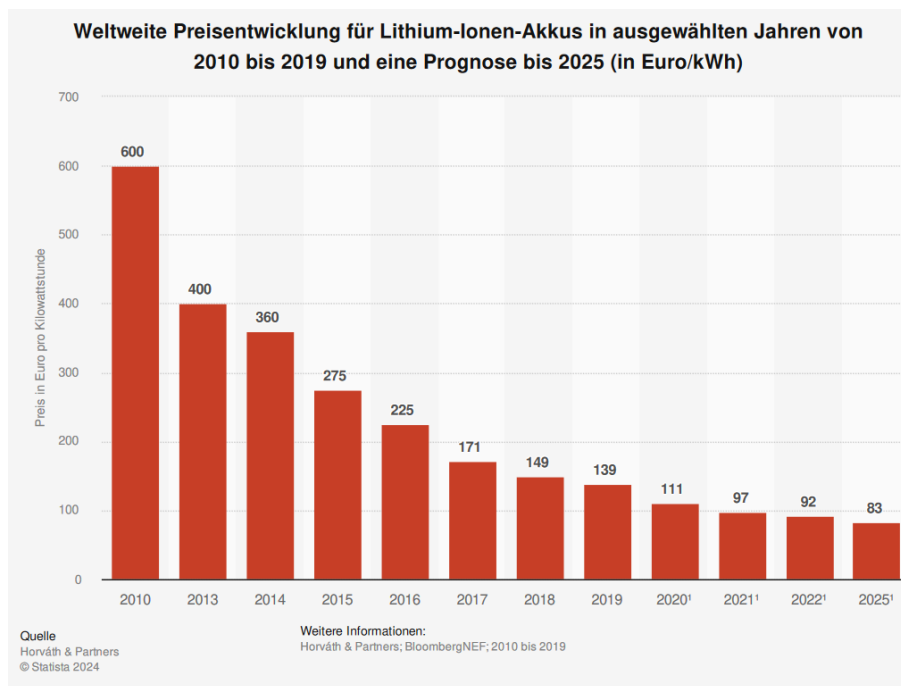


Abbildung 5-19: Preisentwicklung bei Stromspeichern<sup>79</sup>

<sup>79</sup> (Hovath & Partners & Statista 2024, 2024)



Eine Vergrößerung der Leistung der Satelliten-BHKW an den Standorten der Wärmenetze Flemminger Weg und am Hohen Stein wird von der Agriwatt, aufgrund hoher Investitionskosten, nicht angestrebt.

Ende 2029 endet die 20 - jährige Vergütungsperiode für den Stroms des Satelliten-BHKW am Wärmenetz Flemminger Weg. Anschließend muss der produzierte Strom am Strommarkt gehandelt werden. Hier könnte im Sommer die Stromvermarktung von PV-Strom zu unzureichenden Handelserlösen für Strom aus BGA führen.

Die Stromproduktionskosten von großflächigen PV - Anlagen im MW - Bereich liegen heutzutage bereits im Bereich von 5 bis 7 ct / kWh<sub>el</sub><sup>80</sup>. Da PV-Strom im Vergleich zu Strom aus BGA nicht konstant über den Tag zur Verfügung steht, muss ein Teil zwischengespeichert werden. Batterien könnten als Stromspeicher eingesetzt werden. Hier entstanden in den letzten Jahren deutliche Kostenreduzierungen (siehe Abbildung 5-19). Große Stromspeicher, wie in Bollingstedt mit einer Kapazität von ca. 240 MWh / a und einer Leistung von ca. 100 MW, sind entstanden<sup>81</sup>. Preise diese Stromspeicher liegen nicht vor. Für kleinere Stromspeicher im Gewerbe-Stromspeicher-Bereich mit einer Kapazität von ca. 10 MWh konnten Investitionskosten von 2 bis 3 Millionen Euro recherchiert werden. Eine Entladung von 6.000 Zyklen wird angegeben. Die Investitionskosten pro Entladung des Stromspeichers liegen bei ca. 5 ct / kWh. Die Großstromspeicher im Bereich von 200 MWh weisen sehr wahrscheinlich geringere Preise auf. Da nur ein Teil des Stroms im Sommer in Batterien gespeichert werden muss, könnten Strompreise im Sommer von 10 bis 15 ct / kWh in Zukunft möglich sein. Ein wirtschaftlicher Betrieb der BHKW der BGA im Sommer mit einer Vermarktung des Stroms über den Stromhandel mit nötigen Einnahmen von ca. 22 ct / kWh<sub>el</sub> wird nicht erwartet.

Zusätzlich wird bei einer anschließenden Förderung eine Halbierung der Bemessungsleistung der BHKW der BGA am Ende des Jahres 2029 vorgegeben. Die Satelliten - BHKW zählen hier als eigenständige Anlagen. Aufgrund der erwarteten Erlöse am Strommarkt soll die BGA saisonal flexibilisiert werden. Hierdurch können die BHKW im Winter bei voller Leistung die maximale Wärme für das Wärmenetz zur Verfügung stellen. Im Sommer wird die Biologie der BGA durch Verringerung der Fütterung auf ein Minimum reduziert.

---

<sup>80</sup> (Solarwatt GmbH, 2024)

<sup>81</sup> (ECO STOR GmbH, 2024)

Das Satelliten - BHKW im Heizhaus des Flemminger Weges kann hierdurch nur noch ca. 1.700 MWh / a Wärme zur Verfügung stellen. Dies führt zu einer Verringerung des Anteils der erneuerbaren Energien auf ca. 12 %.

### 5.8.2 Holz-Hackschnitzel

Zur Steigerung des erneuerbaren Energien - Anteils könnte eine Verbrennung von lokalen Holzhackschnitzeln aufgebaut werden. Holzhackschnitzel könnten durch die Agriwatt mittels Kurzumtriebsplantagen zusätzlich zu Hackschnitzeln aus angrenzenden Wäldern produziert werden. Hierdurch können weiterhin landwirtschaftliche Flächen durch die Agriwatt zur Energieproduktion genutzt werden. Aktuelle Flächen zum Anbau von Energiemais können umgewidmet werden und die Kosten zum Anbau von Biomasse verringert werden. Die Agriwatt könnte ca. 80 % der Biomasse anbauen, sodass nur noch 20 % aus Wald - Restholz benötigt werden. Dies könnte durch langfristige Lieferbeziehungen zu einer Stabilisierung der Preise und Sicherung der Liefermengen beitragen.

Ein Hackschnitzel-Heizwerk könnte in der Nähe des Bulabana (siehe Abbildung 5-2, Heizzentrale 2 (HZ - 2)) aufgebaut werden, da hier eine gute Anlieferung der Hackschnitzel ohne Verkehrsbelästigung der Anwohner möglich wäre.

Das Limit der Erzeugungsleistung des Hackschnitzel - Heizsystems wird aus Genehmigungsgründen auf 999 kW definiert. Bei einem Wirkungsgrad von ca. 85 % kann eine Wärmeleistung von 850 kW angenommen werden. Eine Steigerung des Wärme - Outputs mittels zusätzlicher Wärmetauscher sollte bei einer Umsetzung des Systems geprüft werden, überschreitet jedoch den Umfang dieser Studie.

### 5.8.3 Solarthermie

Bei einer Reduzierung der Wärmeproduktion des Biogas - BHKW im Sommer ab 2030 kann die benötigte Wärme mittels Solarthermie hergestellt werden. Im Wärmenetzbereich werden zahlreiche Solarthermie-Großanlagen betrieben (siehe Abbildung 5-20). Im Vergleich zur Wärmeerzeugung mittels Verbrennung von Hackschnitzeln zeigt die Solarthermie eine ca. 60-fache Flächeneffizienz;<sup>82</sup> weshalb die Solarthermie bevorzugt eingesetzt werden sollte.

---

<sup>82</sup> (Ritter Solartechnik GmbH & Co. KG, 2024)

Solarthermie - Großanlagen mit Flachkollektoren oder Vakuumröhrenkollektoren sind bei Wärmenetzen der Stand der Technik. Neuere Kombinationen der beiden Technologien wie beim „Flakuum“-System der cupasol (siehe Abbildung 5-21) sind möglich. In Wolmirstedt sind Doppeltische mit jeweils einem Flachkollektor und einem Vakuumröhrenkollektor aufgebaut, wobei die Flachkollektoren die Vorwärmung übernehmen und die Vakuumröhrenkollektoren innerhalb eines Stranges die Zieltemperatur erzeugen. Aufgrund der geringeren Investitionskosten von Flachkollektoren und der höheren Leistung von Vakuumröhrenkollektoren bei höheren Wärmenetztemperaturen, ist ein Optimum des Preis-Leistungs-Verhältnis erreicht.

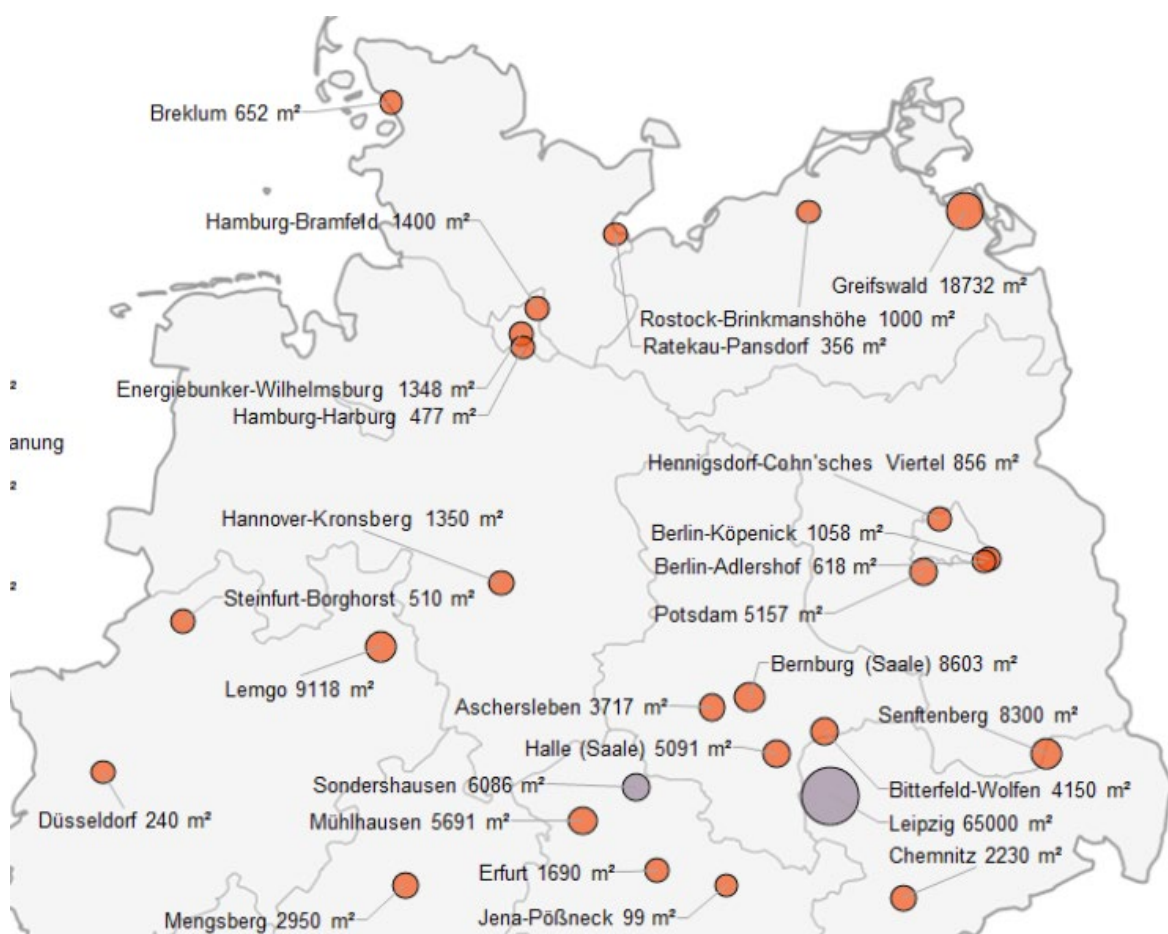


Abbildung 5-20: Solarthermie-Anlagen an Wärmenetzen in Norddeutschland, Stand Juni 2023 (orange, fertiggestellt, grau, in Umsetzung)<sup>83</sup>

Die Erträge von Solarthermie-Anlagen bei Wärmenetzen liegen im Bereich von 400 kWh / m²\*a (Kollektorfläche). Üblicherweise werden die Flächen nicht vollständig mit Kollektoren belegt, sodass ein Grundstück ausreichend dimensioniert sein sollte. Ein Maß hierfür ist

<sup>83</sup> (Solites, 2024)

die Flächenbelegung, die aus dem Verhältnis aus Grundstücksfläche und Kollektorfläche besteht. Ein übliches Maß ist 1,7. Eine große, geeignete Fläche könnte in der Nähe des Bulabana existieren (siehe Abbildung 5-2).

In Wärmenetzen liegen die Solarthermie - Anteile größtenteils im Bereich von 5 bis 20 % der Jahreswärmemenge. Unter günstigen Bedingungen können bei Wärmenetzen auch 20 bis 30 % der Wärme des Wärmenetzes mittels Solarthermie direkt erzeugt werden.



Abbildung 5-21: Solarthermie – Großanlage mit dem Flakuum - System in Wolmirstedt

#### 5.8.4 Wärmespeicher

Durch saisonale Großwärmespeicher (Lagunenspeicher) ist der Solarthermie - Anteil in Projekten z. B. in Dänemark auf 50 bis 70 % gesteigert. Allgemein können Wärmespeicher in Tages-, Wochen-/Monats- und Saisonspeicher eingeteilt werden. Hierbei wird die Einteilung durch die jährliche Anzahl der Beladungen und Entladungen der Wärmespeicher. Tagesspeicher gleichen den Tageslastgang aus. Eine tägliche Be- und Entladung ist möglich. Aufgrund der hohen Jahresbeladungszahl wird hier eine sehr gute Wirtschaftlichkeit erreicht, weshalb diese Wärmespeicher in Wärmenetzen der Standard sind. Diese Speicher sind primär Stahlspeicher mit einem Speichervolumen von bis zu 100 m<sup>3</sup>, welche per LKW geliefert werden können. Die Wärmespeicher können als Druckspeicher eingesetzt und direkt mit dem Wärmenetz verbunden werden.



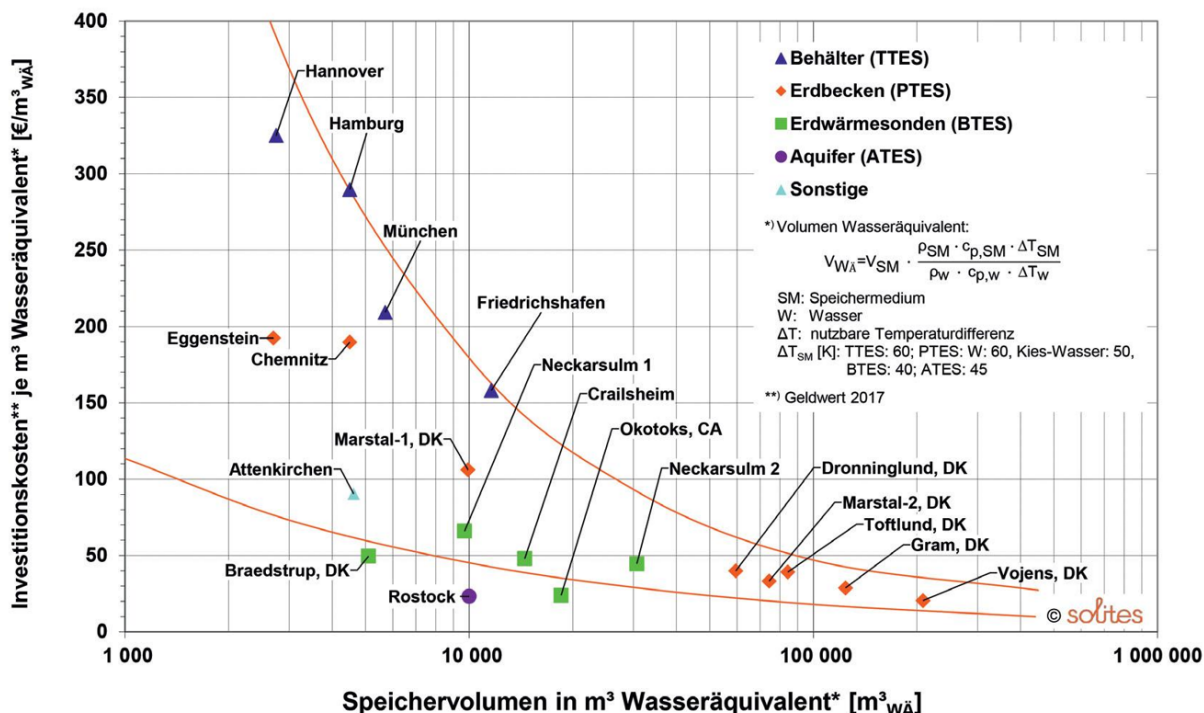


Abbildung 5-22: Speicherkosten in Abhängigkeit des Speichervolumens<sup>84</sup>

Zur Erhöhung des Anteils der Solarthermie in den Bereich von 30 bis 40 % der Jahreswärmemenge können Wochen- bis Monatsspeicher, auch Multifunktionsspeicher genannt, eingesetzt werden. Für das Wärmenetz am Flemminger Weg sind zylindrische Behälterspeichern mit Speichervolumina von 500 bis 5.000 m³ verfügbar, welche vor Ort aufgebaut werden. Bei der Kombination mehrerer Wärmequellen können diese Wärmespeicher mehrfach über das Jahr beladen werden.

Saisonale Großwärmespeicher können aktuell in einer Behälterbauweise bis zu einem Volumen von 20.000 m³ aufgebaut werden. Für größeren Volumina könnten Lagunenspeicher (Erdbeckenspeicher) aufgebaut werden.<sup>85</sup> Lagunenspeicher existieren vor allem in Dänemark. Zu nennen wäre hier z. B. Marstal<sup>86</sup> mit einer Speichergröße von 75.000 m³ und Dronninglund mit einer Speichergröße von 60.000 m³. Der größten Lagunenspeicher mit einem Speichervolumen von 200.000 m³ existiert in Vojens. In Deutschland sind primär saisonale Großwärmespeicher als Forschungsprojekte gebaut. Weitere Technologien der Saisonspeicherung sind

<sup>84</sup> (Saisonspeicher, Saisonspeicher, 2024)

<sup>85</sup> (Saisonspeicher, Saisonspeicher, 2024)

<sup>86</sup> (Wikipedia, 2024)

auf <https://www.saisonalspeicher.de> beschrieben. Saisonalspeicher werden ein Mal pro Jahr beladen und entladen.

Generell sinken die Wärmespeicherkosten pro m<sup>3</sup> Speichervolumen stark (siehe Abbildung 5-22). Für das Wärmenetz am Flemminger Weg muss ein Optimum aus erneuerbarer Erzeugung und Wärmespeicherung ermittelt werden.

Die Fläche in der Nähe des Bulabana könnte für den Aufbau eines Großwärmespeichers geeignet sein. Hier könnte eine Heizzentrale bestehend aus einer Solarthermie-Anlage, eines Großwärmespeichers und eines Holzhackschnitzel - Heizwerks aufgebaut werden.

### **5.8.5 Pyrolyse von Holzhackschnitzeln**

Die Pyrolyse von Holzhackschnitzeln wäre eine Alternative als Wärmequelle für Wärmenetze (siehe Abbildung 5-23). Hier soll aus Holzhackschnitzeln Bio-Kohle hergestellt und die Abwärme ins Wärmenetz eingespeist werden. Diese Technik weist eine gute CO<sub>2</sub> – Bilanz auf, da der Kohlenstoff in der Bio-Kohle gebunden wird. Die Kohle kann in der Landwirtschaft eingesetzt und dem Erdreich zugeführt werden. Die Pyrolyse-Kessel weisen hohe Anschaffungskosten auf, sodass die Laufzeit zwischen 5.000 und 6.000 Vollbenutzungsstunden betragen sollte. Ein Dauerbetrieb als Grundlast wäre nötig. Zusätzlich muss ein Bio - Kohle - Verkauf zusätzliche Einnahmen generieren, um die Wirtschaftlichkeit des Systems zu verbessern.

Der Wärme-Output liegt im Vergleich zur Verbrennung von Hackschnitzel bei ca. 55 %.

Da hier große Mengen an Biomasse benötigt wären und diese Technik noch nicht etabliert ist, wird diese Technik aktuell nicht weiter betrachtet.



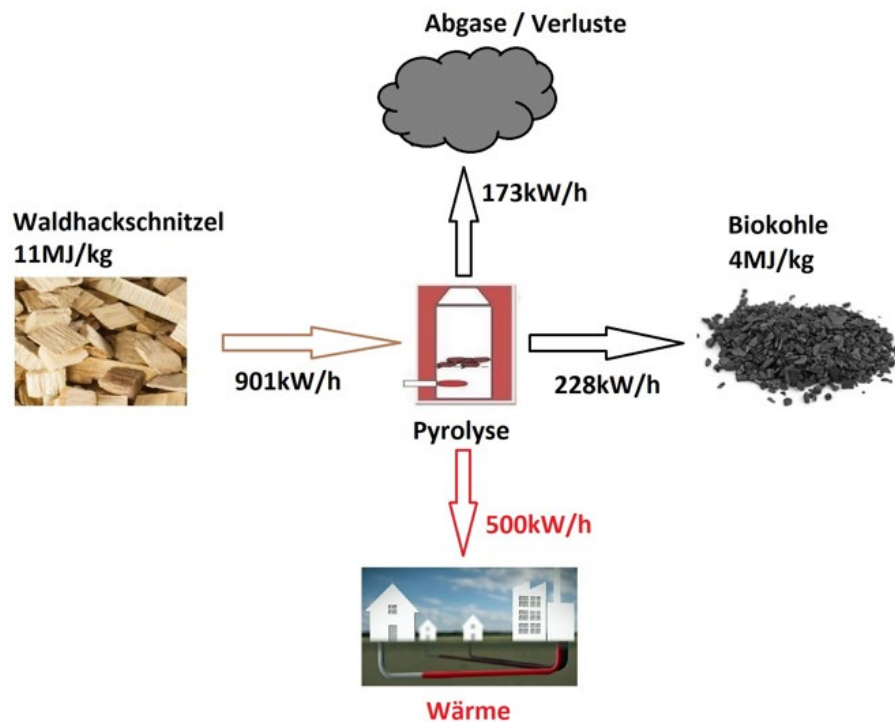


Abbildung 5-23: Pyrolyse von Holzhackschnitzeln<sup>87</sup>

### 5.8.6 Großwärmepumpe mit Umweltwärme

Großwärmepumpen werden im Wärmenetzbereich zur Erhöhung des Temperaturniveaus der Wärmequelle durch Stromeinsatz eingesetzt. Generell sinkt der Stromeinsatz mit steigender Temperatur der Wärmequelle. Die meisten Großwärmepumpen in Wärmenetzen sind zweistufig, da die Temperatur der Wärmequelle um 80 - 100 K erhöht werden muss.

**Luft** ist als Quelle überall verfügbar. Der Wirkungsgrad ist vor allem in der Heizsaison bei niedrigen Außentemperaturen und bei hohen Vorlauftemperaturen im Wärmenetz gering, weshalb diese Technologie in Wärmenetzen nicht weit verbreitet ist. Auch eine Kombination mit PV - Strom im Sommer ist ein komplizierterer Ansatz als Solarthermie, weshalb dies kein Stand der Technik bei Wärmenetzen ist. Diese Technologie wird nicht weiter untersucht.

Großwärmepumpen mit **Wasser** als Quelle der Wärme existieren mehrfach bei Wärmenetzen.

<sup>87</sup> (Green Innovations GmbH, 2024)

Die **Abwärme aus einer Kläranlage** wird beispielsweise beim Wärmenetz in Lemgo<sup>88</sup> genutzt. Aufgrund der großen Entfernung der Kläranlage in Naumburg zum Wärmenetz Flemminger Weg wird dies nicht weiterverfolgt.

Die **Flusswärme** wird beispielsweise beim Wärmenetz in Mannheim genutzt.<sup>89</sup> Aufgrund der großen Entfernung der Saale in Naumburg zum Wärmenetz Flemminger Weg wird dies nicht weiterverfolgt. Bei einem Ausbau des Wärmenetzes in Richtung der Saale könnte dies jedoch betrachtet werden. Generell wird die Flusswärme positiv betrachtet, da durch die Erderwärmung die Flüsse wärmer werden und diese hierdurch „gekühlt“ werden.

Bei der Nutzung der Wärme des Flusses muss auch darauf hingewiesen werden, dass vor allem in der Heizsaison von November bis Februar die Temperaturen in Flüssen zu niedrig sind, um Großwärmepumpen ohne Frostschutzmittel einzusetzen. Außerdem kann ein Fluss nicht alleinig an einer Entnahmestelle betrachtet werden. Da Ortschaften historisch immer an Flüsse entstanden sind, könnten andere Orte im Verlauf des Flusses ebenfalls die Flusswärme nutzen wollen. Die Wärmemenge ist jedoch begrenzt.

**Seethermie** als Wärmequelle, wie in der Schweiz seit 2003 praktiziert,<sup>90</sup> ist am Wärmenetz Flemminger Weg nicht verfügbar.

Großwärmepumpen mit Tiefengeothermie oder Aquiferspeicher sind nicht untersucht, da diese nur selten angewandt werden kann und hierfür Spezialwissen nötig ist, was den Umfang des Quartierskonzept überschreitet.

Im Versuchsstadium sind **Agrothermie**-Projekte<sup>91</sup> als Variante der Oberflächennahe Geothermie. Sie sind aufgrund der geringen Energiemengen pro Speichervolumen und der geringen Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs für Wärmenetze mit hohen Temperaturen ungeeignet.

Zusammenfassend können für das Quartierskonzept Naumburg West keine Wärmequellen für Großwärmepumpen festgestellt werden.

Beim Einsatz von saisonalen Großwärmespeichern könnten Großwärmepumpen eingesetzt werden, die solarthermische Wärme auf niedrigem Temperaturniveau aus dem Speicher als

---

<sup>88</sup> (Stadtwerke Lemgo: KWK-Hochtemperaturwärmepumpe und iKWK [B.KWK-Kongress 2020], 2021)

<sup>89</sup> (MVV Energie AG, o. A.)

<sup>90</sup> (ewz Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, 2024)

<sup>91</sup> (VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., 2023)

Wärmequelle nutzen. Hier könnte das Temperatur - Niveau was unterhalb der Rücklaufftemperatur des Wärmenetzes liegt mittels Wärmepumpe auf das Vorlauftemperaturniveau gehoben werden und der saisonale Großwärmespeicher weiter ausgekühlt werden. In Dänemark wird ein solches System bereits seit dem Jahr 2013 betrieben und der Speicher bis auf 10 °C ausgekühlt. Der Speicher ist 60.000 m<sup>3</sup> groß. 40 % der Wärme wird mittels Solarthermie erzeugt.<sup>92</sup>

Restwärme der Verbrennungsanlagen Holzkessel, Biogas - BHKW und Gaskessel könnte durch Wärmepumpen aus dem Abgas und der Luft des Gebäudes gewonnen werden. Durch die Luftabkühlung des Abgases von meist 180 °C auf unter 100 °C wird Wärme aus der Temperaturdifferenz sowie durch Kondensation von Wasser (Brennwert – Effekt) gewonnen. Mit der Wärmepumpe wird ein tieferes Temperaturniveau erzeugt, mit dem das Abgas über Wärmetauscher gekühlt wird und Wärme entzogen wird. In Lemgo ist dies beim Abgasstrang der BHKW angewandt.<sup>93</sup>

### **5.8.7 Zusammenfassung der im Wärmenetz Flemminger Weg verfügbaren erneuerbaren Energien**

- Wärme des Biogas - BHKW mit einer durchschnittlichen Leistung von 390 kW<sub>th</sub> für 6 Monate in der Heizsaison
- Wärme aus Verbrennung von Holzhackschnitzeln mit einer maximalen Leistung von 850 kW<sub>th</sub>
- Wärme aus Solarthermie in Kombination mit Multifunktionswärmespeichern bis saisonalen Großwärmespeichern

Mit diesen Technologien wird die Wärmemengensimulation durchgeführt und ein möglicher erneuerbarer Wärmeanteil ermittelt.

### **5.8.8 Trasse zur Anbindung der Heizzentrale HZ - 2**

Ein Standort für eine zweite Heizzentrale (HZ - 2) könnte, wie bereits erwähnt, in der Nähe des Bulabana bestehen (siehe Abbildung 5-2). Zur Anbindung an das Wärmenetz ist eine Zuleitung mit einer Länge von 375 m nötig. Dieser Standort könnte bei einem weiteren Ausbau des Wärmenetzes in die Innenstadt als Aufstellfläche weiterer erneuerbaren Energiequellen, vor allem

---

<sup>92</sup> (Saisonalspeicher, Saisonalspeicher Projekte in Europa, 2024)

<sup>93</sup> (Stadtwerke Lemgo: KWK-Hochtemperaturwärmepumpe und iKWK [B.KWK-Kongress 2020], 2021)

der Solarthermie, dienen, weshalb die Zuleitung zum Wärmenetz mit einer Dimension von DN200 ausgelegt werden sollte, im Wärmenetz bereits ein größerer Bereich der Haupttrasse die Dimension DN200 aufweist.

Aufgrund des hohen Alters des Wärmenetzes von mindestens 40 Jahren, könnten dazwischenliegende, kleiner dimensionierte Bereiche mit beispielsweise DN150 (siehe Abbildung 5-5) erneuert und in der Dimension auf DN200 vergrößert werden. Hierdurch wäre eine durchgängige Haupttrasse mit der Dimension DN200 aufbaubar, wodurch eine große Wärmemenge erneuerbarer Energie von der zweiten Heizzentrale zur Versorgung der Innenstadt und des aktuellen Wärmenetzes transportiert werden könnte.

