



Projektabschlussbericht

Kommunale **Wärmeplanung** der Stadt Florstadt.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum

Kommunale Wärmeplanung Stadt Florstadt

Auftraggeber: Stadt Florstadt, Freiherr-vom-Stein-Straße 1, 61197 Florstadt

Durchgeführt durch die BMU Energy Consulting GmbH und heatbrAln GmbH (Unterauftragnehmer)

Autoren:

Dr.-Ing Tobias Müller (BMU Energy Consulting GmbH)

Joel Weigel (BMU Energy Consulting GmbH)

Dr.-Ing Philip Groesdonk (heatbrAln GmbH)

Luis Blanco (heatbrAln GmbH)

Anschrift:

BMU Energy Consulting GmbH

Lise-Meitner-Straße 1-13

42119 Wuppertal

E-Mail: info@bmu-energy-consulting.de

Webseite: <https://bmu-energy-consulting.de/>

Datum:

Januar 2026

Titelbild-Bildnachweis:

Stadt Florstadt

Logo Stadt Florstadt:

Stadt Florstadt

Gender-Hinweis:

Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht in Teilen das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich auf alle Geschlechter.

Inhalt

Impressum.....	2
Inhalt.....	3
Kurzfassung.....	5
Abkürzungsverzeichnis.....	7
1 Einleitung.....	9
2 Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung.....	11
2.1 Projektablauf.....	11
2.2 Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung.....	11
2.3 Was kann von der kommunalen Wärmeplanung erwartet werden?.....	12
2.4 Gesetzliche Anforderungen.....	12
2.5 Detaillierte Analyse des Wärmebedarfes.....	18
2.6 Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung.....	23
2.7 Technologien zur klimaneutralen Wärmeerzeugung.....	30
2.8 Wärmenetze.....	39
3 Bestandsanalyse.....	41
3.1 Datengrundlage.....	41
3.2 Vorprüfung.....	41
3.3 Gebäudebestand und Netzinfrastrukturen.....	42
3.4 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren.....	47
3.5 Anzahl versorgter Gebäude.....	55
3.6 Heizungsalter.....	60
3.7 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher.....	63
3.8 Anteil der erneuerbaren Energien.....	66
3.9 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren.....	67
4 Potenzialanalyse.....	71
4.1 Ausschlussgebiete.....	71
4.2 Solare Potenziale.....	75
4.3 Gewässer.....	79
4.4 Abwasser aus Kanälen und Kläranlagen.....	83
4.5 Geothermie.....	86
4.6 Industrielle Abwärme.....	88
4.7 Biomasse.....	88
4.8 Luft-Wasser-Wärmepumpen.....	90
4.9 Kurzzusammenfassung der Potenzialanalyse.....	91

5	Entwicklung der Zielszenarien	93
5.1	Allgemeines	93
5.2	Grundlagen zum Technologiewechsel	93
5.3	Auswirkungen der Sanierung	95
5.4	Eignung der Gebäude für Wärmeversorgungstechnologien	98
5.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung potenzieller Wärmenetze	105
5.6	Zielszenarien	112
6	Maßnahmenkatalog	127
6.1	Machbarkeitsstudie Wärmenetze	127
6.2	Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung	130
6.3	Erstellung einer Beratungsplattform	131
6.4	Städtebauliche Sanierungsgebiete	132
6.5	Sanierungsberatung in Quartieren mit besonderem Sanierungsbedarf	134
6.6	Stromnetzplanung	135
6.7	Digitale Bürgerinformation über die Wärmewende	137
6.8	Jährliche Infoveranstaltungen mit den Bürgern und Stakeholdern	138
6.9	Regelmäßiger Stakeholderaustausch zur Wärmewende	139
6.10	Integrierte Tiefbauplanung	140
6.11	Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Wärmebedarfsreduktion kommunaler Liegenschaften und Umsetzung	141
6.12	Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung	143
7	Fokusgebiete der kommunalen Wärmeplanung	145
7.1	Fokusgebiet 1: Nieder- und Ober-Florstadt	145
7.2	Fokusgebiet 2: Stammheim	147
8	Verstetigungsstrategie und Controllingkonzept	150
8.1	Verstetigungsstrategie	150
8.2	Controllingkonzept	151
9	Öffentlichkeitsarbeit	154
9.1	Kommunikation	154
9.2	Austausch mit lokalen Stakeholdern	154
9.3	Austauschformate mit der Bürgerschaft	157
9.4	Bürgerumfrage	159
	Literaturverzeichnis	162
	Abbildungsverzeichnis	166
	Tabellenverzeichnis	169

Kurzfassung

Die Wärmewende ist eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung. Die kommunale Wärmeplanung ist die notwendige Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes und dient als Planungsgrundlage für die Stadt Florstadt zur Transformation des Wärmesektors. Von den etablierten öl- und flüssiggasbasierten Heizungen hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu gelangen, ist eine große Herausforderung. Für die Stadt Florstadt bedeutet das insbesondere die ölbasierten Heizungen zu ersetzen. Heizöl macht 76 % der Wärmeversorgung in Florstadt aus. Zusätzlich ist auch Flüssiggas eine etablierte Heizungslösung in Florstadt, welche 8 % des Wärmebedarfs in Florstadt deckt. Der Anteil erneuerbarer Energien in der Florstädter Wärmeversorgung durch die Nutzung von Biomasse und strombasierten Heizungen liegt im Status quo bei 14,2 %.

Um eine klimaneutrale Wärmeversorgung aufzubauen, sind die Optionen grundsätzlich begrenzt. Insbesondere elektrische Wärmepumpen (Luft-Wasser oder Sole-Wasser) und klimaneutrale Wärmenetze sind zukünftig die vielversprechendsten Versorgungsarten in Deutschland. Biomasse (z.B. Pellet oder biogenes Flüssiggas) kann hierbei als weitere Ergänzung dienen, muss jedoch ressourcenschonend eingeplant werden.

Aufgrund der weitestgehend losen Bebauung stellen die Platzverfügbarkeit für Außengeräte und deren Schallemissionen bei Luft-Wasser-Wärmepumpen in Florstadt keine nennenswerte Restriktion dar. Knapp 96 % der Gebäude sind aus Sicht der Schallemissionen und der Platzverfügbarkeit für Luft-Wasser-Wärmepumpen geeignet. Aufgrund geringer Wärmeleitfähigkeit der lokalen Böden sind jedoch nur 19 % der Florstädter Gebäude für Sole-Wasser-Wärmepumpen geeignet.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb eines zu bauenden Wärmenetzes ist eine entsprechend hohe Wärmebedarfsdichte notwendig. Gemäß des Wärmeabsatzes sind der Großteil des Stadtgebiets für Wärmenetze geeignet. In allen Stadtteilen von Florstadt konnten Eignungsgebiete für Wärmenetze identifiziert werden. Auf Seiten der Wärmequellen gibt es verschiedene Lösungsoptionen, um klimaneutrale Wärmenetze zu speisen. In Florstadt gibt es in der Nähe der Bebauung genügend Freiflächen, um Solarthermieanlagen oder zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen zu errichten. Ebenso kann die Nidda eine vielversprechende Wärmequelle darstellen. Dies gilt ebenso für die Kläranlage des Abwasserverbands Horlofftal, welche als potenzielle Wärmequelle für die Stadtteile Nieder- und Ober-Florstadt genutzt werden kann. Die lokalen Potenziale für Biomasse, insbesondere feste Biomasse, sind jedoch eher gering.

Wasserstoff soll in Deutschland aus volkswirtschaftlicher Sicht insbesondere im Industrie- und Mobilitätssektor eingesetzt werden, weshalb die Nutzung im Wärmesektor nur bei begünstigten lokalen Faktoren vorgesehen ist. Die Stadt Florstadt liegt nach aktuellem Stand nicht am geplanten Wasserstoffkernnetz. Ebenso ist die Stadt nur wenig industriell geprägt, sodass eine hohe Verfügbarkeit an Wasserstoff eher unwahrscheinlich ist. Auch die lokale Verteilnetzinfrastuktur für Wasserstoff liegt nicht vor. Auf Basis dieser Faktoren wurden keine Eignungsgebiete für Wasserstoff in Florstadt identifiziert.

Auf Basis der Erkenntnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Identifikation der Eignungsgebiete für dezentrale Wärmepumpen und klimaneutrale Wärmenetze wurde ein Hauptszenario für die Transformation des Wärmesektors aufgestellt. Das Szenario berücksichtigt den Neubau von einem großflächigen Wärmenetz in den Stadtteilen Nieder- und Ober-Florstadt. Im Zieljahr 2040 macht dieses Wärmenetz dann 18 % des Wärmebedarfs in Florstadt aus. Der Großteil der zukünftigen Wärmeversorgung wird jedoch über dezentrale Stromheizungen (insb. Luft-Wasser-Wärmepumpen) bereitgestellt. 57 % des Wärmebedarfs entfallen auf diese strombasierten Heizungen. Auch Biomasse wird mit 22 % eine wichtige Teillösung darstellen. Neben dem Wechsel auf eine klimaneutrale Heizung spielt auch die Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen eine wichtige Rolle in der Dekarbonisierung des Wärmesektors. Für Florstadt konnte ein Sanierungspotenzial von 35 % bezogen auf den Wärmebedarf identifiziert werden. Im gewählten Hauptszenario wird der Wärmebedarf durch Sanierung bis zum Zieljahr 2040 um 15 % reduziert.

Ergänzend zu dem Hauptszenario wurde ein Nebenszenario betrachtet, welches abweichend vom Hauptszenario auch die Inbetriebnahme eines Wärmenetzes im Stadtteil Stammheim vorsieht. Dieses Wärmenetz deckt in Kombination mit dem Wärmenetz in Nieder- und Ober-Florstadt dann im Zieljahr 2040 26 % des Florstädter Wärmebedarfs. Entsprechend sinkt der Anteil dezentraler Lösungsoptionen im Vergleich zum Hauptszenario. Dadurch sinkt ebenso der Bedarf an Sanierungsmaßnahmen leicht.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden zwölf Maßnahmen identifiziert, welche teilweise notwendig sind, um die Transformation des Florstädter Wärmesektors in Richtung der Klimaneutralität voranzutreiben, oder zumindest einen positiven Beitrag leisten können. Die Maßnahmen richten sich primär an die Stadt Florstadt selbst, aber auch weitere Stakeholder (z.B. den lokalen Stromnetzbetreiber oder potenzielle zukünftige Wärmenetzbetreiber) werden mit Maßnahmen adressiert. Eine prioritäre Maßnahme für eine erfolgreiche Wärmewende in Florstadt ist insbesondere die Erstellung einer Machbarkeitsstudie für das Wärmenetzeignungsgebiet Nieder- und Ober-Florstadt. Ebenso ist eine Dekarbonisierung der kommunalen Liegenschaften ein wichtiges Maßnahmenpaket für die Zukunft.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
a	Jahr
ALKIS	Amtliche Katasterdaten aus dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem
BauGB	Baugesetzbuch
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
°C	Grad Celsius
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ KostAufG	Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz
COP	Coefficient of Performance
ct	Cent
DDR	Deutsche Demokratische Republik
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare Energien-WärmeGesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energiesparverordnung
EnEG	Energieeinspargesetz
EPBD	EU-Gebäuderichtlinie
EPS	Polystyrol
EStG	Einkommensteuergesetz
EU	Europäische Union
FAQ	Frequently Asked Questions
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
GMFH	Großes Mehrfamilienhaus
GWh	Gigawattstunden
ha	Hektar
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HOAI	Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	Kilometer
KPI	Key Performance Indicator
kVA	Kilovoltampere
kW	Kilowatt

kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWW	Kompetenzzentrum Wärmewende
KSG	Klimaschutzgesetz
LANUK	Landesamt für Natur- Umwelt und Klima NRW
LEA	Landesenergieagentur Hessen
LOD	Level of Detail
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
MWh	Megawattstunden
MQ	Mittlerer Abfluss
Nm ³	Normkubikmeter
NRW	Nordrhein-Westfalen
NWG	Nichtwohngebäude
PUR	Polyurethan
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik-Thermisch
RH	Reihenhaus
s	Sekunde
t	Tonnen
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
THG	Treibhausgas
TRY	Testreferenzjahre
Vol-%	Volumen-Prozent
W	Watt
WE	Wohneinheit
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WP	Wärmepumpen
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSchV	Wärmeschutzverordnung

1 Einleitung

Kommunen in Deutschland sind seit Anfang 2024 zur Erstellung und Weiterschreibung kommunaler Wärmepläne verpflichtet. Mit dem Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG) wird den Bundesländern die Aufgabe der Durchführung einer Wärmeplanung für ihr Hoheitsgebiet verpflichtend auferlegt. Die Länder werden diese Pflicht auf Rechtsträger innerhalb ihres Hoheitsgebiets bzw. auf eine zuständige Verwaltungseinheit übertragen.¹

Grundlegende Aufgabenstellung ist die Entwicklung einer Strategie für die langfristig CO₂-neutrale Wärmeversorgung des Gebietes der Kommune bis zum Jahr 2045. Der kommunale Wärmeplan zeigt dafür den Status quo der Wärmeversorgung sowie verschiedenste Perspektiven der klimaneutralen Wärmeversorgung auf. Über Zwischenstände der Jahre 2030, 2035 und 2040 ist daraus das klimaneutrale Zielszenario für das Jahr 2045 zu entwickeln. Aufgrund eigens gesteckter Klimaziele der Stadt Florstadt bezieht sich diese Wärmeplanung sogar auf das Zieljahr 2040.

Für die Umstellung der Erzeugung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme aus fossilen auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme bis zum Jahr 2040 ist eine erhebliche Steigerung der Bemühungen notwendig. Mehr als die Hälfte der in Deutschland verbrauchten Endenergie wird für die Bereitstellung von Wärme eingesetzt. Für die Erzeugung von Raumwärme kommen nach wie vor zu einem überwiegenden Anteil Erdgas sowie Heizöl zum Einsatz. Der Anteil erneuerbarer Energien beträgt in der Erzeugung von Wärme und Kälte in Deutschland (Stand 2023) aktuell lediglich ca. 19 % [1]. Von diesen 19 % (205 Terrawattstunden) entfallen über 80 % auf Biomasse (fest, flüssig und gasförmig) [1].

Ohne eine signifikante Reduktion des Wärmeverbrauchs und einen gleichzeitig erheblich beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien können die Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) nicht erreicht werden.² Neben der flächendeckenden Umstellung der dezentralen Wärmeversorgung der Gebäude auf erneuerbare Energien, die insbesondere durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) geregelt wird, gilt es, die leitungsgebundene Wärmeversorgung über Wärmenetze weiter auszubauen und zu beschleunigen.³ Wärmenetze sollen gemäß der Vorgaben des WPG bis spätestens 2045 vollständig auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umgestellt werden, um eine effiziente und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.

Die relevanten Weichenstellungen für eine erfolgreiche Wärmewende werden nicht nur auf Bundes- und Landesebene, sondern auch auf lokaler Ebene getroffen. Daher entscheiden die langfristigen und strategischen Entscheidungen darüber, wie die Wärmeversorgung organisiert und in Richtung

¹ Der Bericht bezieht sich auf das Wärmeplanungsgesetz mit dem Stand 04.11.2025.

² Der Bericht bezieht sich auf das Bundes-Klimaschutzgesetz mit dem Stand 04.11.2025

³ Der Bericht bezieht sich auf das Gebäudeenergiegesetz mit dem Stand 04.11.2025

Treibhausgasneutralität transformiert wird. Gemeinsam mit den Bürgerinnen und Bürgern, Unternehmen und Energieversorgern müssen weitere Planungsprozesse vorbereitet, diskutiert, beschlossen und anschließend umgesetzt werden.

2 Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung

2.1 Projektablauf

Der inhaltliche Projektablauf der kommunalen Wärmeplanung gliedert sich in vier Hauptphasen: Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Szenarienentwicklung (inkl. Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete) und die Ableitung von entsprechenden Maßnahmen. In der Bestandsanalyse wird die aktuelle Wärmeversorgung der Kommune analysiert. Dies beinhaltet hierbei beispielsweise die Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs, der verwendeten Energieträger und der verursachten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen). In der zweiten Phase, der Potenzialanalyse, werden die Potenziale zur Effizienzsteigerung identifiziert und bewertet sowie die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und Abwärme analysiert. In der dritten Phase, der Szenarienentwicklung, werden konkrete Ziele für die zukünftige Wärmeversorgung definiert, Meilensteine zur Zielerreichung festgelegt und bestehende Pläne integriert. Das Ergebnis dieser Phase ist ein Pfad zur Erreichung der Klimaneutralität im Wärmesektor. Die vierte und letzte Phase ist die Definition von geplanten Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele.

2.2 Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung

Im Folgenden wird kurz auf die Verbindlichkeit, die zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie gilt, eingegangen. Diese ergibt sich aus dem Wärmeplanungsgesetz. Nachfolgend sind wesentliche Auszüge zitiert:

Definition der Wärmeplanung

„[Die] Wärmeplanung [ist] eine rechtlich unverbindliche, strategische Fachplanung, die

- a) Möglichkeiten für den Ausbau und die Weiterentwicklung leitungsgebundener Energieinfrastrukturen für die Wärmeversorgung, die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus sowie zur Einsparung von Wärme aufzeigt und
- b) die mittel- und langfristige Gestaltung der Wärmeversorgung für das geplante Gebiet beschreibt“

sowie

§ 26 Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaubereich

- (1) „Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Wärmeplanung nach § 23 und unter Abwägung der berührten öffentlichen und privaten Belange gegen- und untereinander kann die planungsverantwortliche Stelle oder eine andere durch Landesrecht hierzu bestimmte Stelle eine Entscheidung über die Ausweisung eines Gebiets zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen [...] treffen. Die Entscheidung erfolgt grundstücksbezogen.“
- (2) Ein Anspruch auf Einteilung eines Grundstücks zu einem Gebiet nach Absatz 1 besteht nicht.“

und

§ 27 Rechtswirkung der Entscheidung

- (1) [...]
- (2) *Die Entscheidung über die Ausweisung eines Gebiets als Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaug Gebiet bewirkt keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder eine bestimmte Wärmeversorgungsinfrastruktur zu errichten, auszubauen oder zu betreiben.*
- (3) *Entscheidungen über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaug Gebiet sind zu berücksichtigen in Abwägungs- und Ermessensentscheidungen bei 1. einer Aufstellung, Änderung, Ergänzung oder Aufhebung eines Bauleitplans und 2. einer anderen flächenbedeutsamen Planung oder Maßnahme einer öffentlichen Stelle oder von einer Person des Privatrechts in Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben.*

2.3 Was kann von der kommunalen Wärmeplanung erwartet werden?

Die kommunale Wärmeplanung stellt, wie im vorherigen Abschnitt dargelegt, eine unverbindliche Planung für die Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung dar. Auch wenn die Bürgerinnen und Bürger nicht die direkte Zielgruppe für die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung darstellen, ergibt diese für die Bürgerinnen und Bürger erste Implikationen, die im Folgenden aufgelistet sind:

- 1) **Gewissheit:** Eine finale Entscheidung, ob Wärmenetze gebaut werden, liegt nach der kommunalen Wärmeplanung noch nicht vor. Es wird lediglich empfohlen in Wärmenetzeignungsgebieten weiterführende Machbarkeitsstudien durchzuführen. Diese werden dann weiterführende Erkenntnisse über die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit liefern, wodurch danach unter zusätzlichem Einbezug der Bereitschaft der anzuschließenden Kunden eine Entscheidung über den Bau des Wärmenetzes gefällt werden wird. Gleichzeitig werden jedoch ebenso Gebiete in der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet, welche mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zukünftig nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden.
- 2) **Heizungsentscheidung:** Falls ein Heizungswechsel in einem Gebäude bevorsteht, kann die kommunale Wärmeplanung zur ersten Meinungsbildung beitragen, aber keinen abschließenden Rat geben. Dahingehend ist zu empfehlen, Kontakt zu zertifizierten Energieberatern aufzunehmen. Die kommunale Wärmeplanung ergibt jedoch erste Tendenzen, die bei der Wechselentscheidung berücksichtigt werden können:
 - a. Wenn das Gebäude in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegt und
 - i. Die Heizung kurzfristig noch nicht ausgetauscht werden muss, können zunächst die weiteren Machbarkeitsstudien abgewartet werden.
 - ii. Die Heizung kurzfristig ausgetauscht werden muss, sollten Alternativen für eine temporäre oder finale Lösung gesucht werden.
 - b. Wenn das Gebäude nicht in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegt, sind dezentrale Alternativen wie Wärmepumpen, Biomasseanlagen oder Hybridheizungen eine sinnvolle Heizungslösung. Je älter die Heizung ist, insbesondere wenn sie mehr als 20 Jahre alt ist, steht vermutlich zeitnah ein potenzieller Heizungswechsel an.

2.4 Gesetzliche Anforderungen

2.4.1 Gebäudeenergiegesetz – GEG

Das GEG spielt eine zentrale Rolle in der kommunalen Wärmeplanung. Es bildet die gesetzliche Grundlage und definiert die energetischen Standards und Anforderungen, die bei der Planung und

Umsetzung von Wärmeversorgungssystemen auf kommunaler Ebene zu beachten sind. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung dient dieser Abschnitt zur Beschreibung der allgemeinen Vorschriften als Basis für die rechtliche Einordnung und Anwendung des GEG. Die Begriffsbestimmungen und Anwendungsbereiche sind entscheidend für das Verständnis und die Umsetzung der gesetzlich geforderten Maßnahmen.

Für die kommunale Wärmeplanung sind die Anforderungen an Neubauten relevant, da sie sicherstellen, dass diese energieeffizient geplant und gebaut werden. Dies umfasst die Einhaltung bestimmter Standards für den Jahres-Primärenergiebedarf und den Wärmeschutz. Die kommunale Wärmeplanung bezieht sich jedoch insbesondere auf die Analyse des Bestandes. Bei der Sanierung bestehender Gebäude müssen aber ebenfalls die Anforderungen des GEG berücksichtigt werden. Sie schreiben vor, dass bei Modernisierungsmaßnahmen energetische Verbesserungen durchgeführt werden müssen, wie die Dämmung von Wänden, Dächern und Decken sowie der Austausch ineffizienter Heizungsanlagen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des GEG ist die Nutzung erneuerbarer Energien. Neubauten müssen einen bestimmten Anteil ihres Energiebedarfs durch erneuerbare Energien decken, und auch bei Bestandsgebäuden soll die Integration solcher Technologien gefördert werden. Dies ist entscheidend für die kommunale Wärmeplanung, da die Nutzung erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung zur Erreichung der Klimaziele beiträgt.

Die Pflichten der Länder und Kommunen umfassen die Umsetzung und Überwachung der Vorschriften des GEG. Dies bedeutet, dass die Kommune für die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen sorgen und Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien unterstützen muss. Die Marktüberwachung und Sanktionierung bei Verstößen gegen das GEG sind ebenfalls zur Sicherstellung der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben wichtige Maßnahmen. Besondere Anforderungen an bestimmte Gebäudetypen, wie Nichtwohngebäude oder öffentliche Gebäude müssen in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt werden.

Dies betrifft auch die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien in solchen Gebäuden. Übergangs- und Schlussvorschriften regeln das Inkrafttreten des Gesetzes und den Übergang von alten zu neuen Regelungen. Dies ist wichtig für die Planungssicherheit und die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung. Insgesamt unterstützt das GEG die Ziele der kommunalen Wärmeplanung, den Energieverbrauch zu senken und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern. Die gesetzlichen Vorgaben und Anforderungen des GEG bilden den Rahmen für die energetische Optimierung von Gebäuden und die nachhaltige Wärmeversorgung in der Kommune.

Die Entwicklung der Energieeinspar- und Klimaschutzgesetze in Deutschland umfasst bedeutende gesetzliche Meilensteine von den 1970er Jahren bis heute. Im Folgenden wird ein historischer Überblick über das Energieeinsparrecht in Deutschland präsentiert, einschließlich der wesentlichen Entwicklungen und Meilensteine der gesetzlichen Regelungen zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz im Gebäudebereich. Ergänzend wird dieser Überblick auch in Abbildung 1 anschaulich dargestellt. [2]

1970er bis 1990er Jahre:

- EnEG 1976 (Energieeinspargesetz): Einführung des Energieeinspargesetzes als erstes umfassendes Regelwerk zur Energieeinsparung in Gebäuden.
- WärmeschutzV 1977 (Wärmeschutzverordnung): Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung, die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden festlegte.
- WärmeschutzV 1984 und 1995: Weitere Verschärfungen der Wärmeschutzverordnung zur Reduzierung des Energieverbrauchs.

2000er Jahre:

- EPBD 2002 (EU-Gebäuderichtlinie): Einführung der europäischen Gebäuderichtlinie, die alle EU-Mitgliedstaaten dazu verpflichtet, Maßnahmen zur Energieeffizienz in Gebäuden zu ergreifen.
- EnEV 2002 (Energieeinsparverordnung): Ablösung der Wärmeschutzverordnung durch die Energieeinsparverordnung, die umfassendere Anforderungen an die Energieeffizienz von Neubauten und Bestandsgebäuden stellte.
- EnEV 2004 und 2007: Weitere Verschärfungen der Energieeinsparverordnung und Einführung des Energieausweises für Bestandsgebäude.
- EnEG 2005 und 2009: Anpassungen des Energieeinspargesetzes.
- EEWärmeG 2009: Einführung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich.

2010er Jahre:

- EPBD 2010 und 2018: Aktualisierungen der EU-Gebäuderichtlinie.
- EnEG 2013: Weitere Anpassungen des Energieeinspargesetzes.
- EnEV 2014: Weitere Verschärfung der Energieeinsparverordnung.
- Klimaschutzgesetz 2019: Einführung des Bundes-Klimaschutzgesetzes zur verbindlichen Festlegung von Klimazielen.

2020er Jahre:

- Koalitionsvertrag 2021: Vereinbarungen zur Förderung der Energieeffizienz und zum Klimaschutz.
- Klimaschutzgesetz 2021: Weitere Anpassungen des Klimaschutzgesetzes.
- BEHG 2023 (Brennstoffemissionshandelsgesetz): Einführung des Brennstoffemissionshandelsgesetzes zur Bepreisung von CO₂-Emissionen.
- GEG 2020 und 2023 (Gebäudeenergiegesetz): Einführung des Gebäudeenergiegesetzes, das EnEG, EnEV und EEWärmeG zusammenfasst und den Primärenergiebedarf weiter reduziert.
- CO₂KostAufG 2023 (Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz): Gesetz zur Aufteilung der CO₂-Kosten zwischen Vermieter und Mieter.
- GEG 2024: Anhebung der Nutzungspflicht erneuerbarer Energien auf 65 %.

Ziel:

- Das langfristige Ziel ist ein klimaneutraler Gebäudebestand bis 2045.

Energieeinsparrecht in Deutschland

Historischer Überblick

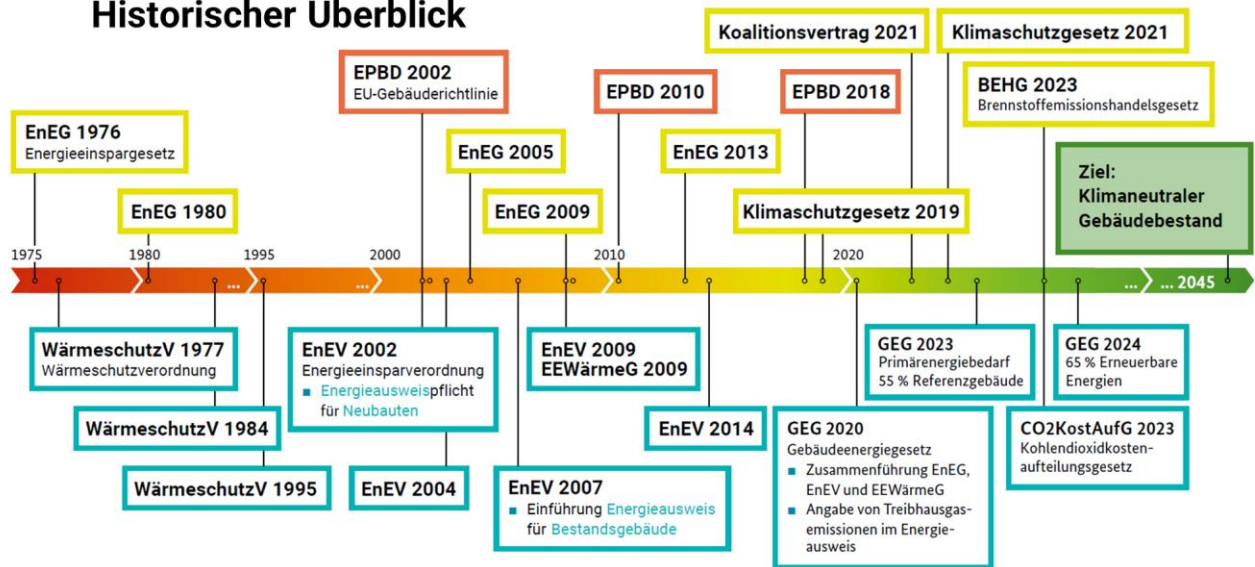


Abbildung 1: Energiesparrecht in Deutschland – Historischer Überblick [2]

Um die Nutzungspflicht von 65 % erneuerbarer Energien zu erfüllen, stehen verschiedene Heizsysteme zur Verfügung, die unterschiedliche Ansätze der Wärmebereitstellung bieten. Im Folgenden werden Heiztechnologien vorgestellt, die durch den Einsatz erneuerbarer Energiequellen oder deren Kombinationen dazu beitragen können, die festgelegten Anforderungen zu erfüllen:

- **Wärmenetz:** Ein leitungsgebundenes System zur Versorgung mehrerer Gebäude mit thermischer Energie, bei dem ein Wärmeträgermedium die Wärme von einer zentralen Energiequelle zu den Verbrauchern transportiert. Stammt die Energiequelle aus erneuerbaren Energien, tragen Wärmenetze zur Erfüllung der Anforderungen bei.
- **Wärmepumpe:** Eine strombasierte Heizung, die Umweltwärme (aus Luft, Wasser oder Erde) aufnimmt und mittels elektrischer Energie in nutzbare Wärme umwandelt. Wärmepumpen sind sehr effizient und können mit erneuerbarem Strom betrieben werden.
- **Stromdirektheizung:** Heizsysteme, die elektrische Energie direkt in Wärme umwandeln. Wenn der Strom aus erneuerbaren Quellen stammt, kann diese Technologie die Anforderungen erfüllen.
- **Solarthermische Heizung:** Nutzt Sonnenkollektoren, um Sonnenenergie in Wärme umzuwandeln. Diese Wärme kann direkt für Heizung und Warmwasser genutzt werden.
- **Flüssige oder gasförmige Biomasse:** Heizsysteme, die flüssige oder gasförmige Biomasse (wie Biogas oder Bioöl) verbrennen, um Wärme zu erzeugen. Diese Brennstoffe stammen aus erneuerbaren Quellen.
- **Wasserstoff-Heizung:** Heizsysteme, die Wasserstoff verbrennen. Wenn der Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen wird (grüner Wasserstoff), trägt dies zur Erfüllung der Anforderungen bei.
- **Feste Biomasse:** Heizsysteme, die feste Biomasse (wie Holzpellets oder Hackschnitzel) verbrennen. Diese Materialien stammen aus erneuerbaren Quellen und können nachhaltig produziert werden.
- **Wärmepumpen-Hybridheizung:** Eine Kombination aus einer Wärmepumpe und einem zusätzlichen Heizsystem (z.B. Gas- oder Ölkessel) zur Deckung des Spitzenbedarfs. Der überwiegende

Teil der Wärme wird durch die Wärmepumpe bereitgestellt, sodass die Anforderungen erfüllt werden.

- Solarthermie-Hybridheizung: Eine Kombination aus solarthermischer Heizung und einem zusätzlichen Heizsystem. Die Sonnenenergie deckt einen großen Teil des Wärmebedarfs, während das zusätzliche System bei Bedarf einspringt. Bei entsprechender Auslegung der Solarthermieheizung oder Kombination mit einer Heizung auf Basis erneuerbarer Energien werden die Anforderungen erfüllt.

2.4.2 Wärmeplanungsgesetz - WPG

Das WPG ist die gesetzliche Grundlage in Deutschland, die die kommunale Wärmeplanung regelt. Ziel des Gesetzes ist es, bis spätestens 2045 eine kosteneffiziente, nachhaltige, sparsame, bezahlbare, resiliente und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen und Endenergieeinsparungen zu erzielen.

Das WPG legt die Verpflichtung zur Erstellung von Wärmeplänen gemäß § 4 fest. Diese Verpflichtung betrifft Gemeindegebiete, wobei unterschiedliche Zeitrahmen je nach Einwohnerzahl gelten. Für Gemeinden mit über 100.000 Einwohnern muss der Wärmeplan bis zum 30. Juni 2026 erstellt werden, während für Gemeinden mit 100.000 Einwohnern oder weniger die Frist bis zum 30. Juni 2028 reicht. Gemeindegebiete mit weniger als 10.000 Einwohnern können ein vereinfachtes Verfahren durch gemeinsame Wärmeplanung nutzen.

Die Wärmeplanung selbst beinhaltet verschiedene Bearbeitungsschritte. Diese umfassen den Beschluss oder die Entscheidung zur Durchführung der Wärmeplanung, Durchführung von Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse sowie die Entwicklung eines Zielszenarios und einer Umsetzungsstrategie. Im Rahmen des Bearbeitungsprozesses erfolgt eine transparente Kommunikation mit der Öffentlichkeit.

Die Eignungsprüfung untersucht die Eignung des kommunalen Gebiets für Wärme- oder Wasserstoffnetze. Für Gebiete, die sich nicht für solche Netze eignen, kann eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden. Der Umgang mit der Eignungsprüfung in dieser Wärmeplanung wird Kapitel 3 beschrieben. Die Bestandsanalyse ermittelt den aktuellen Wärmebedarf, die genutzten Energieträger und die vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen im Gebiet der Kommune. Die Potenzialanalyse quantifiziert Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und zur Energieeinsparung.

Das Zielszenario beschreibt die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung basierend auf den Ergebnissen der Analysen und unter Beteiligung der betroffenen Akteure. Die Einteilung des Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete und die Darstellung der Wärmeversorgungsarten werden ebenfalls berücksichtigt. Die planungsverantwortliche Stelle kann Maßnahmen zur Umsetzung identifizieren und realisieren.

Der finale Wärmeplan wird durch das zuständige Gremium oder die zuständige Stelle beschlossen und im Internet veröffentlicht. Es ist jedoch zu beachten, dass der Wärmeplan keine rechtliche Außenwirkung hat und keine einklagbaren Rechte oder Pflichten begründet.

Die Fortschreibung des Wärmeplans gemäß § 25 erfolgt alle fünf Jahre durch die planungsverantwortliche Stelle. Dabei werden die ermittelten Strategien und Maßnahmen zur Wärmeversorgung überprüft und bei Bedarf überarbeitet und aktualisiert. Die Entwicklung der Wärmeversorgung bis

zum Zieljahr für das gesamte geplante Gebiet wird im Zuge der Fortschreibung aufgezeigt. Prüfgebiete können bis zum Zieljahr als voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete dargestellt werden, wenn eine andere Art der Wärmeversorgung geplant ist.

Die planungsverantwortliche Stelle oder eine andere durch Landesrecht bestimmte Stelle ist in der Lage, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Wärmeplanung eine Entscheidung über die Ausweisung eines Gebiets zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet zu treffen. Diese Entscheidung erfolgt grundstücksbezogen, und es besteht kein Anspruch auf die Einteilung eines bestimmten Grundstücks zu einem solchen Gebiet. Die Durchführung einer strategischen Umweltprüfung gemäß den Vorschriften des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung bleibt unberührt, und im Falle eines bestehenden Wärmeplans sind die Ergebnisse dieses Plans zu berücksichtigen. Die Entscheidung hat keine rechtliche Außenwirkung bezüglich der tatsächlichen Nutzung einer bestimmten Wärmeversorgungsart oder -infrastruktur.

Gemäß Teil 3 des WPG sind Betreiber von Wärmenetzen verpflichtet, einen bestimmten Anteil erneuerbarer Energien in ihren Netzen zu gewährleisten. Ab dem 1. Januar 2030 muss mindestens 30 % der jährlichen Nettowärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien stammen, bis zum 1. Januar 2040 erhöht sich dieser Anteil auf mindestens 80 %. Unter besonderen Umständen können Fristverlängerungen bis zum 31. Dezember 2034 oder 2044 gewährt werden. Es gibt Ausnahmen für komplexe Maßnahmen sowie für Wärmenetze, die vorrangig gewerbliche oder industrielle Verbraucher mit Prozesswärme versorgen, und zusätzliche Regelungen für Wärmenetze mit hohem Anteil an Nutzwärme aus geförderten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen).

Für neue Wärmenetze ab dem 1. März 2025 gilt eine Mindestanforderung von 65 % erneuerbaren Energien an der jährlichen Nettowärmeerzeugung. Ab dem 1. Januar 2024 wird der Biomasseanteil in neuen Wärmenetzen über 50 Kilometer Länge auf maximal 25 % begrenzt, mit Ausnahme von Wärme aus thermischer Abfallbehandlung. Bestehende Anlagen, die Biomasse-Wärme in ein Wärmenetz einspeisen, die bis zum 1. Januar 2024 genehmigt wurden, werden bei der Biomasseanteilsbestimmung nicht berücksichtigt.

Des Weiteren müssen alle Wärmenetze bis zum 31. Dezember 2044 vollständig mit Wärme aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination betrieben werden, um bis zum 1. Januar 2045 klimaneutral zu sein. Der Biomasseanteil in Wärmenetzen über 50 Kilometer Länge wird ab dem 1. Januar 2045 auf maximal 15 % begrenzt.

Betreiber von nicht vollständig dekarbonisierten Wärmenetzen müssen bis zum 31. Dezember 2026 Ausbau- und Dekarbonisierungsfahrpläne erstellen und ebenfalls alle fünf Jahre überprüfen und aktualisieren. Es gibt Ausnahmen für bestimmte Betreiber und Wärmenetze in Bezug auf die Länge und den Anteil erneuerbarer Wärme. Die Fahrpläne müssen den bestehenden oder geplanten Wärmeplan berücksichtigen.