## 5.9 Wärmemengensimulation mit Polysun von Vela Solaris

### 5.9.1 Aufbau der Simulation

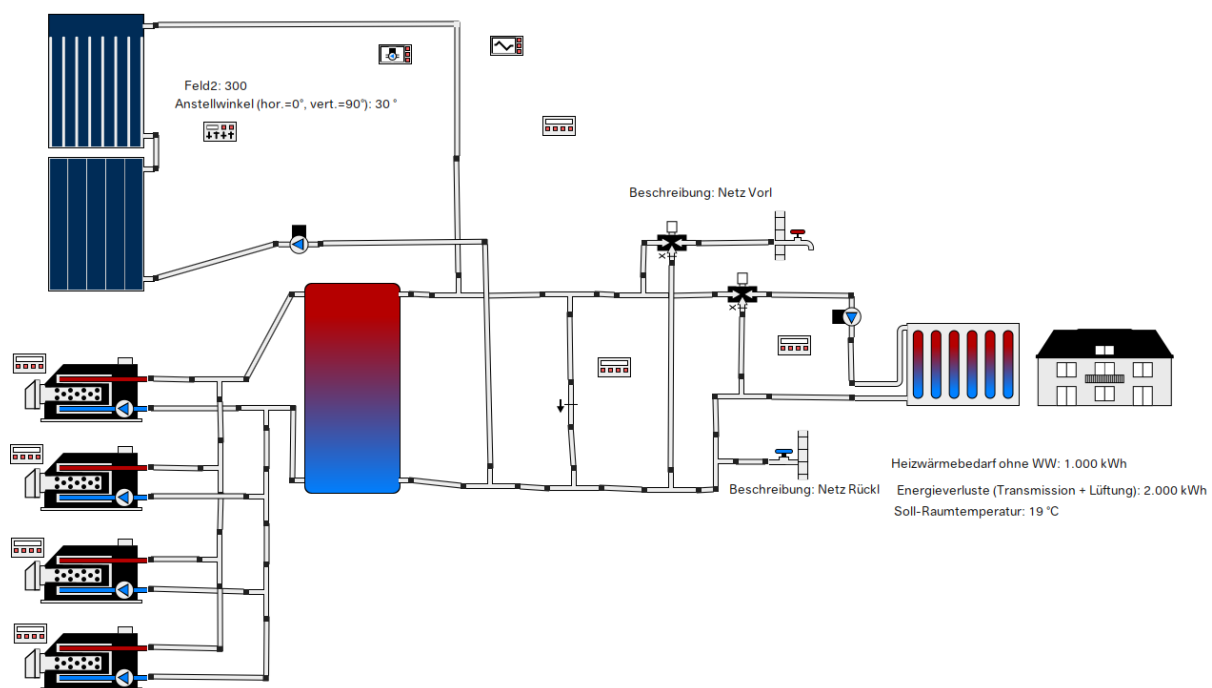


Abbildung 5-24: Benutzeroberfläche des Simulationsprogrammes Polysun mit vier Kesseln, zwei Solarthermie - Kollektorfel- dern, einem Wärmespeicher und dem Wärmenetz als Wärmeverbraucher

Mit Simulationsprogrammen können Komponenten von Systemen mit geringem Aufwand miteinander verglichen werden. In Abbildung 5-24 ist die Simulationsoberfläche von Polysun dargestellt. Die Wesentlichen Komponenten sind vier flexibel einstellbare Heizquellen wie z. B. ein Holzhackschnitzelkessel, ein Wärmespeicher, zwei Solarthermie – Kollektorfelder und das Wärmenetz als Wärmeverbraucher. Im Simulationsprogramm können lokale Wetterdaten am

Standort der HZ - 2 genutzt werden (siehe Abbildung 5-25). Als Wettermodell ist der Webservice auf Basis der Wetterdaten von Meteonorm 8 ausgewählt. Diese sind wie folgt definiert:

- Zeitraum 1996 – 2015: neue Hauptperiode für die Strahlungsparameter (GHI, DNI, ...)
- Zeitraum 2000 – 2019: neue Hauptperiode für die restlichen Parameter (Temperatur, Taupunkt, Wind, Niederschlag und Tage mit Niederschlag)

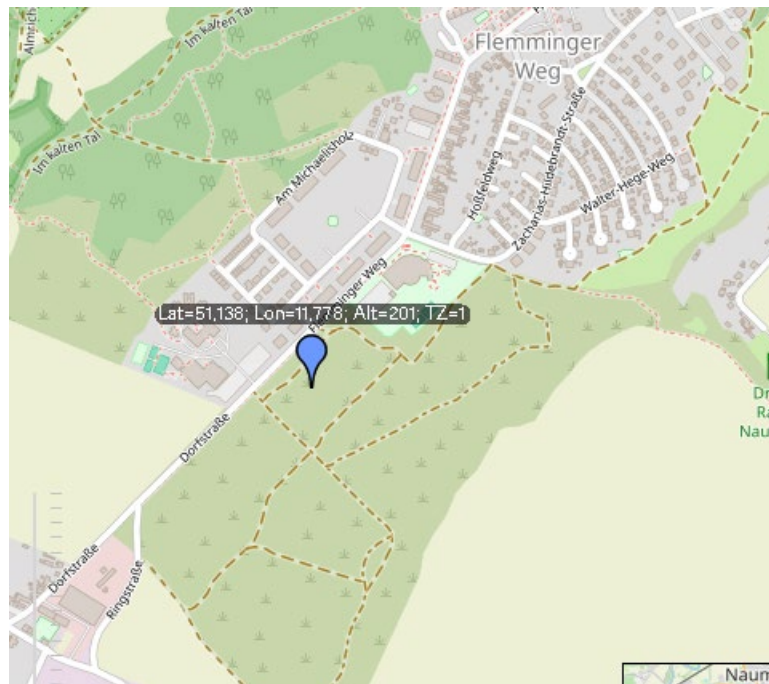


Abbildung 5-25: Definition des Standortes der HZ - 2 im Simulationsprogramm Polysun

## 5.9.2 Einlesen des Verbrauchsprofils

Das bestehende Lastprofil des Wärmenetzes ist im Simulationsprogramm über die Parametereinstellung „Warmwasserbedarf“ mit den Wärmenetztemperaturen eingeladen und iterativ bis zu einer hohen Übereinstimmung von 99,7 % angepasst. Zur Verbesserung des Simulationsergebnisses ist das Lastprofil über 5 Stunden gemittelt. Hierdurch werden kurzzeitige Lastspitzen verringert. Aufgrund des Einsatzes von großen Wärmespeichern können höhere, im Realbetrieb auftretende Wärmebedarfsspitzen, ausgeglichen werden, weshalb diese Simulationsoptimierung unproblematisch ist.

## 5.9.3 Simulation der Solarthermie und der Wärmespeicher

Varianten unterschiedlicher Solarthermie - Kollektortypen, Kombinationen von Kollektortypen wie beim „Flakuum - System“ sowie Wärmespeicher mit unterschiedlicher Größe sind im ersten Simulationsschritt untersucht. Zusätzlich sind Rohrleitungen des Solarnetzes definiert, um



deren Wärmeverluste zu ermitteln. Die Solarthermie-Erträge werden im Simulationsprogramm mittels der Wetterdaten des Standortes und der hinterlegten Solar - Keymark - Daten der Solarthermie - Kollektoren ermittelt.

Die potenzielle Fläche einer Solarthermie - Anlage (siehe Abbildung 5-2) hat eine Ausrichtung von ca. 45 ° SO oder 45 ° SW. Diese Ausrichtungen führen bei Solarthermie - Anlagen zu geringen Erträgen, weshalb eine Ausrichtung der Solarthermie - Kollektoren nach Süden definiert und entsprechend der Darstellung in Abbildung 5-2 geplant ist. Kollektorneigungen bei Solarthermie - Anlagen variieren von 20 bis 45 °. Die Kollektorneigung zur Sonne ist mit 30 ° definiert, da hier im Sommer bei einem maximal möglichen Höhenwinkel der Sonne von 60 ° ein nahezu senkrechter Einfall der Sonne möglich ist und eine hohe Effizienz erreicht wird. Kollektordoppeltische mit einer Bauhöhe von 3,5 m und einer freien Aufständigung von 0,8 m für bspw. Schafbeweidung werden angesetzt. Generell sind nur Großkollektoren mit mindestens 13 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Modul betrachtet, da hier der Verrohrungsaufwand eines Solarthermie - Kollektorfeldes ein Minimum erreicht.

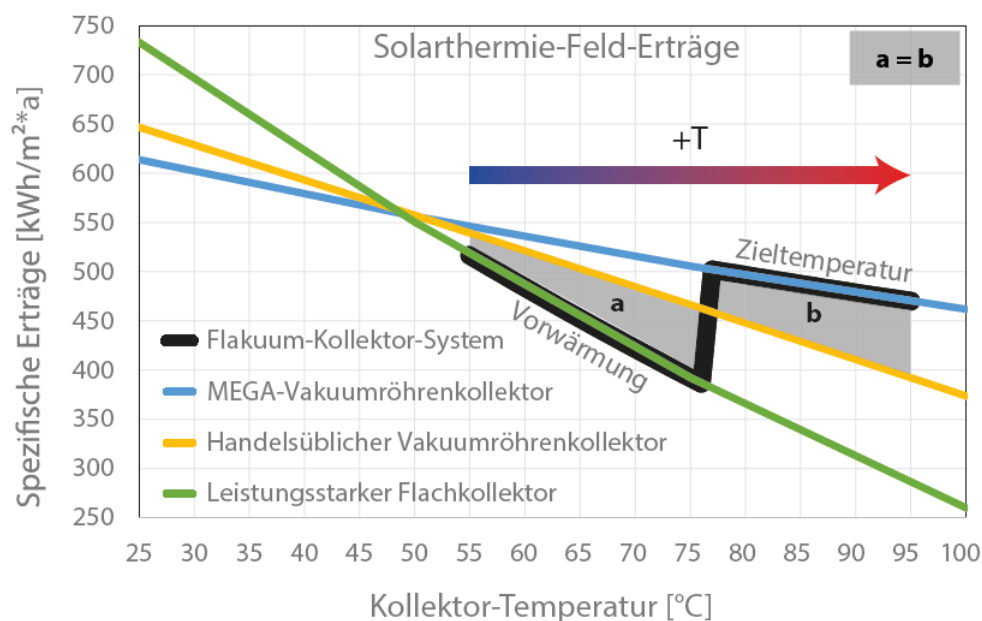


Abbildung 5-26: Solarthermie - Feld - Erträge ausgewählter Kollektoren, bestehend aus Solar - Keymark - Werten und Solarnetz - Wärmeverlusten

Als Flachkollektor ist der GK HT 13,6 des Herstellers GreenOneTec mit 13,6 m<sup>2</sup> Kollektorfläche und einer Breite von ca. 6 m gewählt. Dieser wurde ehemals von Arcon - Sunmark produziert und mehrfach in den Großanlagen in Dänemark eingesetzt. Im Vergleich zu anderen Flach-

kollektoren weist der Kollektor einen geringen Strömungswiderstand auf, sodass mehrere Kollektoren zu Strängen mit einer Kollektorfläche von bis zu 160 m<sup>2</sup> aufgebaut werden können. Der Kollektor weist hohe Erträge im unteren Temperaturbereich von 25 - 60 °C (siehe

Abbildung 5-26) und geringe Investitionskosten auf. Beim typischen Temperaturbereich von Wärmenetzen von 50 bis 95 °C ist der Ertrag jedoch geringer als der Ertrag von Vakuumröhrenkollektoren.

Bei den Vakuumröhrenkollektoren ist der MEGA - Kollektor von AKOTEC mit einer Kollektorfläche von 13 m<sup>2</sup> pro Modul und einer Breite von ca. 6 m ausgewählt, da der Kollektor der einzige existierende Großkollektor ist und einen sehr geringen Strömungswiderstand ausweist. Der Kollektortyp kann zu Strängen mit einer Kollektorfläche von bis zu 260 m<sup>2</sup> aufgebaut werden kann und liefert bei höchsten Temperaturen bis 100 °C die höchsten Erträge.

Außerdem ist die Kombination der beiden Kollektortypen, das sogenannte „Flakuum - System“, untersucht. Hierbei ist das Verhältnis der Kollektoren zueinander frei wählbar. Vergleichbar zur Solarthermie - Anlage in Wolmirstedt ist die gleiche Anzahl von Modulen von Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren angesetzt. Es können bis zu acht Flachkollektoren und acht Vakuumröhrenkollektoren zu einem Strang mit einer Reihenbreite von 96 m und einer Kollektorfläche von ca. 213 m<sup>2</sup> in Reihe zusammengeschaltet werden. Das Wärmeträgermedium wird bei der Durchströmung der Flachkollektor stückweise erwärmt und fließt anschließend direkt in die Vakuumröhrenkollektoren vom Typ MEGA – Kollektor, wo es mit hoher Effizienz auf Zieltemperatur erwärmt wird.

Bei ausgewählten Varianten ist nach der Ertragsermittlung mit Polysun die Eigenverschattung der hintereinanderstehenden Reihen in einem eigens entwickelten Tool berechnet. Die Solarthermie - Erträge sind bei den ausgewählten Varianten nach der Verschattungsberechnung und nach Abzug der Wärmeverluste des Rohrleitungssystem des Solarfeldes dargestellt.

Generell können die Abstände der Kollektorreihen beliebig definiert werden. Aus Gründen der Flächeneffizienz, der Verschattung und zum Aufbau von Fahrgassen sind die Abstände zwischen den Reihen auf ca. 2,5 m definiert. Die Doppelkollektortische weisen eine Tiefe von ca. 4 m auf, sodass ein Rastermaß von 6,5 m angesetzt wird. Zusätzlich ist umlaufend zur Solarthermie - Anlage eine Fahrgasse von ca. 3 m eingeplant. Exemplarisch ist für eine ausgewählte Solarthermie - Anlage der Flächenbedarf in Form des Belegungsfaktors berechnet.

Die Parameter der Wärmespeicher sind im Simulationsprogramm angepasst. Die Wärmespeicher in Behälterbauweise sind zylindrisch. Die Höhe und das Volumen sowie die Dämmeigenschaften sind definiert. In der Simulation sind für Wärmespeicher mit einem Speichervolumen bis 5.000 m<sup>3</sup> Dämmstärken der Wand und des Deckels von 30 cm und des Bodens von 10 cm angesetzt. Bei saisonalen Wärmespeichern ist eine Erhöhung der Dämmstärke der Wand und des Deckels auf 40 cm und des Bodens auf 80 cm angesetzt.

#### **5.9.4 Steuerbare Wärmeproduktion durch Verbrennung von Energieträgern**

Alle weiteren betrachteten Wärmequellen können durch die Verbrennung von Energieträgern als gezielt steuerbar zusammengefasst werden. Sie werden in der Simulation über die vier Kessel abgebildet. Die Leistung der Kessel ist zur Vereinfachung über volle Monate konstant definiert. Zur Simulation der An- und Abfahrphase des Biogas-BHKW ist ein Kessel mit einer durchschnittlichen Monatsleistung von 190 kW<sub>th</sub> definiert. Ein weiterer Kessel ist ebenfalls mit einer durchschnittlichen Monatsleistung von 190 kW<sub>th</sub> definiert, sodass bei der Einschaltung der beide Kessel die Leistung des Biogas - BHKW unter Volllast abgebildet werden kann. Ein weiterer Kessel ist zur Simulation des Holzhackschnitzel-Heizsystems mit 850 kW definiert. Der vierte Kessel ist zur Simulation des Gaskesselanteils herangezogen.

#### **5.9.5 Simulationsergebnisse**

In Tabelle 5-17 sind die Ergebnisse der Simulation der Solarthermie-Erträge in Abhängigkeit der Wärmespeichergrößen und in Tabelle 5-18 die dazugehörigen Investitionskosten dargestellt.

##### **Folgende Parameter sind definiert:**

- Die Kollektorgößen sind größtenteils in 100 Modulen pro Kollektortyp beim Flakuum - System oder in 200 Modulen bei einem alleinigen Kollektortyp variiert.
- Die Kollektorfläche des GK HAT 13,6 übertrifft die Kollektorfläche des MEGA - Kollektors um 0,6 m<sup>2</sup>.
- Das Speichervolumen der Wärmespeicher ist größtenteils um 1.000 m<sup>3</sup> variiert.
- Anhand des spezifischen Ertrages kann eine Aussage über die Effizienz des Kollektors abgeleitet werden.
- Anhand der Stagnationstage kann eine Überdimensionierung der Solarthermie - Anlage abgeleitet werden.

- Die Wärmespeicherverluste sind zum Variantenvergleich verschiedener Wärmespeichergrößen bei der Summe des Ertrages bereits berücksichtigt.
- Zur Verbesserung der Verständlichkeit sind bestimmte Zellen farbig markiert.
- Generell können zur Dimensionierung der Solarthermie - Anlage und des Wärmespeichers zwei Strategien angewandt werden:
- großer Wärmespeicher und geringe Solarthermie - Überschüsse (geringe Anzahl an Stagnationstagen)
- kleiner Wärmespeicher und hohe Solarthermie - Überschüsse (hohe Anzahl an Stagnationstagen)
- Alle Preise sind netto angegeben.
- Bei einer Solarthermie - Anlage mit einer Kollektorfläche von 10.000 m<sup>2</sup> sind die Investitionskosten des GK HT 13,6 mit 400 € / m<sup>2</sup> und des MEGA - Kollektors mit 570 € / m<sup>2</sup> definiert.
- Bei anderen Solarthermie - Anlagen - Größen sind bei den Preisen Skalierungseffekte angesetzt.
- Bei der Berechnung der Investitionskosten pro MWh / a ist eine Betriebszeit von 25 Jahren angesetzt.
- Da die Investitionskosten den Großteil der Kosten bei Solarthermie - Anlage verursachen, sind beim Variantenvergleich zur Vereinfachung die laufenden Kosten nicht berücksichtigt.
- Eine mögliche Förderung ist zur Vereinfachung beim Variantenvergleich nicht berücksichtigt.

Tabelle 5-17: Ergebnisse der Simulation der Solarthermie - Erträge in Abhängigkeit der Wärmespeichergröße

Wärme speicher in m <sup>3</sup>	Anzahl GK HT 13,6	Ertrag GK HT 13,6 in MWh	Spez. Ertrag GK HT 13,6 in kWh/m <sup>2</sup> *a	Anzahl MEGA Kollektor	Ertrag MEGA Kollektor in MWh	Spez. Ertrag MEGA Kollektor in kWh/m <sup>2</sup> *a	Summe Kollektor fläche in m <sup>2</sup>	Wärme speicher verlust in MWh	Summe Ertrag in MWh	Spez. Ertrag Summe in kWh/m <sup>2</sup> *a	Wärmenetz bedarf in MWh	Solar thermie Anteil	Tage Stag nation
Flakuum-System													
500	100	564	415	100	659	507	2.660	60	1.163	437	14.410	8,1%	0
1000	200	1111	408	200	1.309	503	5.320	93	2.327	437	14.410	16,1%	5
1000	250	1336	393	250	1.607	494	6.650	95	2.848	428	14.410	19,8%	15
1000	300	1492	366	300	1.853	475	7.980	96	3.249	407	14.410	22,5%	31
2000	300	1589	389	300	1.914	491	7.980	142	3.361	421	14.410	23,3%	13
3000	400	1869	344	400	2.378	457	10.640	184	4.063	382	14.410	28,2%	36
4000	400	1883	346	400	2.413	464	10.640	214	4.082	384	14.410	28,3%	24
10000	600	2332	286	600	3.119	400	15.960	187	5.264	330	14.410	36,5%	56
20000	800	2766	254	800	3.765	362	21.280	291	6.240	293	14.410	43,3%	64
nur Vakuumröhrenkollektor (MEGA-Kollektor)													
1000	0	0	0	500	3.235	498	6.500	95	3.140	483	14.410	21,8%	16
1000	0	0	0	600	3.654	468	7.800	97	3.557	456	14.410	24,7%	43
1000	0	0	0	800	4.272	411	10.400	99	4.173	401	14.410	29,0%	70
2000	0	0	0	800	4.468	430	10.400	150	4.318	415	14.410	30,0%	62
10000	0	0	0	800	4.743	456	10.400	184	4.559	438	14.410	31,6%	18
10000	0	0	0	1200	5.829	374	15.600	188	5.641	362	14.410	39,1%	68
20000	0	0	0	1600	6.931	333	20.800	293	6.638	319	14.410	46,1%	75
nur Flachkollektor (GK HT 13,6)													
1000	600	2842	348	0	0	0	8.160	97	2.745	336	14.410	19,0%	35
1000	700	3089	324	0	0	0	9.520	97	2.992	314	14.410	20,8%	35
10000	1200	4784	293	0	0	0	16.320	186	4.598	282	14.410	31,9%	14

Die kleinste betrachtete Variante weist einen Wärmespeicher mit einem Volumen von 500 m<sup>3</sup> und eine Solarthermie - Anlage mit einer Kollektorfläche von 2.660 m<sup>2</sup>, bestehend aus dem Flakuum - System mit 100 Modulen des GK HT 13,6 und 100 Modulen des MEGA - Kollektors, auf. Ein Solarthermie - Anteil von 8,1 % wird erreicht. Es treten keine Stagnationstage auf. Der spezifische Ertrag des GK HT 13,6 liegt bei 415 kWh / m<sup>2</sup>\*a und ist niedriger als der des MEGA - Kollektors (507 kWh / m<sup>2</sup>\*a), obwohl der Flachkollektor auf geringerem Temperatur - Niveau durchflossen wird. Der MEGA - Kollektor weist ein 22 % höheren Ertrag auf.

Tabelle 5-18: Investitionskosten und Kosten pro Energiemenge für verschiedene Solarthermie - Anlagen mit Wärmespeicher

Wärme speicher in m³	Anzahl GK HT 13,6	Anzahl MEGA Kollektor	Investition in €/MWh	Investition pro Kollektor fläche in €/m²	Investition GK HT 13,6	Investition MEGA Kollektor	Investition Wärme speicher	Summe Investition	Investition Wärme speicher in € / m³
Flakuum-System									
500	100	100	63,5 €	580 €	652.800 €	889.200 €	305.000 €	1.847.000 €	610 €
1000	200	200	57,7 €	556 €	1.251.200 €	1.704.300 €	400.000 €	3.355.500 €	400 €
1000	250	250	55,2 €	531 €	1.496.000 €	2.037.750 €	400.000 €	3.933.750 €	400 €
1000	300	300	54,8 €	507 €	1.713.600 €	2.334.150 €	400.000 €	4.447.750 €	400 €
2000	300	300	54,6 €	507 €	1.713.600 €	2.334.150 €	540.000 €	4.587.750 €	270 €
3000	400	400	57,1 €	483 €	2.176.000 €	2.964.000 €	660.000 €	5.800.000 €	220 €
4000	400	400	58,3 €	483 €	2.176.000 €	2.964.000 €	810.000 €	5.950.000 €	203 €
10000	600	600	67,7 €	459 €	3.100.800 €	4.223.700 €	1.580.000 €	8.904.500 €	158 €
20000	800	800	78,5 €	459 €	4.134.400 €	5.631.600 €	2.480.000 €	12.246.000 €	124 €
nur Vakuumröhrenkollektor (MEGA-Kollektor)									
1000	0	500	57,0 €	627 €	0 €	4.075.500 €	400.000 €	4.475.500 €	400 €
1000	0	600	57,0 €	599 €	0 €	4.668.300 €	400.000 €	5.068.300 €	400 €
1000	0	800	60,7 €	570 €	0 €	5.928.000 €	400.000 €	6.328.000 €	400 €
2000	0	800	59,9 €	570 €	0 €	5.928.000 €	540.000 €	6.468.000 €	270 €
10000	0	800	65,9 €	570 €	0 €	5.928.000 €	1.580.000 €	7.508.000 €	158 €
10000	0	1200	71,1 €	542 €	0 €	8.447.400 €	1.580.000 €	10.027.400 €	158 €
20000	0	1600	82,8 €	542 €	0 €	11.263.200 €	2.480.000 €	13.743.200 €	124 €
nur Flachkollektor (GK HT 13,6)									
1000	600	0	55,8 €	420 €	3.427.200 €	0 €	400.000 €	3.827.200 €	400 €
1000	700	0	58,8 €	420 €	3.998.400 €	0 €	400.000 €	4.398.400 €	400 €
10000	1200	0	67,7 €	380 €	6.201.600 €	0 €	1.580.000 €	7.781.600 €	158 €

Bei einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 1.000 m³ und einer Kollektorfläche von 5.320 m², bestehend aus dem Flakuum - System mit 200 GK HT 13,6 und 200 MEGA - Kollektoren, können 16,1 % Solarthermie - Anteil erreicht werden und es treten fünf Stagnationstage auf.

Eine weitere **Steigerung der Solarthermie - Fläche** auf bis zu 7.980 m², bestehend aus dem Flakuum - System mit 300 GK HT 13,6 und 300 MEGA - Kollektoren, führt zu einer weiteren starken Steigerung des Ertrages auf 22,5 %. Ca. 3.250 MWh / a Solarwärme werden nach Abzug der Wärmespeicherverluste erreicht. Die Anzahl der Stagnationstage steigt auf 31 und der spezifische Ertrag sinkt. Die Investitionskosten liegen bei 54,8 € / MWh / a und sind aufgrund des Skaleneffektes der Kollektoren geringer als bei kleineren Solarthermie - Anlagen bei gleichem Speichervolumen.

Ein Vergleich des Flakuum - Systems mit Vakuumröhrenkollektoren (MEGA - Kollektoren) und Flachkollektoren (GK HT 13,6) ist orange hervorgehoben dargestellt. Die MEGA - Kollektoren erzeugen, trotz 180 m² geringerer Fläche, einen ca. 300 MWh / a höheren Ertrag, weshalb der



prozentuale Anteil von 22,5 % auf 24,7 % steigt. Aufgrund des höheren Ertrages steigt auch die Anzahl der Stagnationstage. Die Investitionskosten sind 57,0 € / MWh / a. Beim Vergleich des Flakuum - Systems mit dem GK HT 13,6 zeigt der GK HT 13,6, trotz 180 m<sup>2</sup> höherer Kollektorfläche, einen ca. 500 MWh / a geringeren Ertrag und der prozentuale Ertrag sinkt um 3,5 % auf 19 %. Trotz der geringeren Kollektorkosten sind die Investitionskosten mit 55,8 € / MWh / a 1,0 € höher als beim Flakuum - System.

Bei einer Vergrößerung des Wärmespeichers sinken die Investitionskosten pro m<sup>3</sup> Speichervolumen. Sie liegen bei einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 500 m<sup>3</sup> bei 610 € / m<sup>3</sup> und sinken bis auf 124 € / m<sup>3</sup> bei einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 20.000 m<sup>3</sup>. Eine **Steigerung des Volumens des Wärmespeichers** von 1.000 m<sup>3</sup> auf 2.000 m<sup>3</sup> führt beim Flakuum - System mit 300 GK HT 13,6 und 300 MEGA - Kollektoren zu einer Verringerung der Stagnationstage auf 13 und nach Abzug der Wärmespeicherverluste zu einer leichten Steigerung des Ertrages um ca. 110 MWh / a. Hierdurch wird trotz höherer Investitionskosten in einen größeren Wärmespeicher ein ähnlicher Preis pro MWh / a erreicht (blau markiert). Beim MEGA - Kollektor sind die Investitionskosten pro MWh / a bei 800 Kollektoren und einer Vergrößerung des Wärmespeichers von 1.000 m<sup>3</sup> auf 2.000 m<sup>3</sup> aufgrund der Erhöhung des Ertrages um 145 MWh / a um 0,8 € geringer.

Ein Vergleich der Investitionskosten der Kollektorsysteme sollte bei nahezu gleichem prozentualen Ertrag erfolgen (siehe Abbildung 5-27). Die Investitionskosten steigen mit steigendem Solarthermie - Anteil an. Das liegt primär an:

- den höheren Anteilen gespeicherter Wärme und dadurch auch der geringeren Effizienz der Kollektoren durch im Vergleich zu den Vorlauftemperaturen im Sommer von 80 °C bis zu 15 K höheren Temperaturen zur Beladung der Wärmespeicher auf 95 °C
- eines geringeren Kollektorertrages durch mehr Stagnationstage

Der GK HT 13,6 zeigt bei 19 % Solarthermie - Anteil (siehe Abbildung 5-27) im Vergleich zum Flakuum - System noch vergleichbare Investitionskosten pro MWh / a, da nur geringe Wärmespeicheranteile nötig sind. Bei höheren Solarthermie - Anteilen weist der GK HT 13,6 jedoch die höchsten Investitionskosten auf. Das Flakuum - System zeigt die niedrigsten Kosten, wobei die Kosten sich bei nahezu 40 % Solarthermie - Anteil den Kosten des MEGA - Kollektors annähern.

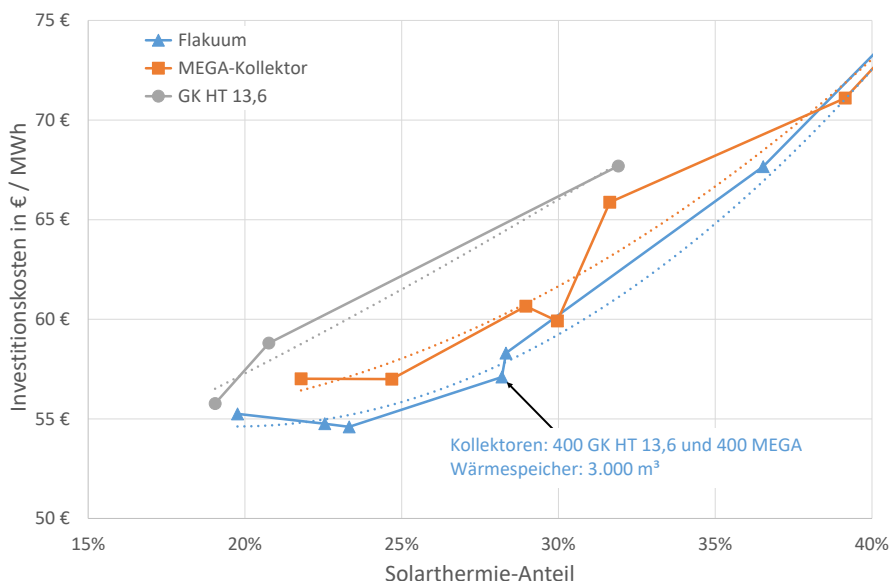


Abbildung 5-27: Investitionskosten pro MWh / a in Abhängigkeit des Solarthermie - Anteils bei verschiedenen Kollektortypen

Zwei berechnete Flakuum-System-Varianten werden folgend detaillierter betrachtet. Folgende Details werden analysiert:

- Existieren Sommerdefizite der solarthermischen Wärmeerzeugung? Hierdurch müssen Energieträger ineffizient verbrannt werden. Die Solarthermie-Anlage sollte größer dimensioniert werden.

Welche Erträge werden nach der Verschattungsbetrachtung und dem Abzug der Solarfeld-Wärmeverluste erreicht?

### 5.9.6 Flakuum - System Variante 1 (8.000 m<sup>2</sup>)

Diese Variante beinhaltet eine Kollektorfläche von ca. 8.000 m<sup>2</sup> (300 Module des GK HT 13,6 und 300 Module des MEGA-Kollektors) und einen Wärmespeicher mit einem Volumen von 1.000 m<sup>3</sup>.

Bei der folgenden Betrachtung werden die Wärmespeicherverluste nicht direkt vom Solarthermie-Ertrag abgezogen, da der Wärmespeicher als Multifunktionsspeicher von allen Wärmequellen genutzt werden kann.

Ein Aufbau einer Solarthermie-Anlage des Flakuum-Systems mit einer Kollektorfläche von ca. 8.000 m<sup>2</sup> auf einem 45 ° nach Westen ausgerichteten Grundstück, vergleichbar zur Fläche in der Nähe des Bulabana, ist in Abbildung 5-28 dargestellt. Es werden Doppeltische mit einem Modul des GK HT 13,6 auf der unteren Ebene und einem Modul des MEGA-Kollektor auf der

oberen Ebene, vergleichbar zur Solarthermie - Anlage in Wolmirstedt, definiert, da hierdurch die Reihenverschattung größtenteils den Ertrag des Flachkollektor verringert. Das Rastermaß beträgt 6,5 m, wodurch inklusive der umrandenden Fahrwege ca. eine Fläche von 14.200 m<sup>2</sup> nötig ist. Die Belegung beträgt 1,76.

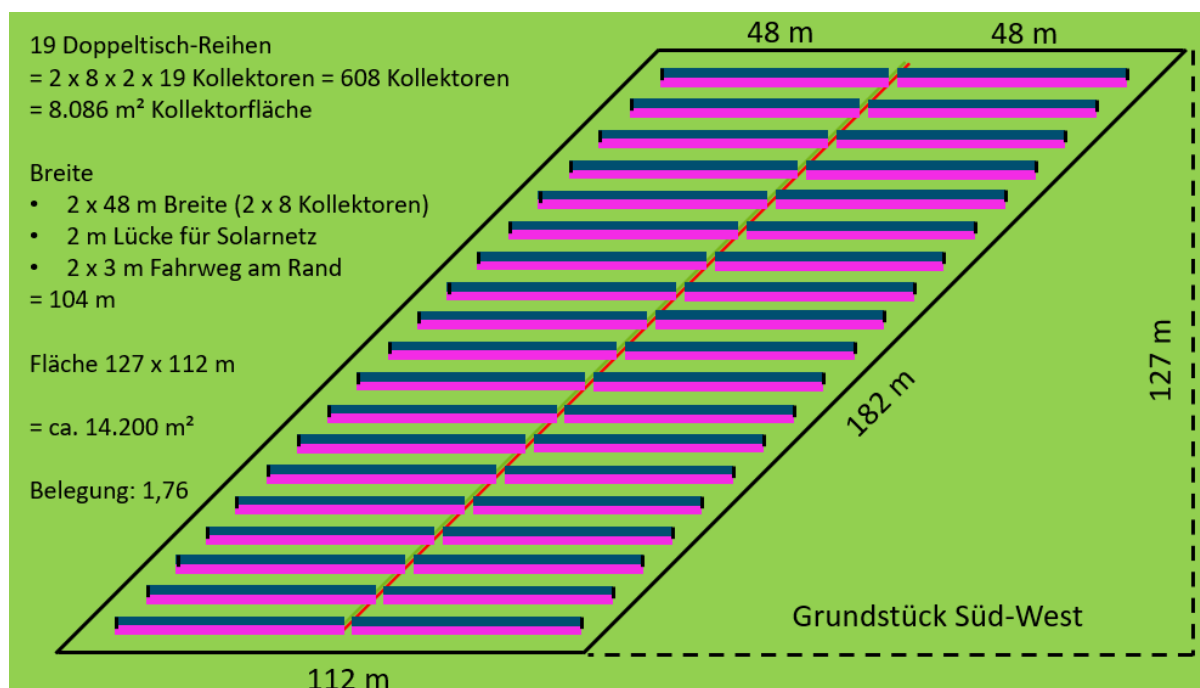


Abbildung 5-28: Schema einer Solarthermie-Anlage des Flakuum-Systems mit einer Kollektorfläche von ca. 8.000 m<sup>2</sup> auf einem 45 ° nach Westen ausgerichteten Grundstück

## Verschattung

Tabelle 5-19: Auszug des Berechnungsmoduls zur Ermittlung der Reihenverschattung

Berechnung Eigenverschattung		Naumburg	
Höhe des Moduls	4,464	m	
Länge der Reihe	96	m	
Anstellwinkel	30	°	
Abstand der Reihen	6,5	m	
Abweichung von Südausrichtung	0	°	
Höhe Sammelkopf	0,184	m	
unterer unwirksamer Bereich	0,06	m	
Neigungswinkel Grundfläche	0	°	
		Stunde	Monat
		1	1
Ort	Naumburg	2	1
Lat	51,137783	3	1
Long	11,778	4	1

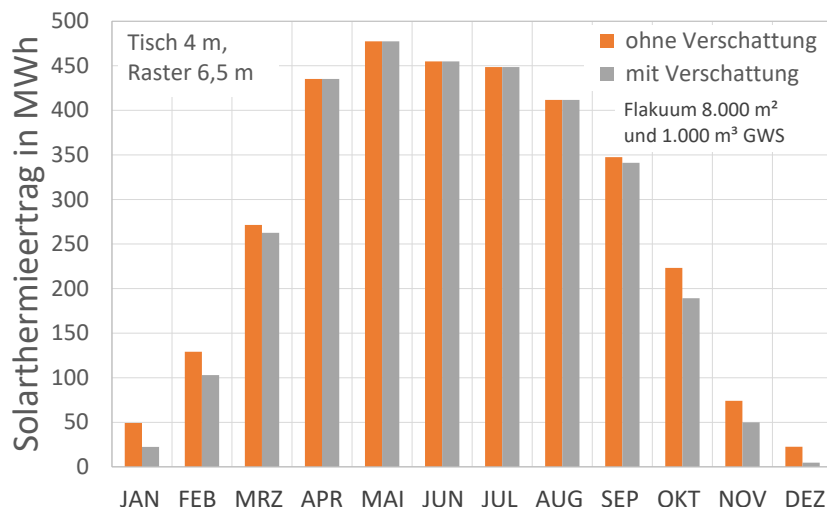


Abbildung 5-29: Verschattung einer Solarthermie – Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 8.000 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 1.000 m<sup>3</sup>

Ein Auszug der Verschattungsberechnung ist in Tabelle 5-19 dargestellt. Es sind Bereiche ohne Ertragserzeugung (unterer unwirksamer Bereich von 6 cm und Höhe Sammelkopf des MEGA - Kollektors) festgelegt, eine Reihenbreite von 96 m (16 Kollektoren) eine Höhe des Doppeltisches von 4,464 m (2,184 m MEGA und 2,28 m GK HT 13,6).

Die Berechnung der Verschattung der Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 8.000 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 1.000 m<sup>3</sup> ist in Abbildung 5-29 dargestellt. Von April bis August tritt keine Verschattung innerhalb der Reihen auf. Eine Verringerung des Ertrages durch Verschattung von bis zu 80 % im Dezember wird berechnet. Aufgrund der geringen Sonnenscheindauer in den Wintermonaten führt dies jedoch nur zu einer geringen Verringerung des Ertrages um ca. 150 MWh / a. Dies entspricht insgesamt einer Verringerung des Jahresertrages um 4,3 %. Dies führt zu einer Verringerung des Ertrages von ca. 3.350 MWh / a auf ca. 3.200 MWh / a.

## Solarfeld - Rohrleitungen

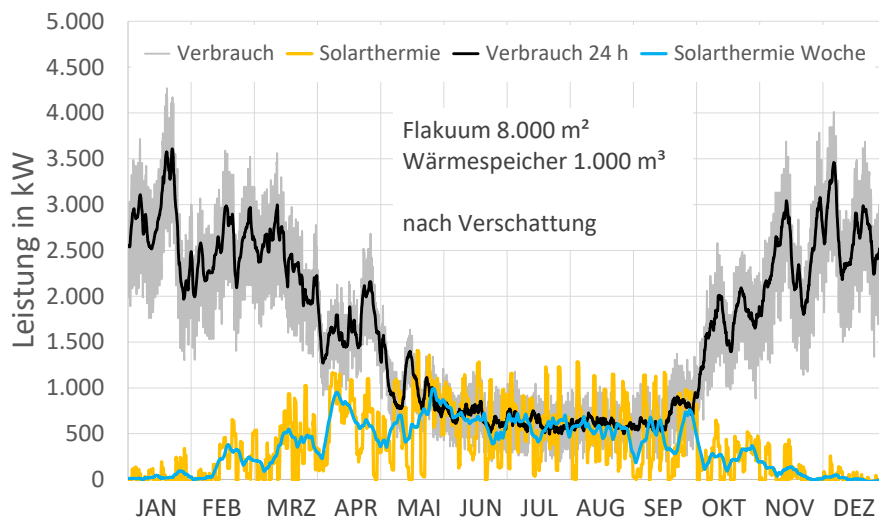


Abbildung 5-30: Lastprofil des Wärmenetzverbrauchs und der Wärmeerzeugung einer Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von ca. 8.000 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 1.000 m<sup>3</sup>

Das Rohrleitungsnetz einer Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System ist sehr kurz, da bei 19 Reihen nur in der Mitte des Kollektorfeldes eine Vor- (heiß) und eine Rücklaufleitung (kalt) mit jeweils ca. 180 m verlegt werden muss. Zur Anbindung der Heizzentrale sind weitere 20 m pro Rohrleitung aufgeschlagen.

Zur Vereinfachung ist eine Rohrleitung mit der Dimension DN 150 mit höchster Dämmstufe angesetzt. Das Stahlrohr weist eine Dämmstärke von 70 mm auf. Die Rohrleitungen sind erdverlegt. Für die Anschlüsse der Reihen sind jeweils 3 m Rohrleitung pro Leitung und pro Leitung zwei Dehnungsbögen eingeplant. Zusätzlich wird ein Sicherheitsfaktor von 1,1 angewandt. Die Länge der Rohrleitungen des Vor- und Rücklaufs betragen jeweils 290 m. Der Wärmeverlust der Rücklaufleitungen beträgt 25,6 MWh / a und der Vorlaufleitungen, aufgrund des höheren Temperaturniveaus, 33,3 MWh / a. Insgesamt beträgt der Wärmenetzverlust 59 MWh / a.

Nach Abzug der Rohrleitungs – und Wärmespeicherverluste sowie der Ertragsverringerung durch Verschattung wird ein Solarthermie - Ertrag von ca. 3.140 MWh / a ermittelt, wodurch der Solarthermie - Anteil von 23,1 % auf 21,6 % sinkt. Dies führt zu einer Erhöhung der Investitionskosten auf 58,4 € / MWh / a.

Das Lastprofil der Solarthermie - Wärmeerzeugung nach Abzug der Ertragsverringerung durch Verschattung ist in Abbildung 5-30 dargestellt. Die Wochenmittelwerte (blaue Linie) unterschreiten im Sommer an wenigen Tagen den Mittelwert des Wärmebedarfs (schwarze Linie). Die Differenz ist als Defizit der Wärmeerzeugung als 24 - Stunden - Mittelwerte in Abbildung 5-31 dargestellt. Zusätzlich werden die Stagnationstage (31 Tage) dargestellt. Eine hohe Anzahl an Stagnationstagen deutet darauf hin, dass die Solarthermie - Anlage überdimensioniert ist. Dennoch kann der Wärmebedarf im Sommer nicht vollständig gedeckt werden. Die Dimensionierung der Wärmespeicherung ist zu gering, um einem mehrtägigen wetterbedingten, geringen Sonnenertrag zu kompensieren.

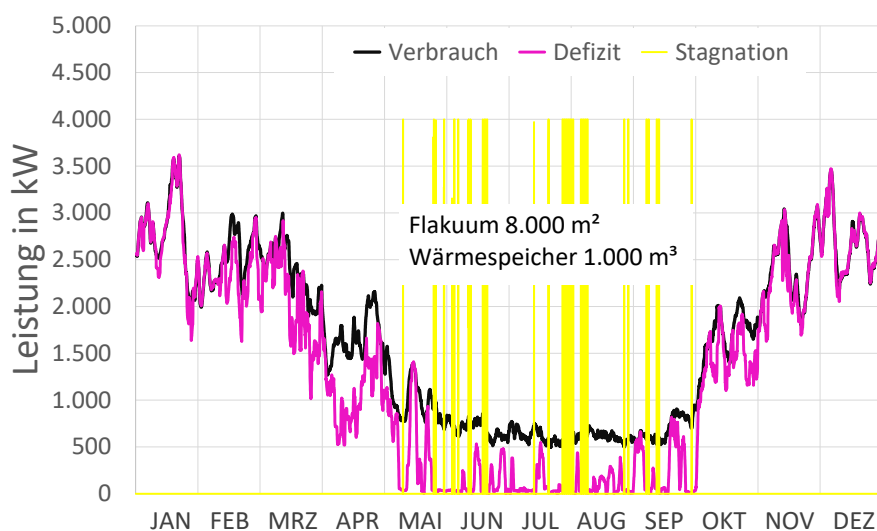


Abbildung 5-31: Stagnationsereignisse und Defizite der Wärmeerzeugung mittels Solarthermie beim Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von ca. 8.000 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 1.000 m<sup>3</sup>

### 5.9.7 Flakuum - System Variante 2 (10.640 m<sup>2</sup>)

Diese Variante betrachtet eine Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup> (400 Module des GK HT 13,6 und 400 Module des MEGA - Kollektors) und einen Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup>.

Bei der Variante der Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup> (400 Module des GK HT 13,6 und 400 Module des MEGA - Kollektors) und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup> (siehe Tabelle 5-17, grün) werden 25 Reihen aufgebaut. Die Länge der Rohrleitungen des Vor- und Rücklaufs betragen jeweils 390 m. Der Wärmeverlust der Rücklaufleitungen beträgt 35,2 MWh / a und der Vorlaufleitungen, aufgrund des höheren Temperaturniveaus, 44,0 MWh / a. Insgesamt beträgt der Wärmenetzverlust 79 MWh / a. Der Flächenbedarf beträgt inklusive Umrandung ca. 19.000 m<sup>2</sup>.



Die Reihenverschattung beträgt 4,5 % des Jahresertrages. Das prozentuale Verschattungsprofil gleicht dem der Berechnung der zuvor beschriebenen Solarthermie - Anlage. Nach Abzug der Rohrleitungs- und Wärmespeicherverluste sowie der Ertragsverringerung durch Verschattung wird ein Solarthermie - Ertrag von ca. 3.980 MWh / a ermittelt, wodurch der Solarthermie - Anteil von 29,1 % auf 27,2 % sinkt. Dies führt zu einer Erhöhung der Investitionskosten von 57,1 € / MWh / a auf 60,1 € / MWh / a.

Das Lastprofil der Solarthermie - Wärmeerzeugung nach Abzug der Ertragsverringerung durch Verschattung ist in Abbildung 5-32 dargestellt. Die Wochenmittelwerte (blaue Linie) überschreiten im Sommer an wenigen Tagen den Mittelwert des Wärmebedarfs (schwarze Linie). Hier wird auch der Wärmespeicher beladen. Die Differenz ist als Defizit der Wärmeerzeugung als 24 - Stunden - Mittelwerte in Abbildung 5-33 dargestellt. Zusätzlich werden die Stagnationstage (35 Tage) dargestellt. Der Wärmebedarf im Sommer kann bei dieser Variante vollständig gedeckt werden.

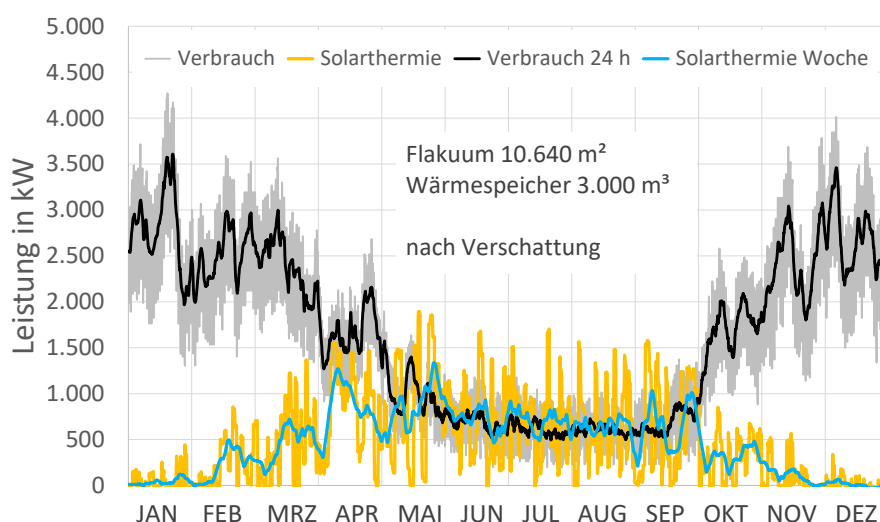


Abbildung 5-32: Lastprofil des Wärmenetzverbrauchs und der Wärmeerzeugung einer Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup>

Diese Variante wird als finale Variante weiter betrachtet, da:

- Der Preis im Vergleich zu kleineren Solarthermie-Anlagen-Varianten nur unwesentlich höher ist.
- Der Solarthermie-Ertrag mit ca. 3.980 MWh / a und der Solarthermie-Anteil von 27,2 % hoch sind.
- Der Sommerbedarf vollständig gedeckt wird und keine ineffiziente Verbrennung von Energieträgern in den Monaten Juni bis August nötig ist.

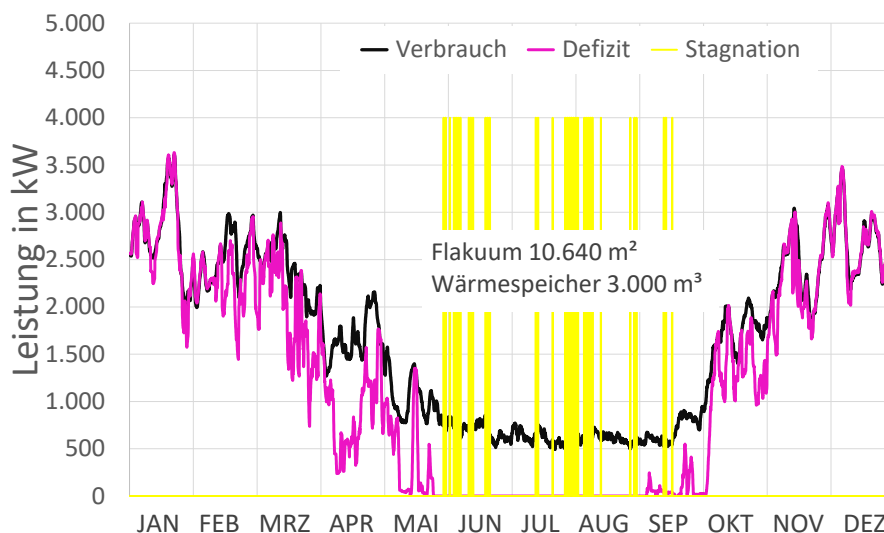


Abbildung 5-33: Stagnationsereignisse und Defizite der Wärmeerzeugung mittels Solarthermie beim Flakuum-System mit einer Kollektorfläche von ca. 10.640 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup>

### 5.9.8 Verbrennung von Energieträgern zur Deckung des Wärmebedarfs

Das Erdgas - BHKW im Inselnetz des Euroville wird bei der weiteren Berechnung nicht berücksichtigt, da das BHKW aufgrund der geringen Größe für eine flexible, strommarktdienliche Stromerzeugung ungeeignet ist.

In Abbildung 5-34 und Tabelle 5-20 sind Zusammenfassungen der Wärmeerzeugung zur Deckung des Wärmebedarfs des finalen Wärmenetzes dargestellt. In den Monaten Juni bis August kann der Wärmebedarf mittels Solarthermie vollständig gedeckt werden. Insgesamt kann mittels Solarthermie eine Wärmemenge von ca. 3.980 MWh / a erzeugt werden. Im September muss mittels Verbrennung von Holzhackschnitzeln eine Wärmemenge von 116 MWh / a bereitgestellt werden.

Die Wärme des **Biogas-BHKW** wird im Oktober langsam gesteigert und führt zu einer Erzeugung von 141 MWh. Im November bis März wird im Biogas-BHKW eine monatliche Wärmemenge von 260 bis 288 MWh erzeugt. Im April wird die Wärmeproduktion des Biogas-BHKW reduziert. Insgesamt kann das Biogas-BHKW eine Wärmemenge von 1.685 MWh / a zur Verfügung stellen. Die Wärmeerzeugung des Biogas-BHKW und gleichzeitig der KWK-Anteil beträgt 11,5 % der Jahreswärmebedarfs (siehe Tabelle 5-21). Die Betriebsdauer beträgt ca. 4.120 Vollbenutzungsstunden.

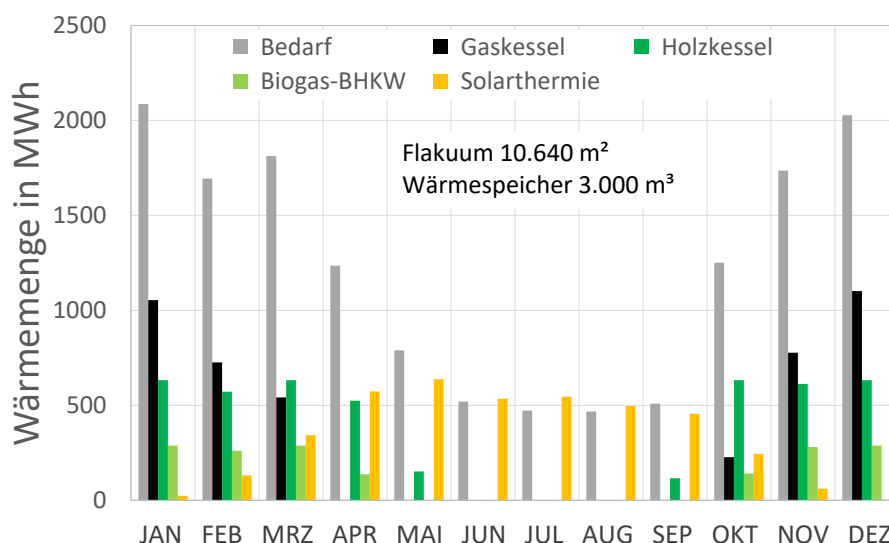


Abbildung 5-34: Monatlicher Wärmebedarf und Wärmeerzeugung bei der Variante einer Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup>

In den Monaten Oktober bis März wird der Hackschnitzelkessel mit der Maximalleistung betrieben. Im April kann die Leistung im Mittel auf 86 % gesenkt werden. Da im Mai keine Wärme aus dem Biogas - BHKW zur Verfügung steht, muss der Hackschnitzelkessel 152 MWh / a erzeugen. Insgesamt kann der Hackschnitzelkessel eine Wärmemenge von 4.505 MWh / a zur Verfügung stellen und stellt damit die größte Wärmemenge. Die Betriebsdauer beträgt 5.300 Vollbenutzungsstunden.

Der Wärmeanteil aus Bioenergie, bestehend aus der Wärme des Biogas-BHKW und der Hackschnitzelverbrennung, beträgt insgesamt 42 %. In Kombination mit der Wärme der Solarthermie-Anlage können 69,7 % des Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Der Gaskessel wird in den Monaten Oktober bis März zur Deckung des Wärmebedarfs betrieben. Die Wärmemenge im Oktober ist mit 227 MWh / a gering. Insgesamt muss eine Wärmemenge von 4.426 MWh / a mit einem Gaskessel erzeugt werden. Der fossile Anteil beträgt 30,3 %.

Tabelle 5-20: Monatlicher Wärmebedarf und monatliche Wärmeerzeugung bei der Variante der Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup>

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmenetz in MWh	2.070	1.679	1.796	1.220	774	503	456	451	494	1.237	1.721	2.012	14.410
Wärmespeicherverlust in MWh	16	15	16	15	15	16	16	16	15	14	14	16	185
Gaskessel in MWh	1.054	725	542	0	0	0	0	0	0	227	777	1.132	4.426
Holzessel in MWh	632	571	632	524	152	0	0	0	116	632	612	632	4.505
Solarthermie in MWh	23	130	343	562	625	524	534	485	444	244	61	2	3.979
Biogas-BHKW in MWh	288	260	288	137	0	0	0	0	0	141	280	288	1.685

Tabelle 5-21: Zusammenfassung des Wärmenetzbedarfs und der Wärmeerzeugungsanteile bei der Variante der Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup>

Wärmenetz in MWh	Wärmespeicher Verlust in MWh	Gaskessel in MWh	Holzessel in MWh	Solarthermie in MWh	Biogas- BHKW in MWh	Solarthe- rmie	Bioenergie	Erneuerbare Energien	Biogas KWK- Anteil	Fossil
14.410	185	4.426	4.505	3.979	1.685	27,3%	42,4%	69,7%	11,5%	30,3%

Tabelle 5-22: Energieträgereinsatz in den Verbrennungseinheiten bei der Variante der Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup>

Gaskessel Ho in MWh	Wirkungsgrad Gaskessel Ho	Holzessel in srm	Wirkungs- grad	Energieinhalt in MWh/srm	Biogas in MWh	Wirkungs- grad Biogas- BHKW thermisch
<b>5.088</b>	87%	<b>6.795</b>	85%	0,78	<b>1.685</b>	43,8%

In Tabelle 5-22 sind die Energieträgereinsätze in den Verbrennungseinheiten inklusive der Wirkungsgrade dargestellt. Die Holzmenge wird in Schüttraummetern (srm) angegeben. Ca. 6.800 srm entsprechen ca. 97 LKW - Lieferungen. Die Erdgas - Menge Ho (oberer Heizwert) beträgt ca. 5.100 MWh / a. Folgend wird diese Betrachtung als Szenario 2030 bezeichnet.

## 5.9.9 CO<sub>2</sub>-Emissionen und Einsparung

Tabelle 5-23: Energiemengen und CO<sub>2</sub> - Emissionen umgerechnet auf ein Äquivalent und Einsparung der Emissionen

	Flemm Biogas- BHKW in MWh	Flemm Erdgas in MWh	Euroville in MWh	Bundes- sprachenamt in MWh	Neue Blöcke in MWh	Summe Erdgas + Biogas in MWh	Summe Erdgas Ho Äquivalent in MWh	CO <sub>2</sub> Emission in t / a	CO <sub>2</sub> Emission Einsparung in t / a	CO <sub>2</sub> Emission Einsparung in 20 a in t
Energiemenge	3.152	5.198	963	4.168	4.067	17.548	14.396	3.455	2.234	44.681
Wirkungsgrad Ho		87%	83%	75%	77%					

In Tabelle 5-23 sind die Energieträgerverbräuche der Verbraucher des Wärmenetz-Ausbaus im Szenario 2030 mit den Ist-Verbräuchen mit Wirkungsgraden der Kessel, umgerechnet in ein CO<sub>2</sub> - Äquivalent des Erdgases mit dem oberen Heizwert (Ho), dargestellt. Insgesamt liegt der Energiebedarf im Istzustand bei 17.548 MWh / a. Hiervon produziert das Biogas - BHKW eine Wärmemenge von 3.152 MWh / a im Jahr 2023. Nach Abzug der Biogas-BHKW-Wärme beträgt das Erdgas-Äquivalent 14.396 MWh / a. Bei einem Emissionswert von 0,24 t / MWh entsteht eine CO<sub>2</sub> - Emissionen pro Jahr von 3.455 t. Im Szenario 2030 werden nur noch 5.088 MWh / a Erdgas Ho benötigt. Die jährliche CO<sub>2</sub> - Einsparung beträgt 2.234 t. In 20 Jahren entsteht eine CO<sub>2</sub> - Einsparung von 44.681 t.

### 5.9.10 Gaskesselleistung

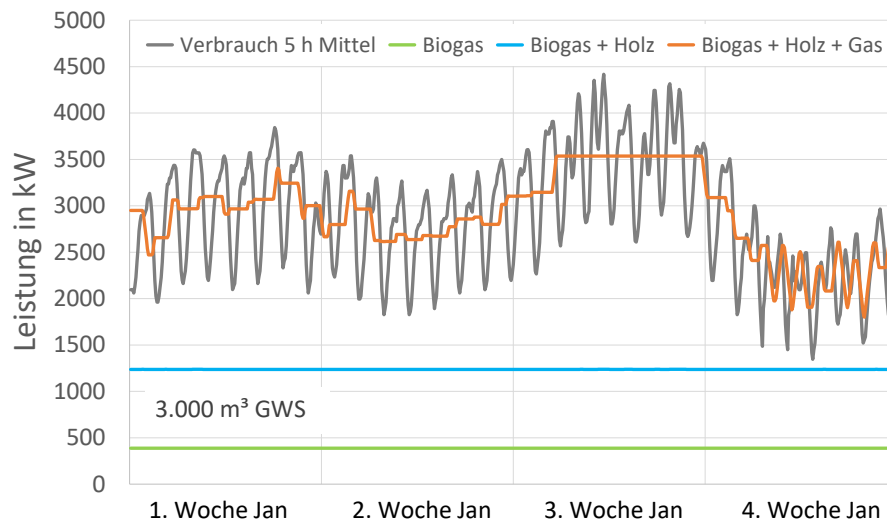


Abbildung 5-35: Wärmebedarf des Wärmenetzes und Wärmeerzeugung im Januar

Die Wärmenetzerweiterung führt zu einer Erhöhung der Spitzenwärmenachfrage im Winter im 5 – Stunden-Mittel auf bis zu 4.400 kW (siehe Abbildung 5-35). Da im Winter der Wärmeanteil durch die Solarthermie gering ist, wird der erneuerbare Wärmebedarf primär von dem Biogas-BHKW und der Holzverbrennung bereitgestellt. Die durchschnittliche Leistung beträgt 1.240 kW. Der fehlende Betrag soll fossil durch Gaskessel erzeugt werden. Aufgrund des Einsatzes eines Wärmespeichers mit einem Volumen von 3.000 m³ ist eine durchschnittliche Leistung der Wärmeerzeuger über mehrere Tage (siehe 3. Woche im Januar) von 3.550 kW ausreichend, um den Wärmebedarf zu decken. Eine Gaskessel-Leistung von 2.310 kW ist nötig. Aktuell stehen folgende Erzeugerleistungen zur Verfügung:

- Biogas-BHKW Flemminger Weg: mindestens 409 kW<sub>th</sub> (siehe Tabelle 5-5, April sogar 440 kW im Mittel → Überlast)
- Holzkessel in HZ - 2: 850 kW
- Gaskessel Euroville: 310 kW + 410 kW = 720 kW
- Gaskessel Flemminger Weg: 1.750 kW + 1.750 kW = 3.500 kW
- 1240 kW aus Bioenergie → 2.310 kW Gaskessel ausreichend
- Bei 93 % Wirkungsgrad der Gaskessel unter Volllast reichen die zwei Kessel des Euroville (310 kW + 410 kW = 720 kW) und ein Kessel im Flemminger Weg mit 1.750 kW zur Deckung des Wärmebedarfs aus. Insgesamt sind das 2.470 kW.
- Ein Kessel im Flemminger Weg mit 1.750 kW kann als Reserve und Ausfallsicherung dienen.

### 5.9.11 Zusammenfassung Energieerzeugung

- Solarthermie: Flachkollektor - Anlage (GK HT 13,6) zeigen die geringsten Erträge und ähnliche Investitionskosten pro MWh / a im Vergleich zum Flakuum - System bei geringen prozentualen Solarthermie - Anteilen von unter 20 %.
- Solarthermie: höhere Kosten bei höheren prozentualen Anteilen durch höheren Wärmespeicheranteil und mehr Stagnationstage bei mehr als 20 % Solarthermie – Anteil
- Solarthermie: Vakuumröhren (MEGA) - Kollektor - Anlage zeigt die höchsten Erträge und höhere Investitionskosten pro MWh / a als das Flakuum - System bei prozentualen Solarthermie - Anteilen von 0 bis 40 %. Oberhalb von 40 % Solarthermie - Anteil sind die Investitionskosten pro MWh / a ähnlich.
- Solarthermie: das Flakuum - System stellt einen guten Mittelweg zwischen Investitionskosten und Ertrag dar.
- Solarthermie: Optimum des prozentualen Solarthermie - Anteils ist das Flakuum - System mit 10.640 m<sup>2</sup> Kollektorfläche bestehend aus jeweils 400 Modulen des Flachkollektor GK HT 13,6 und des Vakuumröhren (MEGA) - Kollektors und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup>. Mittels Solarthermie kann eine Wärmemenge von 3.980 MWh / a erzeugt werden. Der Wärmeanteil beträgt 27,2 %.
- Biogas - BHKW und Holzkessel: Sie werden in der Heizperiode betrieben und liefern einen Wärmeanteil von 42,4 %. Das Biogas - BHKW erzeugt 11,5 % und der Holzkessel 30,9 % der Wärme.
- Insgesamt werden erneuerbar knapp 70 % des Wärmebedarfs erzeugt.
- Erdgas - Kessel: Eine Gaskessel - Leistung von 2.310 kW ist ausreichend. Mit den aktuell bestehenden Gaskesseln kann der Bedarf gedeckt werden und ein Kessel mit einer Leistung von 1.750 kW kann als Reserve bzw. Ausfallsicherung eingesetzt werden.
- Erdgas - Kessel: Die Gaskessel werden nur in der Heizperiode betrieben und erzeugen eine Wärmemenge von ca. 4.430 MWh. Der fossile Anteil der Wärmeerzeugung beträgt ca. 30 %.

Trotz einer Steigerung des Wärmebedarfs von 7.674 MWh / a auf 14.410 MWh / a bei einer Wärmenetzerweiterung (Steigerung um 88 %) und der Halbierung der Laufzeit des Biogas - BHKW kann unter Verwendung der heute verfügbaren, etablierten Techniken eine Steigerung des erneuerbaren Wärmeanteil von 41 % auf ca. 70 % erreicht werden.