2.4.3 Verknüpfung von GEG und WPG

Grundsätzlich sind das GEG und das WPG miteinander verknüpft, da verschiedene Regelungen des GEG von der Ausweisung von Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzgebieten abhängen, welche wiederum auf Basis der Erkenntnisse der kommunalen Wärmeplanung ausgewiesen werden. Die Ausweisung dieser Gebiete erfolgt jedoch nicht automatisch durch die Erarbeitung und Veröffentlichung

des kommunalen Wärmeplans, sondern ist ein optionaler Schritt, welcher nachgelagert zur kommunalen Wärmeplanung erfolgt.

Die zentrale Verbindung zwischen beiden Gesetzen besteht darin, dass das GEG – insbesondere beim Heizungstausch – entscheidend auf die kommunale Wärmeplanung des WPG verweist. Abhängig davon, ob ein Gebiet als zukünftiges Wärmenetzgebiet oder Wasserstoffnetzausbaugbiet ausgewiesen wird, gelten unterschiedliche Vorgaben und Optionen beim Heizungseinbau. Das GEG schreibt grundsätzlich gemäß §71 vor, dass eine neue Heizung mindestens 65 % der Wärme erneuerbar erzeugen muss. Je nach Einwohnerzahl einer Kommune gilt diese Regelung erst ab 01.07.2026 (bei über 100.000 Einwohnern) bzw. 01.07.2028 (bei unter 100.000 Einwohnern). Als Ausnahme gelten wie beschrieben Gebiete, welche als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaugbiet auf Basis der Erkenntnisse der kommunalen Wärmeplanung ausgewiesen werden. In diesen Gebieten gilt diese Regelung einen Monat nach Bekanntgabe der Entscheidung der Ausweisung.

2.5 Detaillierte Analyse des Wärmebedarfes

2.5.1 Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarf

2.5.1.1 Gebäudetypen und -alter

Die Bauentwicklung in Deutschland hat über die Jahrzehnte hinweg erhebliche Veränderungen und Fortschritte erlebt. Von handwerklich geprägten Techniken in der vorindustriellen Phase bis hin zu modernen energieeffizienten Gebäuden spiegeln die Bauweisen und Normen den technischen Fortschritt und die gesellschaftlichen Bedürfnisse wider. Insbesondere der Wärmeschutz hat in den letzten 100 Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen, nicht zuletzt durch ökologische, ökonomische und rechtliche Anforderungen. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die unterschiedlichen Bauphasen und die Entwicklungen im Bereich des Wärmeschutzes, die maßgeblich zur heutigen Baupraxis beigetragen haben. Diese Informationen sind auch in Tabelle 1 zusammengefasst und veranschaulicht.

Tabelle 1: Charakterisierung der Wohngebäude nach Baujahresklassen nach Institut Wohnen und Umwelt (IWU) [3]

Zeitraum	Charakterisierung
< 1919	Vorindustrielle Phase, handwerklich geprägte Bautechniken, aufbauend auf Erfahrungen, kaum gesetzliche Regelungen; Fachwerk mit Strohlehm-Ausfachung; Gründerzeit: Ausdehnung der Städte und einsetzende Industrialisierung, Standardisierung und Normung der Bauweisen
1919 – 1948	zunehmende Industrialisierung der Baustoffherstellung, Verwendung kostengünstiger und einfacher Materialien sowie materialsparender Konstruktionen, nationale Standardisierung und Normung Dominanz von ein- und zweischaligen Mauerwerksbauten, massive Kellerdecken, etwas verbesserter Wärmeschutz durch verstärkten Einsatz von Bauelementen mit Luftkammern
1949 – 1979	einfache Bauweise der Nachkriegszeit, häufig mit Trümmer-Materialien, Weiterentwicklung der Normen, Einführung von Anforderungen für den sozialen Wohnungsbau, Einführung der DIN 4108 „Wärmeschutz in Hochbau“ (1952)

1979 – 1986	im Einfamilienhaus-Bereich ausgelöst durch 1. Ölkrise erhält der Wärmeschutz größere Bedeutung; 1. Wärmeschutzverordnung als Folge der Ölkrise; auch in der DDR verbesserte wärmetechnische Anforderungen (Rationalisierungsstufe 11) bei monolithischen Wänden immer kleinere Luftkammern bzw. porosierte Materialien
1987 – 1995	2. Wärmeschutzverordnung (WSchV 84); in der DDR weiter verbesserter Wärmeschutz erste Niedrigenergiehäuser im Markt vertreten, teilweise gefördert durch regionale / Landesprogramme
1996 – 2004	3. Wärmeschutzverordnung (WSchV 95)
> 2001	Energieeinsparverordnung EnEV 2002 und weitere EnEV 2009 und KfW-Effizienzhäuser

2.5.1.2 Typische Heizwärmebedarfe

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über den Heizwärmebedarf von Gebäuden in Abhängigkeit vom Baujahr und zeigt die Entwicklung der energetischen Anforderungen im Laufe der Zeit. Unsanierete Altbauten haben den höchsten Heizwärmebedarf, während dieser bei Neubauten, insbesondere nach 2002, deutlich geringer ausfällt. Der spezifische Wärmebedarf, also die benötigte Heizleistung pro Quadratmeter, sinkt ebenfalls kontinuierlich mit dem Baujahr. Neuere Gebäude benötigen weniger Heizfläche und können mit niedrigeren Systemtemperaturen betrieben werden, was auf eine verbesserte Wärmedämmung und energieeffiziente Bauweise zurückzuführen ist. Die Tabelle verdeutlicht, wie sich der Energieverbrauch und die technischen Anforderungen an Heizsysteme im Zuge fortschreitender Bauvorschriften und technologischer Entwicklungen verändert haben.

Tabelle 2: Typische Heizwärmebedarfe von Wohngebäuden [4]

Baujahr der Gebäude	Heizwärmebedarf in kWh/m ² a	spez. Wärmebedarf in W/m ²	Wärmebedarf Wohnraum ¹ in W	notwendige Heizfläche ¹ in m ²	notwendige Übertemperatur ² in K	mögliche Systemtemperatur ² in °C
unsanierter Altbau	360-440	180-220	4.000	10	62,5	90/70
bis 1977	280-360	140-180	3.200	8	50	80/60
1977 - 1983	200-260	100-130	2.300	5,75	35,9	65/45
1984 - 1994	140-180	70-90	1.600	4	25	55/35
1995 - 2001	100-120	50-60	1.100	2,75	17,2	45/30
> 2002	70-80	35-40	800	2	12,5	38/28

¹ Beispiel für: Wohnraumgrundfläche 20 m², Wassertemperatur 80/60°C, Lufttemperatur 20°C, $\Delta t = 50$ K, $k = 8$ W/m² K (U-Wert), bei 2000 Heizstunden pro Jahr. $Q = k \times F \times \Delta t$ (Mittelwerte).

² Bei der Übertemperatur und Systemtemperatur handelt es sich um Richtwerte bei konstanter angenommener Heizfläche $F = 8$ m²

Tabelle 3 zeigt die Entwicklung der Heizlastdichte (in Watt pro Quadratmeter) für verschiedene Gebäudetypen in Abhängigkeit des Baujahrs. Die Heizlastdichte beschreibt die erforderliche Heizleistung pro Fläche und nimmt bei neueren Gebäuden kontinuierlich ab. Freistehende Einfamilienhäuser haben den höchsten Heizbedarf, während Reihenmittelhäuser und größere Mehrfamilienhäuser die geringste Heizlastdichte aufweisen. Die Werte verdeutlichen, dass durch verbesserte Bauweisen und Dämmstandards ab 1978 deutlich geringere Heizlasten erforderlich wurden. Ab 1995 fallen die Werte nochmals stark ab, was auf strengere Energiestandards und eine verstärkte Ausrichtung auf energieeffizientes Bauen zurückzuführen ist.

Tabelle 3: Heizlastdichte in W/m² für unterschiedliche Baujahre und Gebäudetypen [5]

Baujahr	bis 1958	1959-68	1969-73	1974-77	1978-83	1984-94	ab 1995
Gebäude	Heizlastdichte in W/m ²						
Einfamilienhaus freistehend	180	170	150	115	95	75	60
Reihenendhaus	160	150	130	110	90	70	55
Reihenmittelhaus	140	130	120	100	85	65	50
Mehrfamilienhaus - bis 8 WE	130	120	110	75	65	60	45
Mehrfamilienhaus - über 8 WE	120	110	100	70	60	55	40

2.5.1.3 Trinkwarmwasseraufbereitung

Die Warmwasseraufbereitung ist neben der Raumwärme ein wesentlicher Bestandteil des Wärmebedarfs von Haushalten. Technisch kann diese entweder in Kombination mit dem Heizungssystem oder separat erbracht werden. Abbildung 2 zeigt, dass in Deutschland die kombinierte Bereitstellung von Heizung und Warmwasser dominiert. Über alle Gebäude hinweg beträgt der Anteil dieser kombinierten Systeme 77 %, und mit zunehmend jüngerem Baujahr steigt dieser Anteil auf 90 %. Daher wird davon ausgegangen, dass der Trend zur integrierten Warmwasseraufbereitung in modernen Gebäuden weiterhin zunehmen wird.

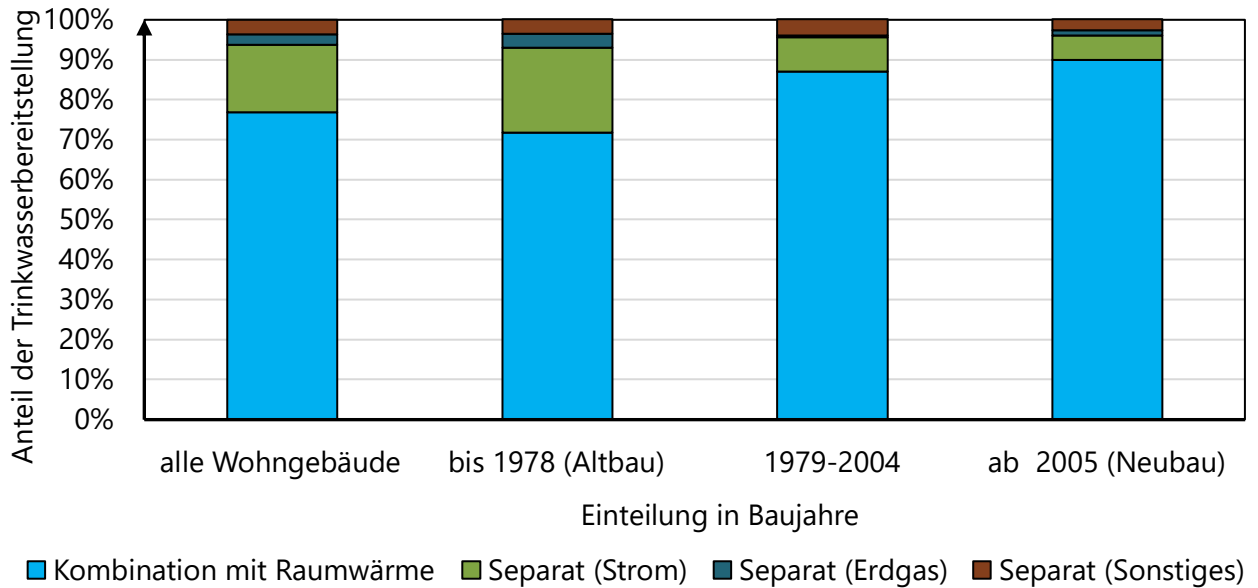


Abbildung 2: Trinkwasserbereitstellung nach Gebäudetyp (eigene Darstellung nach [6])

2.5.1.4 Jahresdauerlinie des Haushaltswärmebedarfs

Die Jahresdauerlinie zeigt den Wärmeleistungsbedarf von Haushalten eines Jahres geordnet von den höchsten zu den niedrigsten Werten. Die Grundlast resultiert aus dem Trinkwarmwasserbedarf, welcher ganzjährig vorliegt. Die Raumwärme hingegen wird nur in der Heizperiode benötigt und hat ihren Hochpunkt an den kältesten Tagen des Jahres. In Abbildung 3 ist eine beispielhafte Jahresdauerlinie dargestellt.

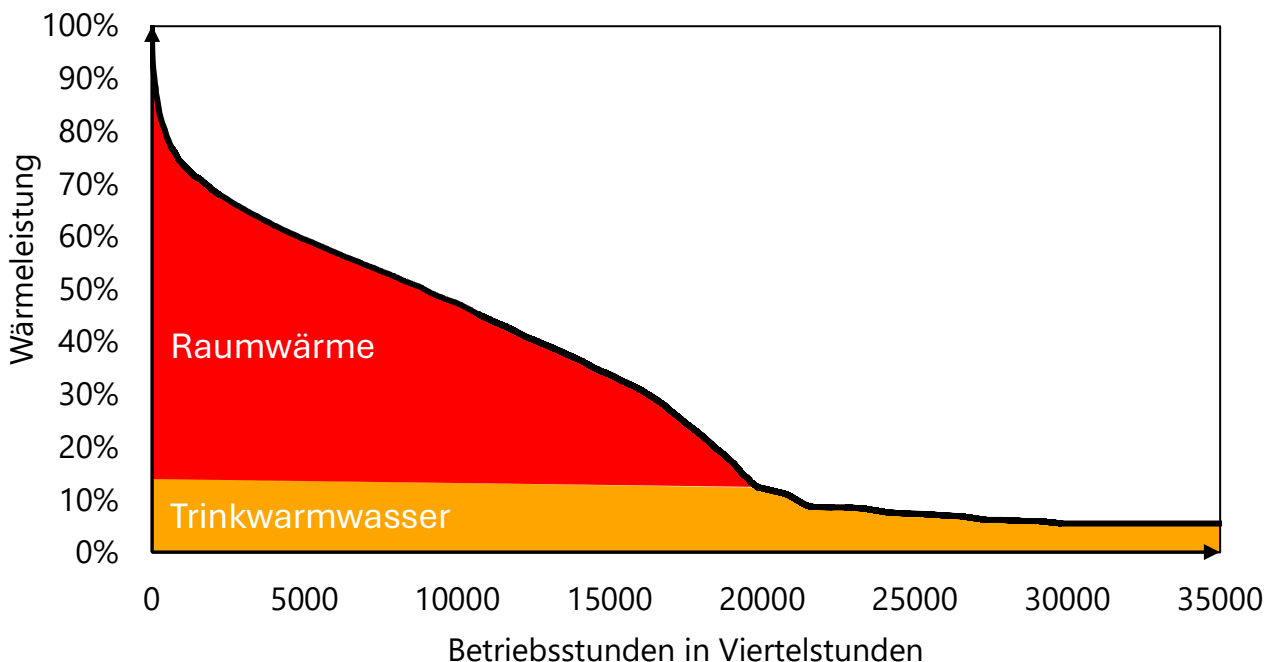


Abbildung 3: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Raumwärme und Trinkwarmwasser (eigene Darstellung nach [7])

Daraus lassen sich zwei wichtige Kenngrößen erkennen. Die Spitzenleistung und den Jahreswärmebedarf (Integral der Fläche). Mittels der Jahresdauerlinie können Wärmeerzeuger hinsichtlich ihrer

Leistung ausgelegt werden. Dies ist insbesondere bei der Kombination mehrerer Erzeuger (bspw. in einem Wärmenetz) relevant. In Abbildung 4 wird exemplarisch die Jahresdauerlinie einer Wärmeversorgung dargestellt, bei der Wärmeerzeuger kombiniert werden, um eine effiziente Energieversorgung zu gewährleisten. Eine typische Konfiguration besteht aus einem Wärmeerzeuger für die Grundlastdeckung und einem zusätzlichen System zur Abdeckung von Spitzenlasten [7].

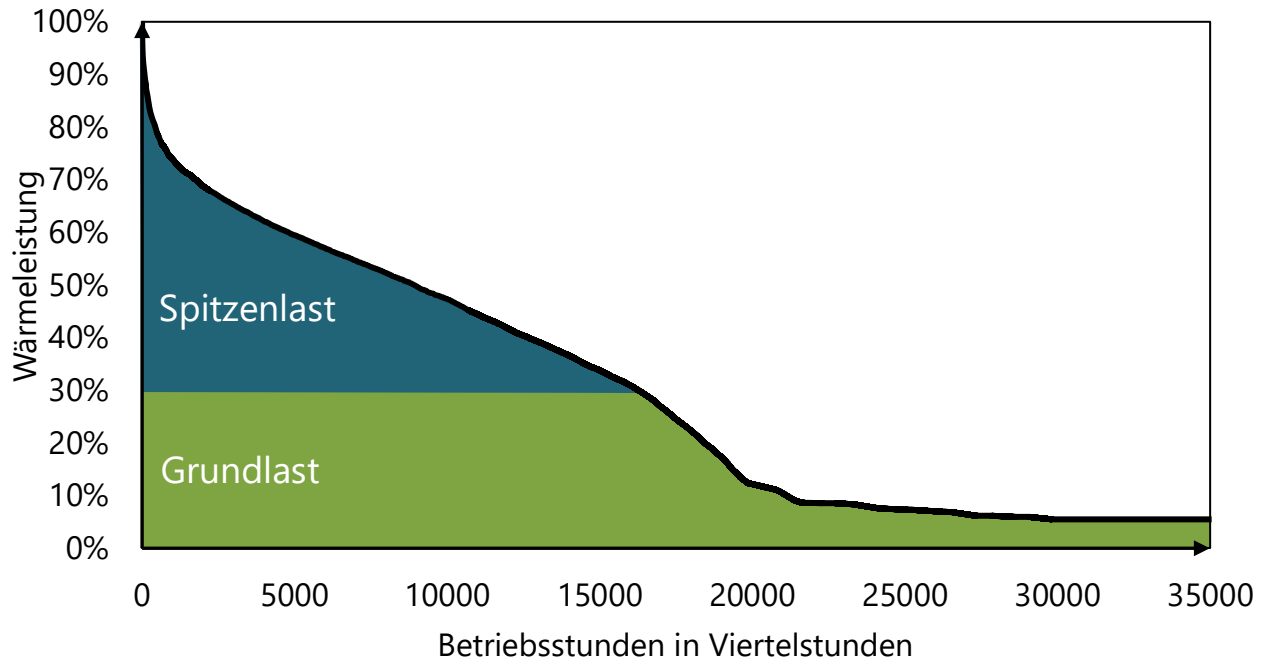


Abbildung 4: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Grundlast und Spitzenlast (eigene Darstellung nach [7])

2.5.2 Prozesswärmebedarf

Der Prozesswärmebedarf in der Industrie bezieht sich auf die Menge an Wärmeenergie, die benötigt wird, um spezifische Aufgaben in verschiedenen industriellen Prozessen auszuführen. Diese Wärmeenergie ist essenziell für eine Vielzahl von Anwendungen, die zur Herstellung von Produkten oder zur Durchführung bestimmter Verfahren benötigt werden.

Industrielle Prozesse variieren stark in ihren Anforderungen an Wärmeenergie. Beispielsweise benötigen manche Prozesse Wärme zum Schmelzen von Metallen oder Kunststoffen, während andere Wärme für chemische Reaktionen, Trocknungsverfahren, Dampferzeugung oder zur Aufrechterhaltung spezifischer Temperaturen in Produktionsanlagen benötigen. Das Temperaturniveau der benötigten Wärme kann ebenfalls stark variieren, abhängig von den spezifischen Anforderungen des Prozesses. Manche Anwendungen erfordern niedrige Temperaturen nahe der Umgebungstemperatur, während andere Prozesse sehr hohe Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius benötigen können. Die Energiequellen zur Bereitstellung dieser Wärmeenergie sind vielfältig und hängen oft von der Verfügbarkeit, den Kosten und den Umweltüberlegungen ab. Häufig genutzte Energiequellen sind fossile Brennstoffe wie Erdgas und Kohle, erneuerbare Energien wie Biomasse und Solarenergie sowie elektrische Heizsysteme. Die Übertragung und Nutzung der Wärmeenergie erfolgt durch verschiedene technische Systeme wie Öfen, Dampfkessel oder Wärmeübertrager. Effiziente Wärmeübertragung ist entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit industrieller Prozesse.

Unternehmen führen oft detaillierte Analysen durch, um den spezifischen Wärmebedarf ihrer Prozesse zu bestimmen. Dabei werden Möglichkeiten zur Optimierung der Energieeffizienz und zur Reduzierung der Kosten identifiziert. Dies kann durch die Implementierung von Wärmerückgewinnungssystemen, die Optimierung der Prozessführung oder den Einsatz moderner Technologien wie Wärmepumpen erfolgen.

2.6 Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung

Unter einer Sanierung versteht man im Bauwesen die baulich-technische Wiederherstellung oder Modernisierung einer oder mehrerer Etagen bzw. eines gesamten Bauwerks oder mehrerer Bauwerke, um Schäden zu beseitigen und/oder den Wohnstandard zu erhöhen. In erster Linie geht es um die Werterhaltung der Bausubstanz. Dies betrifft sowohl die Fassade als auch den Kern.

Eine Sanierung geht über die Instandhaltung und Instandsetzung hinaus. Sie kann erhebliche Eingriffe in die Bausubstanz beinhalten wie u. a. Kernsanierung unter Beibehaltung der Fassaden und beinhaltet meist eine Modernisierung. Ein Teilgebiet ist die energetische Sanierung. Für behindertengerechtes Wohnen bzw. Arbeiten kann auch das barrierefreie Bauen Ziel einer Teilmodernisierung sein.

2.6.1 Gebäudehülle

Der allgemeine Aufbau der Gebäudehülle in Deutschland hat sich über die Jahrzehnte hinweg stark verändert, insbesondere in Bezug auf die Verbesserung der energetischen Effizienz und die Reduktion des Energieverbrauchs. Bis in die 1970er Jahre hinein waren Gebäudehüllen oft schlecht gedämmt und bestanden aus massiven Wänden ohne zusätzliche Dämmmaterialien. Fenster waren einfach verglast und boten wenig Wärmeschutz, was zu hohen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werten) führte und zu einem hohen Energieverlust durch die Gebäudehülle.

Mit den energiepolitischen Veränderungen und der Ölkrise in den 1970er Jahren begannen erste Regelungen zur Verbesserung der Wärmedämmung von Neubauten (siehe Abschnitt 2.4 und 2.5). In den 1980er und 1990er Jahren wurden mehrschichtige Wandaufbauten mit Dämmstoffen wie Polystyrol oder Mineralwolle üblich. Fenster erhielten allmählich Verbesserungen durch den Einsatz von Isolierverglasungen mit niedrigeren U-Werten. Seit den 1990er Jahren wurden die energetischen Anforderungen an Gebäude weiter verschärft, insbesondere durch die Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) in Deutschland. Die Nutzung hochwertiger Dämmmaterialien wie expandiertem Polystyrol (EPS) oder Polyurethan (PUR) nahm zu, um eine bessere Wärmedämmung zu erreichen. Wände wurden besser isoliert, und Fenster erhielten immer häufiger Dreifachverglasungen mit deutlich niedrigeren U-Werten. Heute sind Neubauten in Deutschland in der Regel so gestaltet, dass sie den Anforderungen des aktuellen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) entsprechen. Diese Gesetzgebung legt fest, dass Gebäude einen bestimmten maximalen Energiebedarf pro Quadratmeter und Jahr einhalten müssen, was zu einem sehr niedrigen U-Wert für die Gebäudehülle führt. Moderne Häuser sind oft Passivhaus-Standard oder Niedrigenergiehaus-Standard, was bedeutet, dass sie sehr wenig Energie für Heizung und Kühlung benötigen. Mögliche Ausführungen der Dämmung für die wesentlichen Bauteile von Gebäuden sind in Abbildung 5 aufgeführt.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass sich der Aufbau der Gebäudehülle in Deutschland erheblich verbessert hat, von ungeeigneten und energieverschwenderischen Konstruktionen zu hochgradig

dämmenden und energieeffizienten Gebäudehüllen, die den modernen Anforderungen an Nachhaltigkeit und Umweltschutz gerecht werden.

Bauteil	Mögliche Ausführungen	U-Wert in W/(m ² K)
Außenwand	Eichenfachwerk mit Lehmausfachung, Vollziegelmauerwerk, zweischaliges Ziegelmauerwerk, Bimsvollsteine, Gitterziegel, Kalksandlochsteine, Holzständerwand, Wärmedämmverbundsystem	1,90 bis 0,21
Kellerdecke	Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel, schiefe Kappendecke, Ortbetondecke, Stahlbetondecke, + Trittschalldämmung, Kellerdeckendämmung	1,04 bis 0,30
Oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel oder mit Blindboden und Lehmschlag, Stahlbetondecke, + Mineralwolle, Dämmplatten	1,22 bis 0,17
Dachschräge	Steildach, ohne Dämmung, Holzschalung, Heraklithplatten unter den Sparren, Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten, + Dämmung	1,80 bis 0,13
Fenster	Einfachverglasung in Holzrahmen, Isolierverglasung in Holz- oder Kunststoffrahmen, Holz-Verbundfenster, Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung	5,20 bis 1,10

Abbildung 5: Mögliche Ausführungen der wesentlichen Bauteile von Gebäuden hinsichtlich der Dämmung [8]

2.6.2 Temperaturklassen und Heizkörper

Heizungssysteme werden in Hoch-, Mittel- und Niedrigtemperaturklassen unterschieden, basierend auf der Vorlauftemperatur des Heizwassers, das sie benötigen. Eine Übersicht der drei Heizklassen ist in Abbildung 6 dargestellt.

	Heizkörper	Vor- und Rücklauf-temperatur	Effizienz
Hoch-temperatur	Guss-, Rippen- Flach-, Kompakt-heizkörper	90/70 °C	Niedrig
Mittel-temperatur	Niedertemperatur-Konvektoren, Flach-, Kompakt-heizkörper	70/50 °C	Mittel
Niedrig-temperatur	Fußbodenheizung, Niedertemperatur-Konvektoren	40/30 °C	Hoch

Abbildung 6: Temperaturklassen und Heizkörper [9]

Die Vorlauftemperatur bezeichnet die Temperatur des Wassers, das den Heizkörpern zugeführt wird, während die Rücklauftemperatur die niedrigere Temperatur des Wassers beschreibt, das nach der Wärmeabgabe zum Wärmeerzeuger zurückfließt. Hochtemperatur-Heizkörper sind für Systeme ausgelegt, bei denen das Heizwasser Temperaturen von 70 bis 90 Grad Celsius erreicht. Mitteltemperatur-Heizkörper arbeiten bei moderaten Vorlauftemperaturen zwischen 50 und 70 Grad Celsius. Niedrigtemperatur-Heizkörper sind für Heizsysteme konzipiert, die mit Vorlauftemperaturen unter

50 Grad Celsius arbeiten, wie es bei modernen Wärmepumpen der Fall ist. Die Effizienz, insbesondere im Zusammenhang mit Wärmepumpen, steigt mit sinkender Systemtemperatur.

2.6.3 Heizkurve

Die Heizkurve beschreibt den Zusammenhang zwischen Außentemperatur und Vorlauftemperatur, wobei sie bestimmt, mit welcher Vorlauftemperatur die Heizflächen bei unterschiedlichen Außentemperaturen versorgt werden. Sie hängt von Faktoren wie der Auslegungs-Vorlauftemperatur, der Art der Heizungsanlage (z. B. Fußboden- oder Radiatorenheizung) sowie der Gebäudehülle und Gebäudedämmung ab. Ein Regler passt kontinuierlich die Vorlauftemperatur an die aktuellen Bedingungen an. Durch Gebäudeleittechnik können zusätzlich weitere Einflussgrößen, wie die Sonneneinstrahlung, berücksichtigt werden. Eine korrekt eingestellte Heizkurve reduziert Wärmeverluste, verbessert die Regelung der Raumtemperaturen und trägt so zur Energieeinsparung bei. Die Heizkurven der drei Temperaturklassen sind in Abbildung 7 veranschaulicht [9]. Diese Darstellung zeigt, wie sich die Vorlauftemperatur je nach Außentemperatur für Hoch-, Mittel- und Niedrigtemperatur-Heizsysteme verändert.

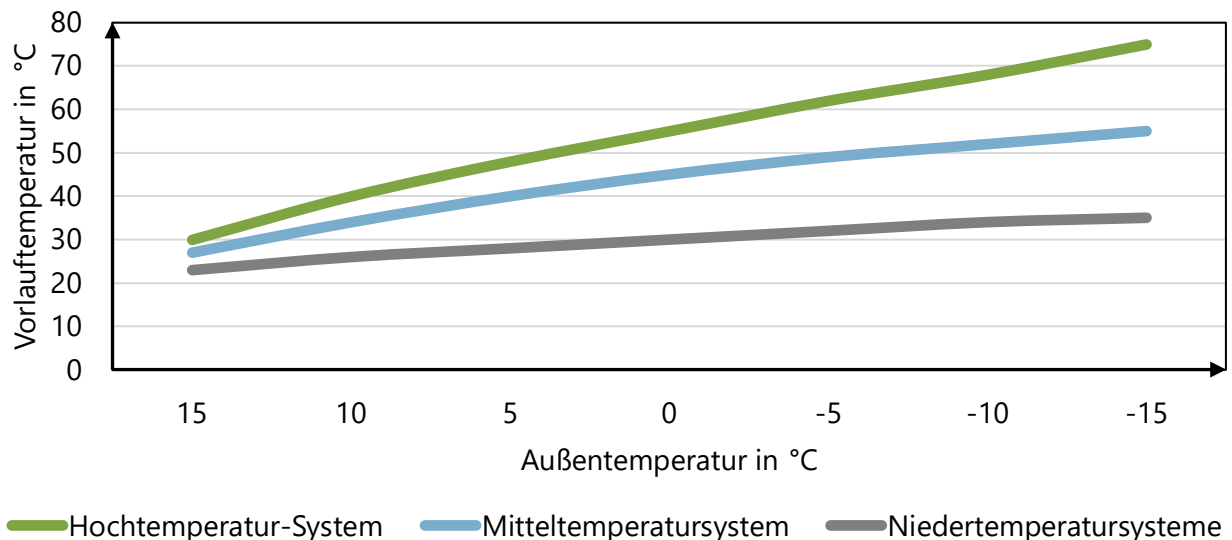


Abbildung 7: Beispielhafte Heizkurven verschiedener Heizsysteme [9]

2.6.4 Nachträgliche Fassadendämmung

Bei der Dämmung von Fassaden kann zwischen Außen-, Innendämmung sowie der Dämmung im Zwischenraum bzw. dem Bauteil selbst unterschieden werden. Die Statistik des IWU in Abbildung 8 zeigt, so wie es auch als Stand der Technik gilt, dass die Außendämmung bevorzugt genutzt wird und insgesamt 75 % aller Wände einnimmt. Die Innendämmung kommt am meisten nur bei Fachwerkhäusern vor, was darauf zurückzuführen ist, dass das Aussehen dort in der Regel denkmalgeschützt ist. Die Dämmung im Zwischenraum ist mit 9 % ebenfalls weniger relevant, was daran liegt, dass diese nur bei zweischaligen Mauerwerken mit Hohlraum möglich ist.

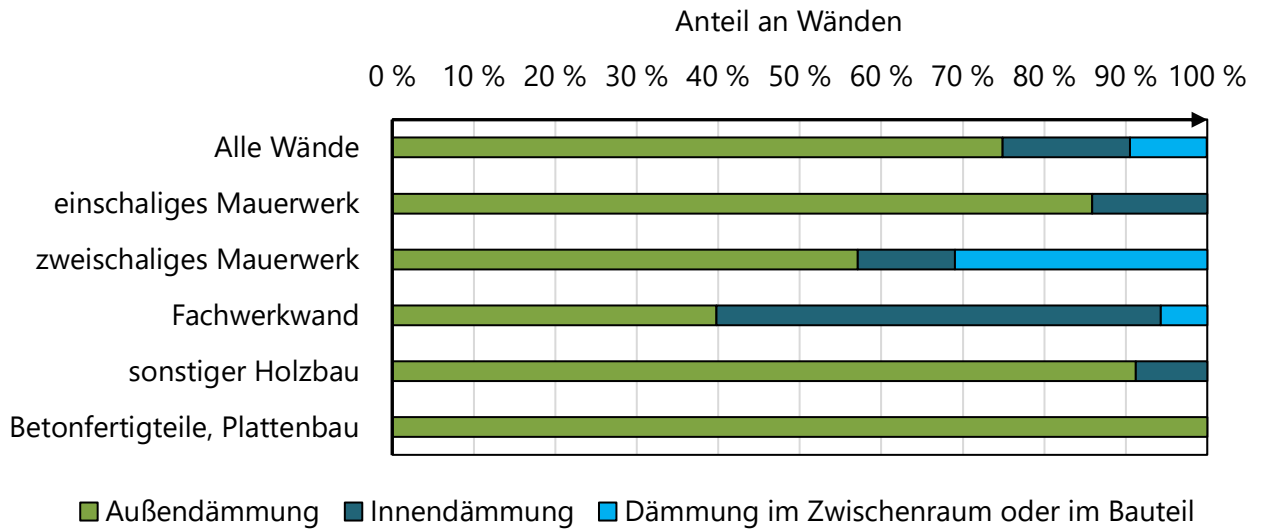


Abbildung 8: Art der Wärmedämmung im Überblick und nach Wandtypen (eigene Darstellung nach [6])

Die Fassadendämmung variiert erheblich je nach Gebäudetyp und -alter. Fachwerkhäuser, die durch ihre Konstruktion eine komplexe Dämmproblematik aufweisen, erhalten in der Regel eine innenliegende Wärmedämmung. Diese Methode schützt die historische Fassade und optimiert gleichzeitig die Energieeffizienz, ohne das äußere Erscheinungsbild zu verändern. Bei Gründerzeithäusern ist die Anwendung von Dämmmaßnahmen oft mit einer genauen Kosten-Nutzen-Analyse verbunden. Hier muss sorgfältig abgewogen werden, ob und in welchem Umfang eine Dämmung sinnvoll ist, da bauliche Veränderungen an diesen historischen Gebäuden besondere Anforderungen und Restriktionen mit sich bringen können. Für Zwischenkriegsbauten, die modernisiert und für viele Jahre genutzt werden sollen, bietet sich in der Regel ein außenliegender Vollwärmeschutz als geeignete Lösung an. Dieser Ansatz ermöglicht eine umfassende Verbesserung der Energieeffizienz und verlängert die Nutzungsdauer des Gebäudes erheblich. Der außenliegende Vollwärmeschutz schützt nicht nur vor Wärmeverlusten, sondern kann auch die Fassade vor Witterungseinflüssen bewahren und zur Werterhaltung des Gebäudes beitragen.

Die Außenwanddämmung bietet im Vergleich zur Innenwanddämmung deutliche bauphysikalische Vorteile. Bei der Außenwanddämmung werden alle tragenden Außenwände und Zwischendecken vollständig isoliert, wodurch Wärmebrücken weitestgehend vermieden werden. Zudem reduziert diese Methode das Risiko von Tauwasserbildung und Feuchteschäden erheblich, da die Dämmung das gesamte Wandaufbausystem schützt. Auch Wasserleitungen in den Außenwänden sind durch die Außendämmung vor Frost geschützt.

Jedoch bringt die Außenwanddämmung auch Nachteile mit sich. Die äußere Erscheinung des Hauses wird durch die angebrachte Dämmschicht verändert, was auch Anpassungen an Fenstern, Dachüberständen und Grundstücksgrenzen nach sich ziehen kann. Bei kleineren Fenstern kann die Verdickung der Außenwände zudem zu einer verminderten Lichtdurchlässigkeit führen. In vielen Fällen überwiegen die Vorteile der Außendämmung die Nachteile, insbesondere wenn es um die Vermeidung von Wärmebrücken und Feuchtigkeitsschäden geht. Ausnahmen bestehen jedoch, etwa wenn eine Fassade aus denkmalpflegerischen Gründen erhalten bleiben soll oder bei Ferienhäusern, die schnell aufgeheizt werden müssen, wo eine Innendämmung oft die bessere Wahl darstellt.

2.6.5 Fenster

Es gibt verschiedene Ausführungen von Fenstern in Wohngebäuden. Typische Ausführungen sind Ein-, Zwei- und Dreifachverglasungen. Während Einfachverglasung bis in die 1970er Jahre weit verbreitet war, hat sich die Dreifachverglasung seit Mitte der 2000er Jahre zunehmend durchgesetzt. Abbildung 9 zeigt den aktuellen Bestand der Verglasungen in deutschen Wohngebäuden nach [6] und verdeutlicht, dass die Zweifachverglasung mit 94 % am häufigsten vertreten ist. Fenster mit Mehrfachverglasung bieten eine deutlich bessere Wärmedämmung und tragen erheblich zur Energieeffizienz eines Gebäudes bei. Während Einfachverglasungen in älteren Gebäuden oft zu hohen Wärmeverlusten führen, reduziert Dreifachverglasung den Energieverbrauch und die Heizkosten durch ihre überlegene Isolierwirkung.

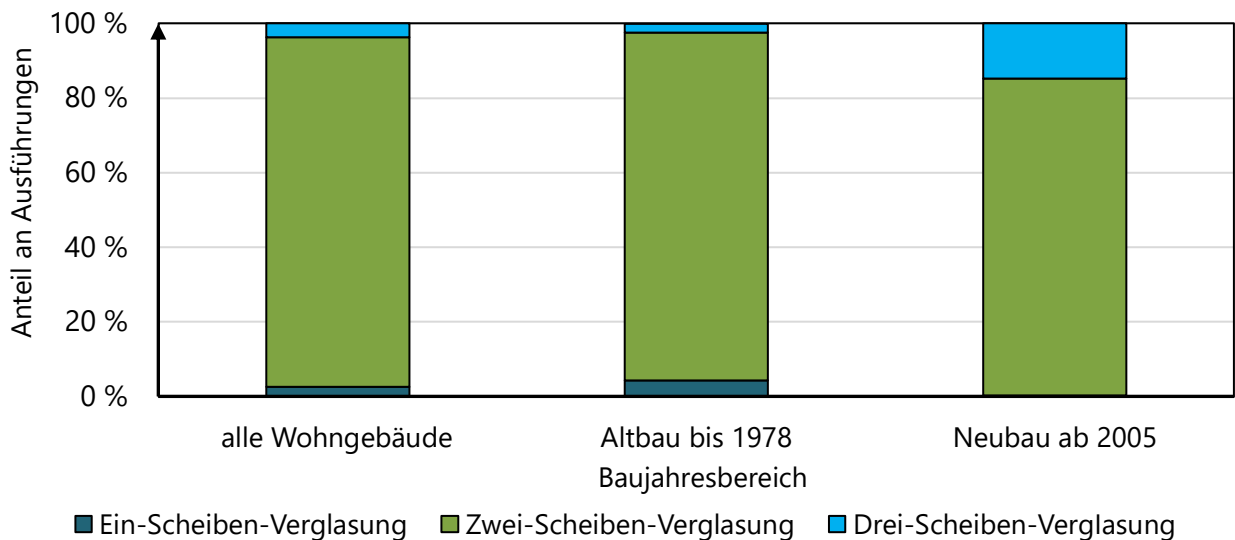


Abbildung 9: Verglasungsarten nach Fensterbaujahr in Deutschland (eigene Darstellung nach [6])

2.6.6 Historische Sanierungsraten

Unter der Sanierungsrate versteht man eine Kennzahl, welche Aufschluss über die durchschnittlich durchgeführte Anzahl an Sanierungen gibt. Oft wird diese pauschal im Sinne einer „Gesamtsanierungsquote“ in Bezug auf Wohngebäude genutzt. Dies ist jedoch bedingt zielführend, da sich die Sanierungsquote zwischen den Gebäudeelementen stark unterscheidet. In Abbildung 10 ist dargestellt, wie sich die Sanierungsrate je Sanierungsmaßnahme unterscheidet [10]. Zudem wird der Sanierungszyklus aufgezeigt, das heißt die Dauer bis 100 % des Gebäudebestands eine entsprechende Sanierung erfahren hätten. Dabei fällt auf, dass Heizungserneuerungen mit einem Zyklus von 34 Jahren seltener durchgeführt werden als aufgrund ihrer typischen Lebensdauer zu erwarten wäre. Weiterhin zeigt sich, dass Fassadendämmungen und Kellerdeckendämmungen mit Zyklen von über 100 Jahren praktisch oberhalb der erwarteten Nutzungsdauer von Wohngebäuden liegen und somit in der Regel nicht durchgeführt werden.

Sanierungsrate in Deutschland pro Jahr

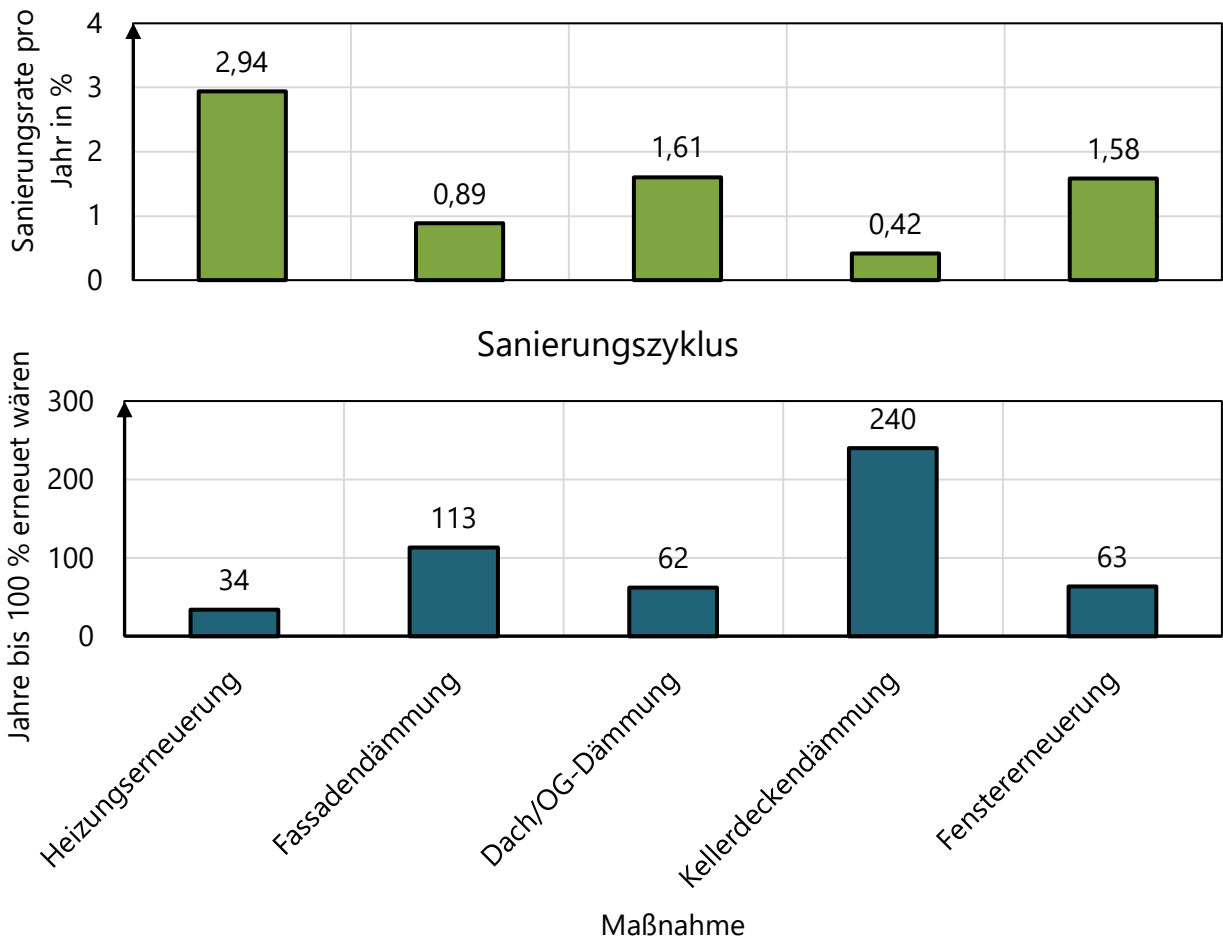


Abbildung 10: Sanierungsraten und Sanierungszyklus (eigene Darstellung nach [9])

Hingegen werden die Fenstererneuerung und die Dach- bzw. Obergeschossdämmung mit je ca. 60 Jahren deutlich häufiger und insbesondere für den Hauptgebäudebestand, der in den Jahrzehnten nach dem zweiten Weltkrieg gebaut wurde, häufiger durchgeführt. Hier ist demnach anzunehmen, dass an einem Großteil der Gebäude entsprechende Maßnahmen durchgeführt wurden, wodurch sich der energetische Standard um etwa 50 bis 60 Jahre verbessert hat.

2.6.7 Sanierung im Status quo

Die Dämmung von Gebäudehüllen spielt eine zentrale Rolle bei der Reduktion des Wärmebedarfs. Der Zustand der Dämmung unterscheidet sich dabei je nach Baualtersklasse deutlich. Abbildung 11 veranschaulicht den prozentualen Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren. Bei allen Wohngebäuden beträgt der Anteil gedämmter Außenwände 42 %, der gedämmten Fußböden/Kellerdecken 37 % und der gedämmten Dächer 78 %.

In Altbauten mit Baujahr bis 1978 ist der Anteil deutlich niedriger: Nur 34 % der Außenwände, 23 % der Fußböden/Kellerdecken und 70 % der Dächer sind gedämmt. Die höchsten Dämmungsanteile finden sich in Neubauten ab 2010: 75 % der Außenwände, 82 % der Fußböden/Kellerdecken und

98 % der Dächer sind gedämmt. Bei den Außenwänden ist zu beachten, dass nur bestimmte Wärmedämmschichten als echte Dämmung gewertet werden. Gut gedämmte Mauersteine, die in dem verbleibenden Drittel der Gebäude wahrscheinlich vorherrschend sind, werden daher nicht explizit berücksichtigt. Dies zeigt, dass neuere Gebäude signifikant bessere Dämmstandards aufweisen, während ältere Gebäude vergleichsweise schlechter gedämmt sind. Der Trend geht eindeutig in Richtung umfassender Dämmung, insbesondere bei neu errichteten Gebäuden.

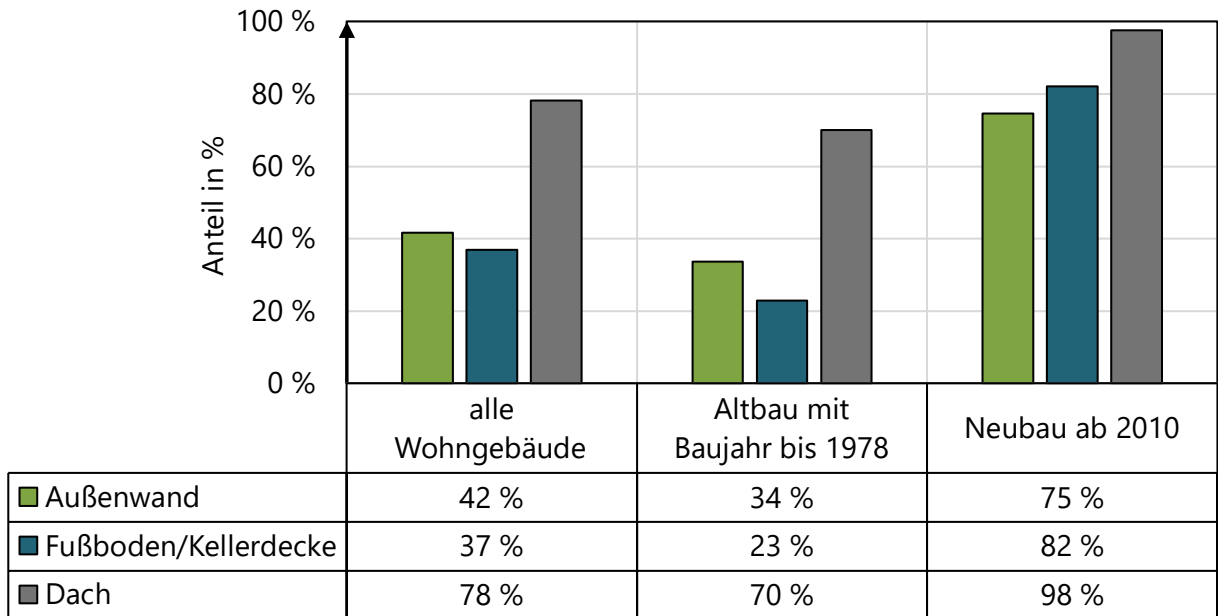


Abbildung 11: Prozentualer Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden, Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren (eigene Darstellung nach [11] mit Stand 2016)

Die nachträgliche Dämmung von Bauteilflächen zeigt deutliche Unterschiede je nach Gebäudetyp und Baujahr (siehe Abbildung 12).

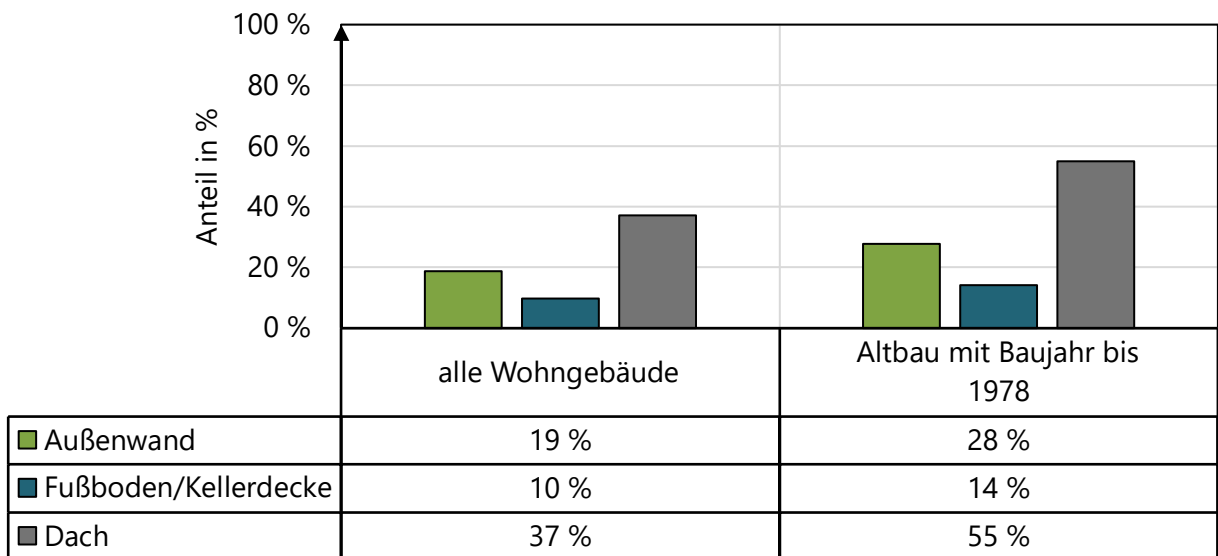


Abbildung 12: Nachträglich gedämmte Bauteilfläche von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern (eigene Darstellung nach [11] mit Stand 2016)

Abbildung 12 veranschaulicht, dass Außenwände, Fußböden/Kellerdecken und Dächer in vielen Bestandsgebäuden nachträglich gedämmt wurden, um den Wärmeschutz zu verbessern. Besonders Altbauten von vor 1978, die nicht den heutigen energetischen Standards entsprechen, wurden durch nachträgliche Dämmmaßnahmen erheblich aufgewertet.

2.7 Technologien zur klimaneutralen Wärmeerzeugung

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden quantitativ und räumlich differenziert die im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung ermittelt. Im Folgenden werden verschiedene Technologien zur Erzeugung klimaneutraler Wärme beschrieben.

2.7.1 Wärmepumpen

2.7.1.1 Allgemeines

Eine Wärmepumpe nutzt das Prinzip der thermodynamischen Kreisprozesse, um Wärmeenergie aus einer niedrigeren Temperaturquelle zu entziehen und auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen, das für Heizzwecke genutzt werden kann. Der detaillierte Ablauf kann folgendermaßen zusammengefasst werden [12]:

1. **Verdampfung (Außeneinheit):** Die Wärmepumpe entnimmt Wärme aus der Umgebungsluft, dem Erdreich oder dem Grundwasser auf. In der Außeneinheit befindet sich ein Verdampfer, in dem das Kältemittel (ein spezielles Gas oder eine Flüssigkeit) durch den Kontakt mit der Umgebungsluft verdampft. Dabei nimmt das Kältemittel die Umgebungswärme auf.
2. **Kompression (Kompressor):** Das verdampfte Kältemittel wird in den Kompressor geleitet, wo es komprimiert wird. Durch die Kompression erhöht sich der Druck und die Temperatur des Kältemittels erheblich. Die elektrische Energie, die für den Betrieb des Kompressors benötigt wird, ist der Hauptenergieverbrauchspunkt der Wärmepumpe.
3. **Kondensation (Inneneinheit):** Das heiße, komprimierte Kältemittel strömt nun durch einen Kondensator in der Inneneinheit der Wärmepumpe. Hier gibt das Kältemittel die aufgenommene Wärmeenergie an das Heizungssystem des Gebäudes ab. Durch die Wärmeübertragung im Kondensator wird das Kältemittel abgekühlt und kondensiert wieder zu einer Flüssigkeit.
4. **Entspannung (Expansionsventil):** Das abgekühlte und flüssige Kältemittel durchläuft nun ein Expansionsventil, das den Druck und die Temperatur des Kältemittels senkt. Dadurch wird es wieder auf das Niveau gebracht, das für den Verdampfungsprozess in der Außeneinheit erforderlich ist.

Dieser Kreislauf setzt sich kontinuierlich fort, solange die Wärmepumpe in Betrieb ist und Wärme für das Heizsystem benötigt wird. Wärmepumpen nutzen die Umweltenergie effizient, indem sie nur einen kleinen Teil elektrischer Energie für den Betrieb des Kompressors benötigen. Die Effizienz einer Wärmepumpe wird durch den sogenannten COP (Coefficient of Performance) angegeben, der das Verhältnis von abgegebener Heizleistung zur aufgenommenen elektrischen Leistung angibt. Moderne Wärmepumpen können einen COP von über 4 erreichen (abhängig von Jahreszeit und Quellmedium), was bedeutet, dass sie mehr als das Vierfache der eingesetzten elektrischen Energie als Heizenergie erzeugen können. Zusätzlich zur Heizfunktion können Wärmepumpen auch im Sommer für die Kühlung genutzt werden. Hierbei wird der Kreisprozess umgekehrt, wodurch die Wärme aus dem Innenraum abgeführt und nach außen transportiert wird. [12]

Insgesamt bieten Wärmepumpen eine nachhaltige und effiziente Alternative zu konventionellen Heizsystemen, da sie erneuerbare Umweltenergie nutzen und so zur Reduzierung der CO₂-Emissionen und der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen beitragen können.

2.7.1.2 Umgebungsluft

Luft-Wärmepumpen nutzen die Umgebungsluft als Wärmequelle und können Wasser oder Luft auf der Sekundärseite als Wärmeübertragungsmedium verwenden. Der Vorteil dieser Systeme liegt vor allem in ihrem vergleichsweise geringen Installationsaufwand und den niedrigen Anschaffungskosten, die typischerweise zwischen 10.000 und 25.000 Euro für ein Einfamilienhaus liegen. Sie haben auch den Vorteil, dass Luft als Wärmequelle leicht verfügbar ist. Jedoch ist die Effizienz dieser Systeme oft geringer als bei anderen Wärmepumpen. Besonders bei geringen Außentemperaturen sinkt der COP erheblich. Darüber hinaus ist in dicht bebauten Gebieten oft nur begrenzt Platz für Außengeräte von Luftwärmepumpen verfügbar. Ein weiterer Nachteil sind die potenziellen Schallemissionen, die als störend empfunden werden können. Die Lebensdauer einer Luftwärmepumpe beträgt in der Regel 15 bis 20 Jahre. [13], [14]

Die Effizienz der Luft-Wärmepumpe kann durch mehrere Faktoren verbessert werden. Eine gute Wärmedämmung des Gebäudes minimiert Wärmeverluste, eine Fußboden- oder Wandheizung ermöglicht den Betrieb mit niedrigen Heizwassertemperaturen und die Installation an einem schallgeschützten Ort kann die Geräuschbelastung reduzieren. Es gibt auch spezialisierte Luft-Luft-Wärmepumpen, die sich besonders für Passivhäuser eignen.

2.7.1.3 Erdkollektoren

Die Sole-Wasser-Wärmepumpe wird auch als Erdwärmepumpe bezeichnet. „Sole“ ist die frostgeschützte Flüssigkeit, die durch die Heizschlangen im Boden zirkuliert und dabei Wärme aus dem Erdreich (oberflächennahe Geothermie) aufnimmt. Diese Systeme können entweder horizontal als Kollektoren verlegt oder vertikal als Sonden in den Boden eingebracht werden. [15]

Erdkollektoren werden flächig unterhalb der Frostgrenze in etwa 1,5 Metern Tiefe verlegt, weshalb sie auch als Flächenkollektoren bezeichnet werden. In dieser Tiefe wird die Erdwärme hauptsächlich durch im Erdreich gespeicherte Sonnenenergie und Regenwasser bereitgestellt. Die Fläche über den Kollektoren sollte daher nicht überbaut oder versiegelt werden, und tiefwurzelnde Pflanzen sollten dort nicht gepflanzt werden. Einmal verlegt, sind die Kollektoren an der Oberfläche nicht mehr sichtbar. [15]

Ein Quadratmeter an Bodenfläche kann etwa 25 Watt Wärme liefern (Spanne: 10 bis 40 W/m²). Bei Annahme einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4 wird für eine Heizleistung von 10 Kilowatt etwa 300 Quadratmeter an Kollektorfläche benötigt. Der Platzbedarf kann reduziert werden, wenn die Rohre als Körbe oder übereinander geschichtete Grabenkollektoren verlegt werden.

2.7.1.4 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind platzsparend, da sie im Vergleich zu Kollektoren vertikal und nicht horizontal in den Boden eingebracht werden. Die Sonden werden in der Regel bis in eine Tiefe von 100m ge-

bohrt. Erdwärmesonden heizen besonders effizient, da sie auf das hohe Temperaturniveau der Wärmequelle zugreifen. Ab einer Tiefe von etwa 10 Metern liegt die Temperatur ganzjährig bei etwa 10 °C. [16]

Obwohl Erdwärmesonden hohe Kosten für Bohrarbeiten verursachen, bieten sie einen höheren Wirkungsgrad und damit niedrigere laufende Stromkosten im Vergleich zu Flachkollektoren. Die Kosten für die Wärmepumpe betragen bei einem Einfamilienhaus etwa 9.000 bis 11.000 Euro. Zusätzlich fallen noch Kosten für die Bohrung an, welches insbesondere bei Gebäuden mit geringem absoluten Wärmebedarf einen starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben. Laut [13] erreichen Erdwärmepumpen eine durchschnittliche Jahresarbeitszahl von 3,1 bis 4,6 je nach Sanierungszustand des Gebäudes. Aufgrund ihres geringen Stromverbrauchs eignen sie sich besonders für Altbauten mit höherem Wärmebedarf, was daran liegt, dass man eine größere Investition in Kauf nimmt, um dann niedrige Betriebskosten zu ermöglichen, was sich bei hohem Wärmebedarf eher lohnt.

2.7.1.5 Tiefe Geothermie

Tiefengeothermie nutzt die im Inneren der Erde gespeicherte Wärme für die Stromerzeugung sowie die Heizung und Kühlung von Gebäuden. Hierzu werden Bohrungen von mehreren hundert bis mehreren tausend Metern Tiefe durchgeführt, um heiße Gesteinsschichten zu erreichen, in denen Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius herrschen. Ein Medium, typischerweise Wasser, wird durch diese Bohrlöcher gepumpt, erwärmt sich durch den Kontakt mit den heißen Gesteinen und wird dann wieder an die Oberfläche geleitet. Die gewonnene Wärme kann direkt genutzt oder in einem Kraftwerk zur Stromerzeugung verwendet werden, indem der Dampf, der durch die Wärme erzeugt wird, eine Turbine antreibt.

Das Potenzial der Tiefengeothermie liegt in der nahezu unbegrenzten Verfügbarkeit der Energiequelle und ihrer konstanten Verfügbarkeit unabhängig von Wetterbedingungen. Dies ermöglicht eine zuverlässige und kontinuierliche Energieversorgung. Allerdings sind die sehr hohen Investitionskosten für Bohrverfahren und Infrastruktur eine wesentliche Herausforderung. Zudem sind nicht überall geeignete geologische Bedingungen vorhanden, was die tatsächliche Nutzung des geothermischen Potenzials einschränkt. Die technische Komplexität der Anlagen erfordert zudem spezialisierte Technologien. Weitere Herausforderungen sind mögliche geologische Auswirkungen wie Erdbeben und Umweltauswirkungen durch das Management und die Wiedereinspeisung von abgekühltem Wasser in den Untergrund.

Trotz dieser Herausforderungen stellt Tiefengeothermie in Regionen mit einer hohen Wärmeverbrauchsdichte eine vielversprechende Option für eine nachhaltige Energieversorgung dar, insbesondere in Regionen mit geeigneten geologischen Bedingungen. Technische Fortschritte, wie verbesserte Bohrtechniken könnten dazu beitragen, diese Hürden zu überwinden und die Nutzung dieser umweltfreundlichen Energiequelle weiter auszubauen.

2.7.1.6 Grundwasser

Eine Grundwasser-Wärmepumpe (auch als Wasser-Wasser-Wärmepumpe bezeichnet) bietet einen mindestens ebenso hohen Wirkungsgrad wie eine Erdwärmepumpe, da Grundwasser auch im Winter Temperaturen von 8 bis 10 °C aufweist. Grundwasser-Wärmepumpen können eine Jahresarbeitszahl über 5 erreichen, was sie besonders wirtschaftlich macht. [13]

Zur Nutzung von Grundwasser werden zwei Brunnen benötigt: ein Förderbrunnen, durch den das Wasser entnommen wird, und ein Schluckbrunnen, durch den das Wasser wieder in den Boden zurückgeführt wird. Die Investitionskosten liegen typischerweise zwischen 20.000 € und 40.000 €, können jedoch je nach lokaler Gegebenheit stark variieren. [17]

2.7.1.7 See- und Flusswasserwärme

Die Nutzung von See- und Flusswasserwärme zur Energiegewinnung ist eine Form der Nutzung von Umweltwärme, die auf Oberflächengewässer als Wärmequelle zurückgreift. Dabei wird die relativ konstante Temperatur des Wassers genutzt, um Gebäude zu heizen oder zu kühlen. Die Technologie funktioniert durch einen Wärmeübertrager im Gewässer, der vom Wasser durchlaufen wird und dessen Wärmeenergie auf ein integriertes Kältemittel überträgt. Das erwärmte Kältemittel wird dann zur Wärmepumpe transportiert, die die Wärme durch Verdichtung und Kondensation auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Das abgekühlte Wasser wird anschließend zurück ins Gewässer geleitet, wobei darauf geachtet wird, die ökologische Balance des Gewässers zu erhalten. Die Nutzung von See- und Flusswasser zur Wärmeerzeugung ist umweltfreundlich und bietet eine konstante, zuverlässige Energiequelle, jedoch erfordert sie spezifische technische Anpassungen und Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten sowie Genehmigungen für den Betrieb.

2.7.2 Feste Biomasse

Die Nutzung fester Biomasse, speziell Holz, als Wärmequelle ist eine bewährte Methode zur Erzeugung von Wärmeenergie in Wohnhäusern und Industrieanlagen. Biomasse umfasst Holz in Form von Scheitholz, Holzpellets oder Hackschnitzeln sowie andere organische Materialien wie Stroh oder biologisch abbaubare Abfälle. Diese Biomasse wird in speziellen Kesseln oder Öfen verbrannt, um Wärme zu erzeugen. Moderne Heizsysteme nutzen Pelletkessel oder -öfen, die automatisch Holzpellets zuführen und eine kontinuierliche Wärmeversorgung sicherstellen. Die Verbrennung erfolgt unter kontrollierten Bedingungen, um eine effiziente Verbrennung und minimale Emissionen zu gewährleisten. Biomasse ist weitgehend CO₂-neutral, da das bei der Verbrennung freigesetzte CO₂ zuvor während des Wachstums der Biomasse aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Diese Eigenschaft trägt zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen bei. Biomasseheizungen finden Anwendung in Einzelhäusern, Wohnanlagen, landwirtschaftlichen Betrieben und Industrieanlagen für die Raumheizung und Warmwasserbereitung.

Feste Biomasse ist eine erneuerbare Energiequelle, solange die Wälder nachhaltig bewirtschaftet und die Bäume nachgepflanzt werden. Herausforderungen umfassen die Beschaffung von qualitativ hochwertiger Biomasse, die logistische Organisation der Brennstofflieferung und die Einhaltung von Umweltstandards für die Verbrennung. Die Nutzung fester Biomasse, besonders Holz, bietet eine kostengünstige, umweltfreundliche und nachhaltige Alternative zu fossilen Brennstoffen und spielt eine wichtige Rolle in der Wärmeversorgung.

2.7.3 Solare Energiequellen

Die Nutzung solarer Energie spielt eine entscheidende Rolle in der Energie- und Wärmewende, da sie eine nachhaltige, erneuerbare und wirtschaftliche Energiequelle darstellt. Photovoltaik (PV) und Solarthermie bieten Potenzial für eine breitere Anwendung. Herausforderungen sind die intermittierende Verfügbarkeit, Flächenbedarf für solare Anlagen (insb. als Freiflächenanlagen) und Effizienz in

kälteren Klimazonen. Aufgrund der Volatilität von Solarenergie sind Speichermöglichkeiten und Netzintegration wichtig. Regierungen fördern die Nutzung durch finanzielle Anreize, Netzeinspeisevergütungen und Vorschriften zur Gebäudeeffizienz. Solarenergie ist eine Schlüsselkomponente für die Energie- und Wärmewende, liefert saubere Energie, reduziert Umweltbelastungen und trägt zur Energiesicherheit bei.

2.7.3.1 Solarenergie auf Dächern und Fassaden

Die Nutzung solarer Energie auf Dächern und Fassaden ist eine effektive Methode zur direkten Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie oder Wärme für Gebäude. Auf Dächern werden Photovoltaikanlagen installiert, bestehend aus Solarzellen, die Sonnenlicht absorbieren und durch den photovoltaischen Effekt in Gleichstrom umwandeln. Ein Wechselrichter wandelt diesen in nutzbaren Wechselstrom um, der entweder im Gebäude verwendet oder ins öffentliche Netz eingespeist wird. Dächer bieten ausreichend Fläche für die Installation von PV-Modulen, optimiert für maximale Sonneneinstrahlung. PV-Module können auch auf Fassaden installiert werden, um zusätzliche Flächen zur Stromerzeugung zu nutzen. Diese Integration erfordert spezielle Befestigungssysteme und berücksichtigt ästhetische Aspekte, um das architektonische Design zu bewahren.

Solarthermische Anlagen nutzen ebenfalls häufig Dächer zur Erzeugung von Wärme. Kollektoren absorbieren Sonnenstrahlen und wandeln sie in Wärme um, die für Warmwasser oder Heizungsunterstützung genutzt wird.

2.7.3.2 Photovoltaik-Thermische-Systeme (PVT)

Die PVT-Technik kombiniert die Vorteile von PV und Solarthermie in einer Anlage. PV-Zellen auf der Vorderseite wandeln Sonnenlicht direkt in elektrische Energie um. Gleichzeitig nutzen sie die erzeugte Wärme über Wärmeübertrager auf der Rückseite, um Wasser zu erwärmen oder Heizungsanlagen zu unterstützen. Herausforderungen bestehen in den Kosten im Vergleich zu separaten Anlagen und der spezifischeren Planung. Obwohl die Gesamteffizienz der Module in der Regel gut abschneidet, sind die Effizienzen einzeln betrachtet oft schlechter als spezialisierte PV- oder Solarthermieanlagen.

Kombinierte Anlagen eignen sich daher insbesondere für Gebäude, bei denen sowohl eine Eigennutzung von Wärme als auch von Strom im bereitgestellten Umfang möglich ist. Fortschritte und Kostenreduktionen könnten die Verbreitung der PVT-Technik weiter fördern und ihre Wirtschaftlichkeit verbessern.

2.7.3.3 Solarthermie-Freiflächenanlage

Solarthermie-Freiflächenanlagen nutzen große offene Flächen zur direkten Gewinnung von Solarenergie. Sie bestehen aus Solarkollektoren mit einem Absorber, der Sonnenlicht in Wärme umwandelt, und einem Rohrsystem für ein Wärmeträgermedium. Dieses transportiert die Wärme zu einem Wärmeübertrager, der sie entweder in einem Wärmespeicher speichert oder direkt ins Heizungssystem leitet. Solche Anlagen werden für industrielle Prozesswärme, Raumheizung in großen Gebäuden und Warmwasserbereitung genutzt. Auch als Quelle für Wärmenetze können Solarthermie-Freiflächenanlagen dienen. Sie sind effizient und reduzieren den Energiebedarf aus fossilen Brennstoffen. Flächenanforderungen und die saisonale Variabilität der Sonneneinstrahlung stellen Herausforderungen.

rungen dar. Durch staatliche Förderungen und Netzeinspeisevergütungen sind sie wirtschaftlich konkurrenzfähig. Solarthermie-Freiflächenanlagen sind eine nachhaltige Lösung zur Wärmeerzeugung, die zur Reduktion von CO₂-Emissionen und zur Energiewende beitragen können.

2.7.3.4 PV-Freiflächenanlage

Photovoltaik-Freiflächenanlagen nutzen große offene Flächen zur direkten Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie. Auf Freiflächen werden die PV-Module auf speziellen Montagesystemen installiert, die eine optimale Ausrichtung zur Sonne gewährleisten. Diese können feste, geneigte oder nachgeführte Systeme umfassen, um die Sonneneinstrahlung über den Tag hinweg zu maximieren. PV-Freiflächenanlagen können eine große Menge an elektrischer Energie erzeugen und tragen zur Stromversorgung von Industrieanlagen, Gemeinden oder als Teil des öffentlichen Stromnetzes bei. Diese Anlagen bieten eine effiziente Nutzung der Sonnenenergie und können eine bedeutende Menge an elektrischer Energie erzeugen, die zur Reduzierung der CO₂-Emissionen und der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen beiträgt. Herausforderungen umfassen die Notwendigkeit großer Flächen für die Installation, die Entwicklung von Standorten und gegebenenfalls die Integration in bestehende landwirtschaftliche oder ökologische Systeme. Die Integration solcher Anlagen erfordert sorgfältige Planung und Berücksichtigung von Umwelt- und Sozialverträglichkeit. Kostenreduktionen und staatliche Unterstützung durch Förderprogramme und Einspeisevergütungen können die Wirtschaftlichkeit verbessern. Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind eine nachhaltige Lösung zur Erzeugung von sauberem Strom, die zur Energiewende beiträgt und erhebliches Potenzial für zukünftige Entwicklungen bietet.

2.7.4 Abwasserwärmenutzung

Die Abwasserwärmenutzung nutzt die Wärmeenergie aus Abwasserströmen zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden. Das Abwasser, das aus Haushalten, Industrieanlagen oder anderen Quellen stammt, enthält Wärmeenergie, die durch Wärmeübertrager entzogen wird. Diese Wärmeenergie kann auch in Wärmenetze eingespeist werden. Ein Wärmeträgermedium wie Wasser transportiert die Wärme dann zur Gebäudeheizung oder Kühlung. Diese Technologie könnte in städtischen Gebieten zunehmend verbreitet werden, wo genügend Abwasser zur Verfügung steht. Sie reduziert den Energieverbrauch für Heizung und Kühlung erheblich, senkt CO₂-Emissionen und ist wirtschaftlich attraktiv. Herausforderungen ist dabei die Integration in die bestehenden Abwassersysteme. Die Abwasserwärmenutzung ist eine effiziente und nachhaltige Nutzung erneuerbarer Wärmequellen für eine verbesserte Energieeffizienz.

2.7.5 Biogas

Biogas entsteht durch die anaerobe Vergärung organischer Materialien wie Biomasse, landwirtschaftliche Reststoffe oder organische Abfälle. Dieser Prozess erfolgt in geschlossenen Fermentern, in denen Mikroorganismen die Materialien zersetzen, wobei Methan (CH₄) und Kohlendioxid (CO₂) als Hauptbestandteile des entstehenden Biogases produziert werden.

Das Biogas wird nach der Fermentation aufbereitet, um Verunreinigungen wie Wasserstoffsulfid und Feuchtigkeit zu entfernen. Anschließend kann es zur Erzeugung von Wärme und Strom verwendet werden. Dies geschieht entweder durch die Verbrennung des Biogases in Blockheizkraftwerken

(BHKW), die gleichzeitig Strom und Wärme produzieren, oder durch seine Nutzung in Gasturbinen oder Brennstoffzellen zur ausschließlichen Stromerzeugung

Die Nutzung von Biogas ist ökologisch vorteilhaft, da es eine erneuerbare Energiequelle darstellt und zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen beiträgt. Es unterstützt zudem die regionale Energieversorgung und fördert die Kreislaufwirtschaft, indem es organische Abfälle effizient verwertet. Herausforderungen der Biogasnutzung umfassen die Verfügbarkeit geeigneter Substrate für die Fermentation, die Optimierung der Biogasproduktionsprozesse und die Sicherstellung einer stabilen und effizienten Betriebsführung der Anlagen. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und technologische Innovationen in der Biogastechnologie sind entscheidend, um die Effizienz zu steigern und die Wirtschaftlichkeit dieser nachhaltigen Energiequelle zu verbessern.

2.7.6 Abwärme aus der Industrie

Industrieabwärme entsteht als Nebenprodukt industrieller Prozesse wie Verbrennung, Schmelzen oder chemische Reaktionen in Fabriken und Produktionsstätten. Diese Wärme wird üblicherweise als Abfall betrachtet, kann jedoch effizient genutzt werden, um Heizungs- und Kühlungsbedarfe zu decken oder zur Stromerzeugung beizutragen.

Die Nutzung von Industrieabwärme beginnt mit der effizienten Erfassung mithilfe von Wärmeübertragern oder anderen Technologien, die die Wärme aus Abgasen oder Abwässern extrahieren. Anschließend wird die gewonnene Abwärme durch Rohrleitungen oder andere Kanäle zu einem Speicher- oder Nutzungsort transportiert. Abhängig von ihrer Temperatur und Menge kann die Abwärme entweder direkt genutzt oder zur späteren Verwendung gespeichert werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Nutzung von Industrieabwärme:

- Direkte Beheizung von Gebäuden oder industriellen Prozessen.
- Verwendung zur Kühlung von Räumen oder Prozessen, besonders bei niedrigeren Temperaturen.
- Einsetzen in Dampfturbinen oder thermischen Kraftwerken zur Stromerzeugung.
- Direkte Verwendung in industriellen Prozessen zur Aufrechterhaltung oder Erhöhung der benötigten Temperaturen.

Die Vorteile der Nutzung von Industrieabwärme liegen in ihrer hohen Effizienz, da sie eine bereits vorhandene und oft ungenutzte Energiequelle nutzt. Dadurch können Energiekosten gesenkt und gleichzeitig die CO₂-Emissionen reduziert werden, da weniger primäre Energiequellen benötigt werden.

Herausforderungen bei der Nutzung von Industrieabwärme umfassen die technische Integration in bestehende Produktionsanlagen, die Auswahl geeigneter Wärmeübertragertechnologien und die Notwendigkeit einer effizienten Wärmeübertragung und -nutzung. Eine sorgfältige Planung und technologische Innovationen sind entscheidend, um das volle Potenzial der Industrieabwärmennutzung auszuschöpfen und die Umweltbelastung zu minimieren. Grundsätzlich können die Herausforderungen bei der Integration von Industrieabwärme sehr von lokalen Gegebenheiten abhängen.

2.7.7 Müllverbrennung

Die Nutzung der Abwärme aus Müllverbrennungsprozessen ist eine wichtige Methode, um Energie aus Abfallprodukten zu gewinnen. In Müllverbrennungsanlagen werden Abfälle unter kontrollierten Bedingungen verbrannt, wobei hohe Temperaturen entstehen, und Wärme freigesetzt wird. Diese Wärme wird in Form von heißem Gas oder Dampf erzeugt und kann vielseitig genutzt werden.