## **5.10 Zukunftsszenario des Zeitraums 2040 bis 2045, Potenziale zur Erhöhung des An-teils erneuerbarer Energien**

Folgende weitere Möglichkeiten zur weiteren Erhöhung des erneuerbaren Wärme - Anteils sind für ein Zukunftsszenario im Zeitraum 2040 bis 2045 möglich:

- Verringerung des Heizbedarfs
  - nutzerbedingt: durch höhere Wärmekosten oder Umwelt-Bewusstsein
  - Sanierung bzw. Modernisierung
  - Wetterbedingt durch milde Winter siehe 2023
- Verringerung der Wärmenetztemperaturen mittels Optimierung des Systems
  - Verringerung der Wärmeverluste des Wärmenetzes
  - Effizienzsteigerung der Solarthermie
- Aufbau eines saisonalen Wärmespeichers in Kombination mit einer Wärmepumpe zur Auskühlung des Wärmespeichers bis auf 10 °C
- Effizienzsteigerung beim Biogas – BHKW und beim Holzverbrennungssystem durch weitere Abgas- und Gebäudewärmerückgewinnung mittels Wärmepumpen

### **5.10.1 Verringerung des Heizbedarfs**

Der Wärmebedarf des Wärmenetzes von 14.410 MWh besteht aus einem Anteil des Heizbedarfs von 60,6 %. Das entspricht einer Wärmemenge von ca. 8.730 MWh / a. Der restliche Wärmebedarf besteht aus der Warmwasserbereitung und den Wärmenetzverlusten, die über das Jahr nahezu konstant auftreten. Aufgrund der entgegengesetzten Zeiträume des erhöhten Heizbedarfs und der erhöhten Solarwärme – Erzeugung ist die Deckung des Heizbedarfs mit erneuerbaren Energien ist eine Herausforderung.

Eine Verringerung des Heizbedarfs von ca. 650 MWh / a, wie im Jahr 2023 im Vergleich zu den Jahren 2017 bis 2019, würde zu einer Verringerung des Heizbedarfs um 7,5 % führen. Dies führt automatisch durch Verringerung des Gaskessel - Einsatzes zu einer Steigerung des erneuerbaren Energien - Anteils.

Durch eine weitere Verringerung durch bewusstes Nutzerverhalten oder die 2024 neu angepassten und dadurch deutlich erhöhten Wärmepreise könnte der Heizbedarf weiter sinken, da die Bewohner die Wohnraumtemperaturen bewusst verringern könnten oder sich im Wohn-

raum wieder mehr einschränken. Einige Tipps sind hier zusammengefasst: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/heizen-raumtemperatur#hintergrund>.

Eine Sanierung der Gebäude könnte ebenfalls zu einer Verringerung des Heizwärmebedarfs führen. Bei der Ermittlung des Zukunftsszenario für den Zeitraum 2040 bis 2045 wird dennoch keine Verringerung des Heizbedarfs angesetzt, um die Wirksamkeit weiterer technischer Maßnahmen am Wärmenetz zur Erhöhung des erneuerbaren Energien - Anteils besser bewerten zu können.

### 5.10.2 Verringerung der Wärmenetztemperaturen mittels Optimierung des Systems

Folgende zwei Maßnahmen können zu einer Verringerung der Wärmenetztemperaturen und dadurch zur Verringerung der Wärmenetzverluste führen:

- Tages - Wärmespeicher zur Verringerung der Nutzung des Wärmenetzes als Wärmespeicher
- moderne Hausanschlussstationen (HAST)

Durch einen Tageswärmespeicher wird das Wärmenetz nicht mehr als Wärmespeicher genutzt. Durch das bessere Verhältnis aus Oberfläche und Volumen sind die Wärmeverluste geringer. Zusätzlich sollten moderne HAST eingebaut werden, die zu einer Verringerung der Rücklauftemperaturen auf 40 bis 45 °C führen. Hierdurch kann eine Senkung der Vorlauftemperatur auf 65 °C ermöglicht werden.

Tabelle 5-24: Solarthermie - Erträge verschiedener Kollektoren mit einer Erweiterung der Wärmespeicherung mit einem Saisonalwärmespeicher mit einem Volumen von 10.000 m³ bei einer Vorlauftemperatur des Wärmenetzes von 65 °C oder 75 °C und einer Rücklauftemperatur von 45 °C oder 65 °C

Netztemperatur in °C	Wärmespeicher in m³	Anzahl GK HT 13,6	Ertrag GK HT 13,6 in MWh	Spez. Ertrag GK HT 13,6 in kWh/m²*a	Anzahl MEGA Kollektor	Ertrag MEGA Kollektor in MWh	Spez. Ertrag MEGA Kollektor in kWh/m²*a	Summe Kollektorfläche in m²	Wärmespeicherverlust in MWh	Summe Ertrag inkl. Wärmespeicherverlust in MWh	Spez. Ertrag Summe in kWh/m²*a	Wärmenetzbedarf in MWh	Solarthermieanteil	Tagestation	Investition in €/MWh
75/65	13.000				1.200	5.934	374	15.600	188	5.449	362	14.410	39,1%	68	71
65/45	13.000				1.200	6.480	415	15.600	146	6.010	385	14.413	41,7%	67	67
75/65	13.000	600	2.384	286	600	3.171	400	15.960	187	5.091	330	14.410	36,5%	56	68
65/45	13.000	600	3.127	383	600	3.401	436	15.960	147	6.055	379	14.413	42,0%	55	59
75/65	13.000	1.200	4.889	293				16.320	186	4.458	282	14.410	31,9%	14	68
65/45	13.000	1.200	6.339	388				16.320	146	5.876	360	14.413	40,8%	12	53

Zur Ermittlung der Effizienzsteigerung der Solarthermie durch Verringerung der Wärmenetztemperaturen sind weitere Berechnungen des Solarthermie - Ertrages durchgeführt (Tabelle 5-24). Die Erträge werden mit 95 % des Simulationswertes angesetzt, wodurch die Rohrlei-

tungsverluste und die Verschattung berücksichtigt werden. Die Wärmespeicherverluste werden von den Solarthermie-Erträgen abgezogen. Das Szenario 2030 hat die Netztemperaturen  $75^{\circ}\text{C}$  /  $65^{\circ}\text{C}$  und das Szenario 2040 bis 2045 die Netztemperaturen  $65^{\circ}\text{C}$  /  $45^{\circ}\text{C}$ . Zur Vereinfachung sind nur die Vorlauftemperatur des Wärmenetzes im Sommer von  $75^{\circ}\text{C}$  auf  $65^{\circ}\text{C}$  und die Rücklauftemperatur von  $65^{\circ}\text{C}$  auf  $45^{\circ}\text{C}$  angepasst. Im Winter sind, vergleichbar zum Szenario 2030, die Temperatur ebenfalls erhöht, sodass weiterhin im Januar eine Temperaturdifferenz von 28 K im Wärmenetz erreicht wird. Die Vorlauftemperatur im Januar beträgt  $73^{\circ}\text{C}$ . Geringere Wärmenetzverluste durch niedrigere Temperaturen, die im Sommer einen Teil des Direktverbrauches der Solarthermie verringern können, sind nicht in der Simulation angepasst, um die Wirksamkeit der technischen Maßnahme besser bewerten zu können. Dies würde zur Erhöhung der Überschüsse oder der Anzahl der Stagnationstage führen, jedoch nicht zur Verschlechterung der Situation führen.

Ein Einsatz eines zusätzlichen saisonalen Wärmespeichers mit einem Volumen von  $10.000\text{ m}^3$  wird zur Erhöhung des erneuerbaren Energie - Anteils in Kombination mit einer Steigerung der Modulanzahl der Kollektoren auf insgesamt 1200 Module betrachtet. Die Wärmespeicherkapazität bei einer Temperaturdifferenz von 10 K beträgt  $151\text{ MWh/a}$ . Bei den Wärmenetztemperaturen  $75^{\circ}\text{C}$  /  $65^{\circ}\text{C}$  führt eine maximale Temperaturdifferenz von 30 K (maximale Wärmespeichertemperatur von  $95^{\circ}\text{C}$  und Rücklauftemperatur von  $65^{\circ}\text{C}$ ) zu einer Wärmespeicherkapazität von ca.  $453\text{ MWh/a}$  und bei  $65^{\circ}\text{C}$  /  $45^{\circ}\text{C}$  eine maximale Temperaturdifferenz von 50 K zu einer Wärmespeicherkapazität von  $755\text{ MWh/a}$ . Eine Erhöhung der Wärmespeicherkapazität um  $302\text{ MWh/a}$  wird erreicht.

Die Verschattung und Rohrleitungsverluste sind bei den Solarthermie - Erträgen berücksichtigt. Eine Verringerung der Netztemperaturen führt zu einer Steigerung der Solarthermie - Erträge bei allen Kollektortypen.

Beim Vakuumröhren-(MEGA)-Kollektor fällt die Effizienzsteigerung mit  $561\text{ MWh/a}$  am geringsten aus (orange markiert, Spalte Summe Ertrag in MWh, Differenz aus  $65^{\circ}\text{C}$  /  $45^{\circ}\text{C}$  und  $75^{\circ}\text{C}$  /  $65^{\circ}\text{C}$ ), da der Kollektor eine hohe Effizienz bei den Wärmenetztemperaturen  $75^{\circ}\text{C}$  /  $65^{\circ}\text{C}$  hatte.  $302\text{ MWh/a}$  davon sind auf die Erhöhung der Wärmespeicherung zurückzuführen.  $259\text{ MWh/a}$  werden durch Effizienzsteigerung erreicht.

Das Flakuum - System erreicht eine Steigerung des Ertrages um  $964\text{ MWh/a}$  (gelb markiert) und überschreitet im Szenario 2040 bis 2045 sogar den Ertrag der Vakuumröhre (MEGA) - Kollektors.  $662\text{ MWh/a}$  werden durch eine Effizienzsteigerung erreicht.

Die höchste Effizienzsteigerung erreicht der Flachkollektor GK HT 13,6 mit einer Steigerung des Ertrages um 1.418 MWh / a (grün markiert). 1.116 MWh / a werden durch Effizienzsteigerung erreicht.

Im Szenario 2040 bis 2045 sind die Erträge der verglichenen Kollektortypen nahezu gleich, weshalb der Flachkollektor GK HT 13,6 mit 53 € / MWh / a auch den geringsten Solarwärme - Preis erreicht.

Beim Vergleich des Flakuum - Systems mit einer Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup>, bestehend aus jeweils 400 Modulen des GK HT 13,6 und des MEGA - Kollektoren, und einem Wärmespeicher mit einem Volumen 3.000 m<sup>3</sup>, und des Flakuum - Systems mit 600 Modulen je Kollektortyp und einer Erweiterung um einen Saisonalwärmespeicher mit einem Volumen von 10.000 m<sup>3</sup> konnte eine Steigerung des Ertrages von 3.980 MWh / a auf 6.010 MWh / a und eine prozentuale Steigerung von 27,2 % auf ca. 41,1 % erreicht werden. Aufgrund der besseren Dämmung des Saisonalwärmespeichers werden ähnliche Wärmeverluste erreicht. Eine Steigerung der Solarwärme um 2.020 MWh / a wird erreicht.

Beim Flakuum - System im Szenario 2030 mit einer Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup>, bestehend aus jeweils 400 GK HT 13,6 und MEGA - Kollektoren, und 3.000 m<sup>3</sup> Wärmespeicher sollte ein Zubau der Solarthermie um weitere ca. 6.000 m<sup>2</sup> Kollektor schon beim Bau der Solarthermie - Anlage berücksichtigt werden. Die Erweiterung könnte nur aus den Flachkollektoren GK HT 13,6 bestehen. Hydraulisch könnte die Erweiterung als Vorwärmung geschaltet werden. Hierzu müsste eine zusätzliche Pumpen - Gruppe vorgesehen werden.

Bei einer Berücksichtigung der Verringerung der Wärmenetzverluste durch Reduzierung der Netztemperaturen könnte eine Speicherung der Überschüsse im Sommer in einem saisonalen Wärmespeicher mit einem Volumen von 20.000 m<sup>3</sup> und eine geringere Kollektorfläche bei der Erweiterung der Solarthermie - Anlage geprüft darstellen.

### **5.10.3 Kombination eines saisonalen Wärmespeichers und einer Wärmepumpe**

In diesem Kapitel wird die Nutzung einer Restwärmemenge eines Saisonalwärmespeichers durch den Einsatz einer Wärmepumpe untersucht. Bei einem Wärmenetz wird die Temperatur der Wärmespeicherentladung durch die Rücklauftemperatur, hier 45 °C, begrenzt. Durch den Einsatz einer Wärmepumpe kann ein Saisonalwärmespeicher als Wärmequelle genutzt und weiter auf bis zu 10 °C ausgekühlt werden. Aufgrund einer geringen Vorlauftemperatur des Wärmenetzes von 65 °C bis 73 °C und einer hohen Wärmequelltemperatur von 10 °C bis 45 °C

des Saisonalwärmespeichers wird eine hohe Arbeitszahl einer Wärmepumpe von fünf angenommen. Die Arbeitszahl beschreibt den Strombedarf einer Wärmepumpe. Mittels Stromeinsatz werden mit einer Wärmepumpe aus vier Teilen Wärme mit niedrigem Temperaturniveau fünf Teile Wärme auf hohem Temperaturniveau hergestellt.

Bei einem Saisonalwärmespeicher mit 10.000 m<sup>3</sup> und einem Großwärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup> kann die Wärmemenge im Wärmenetz um ca. 660 MWh / a gesteigert werden. Der Strombedarf der Wärmepumpe beträgt ca. 130 MWh / a. Eine Wärmemenge von ca. 490 MWh / a wird durch die Abkühlung des Saisonalwärmespeicher von 45 °C auf 10 °C bereitgestellt. Da der Saisonalwärmespeicher auf bis zu 10 °C ausgekühlt wird, kann eine Erhöhung der saisonal verschobenen Wärmemenge aus Solarthermie von 490 MWh / a erreicht werden. Zur Erzeugung der Wärmemenge muss die Solarthermie - Anlage um ca. 1.000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche größer dimensioniert werden. Dies wird zum Teil durch eine Effizienzsteigerung der Solarthermie erreicht. Aufgrund des Umfanges des Quartierskonzeptes wird eine detaillierte Simulation einer Kombination eines Saisonalwärmespeichers und einer Wärmepumpe nicht im Quartierskonzept durchgeführt.

#### **5.10.4 Effizienzsteigerung der Bioenergieerzeugung durch Wärmepumpen**

Durch die Maßnahmen der Netztemperaturverringerung und der Vergrößerung der Saisonalwärmespeicherentladung mittels Wärmepumpe kann einer Vergrößerung der Solarthermie - Anlage ermöglicht werden, wodurch die Zeitdauer der alleinigen Wärmeversorgung mittels Solarthermie erhöht werden kann. Hierdurch kann die Einschaltdauer des Holzkessels und die Betriebsstundenzahl verringert werden. Aufgrund des Umfanges des Quartierskonzeptes sind hier Annahmen getroffen und keine weiteren detaillierten Energiemengensimulationen durchgeführt.

Die Nutzung des Holzkessels wird nur noch von Oktober bis März mit voller Leistung angenommen. Dies führt zu einer Verringerung der Wärmeproduktion durch Holzverbrennung um 788 MWh / a. Eine Verringerung der Anzahl der Vollbenutzungsstunden des Holzkessels von 5.300 auf 4.373 Stunden wird angenommen. Das Biogas - BHKW kann im Szenario 2040 bis 2045 weiterhin zu den gleichen Zeiten wie im Szenario 2030 betrieben werden.

Mittels Wärmepumpen soll ungenutzte Wärme des Abgases und des Kesselraumes der Steigerung der Abkühlung nutzbar gemacht werden. Dieses Prinzip Steigerung der Abkühlung des Abgases und Abkühlung des Heizraumes wird von der cupasol GmbH bereits bei der Wärme-

versorgung des Sportpark Ost in Regensburg umgesetzt. Durch den Einsatz zusätzlicher korrosionsbeständiger Wärmetauscher im Abgasstrang wird durch Kühlung mit 35 °C die Abkühlung des Abgases auf 61 °C gesteigert, wodurch eine starke Kondensation des Wasserdampfes des Abgases entsteht. Hier wird der Brennwert-Effekt ausgenutzt. Da der Wirkungsgrad eines Kessels historisch immer über den Heizwert definiert wird, können durch den höheren Energieinhalt von Energieträgern (Brennwert) Wirkungsgrade von über 100 % (bis 108 % bei Holz) entstehen. Vor allem bei der Holzverbrennung führt dies zu einer starken Steigerung des Wirkungsgrades, da Holz einen hohen Feuchteanteil aufweist. Der geringere Wirkungsgrad von Holzkesseln im Vergleich zu Gaskesseln entsteht durch eine erhöhte Wasserverdampfung, die erst durch Kondensation genutzt werden kann. Das Kühlmedium kann beim Betrieb einer Wärmepumpe bei der Wärmeerzeugung für das Wärmenetz erzeugt werden, da eine Wärmepumpe hierbei auch immer ein Medium mit geringer Temperatur erzeugt.

Ein weiteres Abwärme - Potenzial existiert in den Heizräumen. Heizräume mit Verbrennungseinheiten mit großer Leistung benötigen eine gute Belüftung, da sonst die Wärmeabstrahlung der Kessel und Rohrleitungen zur Erwärmung des Gebäudes führt. Über dem Holzkessel kann eine Lufttemperatur von 30 bis 35 °C entstehen. Über eine Deckenkühlung kann die Wärme zurückgewonnen werden. Auch hier kann das Kühlmedium mittels einer Wärmepumpe erzeugt werden.

Die Kombination der Abgasabkühlung und Raumwärmenutzung kann zu einer Steigerung der Effizienz des Holzkessels von 85 % auf bis zu 97 % führen.

Der Wirkungsgrad des Biogas - BHKW beträgt 83,1 %, wovon der thermische Wirkungsgrad 43,8 % beträgt. Hier kann dieser Ansatz ebenfalls genutzt werden. Zusätzlich kann Wärme aus der BHKW - Motor - Kühlung genutzt werden, weshalb vereinfacht hier auch eine Steigerung des Wirkungsgrades auf 97 % angesetzt wird. Bei Biogas beträgt der Brennwerteffekt 111 % des Heizwertes.



Tabelle 5-25: Steigerung der erneuerbaren Wärme und Reduzierung der Wärme des Gaskessels durch Optimierungen im Szenario 2040 bis 2045

Gaskessel Szenario 2030 mit Wärmebedarf 2017-2019 in MWh	<b>4.426</b>
Solarthermie-Erweiterung mit Saisonalwärmespeicher 10.000 m <sup>3</sup> und Netztemperaturen-Verringerung auf 65°C/45°C in MWh	2.020
Wärmepumpe Wärmespeicher 13.000 m <sup>3</sup> 45°C auf 10°C in MWh	661
Verringerung Holzkesselwärme in MWh (auf 4.373 VBh)	-788
Effizienzsteigerung Holzkessel in MWh (auf Wirk. 97 %)	651
Effizienzsteigerung Biogas-BHKW in MWh (auf Wirk. 97 %)	665
<b>Summe zusätzliche erneuerbare Energien in MWh</b>	<b>3.209</b>
Gaskessel Szenario 2040-2045 in MWh	1.217
Gaskessel-Anteil Szenario 2040-2045	8,4%

In Tabelle 5-25 sind die Ergebnisse der Optimierungsmaßnahmen des Szenarios 2040 bis 2045 dargestellt. Insgesamt kann die Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Energien um ca. 3.210 MWh / a gesteigert werden. Die Wärmeerzeugung des Gaskessels kann auf ca. 1220 MWh / a verringert werden, wodurch ein Wärmeanteil des Gaskessels von 8,4 % entsteht. Dies kann bereits ohne eine Senkung des Wärmebedarfs der Heizlast erreicht werden.

Aufgrund der starken Verringerung des Gaskesseleinsatzes und der Senkung der Vollbenutzungsstunden von ca. 1.250 Stunden auf ca. 340 Stunden (Gaskesselleistung von 3.550 kW) und der unterschiedlichen Aufstellorte der Gaskessel (Euroville und Heizzentrale Flemminger Weg) ist eine Steigerung der Wärmerückgewinnung der Erdgas - Kessel durch Abkühlung des Abgases nicht betrachtet.

Tabelle 5-26: Energieträgereinsatz inklusive der Wirkungsgrade der Verbrennungseinheiten

Gaskessel Ho in MWh	Wirkungsgrad Gaskessel Ho	Holzkessel in srm	Wirkungs- grad	Energieinhalt in MWh/srm	Biogas - Wärme in MWh	Wirkungsgrad Biogas-BHKW thermisch
<b>1.399</b>	87%	<b>5.601</b>	97%	0,78	<b>2.353</b>	57,7%

In Tabelle 5-26 ist eine Zusammenfassung des Energieträgereinsatz der Verbrennungseinheiten inklusive der Wirkungsgrade dargestellt. Durch die Optimierungsmaßnahmen ist eine Senkung der Gasmenge von ca. 5.100 MWh auf ca. 1.400 MWh und der Menge an Hackschnitzeln von ca. 6.800 srm auf ca. 5.600 srm möglich. Eine Senkung der Lieferung von Hackschnitzeln von 97 LKW - Ladungen auf 80 LKW - Ladungen ist möglich, wodurch die Anwohnerbelastung gesenkt werden kann.

### 5.10.5 Zusammenfassung der Maßnahmen und Wärmemengen - Anteile im Szenario 2040 bis 2045

- Senkung der Wärmenetztemperatur von 75 °C / 65 °C auf 65 °C / 45 °C
- Erweiterung der Solarthermie - Anlage (Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m<sup>2</sup> und Großwärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup>) um Flachkollektoren GK HT 13,6 mit einer Kollektorfläche von ca. 6.500 m<sup>2</sup> und einem Saisonalwärmespeicher mit einem Volumen von 10.000 m<sup>3</sup>
- Einsatz einer Wärmepumpe zur Erweiterung der Wärmespeicherkapazität des Saisonalwärmespeicher mit 10.000 m<sup>3</sup> und des Großwärmespeichers mit einem Volumen von 3.000 m<sup>3</sup> durch Auskühlung der Speicher auf bis zu 10 °C
- Einsatz von Wärmepumpen zur Nutzung der Restwärme des Abgases und der Gebäudewärme durch die Abstrahlung der Verbrennungseinheiten (Holzkessel und Biogas - BHKW)

Tabelle 5-27: Zusammenfassung des Wärmebedarfs und der Erzeugungsanteile im Szenario 2040 bis 2045

Wärmenetz in MWh	Wärmespeicher Verlust 3.000 m <sup>3</sup> in MWh	Gaskessel in MWh	Holzkessel in MWh	Solarthermie in MWh	Biogas- BHKW in MWh	Solar thermie	Bioenergie	Erneuerbare Energien	Biogas KWK- Anteil	Fossil
14.410	185	1.217	4.382	6.646	2.350	45,5%	46,1%	91,7%	16,1%	8,3%

In Tabelle 5-27 ist eine Zusammenfassung des Wärmebedarfs und die erzeugten Wärmeanteile nach Energieträgern beim Szenario 2040 bis 2045 dargestellt. Insgesamt wird ein Solarthermie - Anteil von 45,5 % und ein Bioenergie - Anteil von 46,1 % erreicht. Eine Senkung des fossilen Energie - Anteils von 30,3 % auf 8,3 % wird erreicht.

## 5.11 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Szenarios 2030

Alle Preise der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind Netto - Preise ohne Mehrwertsteuer. Der Betrachtungszeitraum beträgt 20 Jahren (von 2030 bis 2049).

### 5.11.1 Förderung

Wärmenetzsysteme zur Wärmeversorgung von mehr als 16 Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten, wie in Naumburg, können über die „Bundesförderung Effiziente Wärmenetze - (BEW)“ gefördert werden. Das BEW besteht aus 4 Modulen (siehe Abbildung 5-36). Die Förderbedingungen können sich immer wieder ändern, weshalb die Förderung vor weiterführenden Planungen immer aktuell recherchiert werden sollte.

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze	Bewilligungszeitraum		Förderhöhe
	regulär	Verlängerung	
Modul 1: Machbarkeitsstudien/Transformationspläne inkl. Planungskosten HOAI-Stufen 2-4	1 Jahr	1 Jahr	50% förderfähigen Kosten
Modul 2: Systemische Förderung für Neubau- und Bestandsnetze Investitionen inkl. Planungskosten HOAI-Stufen 5-8	4 Jahre	2 Jahre	max. 40 % förderfähige Kosten
Modul 3: Einzelmaßnahmen Nur bei einer Wärmenetz-Transformation	2 Jahre	1 Jahr	max. 40 % förderfähige Kosten
Modul 4: Betriebskostenförderung Solarthermie	10 Jahre Laufzeit		1 Cent/kWh <sub>thermisch</sub>
Wärmepumpe (SCOP mindestens 2,5) Strom aus dem Netz der allgemeinen Versorgung	10 Jahre Laufzeit		max. 9,2 Cent/kWh <sub>Umgebungswärme</sub>
Erneuerbarer Strom ohne Netzdurchleitung			max. 3 Cent/kWh <sub>thermisch</sub>
Quelle: Förderrichtlinie, Stand: 01.08.2022			

Abbildung 5-36: Module der BEW - Förderung (Quelle: Hochschule Trier – Institut für angewandtes Stoffstrommanagement - IfaS)

Das 1. Modul umfasst eine Studie (Machbarkeitsstudie bzw. Transformationsplan) inklusive Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit sowie die HOAI - Leistungsphasen 2 bis 4. Über die Förderrichtlinie wird festgelegt, ob eine Machbarkeitsstudie bzw. ein Transformationsplan erstellt werden muss. Transformationspläne werden i. d. R. bei Erweiterungen und beim Umbau eines bestehenden Wärmenetzes und Machbarkeitsstudien bei der erstmaligen Errichtung eines Wärmenetzes angefertigt.

Über das Modul 2 können Investitionen und die HOAI - Leistungsphasen 5 bis 8 gefördert werden. Bei der Antragstellung muss eine Machbarkeitsstudie bzw. ein Transformationsplan nach den Vorgaben der BEW - Richtlinie vorgelegt werden. Ist bereits vor Beantragung des 2. Moduls abzusehen, dass die notwendigen Leistungen nicht binnen vier (+ zwei) Jahren abgeschlossen werden können, wird die Gesamtmaßnahme in vierjährige Maßnahmenpakete eingeteilt. Pro Maßnahmenpaket wird ein Förderantrag gestellt. Die Maßnahmenpakete müssen grundsätzlich nacheinander beantragt werden.

Über das 3. Modul werden Förderoptionen für Einzelmaßnahmen, im Zuge einer Transformation oder Erweiterung eines (bestehenden) Wärmenetzes, angeboten. Gemäß BEW - Merkblatt ist eine Beantragung im Rahmen des Neubaus von Wärmenetzen nicht zugelassen.

Für strombetriebene Wärmepumpen und Solarthermieanlagen, welche bereits investiv über BEW - Mittel gefördert werden, kann im Modul 4 eine Betriebskostenförderung beantragt werden. Hierbei werden nur Anlagen gefördert, die Wärme in ein Wärmenetz einspeisen.

Die Förderhöhe in den Modulen 2 bis 4 wird über eine **Wirtschaftlichkeitslückenberechnung** bestimmt, die nach Fertigstellung des 1. Moduls mit Hilfe von Berechnungstools angefertigt

wird. Die Berechnungstools und Merkblätter zur Antragstellung stehen auf der BAFA - Homepage zum Download bereit. Im Quartierskonzept Naumburg West wird eine Variante mit der höchsten investiven Förderung von 40 % und eine Variante ohne Förderung berechnet.

Abhängig von der Anlagengröße sind im BEW nur bestimmte Biomassebrennstoffe zulässig (siehe

Abbildung 5-37: Zulässige Brennstoffe (Biomasse) für Biomassefeuerungsanlagen nach BEW

). Des Weiteren wird der zulässige Biomasseanteil (an der Wärmebereitstellung) bei Netzlängen über 20 km eingeschränkt. Bei einer Netzlänge von 20 bis 50 km ist im Endzustand (2045) ein Biomasseanteil von 25% und bei Netzlängen über 50 km ein Biomasseanteil von 15% zulässig. Bei der Anlagenplanung im Quartierskonzept Naumburg West wird beim Hackschnitzel - Heizsystem mit einer Leistung von < 1 MW gerechnet.

Anlagen < 1 MW	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Naturbelassenes stückiges Holz inkl. anhaftender Rinde, insbesondere: Scheitholz/Hackschnitzel &amp; Reisig/Zapfen</li> <li>◦ Naturbelassenes nicht stückiges Holz, insbesondere: Sägemehl, Spänen, Schleifstaub &amp; Rinde</li> <li>◦ Presslinge aus naturbelassenem Holz: Holzbriketts/-pellets (nach DIN 51731)</li> <li>◦ Stroh &amp; ähnliche pflanzliche Stoffe, nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide wie Getreidekörner/-bruchkörner/-ganzpflanzen/-ausputz/-spelzen/-halmreste sowie Pellets aus den vorgenannten Brennstoffen</li> <li>◦ NaWaRo gemäß § 3 Absatz 5 der 1. BImSchV</li> </ul>
Anlagen ≥ 1 MW	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Landschaftspflegereste von privaten, kommunalen, Siedlungs-/Naturschutzflächen</li> <li>◦ Straßenbegleitgrün</li> <li>◦ Stroh &amp; strohähnliche Biomasse (ausgedroschene/trockene Halme, deren Blätter (Spelzen) &amp; Schadgetreide)</li> <li>◦ Ernterückstände</li> <li>◦ Feste industrielle Substrate (Schalen, Hülsen, Trester)</li> <li>◦ Treibgut aus Gewässerpflege (Treibholz)</li> <li>◦ Sägeresth Holz (Späne, Schwarten, Spreisel)</li> <li>◦ Unbehandelte Resthölzer, wenn stofflich nicht nutzbar</li> <li>◦ Altholz Kategorie A 1 (wenn stofflich nicht nutzbar) bis A3</li> </ul>

Quelle: Förderrichtlinie, Stand: 01.08.2022

Abbildung 5-37: Zulässige Brennstoffe (Biomasse) für Biomassefeuerungsanlagen nach BEW

### 5.11.2 Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Szenarios 2030

Tabelle 5-28: Berechnungsparameter der Wirtschaftlichkeit

Allgemeine Angaben		Investitionskosten	
Planungskosten Heizhaus, Holzheizsystem, Pufferspeicher	10 %	Investitionspuffer in %	10%
Planungskosten Solarthermie und Großwärmespeicher	5 %	Heizhaus inkl. Zuleitung	1.309.000 €
Betrachtungszeitraum in Jahren	20	Holzkessel	418.000 €
<b>Kapitalgebundene Kosten</b>		Pufferspeicher 50 m <sup>3</sup>	80.000 €
Zinsen Kalkulationssatz	3 %	Großwärmespeicher 3.000 m <sup>3</sup>	726.000 €
<b>Betriebskosten</b>		Solarthermie-Anlage Flakuum 10.640 m <sup>2</sup>	5.654.000 €
Wartung, Reparatur, Personal nach VDI 2067		Förderung auf Investition	40%
Wartung, Reparatur, Personal Solarthermie und Großwärmespeicher 0,8 % statt 1,5 % der Erstinvestition		Investitionssumme ohne Förderung	8.187.000 €
Gaskessel: Spartenkosten mit Faktor Wärmemenge und Skaleneffekt 0,8 für großes Wärmenetz	5 %	Förderung auf Planungsleistungen	0%
		Flächennutzungsplan	250.000 €
		Summe Planungskosten ohne Flächennutzungsplan	499.700 €

Eine Berechnung der Wirtschaftlichkeit eines Systems, das im Jahr 2030 in Betrieb genommen werden könnte, wird mit heute realistischen Annahmen durchgeführt. Vor allem Annahmen von Preissteigerungen und CO<sub>2</sub> - Abgaben können in den nächsten Jahren stark davon abweichen.

In Tabelle 5-28 sind die wesentlichen Parameter der Wirtschaftlichkeit zusammengefasst. Planungskosten werden für eine komplexe Technik, wie ein Holzheizsystem, mit 10 % und für hochinvestive, einfache Techniken, wie die Solarthermie und den Großwärmespeicher, mit 5 % angesetzt.

Eine Förderung der Planungskosten ist nicht vorgesehen, kann aber über das BEW beantragt werden und würde die Wirtschaftlichkeit der Solarthermie, der Großwärmespeicher und des Hackschnitzel - Heizsystem verbessern. Ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahre wird angesetzt.

Die Betriebskosten werden im Wesentlichen an die VDI 2067 angelehnt. Für Solarthermie - Anlagen und Wärmespeicher werden die Werte entsprechend den Erfahrungen der cupasol GmbH, als Fachplaner, geringer angenommen.