Die Hauptanwendungen der Abwärmenutzung sind die direkte Beheizung von Gebäuden oder industriellen Prozessen sowie die Bereitstellung von Prozesswärme. Weiterhin wird die erzeugte Wärme oft zur Erzeugung von Dampf verwendet, der eine Dampfturbine antreibt, die wiederum an einen Generator gekoppelt ist und elektrischen Strom erzeugt. Dieser Strom kann entweder vor Ort verwendet oder ins Stromnetz eingespeist werden. Die Nutzung der Abwärme aus Müllverbrennungsprozessen trägt zur Effizienzsteigerung bei, da sie zusätzliche Energie aus einem ansonsten entsorgten Abfallprodukt gewinnt. Dies hilft, die Umweltbelastung zu verringern und fördert eine nachhaltigere Abfallwirtschaft, da weniger fossile Brennstoffe zur Energieerzeugung benötigt werden.

Herausforderungen bei der Nutzung der Abwärme aus Müllverbrennungsprozessen umfassen die effiziente Wärmeübertragung und -nutzung sowie die technische Integration in bestehende Industrieanlagen. Durch fortschrittliche Technologien und eine optimierte Betriebsführung können diese Herausforderungen gemeistert werden, um die Potenziale der Abwärmenutzung voll auszuschöpfen und die Umweltvorteile weiter zu maximieren.

2.7.8 Hybridsysteme

Eine Hybridheizung kombiniert verschiedene Heiztechnologien, um die Vorteile der jeweiligen Systeme zu nutzen. In einem Hybridheizsystem kann eine Wärmepumpe die Rolle einer Ergänzung zum Gaskessel übernehmen. Dies ermöglicht eine geringere Leistung der Wärmepumpe im Vergleich zu einer reinen Wärmepumpen-Heizung, was die Kosten für diese senkt und eine sinnvolle Übergangslösung darstellen kann. Dies ist besonders relevant, wenn derzeit keine Dämmung oder kein Austausch der Heizkörper möglich ist, um die Effizienz einer reinen Wärmepumpen-Heizung zu gewährleisten. Abbildung 13 veranschaulicht, wie die Wärmeanforderungen im Jahresverlauf variieren und wie ein Hybridheizsystem diese Anforderungen durch die Kombination von Gas- und Wärmepumpentechnologie effizient abdecken kann.

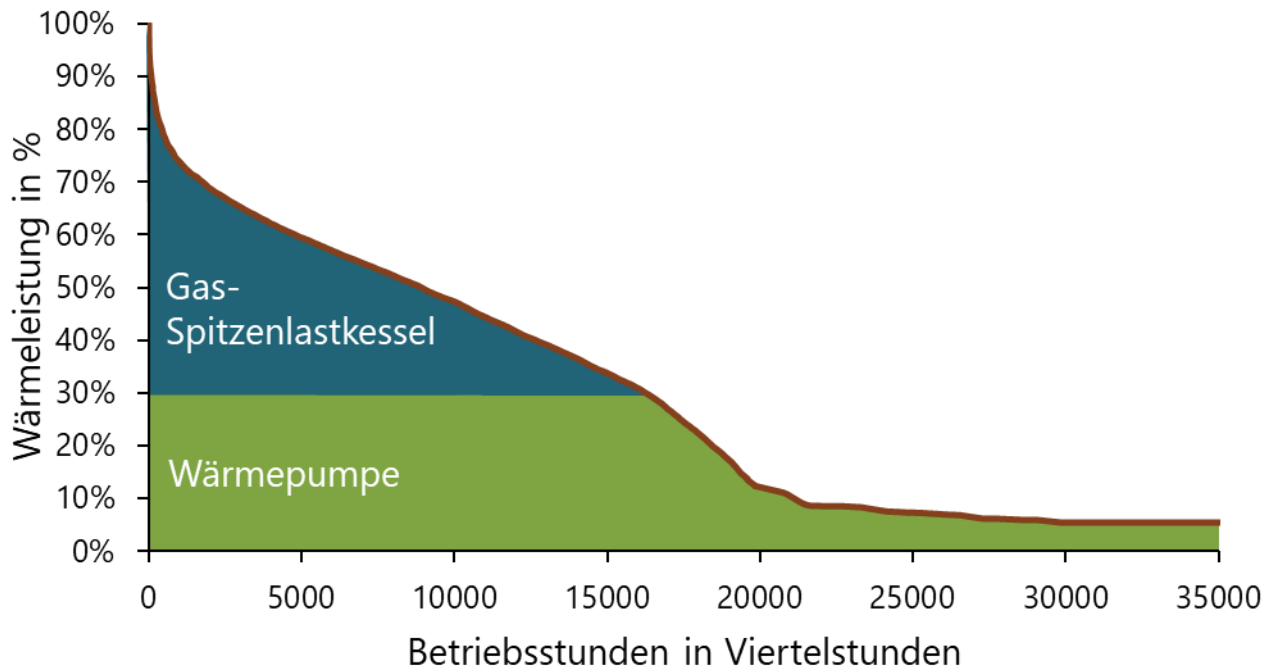


Abbildung 13: Typische Wärme-Jahresdauerlinie von Haushalten für ein Hybridsystem [7]

Gas-Hybridheizungen haben den Vorteil, dass sie geringere CO₂-Emissionen verursachen als reine Gasheizungen und stellen damit eine kostengünstige Übergangslösung auf dem Weg zu einer Heizlösung dar, die vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden kann.

Die Umrüstung von Gas- oder Ölkesseln auf Wärmepumpen stellt besonders in alten Mehrfamilienhäusern eine große Herausforderung dar. Die hohen Vorlauftemperaturen solcher Systeme können die Effizienz der Wärmepumpe erheblich verringern. Zudem sind umfassende Sanierungen erforderlich, die mehrere Mieter oder Eigentümer betreffen, und in Eigentümergemeinschaften muss ein entsprechender Beschluss gefasst werden. Auch der begrenzte Platz für Außeneinheiten und die problematischen Schallgrenzwerte bei geringen Abständen zu Nachbargebäuden können zusätzliche Hürden darstellen.

Eine praktikable Lösung könnte eine Hybridheizung aus Wärmepumpe und fossiler Heizung zur Spitzenlastabdeckung sein, die gemäß dem GEG zulässig ist. Nach § 71 des GEG muss die Wärmepumpe dabei mindestens 30 % der Heizlast übernehmen. Dies reduziert die Herausforderungen im Vergleich zu reinen Wärmepumpensystemen erheblich. Auch wenn der Nachteil in der „doppelten“ Anlagentechnik liegt, ist die Integration solcher Systeme in bestehende Gebäude deutlich einfacher als bei einer reinen Wärmepumpe. Darüber hinaus bietet sich der Vorteil, dass ein Gasnetz, wenn kein Wärmenetz vorhanden ist, oft schneller und einfacher nutzbar ist.

2.7.9 Wasserstoff

Die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger in der Wärmeversorgung bringt sowohl Herausforderungen als auch Vorteile mit sich. Wird Wasserstoff mithilfe erneuerbarer Energien gewonnen, kann der CO₂-Ausstoß deutlich reduziert werden. Bei seiner Verbrennung werden keine weiteren Treibhausgase emittiert. Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar, von der Verbrennung in Heizkesseln bis zur Nutzung in Brennstoffzellen für Wärme und Strom. [18]

Die größten Herausforderungen bestehen aktuell in der Verfügbarkeit und den Herstellungskosten, da die Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion derzeit teurer ist als die Herstellung fossiler Brennstoffe. Ein Grund liegt insbesondere im vergleichsweise geringen Wirkungsgrad der Elektrolyse. Die Integration in die bestehende Erdgasnetzinfrastruktur wird begrenzt durch Materialeigenschaften und Korrosionsprobleme, die teilweise Austauschmaßnahmen zur Folge haben, um die Erdgasnetzstrukturen für Wasserstoff nutzbar zu machen. [18]

Die Fortschritte in der Wasserstofftechnologie und die Senkung der Produktionskosten sind entscheidend für eine breitere Anwendung und Integration in die Energiesysteme der Zukunft. Ob Wasserstoff die kosteneffizienteste Wärmeversorgung und für die Versorgung im Bereich der Gebäudewärme ausreichend verfügbar sein wird, ist nach heutiger Sicht ungewiss. Gleichzeitig gibt es andere Verbrauchssektoren, insbesondere Verkehr und Industrie, welche einen hohen Wasserstoffbedarf haben. Deshalb liegt Fokus im Wärmesektor häufig auf andere Technologien. [18]

2.8 Wärmenetze

Wärmenetze sind komplexe Infrastrukturen, die dazu dienen, Wärmeenergie von zentralen oder dezentralen Erzeugungsanlagen zu Verbrauchsstellen zu transportieren. Diese komplexen Infrastrukturen bestehen aus einem System von Rohrleitungen, die Wärme von Heizkraftwerken, Biomasseanlagen, Solarthermieanlagen oder anderen Wärmequellen zu Wohngebäuden, Gewerbegebieten und industriellen Prozessen bringen.

Die Funktionsweise eines Wärmenetzes umfasst mehrere Schlüsselkomponenten. Die Wärmeerzeugungsanlagen erzeugen die Wärme, die dann über Wärmeübertrager in das Verteilnetz eingespeist wird. Von dort aus wird die Wärme zu den Verbrauchsstellen transportiert, wo sie für Heizung, Warmwasserbereitung und industrielle Prozesse genutzt wird. Wärmenetze können je nach Größe und Reichweite unterschiedliche Formen annehmen. Fernwärmenetze sind großflächige Netzwerke, die über weite Entfernungen viele Gebäude versorgen, während Nahwärmenetze kleiner sind und oft eine Nachbarschaft oder Wohnsiedlungen bedienen. Es ist jedoch zu beachten, dass Nahwärme- und Fernwärmenetze rechtlich gleichbehandelt werden. Dezentrale Lösungen wie Blockheizkraftwerke (BHKW) versorgen einzelne Gebäude oder Cluster von Gebäuden direkt vor Ort.

Die Vorteile von Wärmenetzen liegen in ihrer Energieeffizienz durch die Nutzung zentraler Erzeugungsanlagen mit hohen Effizienzgraden und in ihrer Flexibilität bei der Auswahl der Energiequellen. Durch die Integration erneuerbarer Energien und die Nutzung von Abwärme tragen Wärmenetze zur Reduzierung von CO₂-Emissionen und zur Sicherstellung einer zuverlässigen Wärmeversorgung bei. Dennoch gibt es auch Herausforderungen, darunter die hohen Investitionskosten für den Aufbau und die Erweiterung der Infrastruktur sowie technische und regulatorische Komplexitäten. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Optimierung der Wärmenetze sind entscheidend, um ihre Rolle in einer nachhaltigen Energieversorgung zu stärken und ihre Effizienz weiter zu steigern.

Je nach zu versorgendem Gebäudebestand (Neu- oder Altbau) sowie dem Temperaturniveau der Wärmequellen können die Temperaturniveaus der Wärmenetzinfrastruktur verschiedenen ausgestaltet werden. Kalte Netze arbeiten mit niedrigen Systemtemperaturen zwischen 6 °C und 25 °C und nutzen verschiedene Wärmequellen wie Erdwärme, Eisspeicher, Abwärme und Grundwasser. Im Ge-

gensatz zu konventionellen Wärmenetzen wird hier meist auf eine zentrale Wärmeerzeugung verzichtet, stattdessen erzeugen dezentrale Wärmepumpen in den angeschlossenen Gebäuden die notwendige Vorlauftemperatur für Heizung und Warmwasser. Dieses System bringt zahlreiche Vorteile mit sich. Durch die niedrigen Systemtemperaturen ist eine Rohrdämmung nicht nötig, was die Baukosten erheblich senkt. Trotz fehlender Dämmung entstehen kaum Wärmeverluste, im Gegenteil, es kann sogar Energie aus der Umgebung gewonnen werden. Durch den Einsatz von Wärmepumpen in den Gebäuden ist auch die Naturkühlung im Sommer eine Option. Allerdings ist bei der Installation mehr Platz in den Gebäuden nötig, da die Wärmepumpen individuell gewartet und betrieben werden müssen. Zu den Nachteilen gehört auch, dass nicht alle sekundärseitigen Systemtemperaturen möglich sind, die Investitionskosten linear mit der Anzahl der Gebäude steigen und ein großes Netzvolumen sowie die Verwendung von Glykol erforderlich sind.

Mittelwarme oder LowEx-Netze sind Wärmenetze, die mit niedrigen bis mittleren Temperaturen zwischen 25 °C und 70 °C betrieben werden. Diese Netze minimieren Exergieverluste, indem sie die Temperaturunterschiede zwischen den Wärmequellen und dem Wärmebedarf senken. Dies ermöglicht eine effiziente Nutzung erneuerbarer Energiequellen und Abwärme, die häufig bei niedrigeren Temperaturen zur Verfügung steht. LowEx-Netze ermöglichen eine flexible Nutzung verschiedener erneuerbarer Wärmequellen wie Solarthermie, Geothermie und industrieller Abwärme. Durch die geringere Vorlauftemperatur sinken die Wärmeverluste im Netz, was die Energieeffizienz des Gesamtsystems erhöht. Gebäude, die an ein LowEx-Netz angeschlossen sind, benötigen jedoch ebenfalls Niedertemperatur-Heizsysteme, wie Flächenheizungen oder entsprechend dimensionierte Heizflächen, um den Wärmebedarf decken zu können. Für Gebäude mit höherem Temperaturbedarf lassen sich LowEx-Netze auch gut mit dezentralen Wärmepumpen kombinieren.

3 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die wesentliche Grundlage für die Entwicklung und Optimierung von Wärmeversorgungssystemen in der kommunalen Wärmeplanung (gemäß §15 WPG). Im Rahmen der Bestandsanalyse findet eine Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen statt. Gleichzeitig werden Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude ausgewertet. Auf Basis dieser umfassenden Analyse dieser Faktoren können gezielt Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Reduzierung der CO₂-Emissionen entwickelt werden.

3.1 Datengrundlage

Für die Erstellung der Bestandsanalyse ist eine umfassende Datensammlung und -aufbereitung notwendig. In Tabelle 4 sind die Datenquellen aufgeführt, die zur fundierten Erfassung der aktuellen Wärmeversorgung herangezogen wurden. Diese umfassen beispielsweise Informationen zur Versorgungsinfrastruktur, zum Gebäudebestand und zum Wärmebedarf.

Tabelle 4: Datengrundlage für die Bestandsanalyse

Bezeichnung	Inhalte	Quelle
Amtliche Katasterdaten aus dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ALKIS)	Flurstücke und Liegenschaften	[19]
CityGML-3D-Modelle des Landes im Level of Detail (LOD)-2	Gebäudeinformationsmodell aus offenen Daten	[20]
Ergänzende Informationen aus Open Street Map und Google API	Gebäudekoordinaten, Straßen und Flächennutzungen	-
ovag Netz GmbH	Standorte und Verbräuche von strombasierten Heizungen	-
Schornsteinfegerdaten	Dezentrale Heizungstechnologien (Verbrennungstechnologien)	-
TABULA-Gebäudetypologie und Gebäudebestand des Institut Wohnen und Umwelt (IWU) für Wohngebäude	Klassifikationsschema für Wohn- und Nichtwohngebäude	[21], [22], [23]
Testreferenzjahre (TRY) des Deutschen Wetterdienstes	Wetterdaten für Heizlastberechnung	[24]
Westfalengas	Verbrauchsdaten für das Flüssiggasnetz	-
Zensus 2022	Gebäude- und Energieträgerinformationen im Rasterformat	[25]

3.2 Vorprüfung

Gemäß §14 des WPG kann für Teilgebiete, welche sich weder für ein Wärmenetz noch für ein Wasserstoffnetz eignen, eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden. Diese Teilgebiete können im Rahmen einer Vorprüfung identifiziert werden. Um für das gesamte Stadtgebiet von Florstadt eine

belastbare Aussage über die heutige und zukünftige Wärmeversorgung treffen zu können, wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für alle Teilgebiete eine vollständige Wärmeplanung durchgeführt.

3.3 Gebäudebestand und Netzinfrastrukturen

3.3.1 Ortsgliederung und Flächennutzung

Florstadt ist eine Stadt im Wetteraukreis in Hessen. Sie besteht aus den 6 Stadtteilen Leidhecken, Nieder-Florstadt, Nieder-Mockstadt, Ober-Florstadt, Staden und Stammheim mit einer Gesamtbevölkerung von 9.097 Einwohnern (Stand Dezember 2024). In Abbildung 14 ist die Ortsgliederung sowie eine Satellitenkarte der Stadt Florstadt dargestellt. Während die Stadtteile Nieder- und Ober-Florstadt eine zusammenhängende Siedlungsfläche ergeben, sind die anderen Stadtteile jeweils abgetrennte Ortschaften. Bezogen auf die Gesamtfläche ist die Siedlungsdichte von Florstadt mit den verschiedenen Stadtteilen als gering einzustufen.

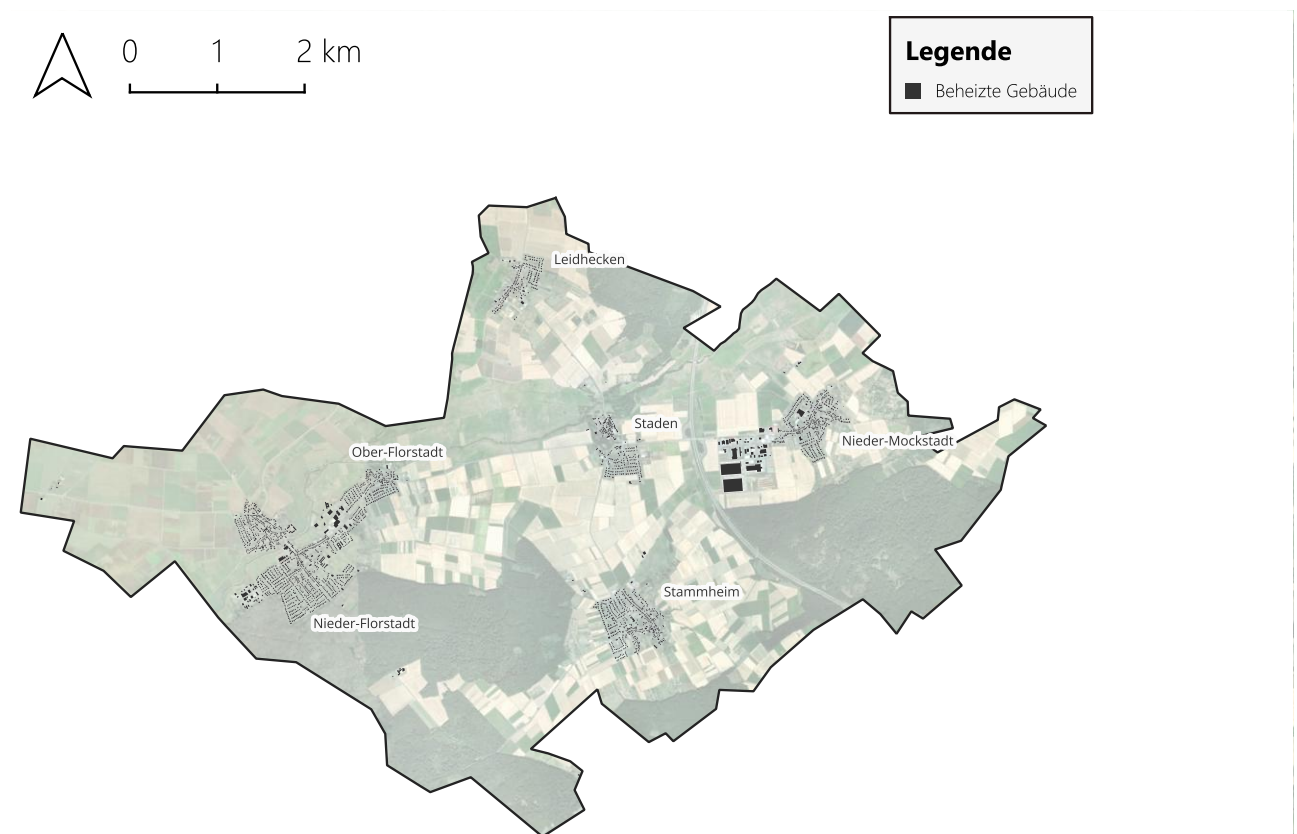


Abbildung 14: Ortsgliederung und Satellitenkarte von Florstadt

Das Stadtgebiet ist geprägt von vielen landwirtschaftlichen Flächen. Ebenso gibt es im Süden und Osten von Florstadt signifikante Waldflächen. Die Stadtteile Staden sowie Nieder- und Ober-Florstadt werden von der Nidda durchflossen, welche das größte Gewässer im Stadtgebiet darstellt.

3.3.2 Baublöcke als Aggregationsebene

Die kommunale Wärmeplanung verfolgt nicht das Ziel, konkrete Heizungstechnologien auf Gebäudeebene zu empfehlen, sondern soll der Kommune als Planungsgrundlage dienen. Um eine sinnvolle

Auswertungsgröße vorliegen zu haben und Datenschutzerfordernungen zu gewährleisten, wird gemäß WPG für die kartographische Auswertung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Aggregationsebene „Baublock“ verwendet. Ein Baublock ist eine Gruppe von mindestens fünf Gebäuden, welche von sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen eingeschlossen ist. Für das Stadtgebiet von Florstadt ergeben sich nach dieser Definition 183 Baublöcke, die im Rahmen der Wärmeplanung ausgewertet werden. Die Anzahl an Gebäuden je Baublock variiert zwischen fünf und 51 Gebäuden. Einzelne Gebäude, welche außerhalb der Stadtteile liegen (z.B. einzelne landwirtschaftliche Betriebe), sind zu einem Baublock zusammengefasst, obwohl diese geographisch und dementsprechend optisch im entsprechenden Kartenwerk voneinander abgetrennt sind.

3.3.3 Gebäudebestand

Der Gebäudebestand der Stadt Florstadt wird insbesondere von Einfamilienhäusern geprägt. In Abbildung 15 ist die Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp als Säulendiagramm dargestellt. Die Gesamtheit der beheizten Gebäude in Florstadt beläuft sich auf 2.883. Dabei entfallen 84 % dieser Gebäude auf Einfamilienhäuser, 9 % auf kleine Mehrfamilienhäuser, 6 % auf Nichtwohngebäude, und 1 % auf Reihenhäuser. Große Mehrfamilienhäuser gibt es in Florstadt nicht.

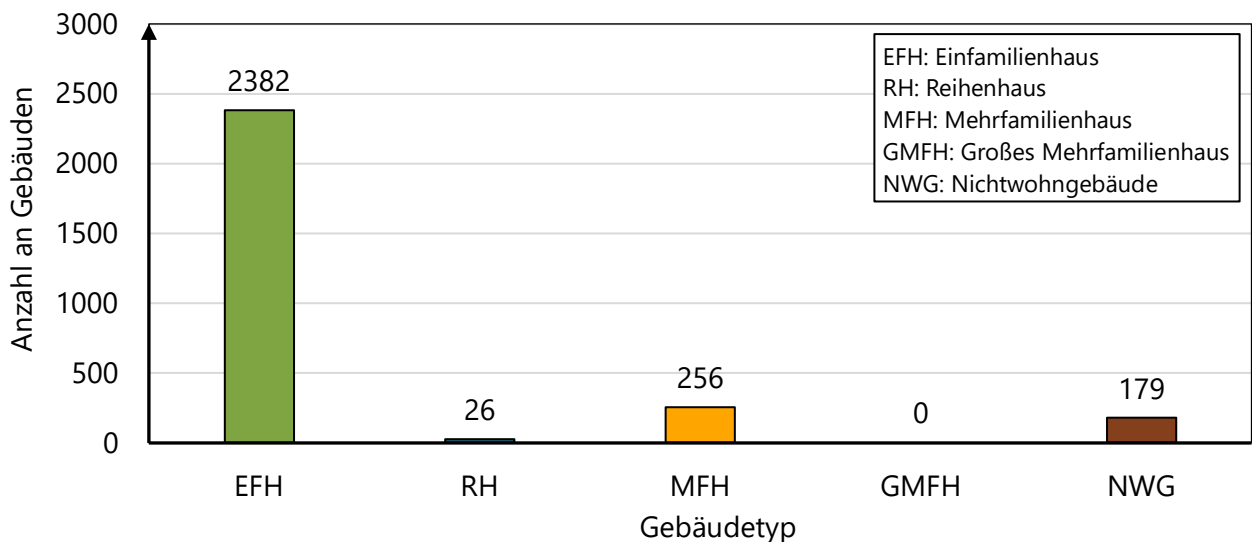
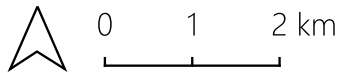


Abbildung 15: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp

In Abbildung 16 ist ergänzend der primäre Gebäudetyp (nach Anzahl der Gebäude) auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass 174 der 183 Baublöcke primär Einfamilienhäuser beinhalten, was 95 % aller Baublöcke entspricht. In Summe beinhalten acht Baublöcke primär Nichtwohngebäude. Hierbei handelt es sich um Baublöcke im Gewerbegebiet Nieder-Mockstadt, den Bereich rund um das Bürgerhaus in Nieder-Florstadt sowie die Peripherie außerhalb der Ortschaften. Zuletzt weist ein Baublock in Nieder-Mockstadt primär Mehrfamilienhäuser auf.



Legende

- Primärer Gebäudetyp (nach Anzahl Gebäude)
- Einfamilienhaus
 - Mehrfamilienhaus
 - Nichtwohngebäude



Abbildung 16: Primärer Gebäudetyp auf Baublockebene

Neben dem Gebäudetyp ist für die Wärmeversorgung von Gebäuden das Baujahr von Relevanz, da dieses den spezifischen Wärmebedarf (je nach Sanierungsstand) stark beeinflusst. In Abbildung 17 ist die Anzahl an Wohngebäuden je Baujahresklasse (nach TABULA) für die Stadt Florstadt dargestellt [22].⁴ Wie der Auswertung zu entnehmen ist, überwiegt in Florstadt der Gebäudebestand aus den Baujahren zwischen 1958 und 1968. Diese machen mit insgesamt 1.174 Wohngebäuden 44 % des Wohngebäudebestandes aus. Insbesondere diese Gebäude zeichnen sich grundsätzlich durch einen hohen spezifischen Wärmebedarf von bis zu 250 kWh/(m²*a) aus [26]. Die Stadt weist jedoch ebenso 435 Wohngebäude (entspricht 16 %) auf, die vor dem Jahr 1918 errichtet wurden und somit typischerweise einen spezifischen Energiebedarf von unter 150 kWh/(m²*a) besitzen [26]. Wohngebäude mit einem Baujahr nach 2010 machen unter 5 % des Wohngebäudebestandes aus.

Die primäre Baujahraltersklasse der Wohngebäude (nach Anzahl der Gebäude) auf Baublockebene ist in Abbildung 18 visualisiert. Anhand dieser ist zu erkennen, dass die Altersstruktur der Stadtteile eine gewisse Ähnlichkeit aufweist. Alle Stadtteile weisen einen Bereich auf, welcher vor dem Jahr 1949 erbaut wurde. Ober-Florstadt stellt hier eine Ausnahme dar. Diese Bereiche in den Stadtteilen wurde dann in den 1950er und 1960er Jahren erweitert. Dies ist in allen Stadtteilen (mit Einschränkung Leidhecken) ersichtlich. Mit verschiedener Ausprägung wurden dann weitere Straßenzüge ab

⁴ Durch unterschiedliche Klassifizierungen zwischen den Daten des Zensus und TABULA ergeben sich Lücken in den Baujahresklassen von TABULA, weshalb die dargestellten Klassen nicht vollständig konsekutiv sind.

den 1980er zugebaut. In den Stadtteilen Nieder-Florstadt, Stammheim und Nieder-Mockstadt wurden ebenso auch ab dem Jahr 2010 noch neue Wohngebiete erschlossen.

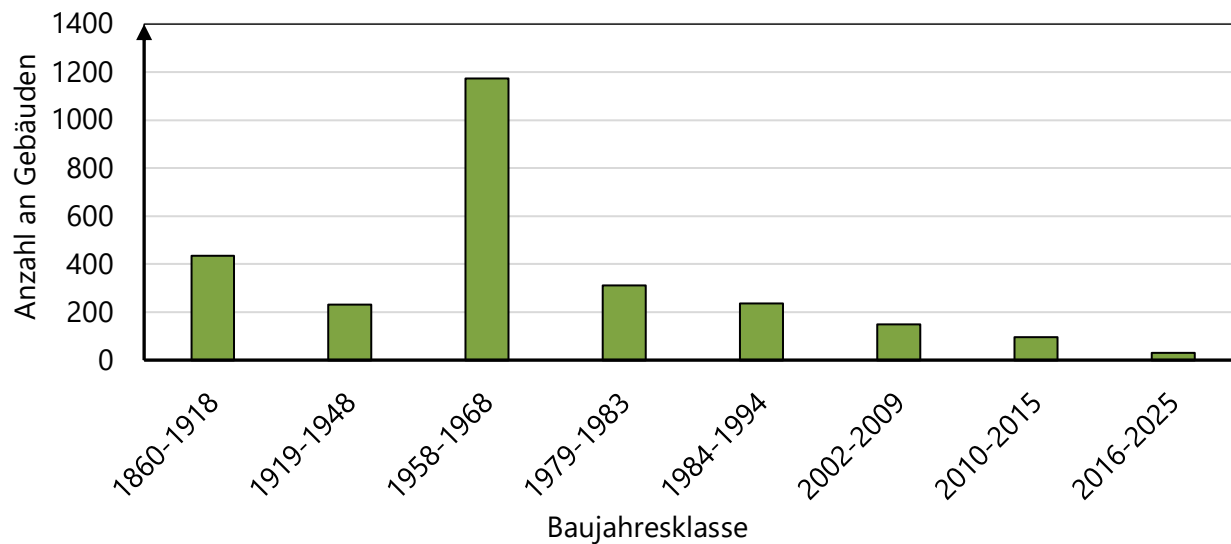


Abbildung 17: Anzahl der Wohngebäude je Baujahresklasse

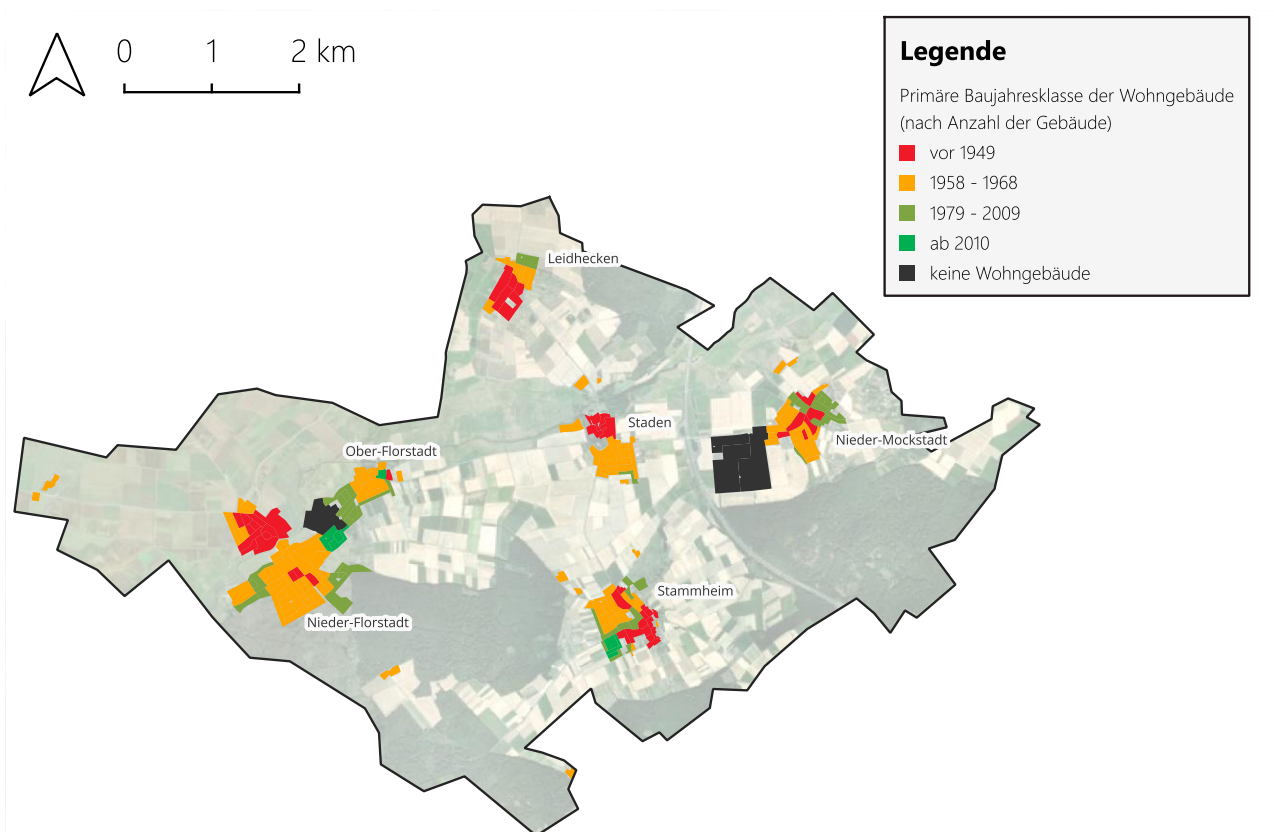


Abbildung 18: Primäre Baujahresklasse der Wohngebäude auf Baublockebene

Ergänzend zu den Baujahresklassen ist in Abbildung 19 der spezifische Wärmebedarf aller Gebäude in Florstadt dargestellt. Aufgrund des relativ alten Gebäudebestandes (mit hohem Anteil von Nachkriegsbauten) weisen 56 % aller Gebäude einen spezifischen Wärmebedarf von größer 150 kWh/(m²*a) auf. Einen sehr effizienten Wärmebedarf von unter 50 kWh/(m²*a) entfallen auf 6 % der Gebäude.

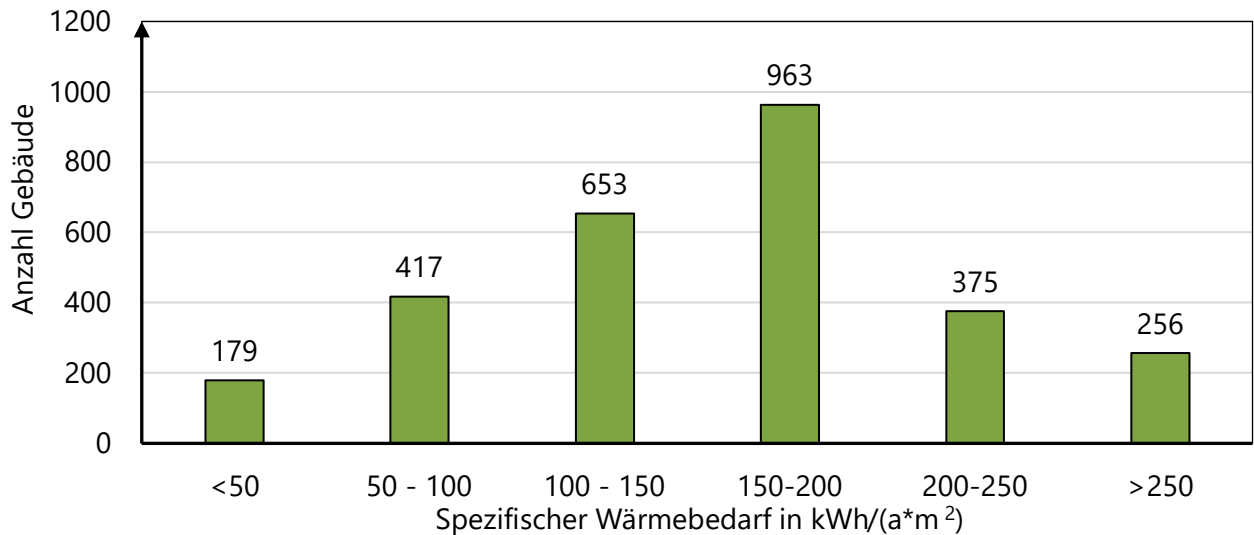


Abbildung 19: Spezifischer Wärmebedarf aller Gebäude

Das Thema des Denkmalschutzes spielt in Florstadt eine wichtige Rolle, welche im Kontext der Wärmeplanung berücksichtigt werden muss. In der Stadt sind 183 Gebäude als Baudenkmäler deklariert. Dies entspricht 6 % aller Gebäude, was als relativ hoher Anteil einzuordnen ist. Grundsätzlich sind in allen sechs Stadtteilen Baudenkmäler vorhanden, jedoch häufen sich diese insbesondere in Nieder-Florstadt, Stammheim, Staden und Nieder-Mockstadt.

3.3.4 Netzinfrastrukturen

3.3.4.1 Gasnetz

Die Stadt Florstadt ist nicht an die öffentliche Erdgasversorgung angeschlossen. Jedoch wird in den Stadtteilen Nieder- und Ober-Florstadt ein Flüssiggasnetz durch Westfalengas betrieben. Dieses wurde im Jahr 2005 in Betrieb genommen.

3.3.4.2 Wärmenetze

In der Stadt Florstadt werden aktuelle keine Wärmenetze betrieben.

3.3.4.3 Wasserstoffnetze

In der Stadt Florstadt werden aktuell keine Wasserstoffnetze betrieben oder konkret geplant.

3.3.4.4 Wärme- und Gasspeicher

In der Stadt Florstadt werden aktuell keine gewerblichen Wärmespeicher betrieben oder konkret geplant. Das Flüssiggasnetz aus Abschnitt 3.3.4.1 wird über einen Gasspeicher gespeist, welcher ein Fassungsvermögen von 62.000 Liter aufweist.

3.3.4.5 Anlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase

In der Stadt Florstadt werden aktuell keine Anlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase betrieben oder konkret geplant.

3.3.4.6 Abwasser

Die Verbandskläranlage Florstadt des Abwasserverband Horlofftal befindet sich am südlichen Rand des Stadtteils Nieder-Florstadt kurz hinter der Stadtgrenze in unmittelbarer Nähe der Nidda mit ca. 1 km Abstand zu relevanter Bebauung von Florstadt. Der Trockenwetterabfluss der Kläranlage beträgt $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$. In den Untersuchungen des Wärmepotenzials im Rahmen der Potenzialanalyse wird die Kläranlage detailliert betrachtet.

3.4 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren

3.4.1 Quantitative Auswertung

Gemäß dieser Wärmeplanung werden folgende sieben Gruppen an Energieträgern für die Bestandsanalyse, aber auch potenzielle zukünftige Szenarien, berücksichtigt:

- Erdgas (liegt im Bestand in Florstadt nicht vor)
- Heizöl
- Wärmenetz (liegt im Bestand in Florstadt nicht vor)
- Strom (Wärmepumpen und Direktheizungen)
- Wasserstoff (liegt im Bestand in Florstadt nicht vor)
- Biomasse (holzbasierter und weitere feste, flüssige und gasförmige Energieträger aus Biomasse)
- Flüssiggas

Der jährliche Gesamtwärmebedarf für die Stadt Florstadt liegt bei 163,3 GWh (siehe Abbildung 20).⁵

⁵ Der Wärmebedarf in diesem Dokument ist als Wärmebedarf auf Seite des Endkunden definiert. Dieser beinhaltet hierbei die Wärmebedarfe für Raumwärme sowie Trinkwarmwasser.

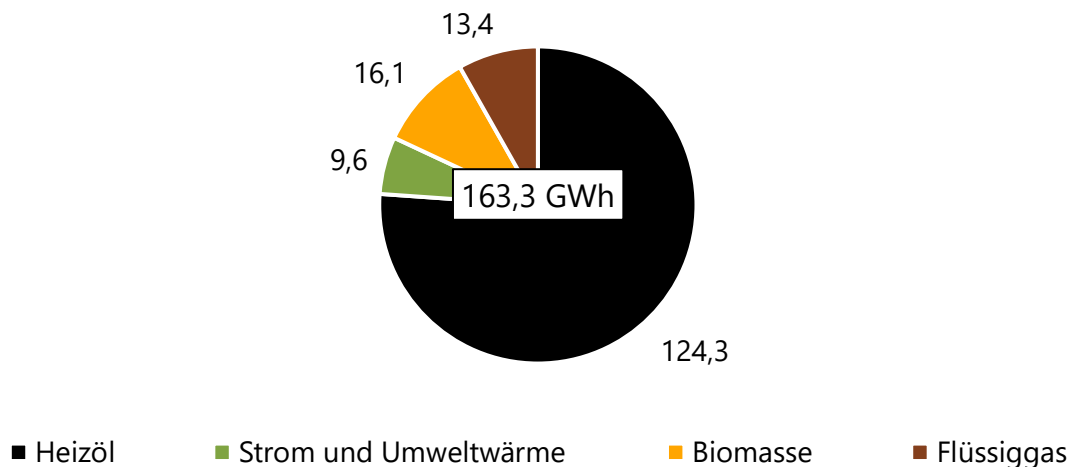


Abbildung 20: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh nach Energieträgern

Davon entfallen 124,3 GWh auf den Energieträger Heizöl, welcher 76 % des Gesamtwärmebedarfs und mit Abstand den größten Anteil aller Energieträger ausmacht. Biomasse ist der zweitwichtigste Energieträger mit 16,1 GWh (10 % des Gesamtwärmebedarfs). Darauf folgt Flüssiggas, welches sowohl dezentral als auch als Netzlösung in Florstadt genutzt wird. Dieses macht 13,4 GWh (8 % des Gesamtwärmebedarfs) aus. Auch strombasierte Lösungen werden in Florstadt bereits in vielen Gebäuden genutzt. Strom in Kombination mit Umweltwärme kommt auf 9,6 GWh (6 % des Gesamtwärmebedarfs). Wärmepumpen machen hierbei 5,4 GWh (6 % des Gesamtwärmebedarfs) und Stromdirektheizungen 4,2 GWh aus.

Mit 137,7 GWh (siehe Abbildung 21) macht der Haushaltssektor (Wohngebäude) 84 % des jährlichen Wärmebedarfs aus. Damit ist er bezogen auf den Wärmebedarf der verbrauchsintensivste Sektor im Vergleich zu den Sektoren Gewerbe-Dienstleistung-Handel (GHD), Industrie und den öffentlichen Gebäuden. Die Verteilung des Wärmebedarfs auf die einzelnen Energieträger weicht hierbei im Vergleich zum Gesamtwärmebedarf von Florstadt nur wenig ab. 75 % des Wärmebedarfs werden über Heizöl gedeckt, während Biomasse 11 %, Flüssiggas 7 % sowie auch Strom und Umweltwärme 7 % ausmacht.

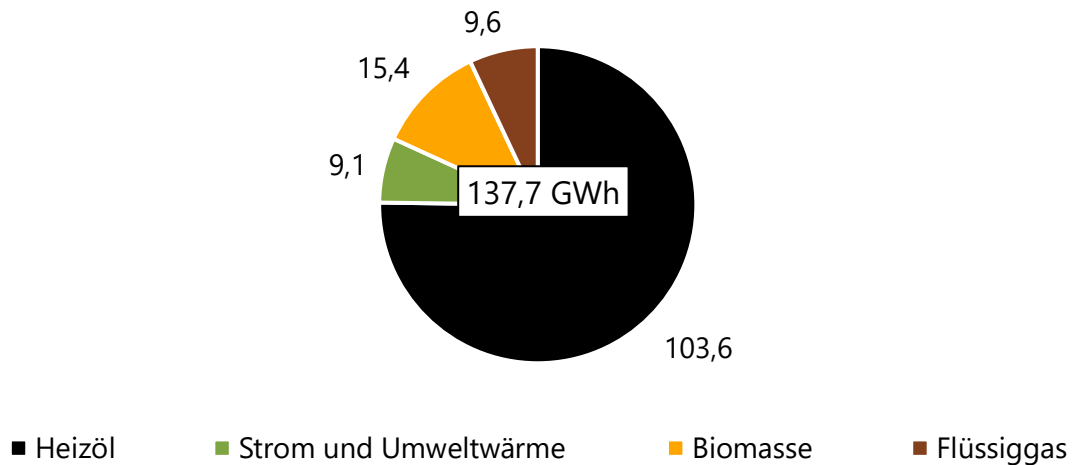


Abbildung 21: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh nach Energieträgern

Auf den Sektor der öffentlichen Gebäude entfallen 8,4 GWh (5 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs), wie Abbildung 22 zu entnehmen ist. Diesem Sektor werden hierbei kommunale Gebäude und Gebäude der öffentlichen Versorgung zugeordnet. Im Gegensatz zum Gesamtwärmebedarf sowie dem Haushaltssektor ist der Anteil an Heizöl im diesem Sektor mit 85 % deutlich erhöht. Flüssiggas kommt auf 6 % und nur 9 % des Wärmebedarfs wird aus Biomasse sowie Strom und Umweltwärme bereitgestellt.

Der jährliche Wärmebedarf für den GHD-Sektor aufgeteilt auf die Energieträger ist in Abbildung 23 dargestellt. Mit 6,5 GWh macht dieser 4 % des Gesamtwärmebedarfs aus und ist damit verbrauchsärmste Sektor in der Florstädter Wärmeversorgung. Der Anteil von Heizöl liegt bei 76 %. Flüssiggas macht mit 21 % ebenfalls einen hohen Anteil aus. Biomasse sowie Strom und Umweltwärme spielen im GHD-Sektor nur eine untergeordnete Rolle, da diese in Kombination nur auf einen Anteil von 3 % kommen.

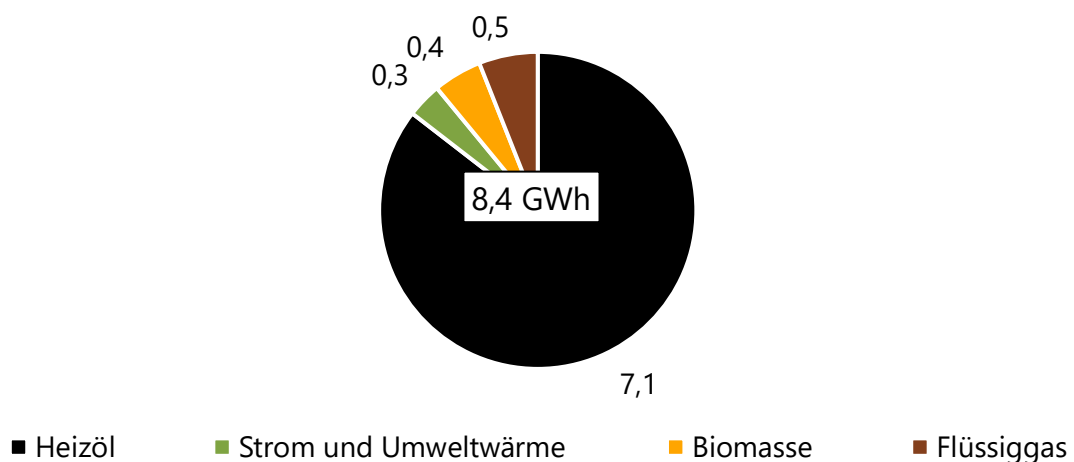


Abbildung 22: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor öffentliche Gebäude) in GWh nach Energieträgern

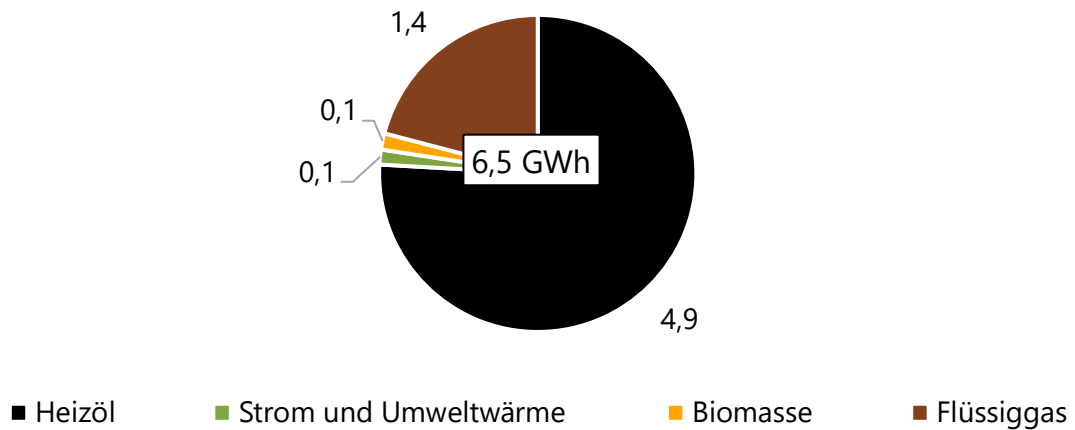


Abbildung 23: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh nach Energieträgern

Zuletzt ist der Industrie-Sektor zu betrachten, welcher in Abbildung 24 visualisiert ist. Florstadt ist nur wenig von Industrie geprägt, weshalb dieser Sektor mit 10,7 GWh nur 7 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs abbildet. Die Energieträgerverteilung ist sehr ähnlich zum GHD-Sektor. Während Heizöl auf einen Anteil von 80 % kommt, macht Flüssiggas einen Anteil von 17 % aus. Die restlichen 3 % entfallen auf Biomasse sowie Strom und Umweltwärme.

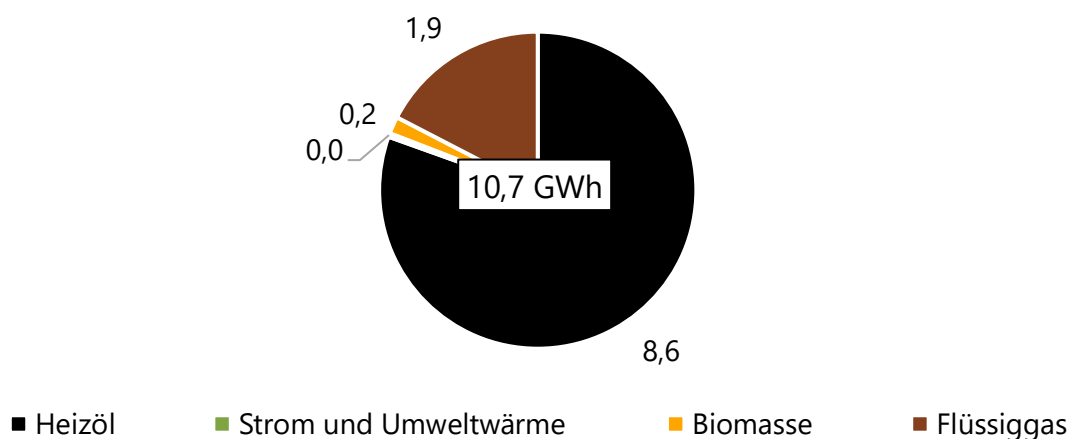
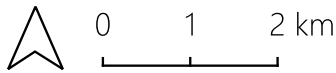


Abbildung 24: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh

3.4.2 Kartographische Analyse

Heizöl

Der Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene ist in Abbildung 25 zu sehen.



Legende

Anteil Heizöl am Wärmebedarf in %	
0 - 20	(lightest grey)
20 - 40	(medium grey)
40 - 60	(dark grey)
60 - 100	(black)



Abbildung 25: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublöckebeine

Wie bereits in Abbildung 20 thematisiert, ist Heizöl der wichtigste Energieträger in der heutigen Wärmeversorgung von Florstadt. 80 % der Baublöcke haben einen Anteil von über 60 %, welchen Heizöl am Wärmebedarf ausmacht. Nur 6 % der Baublöcke weisen einen Anteil von unter 20 % auf, den Heizöl am Wärmebedarf ausmacht. Dies sind alles Baublöcke mit Neubauten in den Stadtteilen Stammheim, Nieder-Mockstadt sowie Nieder- und Ober-Florstadt.

Strom und Umweltwärme

In der Wärmeversorgung von Florstadt machen Strom und Umweltwärme noch einen eher geringen Anteil aus. Gemäß Abbildung 20 sind dies 9,6 GWh und decken damit 6 % des Gesamtwärmebedarfs. Der Anteil von Strom und Umweltwärme auf Baublöckebeine ist in Abbildung 26 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Großteil der Baublöcke dieser Energieträger einen Anteil von weniger als 20 % aufweist. Dies gilt für 95 % der Baublöcke in Florstadt. Ausnahmen sind hierbei Baublöcke mit Neubaugebieten in den Stadtteilen Nieder-Florstadt, Stammheim und Nieder-Mockstadt, in welchen der Anteil von Strom und Umweltwärme zwischen 51 % und 89 % liegt.

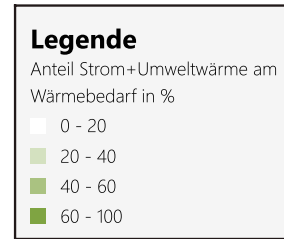
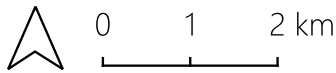
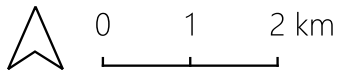


Abbildung 26: Anteil von Strom und Umweltwärme am Wärmebedarf auf Baublockebene

Biomasse

Mit 16,1 GWh (entspricht 10 % des Gesamtwärmebedarfs) ist Biomasse bezogen auf den gedeckten Wärmebedarf der zweitwichtigste Energieträger in Florstadt. In Abbildung 27 ist der Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass ein nennenswerter Teil der Baublöcke (84 % der Baublöcke) einen Anteil von unter 20 % durch Biomasse gedeckten Wärmebedarf aufweist. Gleichzeitig ist in Abbildung 27 zu erkennen, dass in allen Stadtteile Baublöcke vorhanden sind, bei denen der Anteil über 20 % liegt. Insgesamt drei Baublöcke (jeweils einer in den Stadtteilen Nieder-Florstadt, Stammheim und Nieder-Mockstadt) weisen einen Anteil von 40 bis 62 % auf.



Legende

Anteil Biomasse am Wärmebedarf in %	
0 - 20	0 - 20
20 - 40	20 - 40
40 - 60	40 - 60
60 - 100	60 - 100

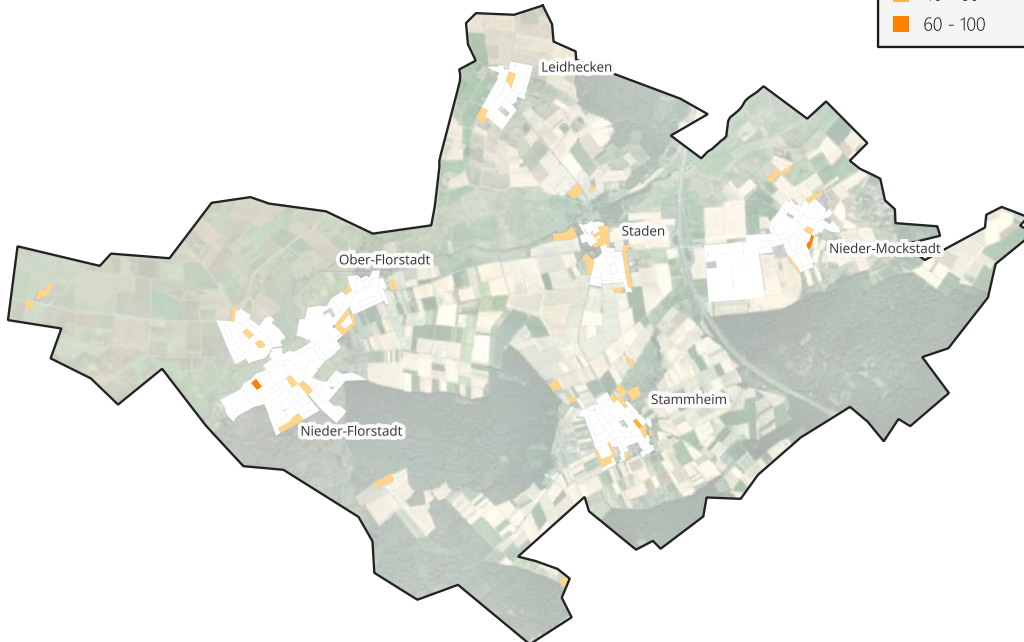


Abbildung 27: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene

Flüssiggas

In Abbildung 28 sind die Anteile von Flüssiggas auf Baublockebene dargestellt. Zu erkennen ist, dass Flüssiggas im Großteil der Baublöcke nur einen geringen Anteil ausmacht. 90 % der Baublöcke weisen einen Flüssiggasanteil von unter 20 % auf. Unter den Energieträgern Biomasse, Strom, Umweltwärme und Flüssiggas ist Flüssiggas in der breiten Masse damit am wenigsten vertreten. Lokale Häufungen des Einsatzes von Flüssiggas zeigen sich insbesondere in den Stadtteilen Nieder- und Ober-Florstadt, in denen ein Flüssiggasnetz betrieben wird. In den Baublöcken, in denen das Netz liegt, beträgt der Anteil 14 % bis 77 %. In Stammheim, Leidhecken und Nieder-Mockstadt nutzen drei Baublöcke Flüssiggas als Wärmequelle. Es deckt dort 45–55 % des Wärmebedarfs ab. In diesen Blöcken gibt es gewerbliche Nutzer.

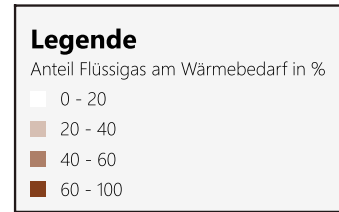
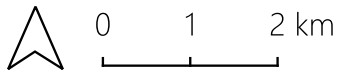


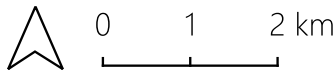
Abbildung 28: Anteil von Flüssigas am Wärmebedarf auf Baublockebene

Primärer Energieträger

In Abbildung 29 wird auf Baublockebene der primäre Energieträger—also der Energieträger mit dem höchsten Anteil am Wärmebedarf—basierend auf den beschriebenen Auswertungen dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass Heizöl in den meisten Baublöcken (91 % aller Baublöcke) der primäre Energieträger ist. Es gibt jedoch auch Ausnahmen:

- Neubaugebiete, in denen primär Strom und Umweltwärme genutzt werden.
- Baublöcke in Nieder- und Ober-Florstadt, in denen ein Flüssiggasnetz betrieben wird und Flüssiggas daher den primären Energieträger darstellt.
- Jeweils ein Baublock in Nieder-Florstadt und Nieder-Mockstadt, in denen primär Biomasse zur Wärmebereitstellung genutzt wird.

Diese Verteilung verdeutlicht die heterogene Wärmeversorgung innerhalb der Baugebiete, wobei Heizöl im gesamten Stadtgebiet der vorherrschende Energieträger ist



Legende

Primärer Energieträger nach Wärmebedarf

■	Biomasse
■	Heizöl
■	Flüssiggas
■	Strom + Umweltwärme



Abbildung 29: Primärer Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene

3.5 Anzahl versorgter Gebäude

Aufbauend auf den Auswertungen zum Anteil der Energieträger am Wärmebedarf (siehe Abschnitt 3.4) wird in diesem Abschnitt die Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger ausgewertet. Ausschlaggebend für diese Zuteilung ist hierbei der Energieträger, welcher für Raumwärme genutzt wird. Die Energieträger, die im Gebäude für Trinkwarmwasser sind hierbei nicht Teil der Auswertung.

In Abbildung 30 ist die Anzahl der Gebäude nach Energieträger im Stadtgebiet Florstadt dargestellt. Von den insgesamt 2.883 beheizten Gebäuden werden 1.988 über den Energieträger Heizöl versorgt, dies entspricht 70 %. 12 % der Gebäude beziehen ihre Raumwärme über Biomasse. Flüssiggas kommt in 271 Gebäuden zum Einsatz (10 %) und 257 Gebäude (9 %) beziehen Wärme über Strom und Umweltwärme. Diese teilen sich auf 175 Wärmepumpen (6 %) und 82 Stromdirektheizungen (3 %) auf.

Gegenüber Abbildung 20 zeigen sich ähnliche Anteile am Wärmebedarf wie an der Anzahl beheizter Gebäude, wobei der Anteil von Heizöl am Wärmebedarf höher liegt – dies lässt sich damit erklären, dass diese Gebäude älter und damit energieineffizienter sind. Zudem liegen die Gebäude in Florstadt, die den höchsten Wärmebedarf haben, überwiegend in Heizölversorgung.

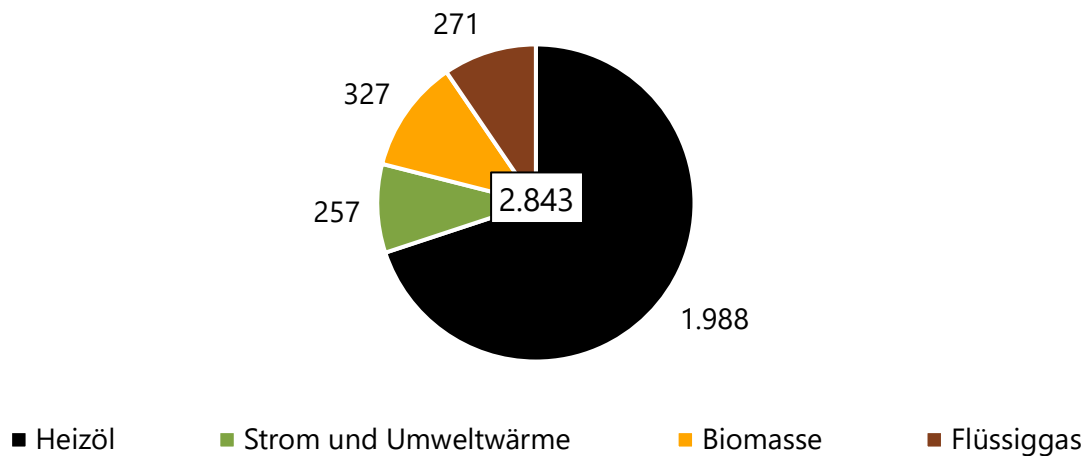


Abbildung 30: Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger

Heizöl

Die Anzahl an Gebäuden, welche Heizöl zur Raumwärmebereitstellung nutzen, ist in Abbildung 31 dargestellt. Wie auch in Abbildung 25 und Abbildung 29 zu sehen ist, ist Heizöl in Florstadt der primäre Energieträger. Nur 5 % der Baublöcke weisen überhaupt keine Ölheizungen auf. Dabei handelt es sich überwiegend um Neubaugebiete sowie einen Teil von Nieder-Florstadt, in welchem das Flüssiggasnetz betrieben wird. In allen sechs Stadtteilen gibt es Baublöcke – insbesondere in Nieder-Florstadt – die mindestens 20 Gebäude umfassen, die über Heizöl mit Wärme versorgt werden.

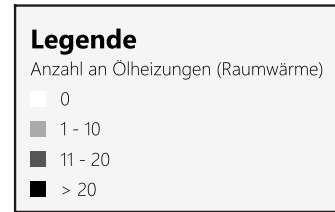
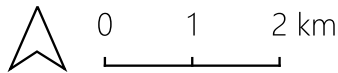
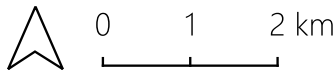


Abbildung 31: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Strom und Umweltwärme

Strombasierte Heizungen machen mit 257 Gebäuden aus und entsprechen 9 % der Gesamtheit der Gebäude. Die Verteilung auf die Baublöcke ist in Abbildung 32 dargestellt. 43 % der Baublöcke weisen dabei keinerlei strombasierten Heizungen auf. In einem großen Teil der Baublöcke (46 %) sind weniger als drei solcher Heizungen verbaut. 10 % der Baublöcke weisen mindestens vier strombasierte Heizungen auf. Hervorzuheben sind zwei Baublöcke in Neubaugebieten von Nieder-Florstadt und Stammheim, in denen 11 bzw. 12 Gebäude über Strom und Umweltwärme versorgt werden.



Legende

Anzahl an strombasierten Heizungen (Raumwärme)

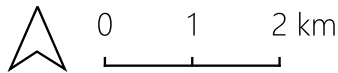
- 0
- 1 - 10
- 11 - 20



Abbildung 32: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

Biomasse

Biomasse wird von 327 Gebäuden zur Bereitstellung von Raumwärme genutzt (siehe Abbildung 30). Abbildung 33, die die Anzahl der Biomasseheizungen pro Baublock darstellt, zeigt wenig räumliche Konzentration an Biomasse. Während 22 % der Baublöcke keine Biomasseheizungen beinhalten, weisen 64 % der Baublöcke eine Anzahl von eins bis drei Biomasseheizungen auf. Die verbleibenden 14 % der Baublöcke haben eine Anzahl von vier bis maximal acht Biomasseheizungen.



Legende

Anzahl an Biomasseheizungen (Raumwärme)

- 0
- 1 - 10

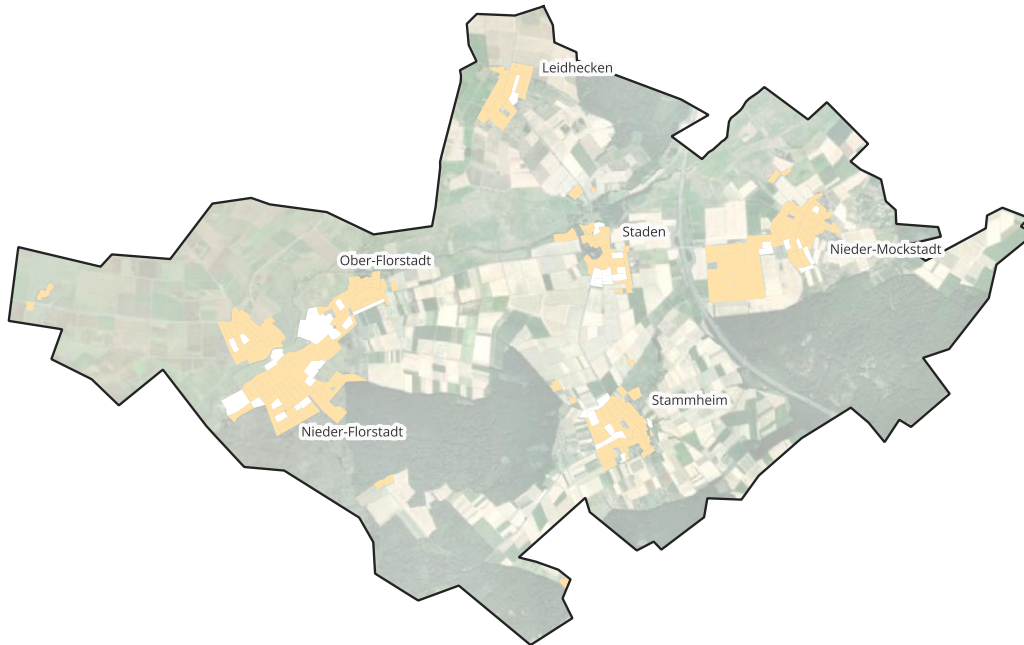


Abbildung 33: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublöckeebene

Flüssiggas

Mit 271 versorgten Gebäuden machen Flüssiggaslösungen einen nicht zu vernachlässigenden Anteil von 10 % der Gebäude aus. Die Verteilung auf die Baublöcke ist in Abbildung 34 dargestellt. Diese Verteilung der Flüssiggaslösungen zeigt gewisse Ähnlichkeiten zu den strombasierten Heizungen. 39 % der Baublöcke beinhalten keine Flüssiggasheizungen. 50 % der Gebäude weisen eine Anzahl von eins bis drei Flüssiggasheizungen auf. In den verbleibenden 11 % liegt die Anzahl zwischen vier und 11 Heizungen. Alle vier Baublöcke mit mindestens acht dieser Heizungen liegen im Versorgungsbereich des Flüssiggasnetzes.

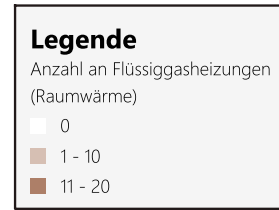
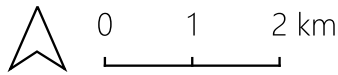
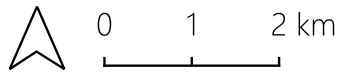


Abbildung 34: Anzahl der Gebäude mit Flüssiggas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene

3.6 Heizungsalter

Die Altersverteilung der bestehenden Heizungsstruktur liefert wichtige Implikationen, wann welche Heizungen ausgetauscht werden müssen und anschließend klimaneutrale Alternative umgesetzt werden können. In diesem Abschnitt wird das Heizungsalter von Öl-, Biomasse- und Flüssiggasheizungen auf Basis der Schornstiefegerdaten ausgewertet. Zu den strombasierten Heizungen liegen keine Informationen vor.

Das durchschnittliche Inbetriebnahmejahr der Heizung auf Baublockebene ist in Abbildung 35 visualisiert. Es ist zu erkennen, dass mit 22 % ein nennenswerter Anteil der Baublöcke ein durchschnittliches Inbetriebnahmejahr von 2000 oder früher aufweist. Dementsprechend sind die Heizungen in diesen Baublöcken bereits im Mittel mindestens 25 Jahre alt. Diese Baublöcke sind in allen Stadtteilen mit der Ausnahme von Leidhecken zu finden. 47 % der Baublöcke weisen ein durchschnittliches Inbetriebnahmejahr zwischen 2001 und 2005 auf, sodass diese Heizungen auch im Schnitt bereits über 20 Jahre alt sind. Diese Baublöcke finden sich im gesamten Stadtgebiet wieder. Aus dieser Auswertung lässt sich ableiten, dass in Florstadt bis zum Zieljahr 2040 flächendeckend Erneuerungen der Heizungsanlagen zu erwarten sind, was wiederum die Umstellung auf klimaneutrale Heizungen ermöglicht.



Legende

Durchschnittliches Inbetriebnahmejahr

■ Unzureichende Datenlage

■ 1990 - 2000

■ 2001 - 2005

■ 2006 - 2010

■ 2011 - 2025

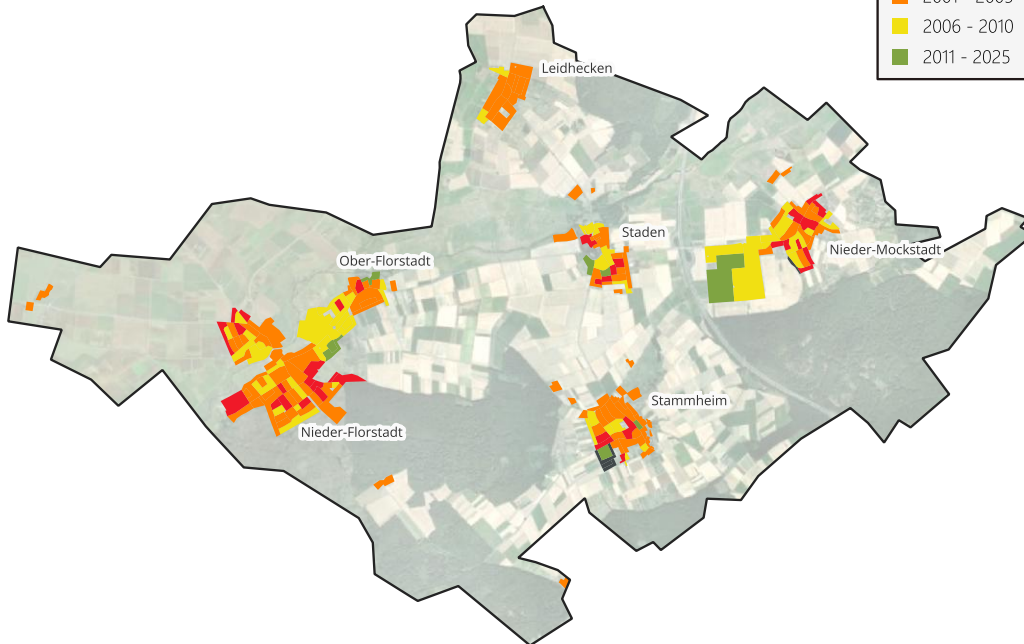


Abbildung 35: Durchschnittliches Inbetriebnahmejahr der Heizungen auf Baublockebene

Heizöl

In Abbildung 36 ist die Altersstruktur der Ölheizungen in Florstadt als Säulendiagramm dargestellt. Es ist erkennbar, dass der Bestand an alten Ölheizungen relativ hoch ist. Obwohl laut [13] die Lebensdauer für Ölheizungen bei 20 Jahren verortet wird, sind 49 % der Ölheizungen in Florstadt bereits über 25 Jahre alt. Fast 18 % der Heizungen wurden zwischen 2001 und 2005 in Betrieb genommen, sodass auch diese bereits ein Alter von über 20 Jahren erreicht haben. Die Ergebnisse zeigen, dass bis zum Zieljahr 2040 viele Ölheizungen aus Altersgründen ohnehin ausgetauscht werden müssen und dann durch klimaneutrale Alternativen ersetzt werden können. Aus diesem Grund könnten sich bereits in den nächsten Jahren viele Heizungswechsel im Kontext der Ölheizungen ergeben. Hinsichtlich der jüngeren Heizungen ist zudem erwähnenswert, dass 15 % der Ölheizungen unter 10 Jahre alt sind. Bei diesen Heizungen ist ein zeitnaher Austausch eher unwahrscheinlich, was wiederum eine Hürde bei der Umstellung der Wärmeversorgung in Florstadt darstellen kann.

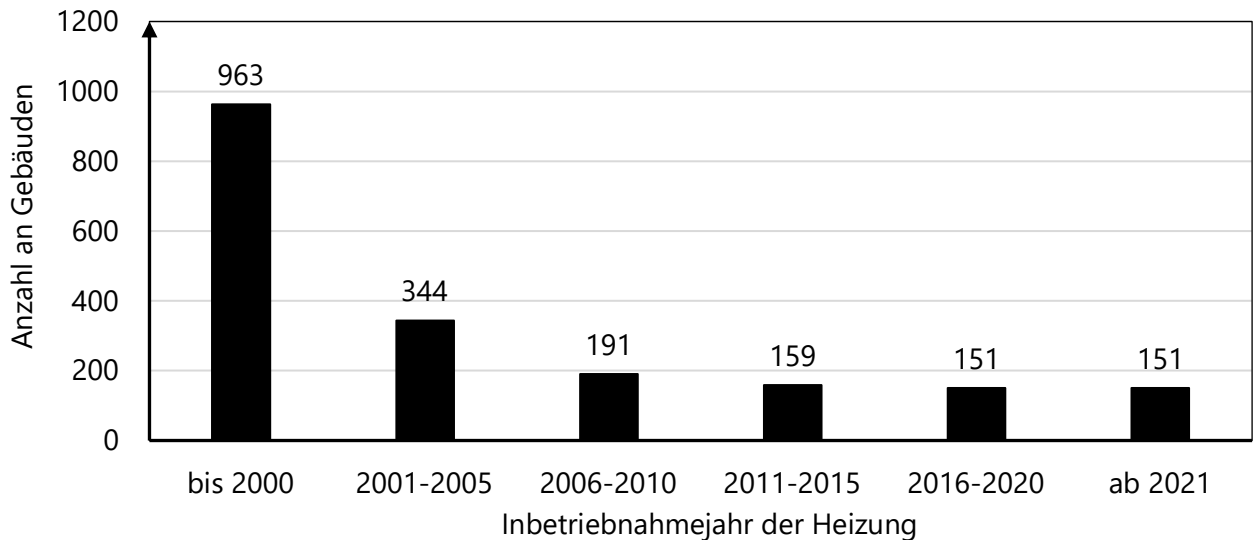


Abbildung 36: Altersstruktur der Ölheizungen

Biomasse

Die Altersstruktur der Biomasseheizungen ist in Abbildung 37 visualisiert. Sie unterscheidet sich signifikant von der Altersstruktur der Ölheizungen. Nur 23 % der Biomasseheizungen sind über 20 Jahre alt. Der Großteil der Heizungen (43 %), wurde zwischen 2006 und 2015 in Betrieb genommen, sodass diese ein Alter zwischen 10 und 20 Jahren aufweisen. 33 % der Heizungen sind noch relativ neu und unter 10 Jahren alt. Da Biomasse bereits eine erneuerbare Wärmequelle darstellt, die einen validen Teil der klimaneutralen Wärmeversorgung bilden kann, ist diese Altersstruktur weniger relevant für die Ableitung von Implikationen zum zukünftigen Heizungstausch. Selbst wenn die neueren Heizungen nicht mehr bis zum Zieljahr 2040 getauscht werden, kann eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Florstadt erreicht werden.