Investitionskosten für das Gasheizsystem sind nicht angesetzt, da die Anlagen bereits existieren und weiter betrieben werden. TWN nimmt eine Bündelung der Kosten hierfür und für das Wärmenetz in den Spartenkosten vor. Diese liegen für das Wärmenetz Flemminger Weg 2024

bei ca. 490.000 €. Für die Gaskessel - Betriebskosten werden 5 % der Kosten angenommen. Eine Preissteigerung wird mit 3,9 % angegeben und hier übernommen. Da das aktuelle Wärmenetz 7.674 MWh / a Wärmebedarf aufweist und das Wärmenetz nach dem Ausbau einen Wärmebedarf von 14.410 MWh / a aufweist, werden die Spartenkosten mit einem Faktor aus der Wärmemenge und 0,8 als Skaleneffekt angepasst.

Bei den Investitionskosten wird ein Sicherheitspuffer von 10 % für Kostensteigerungen eingeplant. Die Gesamtinvestition in die Wärmeerzeugungsanlagen ohne Wärmenetzkosten beträgt ca. 8,2 Mio. €.

Beim Energieträgervergleich sind die Kosten des Wärmenetzes irrelevant, weshalb diese hier nicht mit einbezogen sind. Lediglich die Kosten der Trasse Euroville - Heizhaus 2 - DN150 Heizhaus 1 sind mitberücksichtigt.

Tabelle 5-29: Anteilige Investitionskosten von Komponenten, die verschiedenen Energieträgern zugeordnet werden

Kostenanteile	Gaskessel	Holzkessel	Solarthermie	Biogas-BHKW	Summe
<b>Heizhaus 2 mit Zuleitung Euroville und Heizhaus 2</b>	20%	50%	30%		100%
<b>Großwärmespeicher</b>	25%	25%	50%		100%
<b>Pufferspeicher</b>				100%	100%
<b>Flächennutzungsplan</b>	10%	10%	80%		100%

Bei einem kombinierten Umbau der Wärmeerzeugung werden Komponenten verschiedenen Bereichen anteilig der Wichtigkeit zugeordnet (siehe Tabelle 5-29). Zusätzlich sind die Kosten für eine Änderung des Flächennutzungsplans berücksichtigt, wovon 80 % der Kosten der Solarthermie zugeordnet werden, da die Solarthermie den größten Flächenbedarf aufweist.

Durch den Großwärmespeicher können Verbrennungseinheiten, wie ein Holzkessel, im optimalen Leistungsbereich für einen längeren Zeitraum betrieben werden.

Die Hauptnutzung des Großwärmespeichers wird mit 50 % der Solarthermie zugeordnet. Der Pufferspeicher wird alleinig dem Biogas - BHKW zugeordnet, da hier aktuell das Wärmenetz als Pufferspeicherersatz nutzt.

Bei den Einkaufspreisen von Energieträgern innerhalb der nächsten 25 Jahren wird versucht eine realistische Zukunftsentwicklung abzubilden (siehe Abbildung 5-38). Der Preis für die Wärme aus der Verbrennung von Holzhackschnitzeln wird häufig als Preis pro Wärme - Output inklusive der Asche - Entsorgung von Lieferanten von Hackschnitzeln angeboten. Hierdurch



korrelieren die Qualität des Holzes und die Wärmekosten. 2024 beträgt der Preis beim Sportparks Ost in Regensburg 39 € / MWh / a. Dieser Preis wird ebenfalls in dieser Berechnung angesetzt. Eine Preissteigerung von 4 % ist im Vergleich zu anderen Energieträgern höher angesetzt, da mit einer Erhöhung der Nachfrage nach Holz beim politisch vorgegebenen Ausbau der Anteile der erneuerbaren Energien gerechnet wird.<sup>94</sup>

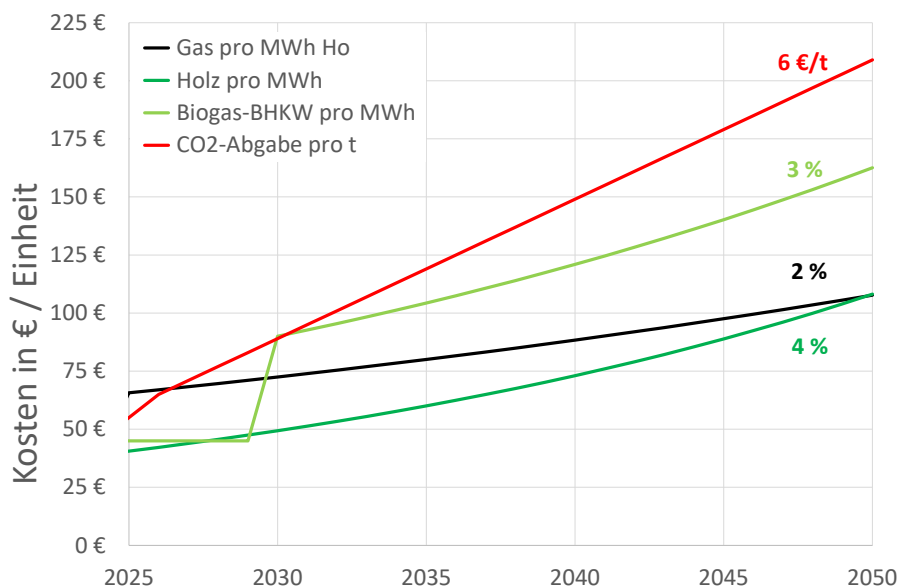


Abbildung 5-38: Entwicklung des Einkaufspreises von Energieträgern und der CO2 - Abgabe

Da die erneuerbaren Energien mit der aktuellen Technologie Erdgas - Verbrennung verglichen werden, wird die Erdgas - Preissteigerung nur mit 2 % angesetzt, um eine Benachteiligung der Erdgas - Verbrennung auszuschließen. Der Gaspreis wird von TWN für 2025 mit ca. 66 € / MWh / a (Ho) definiert.

Die Wärme des Biogas - BHKW wird aktuell zum Festpreis von 45 € / MWh / a vom Betreiber des BHKW (Agriwatt) bezogen. Dieser Preis wird stark von einer hohen Einspeisevergütung des Stroms von ca. 220 € / MWh / a quersubventioniert. Ab dem Jahr 2030 wird durch den Handel des Stroms am Markt und höhere Betriebskosten der Biogasanlage durch eine Verringerung der Energieproduktion ein höherer Wärmepreis angenommen. Ein wärmemarktüblicher Preis von 90 € / MWh / a im Jahr 2030 wird festgelegt und mit einer Preissteigerung von jährlich 3 % angesetzt.

<sup>94</sup> (Verified Market Reports, kein Datum)

Die Preisentwicklung der CO<sub>2</sub> - Abgabe wird kontrovers diskutiert. Im Jahr 2024 beträgt die CO<sub>2</sub> - Abgabe 45 €/ t. Bis zum Jahr 2026 sind die Preise mit dem Korridor 55 bis 65 €/ t festgelegt. Ab dem Jahr 2027 wird der Sektor Gebäudebeheizung dem Emissionshandel zugeordnet. Im Jahr 2022 liegen die Preise im Bereich von 70 bis 100 €/ t.<sup>95</sup> Der Mittelwert liegt bei ca. 80 €/ t. Eine hier beschriebene, jüngere Studie zeigt eine Notwendigkeit einer globalen CO<sub>2</sub> - Abgabe zwischen 100 und 160 US - Dollar / t CO<sub>2</sub> bereits in den restlichen 2020er - Jahren, um die globale Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Unter Berücksichtigung des Wechselkurses entsprechen 100 US - Dollar / t einem Preis von ca. 90 €/ t CO<sub>2</sub>. Deutlich höhere Werte werden für das Jahr 2030 in einer Studie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit 275 €/ t definiert.<sup>96</sup>

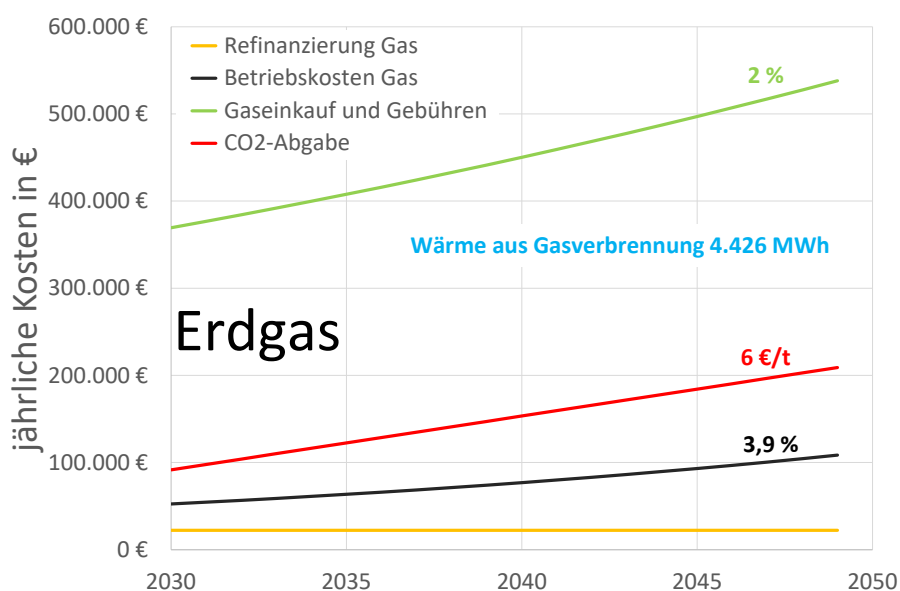


Abbildung 5-39: Kostenanteile der Wärmeerzeugung mit Erdgas

Im Quartierskonzept wird mit einer jährlichen Steigerung der CO<sub>2</sub> - Abgabe von 6 €/ t ab 2027 gerechnet. Im Jahr 2030 wird ein Wert von 89 €/ t CO<sub>2</sub> und im Jahr 2049 von 203 €/ t CO<sub>2</sub> erreicht. Die CO<sub>2</sub> - Abgaben entstehen nur bei der Verbrennung von Erdgas, da alle anderen Wärmequellen als erneuerbar zählen.

<sup>95</sup> (EY GmbH & Co. KG, 2023)

<sup>96</sup> (Pietzcker, R., Feuerhahn, J., Haywood, L., & et. al., 2021)

Die Berechnung der Wärmegestehungskosten wird in die Bereiche Betriebskosten, Refinanzierung der Investitionen (inklusive Zinskosten und Investitionsförderung), Energieträgereinkauf und im Falle des Erdgases in die CO<sub>2</sub> - Abgabe unterteilt.

Bei der Wärme aus der Erdgas - Verbrennung ist der Hauptkostenanteil der Gaseinkauf (siehe Abbildung 5-39). Die Refinanzierung ist sehr gering. Auch die Betriebskosten auf Basis der Spartenkosten sind im Vergleich zum Gaseinkauf gering. Die CO<sub>2</sub> - Abgabe dagegen liegt bei ca. 33 % der Gaseinkaufskosten.

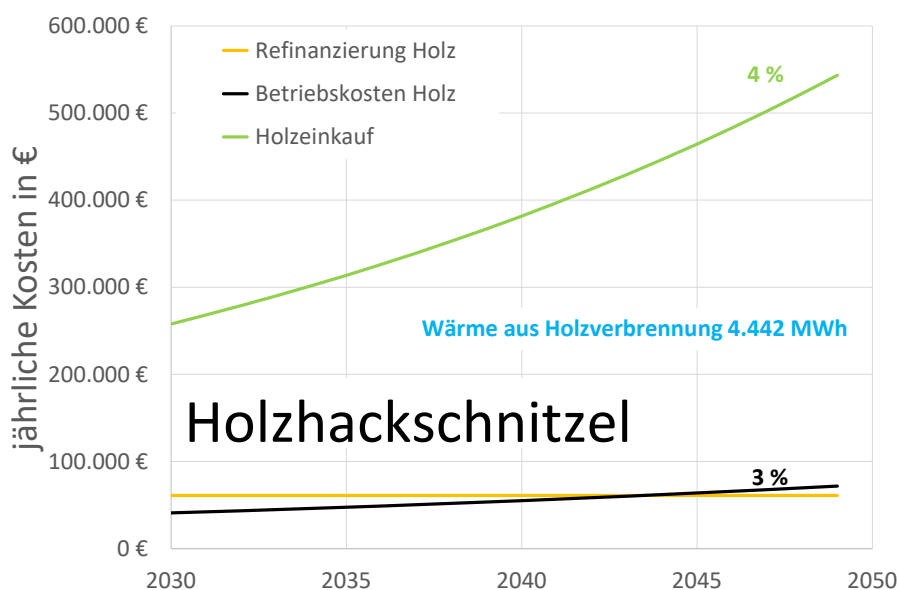


Abbildung 5-40: Kostenanteile der Wärmeerzeugung durch Holzverbrennung

Die Kosten der Wärme aus der Hackschnitzel - Verbrennung werden ebenfalls primär durch den Energieträger - Einkauf bestimmt (siehe Abbildung 5-40).

Die Kosten der Wärme aus der Solarthermie werden primär durch die Finanzierungskosten bestimmt (siehe Abbildung 5-41). Die Betriebskosten mit 1,5 Mio. € in 20 Jahren werden trotz eines geringeren prozentual definierten Kostenansatzes (jährlich 0,8 % statt 1,5 % der Investitionskosten) dennoch als hoch eingeschätzt. Sie könnten in den ersten 10 Jahren durch die Betriebskostenförderung zu ca. 60 % gefördert werden. Dieser Teil der Förderung wird jedoch nicht angewandt, um die Kosten der Solarthermie nicht zu niedrig anzusetzen.

Die Kosten der Wärmeerzeugung des Biogas - BHKW bestehen primär aus dem Wärmeeinkauf, der bereits Abbildung 5-38 dargestellt ist.

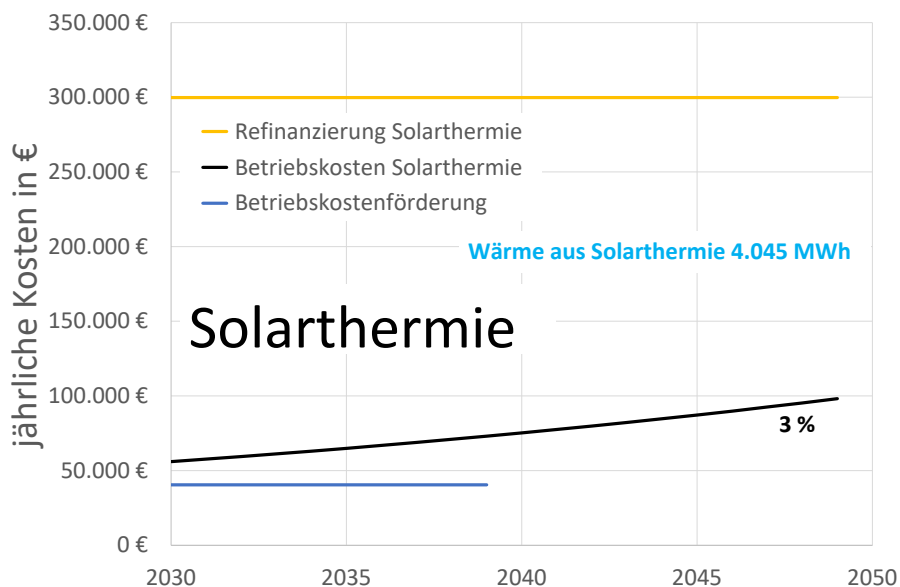


Abbildung 5-41: Kostenanteile der Wärmeerzeugung mittels Solarthermie

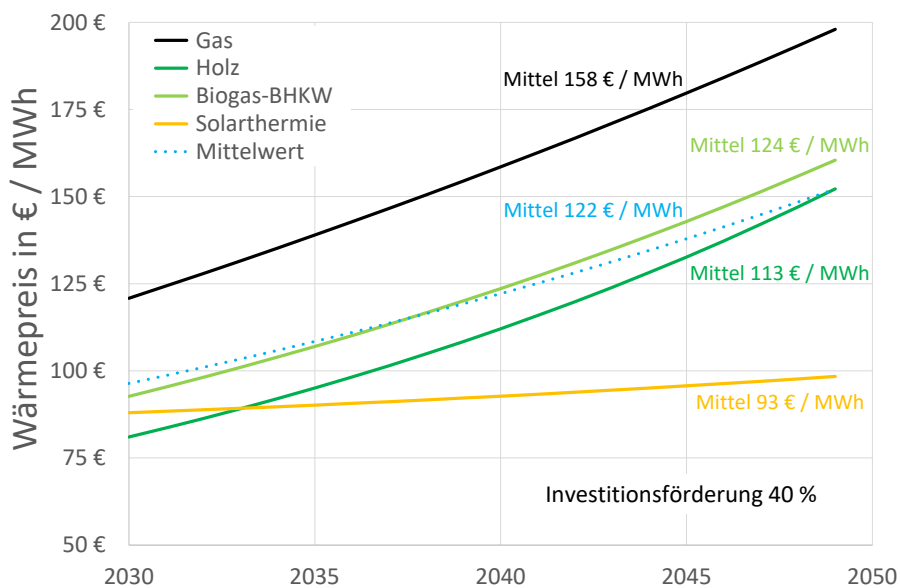


Abbildung 5-42: Kostenvergleich der Wärmepreise nach Energieträgern mit 40 % Investitionskostenförderung

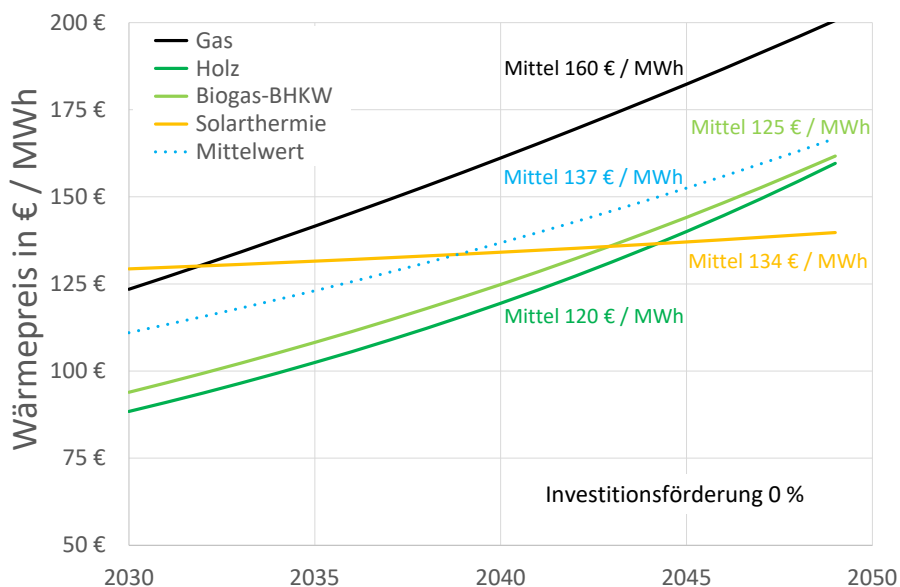


Abbildung 5-43: Kostenvergleich der Wärmepreise nach Energieträgern ohne Investitionskostenförderung

Abschließend sind die Wärmepreise nach Energieträgern in Abbildung 5-42 mit einer Förderung auf Investitionskosten von 40 % gegenübergestellt. Die Kostenverläufe der Energieträger Biogas, Holz und Erdgas sind ähnlich, jedoch auf unterschiedlichen Preisniveaus. Der Wärmepreis aus Erdgas ist mit Abstand am höchsten. Der Wärmepreis aus Holzverbrennung ist geringfügig geringer als der Wärmepreis des Biogas - BHKW.

Im ersten Betrachtungsjahr 2030 liegt der Wärmepreis der Solarthermie zwischen der Holzverbrennung und der Biogas - Wärme. Da die verbrauchsgebundenen Kosten der Solarthermie gering sind, entsteht ein nahezu konstanter Preis über 20 Jahre. Die Solarthermie ist im Mittel in 20 Jahren mit 93 €/MWh / a der Energieträger mit den geringsten Kosten.

Ohne eine Förderung der Investitionskosten steigt der Wärmepreis vor allem für die hochinvestive Solarthermie (siehe Abbildung 5-43). Im Startjahr 2030 ist der Wärmepreis der Solarthermie und der Erdgas - Verbrennung vergleichbar. Im Mittel über 20 Jahre entsteht im Vergleich zur Erdgasverbrennung ein deutlich geringerer Wärmepreis. Die geringste Wärmepreis wird der Holzverbrennung erreicht.

Eine Zusammenfassung der Wärmepreise unterschiedlicher Energieträger mit und ohne Förderung ist in Tabelle 5-30 dargestellt:

Tabelle 5-30: Zusammenfassung der Wärmepreise nach Energieträgern mit und ohne Förderung

	Gaskessel in € / MWh	Biogas-BHKW in € / MWh	Holzkessel in € / MWh	Solarthermie in € / MWh	Mittelwert in € / MWh
40 % Förderung	158	124	113	93	122
0 % Förderung	160	125	120	134	137

Eine Zusammenfassung der Wärmepreis – Betrachtung zeigt:

- Der Wärmepreis der Erdgas - Verbrennung ist mit und ohne Investitionskostenförderung am höchsten.
- Ohne Förderung ist der Wärmepreis der Holzverbrennung am geringsten.

Mit Förderung ist der Wärmepreis der Solarthermie mit Abstand am geringsten.

## 5.12 Alternative Flächen für eine Aufstellung einer Solarthermieranlage

In diesem Abschnitt werden alternative Flächen für eine Aufstellung einer Solarthermieranlage samt eines Großwärmespeicher (und eines Saisonalwärmespeichers) und eines Hackschnitzelheizwerkes beschrieben.

Das in der Nähe des Bulabana existierende Flurstück mit 41.000 m<sup>2</sup> ist im Besitz der BIMA (siehe Abbildung 5-44) und ist ein ehemaliges Militärgelände. Theoretisch sind solche Flächen mit Altlasten für Solarthermie- oder Photovoltaikflächen gut geeignet. Eventuell steht diese Fläche jedoch nicht zur Verfügung. Alternativ könnten landwirtschaftliche Flächen, angrenzend an das Euroville, genutzt werden. Eventuell könnte auch die Technik des Hackschnitzelheizwerkes und der Solarthermie im Heizhaus des Euroville eingebaut werden. Dies konnte jedoch nicht innerhalb der Studie geprüft werden.

Wenn die Fläche der BIMA nicht genutzt werden kann, könnte eine Verbindungstrasse zur Anbindung einer vergrößerten Heizzentrale im Euroville mit der Dimension DN200 definiert werden und gleichzeitig heutige Engpässe behoben werden (siehe

Abbildung 5-45). Die Trasse müsste aufgrund der großen Dimension im Bereich der Straße, und nicht wie aktuell in manchen Bereichen als Leitungen durch Gebäude, verlegt werden. Die Länge der Trasse beträgt ca. 480 m. Aktuelle Rohrleitungen müssen zurückgebaut und neue Hausanschlussleitungen verlegt werden. Details können aufgrund des Umfanges des Quartierskonzeptes hier nicht betrachtet werden.





Abbildung 5-44: Potenzielle Flächen für den Aufbau einer Solarthermie - Anlage, eines Großwärmespeichers (und eines Saisonspeichers)



Abbildung 5-45: alternative Trassenführung zur Anbindung eines Hackschnitzelheizwerkes, einer Solarthermie - Anlage und von Wärmespeichern

### 5.13 Verbindung der Solarthermie - Anlagen mit dem Erdreich

Bei der Solarthermie werden üblicherweise Ramppfosten - Elemente zur Aufständigung von Kollektortischen eingesetzt (siehe Abbildung 5-46). Eine alternative Methode ist der Aufbau von Betonfundamenten.<sup>97</sup>



Abbildung 5-46: Aufständigung von Kollektor - Tischen mit Ramppfosten - Elementen

Eine weitere Variante mit geringem Bodeneingriff stellt das Erdanker - System dar (siehe Abbildung 5-47).<sup>98</sup>

Die Solarthermie - Anlage in Wolmirstedt ist mit diesem System realisiert worden (siehe Abbildung 5-48).



Abbildung 5-47: Erdanker - System von Platipus zur Verbindung Kollektortische und Erdreich

<sup>97</sup> (GmbH, 2021)

<sup>98</sup> (Erdanker-Systeme, o. A.)





Abbildung 5-48: Befestigung eines Kollektortisch mit 26,6 m<sup>2</sup> Kollektorfläche der Solarthermie - Anlage in Wolmirstedt mit einem Erdanker

## 6 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Im Unterschied zu häufig rein technisch orientierten Studien enthalten energetische Quartierskonzepte eine Ansprache lokaler Zielgruppen und Multiplikatoren. Einzelgespräche, Workshops und Vorträge können durchgeführt werden, mit dem Ziel, die Akzeptanz für das Konzept zu steigern und eine gemeinsame Maßnahmenentwicklung durch die Steigerung des Bewusstseins für klimagerechtes Handeln zu erreichen. Dabei ist zunächst eine regelmäßige Rückkopplung der Konzepterstellung mit der Stadtverwaltung und zentralen Akteuren hilfreich, damit ein kontinuierlicher Informationsfluss über die gesamte Projektlaufzeit aufrecht erhalten bleibt. Dazu wurde eine Steuerungsgruppe einberufen (vgl. Kapitel 6.1). Die vorgesehenen Einzel- und Akteursgespräche wurden genutzt, um die Schwerpunktmaßnahme „Fernwärmenetzerweiterung „Flemminger Weg“ zu entwickeln (vgl. Kapitel 6.2).

### 6.1 Steuerungsgruppe

Zur gemeinsamen Maßnahmenentwicklung unter Berücksichtigung der Interessen/Prioritäten der für die Umsetzung relevanten Akteurinnen und Akteure wurde eine Steuerungsgruppe gegründet. Diese aus Herrn Thomas Eckardt (Projektleiter Cupasol), Herrn Michael Schmidt (Projektleiter IfaS) sowie Mitarbeitenden der Stadtverwaltung Naumburg, wie Frau Ute Freund, Frau Andrea Seidel, Frau Martina Benzko und Frau Gloria Langguth. Ferner waren Herr Christopher Liss (Naturstiftung David) und Verantwortliche der Fernwärmeversorgung (Technische Werke Naumburg - TWN sowie die Servicegesellschaft Sachsen-Anhalt Süd) mit Herrn Holger Rudert (Geschäftsführer der TWN), Herrn Jahnke und Herrn Hannich regelmäßig anwesend, um die Weiterentwicklung des Fernwärmenetzes zu fokussieren. Die Mitglieder der Steuerungsgruppe und ihre Funktion sind in Tabelle 6-1 aufgeführt.

Tabelle 6-1: Mitglieder der Steuerungsgruppe

Name	Institution / Funktion
Thomas Eckardt	Cupasol (Projektleiter)
Michael Schmidt	IfaS (Projektleiter)
Karsten Wilhelm	IfaS (Stellv. Projektleiter)
Christopher Liss	Naturstiftung David (Projektkoordinator Klimaschutz)
Martina Benzko	Stadt Naumburg: Sachbearbeiterin städtebauliche Planung
Ute Freund	Stadt Naumburg: Fachbereichsleitung Stadtentwicklung und Bau
Gloria Langguth	Stadt Naumburg: Sachbearbeiterin städtebauliche Planung
Andrea Seidel	Stadt Naumburg: Sachgebietsleitung Stadtplanung
Dennis Hannich	Servicegesellschaft Sachsen-Anhalt Süd (Abteilungsleiter Engineering / GIS)
Holger Rudert	Technische Werke Naumburg (Geschäftsführer)
Marko Jahnke	Technische Werke Naumburg (Leiter Vertrieb und Beschaffung)

Insgesamt fanden innerhalb der Laufzeit des Konzeptes fünf Sitzungen der Steuerungsgruppe statt (vgl. Tabelle 6-2). Die Termine dienten dazu, Ideen zu entwickeln, Zwischenergebnisse zu diskutieren und die jeweils nächsten Bearbeitungsschritte vorzubereiten.

Tabelle 6-2: Termine Steuerungsgespräche

Nr.	Datum	Ort
1	16.05.2023	online (MS Teams)
2	03.08.2023	online (MS Teams)
3	09.11.2024	online (MS Teams)
4	22.02.2024	online (MS Teams)
5	09.09.2024	online (MS Teams)

## 6.2 Akteursbeteiligung

Einzelgespräche mit Akteurinnen und Akteuren dienen der Vertiefung spezifischer Fragestellungen und Projektideen sowie der dahingehenden Beratung. Im Rahmen des Konzeptes für Naumburg (West) wurde der Netzausbau Fernwärme fokussiert. Dementsprechend fanden diverse Abstimmungsgespräche zwischen Herrn Eckardt (Cupasol), den Technischen Werken Naumburg sowie der Servicegesellschaft Sachsen-Anhalt Süd statt. Ferner wurden zielführende Gespräche mit dem Betreiber der Biogasanlage (Agriwatt) südlich des Quartiers und der ansässigen Wohnungswirtschaft (Rückert Kerstin Hausverwaltung) geführt, um Daten und Anschlussbereitschaften zur Projektentwicklung einzuholen. Nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Termine.

Tabelle 6-3: Termine Akteursgespräche

Nr.	Akteur	Gesprächsthema	Datum
1	Kerstin Rückert Immobilien & Hausverwaltung	Anschluss mehrerer Gebäude ans Wärmenetz	04.07.2024
2	Agriwatt Regenerative Technologien GmbH	Zukünftiger Betrieb ab 2030 / Potenziale für Netzerweiterung	06.08.2024

## 6.3 Pressearbeit/Bürgerinformation

Im Rahmen der Erstellung des Quartierskonzeptes wurde ein erläuternder Informationstext verfasst, welcher nach Projektabschluss mit dem Konzept veröffentlicht werden kann. Ziel dieses Textes ist es, die Bürgerinnen und Bürger umfassend über das Quartierskonzept zu informieren, dessen Bedeutung zu erläutern und die Vorteile sowie die angestrebten Ziele für den Stadtteil hervorzuheben.

Der Text umfasst folgende Bestandteile:

- **Einführung in das Quartierskonzept:** Eine allgemeine Erklärung, was ein Quartierskonzept ist und welche übergeordneten Ziele damit verfolgt werden.
- **Vorteile für Stadt und Bürgerschaft:** Darstellung der positiven Auswirkungen einer energetischen Quartiersentwicklung, darunter Energieeinsparungen, Kostenreduktion, Umwelt- und Klimaschutz sowie eine verbesserte Wohn- und Lebensqualität.
- **Ziele des Quartierskonzepts für Naumburg (West):** Konkrete Maßnahmen und Zielsetzungen für den Stadtteil, unter anderem die energetische Sanierung von Gebäuden, die Nutzung erneuerbarer Energien und die Verbesserung der städtischen Infrastruktur.

Durch die Bereitstellung dieser Informationen auf der Webseite der Stadt Naumburg wird eine transparente Kommunikation gewährleistet. Die Bürgerinnen und Bürger erhalten die Möglichkeit, sich über das Quartierskonzept zu informieren und aktiv an der nachhaltigen Entwicklung ihres Stadtteils mitzuwirken.

## 6.4 Bürgerbeteiligung

Um die Bevölkerung im Quartier so aktiv wie möglich in das Quartierskonzept einzubinden, werden in der Regel Veranstaltungen mit verschiedenen thematischen Schwerpunkten durchgeführt. Das Hauptaugenmerk liegt darauf, die Gebäudeeigentümer\*innen zu informieren und damit zum Handeln anzuregen. Zur Unterstützung diene eine begleitende Öffentlichkeits- und Pressearbeit.

Öffentliche Veranstaltungen sollen dazu dienen, alle mit dem Quartier verbundenen Menschen in die Konzeptarbeit einzubinden, sodass die Inhalte des Quartierskonzeptes möglichst vielen Akteuren zugänglich gemacht werden. Die Auswahl des entsprechenden Themas, der Ablauf des Termins sowie die Organisation erfolgen in enger Abstimmung mit den projektverantwortlichen Ansprechpartnern. Das Veranstaltungsformat wird in der Regel so gewählt, dass neben Vorträgen mit Diskussionsrunden auch die Möglichkeit besteht, durch aktive Beteiligung am Projekt teilzuhaben.