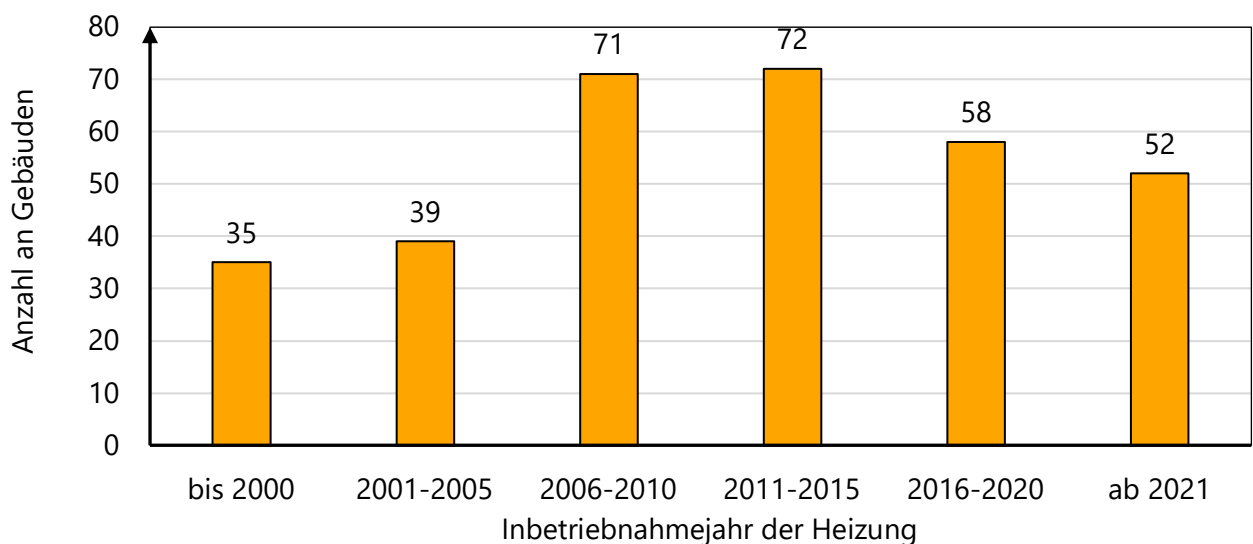


Abbildung 37: Altersstruktur der Biomasseheizungen

Flüssiggas

Zuletzt ist in Abbildung 38 die Altersstruktur der Flüssiggasheizungen dargestellt. Im Vergleich zu Heizöl und Biomasse ist die Verteilung homogener. 32 % der Heizungen sind jeweils über 20 Jahre oder zwischen 10 und 20 Jahren alt. Die verbleibenden 36 % sind unter 10 Jahren alt, wobei 25 % zwischen 2016 und 2020 in Betrieb genommen worden sind und dementsprechend ein Alter von fünf bis 10 Jahren aufweisen. Betrachtet man die Heizungen im Flüssiggasnetz, ergibt sich eine relativ homogene Altersverteilung von 2005 bis 2021. Die Altersstruktur der Flüssiggasheizungen lässt den Schluss zu, dass ein nennenswerter Anteil altersbedingt bis zum Zieljahr getauscht werden muss. Die jüngeren Heizungen, die potenziell auch über das Zieljahr betrieben werden, könnten beispielsweise durch eine Umstellung auf biogenes Flüssiggas dekarbonisiert werden.

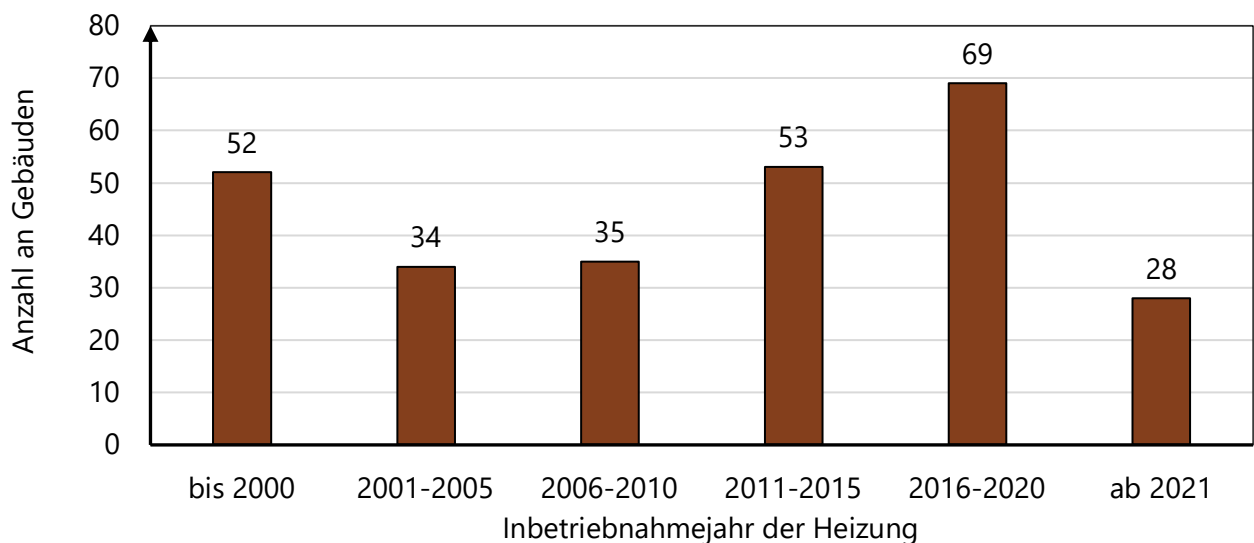


Abbildung 38: Altersstruktur der Flüssiggasheizungen

3.7 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher

In diesem Abschnitt werden verschiedene Auswertungen zu Wärmebedarfsdichten thematisiert. Die Wärmebedarfsdichte gibt als Metrik an, wie hoch der Wärmebedarf in Bezug auf eine geometrische Bezugsgröße ist. Diese Bezugsgröße ist typischerweise entweder eine Fläche oder eine Länge. Wärmebedarfsdichten werden häufig genutzt, um die Eignung für den wirtschaftlichen Bau und Betrieb von Wärmenetzen aus Sicht des Wärmebedarfs abzuschätzen.

In Abbildung 39 ist die Wärmebedarfsdichte als Wärmeflächendichte auf Baublockebene dargestellt. Gemäß [27] muss diese bei mindestens 175 MWh/ha liegen, damit eine Eignung für ein Niedertemperaturnetz bei Bestandsgebäuden vorliegt. Für konventionelle Wärmenetze sollte die Wärmeflächendichte mindestens 415 MWh/ha betragen. Abbildung 39 zeigt, dass alle sechs Stadtteile grundsätzlich eine hohe Wärmeflächendichte aufweisen. 79 % der Baublöcke liegen oberhalb von 400 MWh/ha. Ebenso gibt es in allen Stadtteilen, mit gewisser Einschränkung für Leidhecken und Staden, eine Vielzahl von zusammenhängenden Baublöcken die eine Wärmeflächendichte von 600 MWh/ha überschreiten. Die Ergebnisse zeigen grundsätzlich aus Sicht der heutigen Wärmeflächendichte, dass alle Stadtteile eine grundsätzliche Eignung für Wärmenetze aufweisen können.

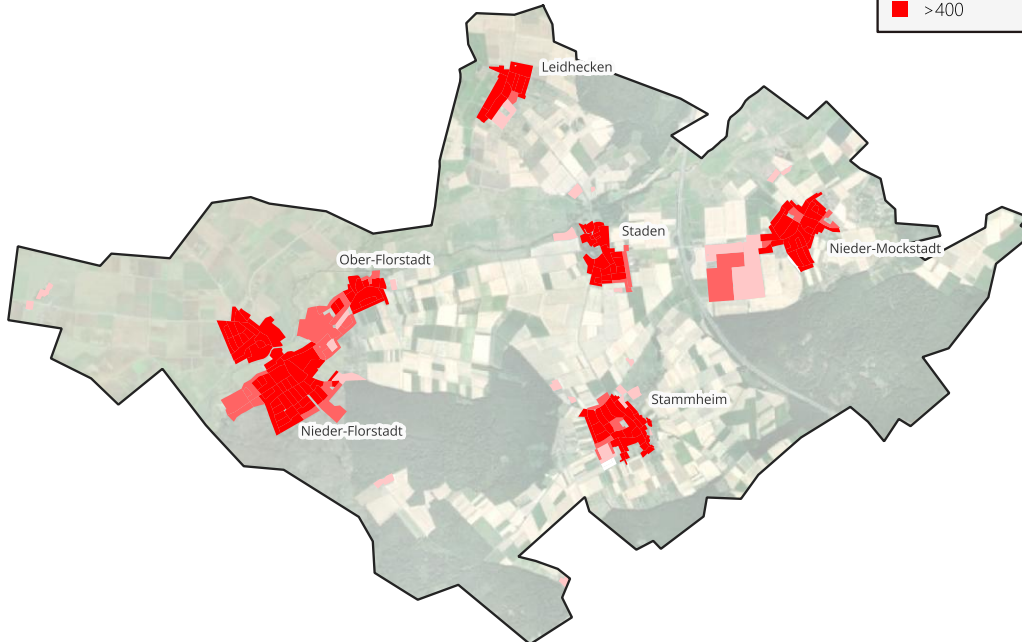
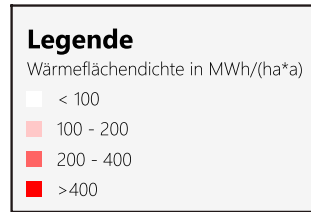
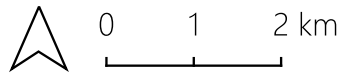
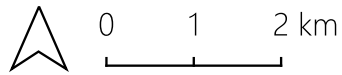


Abbildung 39: Wärmeflächendichte auf Baublockebene

Neben der Wärmeflächendichte ist die Wärmeliniedichte die gängigste Metrik zur Angabe der Wärmebedarfsdichte. In Abbildung 40 ist die Wärmeliniedichte auf Straßenzugenebene für die Stadt Florstadt dargestellt. Gemäß [28] wird für eine Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Gebäudebestand eine jährliche Wärmeliniedichte von mindestens 2.000 kWh/m vorgesehen. Anhand von Abbildung 40 ist zu sehen, dass in allen Stadtteilen zusammenhängende Straßenzüge über 2.000 kWh/m vorliegen, sodass auch nach der Metrik der Wärmeliniedichte eine grundsätzliche Wärmenetzplanung aus der Bedarfssicht für alle Stadtteile ausgegeben werden kann. Insbesondere Nieder-Florstadt, Stammheim und Nieder-Mockstadt könnten hierbei interessant für Wärmenetzgebiete sein. Dies wird detaillierter dann in Kapitel 5 im Kontext der Eignungsgebiete analysiert.

Für das Stadtgebiet von Florstadt konnten insgesamt 12 Großverbraucher identifiziert werden. Als Großverbraucher gelten Verbraucher, deren Wärmebedarf 500 MWh pro Jahr überschreitet. Hierbei handelt es sich sowohl um öffentliche Gebäude als auch um Gebäude der Sektoren Industrie und GHD. Wohngebäude mit einem entsprechenden Wärmebedarf gibt es in Florstadt nicht. Die Lokalisation dieser Großverbraucher auf Baublockebene ist in Abbildung 41 dargestellt. Sie verteilen sich auf die Stadtteile Nieder-Mockstadt sowie Nieder- und Ober-Florstadt. Ebenso beinhaltet der Baublock, welcher die Gebäude außerhalb der direkten Stadtteile zusammenfasst, ebenso Großverbraucher.



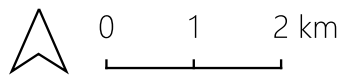
Legende

Wärmeliniendichte in kWh/(a*m)

- 1 - 1000
- 1000 - 1500
- 1500 - 2000
- 2000 - 3000
- > 3000



Abbildung 40: Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene



Legende

Vorhandensein von Großverbrauchern

- Nein
- Ja

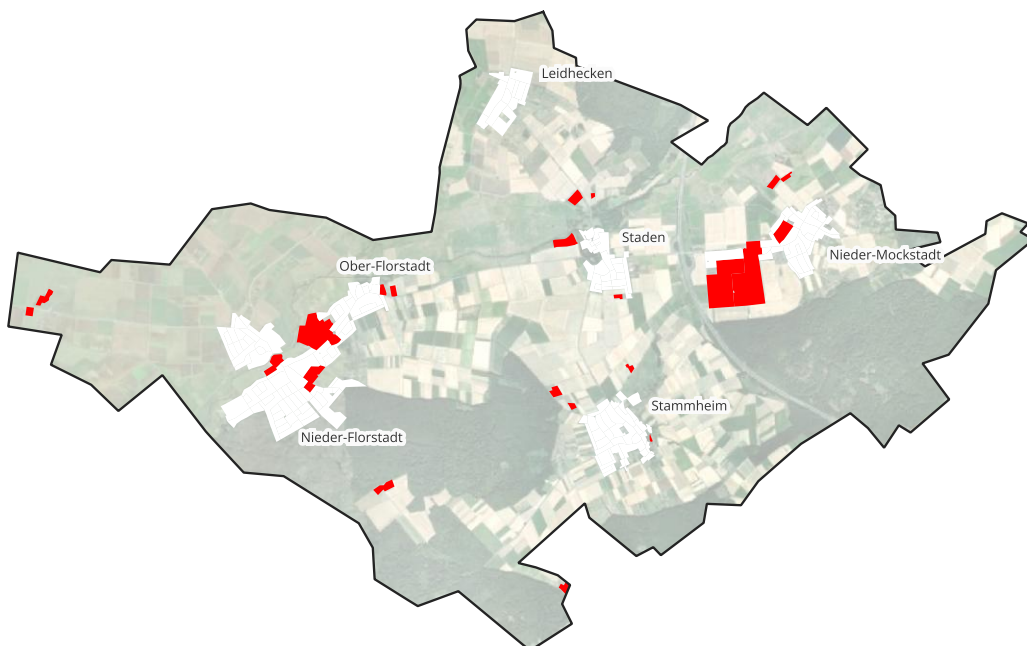


Abbildung 41: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene

3.8 Anteil der erneuerbaren Energien

In diesem Abschnitt wird der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung im Stadtgebiet in Abhängigkeit der Energieträger beschrieben. In Abbildung 42 ist die Aufteilung der gedeckten Wärmebedarfe auf fossile und erneuerbare Energien je Energieträger dargestellt.

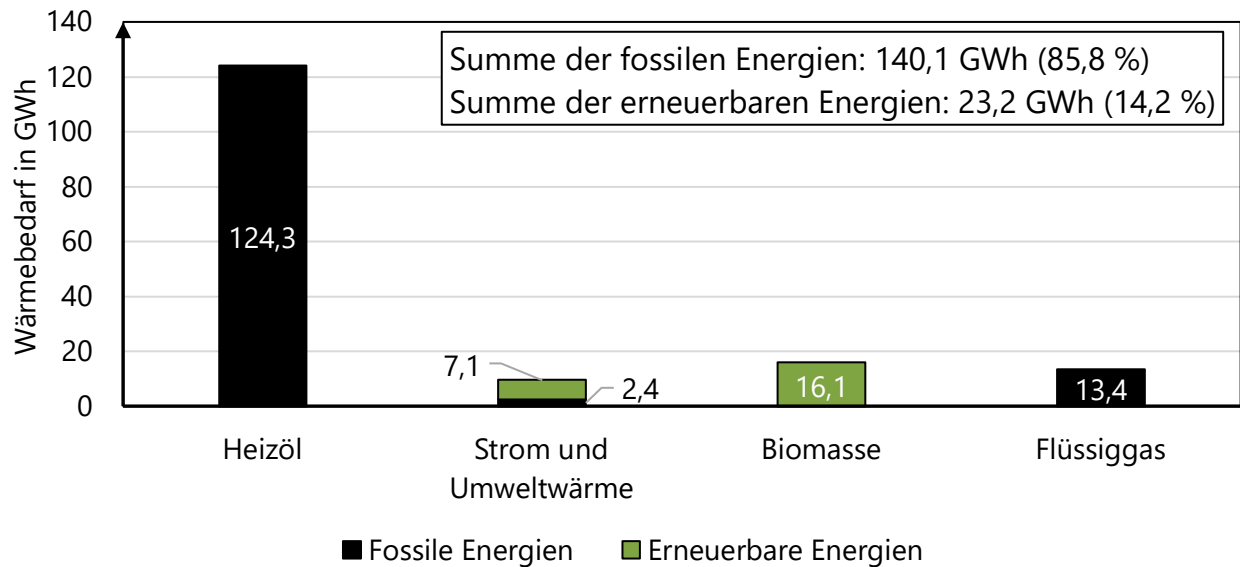


Abbildung 42: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers

Die Wärmeversorgung der Stadt basiert überwiegend auf fossilen Energieträgern, insbesondere Heizöl und Flüssiggas. Diese machen mit 140,1 GWh 85,8 % des Wärmebedarfs aus. Erneuerbare Energien stellen dementsprechend mit 23,3 GWh die übrigen 14,2 % dar. Diese werden mit 7,1 GWh über strombasierte Heizungen (unter Berücksichtigung von Umweltwärme bei Nutzung von Wärmepumpen) sowie mit 16,1 GWh über Biomasse bereitgestellt. Letztere wird als nachwachsender Rohstoff hierbei als vollständig erneuerbar definiert. Der Strommix von Deutschland wird in dieser Berechnung mit einem EE-Anteil von 59 % angenommen [29]. Unter Berücksichtigung der durch Wärmepumpen genutzten Umweltwärme ergibt sich für strombasierte Heizungen in Florstadt ein EE-Anteil von 74,7%. Dieser wird sich zudem durch die zu erwartende Steigerung des EE-Anteils im deutschen Strommix für die Bestandsheizungen weiter erhöhen.

In Abbildung 43 ist der Anteil der erneuerbaren Energien auf Baublöcke ebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der Baublöcke unterhalb eines EE-Anteils von 20 % liegt. Dies betrifft 70 % der Baublöcke. 21 % der Baublöcke liegen zwischen 20 % und 40 %. Bei den Baublöcken oberhalb von 40 % handelt es sich insbesondere um Neubaugebiete, aber auch um Bestandsblöcke mit höherem Anteil von Biomasse oder Strom plus Umweltwärme.

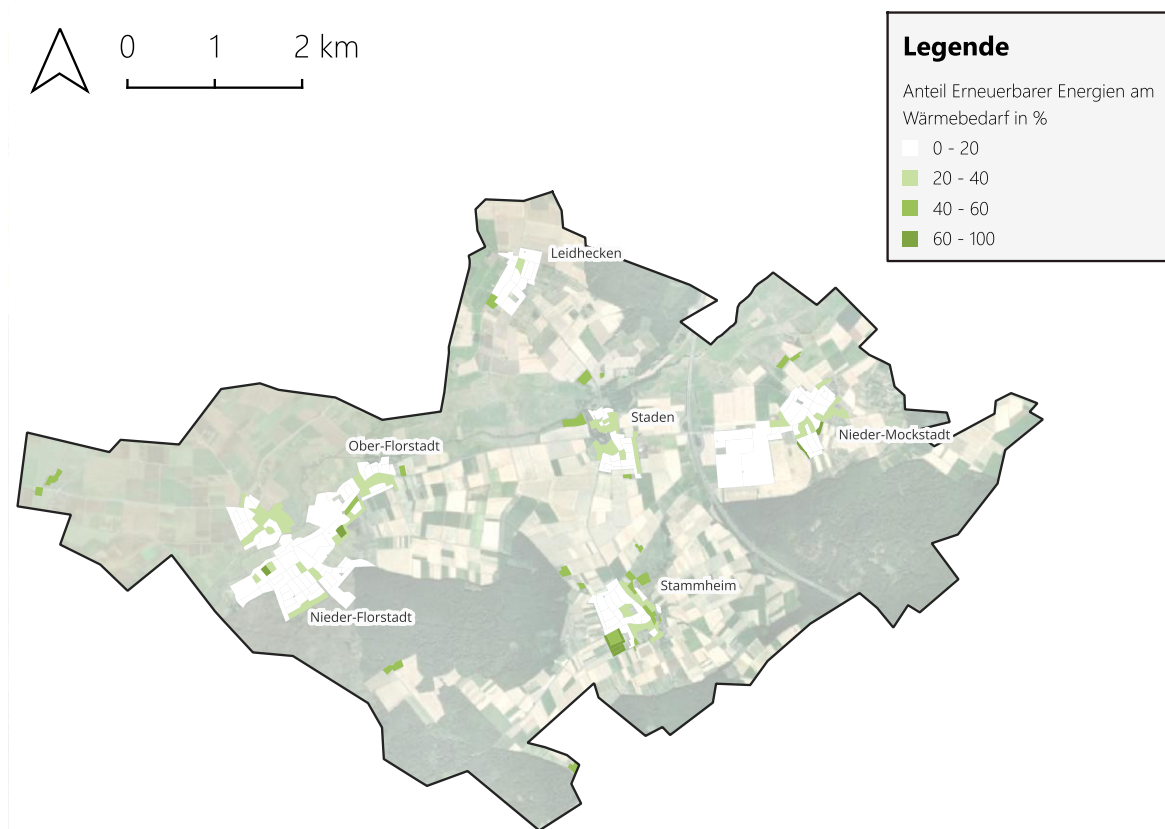


Abbildung 43: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf auf Baublockebene

3.9 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren

Neben dem Anteil an erneuerbaren Energien sind die absoluten Treibhausgasemissionen eine wichtige Metrik, um die Klimafreundlichkeit der lokalen Wärmeversorgung und der jeweiligen Energieträger zu bewerten. Die Treibhausgasemissionen der Florstädter Wärmeversorgung werden im Folgenden beschrieben (aufgeteilt auf Energieträger und Sektoren).

In Abbildung 44 zeigen sich die jährlichen Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung in Florstadt nach Energieträger. Insgesamt verursachen alle Sektoren 45,2 Tausend Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. Davon entfallen:

- 85 % auf Heizöl
- 9 % auf Flüssiggas
- 6 % auf Strom und Umweltwärme
- Biomasse liegt bei unter 1 % aufgrund der sehr geringen THG-Faktoren.

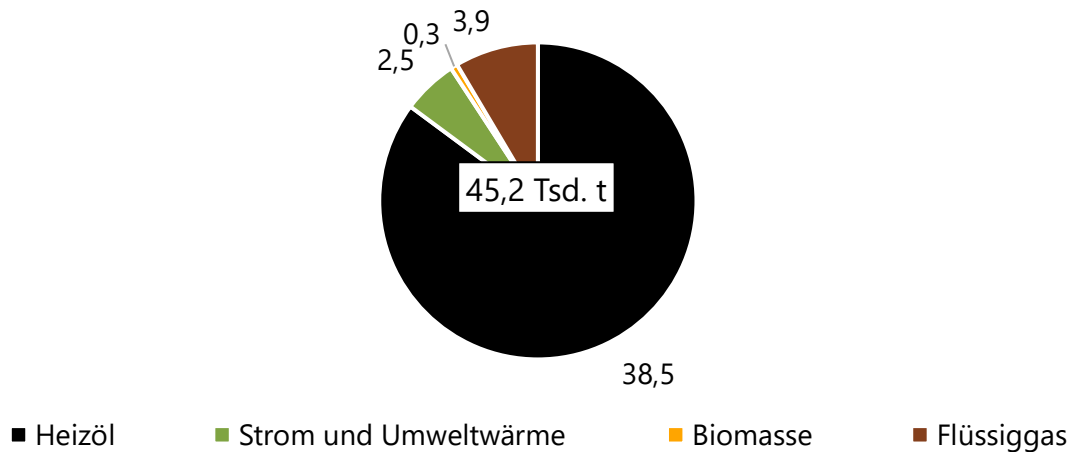


Abbildung 44: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. t

Haushaltssektor

In Abbildung 45 sind die Emissionen im Haushaltssektor dargestellt. Da Haushalte den größten Teil des Wärmebedarfs ausmachen, verursachen diese mit 37,6 Tausend Tonnen CO₂-Äquivalente etwa 83 % der gesamten Emissionen. Die Verteilung der Energieträger im Haushaltsbereich ist ähnlich wie insgesamt. Die Emissionen teilen sich daher auf:

- 86 % Heizöl
- 7 % Flüssiggas
- 6 % Strom und Umweltwärme
- 1 % Biomasse

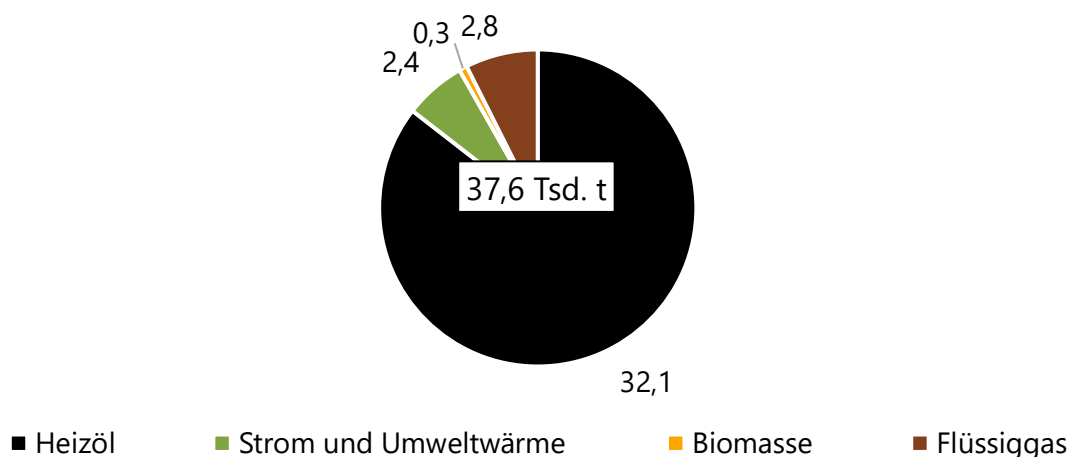


Abbildung 45: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t

Sektor öffentliche Gebäude

Durch den geringen Wärmebedarf verursachen die öffentlichen Gebäude nur 2,5 Tausend Tonnen CO₂-Äquivalente (siehe Abbildung 46) und damit von allen Sektoren den zweitgeringsten Anteil. Wie in Abbildung 22 zu sehen ist, werden die kommunalen Gebäude überwiegend mit Heizöl beheizt, daher teilen sich die Emissionen wie folgt auf:

- Heizöl 89 %
- Flüssiggas 6 %
- Strom in Kombination mit Umweltwärme 5 %

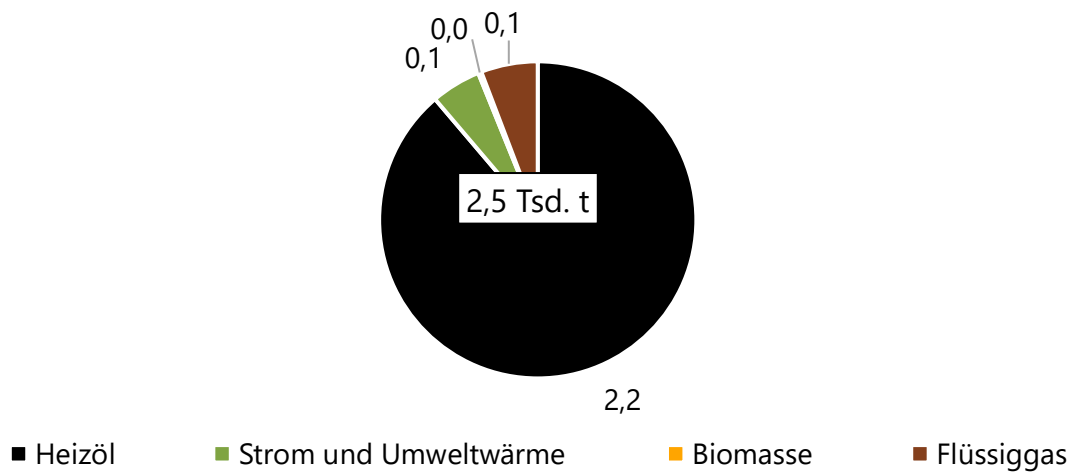


Abbildung 46: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor öffentliche Gebäude) in Tsd. t

GHD-Sektor

Der GHD-Sektor weist mit 2 Tsd. t etwa 4 % der Treibhausgasemissionen von Florstadt auf (siehe Abbildung 47) und ist damit der geringste Emittent. Die Treibhausgasemissionen teilen sich wie folgt auf:

- Heizöl 78 %
- Flüssiggas 20 %
- Strom in Kombination mit Umweltwärme 2 %

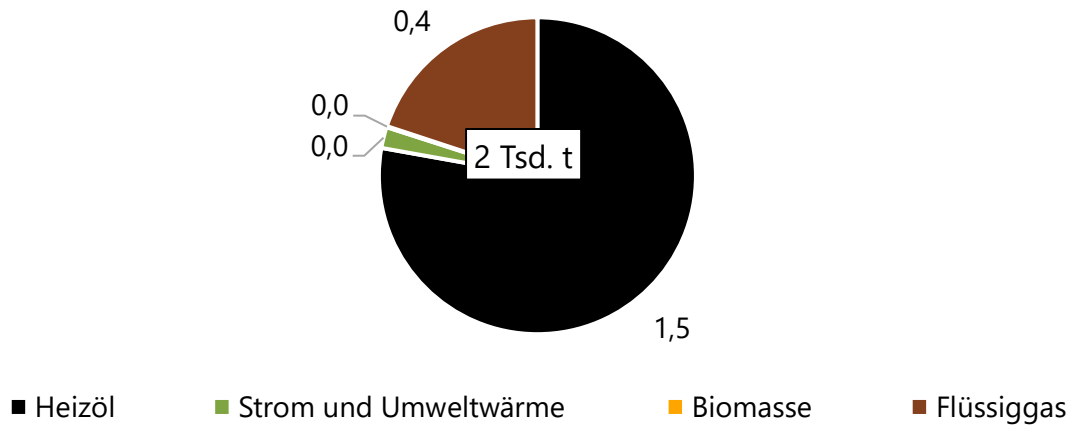


Abbildung 47: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t

Industriesektor

Zuletzt sind die Treibhausgasemissionen des Sektors Industrie zu beachten. Dieser Sektor weist Emissionen von 3,2 Tsd. t auf, welche sich folgendermaßen auf die Energieträger aufteilen:

- Heizöl 83 %
- Flüssiggas 17 %

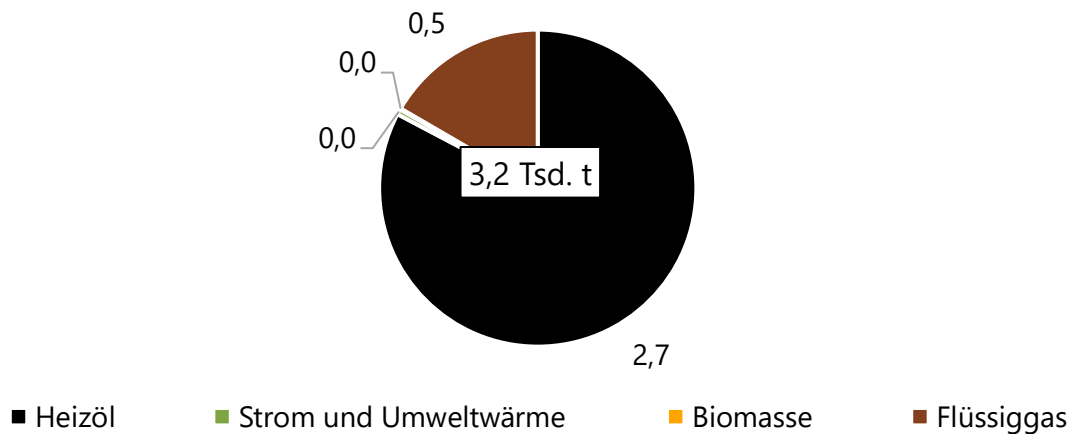


Abbildung 48: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t

4 Potenzialanalyse

Ziel der Potenzialanalyse ist die Identifizierung von Potenzialen zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Wärmesektor, die zu dessen Transformation genutzt werden können. Der Fokus liegt hierbei auf Potenzialen, die für die Speisung klimaneutraler Wärmenetze genutzt werden können. Dies ist damit begründet, dass dezentrale Technologien (z.B. Wasserstoffheizungen oder Pellet-Heizungen) in der Regel nicht direkt auf ein lokales Potenzial zugreifen, sondern der Energieträger zur Heizung angeliefert wird. Eine Ausnahme sind jedoch zum Beispiel dezentrale Wärmepumpen basierend auf Erdwärme.

In Abschnitt 4.1 werden die für die folgenden Untersuchungen relevanten Ausschlussgebiete der Kommune beschrieben. Die im Folgenden vorgestellten Ergebnisse müssen im Hinblick auf diese Ausschlussflächen betrachtet werden, da diese die Potenzialflächen einschränken können. In den Abschnitten 4.2 bis 4.8 werden die Potenziale der verschiedenen Wärmequellen thematisiert. Anschließend erfolgt in Abschnitt 4.9 eine Kurzzusammenfassung der Ergebnisse. Um eine gewisse Vergleichbarkeit der Ergebnisse ermöglichen zu können, werden auf Basis der Auswertungen die theoretisch maximal möglichen Potenziale vorgestellt und technisch eingeordnet.

4.1 Ausschlussgebiete

Ein Großteil der klimaneutralen Wärmeversorgungsoptionen für Wärmenetze ist abhängig von der Verfügbarkeit von Freiflächen in der Kommune. Sowohl zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen als auch Solar- und Geothermie benötigen verfügbare Flächenareale. Ebenso basiert die Abschätzung des pflanzlichen Biomassepotenzials auf den Waldflächen bzw. Anbauflächen für Energiepflanzen der Kommune. Die Einschränkung der nutzbaren Flächen erfolgt dabei zum einen über die Flächennutzung, da diese im Wesentlichen bestimmt für welche erneuerbare Energie sich die Fläche eignet, sowie die sogenannten Ausschlussflächen der Kommune. Dies sind die eingerichteten Schutzgebiete in der Kommune:

- **Naturschutzgebiete:** Nach § 23 Absatz 1 des Bundesnaturschutzgesetzes⁶ gelten Naturschutzgebiete als offiziell ausgewiesene Areale, die einem besonderen Schutz von Natur und Landschaft unterliegen, sei es in ihrer Gesamtheit oder in bestimmten Teilbereichen. Ziel dieser Schutzmaßnahmen ist es unter anderem, Lebensräume sowie Lebensgemeinschaften seltener oder gefährdeter Tier- und Pflanzenarten zu bewahren, weiterzuentwickeln oder wiederherzustellen. Darüber hinaus können wissenschaftliche, kulturhistorische oder landschaftsbezogene Motive eine Rolle spielen. Zuständig für die Festlegung solcher Gebiete sind in der Regel die höheren Naturschutzbehörden, die beim Regierungspräsidium angesiedelt ist. In bestimmten Fällen übernehmen auch oberste oder untere Naturschutzbehörden der Länder diese Aufgabe, zum Beispiel durch Verordnungen oder Erlasse. Großtechnische Anlagen sind hier nicht genehmigungsfähig.
- **Flora-Fauna-Habitat-Gebiete:** Die FFH-Richtlinie ist ein zentrales Instrument der Europäischen Union im Bereich des Naturschutzes. Ihr Hauptanliegen besteht darin, wildlebende Tier- und Pflanzenarten sowie deren natürliche Lebensräume langfristig zu bewahren und zu

⁶ Der Bericht bezieht sich auf das Bundesnaturschutzgesetz mit dem Stand 23.07.2025

sichern. Darüber hinaus legt sie besonderes Augenmerk auf die Schaffung eines zusammenhängenden europäischen Netzwerks solcher Lebensräume, um ökologische Beziehungen zu erhalten, weiterzuentwickeln oder wiederherzustellen.

- **Landschaftsschutzgebiete:** Landschaftsschutzgebiete sind Gebiete, die durch eine gesetzlich verbindliche Festsetzung unter einen besonderen Schutz gestellt werden. Laut § 26 Absatz 1 des Bundesnaturschutzgesetzes verfolgt dieser Schutz folgende Ziele: Die Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts soll gesichert, seine Regenerationsfähigkeit gefördert und die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen ermöglicht werden. Zum anderen steht der Schutz landschaftlicher Vielfalt, Eigenart und Schönheit im Mittelpunkt sowie der Erhalt kulturhistorisch bedeutsamer Landschaftsräume. Im Vergleich zu Naturschutzgebieten sind Landschaftsschutzgebiete oft weitläufiger, allerdings gelten dort in der Regel weniger strikte Einschränkungen für die Nutzung. Die Schutzvorschriften konzentrieren sich darauf, das charakteristische Erscheinungsbild der Landschaft zu wahren. Eingriffe wie Veränderungen durch land- oder forstwirtschaftliche Nutzung sind nur dann zulässig, wenn sie mit den Zielen des Gebietsschutzes vereinbar sind und den landschaftlichen Charakter nicht beeinträchtigen. Technische Anlagen sind hier mindestens genehmigungspflichtig.
- **Wasserschutzgebiete:** Wasserschutzgebiete sind gesetzlich geschützte Zonen, die dem Erhalt und der Sicherung der Qualität unseres Trinkwassers dienen. Sie werden ausgewiesen, um oberirdische oder unterirdische Wasserressourcen vor schädlichen Einflüssen zu bewahren. Je nach Nähe zur Wassergewinnungsstelle und Empfindlichkeit des Grundwassers werden in Wasserschutzgebieten unterschiedliche Schutzzonen eingerichtet, in denen bestimmte Nutzungen eingeschränkt oder verboten sind. Dazu zählen etwa bauliche Maßnahmen, landwirtschaftliche Tätigkeiten oder der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Diese Gebiete sind besonders für geothermische Anlagen zu berücksichtigen.
- **Überschwemmungsgebiete:** Überschwemmungsgebiete stellen gemäß den Vorgaben des § 76 Abs. 1 Satz 1 des Wasserhaushaltsgesetzes⁷ (WHG) Flächen dar, die in besonderem Maße von Hochwasserereignissen betroffen sein können. Hierzu zählen insbesondere Gebiete, die sich zwischen oberirdischen Fließgewässern und Schutzbauwerken wie Deichen oder natürlichen Hochufern befinden, ebenso wie solche Flächen, die im Falle von Hochwasser überflutet, durchströmt oder gezielt für Entlastungs- und Rückhaltungszwecke herangezogen werden. Die planerische und rechtliche Ausweisung dieser Gebiete verfolgt das übergeordnete Ziel, eine unkontrollierte bauliche Inanspruchnahme hochwassergefährdeter Räume zu verhindern.
- **Heilquellenschutzgebiete:** Heilquellenschutzgebiete sind speziell ausgewiesene Bereiche, die dem Schutz und der Erhaltung staatlich anerkannter Heilquellen dienen. Heilwasser zählt zu den klassischen Naturheilmitteln und stammt aus unterirdischen Vorkommen, die auf natürliche Weise mit Mineralstoffen und Spurenelementen angereichert sind. Um die Qualität und Ergiebigkeit dieser Quellen langfristig zu sichern, legen die zuständigen Bezirksregierungen oder Kreise entsprechende Schutzgebiete fest.
- **Vogelschutzgebiete:** Vogelschutzgebiete sind spezielle Schutzflächen, die Deutschland im Rahmen der EU Vogelschutzrichtlinie ausgewiesen hat, um wildlebende Vogelarten und ihre Lebensräume zu erhalten. Sie sind Teil des europäischen Natura 2000 Netzwerks und dienen vor allem dem Schutz seltener oder bedrohter Brut- und Zugvögel. In Deutschland gibt es rund 750 dieser Gebiete, die etwa 12,5 % der Landesfläche einnehmen. Zuständig für die

⁷ Der Bericht bezieht sich auf das Wasserhaushaltsgesetz mit dem Stand 23.07.2025

Ausweisung sind die Bundesländer. In den Gebieten gelten besondere Regelungen, um Störungen und Lebensraumverluste zu vermeiden, zum Beispiel Einschränkungen bei Landwirtschaft, Bauvorhaben oder Freizeitnutzung.