Aufgrund der weltweiten Entwicklungen, der Energiekrise und unklaren Fördersituationen (GEG, KWP, BEG) sowie des parallel durchgeführten integrierten städtebaulichen Entwicklungskonzept, wurde in Absprache mit dem Auftraggeber auf eine Bürgerbeteiligung verzichtet, um Verunsicherungen bzw. Verwirrungen innerhalb der Bürgerschaft zu vermeiden.



## 6.5 Zukünftige Öffentlichkeitsarbeit

Die erfolgreiche Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen im Bereich von Wohnquartieren bedarf stets der Begleitung durch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit. Dies ergibt sich vor allem aus dem Umstand, dass ein Großteil der im vorliegenden Konzept dargestellten Potenziale in der Hand privater Akteure, insbesondere Bürgerinnen und Bürger, liegt. Damit einhergehend kann sich die Einflussnahme der Stadt Naumburg nur auf die Beeinflussung von deren Nutz- und Konsumverhalten hin zu einem energieeffizienten Handeln beschränken.

In diesem Zusammenhang ist der Einsatz flankierender Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit, Beratung und Bildung unabdingbar, welche zur

- Information,
- Sensibilisierung,
- Motivation und
- Aktivierung

relevanter Akteure im Quartier dienen. Denn nur ausreichend informierte und sensibilisierte Akteure werden bereit sein, aktiv Energieeffizienzmaßnahmen (z. B. Gebäudesanierung, Beleuchtungs-, Heizungserneuerung) umzusetzen und die Bemühungen der Stadt zu unterstützen. Hierzu müssen potenziell vorherrschende Hemmnisse gegenüber der Umsetzung solcher Maßnahmen, wie z. B. fehlende oder mangelnde Kenntnisse über Handlungspotenziale bzw. über Vor- und Nachteile solcher Maßnahmen, durch eine fundierte Informationsbereitstellung mit persönlicher Ansprache und einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit ausgeräumt werden.

In diesem Zusammenhang kommt einem möglichen Sanierungsmanagement eine Schlüsselrolle als Unterstützungspartner der Stadt zu. Diese Unterstützung soll sich nicht nur auf die Umsetzung konkreter Effizienzmaßnahmen im Quartier beziehen, sondern insbesondere im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit inhaltliche, fachliche und informative Hilfestellung geben. Hierzu ist vor allem eine enge Kooperation aller relevanten Akteure und dem Sanierungsmanagement von Nöten.

## 7 Hemmnisse, Synergieeffekte und Wechselwirkungen

Bezüglich der Umsetzung von Maßnahmen auf Einzelgebäudeebene, insbesondere Photovoltaik, regenerative Heiztechnik und Gebäudehüllensanierung, werden folgende Faktoren als zentrale Hemmnisse eingeschätzt:

- Fehlende Informationen zur Wirtschaftlichkeit,
- Abschreckung durch teilweise hohe Anfangsinvestition sowie
- Scheuen des Aufwands für Planung, Finanzierung und Installation.

Insgesamt lassen sich die identifizierten Hemmnisse wie folgt zusammenfassen:

- stadtinterne Hemmnisse,
- Hemmnisse bei privaten Eigentümern sowie
- Hemmnisse bei anderen Akteuren.

Die entsprechenden Hemmnisse werden in der nachfolgenden Tabelle aufgezählt und entsprechende Lösungsansätze aufgezeigt. Die Wechselwirkungen und Synergieeffekte der Maßnahmen in den Projektskizzen wurden für jede Maßnahme gesondert analysiert und dargestellt. Details sind dem Maßnahmenkatalog im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 7-1: Hemmnisse und deren Lösungsansätze

gemeindeintern	
Hemmnisse	Lösungsansätze
mangelnde finanzielle Leistungsfähigkeit zur Umsetzung von Großprojekten (insbes. Bereich Nahwärme und Dorfgemeinschaftshaus)	es stehen umfangreiche Fördermittel zur Verfügung (Sanierungsmanagement (KfW 432), Sanierung öffentlicher Liegenschaften (KfW 264) und Wärmenetzen (KfW 201/271)), Einsparungen der Energiekosten wirken sich positiv auf Unterhaltskosten aus Suche nach Investoren zur Durchführung von Großprojekten
keine Personalressourcen, keine Eigenmittel	Sanierungsmanagement, dadurch Ressourcen, um Fördermittel einzuwerben und die Prozesse zu verstetigen
keine langfristige Verstetigung des Prozesses zur nachhaltigen Entwicklung	Einbezug von Multiplikatoren, Bildung eines Akteursnetzwerkes (auch im Nachgang des Sanierungsmanagements), Definition weiterer zentraler Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner
private Eigentümerinnen und Eigentümer	
Hemmnisse	Lösungsansätze
hoher Altersdurchschnitt (teilweise hohe Investitionen, welche sich nicht mehr zu Lebzeiten amortisieren werden, teilweise keine Aufnahme von Krediten mit langen Laufzeiten möglich), keine oder zu geringe Finanzierungsmittel	kleine Energiesparmaßnahmen durch kostengünstige Maßnahmen (z. B. Änderung des Nutzerverhaltens, Dämmung oberste Geschossdecke/Kellerdecke), generell Sensibilisierung für das Thema durch Schulungen, Chancen bestehen bei Eigentümerwechsel, hier sollten die neuen Eigentümerinnen und Eigentümer direkt angesprochen und informiert werden
zu geringe Nachfrage nach Beratungsangeboten, Sammelbestellungen etc.	kontinuierliche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Gewinnung von Multiplikatoren
mangelhaftes Grundwissen zum Thema energetische Sanierung (Ängste/Vorurteile z. B. vor Schimmelbildung nach der Sanierung o. Ä.)	ausfindig machen von Musterprojekten im Quartier (bereits sanierte Beispielgebäude, deren Besitzerinnen und Besitzer direkt angesprochen und befragt werden können), Weiterbildungen zum Thema energetische Gebäudesanierung regelmäßig anbieten. Ortsnahe Beratungen durch Sanierungsmanager*in. Geförderte Energieberatung sowie Experten sind unter nachfolgendem Link zu finden: <a href="https://www.energie-effizienz-experten.de/">https://www.energie-effizienz-experten.de/</a>
Wohnungseigentümerinnen und -eigentümer	
Hemmnisse	Lösungsansätze
Wohnungseigentümerinnen und -eigentümer profitieren nicht gleichermaßen von Sanierungsmaßnahmen, Einsparungen wirken sich nur auf die Nebenkosten der Mieterinnen und Mieter aus	speziell auf Wohnungseigentümerinnen und -eigentümer zugeschnittene Energieberatung, Information über Fördermittel, Wertsteigerung des Gebäudes
erhöhte Abstimmung mit Mieterinnen und Mietern erforderlich	
zu geringe Rücklagenbildung (finanziell) um Maßnahmen umzusetzen	
Elektromobilität	
Hemmnisse	Lösungsansätze
fehlende Nachfrage für das Angebot der ÖPNV-Nutzung	siehe Beschreibung in den Projektskizzen, Auswahl verschiedener Szenarien als Lösungsweg, Sponsoren finden
fehlendes bürgerliches Engagement	Engagement und Bekanntheitsgrad durch besseres Marketing, Vereine als Sponsoren
andere Akteurinnen und Akteure	
Hemmnisse	Lösungsansätze
mangelnde Mitwirkungsbereitschaft	kontinuierliche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Gewinnung von Multiplikatoren, ortsnahe Beratung durch Sanierungsmanagement

## 8 Controlling-Konzept

Die Stadt Naumburg hat sich ehrgeizige Klimaschutz- und Entwicklungsziele gesetzt. Es bedarf einer regelmäßigen Kontrolle und Steuerung, um die personellen und finanziellen Ressourcen für die Zielerreichung effektiv und effizient einzusetzen. Infolgedessen ist die Einführung eines Controlling-Systems erforderlich, in dessen Prozess der Zeitraum der definierten Ziele eingehalten und ggf. Schwierigkeiten bei der Bearbeitung frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können (Konfliktmanagement). Ein stetiges Controlling ermöglicht es, den Grad der Umsetzung der beschriebenen Einzelmaßnahmen und ihre Wirksamkeit zu überprüfen.

Die Zuständigkeiten für die Betreuung und Durchführung des Controlling-Systems sollten klar geregelt werden. Hier könnte beispielsweise das Sanierungsmanagement eine wichtige Rolle spielen. Während der Quartierskonzepterstellung hat sich gezeigt, dass die Vernetzung der Akteure zentraler Bestandteil einer gezielten Quartiersentwicklung sein muss. Darüber hinaus sind Personalressourcen wesentlicher Bestandteil für die Einführung eines effektiven Controllings zur Überwachung einer erfolgreichen, praktischen Umsetzung der sich aus dem Quartierskonzept ergebenden Maßnahmen.

Das Controlling-Konzept verfügt über zwei feste Elemente: die Energie- und Treibhausgasbilanz und den Maßnahmenkatalog. Dabei verfolgt die Bilanz einen Top-Down- (in etwa: „von oben nach unten“) und der Maßnahmenkatalog einen Bottom-Up-Ansatz (in etwa: „von unten nach oben“). Der Top-Down-Ansatz ist eine Methode, die vom Allgemeinen, Übergeordneten schrittweise ins Detail, Untergeordnete übergeht. Der Bottom-Up-Ansatz hingegen, befasst sich mit der entgegengesetzten Richtung. Zusätzlich können weitere Managementsysteme (Konvent der Bürgermeister<sup>99</sup>, European Energy Award<sup>100</sup>, EMAS<sup>101</sup> oder Benchmark kommunaler Klimaschutz<sup>102</sup>) integriert werden, die auf den beiden festen Elementen aufbauen und im Ergebnis einen internationalen Vergleich mit anderen Regionen erlauben. Die Abbildung 8-1 zeigt eine schematische Darstellung eines Controlling-Konzeptes.

---

<sup>99</sup> Eine Bewegung, die sich freiwillig dazu verpflichtet, die Klima- und Energieziele der EU zu erreichen bzw. zu übertreffen

<sup>100</sup> Europäisches Gütezertifikat für die Energie- u. Klimaschutzpolitik von Gemeinden

<sup>101</sup> Eco Management and Audit Scheme (ein Öko-Audit), ein Gemeinschaftssystem aus Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung

<sup>102</sup> Benchmark Tool mit den Elementen: Aktivitätsprofil, CO<sub>2</sub>-Bilanzdaten und ein Set von Indikatoren

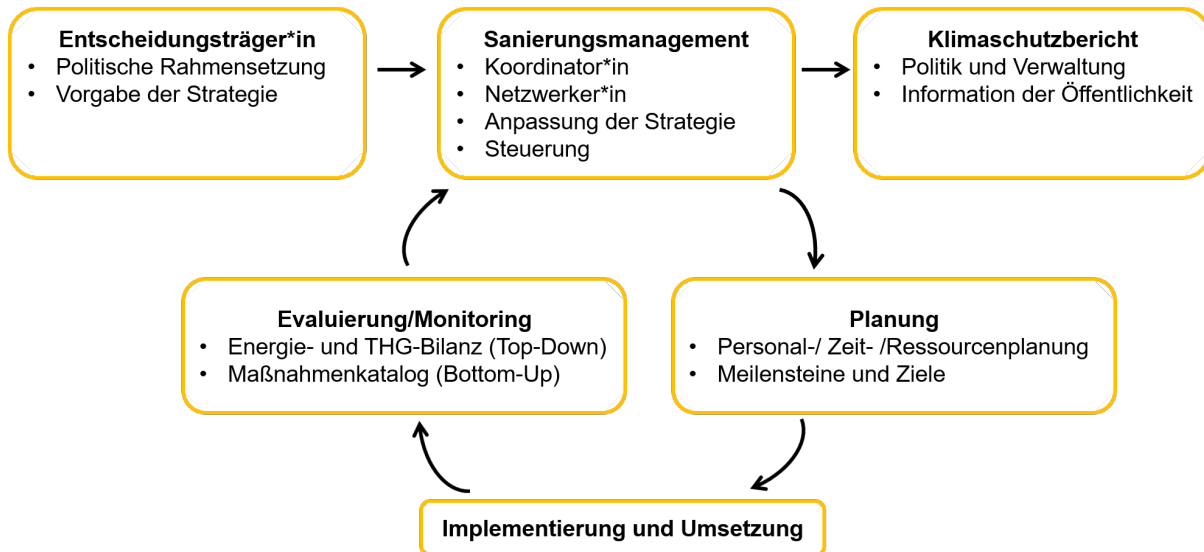


Abbildung 8-1: Übersicht Controlling-System

## 8.1 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz (Ist/Soll) wurde im Rahmen der Konzepterstellung für das Quartier auf Excel-Basis entwickelt. Die Bilanz ist fortschreibbar angelegt, sodass durch eine regelmäßige Datenabfrage bei Energieversorgern (Strom/Wärme) und staatlichen Fördermittelgebern (Wärme) eine jährliche Bilanz, beispielsweise im Rahmen des Sanierungsmanagements, aufgestellt werden kann. Allerdings konnten bisher keine auf die Quartiersgrenze heruntergebrochene Realdaten für den Energieverbrauch beschafft werden. Eine weitere Datenquelle, welche bisher nicht genutzt werden konnte, sind die über die KfW geförderten Gebäudesanierungsmaßnahmen im Quartier. Hier wären aggregierte und anonymisierte Daten hilfreich, um den Sanierungsstand zu erfassen und weiter zu verfolgen. Ähnlich verhält es sich mit geförderten Heizanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, welche vom zuständigen Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bisher ebenfalls nicht auf Quartiersebene zur Verfügung gestellt wurden. Die Top-Down-Ebene liefert eine Vielzahl von Informationen, die eine differenzierte Betrachtung zulassen. Es können Aussagen zur Entwicklung der Energieverbräuche und damit einhergehend der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den einzelnen Sektoren und Verbrauchssektoren getroffen werden. Darüber hinaus können Ist- und Soll-Vergleiche angestellt sowie im Vorfeld festgelegte Indikatoren (z. B. Anteil erneuerbarer Energien) überprüft werden.

## 8.2 Maßnahmenkatalog

Durch die Konzeption der Maßnahmen in Abstimmung mit der Steuerungsgruppe wird gewährleistet, dass die jeweilige Maßnahme quartiersspezifisch auf die Gegebenheiten und Wünsche vor Ort zugeschnitten wird. Die fertige Maßnahmenbeschreibung zeigt Aussagen zu Kosten, Amortisation, Personaleinsatz, Einsparungen (Energie/CO<sub>2</sub>) etc. auf.

Die Erfolgskontrolle umgesetzter Maßnahmen im Rahmen des Controllings ist bei technisch basierenden Maßnahmen z. B. mit konkreten CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungen im Nachgang relativ leicht messbar. So bietet es sich für die konkrete Evaluierung der Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog an, die entsprechenden Handlungsfelder beispielsweise über Indikatoren zu bewerten. Die folgende Darstellung gibt einen Überblick über einige Handlungsfelder und Indikatoren.

Tabelle 8-1: Geeignete Erfolgsindikatoren zu Handlungsfeldern aus dem Maßnahmenkatalog

Handlungsfeld	geeignete Indikatoren
Entwicklung des Energieverbrauchs im Quartier	Ergebnisse aus Bilanzfortschreibung, Wärme- und Stromverbrauch pro Jahr, CO <sub>2</sub> -Emissionen
Förderungen und Energieberatungen	Anzahl der durchgeführten Energieberatungen und Förderhöhe, Anzahl der Förderprojekte für z.B. Gebäudesanierungen, Höhe der Fördersumme insgesamt
Maßnahmenkatalog	Anzahl der entsprechend dem Zeitplan durchgeführten Maßnahmen, ausstehende Maßnahmen, Kosten für die Durchführung (weitere Indikatoren je Maßnahme sind dem Maßnahmenkatalog zu entnehmen)
Öffentlichkeitsarbeit	Anzahl der Veranstaltungen, erreichte Akteure/Bürger*innen (Anwesenheitslisten), Anzahl der Veröffentlichungen (Presseberichte etc.)

Schwieriger stellt sich die Bewertung von Maßnahmen aus den Bereichen Öffentlichkeitsarbeit oder Bildung dar. Hier kann ggf. über leicht erfassbare Werte wie z. B. Anzahl teilnehmender Personen eine Erfolgskontrolle und Ableitung von Kennzahlen stattfinden. Die gebildeten Kennzahlen geben schließlich Aufschluss über den Erfolg oder Misserfolg und entscheiden im Anschluss über eine entsprechende Controlling-Strategie bzw. Änderung der Vorgehensweise bei der Umsetzung.



### 8.3 Sanierungsmanagement

Das Sanierungsmanagement unterstützt die Kommune und auch weitere zentrale Akteure wie Energieversorgungs- oder Wohnungsunternehmen bei der Umsetzung des integrierten Quartierskonzeptes. Je nach Gebietskontext und Zielsetzung des Quartierskonzeptes können die konkreten Aufgaben stark variieren. Dabei sind die zentralen Aufgabenbereiche:



Abbildung 8-2: Aufgabenbereiche des Sanierungsmanagements

Das Sanierungsmanagement stellt so eine Schlüsselfunktion dar, um einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Sinne der Management-Theorie anzustoßen und zu steuern. Darüber hinaus ist es wichtig, dass strategische Weichenstellungen über die politischen Entscheidungsträger in angemessenen Abständen überprüft werden.

Dazu ist wiederum ein regelmäßiges Berichtswesen notwendig, damit den entscheidungstragenden Personen alle relevanten Informationen in der gebotenen Aktualität vorliegen. Darüber hinaus ist auch die Öffentlichkeit regelmäßig über die Umsetzung des Quartierskonzeptes zu unterrichten. Dies sollte nach Möglichkeit mittels eines Kurzberichtes erfolgen, könnte jährlich, beispielsweise als Bestandteil des jährlichen Jahresrückblickes im Bürgermeisterbericht aufgenommen werden, sowie zusätzlich auf der Website des Amtes veröffentlicht werden. Dieser

könnte jährlich oder im Drei-Jahres-Turnus o. Ä. veröffentlicht werden, z. B.: über eine Webseite. Der Kurzbericht sollte sich inhaltlich mit den bereits umgesetzten Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog und deren Einsparungen bzw. einer Bewertung der Maßnahme beschäftigen, aber auch einen Ausblick geben über die Maßnahmen, welche bisher noch nicht umgesetzt wurden und deren Umsetzung bevorsteht. Auch die Ergebnisse aus der Fortschreibung der Bilanzen sollten in dem Kurzbericht vorgestellt werden. Ein möglicher Aufbau zu einem Kurzbericht kann der Abbildung 8-3 entnommen werden. Zuständig hierfür sollte ebenfalls das Sanierungsmanagement sein.

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1	Aktuelle politische und gesetzliche Rahmenbedingungen.....	1
1.2	Änderungen .....	1
<b>2</b>	<b>ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZ .....</b>	<b>3</b>
2.1	Aktuelle Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	3
2.2	Vergleich mit vorherigen Bilanz und dem Bilanzierungsziel (Entwicklung seit der Konzepterstellung).....	4
<b>3</b>	<b>MAßNAHMENKATALOG .....</b>	<b>4</b>
3.1	Bisher umgesetzte Maßnahmen und Einsparungen.....	5
3.2	Überblick Maßnahmen in Planung bzw. kurz vor der Umsetzung .....	6
<b>4</b>	<b>AKTUELLER ZIELERREICHUNGSGRAD INSGESAMT .....</b>	<b>7</b>
		<b>I</b>

Abbildung 8-3: Beispiel Inhaltsverzeichnis Kurzbericht

## 9 Organisatorische Umsetzung

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden insbesondere über die Arbeitsschritte „Ausgangsanalyse“ und „Potenzialanalyse“ Umsetzungsmaßnahmen in Form eines Maßnahmenkataloges (Handlungsempfehlungen) entwickelt. Der vollständige Maßnahmenkatalog (gesondertes Dokument, Auszug in Tabelle 4-1 gliedert sich in kurz-, mittel- und langfristig umzusetzende Maßnahmen, wobei Letztere meist strategischer Ausrichtung sind.

Die organisatorische Umsetzung ist eine Empfehlung des IfaS. Als erster Ansatz wird ein Balkenplan erstellt, welcher eine übersichtliche Umsetzungsoption für die prioritären kurz- und mittelfristigen Maßnahmen darstellt. Dieser sollte aber im Umsetzungsprozess kontinuierlich fortentwickelt und angepasst werden.

Bei der energetischen Gebäudesanierung im Privatbereich können die geringinvestiven Maßnahmen (SAN 1) ohne größere Beanstandungen umgesetzt werden. Daher ist es wichtig, eine intensive Öffentlichkeitsarbeit sowie Beratungstätigkeit zur Sensibilisierung einzurichten. Da die geringinvestiven Maßnahmen an der Heizungstechnik unabhängig von anderen Maßnahmen und ohne lange Planungszeit umgesetzt werden können, sollte unmittelbar nach Konzeptende begonnen werden die Eigentümer hierfür zu motivieren. Gleiches gilt für die Dämmung der Keller- und obersten Geschossdecke (SAN 2). Für die größeren Maßnahmen im Rahmen der Komplettisanierung (SAN 3) ist eine längere Vorlaufzeit erforderlich, um die notwendigen Investitionsentscheidungen zu treffen und die Finanzierung sorgfältig zu planen und Fördermittel zu akquirieren. Insbesondere Maßnahmen wie die serielle Sanierung des Hauptgebäudes der Albert-Schweitzer-Schule (SAN 4) bringen einen erhöhten Planungs- bzw. Abstimmungsaufwand mit anderen Kommunen mit sich. Dieser kommt allerdings mit der Chance bei der Sanierung Kosten einzusparen, wenn sich weitere Gebäude identischer Bauart in weiteren Kommunen finden.

Tabelle 9-1: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Sanierungsmaßnahmen im Quartier

Nr.	Titel / Objekt	2025				2026				2027	2028	2029	2030	nach 2030
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4					
SAN	Energetische Gebäudesanierung	kurzfristig				mittelfristig				langfristig				
SAN 1	Geringinvestive Sanierungsmaßnahmen der Heizungstechnik													
SAN 2	Dämmung oberste Geschoss- und Kellerdecke													
SAN 3	Wohngebäudesanierung zum KfW-Effizienzhaus 70													
SAN 4	Serielle Sanierung des Hauptgebäudes der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 5	Außenwanddämmung des Hauptgebäudes der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 6	Dachdämmung des Hauptgebäudes der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 7	Austausch der Fenster und Türen im Hauptgebäude der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 8	Dachdämmung des Aulagebäudes der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 9	Austausch der Fenster und Türen in der Sporthalle der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 10	Kellerdeckendämmung im Aulagebäude der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 11	Austausch der RLT-Anlage in der Sporthalle der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 12	Beseitigung von Luftundichtigkeiten in den Gebäuden der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 13	Rohrleitungsdämmung in den Gebäuden der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 14	Beleuchtungstausch in den Gebäuden der Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 15	Smarte Thermostate für die Albert-Schweitzer-Schule													
SAN 16	Zählerkonzept / Energiemonitoring													
SAN 17	Geringinvestive Kleinmaßnahmen im Hauptgebäude der Kommunalen Dienstleistungen													

Im Bereich der nachhaltigen Mobilität sollte der Fokus einerseits auf den Ausbau von Ladesäulen für E-PKWs und andererseits auf die Stärkung der Rad-Mobilität gelegt werden. Die Schaffung einer Nord-Süd Achse sowie einer alternativen Radverbindung Richtung Innenstadt (MOB 1 und MOB 2) können helfen, die Rad-Mobilität im Quartier zu stärken und gleichzeitig sicherer für alle Verkehrsteilnehmer zu gestalten. Ferner besteht ein großes Potenzial im Bereich der Mobilitätsstationen (MOB 10), da durch die ausgeprägte Wohnungswirtschaft im Quartier zentrale Anlaufstellen geschaffen werden können.

Tabelle 9-2: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, klimagerechte Mobilität

Nr.	Titel / Objekt	2025				2026				2027	2028	2029	2030	nach 2030
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4					
<b>MOB</b>	<b>Mobilität</b>													
MOB 1	Ausbau von Radwegeinfrastruktur– Schaffung einer „Nord-Süd-Achse“ im Quartier													
MOB 2	Ausbau Radwegeinfrastruktur – Schaffung einer alt. Radwegverbindung in Richtung Innenstadt													
MOB 3	Förderung Radverkehr durch Informations- und Serviceangebote im Quartier													
MOB 4	Förderung des Fußverkehrs													
MOB 5	Förderung des Fußverkehrs durch Kampagnen und Beteiligung an Mitmachaktionen													
MOB 6	Förderung der Elektromobilität: Prüfung einer Elektrifizierung des kommunalen Fuhrparks													
MOB 7	Förderung Alltags- und Elektromobilität – Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur													
MOB 8	Förderung der Elektromobilität – Informationsoffensive E-Mobilität / LIS-Nutzung													
MOB 9	Aufbau von Carsharing-Angeboten													
MOB 10	Förderung der Sharing Economy – Errichtung von Mobilitätsstationen													

Besonders im Bereich Wärme sind bei öffentlichen und privaten Gebäuden große Einsparpotentiale vorhanden. Neben kleinen Maßnahmen wie Dämmungen der Gebäudehülle (Kategorie Sanierung) werden vor Allem, auf Grund des großen Altanlagenbestandes, Heizungstausche empfohlen. Außerdem besteht das große Potenzial, durch eine Erweiterung der Fernwärmetrasse einen großen Teil des Quartieres langfristig mit erneuerbaren Energien zu versorgen. Durch die bereits erwähnte Wohnungswirtschaft existieren im Quartier darüber hinaus entsprechend große Wärmeabnehmer, bei welchen ein Anschluss wirtschaftlich darstellbar ist. Eine ausführliche Betrachtung der Fernwärmeerweiterung findet sich in Kapitel 5.

Tabelle 9-3: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Wärme- und Effizienzmaßnahmen

Nr.	Titel / Objekt	2025				2026				2027	2028	2029	2030	nach 2030
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4					
WEE	Wärme und Energieeffizienzmaßnahmen													
WEE 1	Machbarkeitsstudie zur Fernwärmenetzerweiterung "Flemminger Weg"													

Im Themengebiet „Grün-blaue Infrastruktur“ bzw. „Klimafolgenanpassung“ bestehen Potenziale im Bereich des Regenwassermanagements, um Schäden durch Starkregenereignisse und hierdurch bedingte Überflutungen zu verringern oder gar zu vermeiden. Multifunktionale Flächen mit Retentionsfunktion könnten im Quartier etabliert werden, um die allgemeine Durchgrünung und Renaturierung voranzubringen. Ferner gilt es Hitzeinseln zu vermeiden, um besonders vulnerable Gruppen zu schützen. Die Verschattung kann sowohl natürlich (bspw. Stadtbäume) oder künstlich (bspw. durch Dächer oder PV-Carports) bereitgestellt werden. In Verbindung mit öffentlichen Trinkbrunnen kann so die Lebensqualität im Quartier erhöht werden. Zu prüfen wäre für die Zukunft weiterhin, ob das Gelände, wo derzeit die kommunalen Dienstleistungen angesiedelt sind, als Modell-Quartier, grün und resilient, ausgeschrieben werden soll. Ferner besteht generell die Möglichkeit Abwasser aus Freibädern, welches i. d. R. in den Abfluss abgeführt wird, gefiltert für die Stadtbewässerung zu nutzen. Diese Art der Weiternutzung kann Kosten sparen und entlastet die Frischwasserversorgung im Sommer.

Insgesamt lässt sich durch dieses Themengebiet die Lebensqualität im Quartier steigern und Kosten durch Klimafolgeschäden verringern, weswegen ihm zukünftig mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Folgende Tabelle zeigt den Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung von Maßnahmen zur Grün-blauen Infrastruktur.



Tabelle 9-4: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Grün-blaue Infrastruktur

Nr.	Titel / Objekt	2025				2026				2027	2028	2029	2030	nach 2030
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4					
<b>GBI</b>	<b>Grün-blaue Infrastruktur / Klimafolgenanpassung</b>													
GBI 01	Grüne Infrastruktur – Gebäudebegrünung													
GBI 02	Prävention von Gefahren durch Starkregenereignisse													
GBI 03	Multifunktionale Flächen mit Retentionsfunktion													
GBI 04	Gewässerrenaturierung													
GBI 05	Regenwassermanagement													
GBI 06	Begrünung/Verschattung an öffentlichen Plätzen													
GBI 07	Klimaresilientes Neubaugebiet (Komm. Dienstl.)													
GBI 08	Agri-Photovoltaik Pilotanlage am „Winzerhof Gussek“													
GBI 09	Klimaresiliente Sanierung der Albert-Schweitzer-Schule													
GBI 10	Schaffung von klimagerechter Parkplätzen													
GBI 11	Etablierung resilienten Stadtgrüns													

Im Bereich Allgemeines finden sich größtenteils Maßnahmen, welche über Bürgerinformation und -beteiligung die Bestrebungen der Stadt im Rahmen einer energetischen Sanierung flankieren und unterstützen. Bspw. im Bereich Sonnenenergienutzung auf privaten Wohngebäuden ist eine intensive Öffentlichkeitsarbeit und Beratungstätigkeit notwendig. Insbesondere die Thematik Eigenstromnutzung kann für viele Bürger im Quartier wirtschaftlich lukrativ sein und zur erheblichen Stromkostenreduzierung beitragen. Eine intensive Öffentlichkeitsarbeit und Beratungstätigkeit ist, wie im Bereich Solarenergienutzung auch in anderen Themenfeldern notwendig, um Bürger zum eigenen Handeln zu motivieren.

Nicht nur regelmäßige Informationsveranstaltungen (z. B. zu Suffizienz oder Weißer Ware) oder Anzeigen, sondern auch Anreizprogramme (z. B. Bürgerenergiepreis) und kontinuierliche praktische Unterstützung, tragen zur Entstehung eines effizienteren Quartiers bei.

Tabelle 9-5: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Allgemeine Maßnahmen

Nr.	Titel / Objekt	2025				2026				2027	2028	2029	2030	nach 2030
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4					
AM	Allgemeine Maßnahmen													
AM 1	Kinder- und Jugendbildung													
AM 2	Handwerkerbörse													
AM 3	Grüne Hausnummer													
AM 4	Kampagne Energierundgänge "Mustersanierung"													
AM 5	Kampagne "Photovoltaik" / Solardachkataster													
AM 6	Kampagne "Weiße Ware"													
AM 7	Kampagne "Beauftragung von Fachplanern"													
AM 8	Kampagne "Suffizienz"													
AM 9	Jährlicher Bürgerenergiepreis													
AM 10	Durchführung von "Energie-Cafés"													
AM 11	Umweltmagazin													
AM 12	Förderung PV-Balkonkraftwerke													
AM 13	Sensibilisierung zu Nutzerverhalten und Energieeffizienz kommunaler Mitarbeiter													

## 10 Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

Zur Umsetzung und Finanzierung der identifizierten Maßnahmen steht sowohl für private Eigentümer\*innen als auch für die Kommune eine umfangreiche Förderkulisse bereit. Die meisten Programme auf Bundesebene werden von der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) sowie dem BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) angeboten. Auf Landesebene bestehen ebenfalls verschiedenste Fördermöglichkeiten, welche im einfachsten Fall über die Energieagentur oder die Verbraucherzentrale abgefragt werden können.

Grundsätzlich müssen Finanzierungs- und Fördermittel nach der Art der Zuwendung und dem Zuwendungsempfänger differenziert werden. Die Fördermöglichkeiten für Kommunen oder Privatpersonen sollen hier im Fokus liegen. Die geförderte Maßnahme kann somit je nach Anwendungsfall und Förderprogramm durch einen Zuschuss, einen günstigen Kredit oder eine steuerliche Abschreibung unterstützt werden.