Wie in Abbildung 49 zu sehen weist Florstadt zwei Naturschutzgebiete zwischen Ober-Florstadt und Staden sowie Staden und Nieder-Mockstadt auf. Insbesondere große Teile der Waldflächen sind FFH-Gebiete, diese sind wie auch Naturschutzgebiete als Ausschlussflächen für technische Anlagen zu verstehen. Waldflächen werden in der nachfolgenden Potenzialbetrachtung von Solarthermie, Geothermie, Luft-Wasser-Wärmepumpen und Biomasse nicht berücksichtigt. Insbesondere das große FFH-Gebiet im Bereich Nieder-Florstadt beeinflusst die Nutzung des dortigen Waldes für die energetische Nutzung von Waldrestholz. Die schraffierten Flächen in Abbildung 49 stellen die Landschaftsschutzgebiete dar, welche nicht als reine Ausschlussgebiete betrachtet werden, aber in der Planung sensibel berücksichtigt sind. Die Flächen befinden sich hauptsächlich nördlich von Ober-Florstadt und Staden. Sie umschließen das Naturschutzgebiet und führen von dort aus entlang der Ortsgrenze bis nach Leidhecken. Diese Flächen können im Kontext der Genehmigung mehr Hürden aufweisen und sind häufig mit Auflagen verbunden.

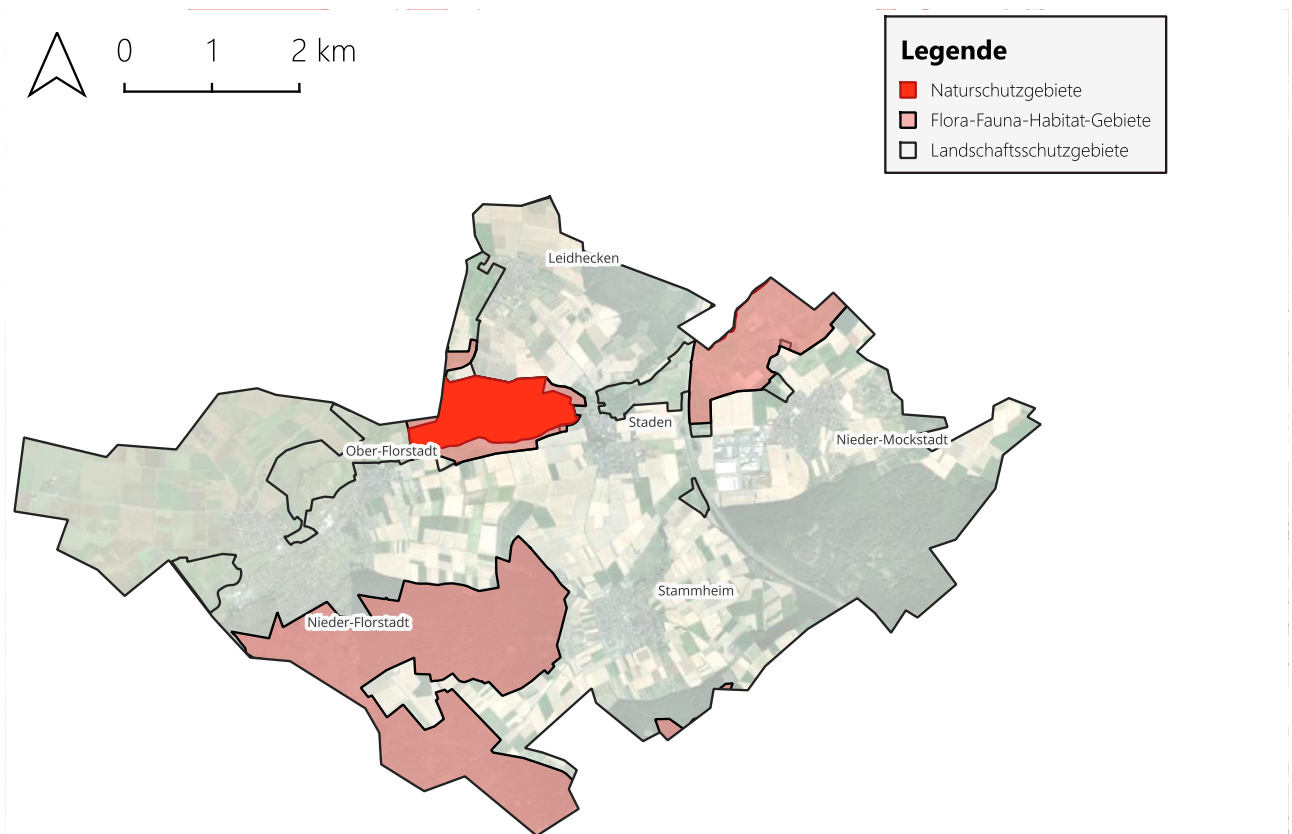


Abbildung 49: Naturschutz- und FFH-Gebiete sowie Landschaftsschutzgebiete in Florstadt

Die Schutzgebiete in Abbildung 50 sind hauptsächlich für Geothermie zu berücksichtigen. Im Bereich Nieder-Florstadt befindet sich ein Wasserschutzgebiet, dass in verschiedene Bereiche eingeteilt ist. Im Zentrum liegt ein kleiner Bereich der Schutzzone 1, umgeben von einem Bereich der Schutzzone 2. Hier sind geothermische Anlagen ausgeschlossen. Diese Gebiete werden von einem größeren Bereich der Zone 3 umschlossen, in dem geothermische Anlagen in Ausnahmefällen grundsätzlich

möglich wären. Da sich die Flächen zusätzlich größtenteils im Wald befinden, werden diese in den nachfolgenden Analysen nicht weiter als Potenzialflächen berücksichtigt.

Die dargestellten Überschwemmungsgebiete orientieren sich räumlich an den vorgestellten FFH-Ge-bieten. Sie befinden sich im Einzugsbereich des Flusslaufs der Nidda im Bereich Ober-Florstadt und Staden und erstrecken sich entlang der Ortsgrenze nach Leidhecken. Für großtechnische Anlagen stellen diese Flächen als für Hochwasser gefährdete Räume Ausschlussgebiete dar, die in der Potenzi-alanalyse als solche berücksichtigt wurden. Somit werden auf diesen Flächen keine Potenziale für Solar-, Geothermie- und Wärmepumpen-Anlagen ausgewiesen.

Ebenfalls dargestellt sind Vogelschutzgebiete, die sich im Bereich Ober-Florstadt, Staden sowie am westlichen Rand von Leidhecken und an der Ortsgrenze westlich von Nieder-Florstadt befinden. Diese Flächen sind bei der Planung von großtechnischen Anlagen sensitiv zu berücksichtigen, um gerade in den Brutzeiten, geschützte Arten durch Baulärm, oder ähnliche Einschränkungen nicht zu beeinflussen.

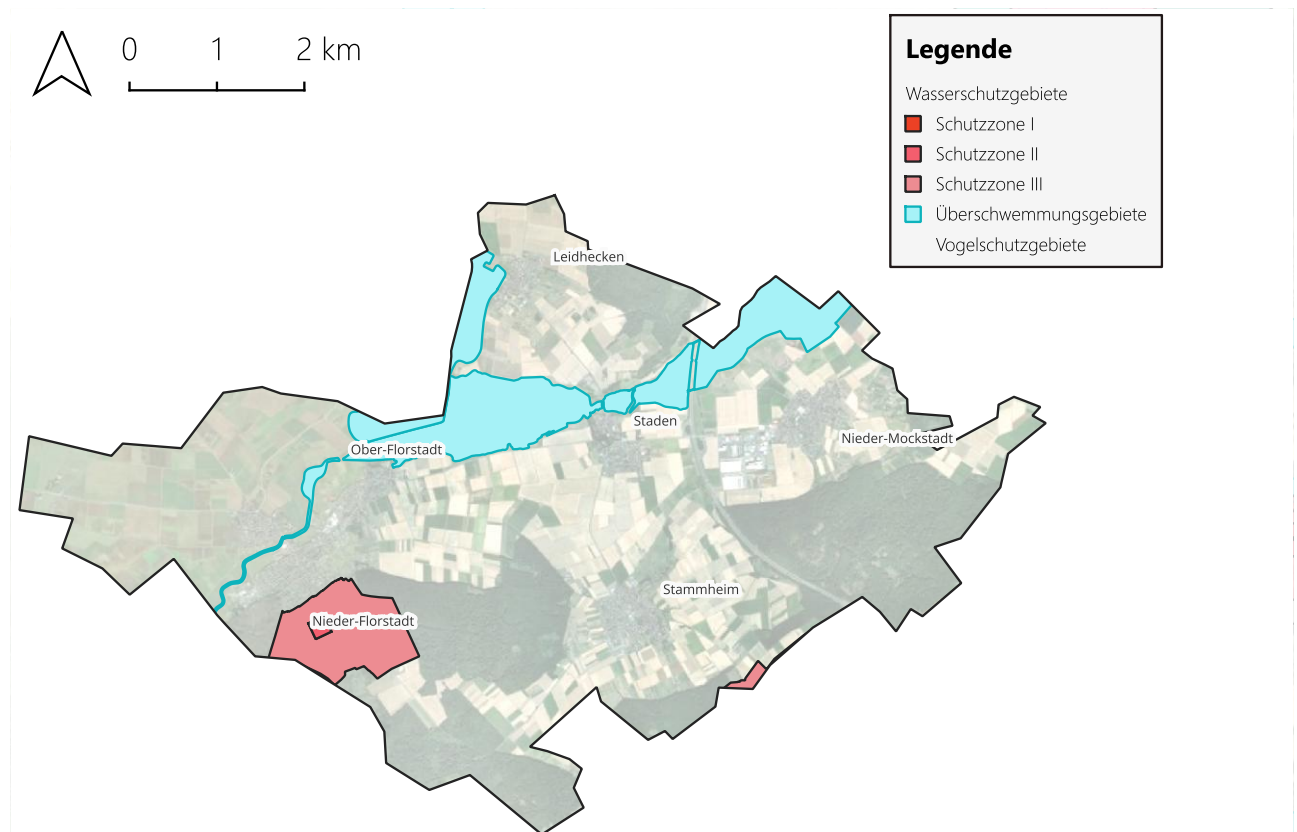


Abbildung 50: Wasserschutz- und Überschwemmungsgebiete sowie Vogelschutzgebiete in Florstadt

Des Weiteren liegen große Teile Florstadts in Heilquellenschutzgebieten. Zum Schutz vor chemischen oder biologischen Beeinträchtigungen werden sogenannte qualitative Schutz-zonen eingerichtet. Diese unterteilen sich meist in die Zonen 1-3, wobei sich die Schutzauflagen mit zunehmender Ent-fernung von der Quelle verringern. Diese sind mit den Wasserschutz-zonen 1-3 gleichzusetzen und sind für beispielsweise geothermische Anlagen ein Ausschlusskriterium. In älteren Festsetzungen können auch zusätzliche Zonen 4 oder 5 vorkommen. Innerhalb dieser Bereiche gelten abgestufte

Einschränkungen für bauliche, landwirtschaftliche oder sonstige Eingriffe, die die Wasserqualität gefährden könnten. Ergänzend dazu werden häufig quantitative Schutzzonen definiert, die mit den Buchstaben A bis D gekennzeichnet sind. Sie sollen sicherstellen, dass das natürliche Fließsystem und die Ergiebigkeit der Quelle nicht beeinträchtigt werden. In der innersten Zone A sind beispielsweise Eingriffe in den Untergrund von mehr als fünf Metern Tiefe in der Regel nur mit Genehmigung zulässig, was für technische Anlagen zu beachten ist, aber kein Ausschlusskriterium darstellt. Wie in Abbildung 51 zu sehen, befinden sich in Florstadt eine qualitative Heilquellenschutzzone der Klasse 4 im Bereich Staden und Leidhecken sowie eine größere quantitative Heilquellenschutzzone der Klasse D, die sich bis auf Stammheim über große Teile der Kommune ausbreitet. Beide Zonen werden durch das HLNUG als „wasserwirtschaftlich ungünstig“ eingestuft, stellen aber für technische Anlage kein Ausschlusskriterium dar und wurden somit in den folgenden Analysen auch nicht als Ausschlussgebiet definiert [30].

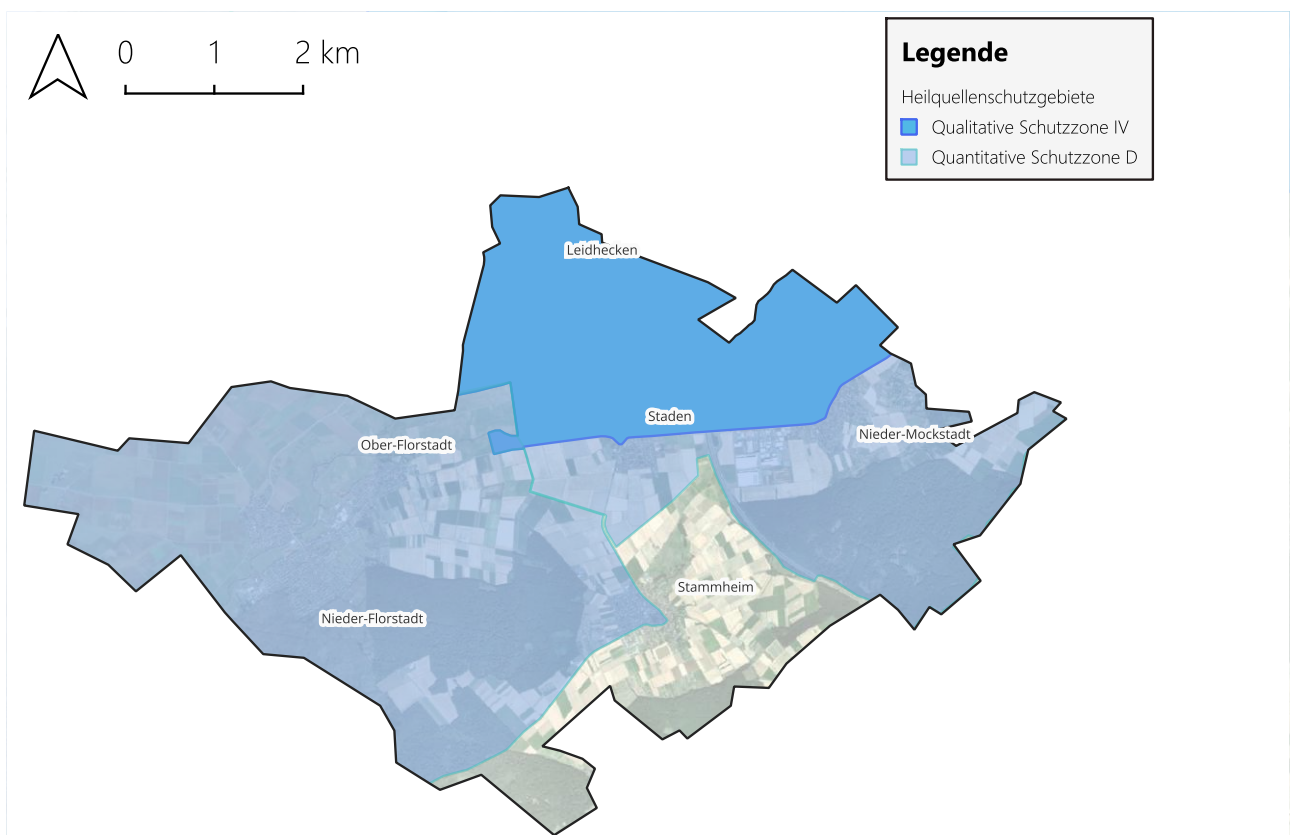


Abbildung 51: Heilquellenschutzgebiete in Florstadt

4.2 Solare Potenziale

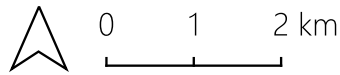
Solarthermie und Photovoltaik sind zwei unterschiedliche Technologien zur Nutzung von Sonnenenergie, die jeweils für verschiedene Zwecke eingesetzt werden. Photovoltaikanlagen wandeln Sonnenlicht in elektrische Energie um. Dies geschieht durch Solarzellen, die in Modulen zusammengefasst sind. Die elektrische Energie kann entweder direkt verbraucht oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Solarthermie hingegen nutzt Sonnenkollektoren, um Wärme zu erzeugen, die direkt für die Warmwasserbereitung oder zur Unterstützung der Heizungsanlage verwendet wird. Diese Technologie eignet sich vor allem für Haushalte oder Unternehmen, die ihren Wärmebedarf

teilweise durch erneuerbare Energie decken möchten. Beide Technologien können sowohl auf Dachflächen als auch auf Freiflächen installiert werden.

Für Freiflächenanlagen stellt die Landesenergieagentur Hessen (LEA) im Solarkataster geeignete Flächen bereit, etwa entlang von Verkehrswegen, auf Konversionsflächen oder innerhalb landwirtschaftlich benachteiligter Gebiete [31]. Letztere sind im Rahmen der EEG-Förderkulisse prioritär zu berücksichtigen, da sie maßgeblich zur Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen auf Freiflächen beitragen können. In Anlehnung an die Methodik des Landesamts für Umwelt und Klimaschutz (LANUK) wurden relevante Freiflächen in Florstadt hinsichtlich ihrer Eignung für Solaranlagen und ihres potenziellen Energieertrags untersucht [32]. Die Flächenbewertung erfolgte auf Basis der tatsächlichen Nutzung und unterteilt sich in landwirtschaftlich genutzte Flächen, Flächen entlang von Verkehrswegen sowie Konversionsflächen wie Brachland oder Abraumhalden.

Für Florstadt ergibt sich ein jährliches Potenzial zur Wärmebereitstellung durch Freiflächen-Solarthermie von rund 548 GWh, ohne Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Flächen. Werden diese einbezogen, steigt das technische Potenzial auf etwa 4.566 GWh pro Jahr.

In Abbildung 52 und Abbildung 53 ist die räumliche Konzentration geeigneter Flächen dargestellt. Es ist zu erkennen, dass ohne landwirtschaftliche Flächen, die Potenzialflächen im Ort verteilt, aber um die Bebauung konzentriert auftreten. In den Bereichen Ober-Florstadt, Leidhecken, Staden, Nieder-Mockstadt und Stammheim ist zu erkennen, dass die Potenzialflächen in den äußeren Randbereichen der Siedlungen auftreten, in denen die Bebauung zunehmend lückenhaft wird. In den Bereichen zwischen den Feldern, wo laut Flächennutzung keine Bewirtschaftung stattfindet, sind ebenfalls vereinzelt Flächen zu finden. Betrachtet man den Unterschied zu Abbildung 53, so erkennt man, dass die Felder, die sich zwischen den Siedlungsbereichen befinden, weitestgehend eingefärbt sind. Aufgrund der größeren Flächen sind die Solarthermiepotenziale ebenfalls deutlich höher.



Legende

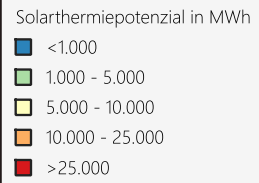
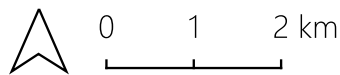


Abbildung 52: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene ohne landwirtschaftliche Flächen



Legende

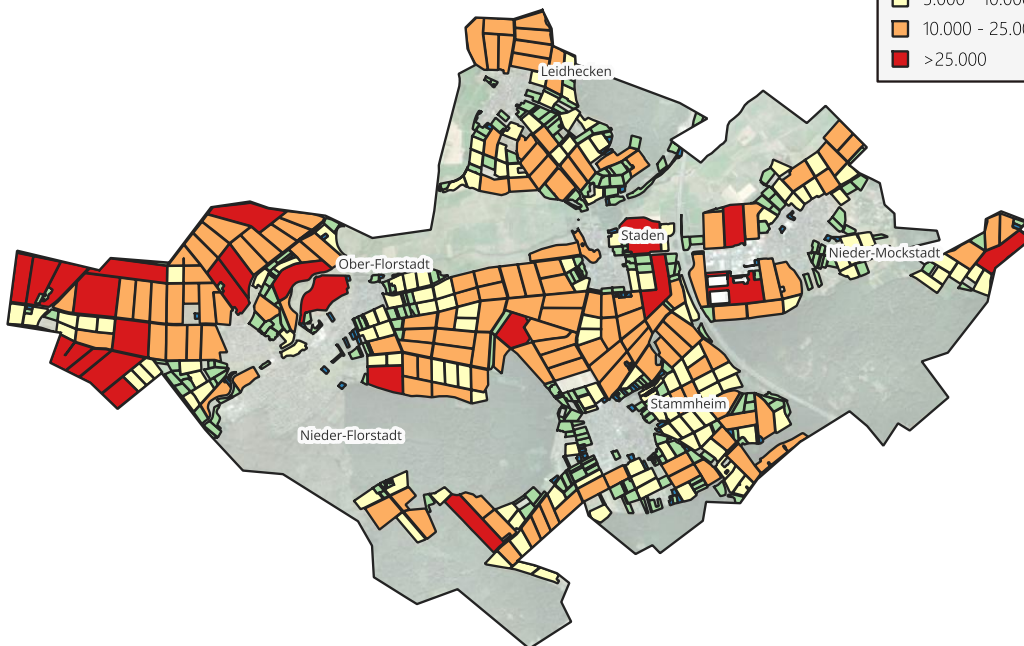
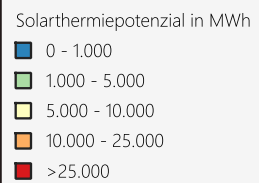


Abbildung 53: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene unter Berücksichtigung landwirtschaftlicher Flächen

Die Nutzung des theoretischen Potenzials der Solarthermie wird grundsätzlich durch verschiedene Faktoren stark eingeschränkt. Zum einen stellt die Flächenverfügbarkeit ein Problem dar, da viele potenzielle Flächen durch planungsrechtliche Einschränkungen oder bestehende Nutzungen blockiert sind. Insbesondere Freiflächen konkurrieren häufig mit anderen Nutzungsansprüchen, wie Landwirtschaft, Naturschutz oder Bebauung. Solarthermie- und Photovoltaikanlagen konkurrieren hierbei gegenseitig um vergleichbare Flächen.

Zu den Einschränkungen der Solarthermie gehört neben der Flächenverfügbarkeit jedoch unter anderem auch die saisonale Schwankung der Sonneneinstrahlung, die entgegengesetzt zum Wärmebedarf verläuft. In den Sommermonaten wird viel Energie durch Solarthermie erzeugt, während der Wärmebedarf gering ist, und im Winter, wenn der Heizbedarf steigt, steht weniger Sonnenenergie zur Verfügung. Ein hoher Deckungsanteil von Solarthermie in Wärmenetzen erfordert eine sorgfältige Planung und saisonale Speicher. Des Weiteren ist eine Unterstützung durch andere Energiequellen nötig, um eine stabile und ganzjährige Wärmeversorgung sicherzustellen. Auch bei Photovoltaik passen die saisonalen und täglichen Schwankungen nicht zum elektrischen Energieverbrauch, welcher im Winter und morgens sowie abends erhöht ist, jedoch ist hier die Divergenz geringer.

Für die Integration von Freiflächen-PV stehen im Grunde die gleichen Flächen zur Verfügung wie für Freiflächen-Solarthermie (siehe Abbildung 52 und Abbildung 53). Hierbei ergibt sich dann ein elektrisches Bereitstellungspotenzial für Freiflächen-PV ohne landwirtschaftliche Flächen von rund 219 GWh. Wenn die landwirtschaftlichen Freiflächen berücksichtigt werden, steigt das Potenzial auf 1.826 GWh.

Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen bieten ebenfalls signifikante Potenziale zur Energieerzeugung. Die Installation von Solarkollektoren auf Dächern zur Wärmeproduktion ist besonders für Wohnhäuser, Gewerbebauten oder öffentliche Gebäude interessant, da die Wärmeenergie vor Ort direkt genutzt werden kann.

Das Solarpotenzial für Dachflächen-PV wird von der LEA auf Basis hochauflösender Laserscandaten und amtlicher Gebäudedaten (ALKIS), aus denen ein detailliertes 3D-Modell der Gebäude- und Geländestruktur erzeugt wird. Für jede Dachfläche wird die solare Einstrahlung über das Jahr hinweg simuliert, wobei Dachausrichtung, Neigung und Verschattung berücksichtigt werden. Daraus werden der potenzielle Stromertrag sowie Eignungsklassen für Photovoltaik abgeleitet. Die Ergebnisse werden gebäudescharf im Solar-Kataster Hessen veröffentlicht. [33]

Die LEA verwendet zur Ermittlung von Dachflächenpotenzialen für Photovoltaik ein systematisches Verfahren, das auf der Auswertung hochauflösender Strahlungsdaten in Kombination mit Geodaten aus dem amtlichen Liegenschaftskataster basiert. Zunächst werden alle relevanten Gebäude mit einer Grundfläche über 10 m² berücksichtigt, während ungeeignete Gebäudetypen wie Tiefgaragen oder Gewächshäuser ausgeschlossen werden. Für diese Gebäude erfolgt eine Rasterauswertung, bei der Dachbereiche mit einer jährlichen Globalstrahlung über 850 kWh/m² identifiziert werden. Diese Bereiche gelten als grundsätzlich geeignet für die solare Nutzung. Zur Bereinigung des Rohpotenzials wird ein pauschaler Abzug von 10% vorgenommen, um Flächenanteile auszuschließen, die zwar im digitalen Oberflächenmodell hohe Einstrahlungswerte zeigen, in der Realität aber durch Dachauf-

bauten, Verschattung oder ungünstige Geometrien nicht nutzbar sind. Die verbleibende Eignungsfläche wird unter Annahme eines Modulwirkungsgrads von 20% und einer Performance Ratio von 80% in eine installierbare Leistung sowie einen möglichen Stromertrag umgerechnet. Das Ergebnis stellt ein technisches Maximalpotenzial dar, das als Grundlage für weitere Analysen dient. Da dieses theoretische Potenzial praktische Einschränkungen nicht abbildet, ist eine kommunenspezifische Prüfung unerlässlich. Dabei sind unter anderem bauliche Gegebenheiten wie Statik, Dachzustand oder die Art der Dacheindeckung, rechtliche Rahmenbedingungen wie Denkmalschutz oder Abstandsregelungen, sowie wirtschaftliche und organisatorische Aspekte zu berücksichtigen. Auch Faktoren wie die Verfügbarkeit von Netzanschlüssen, versicherungsrechtliche Anforderungen oder die gesellschaftliche Akzeptanz können die tatsächliche Umsetzbarkeit beeinflussen. Um die Vergleichbarkeit mit den übrigen Analysen zu gewährleisten, werden an dieser Stelle, wie in der gesamten Potenzialanalyse, die maximalen Potenziale der Kommune ausgewiesen. [33]

Die LEA identifiziert in der vorliegenden Analyse 8.897 Flächen zur potenziellen Nutzung von Dachflächen-PV. Diese Flächen sind grundsätzlich auch für den Einsatz von Solarthermie geeignet. Unter Berücksichtigung der Flächen die ein Einstrahlungspotenzial von über 850 kWh/a*m² haben, bleibt eine Gesamtfläche von rund 566.000 m². Das berechnete PV-Potenzial beläuft sich auf insgesamt 94,2 GWh Strom pro Jahr. Würde man dieselben Flächen für Solarthermie-Anlagen nutzen entspräche das einem Potenzial von etwa 37,7 GWh Wärme pro Jahr. [31]

4.3 Gewässer

4.3.1 Fließgewässer

Fließende Gewässer stellen vielversprechende Wärmequellen dar, welche mittels Wärmepumpen für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht werden können. Ein wesentlicher Vorteil der Nutzung von Flusswasser im Vergleich zur Außenluft ist die Wassertemperatur, welche insbesondere an kalten Tagen die Temperatur der Außenluft übersteigt. Dies ermöglicht eine effizientere Bereitstellung der Wärme.

Der einzige relevante Fluss in Florstadt ist die Nidda, ein Nebenfluss des Mains, der die Kommune von Ost nach West durchquert und durch die Ortsteile Staden sowie Ober- und Nieder-Florstadt fließt. Dabei ist er aufgrund seiner Nähe zur Bebauung besonders interessant als potenzielle Wärmequelle. Der Verlauf der Nidda sowie der betrachtete Pegelmesspunkt sind Abbildung 54 zu entnehmen.

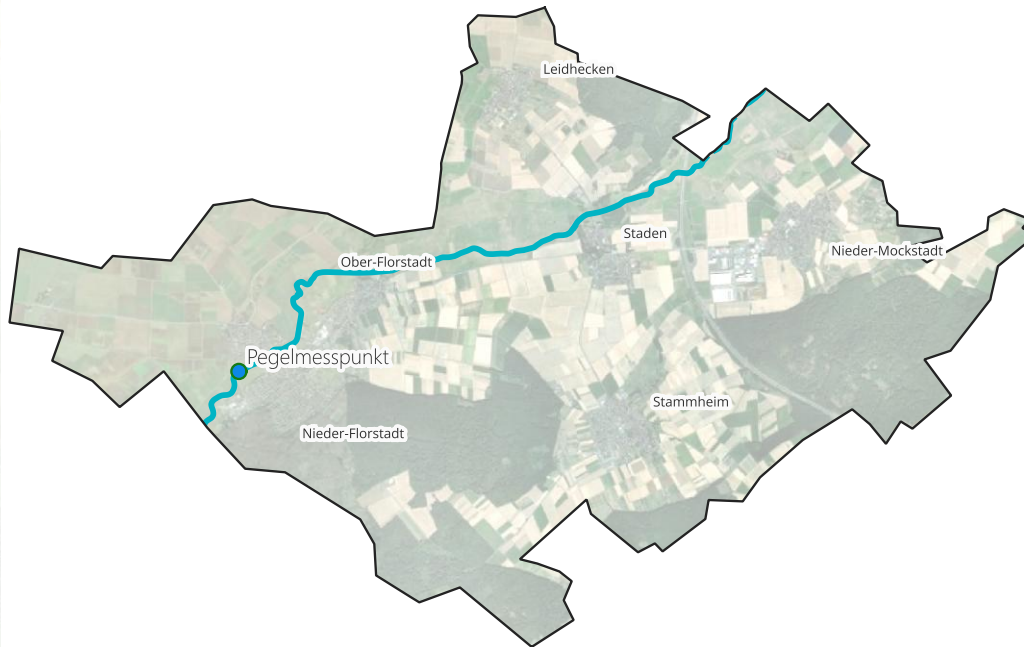
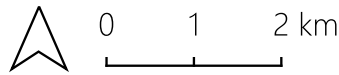


Abbildung 54: Geographischer Verlauf der Nidda

Die Durchflusswerte sowie die Temperatur in Jahresverlauf stammen vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), für die folgenden Auswertungen wurden Werte für das Jahr 2024 betrachtet [34]. Mit einer mittleren Abflussmenge (MQ) von jährlich gemittelt $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ handelt es sich bei der Nidda um einen relativ kleinen Fluss. Für die Berechnung wurde eine Entnahmemenge von $1/8$ des Gesamtdurchflusses und ein Temperaturdelta von 3 K angenommen. Trotzdem weist sie mit ca. 37 GWh ein nennenswertes thermisches Potenzial auf, was zu einen an den hohen Temperaturen im Sommer und zum anderen an den teilweise sehr hohen Durchflusswerten in den Wintermonaten liegt. Starkregenereignisse führen hier zu einer großen Abweichung zum mittleren Durchflusswert des Gewässers, was bei der technischen Auslegung eines Wärmetauschers berücksichtigt werden muss.

Das technisch nutzbare Potenzial fällt deutlich geringer aus als das theoretisch berechnete, da bei der Auslegung eines Wärmetauschers kurzzeitige Leistungsspitzen, wie sie im Winter infolge von Starkregenereignissen auftreten, nicht effizient genutzt werden können. Solche Ereignisse führen zwar zu temporär hohen Durchflüssen und somit zu einem hohen Wärmeentnahmepotenzial, sind jedoch zu unregelmäßig, um als verlässliche Auslegungsgrundlage zu dienen.

Zudem verfälschen die hohen Wassertemperaturen im Sommer die Potenzialanalyse. Zwar wäre während dieser Zeit eine hohe Wärmemenge technisch entnehmbar, jedoch ist der saisonale Wärmebedarf im Sommer auf einem Minimum. Eine Nutzung dieser Wärmeüberschüsse wäre nur durch den Einsatz saisonaler Wärmespeicher möglich. Diese könnten im Sommer thermisch geladen und im

Winter entladen werden, um die Diskrepanz zwischen Wärmeangebot und -nachfrage zu überbrücken. Allerdings ist der wirtschaftlich sinnvolle Einsatz solcher Speicher nur bis zu einem begrenzten Umfang realisierbar.

Dies wird bei der Betrachtung von Abbildung 55 ersichtlich, welche den Temperatur- und Entnahmeleistungsverlauf der Nidda für das Jahr 2024 darstellt. Gerade in den Sommermonaten, in denen die Temperatur des Gewässers sehr hoch ist, kann sehr viel Energie aus der Nidda entnommen werden. Ebenso muss beachtet werden, dass im Winter temporär die Temperatur unterhalb von 4 °C fällt, was wiederum das Temperaturdelta beeinflusst, da das Gewässer nicht beliebig abgekühlt werden kann. In der vorliegenden Analyse wird die Wärmeabnahme begrenzt, sodass der Fluss nicht unter 4 °C abgekühlt werden kann.

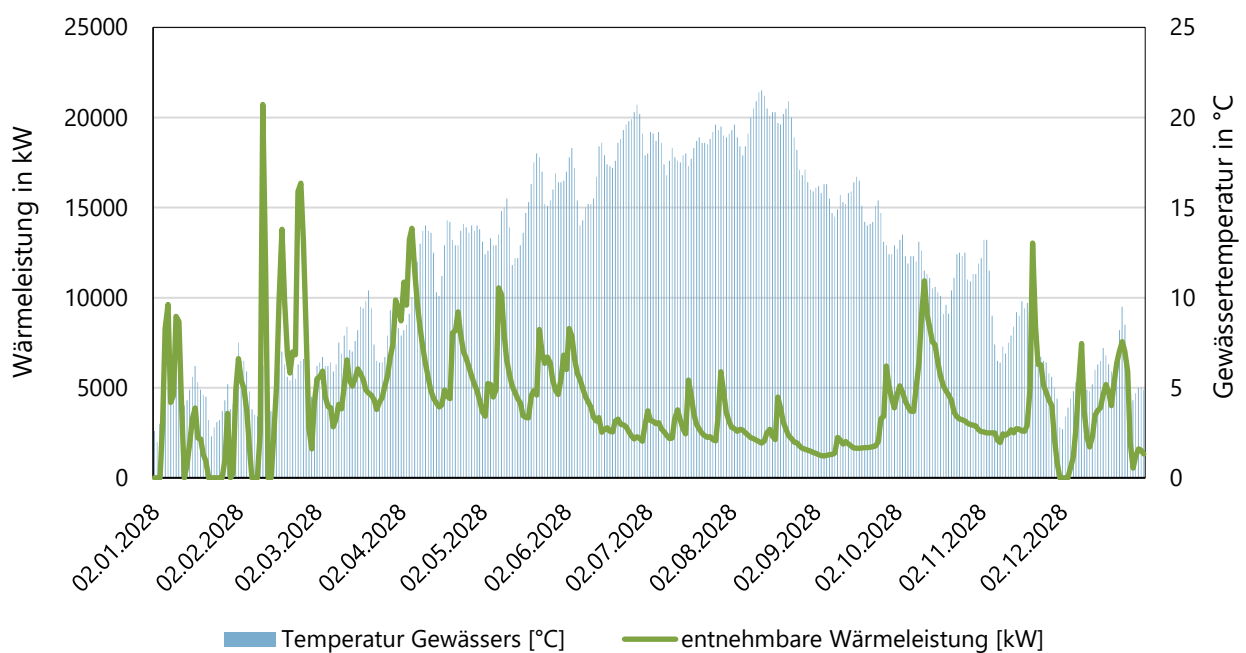


Abbildung 55: Entnehmbare Wärmeleistung und Gewässertemperatur der Nidda (Jahr 2024) [34]

Auch Wasserkraft stellt eine bedeutende Quelle erneuerbarer Energie dar und bietet insbesondere durch ihre kontinuierliche Verfügbarkeit und den weitgehenden Verzicht auf CO₂-Emissionen ein großes Potenzial im Rahmen der Energiewende. Im Gegensatz zu anderen regenerativen Energieträgern wie Wind- oder Solarenergie ist sie grundlastfähig und kann somit dauerhaft zur Stabilität des Stromnetzes beitragen. Zudem besteht die Möglichkeit, mit moderner Technik kleine Wasserkraftanlagen effizient und ressourcenschonend zu betreiben, wodurch sich vor allem in ländlichen Regionen dezentrale Energieversorgungslösungen realisieren lassen. Gleichzeitig ist die Nutzung von Wasserkraft mit erheblichen ökologischen Herausforderungen verbunden. Der Eingriff in Fließgewässerökosysteme, insbesondere durch Querbauwerke, führt häufig zu einer Unterbrechung der natürlichen Durchgängigkeit der Flüsse, was die Wanderung von Fischarten wie den Aal behindert oder vollständig verhindert. Hinzu kommt eine Veränderung des natürlichen Sedimenttransports: Stauanlagen und Turbineneingriffe führen oft zu Erosion unterhalb der Anlage und zur Sedimentation oberhalb, was die Flussmorphologie negativ beeinflusst. Auch hydrologische Parameter wie Wasserstand,

Temperatur oder Sauerstoffgehalt können sich durch den Eingriff deutlich ändern, was empfindliche aquatische Lebensgemeinschaften beeinträchtigt. [35]

Vor diesem Hintergrund ist die potenzielle Nutzung der Wasserkraft an der Nidda im Bereich der Stadt Florstadt besonders sensibel zu bewerten. Die Nidda durchfließt hier eine ökologisch wertvolle Flusslandschaft mit ausgeprägten Auenbereichen, die bereits heute im Fokus von Renaturierungsmaßnahmen stehen. So engagiert sich etwa der Verein Auen- und Gewässerschutz Wetterau e. V. für die Wiederherstellung natürlicher Strukturen durch den Einbau von Totholz und Pfahlbuhnen, um die Biodiversität zu fördern und Lebensräume für aquatische Arten zu schaffen [36]. Trotz kleinerer bestehender Wehranlagen würde der Bau einer neuen Wasserkraftanlage einen tiefgreifenden Eingriff in das natürliche Flusssystem darstellen. In einem solchen Fall müssten umfassende Umweltverträglichkeitsprüfungen durchgeführt werden, um mögliche Auswirkungen auf Flora, Fauna und Flussschiffverkehr zu bewerten. Essenziell wären zudem Maßnahmen zur Sicherstellung der ökologischen Durchgängigkeit, etwa durch funktionsfähige Fischaufstiegshilfen, sowie eine Planung, die den natürlichen Sedimenthaushalt so wenig wie möglich beeinträchtigt.