Für die im Folgenden genannten Zuschuss- und Kreditbedingungen wird keine Gewähr übernommen. Es gelten die jeweiligen Förderbedingungen der Fördermittelgeber.

Aufgrund des Umfangs der Förderprogramme, Fördermittelanbieter und Förderhöhen kann im Folgenden nur ein grober Überblick über die Förderkulisse gegeben werden, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

### 10.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude

Mit der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wurde 2021 die energetische Gebäudeförderung des Bundes neu aufgesetzt. Die BEG wird gemeinsam von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) betrieben. Sie ersetzt die bisherigen Programme der KfW und des BAFA zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich (Programme: Energieeffizient Bauen und Sanieren, Heizungsoptimierung, Anreizprogramm Energieeffizienz und das Marktanreizprogramm zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt). Sie gilt

- für alle Wohngebäude, z. B. für Eigentumswohnungen, Ein- und Mehrfamilienhäuser oder Wohnheime sowie
- für alle Nichtwohngebäude, z. B. für Gewerbegebäude, kommunale Gebäude oder Krankenhäuser.

**Die BEG ist in vier Teilprogramme unterteilt:**

- Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM).
- Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG WG),
- Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude (BEG NWG) und
- Bundesförderung für effiziente Gebäude - Klimafreundlicher Neubau (KFN)

Des Weiteren stehen in der BEG grundsätzlich zwei Arten der Förderung zur Auswahl: Zum einen gibt es den direkten Investitionszuschuss des BAFA und zum anderen gibt es zinsverbilligte Kredite der KfW. Die Bündelung aller Bundesförderungen im Gebäudebereich erfolgte schrittweise und seit dem Jahr 2023 abgeschlossen. Zum 01. März 2023 kann bei der KfW das Förderprogramm „klimafreundlicher Neubau“ zur Förderung von Neubauten beantragt werden.

**Antragsberechtigt im Programm sind:**

- Privatpersonen und Wohnungseigentümergeinschaften,
- freiberuflich Tätige,
- Kommunale Gebietskörperschaften, kommunale Gemeinde- und Zweckverbände, sowie rechtlich unselbständige Eigenbetriebe von kommunalen Gebietskörperschaften, sofern diese zu Zwecken der Daseinsvorsorge handeln,
- Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts, z. B. Kammern oder Verbände,
- gemeinnützige Organisationen einschließlich Kirchen,
- Unternehmen, einschließlich Einzelunternehmer und kommunale Unternehmen sowie
- sonstige juristische Personen des Privatrechts, einschließlich Wohnungsbaugenossenschaften.

Mit Ausnahme der Förderungen für Anlagen der Wärmeerzeugung und der Heizungsoptimierung ist immer die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten schon bei Antragsstellung erforderlich. Die Zusammenlegung aller Förderprogramme im BEG führt zu einer deutlichen Vereinfachung des Verfahrens, da nun alle Förderangebote mit nur einem Antrag bei nur einer Institution (KfW oder BAFA) beantragt werden können.

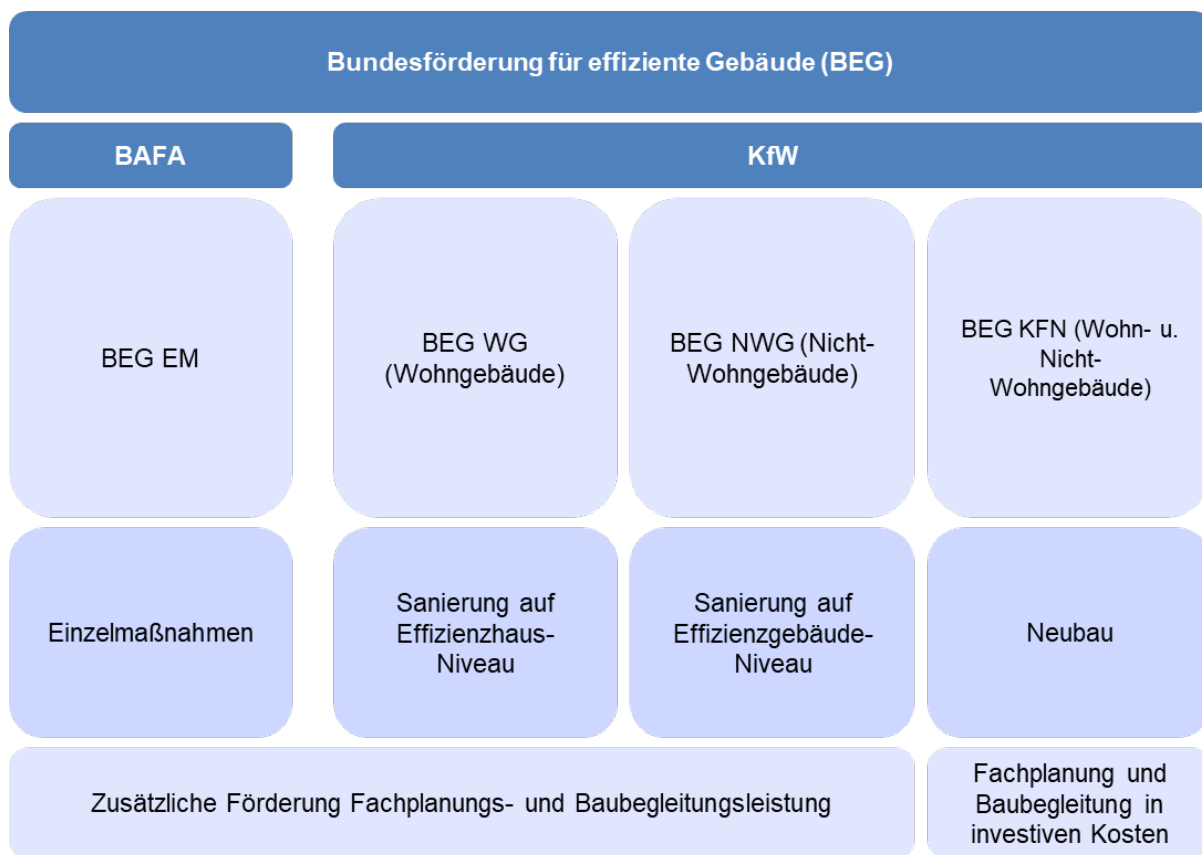


Abbildung 10-1: Aufteilung der Geltungs- und Förderbereiche der Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)

### 10.1.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Mit der Einzelmaßnahmenförderung können Sanierungsmaßnahmen an Wohn- und Nichtwohngebäuden in Form eines Zuschusses gefördert werden.

Ist die geplante Sanierungsmaßnahme Teil eines geförderten individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) und wird in einem Zeitraum von maximal 15 Jahren nach Erstellung des iSFP umgesetzt, so erhöht sich der vorgesehene Fördersatz zusätzlich um 5 %. Dieser Bonus gilt jedoch nicht für den Austausch des Wärmeerzeugers. Hierzu gibt es ein neues Programm, den Heizungs-Tausch-Bonus. Dieser greift, wenn die vorhandene Heizungsanlage älter als 20 Jahre ist und mit Öl, Gas oder Kohle betrieben wird. Ebenfalls davon betroffen sind Nachtspeicherheizungen. Eine Förderung von Wärmeerzeugern auf Basis des Energieträgers Gas ist in der gesamten Bundesförderung nicht mehr vorgesehen.

Unwesentliche inhaltliche Abweichungen, eine Übererfüllung oder Änderungen der zeitlichen Reihenfolge des iSFP führen nicht zum Verlust des Bonus. Die vom BAFA geförderte Energieberatung mit iSFP ist nur für Wohngebäude verfügbar. Bei gemischt genutzten Gebäuden muss der für Wohnzwecke genutzte Gebäudeteil überwiegen.

Die förderfähigen Ausgaben für energetische Sanierungsmaßnahmen von Wohngebäuden sind gedeckelt auf 60.000 Euro pro Wohneinheit und Kalenderjahr, insgesamt auf maximal 600.000 Euro pro Wohngebäude und Kalenderjahr. Das Mindestinvestitionsvolumen pro Maßnahme liegt bei 2.000 Euro (brutto; Ausnahme Heizungsoptimierung bei 300 Euro).

Die förderfähigen Ausgaben für energetische Sanierungsmaßnahmen an Nicht-Wohngebäuden sind hingegen auf 1.000 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, maximal jedoch auf 5 Millionen Euro jährlich gedeckelt. Auch hier liegt das Mindestinvestitionsvolumen pro Maßnahme bei 2.000 Euro (brutto; Ausnahme Heizungsoptimierung bei 300 Euro).

Die BEG EM bezieht sich ausschließlich auf Sanierungen. Heizungsanlagen im Neubau, die im Marktanreizprogramm „Heizen mit Erneuerbaren Energien“ des BAFA noch bis zum 31.12.2020 gefördert wurden, werden nun nicht mehr gefördert.

Tabelle 10-1: Überblick über die Fördersätze des BEG EM

Einzelmaßnahme	Zuschuss	iSFP-Bonus (Wohngebäude)	Heizungs- Tausch-Bonus
Maßnahmen an der Gebäudehülle	15%	5%	-
Anlagentechnik (außer Wärmeerzeuger)	15%	5%	-
Heizungsanlage	10 - 30%	-	10%
Heizungsoptimierung	15%	5%	-
Fachplanung und Baubegleitung im Zusammenhang mit einer Einzelmaßnahme	50%	-	-

### 10.1.2 Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG WG)

Im Förderprogramm BEG WG werden Sanierungen auf KfW-Niveau in Form eines zinsgünstigen Kredits mit Tilgungszuschuss gefördert. Es werden hierbei Maßnahmen (auch Umfeldmaßnahmen) gefördert, die zu einer Verringerung des Primärenergiebedarfs oder des Transmissionswärmeverlustes führen.



Mit der Einführung der BEG WG wurden die Effizienzhaus-Klassen im Bereich der Sanierungen angepasst. Die Förderstufen Effizienzhaus 115 und 100 sind hierbei entfallen und die Stufe Effizienzhaus 40 ist hinzugekommen. Somit bestehen bei einer umfangreichen Sanierung die Möglichkeit die Effizienzhaus-Niveaus 85, 70, 55 oder 40 anzustreben, um von den Förderungen der BEG WG zu profitieren. Weiterhin steht noch die Effizienzhausstufe Denkmal für denkmalgeschützte Gebäude zur Verfügung, welche einen Primärenergiebedarf von 160 % des Referenzgebäudes erlaubt. Die Nachhaltigkeits-Klasse entfällt bei Sanierungen von Wohngebäuden, dafür führt das Erreichen der Erneuerbaren-Energien-Klasse bei Sanierungen zu einem Bonus von 5 %. Diese wird erreicht, wenn mind. 65 % des Energiebedarfs des Gebäudes auf Basis erneuerbarer Energien gedeckt wird. Zudem erhöht sich in diesem Zuge der maximal mögliche Kreditbetrag auf 150.000 € pro Wohneinheit.

Allerdings ist hierbei darauf zu achten, dass die Installation eines erneuerbaren Heizungssystems im Zuge der Komplettsanierung erfolgen muss. Sollte die Heizung separat über eine Einzelmaßnahme gefördert werden oder schon existieren, entfällt der 5 % Bonus der EE-Klasse. Der iSFP wird im Rahmen der KfW Programme nicht mehr gefördert.

Tabelle 10-2: BEG WG - Tilgungszuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Wohngebäuden. In Grün die Werte bei Erreichen der Erneuerbaren-Energien-Klasse

Effizienzhaus Sanierung	Kreditbetrag	Tilgungszuschuss
KfW Denkmal + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	5% / 10%
KfW 85 + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	5% / 10 %
KfW 70 + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	10% / 15%
KfW 55 + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	15% / 20%
KfW 40 + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	20% / 25%

Bei der KfW besteht für Kommunen derzeit weiterhin die Möglichkeit, eine reine Zuschussförderung für ihre Vorhaben wahrzunehmen. Die Förderfähigen Kosten betragen dabei 120.000 Euro pro Wohneinheit und erhöhen sich bei Erreichen der EE-Klasse auf 150.000 Euro pro Wohneinheit. Diese sind nicht mit dem Kreditbetrag zu verwechseln. Die Zuschüsse sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 10-3: BEG WG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Wohngebäuden. Diese Konditionen sind ausschließlich für Kommunen verfügbar. In grün sind die Konditionen bei Erreichen der Erneuerbaren-Energien-Klasse dargestellt.

Effizienzhaus Sanierung	Förderfähige Kosten	Zuschuss
KfW Denkmal + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	20% / 25%
KfW 85 + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	20% / 25 %
KfW 70 + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	25% / 30%
KfW 55 + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	30% / 35%
KfW 40 + EE-Klasse	120.000 € / 150.000 €	35% / 40%

### 10.1.3 Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude (BEG NWG)

Im Förderprogramm BEG NWG können wie schon im BEG WG dargestellt lediglich Sanierungen auf KfW-Niveau gefördert werden. Hierbei werden ebenfalls Maßnahmen zur Verringerung des Primärenergiebedarfs oder des Transmissionswärmeverlustes gefördert.

Die maximal förderfähigen Kosten bei Sanierung belaufen sich auf 2.000 € pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche, maximal jedoch insgesamt 10 Mio. €. Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen können ebenfalls gefördert werden (bis 10 € pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche; maximal 40.000 €).

Im Bereich Sanierung entfällt bei der BEG NWG, im Gegensatz zur BEG WG, die Förderstufe Effizienzgebäude 85.

Somit besteht bei einer umfangreichen Sanierung die Möglichkeit die Effizienzgebäude-Niveaus 70, 55 oder 40 anzustreben, um von den Förderungen der BEG NWG zu profitieren. Weiterhin steht noch die Effizienzgebäudestufe Denkmal für denkmalgeschützte Gebäude zur Verfügung, welche einen Primärenergiebedarf von 160 % des Referenzgebäudes erlaubt. Die NH-Klasse kann bei Sanierungen von NWG im Gegensatz zur BEG WG ebenfalls genutzt werden. Ebenso kann hier auch die Erneuerbare-Energien-Klasse erreicht werden. Sollte entweder die EE-Klasse oder die NH-Klasse erreicht werden, wird ein zusätzlicher Bonus von 5 % gewährt. Dieser Bonus ist nicht kumulierbar. Ein geförderter iSFP kann für NWG nicht genutzt werden.

Tabelle 10-4: BEG NWG - Tilgungszuschüsse zum Effizienzgebäude bei Sanierungen von Nichtwohngebäuden. In grün die Konditionen bei Erreichen der Erneuerbaren-Energien- oder Nachhaltigkeitsklasse

Effizienzgebäude Sanierung	Kreditbetrag	Tilgungszuschuss
KfW Denkmal + EE/NH-Klasse	2.000 €/m² Nettogrundfl. / max. 10 Mio €	5% / 10%
KfW 70 + EE/NH-Klasse	2.000 €/m² Nettogrundfl. / max. 10 Mio €	5% / 10 %
KfW 55 + EE/NH-Klasse	2.000 €/m² Nettogrundfl. / max. 10 Mio €	10% / 15%
KfW 40 + EE/NH-Klasse	2.000 €/m² Nettogrundfl. / max. 10 Mio €	15% / 20%

Auch bei Komplettsanierung eines Nichtwohngebäudes können Kommunen die reine Zuschussvariante wahrnehmen. Die Konditionen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 10-5: BEG NWG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Nichtwohngebäuden. In grün die Konditionen bei Erreichen der Erneuerbaren-Energien- oder Nachhaltigkeitsklasse. Diese Konditionen sind ausschließlich für Kommunen verfügbar

Effizienzgebäude Sanierung	Förderfähige Kosten	Zuschuss
KfW Denkmal + EE/NH-Klasse	2.000 €/m² Nettogrundfl. / max. 10 Mio €	20% / 25%
KfW 70 + EE/NH-Klasse	2.000 €/m² Nettogrundfl. / max. 10 Mio €	25% / 30%
KfW 55 + EE/NH-Klasse	2.000 €/m² Nettogrundfl. / max. 10 Mio €	30% / 35%
KfW 40 + EE/NH-Klasse	2.000 €/m² Nettogrundfl. / max. 10 Mio €	35% / 40%

Am 22. September 2022 wurde von der KfW ein weiterer Bonus für die Sanierung von energetisch schlechten Wohn- sowie Nichtwohngebäuden eingeführt. Dabei handelt es sich um den Bonus „Worst-Performance-Building“. So wird bei Sanierung von Gebäuden, welche nach Sanierung den Förderstufen 70, 55 oder 40 entsprechen, ein Bonus von zehn Prozent (Tilgungszuschuss) gewährt. Dieser Bonus ist mit der EE- sowie der NH-Klasse kumulierbar. Insgesamt ist somit also ein Bonus von 15 % möglich! Voraussetzung für den Bonus ist, dass das Gebäude vor Sanierung energetisch betrachtet zu den 25 % schlechtesten Gebäuden in Deutschland gehört. Der Nachweis wird über den Energieausweis oder alternativ über den Sanierungszustand der Außenwand in Kombination mit dem Baujahr des Gebäudes erbracht. Der Bonus von zehn Prozent gilt auch für die Zuschussvariante (Kommunen).

Ebenso neu ist die bundesweite Förderung für serielle Sanierungen in Verbindung mit einer Sanierung auf KfW-Niveau. Dieser Bonus wurde in den Förderprodukten „KfW-Wohngebäude“, „Kommunen-Kredit (Wohn- und Nichtwohngebäude)“ und „Kommunen-Zuschuss (Wohn- und Nichtwohngebäude)“ eingeführt. Voraussetzung dafür ist, dass das Gebäude nach Sanierung der KfW Förderstufe 55 oder 40 entspricht.

Dieser Bonus kann mit dem Worst-Performance-Building-Bonus kombiniert werden. Bei Kombination der beiden Boni werden diese jedoch in Summe auf eine Förderung von 20 % begrenzt.

#### **10.1.4 Bundesförderung für effiziente Gebäude - Klimafreundlicher Neubau (KFN)**

Im Förderprogramm „Klimafreundlicher Neubau“ der KfW, welches seit dem 01. März 2023 beantragt werden kann, wird der Neubau oder Erstkauf von Wohngebäuden und Eigentumswohnungen in Form von zinsgünstigen Krediten gefördert. Gefördert werden folgende Stufen:

- Klimafreundliches Wohngebäude
- Effizienzhaus-Stufe 40
- Stößt im Lebenszyklus so wenig CO<sub>2</sub> aus, dass die Anforderungen an Treibhausgasemissionen des „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude Plus“ (QNG-PLUS) erfüllt werden
- Nicht mit Öl, Gas oder Biomasse beheizt

Die Kredithöhe beträgt bei Erfüllen dieser Förderstufe 100.000 Euro je Wohneinheit. Kommunen erhalten hier weiterhin einen Tilgungszuschuss von 5 %.

##### **Klimafreundliches Wohngebäude – mit QNG**

- Effizienzhaus-Stufe 40
- Anforderungen des „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäudes Plus (QNG-PLUS)“ oder „QNG-PREMIUM“ erfüllt, bestätigt durch ein Nachhaltigkeitszertifikat
- Nicht mit Öl, Gas oder Biomasse beheizt

Die Kredithöhe erhöht sich bei zusätzlichem Erfüllen des QNG um 50.000 Euro auf genau 150.000 Euro je Wohneinheit. Kommunen erhalten hier weiterhin einen Tilgungszuschuss von 12,5 %.

### **Klimafreundliches Nichtwohngebäude**

- Effizienzhaus-Stufe 40
- Stößt im Lebenszyklus so wenig CO<sub>2</sub> aus, dass die Anforderungen an Treibhausgasemissionen des „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude Plus“ (QNG-PLUS) erfüllt werden
- Nicht mit Öl, Gas oder Biomasse beheizt

Die Kredithöhe beträgt hier 2.000 Euro je qm Nettogrundfläche, maximal jedoch 10 Mio. Euro. Kommunen erhalten hier weiterhin einen Tilgungszuschuss von 5 %.

### **Klimafreundliches Nichtwohngebäude – mit QNG**

- Effizienzhaus-Stufe 40
- Anforderungen des „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäudes Plus (QNG-PLUS)“ oder „QNG-PREMIUM“ erfüllt, bestätigt durch ein Nachhaltigkeitszertifikat
- Nicht mit Öl, Gas oder Biomasse beheizt

Die Kredithöhe erhöht sich bei zusätzlichem Erfüllen des QNG um 1.000 Euro/qm auf 3.000 Euro je qm Nettogrundfläche. Gleichzeitig steigt der maximale Kreditbetrag um 5 Mio. Euro auf genau 15 Mio. Euro. Kommunen erhalten hier weiterhin einen Tilgungszuschuss von 12,5 %.

Im Rahmen der Förderung „Klimafreundlicher Neubau“ werden folgende Maßnahmen gefördert:

- Der Bau und Kauf einschließlich Nebenkosten
- Die Planung und Baubegleitung durch die Experten für Energieeffizienz und Berater für Nachhaltigkeit

Die Nachhaltigkeitszertifizierung

## **10.2 Weitere Fördermöglichkeiten städtebaulicher Sanierungsmaßnahmen**

Eine weitere interessante Möglichkeit, Sanierung im Quartier anzustoßen und indirekt zu fördern, ist die der städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen nach § 136 Baugesetzbuch. Ziele der städtebaulichen Sanierung sind i. d. R.:

- die Bewahrung des städtebaulichen Erbes, soweit es erhaltenswert ist,
- Wohn- und Arbeitsbedingungen in der gebauten Umwelt zu verbessern sowie
- die Begleitung des Strukturwandels der gewerblichen Wirtschaft und der Landwirtschaft durch städtebauliche Maßnahmen.

Diese Gesamtmaßnahmen finden u. a. Anwendung bei der Sanierung in historischen Stadtkernen oder bei der Stadterneuerung in älteren Ortsbezirken, in Bereichen des städtebaulichen Denkmalschutzes und beim Stadtumbau.<sup>103</sup>

Steht eher die Erhaltung von Gebäuden im Vordergrund, bietet sich das vereinfachte Verfahren an. Durch die rein steuerliche Abschreibung der getätigten Investitionen ohne Inanspruchnahme von Fördermitteln ist dieses Verfahren im Gegensatz zum umfassenden Sanierungsverfahren in der Abwicklung einfacher umzusetzen und in diesem Zusammenhang ein sehr gutes Mittel, um die Gebäude der Kommune in gutem Zustand und den Aufwand gering zu halten. Dabei ist das vereinfachte Verfahren ein städtebauliches Sanierungsverfahren, das unter ausdrücklichem Ausschluss der besonderen bodenrechtlichen Vorschriften (§§ 152 - 156a BauGB) durchgeführt wird.<sup>104</sup>

---

<sup>103</sup> Vgl. (Wikipedia, 2021)

<sup>104</sup> Vgl. ebenda



## 11 Handlungsempfehlungen

Mit dem Ziel, sich als Stadt langfristig nachhaltig, effizient und erneuerbar zu positionieren und somit zukünftig verstärkt Maßnahmen zugunsten des Klimaschutzes umzusetzen, leistet die Stadt Naumburg bereits einen Beitrag zur Erreichung der aufgestellten Klimaschutzziele der Landes- und Bundesregierung. Andererseits ist zugleich mit dem Vorhaben der Anspruch verbunden, im Rahmen einer umfassenden (Stoffstrom-) Managementstrategie durch die effektive Nutzung örtlicher Potenziale, verstärkt eine regionale Wertschöpfung zu generieren sowie Abhängigkeiten von steigenden Energiepreisen zu reduzieren.

Das Quartierskonzept für Naumburg (West) hat gezeigt, dass durch gezielte Maßnahmen erhebliche Fortschritte in den nachfolgenden Bereichen erzielt werden können:

- **Energieeffizienz,**
- **erneuerbare Energien,**
- **nachhaltige Mobilität und**
- **Grün-blaue Infrastruktur/Klimafolgenanpassung**

Um die erarbeiteten Potenziale bestmöglich zu nutzen, wird empfohlen, ein Sanierungsmanagement zu etablieren. Dieses soll als zentrale Koordinierungsstelle für die energetische Quartiersentwicklung fungieren, die Planung und Umsetzung der Maßnahmen steuern und langfristig in die Stadtverwaltung integrieren. Es dient zudem als Anlaufstelle für Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen und kann beratend unterstützen, um zu informieren, Hürden abzubauen und den Zugang zu Fördermitteln zu erleichtern.

Ein zentraler Baustein der Quartiersentwicklung ist der verstärkte Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere die Nutzung von Solar-Dachflächen. Abschnitt 3.2 zeigt, welche Potenziale auf öffentlichen und privaten Gebäuden für Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen bestehen. Parallel dazu ist eine umfassende Informations- und Beratungsstrategie notwendig, um Hauseigentümer und Gewerbetreibende für die Installation solcher Anlagen zu sensibilisieren und zu unterstützen. Auch gemeinschaftliche Modelle, beispielsweise Mieterstromprojekte, sollten in die Betrachtung einbezogen und diskutiert werden. Im Rahmen der Klimafolgenanpassung wird weiterhin empfohlen, mit dem Winzerhof Gussek in Kontakt zu treten und die Betroffenheit der angebauten Rebsorten durch den Klimawandel zu eruieren und Möglichkeiten eines Agri-Photovoltaik Modellprojektes abzustimmen. Im Rahmen einer ersten Potenzial-

abschätzung könnten auf der Anbaufläche ca. 1.000 MWh/a Solarstrom erzeugt und gleichzeitig die Weinreben vor Klimarisiken geschützt werden (Abschnitt 3.5.5, Maßnahmenkatalog, Maßnahme GBI 08)

Für eine klimafreundliche und sichere Wärmeversorgung ist die Erweiterung des bestehenden Fernwärmenetzes eine essenzielle Maßnahme. Die Anbindung weiterer Gebäude – insbesondere der Wohnungswirtschaft - an das Netz sollte konsequent vorangetrieben werden, um fossile Brennstoffe schrittweise zu ersetzen und die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wärmeversorgung zu senken. Dabei gilt es, erneuerbare Energien in die Fernwärmeerzeugung zu integrieren. Um die Akzeptanz und Nutzung des Netzes zu erhöhen, sind begleitende Informationsangebote erforderlich, die die Vorteile eines Fernwärmeanschlusses für Bürgerinnen und Bürger verdeutlichen. Eine detaillierte Ausführung zur Erweiterung des Fernwärmenetzes findet sich in Kapitel 5.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Förderung nachhaltiger Mobilitätskonzepte (Kapitel 3.4). Die bestehende Infrastruktur für Rad- und Fußverkehr sollte weiter ausgebaut und durchgängige, sichere Verbindungen geschaffen werden (insb. Nord-Süd Achse und ein alternativer Radweg zur Innenstadt). Neben einer besseren Vernetzung des Radwegenetzes sind Maßnahmen zur Attraktivierung der Fußwege essenziell, um den nicht-motorisierten Verkehr zu fördern. Gleichzeitig sollte der Ausbau der Ladeinfrastruktur für E-Mobilität vorangetrieben und Carsharing-Angebote, insbesondere mit Elektrofahrzeugen, gestärkt werden. Durch die Etablierung von Mobilitätsstationen an zentralen Punkten des Stadtteils (bspw. an Parkplätzen der Wohnungswirtschaft) kann eine Verknüpfung verschiedener Mobilitätsformen – beispielsweise ÖPNV, Radverkehr und Carsharing – geschaffen werden, um nachhaltige Alternativen attraktiver zu machen.

Zusätzlich zu Maßnahmen im Bereich Energie und Mobilität ist es unerlässlich, die Stadt auf die Herausforderungen des Klimawandels vorzubereiten. Dazu gehören eine verbesserte Regenwasserbewirtschaftung, um Starkregenereignissen vorzubeugen, sowie die verstärkte Begrünung von Gebäuden und Freiflächen. Insbesondere Dach- und Fassadenbegrünungen können helfen, das Mikroklima zu verbessern, die Hitzebelastung zu reduzieren und einen Beitrag zur Artenvielfalt zu leisten. Gleichzeitig sollten Maßnahmen zur Entsiegelung von Flächen und die Schaffung zusätzlicher Grünzonen verfolgt werden, um Hitzeinseln im Stadtgebiet zu minimieren und eine bessere Wasseraufnahme des Bodens zu gewährleisten. Potenziale und Maßnahmen hierzu finden sich in Abschnitt 3.5.

Die erfolgreiche Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert eine flankierende Öffentlichkeitsarbeit. Informationskampagnen und Mitmachaktionen sind wichtige Werkzeuge, um die Bevölkerung für die Themen Energieeinsparung, nachhaltige Mobilität und Klimafolgenanpassung zu sensibilisieren. Formate wie Vortragsveranstaltungen, Beratungsangebote oder Aktionstage können Bürgerinnen und Bürger aktiv einbinden und das Bewusstsein für nachhaltige Quartiersentwicklung schärfen. Um eine breite Akzeptanz und Unterstützung der Maßnahmen zu erreichen, ist darüber hinaus eine enge Einbindung der Anwohnerinnen und Anwohner notwendig. Partizipative Formate wie Bürgerdialoge, Workshops oder Online-Plattformen sollten etabliert werden, um den Bürgern Mitgestaltungsmöglichkeiten zu bieten und ihre Anliegen in den Entwicklungsprozess einfließen zu lassen.

Durch die konsequente Umsetzung dieser Handlungsempfehlungen kann das Quartier Naumburg (West) zu einem Vorreiter für nachhaltige Quartiersentwicklung werden. Die Verknüpfung von energetischer Sanierung, erneuerbarer Energieerzeugung, nachhaltiger Mobilität und Klimafolgenanpassung schafft nicht nur eine lebenswertere Umgebung für die Bürgerinnen und Bürger, sondern trägt auch aktiv zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. Die enge Zusammenarbeit zwischen Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und der Bevölkerung spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Ein langfristiges Engagement und eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Maßnahmen sind erforderlich, um den Wandel hin zu einem energieeffizienten, klimafreundlichen und zukunftsfähigen Stadtteil erfolgreich zu gestalten.

## 12 Literaturverzeichnis

Bundesagentur für Arbeit (BA). (16. 11 2023). *Bundesagentur für Arbeit Pendleratlas*. Von <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Statistiken/Pendleratlas/Pendleratlas-Nav.html> abgerufen

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (2021). *Bundesförderung für effiziente Gebäude*. Von [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/Foerderprogramm\\_im\\_Ueberblick/foerderprogramm\\_im\\_ueberblick\\_node.html;jsessionid=F57BDB092F8BA931859AF6054B09BF73.2\\_cid371](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html;jsessionid=F57BDB092F8BA931859AF6054B09BF73.2_cid371) abgerufen

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. (2021). *Marktstammdatenregister*. Von <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheit/enuebersicht#stromerzeugung> abgerufen

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Hrsg.). (2024). Abgerufen am 01. 06 2024 von <https://networks-group.de/de/networks-4/infokarten.html>

ECO STOR GmbH. (2024). *eco-stor*. Abgerufen am 06. 11 2024 von <https://www.eco-stor.de/de/investment/Projekt%20Bollingstedt>

Erdanker-Systeme, P. (Hrsg.). (o. A.). *Erdverankerungssysteme Für Photovoltaik-Anwendungen*. Von <https://platipus.de/wp-content/uploads/2019/01/Platipus-Erdverankerungssysteme-fur-Photovoltaik-Anwendungen.pdf> abgerufen

Europäische Kommission. (2019). *Langfristige Strategie – Zeithorizont 2050*. Von [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_de](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_de) abgerufen

ewz Elektrizitätswerk der Stadt Zürich. (2024). *pwernewz Wärme- und Kälteversorgung*. Abgerufen am 17. 10 2024 von [https://www.powernewz.ch/rubriken/waerme-und-kaelteversorgung/seewasserverbund-bahnhofstrasse/#In-Zuerich\\_erprobt](https://www.powernewz.ch/rubriken/waerme-und-kaelteversorgung/seewasserverbund-bahnhofstrasse/#In-Zuerich_erprobt)

EY GmbH & Co. KG. (12. 04 2023). *EY CO2-Preisentwicklung im EU ETS – was Unternehmen jetzt beachten müssen*. Abgerufen am 18. 10 2024 von [https://www.ey.com/de\\_de/decarbonization/eu-ets-wie-stark-steigen-die-co-preise-bis-2030](https://www.ey.com/de_de/decarbonization/eu-ets-wie-stark-steigen-die-co-preise-bis-2030)

FIZ Karlsruhe. (kein Datum). Von <https://www.fiz-karlsruhe.de/> abgerufen

GmbH, S. R. (Hrsg.). (02 2021). *Freifächensysteme Übersicht Solar-Montagesysteme. SL Rack Schletter Ludwig, Ausgabe 2/2021*. Abgerufen am 19. 10 2024 von

[https://www.sl-rack.com/wp-content/uploads/2021/04/SL\\_Rack\\_Uebersicht\\_Freiflaechensysteme\\_V10\\_DE.pdf](https://www.sl-rack.com/wp-content/uploads/2021/04/SL_Rack_Uebersicht_Freiflaechensysteme_V10_DE.pdf)

Green Innovations GmbH. (2024). *Green Innovations GmbH*. Von <https://green-innovations-gmbh.de/> abgerufen

Hegger, M., & Dettmar, J. (2014). Energetische Stadtraumtypen. 20; 139. (c. p. Begleitforschung EnEFF:Stadt, Hrsg.) Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Hovath & Partners, & Statista 2024. (2024). Abgerufen am 20. 12 2024 von [http://emvg.energie-und-management.de/filestore/newsimgorg/Statista-Grafiken/Diverse\\_2024/statistic\\_id534429\\_weltweite-preise-fuer-lithium-ionen-akkus-bis-2025.orig.pdf](http://emvg.energie-und-management.de/filestore/newsimgorg/Statista-Grafiken/Diverse_2024/statistic_id534429_weltweite-preise-fuer-lithium-ionen-akkus-bis-2025.orig.pdf)

Institut für Energie- und Umweltforschung; Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung; Prognos AG; Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung mbH. (26. 07 2018). [www.ifeu.de](http://www.ifeu.de). Von [https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/NKI\\_Endbericht\\_2011.pdf](https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/NKI_Endbericht_2011.pdf) abgerufen

Institut Wohnen und Umwelt (IWU). (2018). *Datenbasis Gebäudebestand, Datenerhebung zur energetischen Qualität zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand*. Darmstadt.

Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt. (17. Juli 2023). *Straßenverkehrszählung 2021 in Sachsen-Anhalt*. Abgerufen am 20. September 2024 von Methodik und Ergebnisse: [https://lsbb.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/Landesbetriebe/LSBB/Service/Strassenverkehrszaehlungen/2023-07-17\\_Strassenverkehrszaehlung\\_2021\\_in\\_Sachsen-Anhalt.pdf](https://lsbb.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/Landesbetriebe/LSBB/Service/Strassenverkehrszaehlungen/2023-07-17_Strassenverkehrszaehlung_2021_in_Sachsen-Anhalt.pdf)

licht.de – eine Brancheninitiative des Verbands der Elektro- und Digitalindustrie ZVEI e. V. (2023). *Licht.de - Lichtthemen / Licht und Umwelt / Artenschutz*. Von <https://www.licht.de/de/lichtthemen/licht-und-umwelt/artenschutz> abgerufen

Mitteldeutscher Verkehrsverbund GmbH (MDV). (10. Dezember 2023). *Fahrplansuche nach Linien*. Abgerufen am 31. August 2024 von <https://www.mdv.de/karten-plaene/nach-linien/>

- MVV Energie AG. (o. A.). *R(h)ein mit der Wärme MVV nimmt erste Flusswärmepumpe in Mannheim in Betrieb*. Abgerufen am 02. 12 2024 von <https://www.mvv.de/ueberuns/unternehmensgruppe/mvv-umwelt/aktuelle-projekte/mvv-flusswaermepumpe>
- PENDLA GmbH. (2024). *Pendleratlas*. Abgerufen am 25. Juli 2024 von Naumburg (Saale): <https://pendleratlas.de/sachsen-anhalt/burgenlandkreis/naumburg-saale/>
- Pietzcker, R., Feuerhahn, J., Haywood, L., & et. al. (2021). *Notwendige CO<sub>2</sub>-Preise zum Erreichen des europäischen Klimaziels 2030*. Potsdam: Kopernikus-Projekt Ariadne Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Von [https://www.kopernikus-projekte.de/lw\\_resource/datapool/systemfiles/cbox/1828/live/lw\\_datei/2021\\_11\\_ariadne\\_hintergrund\\_co2-preisentwicklung\\_november21.pdf](https://www.kopernikus-projekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/1828/live/lw_datei/2021_11_ariadne_hintergrund_co2-preisentwicklung_november21.pdf) abgerufen
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) e. V. (21. 04 2021). *Solarzellen sind ansteckend – auf gute Weise: Studie*. Von <https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/solarzellen-sind-ansteckend-auf-gute-weise-studie> abgerufen
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung. (2019). *Klimaschutzprogramm 2030*. Abgerufen am 2021 von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzprogramm-2030-1673578>
- Prognos, e. g. (2014). *Entwicklung der Energiemärkte - Energiereferenzprognose*.
- PVG Burgenlandkreis. (17. Mai 2023). *Netz- und Übersichtspläne*. Abgerufen am 24. September 2024 von Naumburg: <https://www.pvg-burgenlandkreis.de/de/fahrplaene/netz-und-uebersichtsplaene>
- PVG Burgenlandkreis. (17. Mai 2023). *Netz- und Übersichtspläne*. Abgerufen am 24. September 2024 von Umgebungsplan - Naumburg Busbahnhof bzw. Citybusstop: <https://www.pvg-burgenlandkreis.de/de/fahrplaene/netz-und-uebersichtsplaene>
- PVG Burgenlandkreis. (22. Juni 2023). *Wir über uns*. Abgerufen am 20. September 2024 von Fakten und Zahlen: <https://www.pvg-burgenlandkreis.de/de/wir-ueber-uns/fakten-und-zahlen>
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik*. (kein Datum).



- Ritter Solartechnik GmbH & Co. KG. (2024). *Ritter xl Solar*. Abgerufen am 06. 11 2024 von <https://www.ritter-xl-solar.de/es-geht-auch-ohne-eeg-solarthermie-ueberzeugt-mit-effizienz/>
- Saisonalspeicher. (2024). *Saisonalspeicher*. Abgerufen am 07. 11 2024 von <https://www.saisonalspeicher.de>
- Saisonalspeicher. (2024). *Saisonalspeicher Projekte in Europa*. Abgerufen am 17. 10 2024 von <https://www.saisonalspeicher.de/home/projekte/projekte-in-europa/dronninglund/>
- Schmitt, T., Krüger, M., Pfister, A., Becker, M., Mudersbach, C., Fuchs, L., Hoppe, H. & Lakes, I. (2018). Einheitliches Konzept zur Bewertung von Starkregenereignissen mittels Starkregenindex. *Korrespondenz Abwasser, Abfall 2018 (65) · Nr. 2*, S. 113-120.
- Snow Leopard Projects GmbH. (2024). *Snow Leopard Projects GmbH Startseite*. Abgerufen am 04. 08 2024 von <https://snow-leopard-projects.com/impressum/>
- Solarwatt GmbH. (18. 10 2024). *Solarwatt*. Abgerufen am 06. 11 2024 von <https://www.solarwatt.de/ratgeber/photovoltaik-kosten>
- Solites. (2024). *solites.de*. Von <https://www.solites.de/> abgerufen
- Stadt Naumburg (Saale). (Januar 2020). *Einwohnerzahlen und ihre Entwicklung*. Abgerufen am 27. August 2024 von <https://www.naumburg.de/de/einwohner/einwohnerzahlen-und-ihre-entwicklung.html>
- Stadt Naumburg (Saale). (2024). *Ortsteile der Stadt Naumburg (Saale)*. Abgerufen am 26. August 2024 von <https://www.naumburg.de/de/neue-seite-1581947209.html>
- Stadt Naumburg (Saale). (2024). *Wirtschaft*. Abgerufen am 26. August 2024 von Das Territorium der Stadt Naumburg: <https://www.naumburg.de/de/gebiet.html>
- Stadtwerke Lemgo: KWK-Hochtemperaturwärmepumpe und iKWK [B.KWK-Kongress 2020]* (2021). [Kinofilm]. Abgerufen am 02. 12 2024 von <https://www.youtube.com/watch?v=CyGixC21pPI>
- Statistik der Bundesagentur für Arbeit (BA). (Juni 2023). *Pendler*. Abgerufen am 25. Juli 2024 von Jahresdaten zu Ein- und Auspendlern für Kreise und Gemeinden in Deutschland: <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive->

Statistiken/Pendler/Pendler-

Nav.html?Thema%3DEinpendler%26DR\_Land%3D15000000%26DR\_Kreis%3D15084%26DR\_Gemeinde%3D15084355%26DR\_Gebiete%3Dall%26toggleswitch%3D1

Statistische Ämter des Bundes und der Länder. (2023). *Regionaldatenbank Deutschland*. Von <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online> abgerufen

Statistisches Bundesamt. (4. 12 2023). *Mikrozensus - Haushalte und Familien, Erstergebnisse 2022, Tab 12211-08*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200374/umfrage/anzahl-der-haushalte-in-deutschland-im-jahr-2010-nach-bundeslaendern/> abgerufen

Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt. (12. Dezember 2023). *Die Datenbank des Statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt*. Abgerufen am 25. Juli 2024 von Tabelle "Bevölkerung am 31.12. nach Geschlecht in den Gemeinden": <https://genesis.sachsen-anhalt.de/genesis/online?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1721915607295&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=12411-0001&auswahltext=>

topographic-map.com. (01 2024). Von <https://de-de.topographic-map.com/map-95z57/Deutschland/?center=49.1878%2C7.62318&zoom=16&popup=49.18723%2C7.62375> abgerufen

topographic-map.com. (2024). *topographic-map.com*. Abgerufen am 29. Juli 2024 von <https://de-de.topographic-map.com/>

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (27. 11 2023). *VDI Erdwärme vom Acker Bringt Agrothermie die Wärmewende?* Abgerufen am 17. 12 2024 von <https://www.vdi.de/news/detail/bringt-agrothermie-die-waermewende>

Verified Market Reports. (kein Datum). *Globaler Holzchipsmarkt für Typ (weiche Holzspäne, Hartholz -Chips), nach Anwendung (CHP/ Distriktheizung, Heizung in Wohngebäuden/ Gewerbe), nach geografischem Umfang und Prognose*. Abgerufen am 05. 01 2025 von <https://www.verifiedmarketreports.com/de/product/wood-chips-market/>

Wikipedia. (2021). *Städtebauliche Sanierungsmaßnahme*. Von  
[https://de.wikipedia.org/wiki/St%C3%A4dtebauliche\\_Sanierungsma%C3%9Fnahme](https://de.wikipedia.org/wiki/St%C3%A4dtebauliche_Sanierungsma%C3%9Fnahme)  
abgerufen

Wikipedia. (2024). *Wikipedia Wärmeverbund Marstal*. Abgerufen am 02. 12 2024 von  
[https://de.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rmeverbund\\_Marstal](https://de.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rmeverbund_Marstal)

WWF. (2009). *Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050 - vom Ziel her denken*.

## 13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Lage der Stadt Naumburg (Saale) im Burgenlandkreis .....	2
Abbildung 1-2: Arbeitspakete des integrierten Quartierskonzeptes .....	4
Abbildung 2-1: Quartiersabgrenzung .....	7
Abbildung 2-2: Gebäudefunktionen im Quartier .....	8
Abbildung 2-3: Baualter der Gebäude im Quartier (Zensus).....	10
Abbildung 2-4: Altersverteilung der Wohngebäude .....	11
Abbildung 2-5: Bundessprachenamt (denkmalgeschütztes, historisches Gebäude) .....	12
Abbildung 2-6: Ausschnitt aus dem Denkmalinformationssystem Sachsen-Anhalt .....	13
Abbildung 2-7: Typische Gebäude im Quartier .....	16
Abbildung 2-8: Gebäude des energetischen Stadtraumtyp EST1 im Quartier .....	18
Abbildung 2-9: Gebäude des energetischen Stadtraumtyp EST2 im Quartier .....	19
Abbildung 2-10: Gebäude des energetischen Stadtraumtyp EST3 im Quartier .....	20
Abbildung 2-11: Beispiel für energetischen und gestalterischen Handlungsbedarf im Quartier (Stadtverwaltung Naumburg, kommunale Dienstleistungen) .....	20
Abbildung 2-12: Gebäude mit PV-Anlage im Quartier.....	21
Abbildung 2-13: Verteilung des Gesamtenergieverbrauchs.....	23
Abbildung 2-14: Verteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren .....	25
Abbildung 2-15: Abwasserzweckverband Naumburg.....	27
Abbildung 2-16: Altersstruktur der Bevölkerung im Quartier im Vergleich zum Bundesland und der Bundesrepublik Deutschland .....	29
Abbildung 2-17: Bevölkerungsentwicklung in Naumburg Südwest seit 2014 (DSK, Datengrundlage Einwohnermeldeamt 2024).....	30

Abbildung 2-18: Bevölkerungspyramide Naumburg Südwest (DSK auf Datenbasis Einwohnermeldeamt Naumburg (Saale)).....	30
Abbildung 2-19: Bevölkerungsprognose Naumburg (Saale) bis 2035 (DSK).....	31
Abbildung 2-20: Ausschnitt der topografischen Lage des Quartiers .....	33
Abbildung 2-21: Liniennetzplan der Stadt Naumburg.....	37
Abbildung 2-22 Quartier Naumburg (Nord), Ergebnisse aus einem Experteninterview. ....	41
Abbildung 2-23 Quartier Naumburg (Süd), Ergebnisse aus einem Experteninterview .....	42
Abbildung 2-24 Legenden Starkregen: Überflutungstiefen, Fließrichtungen und Fließgeschwindigkeiten .....	44
Abbildung 2-25 Ausschnitt der Starkregengefahrenkarte Quartier Naumburg (West) mit Fließrichtung und Wassertiefe.....	45
Abbildung 2-26 Hochwassergefahrenkarte HQ 100, Ausschnitt Naumburg .....	46
Abbildung 2-27 Ausschnitt (Am Holländer und Teufelsgraben) der Starkregengefahrenkarte mit Wassertiefe.....	47
Abbildung 2-28 Ausschnitt (Am Holländer und Teufelsgraben) der Starkregengefahrenkarte mit Fließrichtung sowie -geschwindigkeit. ....	48
Abbildung 2-29 Ausschnitt (Euroville und Bulabana) der Starkregengefahrenkarte Naumburg mit Wassertiefe.....	48
Abbildung 2-30: Ausschnitt (Euroville und Bulabana) der Starkregengefahrenkarte mit Fließrichtung sowie -geschwindigkeit.....	49
Abbildung 3-1: Aufteilung des Nutzenergieverbrauchs privater Haushalte .....	52
Abbildung 3-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude .....	53
Abbildung 3-3: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern bis 2045 – Realistisches Szenario .....	54
Abbildung 3-4: Anteile Nutzenergie am Stromverbrauch .....	55

Abbildung 3-5: Anteile Nutzenergie am Energieverbrauch im Bereich GHD .....	57
Abbildung 3-6: Kennwertevergleich der kommunalen Gebäude .....	60
Abbildung 3-7: Mögliche Anlagenleistung pro Gebäude .....	64
Abbildung 3-8: Zuteilung der Beleuchtungspflicht .....	68
Abbildung 3-9: Insektenflug an unterschiedlichen Lichtquellen.....	69
Abbildung 3-10: Radwegeinfrastruktur im Quartier Naumburg .....	71
Abbildung 3-11: Radwegeinfrastruktur im Quartier Naumburg .....	72
Abbildung 3-12: Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung .....	83
Abbildung 3-13: Übersicht der Wärmeerzeuger im Quartier Naumburg .....	84
Abbildung 3-14: Energiebilanz des Quartiers Naumburg nach Energieträgern und Verbrauchssektoren .....	85
Abbildung 3-15: Treibhausgasemissionen des Quartiers Naumburg 2021 .....	86
Abbildung 3-16: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2045.....	89
Abbildung 3-17: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 .....	90
Abbildung 3-18: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung des Entwicklungsszenarios im Jahr 2045 .....	92
Abbildung 3-19: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung.....	93
Abbildung 3-20: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2045.....	95
Abbildung 3-21: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 .....	97
Abbildung 3-22: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung des Entwicklungsszenarios im Jahr 2045 .....	98



Abbildung 3-23: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung.....	99
Abbildung 3-24: Entwicklungsprognose der regenerativen Stromversorgung in den beiden Szenarien .....	100
Abbildung 3-25: Entwicklungsprognose der regenerativen Stromversorgung in den beiden Szenarien .....	101
Abbildung 5-1: Übersicht des Quartiers Naumburg West um das Wärmenetz Flemminger Weg .....	106
Abbildung 5-2: Übersicht des Wärmenetzes im Gebiet Bulabana und Euroville (Gebiet A)	107
Abbildung 5-3: Übersicht des Wärmenetzes im Teilgebiet B im Bereich am Holländer .....	108
Abbildung 5-4: Gebiet C mit potenziellen Anschlussnehmern für eine Wärmenetzerweiterung .....	113
Abbildung 5-5: Gebiet D mit potenziellen Anschlussnehmern für eine Wärmenetzerweiterung .....	114
Abbildung 5-6: Übersicht der Wärmeerzeuger in den Wärmenetzen Flemminger Weg, Euroville und am Hohen Stein.....	116
Abbildung 5-7: Strompreisentwicklung 2021 bis 2024 .....	116
Abbildung 5-8: Stundengenauer Gasverbrauch der Liegenschaft Landesschule Schulpforta 2018 und 2019 .....	121
Abbildung 5-9: Vorlauftemperaturen im Heizhaus des Wärmenetzes Flemminger Weg .....	124
Abbildung 5-10: Rücklauftemperaturen im Heizhaus des Wärmenetzes Flemminger Weg.	125
Abbildung 5-11: Differenz der Rücklauftemperaturen zwischen dem Bulabana und dem Heizhaus des Wärmenetzes Flemminger Weg .....	125
Abbildung 5-12: Gebiet A mit zusätzlichen Bezeichnungen der Netzabschnitte .....	128
Abbildung 5-13: Gebiet B mit zusätzlichen Bezeichnungen der Netzabschnitte .....	128

Abbildung 5-14: Gebiet C mit zusätzlichen Bezeichnungen der Netzabschnitte.....	129
Abbildung 5-15: Gebiet D mit zusätzlichen Bezeichnungen der Netzabschnitte.....	130
Abbildung 5-16: Stundenlastprofil des finalen Wärmenetzes im Quartier Naumburg West mit dem Wärmenetz Flemminger Weg, dem Euroville, dem Bundessprachenamt und den weiteren Wohnblöcken.....	136
Abbildung 5-17: aktuelles BGA - Schema .....	138
Abbildung 5-18: Erhöhung des Fermenter-Volumens und der Gasproduktion um 50 % an der BGA in Flemmingen .....	139
Abbildung 5-19: Preisentwicklung bei Stromspeichern .....	139
Abbildung 5-20: Solarthermie-Anlagen an Wärmenetzen in Norddeutschland, Stand Juni 2023 (orange. fertiggestellt, grau. in Umsetzung) .....	142
Abbildung 5-21: Solarthermie – Großanlage mit dem Flakuum - System in Wolmirstedt ....	143
Abbildung 5-22: Speicherkosten in Abhängigkeit des Speichervolumens .....	144
Abbildung 5-23: Pyrolyse von Holzhackschnitzeln .....	146
Abbildung 5-24: Benutzeroberfläche des Simulationsprogrammes Polysun mit vier Kesseln, zwei Solarthermie - Kollektorfeldern, einem Wärmespeicher und dem Wärmenetz als Wärmeverbraucher.....	149
Abbildung 5-25: Definition des Standortes der HZ - 2 im Simulationsprogramm Polysun ...	150
Abbildung 5-26: Solarthermie - Feld - Erträge ausgewählter Kollektoren, bestehend aus Solar - Keymark - Werten und Solarnetz - Wärmeverlusten.....	151
Abbildung 5-27: Investitionskosten pro MWh / a in Abhängigkeit des Solarthermie - Anteils bei verschiedenen Kollektortypen .....	158
Abbildung 5-28: Schema einer Solarthermie-Anlage des Flakuum-Systems mit einer Kollektorfläche von ca. 8.000 m <sup>2</sup> auf einem 45 ° nach Westen ausgerichteten Grundstück	159

Abbildung 5-29: Verschattung einer Solarthermie – Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 8.000 m <sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 1.000 m <sup>3</sup> .....	160
Abbildung 5-30: Lastprofil des Wärmenetzverbrauchs und der Wärmeerzeugung einer Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von ca. 8.000 m <sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 1.000 m <sup>3</sup> .....	161
Abbildung 5-31: Stagnationsereignisse und Defizite der Wärmeerzeugung mittels Solarthermie beim Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von ca. 8.000 m <sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 1.000 m <sup>3</sup> .....	162
Abbildung 5-32: Lastprofil des Wärmenetzverbrauchs und der Wärmeerzeugung einer Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m <sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m <sup>3</sup> .....	163
Abbildung 5-33: Stagnationsereignisse und Defizite der Wärmeerzeugung mittels Solarthermie beim Flakuum-System mit einer Kollektorfläche von ca. 10.640 m <sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m <sup>3</sup> .....	164
Abbildung 5-34: Monatlicher Wärmebedarf und Wärmeerzeugung bei der Variante einer Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m <sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m <sup>3</sup> .....	165
Abbildung 5-35: Wärmebedarf des Wärmenetzes und Wärmeerzeugung im Januar .....	167
Abbildung 5-36: Module der BEW - Förderung (Quelle: Hochschule Trier – Institut für angewandtes Stoffstrommanagement - IfaS) .....	177
Abbildung 5-37: Zulässige Brennstoffe (Biomasse) für Biomassefeuerungsanlagen nach BEW .....	178
Abbildung 5-38: Entwicklung des Einkaufspreises von Energieträgern und der CO <sub>2</sub> - Abgabe .....	181
Abbildung 5-39: Kostenanteile der Wärmeerzeugung mit Erdgas .....	182
Abbildung 5-40: Kostenanteile der Wärmeerzeugung durch Holzverbrennung .....	183
Abbildung 5-41: Kostenanteile der Wärmeerzeugung mittels Solarthermie .....	184

Abbildung 5-42: Kostenvergleich der Wärmepreise nach Energieträgern mit 40 % Investitionskostenförderung .....	184
Abbildung 5-43: Kostenvergleich der Wärmepreise nach Energieträgern ohne Investitionskostenförderung .....	185
Abbildung 5-44: Potenzielle Flächen für den Aufbau einer Solarthermie - Anlage, eines Großwärmespeichers (und eines Saisonalspeichers).....	187
Abbildung 5-45: alternative Trassenführung zur Anbindung eines Hackschnitzelheizwerkes, einer Solarthermie - Anlage und von Wärmespeichern.....	187
Abbildung 5-46: Aufständigung von Kollektor - Tischen mit Rammpfosten - Elementen.....	188
Abbildung 5-47: Erdanker - System von Platipus zur Verbindung Kollektortische und Erdröhr .....	188
Abbildung 5-48: Befestigung eines Kollektortisch mit 26,6 m <sup>2</sup> Kollektorfläche der Solarthermie - Anlage in Wolmirstedt mit einem Erdanker.....	189
Abbildung 8-1: Übersicht Controlling-System.....	197
Abbildung 8-2: Aufgabenbereiche des Sanierungsmanagements .....	199
Abbildung 8-3: Beispiel Inhaltsverzeichnis Kurzbericht.....	200
Abbildung 10-1: Aufteilung der Geltungs- und Förderbereiche der Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG).....	209

## 14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Baudenkmale im Quartier.....	12
Tabelle 2-2: Verbräuche und Kennwerte der kommunalen Gebäude .....	24
Tabelle 2-3 Legende Desaster und Lösungsvorschläge .....	40
Tabelle 3-1: Beispielhafte Berechnung der Energieeinsparung durch Leuchtmitteltausch ....	56
Tabelle 3-2: Einsparpotenziale der privaten Haushalte.....	56
Tabelle 3-3: Einsparpotenziale Gewerbe, Handel und Dienstleistungen .....	59
Tabelle 3-4: Einsparpotenziale Liegenschaften .....	60
Tabelle 3-5: Zusammenfassung der Energieeinsparpotenziale .....	61
Tabelle 3-6: Photovoltaik im Quartier .....	63
Tabelle 3-7: Solarthermie im Quartier .....	65
Tabelle 3-8: Ausbau der Potenziale im Strombereich bis zum Jahr 2045.....	88
Tabelle 3-9: Ausbau der Potenziale im Wärmebereich bis zum Jahr 2045.....	90
Tabelle 3-10: Ausbau der Potenziale im Strombereich bis zum Jahr 2045.....	94
Tabelle 3-11: Ausbau der Potenziale im Wärmebereich bis zum Jahr 2045.....	96
Tabelle 4-1:Übersicht Projektskizzen .....	103
Tabelle 5-1:Übersicht der Wärmeverbräuche und Anschlussleistungen der Anschlussnehmer des Wärmenetzes Flemminger Weg als Mittelwert der Jahre 2017 bis 2019 .....	109
Tabelle 5-2: Straßen zur Anbindung von Schulen, dem Bundessprachenamt und von Gebäuden mit einem Gasverbrauch von mehr als 60 MWh / a, die beim Ausbau des Wärmenetzes nicht weiter berücksichtigt werden .....	110
Tabelle 5-3: Erzeugung, Verbrauch und Netzverlust des Wärmenetz Flemminger Weg, Mittelwert der Jahre 2017 bis 2019 .....	117

Tabelle 5-4: monatliche Wärmeerzeugung in den Wärmenetzen Flemminger Weg und Euroville, Mittelwert der Jahre 2017 bis 2019 .....	118
Tabelle 5-5: monatliche Wärmeerzeugung in den Wärmenetzen Flemminger Weg und Euroville im Jahr 2023.....	118
Tabelle 5-6: potenzielle Wärmeerzeugung mittels Biogas - BHKW - Wärme im Wärmenetz Flemminger Weg im Jahr 2024 .....	120
Tabelle 5-7: prozentuale Monatswerte des Lastprofiles Schulpforta und Monatswerte des Bundessprachenamte .....	122
Tabelle 5-8: Auszug der Monatsverbräuche der Hausanschlussstationen der Wohnblöcke des Wärmenetzes Flemminger Weg im Jahr 2023 .....	122
Tabelle 5-9: prozentualer Monatsverbrauch und Mittelwert aktueller Gebäude am Wärmenetz im Jahr 2023.....	123
Tabelle 5-10: prozentuale Monatswerte des Lastprofiles der Hausanschlussstationen (HAST) des Wärmenetzes Flemminger Weg und Monatswerte neuer Wohnblöcke .....	123
Tabelle 5-11: Anschlussleistungen der Anschlussnehmer und der Netzverluste.....	127
Tabelle 5-12: Wärmeverluste pro m Rohr verschiedener Dimensionen und Dämmstärken	131
Tabelle 5-13: Kosten der Wärmenetzverlegung der Haupttrassen, Anschlussleitungen und Innenverlegung zur HAST .....	131
Tabelle 5-14: Zusammenfassung der Trassenberechnung der Wärmenetzerweiterung und Anbindung einer Heizzentrale, einer Solarthermie - Anlage und eines Wärmespeichers....	133
Tabelle 5-15: Wärmepreisberechnung des Netzausbaus .....	134
Tabelle 5-16: Monatswerte des finalen Wärmenetzes mit den 47 Anschlussnehmern für die Energiemengensimulation und erneuerbare Wärme des Biogas – BHKW .....	135
Tabelle 5-17: Ergebnisse der Simulation der Solarthermie - Erträge in Abhängigkeit der Wärmespeichergröße.....	155



Tabelle 5-18: Investitionskosten und Kosten pro Energiemenge für verschiedene Solarthermie - Anlagen mit Wärmespeicher .....	156
Tabelle 5-19: Auszug des Berechnungsmoduls zur Ermittlung der Reihenverschattung ....	159
Tabelle 5-20: Monatlicher Wärmebedarf und monatliche Wärmeerzeugung bei der Variante der Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m <sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m <sup>3</sup> .....	165
Tabelle 5-21: Zusammenfassung des Wärmenetzbedarfs und der Wärmeerzeugungsanteile bei der Variante der Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m <sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m <sup>3</sup> .....	166
Tabelle 5-22: Energieträgereinsatz in den Verbrennungseinheiten bei der Variante der Solarthermie - Anlage mit dem Flakuum - System mit einer Kollektorfläche von 10.640 m <sup>2</sup> und einem Wärmespeicher mit einem Volumen von 3.000 m <sup>3</sup> .....	166
Tabelle 5-23: Energiemengen und CO <sub>2</sub> - Emissionen umgerechnet auf ein Äquivalent und Einsparung der Emissionen .....	166
Tabelle 5-24: Solarthermie - Erträge verschiedener Kollektoren mit einer Erweiterung der Wärmespeicherung mit einem Saisonalwärmespeicher mit einem Volumen von 10.000 m <sup>3</sup> bei einer Vorlauftemperatur des Wärmenetzes von 65 °C oder 75 °C und einer Rücklauftemperatur von 45 °C oder 65 °C.....	170
Tabelle 5-25: Steigerung der erneuerbaren Wärme und Reduzierung der Wärme des Gaskessels durch Optimierungen im Szenario 2040 bis 2045.....	175
Tabelle 5-26: Energieträgereinsatz inklusive der Wirkungsgrade der Verbrennungseinheiten .....	175
Tabelle 5-27: Zusammenfassung des Wärmebedarfs und der Erzeugungsanteile im Szenario 2040 bis 2045.....	176
Tabelle 5-28: Berechnungsparameter der Wirtschaftlichkeit.....	179
Tabelle 5-29: Anteilige Investitionskosten von Komponenten, die verschiedenen Energieträgern zugeordnet werden.....	180

Tabelle 5-30: Zusammenfassung der Wärmepreise nach Energieträgern mit und ohne Förderung.....	186
Tabelle 6-1: Mitglieder der Steuerungsgruppe .....	190
Tabelle 6-2: Termine Steuerungsgespräche .....	191
Tabelle 6-3: Termine Akteursgespräche .....	191
Tabelle 7-1: Hemmnisse und deren Lösungsansätze .....	195
Tabelle 8-1: Geeignete Erfolgsindikatoren zu Handlungsfeldern aus dem Maßnahmenkatalog .....	198
Tabelle 9-1: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Sanierungsmaßnahmen im Quartier .....	202
Tabelle 9-2: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, klimagerechte Mobilität .....	203
Tabelle 9-3: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Wärme- und Effizienzmaßnahmen .....	204
Tabelle 9-4: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Grün-blaue Infrastruktur .....	205
Tabelle 9-5: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Allgemeine Maßnahmen .....	206
Tabelle 10-1: Überblick über die Fördersätze des BEG EM .....	210
Tabelle 10-2: BEG WG - Tilgungszuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Wohngebäuden. In Grün die Werte bei Erreichen der Erneuerbaren-Energien-Klasse.....	211
Tabelle 10-3: BEG WG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Wohngebäuden. Diese Konditionen sind ausschließlich für Kommunen verfügbar. In grün sind die Konditionen bei Erreichen der Erneuerbaren-Energien-Klasse dargestellt.....	212
Tabelle 10-4: BEG NWG - Tilgungszuschüsse zum Effizienzgebäude bei Sanierungen von Nichtwohngebäuden. In grün die Konditionen bei Erreichen der Erneuerbaren-Energien- oder Nachhaltigkeitsklasse .....	213

Tabelle 10-5: BEG NWG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Nichtwohngebäuden. In grün die Konditionen bei Erreichen der Erneuerbaren-Energien- oder Nachhaltigkeitsklasse. Diese Konditionen sind ausschließlich für Kommunen verfügbar....213