Die nutzbare Leistung eines Flusses für die Wasserkraftnutzung hängt maßgeblich vom Wasserdurchfluss, der verfügbaren Fallhöhe und dem Wirkungsgrad der technischen Anlage ab. Im Fall der Nidda liegt der mittlere Durchfluss bei $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ pro Sekunde. Da aus ökologischen Gründen nicht das gesamte Wasser zur Energiegewinnung entnommen werden darf, wird angenommen, dass nur rund 70 % des Abflusses tatsächlich durch eine Turbine geleitet werden können. Der verbleibende Anteil muss als Restwasser im natürlichen Flussbett verbleiben, um die Durchgängigkeit, den Lebensraum für Fische und wirbellose Tiere sowie den Sedimenttransport zu sichern. Als nutzbare Fallhöhe wird ein realistischer Wert von einem Meter angesetzt, wie er ohne aufwendige Staubaauwerke in einem mäßig geneigten Flussabschnitt umsetzbar ist. Unter Berücksichtigung eines typischen Wirkungsgrads moderner Kleinwasserkraftanlagen von 80 % ergibt sich daraus eine durchschnittlich nutzbare elektrische Leistung von etwa 20 kW. In Abbildung 56 ist die entziehbare Leistung sowie Energie in Jahresverlauf dargestellt. Dabei ergibt sich eine Energie von rund 183 MWh im Jahr.

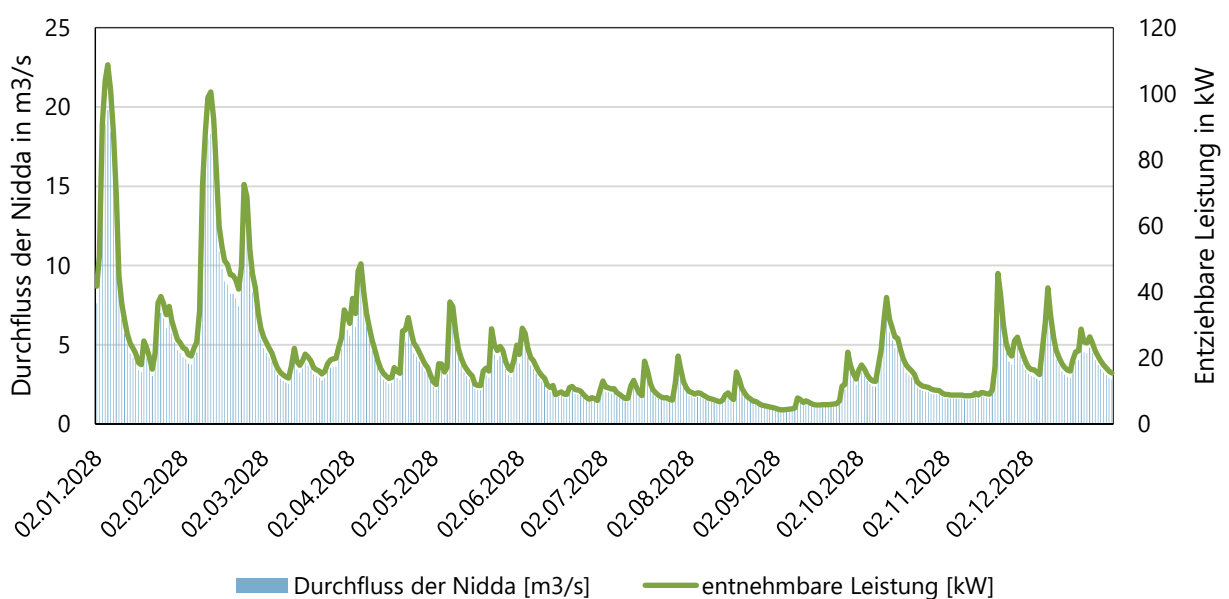


Abbildung 56: Entnehmbare elektrische Leistung und Energie durch Wasserkraft in der Nidda (Jahr 2024) [34]

4.3.2 Stehende Gewässer

In Florstadt wurden keine für die Wärmeplanung relevanten stehenden Gewässer identifiziert.

4.3.3 Grundwasser-Brunnen

Wasserbrunnen, insbesondere Grundwasserbrunnen mit bestehender Nutzung, bieten aufgrund ihrer thermischen Eigenschaften ein interessantes Potenzial für die Wärmegewinnung. Das im Untergrund gespeicherte Grundwasser weist über das Jahr hinweg relativ konstante Temperaturen auf und ermöglicht damit einen effizienten Betrieb von Wärmepumpenanlagen. Durch die hohe spezifische Wärmekapazität des Wassers lassen sich bereits mit vergleichsweise geringen Fördermengen relevante Wärmemengen entziehen. Besonders attraktiv ist die Möglichkeit, vorhandene Infrastruktur für die energetische Mitnutzung heranzuziehen, wodurch sich sowohl baulicher Aufwand als auch Investitionskosten reduzieren lassen.

Allerdings sind bei einer solchen Doppelnutzung technische und rechtliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. So sind insbesondere bei Trinkwasserbrunnen strenge Anforderungen an die hygienische Sicherheit sowie wasserrechtliche Vorgaben einzuhalten. In der Regel ist daher ein indirektes System mit einem zwischengeschalteten Wärmetauscher erforderlich, das den Wärmetransport ermöglicht, ohne das Wasser selbst zu verändern oder zu verunreinigen. Auch hydrogeologische Voraussetzungen wie ausreichende Ergiebigkeit und die Reversibilität der thermischen Beeinflussung müssen gegeben sein. Vor diesem Hintergrund lassen sich potenzielle Energiegewinne zwar technisch darstellen, ihre tatsächliche Nutzbarkeit hängt jedoch maßgeblich von den jeweiligen standortbezogenen Gegebenheiten ab.

Aus einer Anfrage der Grünen Fraktion in der Stadtverordnetenversammlung aus 2021 sind die Einspeisemengen der Grundwasserförderung in Florstadt zu entnehmen. Diese belaufen sich jährlich für den Trinkwasserbrunnen Reitfeld auf max. 38.000 m³ und für die Brauchwasserbrunnen Ober-Florstadt, Leidhecken und Sauerborn auf max. 23.000 m³, 2.000 m³ und 5.475 m³. [37]

Nach [34] hat das zu betrachtende Grundwasser eine durchschnittliche Temperatur von ca. 10 °C was bei einer Temperaturabsenkung von 5 K eine jährliche Energiebereitstellung von 220 MWh am Brunnen Reitfeld, 133 MWh in Ober-Florstadt, 12 MWh in Leidhecken und 32 MWh in Sauerborn ermöglicht.

Aufgrund der geringen Wasservolumen ist auch das Wärmepotenzial der Brunnen begrenzt. Das größte Potenzial am Brunnen Reitfeld ist kritisch zu beurteilen, da dieser in die Trinkwasserversorgung einspeist, was wie bereits erwähnt potenziell wasserschutzrechtliche Hürden bei der Installation eines Wärmetauschers mit sich bringt.

4.4 Abwasser aus Kanälen und Kläranlagen

Im Gemeindegebiet der Stadt Niddatal befindet sich die Verbandskläranlage für Florstadt des Abwasserverbands Horlofftal, die das gereinigte Abwasser unter anderem der Stadt Florstadt behandelt und in die Nidda einleitet. Der Standort der Kläranlage ist Abbildung 57 zu entnehmen. Aufgrund ihrer Lage in unmittelbarer Nähe zur Stadtgrenze sowie ihres kontinuierlichen Abwasseraufkommens stellt sie grundsätzlich eine sehr interessante Quelle für die thermische Nutzung dar. Eine detaillierte Potenzialabschätzung auf Grundlage von Abfluss- und Temperaturdaten zeigt, dass insbesondere

das gereinigte Abwasser aus der Kläranlage zur Wärmegewinnung beitragen könnten. Da sich die Anlage jedoch außerhalb des Stadtgebiets von Florstadt befindet, wäre zur weiterführenden Bewertung und einer möglichen energietechnischen Erschließung des Potenzials eine frühzeitige Abstimmung mit dem Abwasserverband Horlofftal als Betreiber der Anlage erforderlich. Dies betrifft sowohl die technischen Rahmenbedingungen der Wärmeentnahme als auch mögliche Synergieeffekte, etwa durch Abwärmenutzung, Biogaserzeugung oder Speicherintegration, im Kontext einer quartiersbezogenen Wärmeversorgung im angrenzenden Stadtteil Nieder-Florstadt. Ebenso ist der Kontakt zu den weiteren angeschlossenen Gemeinden Reichelsheim, der Gemeinde Echzell sowie der Gemeinde Wölfersheim mit dem Ort Melbach und der Stadt Niddatal mit den Orten Bönstadt und Wickstadt zu suchen [38].

Eine Abschätzung des Kanalsystems von Florstadt am Punkt unmittelbar vor der Kläranlage, wo potenziell der gesamte Abwasserstrom zusammenläuft, ergibt ein theoretisches Potenzial von 3 GWh, was zum einen auf den geringen Trockenwetterabfluss von 10,2 Litern pro Sekunde zurückzuführen ist. Zum anderen ist die geringe Temperaturspreizung von 1,2 K, die dadurch begrenzt wird, dass die Temperatur des Abwassers vor der Kläranlage nur im geringen Maße abgekühlt werden darf, um deren Reinigungsleistung nicht zu beeinträchtigen, eine nennenswerte Hürde.

Im Folgenden werden die energetischen Nutzungsmöglichkeiten des Abwassers am Auslass der Verbandskläranlage Florstadt näher untersucht. Abbildung 57 zeigt den genauen Standort der Kläranlage kartografisch. Auf Basis der vorliegenden Abfluss- und Temperaturdaten wurde das theoretisch maximal nutzbare Wärmepotenzial ermittelt und dem saisonalen Wärmebedarf qualitativ gegenübergestellt.

Für die Berechnung des Wärmepotenzials wurden die Durchfluss und Temperaturdaten der Nidda, sowie monatlich aufgelöste Temperaturdaten des Abwassers des Abwasserverbands Horlofftals des Jahres 2024 benutzt [34], [38]. Der Trockenwetterabfluss der Kläranlage beträgt $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$, der mittlere Durchfluss der Nidda, in die die Kläranlage einleitet, beträgt $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Unter der Annahme das die Nidda um max. 1,5 K abgekühlt werden darf, ergibt sich aus den Masseströmen eine mögliche Abkühlung des Abwassers von ca. 10 K. Die maximal entziehbare Energie beziffert sich somit auf ca. 25 GWh pro Jahr.

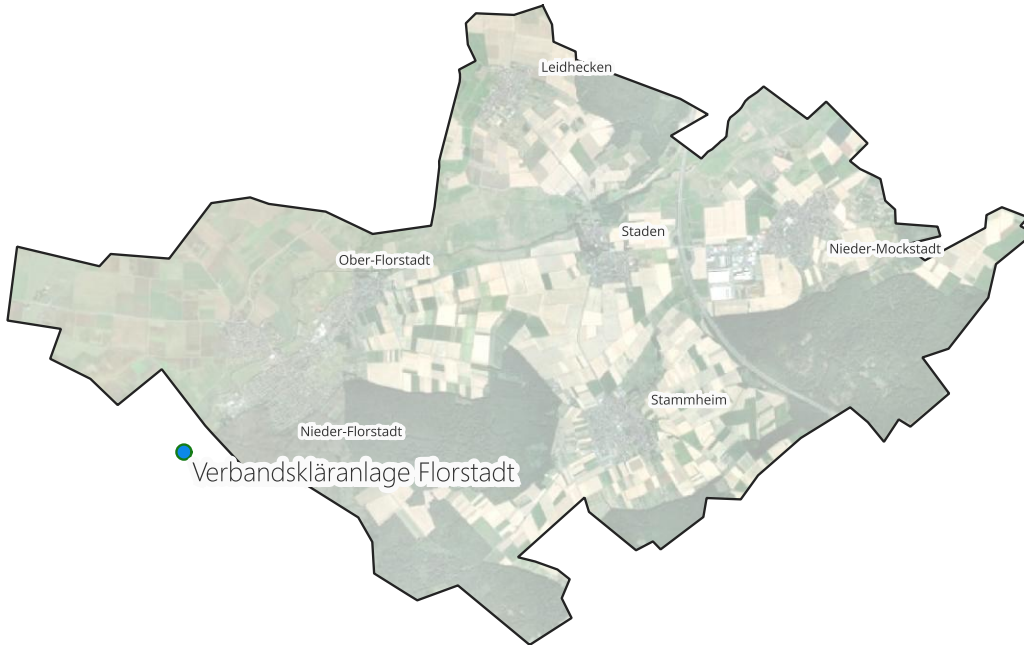
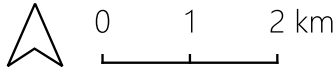


Abbildung 57: Standort der Verbandskläranlage Florstadt des Abwasserverbands Horlofftal

Im Abbildung 58 ist die maximal entnehmbare Leistung der Gewässertemperatur gegenübergestellt.

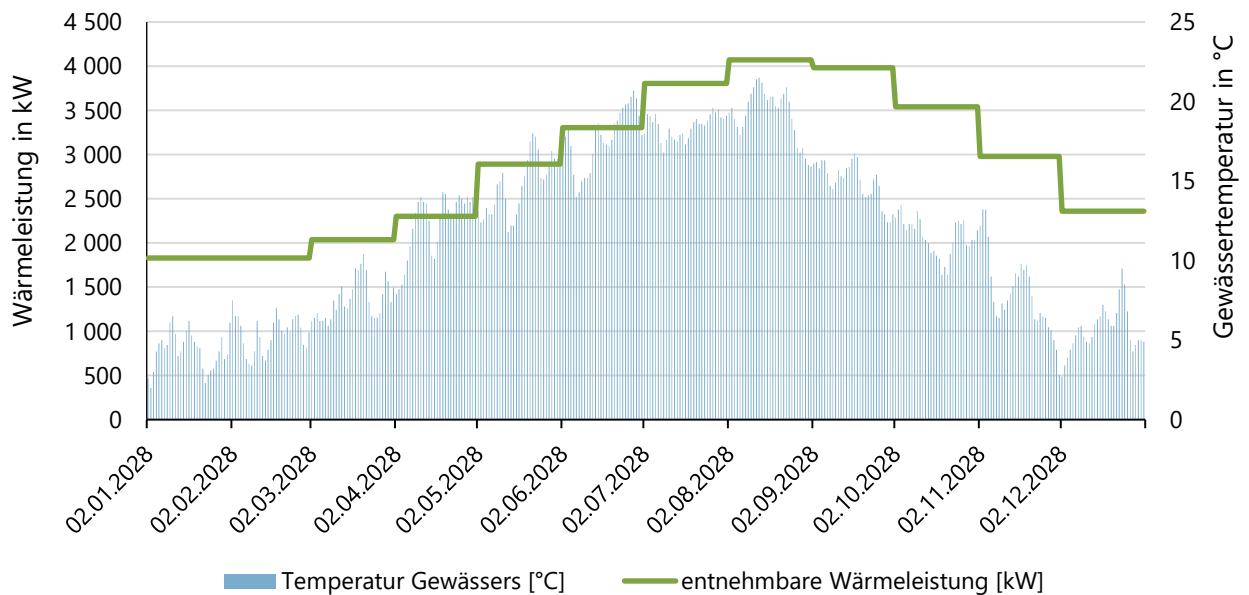


Abbildung 58: Entnehmbare Leistung im Jahresverlauf und Gewässertemperatur der Nidda (Jahr 2024) [34]

Die Abbildung verdeutlicht den Unterschied zwischen maximal möglichem und technisch machbarem Potenzial. Die entnehmbare Leistung steigt in den Sommermonaten mit der Temperatur deutlich

an, wobei die Nachfrage im Sommer natürlicherweise sinkt. Dieses Potenzial kann für die Bereitstellung der Wärme nicht genutzt werden. Mit Hilfe von saisonalen Speichertechnologien kann ein Teil dieser Energie für die Heizperiode gespeichert werden. Wie groß dieser Anteil ausfällt, ist fraglich und Teil einer detaillierten technischen Abschätzung, wie sie im Rahmen der KWP nicht vorgesehen ist. Insgesamt kann aus den Analysen geschlossen werden, dass grundsätzlich das Abwasser der Verbandskläranlage eine vielversprechende Wärmequelle darstellt. Als zu versorgendes Gebiet wäre Nieder-Florstadt vorstellbar, welches auch bedarfsseitig gemäß der Bestandsanalyse einen ausreichenden Wärmebedarf für eine Wärmenetzeignung aufweist. Lokal ist es denkbar, dass die Abwärme der Gebläse genutzt werden, um den eigenen Wärmebedarf der Kläranlage zu decken.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit die Kläranlage auf eine sogenannte anaerobe Vergärung umzustellen. Dadurch erhöht sich die Menge an bei der Klärung des Abwassers erzeugten Klärgasen. Diese Klärgase sind im Grunde Biogase und können als klimaneutrale Alternative zum herkömmlichen Erdgas genutzt werden. In Florstadt sind die direkte Nutzung als Energieträger fossiler Heizungen denkbar sowie die Direktnutzung in einem Biogas BHKW zur Produktion von Wärme und Strom. In einem vom Abwasserverband Horloffthal beauftragten Gutachten aus dem Jahre 2015 wurde eine solche Anwendung bereits hinreichend untersucht. Die Gutachter identifizierten anhand des anfallenden Klärschlammes eine potenzielle Klärgasausbeute von rund 192.000 m³/a. Bei einem Methananteil von 65 Vol-% und einem Energiegehalt von 6,5 kWh/m³ Methan, entspricht die Klärgasmenge laut Gutachtern einem Energiegewinn von rund 351 MWh/a. Das Gutachten kam zu dem Schluss, dass das Vorhaben aufgrund der hohen Investitionskosten unwirtschaftlich ist und nicht weiterverfolgt werden sollte. Ein potenzieller Ausbau der Kläranlage für eine 4. Reinigungsstufe wäre ebenfalls nicht mit einem anaeroben Ausbau vereinbar, wodurch diese Option als sehr unwahrscheinlich zu bewerten ist. [39]

4.5 Geothermie

4.5.1 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie umfasst Bohrungen bis zu einer Tiefe von etwa 400 Metern, bei denen die im Erdreich gespeicherte Wärme für Heizsysteme, insbesondere Wärmepumpen, genutzt wird. Die Effizienz dieser Methode hängt entscheidend von der Durchlässigkeit und Wärmeleitfähigkeit des Bodens ab. Aufgrund der betrachteten Tiefe ist oberflächennahe Geothermie von der Tiefengeothermie zu trennen, welche in Abschnitt 4.5.2 thematisiert wird.

Potenzielle Ausschlussgebiete für Geothermie sind in Abschnitt 4.1 dargestellt. Diese Ausschlussgebiete beeinflussen die Möglichkeiten zur Nutzung geothermischer Energie erheblich. Sie können in Wasserschutzonen, Naturschutzgebiete, FFH- und Landschaftsschutzgebiete unterschieden werden. Wie bereits beschrieben befinden sich die einzigen Wasserschutzonen in Florstadt in einem Waldgebiet, was für die folgenden Untersuchungen nicht relevant ist. Die vorgestellten Überschwemmungsgebiete wurden mit den Potenzialflächen verschnitten, sodass diese nicht für den Einsatz von Geothermie-Anlagen betrachtet werden. Große Teile des Stadtgebiets liegen jedoch wie in Abschnitt 4.1 bereits beschrieben in Heilquellenschutzgebieten. Da diese sich lediglich auf eine qualitative Schutzzone der Klasse 4 und eine quantitative Schutzzone der Klasse D beschränken, stellen diese kein Ausschlusskriterium für den Bau geothermischer Anlagen dar. Es ist aber zu beachten, dass dort eine Genehmigungspflicht besteht.

In Florstadt existieren außerdem zwei größere Naturschutzgebiete. Das Naturschutzgebiet Mähried bei Staden deckt sich in seiner Ausdehnung mit dem Überschwemmungsgebiet nördlich von Nieder-Florstadt und stellt damit keine weitere Einschränkung für die geothermischen Potenzialflächen dar. In Abbildung 59 werden die übrigen ermittelten Potenzialflächen und die resultierende nutzbare Energie dargestellt.

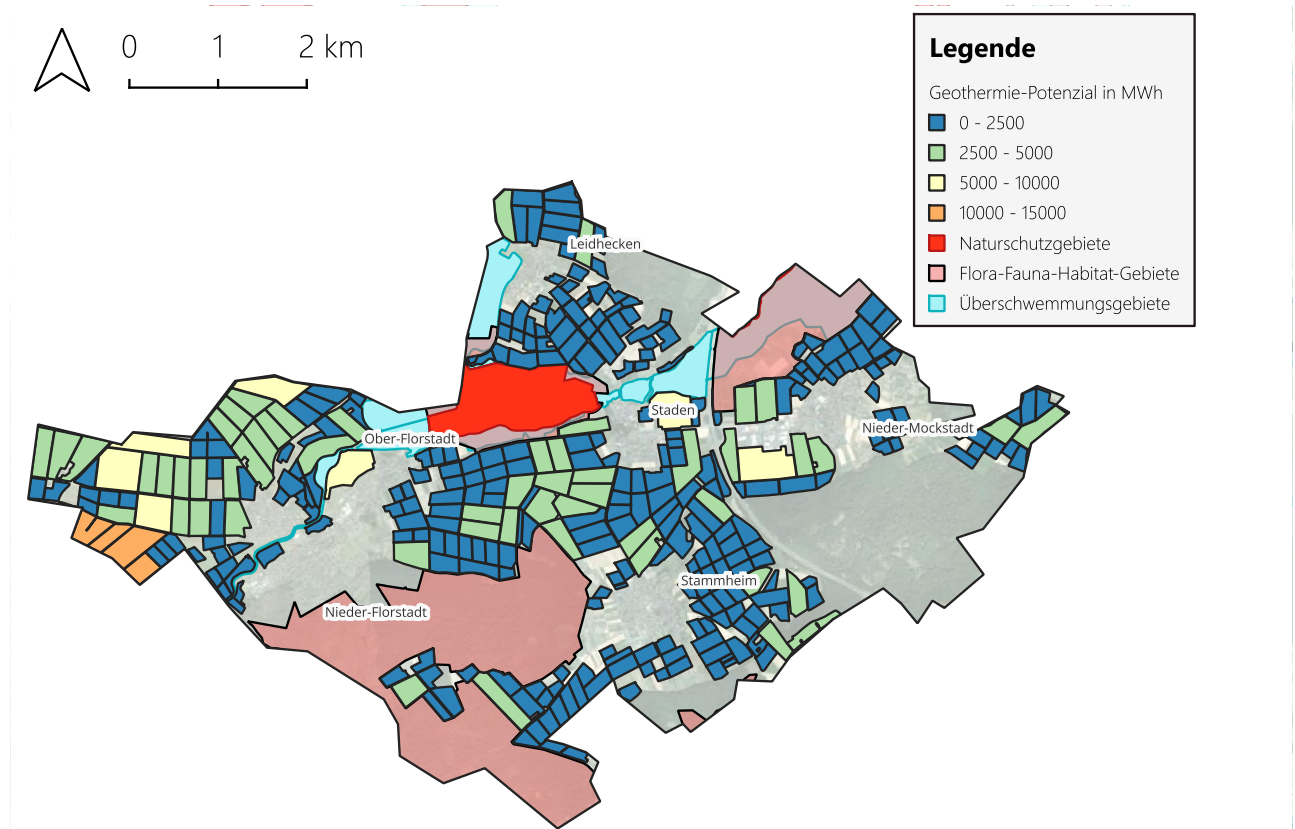


Abbildung 59: Oberflächennahe Geothermie: ermittelte Potenzialflächen und nutzbare Energie

Ein wichtiger technischer Faktor ist die **Wärmeleitfähigkeit des Bodens**. Dokumentierte Probebohrungen des HLNUG weisen auf eine Wärmeleitfähigkeit von $1,33 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ für Sondentiefen bis 100 Metern hin [40]. Eine Wärmeleitfähigkeit über $2,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ist im Kontext der geothermischen Nutzung als „gut“ bis „sehr gut“ zu bezeichnen. Die Wärmeleitfähigkeit zeigt an wie schnell dem Boden entzogene Wärme wieder zurückgeführt werden kann. Sie ist ein Maß dafür, wie tief eine Geothermiebohrung sein muss, um einen vorgegebenen Wärmebedarf zu decken. Sie wirkt sich also maßgeblich auf die Kosten einer Geothermie-Anlage aus. Die Wirtschaftlichkeit eines Systems ist stark abhängig von der Anwendung, dem Lastprofil und den Temperaturen von Vor- und Rücklauf. Im Rahmen der Potenzialanalyse wird nur das theoretische Potenzial der Freiflächen bestimmt, es bleibt zu prüfen, inwieweit sich geothermische Bohrungen im Stadtgebiet auch wirtschaftlich lohnen würden. [41]

Das ausgewiesene Flächenpotenzial scheint aufgrund der Anzahl und Größe der Flächen relativ groß, in einem konkreten Anwendungsfall müssen Investition dem möglichen Ertrag gegenübergestellt werden. Es wurden insgesamt 347 Freiflächen identifiziert, die eine Wärmemenge von 0,5 bis 14,5 GWh bereitstellen könnten. Die Flächen befinden sich dabei in einer Größenordnung von ca. 1,5 bis 40 ha.

4.5.2 Mittlere und tiefe Geothermie

Mitteltiefe und tiefe Geothermie nutzen Erdwärme aus größeren Tiefen zur Energiegewinnung. Während **mitteltiefe Systeme in Tiefen von etwa 400 bis 1500 Metern** (je nach Definition) vor allem zur direkten Wärmeversorgung genutzt werden, können tiefengeothermische Anlagen durch die höheren Temperaturen auch zur Stromerzeugung beitragen. Die Effizienz und Wirtschaftlichkeit dieser Technologie hängen maßgeblich von der geologischen Beschaffenheit des Untergrunds ab. Entscheidende Faktoren sind die Durchlässigkeit und Ergiebigkeit der wasserführenden Gesteinsschichten sowie die Temperatur der geothermischen Reservoirs.

Die geologische Erkundung ist essenziell, da potenzielle Standorte von mitteltiefer und tiefer Geothermie nur schwer zu bewerten sind. Erkundungsbohrungen sind notwendig, um die tatsächliche Fündigkeit, Ergiebigkeit und Durchlässigkeit der Gesteinsschichten zu bestimmen. Die Kosten für eine solche Bohrung bis in 2.000 Meter Tiefe belaufen sich auf rund fünf Millionen Euro. Vor einer Bohrung sind zudem seismische Untersuchungen erforderlich, deren Kosten im hohen sechsstelligen Bereich liegen. Trotz Förderungen des Landes Hessen verbleibt ein finanzielles Restrisiko in Millionenhöhe.

Das HLNUG vermutet im Bereich Florstadt einen erhöhten geothermischen Gradienten und geht in Thermalwasseraufstiegsgebieten in 3.000 m Tiefe von bis zu 120 °C aus, wobei die Datenlage teilweise lückenhaft ist [42]. Finale Aussagen über die Potenziale können, wie bereits beschrieben, nur durch detaillierte seismische Untersuchungen und Probebohrungen bestimmt werden.

4.6 Industrielle Abwärme

Aufgrund des Mangels an produzierender Industrie ist das Potenzial für Abwärme in Florstadt gering einzuschätzen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden relevante Unternehmen zur ihrem Abwärmepotenzial angefragt, wovon vier Unternehmen eine Rückmeldung gegeben haben. Die überprüften Standorte weisen insgesamt kein relevantes Abwärmepotenzial für die Wärmeplanung auf. Bei einem Standort ist zwar eine dauerhaft laufende Kühlanlage vorhanden, das Temperaturniveau der Abwärme liegt jedoch nur bei 25 °C und ist damit nur bedingt nutzbar. Lediglich an einem Standort steht kontinuierlich Abwärme auf 60 °C zur Verfügung, jedoch mit nur rund 44 MWh jährlich, was etwa dem Bedarf von zwei Einfamilienhäusern entspricht und somit als gering einzustufen ist. Insgesamt sind die identifizierten Potenziale aus planerischer Sicht nicht weiter von Interesse.

Im Jahr 2024 wurde die „Plattform für Abwärme“ vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ins Leben gerufen, welche eine Übersicht über die gewerblichen Abwärmepotenziale in Deutschland geben soll [43]. Unternehmen mit einem durchschnittlichen Gesamtenergieverbrauch von über 2,5 GWh sind hierbei zu Angaben verpflichtet. Im Rahmen der ersten Veröffentlichung der Ergebnisse liegt gemäß [43] **kein Abwärmepotenzial** vor.

4.7 Biomasse

Das lokal verfügbare Biomassepotenzial zur zukünftigen Wärmeversorgung basiert auf einer Analyse der Frei- und Waldflächen der Kommune. Dabei wurden relevante Flächennutzungen bewertet und flächenspezifische Potenzialwerte herangezogen, um realistisch nutzbare Beiträge zur erneuerbaren Wärmeversorgung zu quantifizieren. Die Analyse basiert auf der Auswertung der Flächen, wobei

Schutzgebiete ausgeschlossen und die verbleibenden Flächen entsprechend ihrer energetischen Nutzbarkeit betrachtet wurden. In Bezug auf die pflanzliche Biomasse sind die Nutzung von Restholz aus den Wäldern sowie die Verwendung der Pflanzen auf Grün- und Ackerflächen zur Biogasproduktion relevant.

Für die Ermittlung des Biogaspotenzials werden die Richtwerte der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. „Basisdaten Bioenergie Deutschland 2024“ herangezogen [44]. Für Grünland werden 2521 Nm³/ha Methanertrag und für Silomais 4945 Nm³/ha angegeben. Der Energiegehalt beträgt 9,97 kWh pro Kubikmeter Methan. Laut Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft werden ca. 9 % der landwirtschaftlichen Fläche für Energiepflanzen genutzt, was für diese Analyse auch für Florstadt angesetzt wird. [45]. Aus dem vorhandenen Grünland ergibt sich ein Biogaspotenzial von 0,5 GWh. Darüber hinaus wurde für Ackerflächen ein Potenzial von 7 GWh ermittelt, basierend auf dem Anbau von Silomais zur Biogasproduktion. Aus der forstwirtschaftlichen Nutzung ergibt sich ein Potenzial von 2,4 GWh durch die energetische Verwertung von Waldrestholz. Hierbei wurden nur nachhaltig nutzbare Mengen berücksichtigt, die aus betrieblich anfallendem Restholz stammen und energetisch verwertet werden können. Die entsprechenden Flächen sind in Abbildung 60 dargestellt.

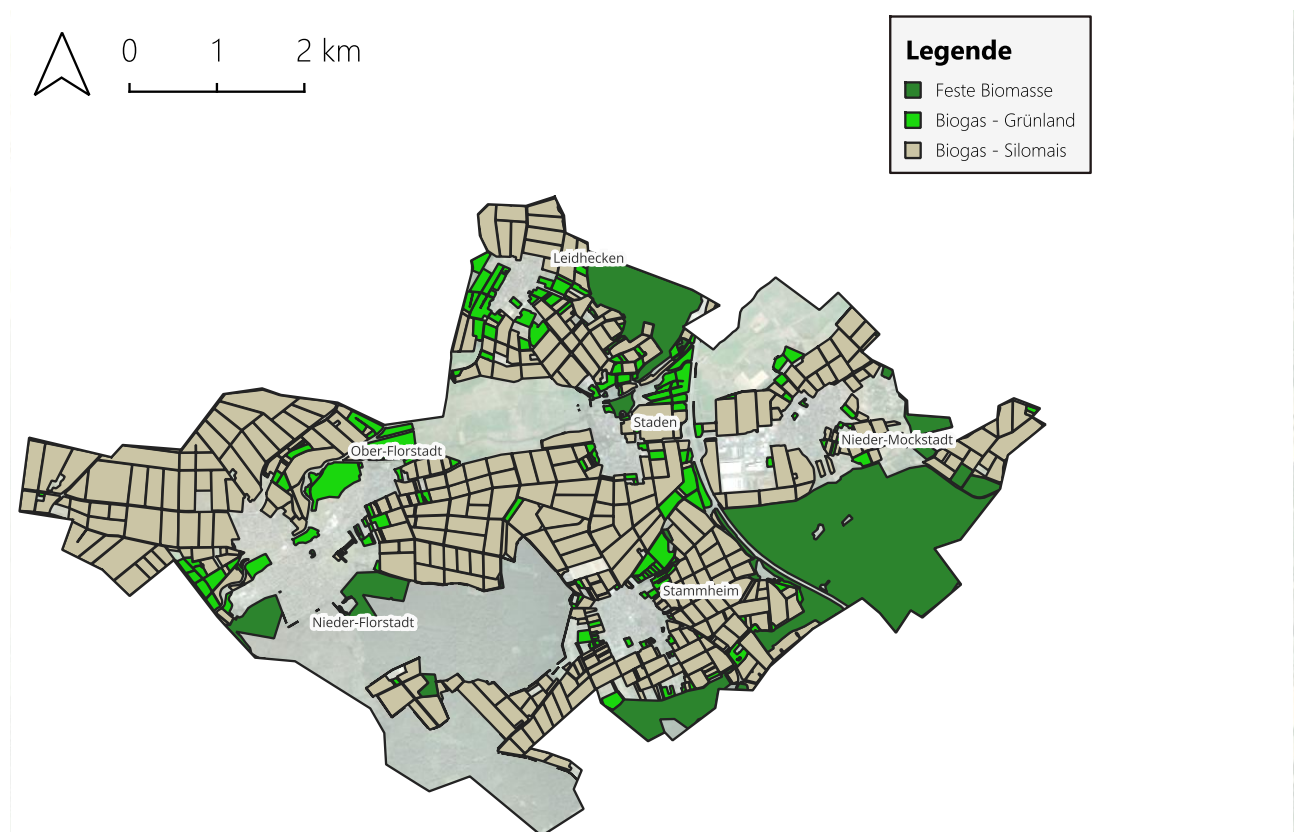


Abbildung 60: Potenzialflächen für feste Biomasse und Biogas

Zusätzlich zur pflanzlichen Biomasse kann auch Gülle aus der Nutztierhaltung zur Erzeugung von Biogas genutzt werden. Auf Basis der Angaben des „Atlas Agrarstatistik Deutschland“ wurde das Biogaspotenzial aus der Rinder- und Schweinehaltung in Florstadt bestimmt [46]. Dieses wird auf 1,7 GWh beziffert.

Insgesamt ergibt sich für Florstadt ein lokal nutzbares Biomassepotenzial von rund 11,6 GWh pro Jahr. Bei der Nutzung dieser Potenziale ist zu berücksichtigen, dass Flächenkonkurrenzen und Nachhaltigkeitskriterien bei der Umsetzung konkreter Maßnahmen sorgfältig abzuwägen sind. Ebenso zeigt die Bestandsanalyse, dass in Florstadt bereits 16,1 GWh an Wärme über Biomasse bereitgestellt wird. Dies zeigt, dass die heutige Wärmeversorgung ihr Biomassepotenzial bereits ausreizt. Hierbei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass dies insbesondere auf die feste Biomasse zutrifft. Biogas wird in der heutigen Wärmeversorgung von Florstadt nicht umfassend genutzt, obwohl insbesondere die pflanzliche Biomasse dort grundsätzliche Potenziale aufweist.

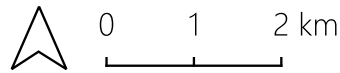
4.8 Luft-Wasser-Wärmepumpen

Luft-Wasser-Wärmepumpen werden für die zukünftige Wärmeversorgung eine wichtige Rolle in Deutschland spielen. Diese sind jedoch nicht nur als dezentrale Lösung eine vielversprechende Alternative, sondern können auch als **Wärmeerzeuger einer zentralen Wärmeversorgung** genutzt werden. Dieser Abschnitt konzentriert sich auf die Analyse zentraler Lösungen. Die Eignung von Gebäuden für dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen wird im Rahmen der Szenarienentwicklung in Abschnitt Kapitel 5.4 thematisiert.

Die primäre Restriktion für Luft-Wasser-Wärmepumpen (sowohl zentral als auch dezentral) sind die Schallemissionen, welche die Außengeräte der Wärmepumpensysteme im Betrieb verursachen. Wärmepumpen müssen dementsprechend konform mit der TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) sein, welche Grenzwerte für Schallimmissionen vorgibt. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden alle Freiflächen (Grasflächen, Ackerland sowie Gewerbe- und Industrieflächen) auf die Eignung für den Betrieb von zentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen geprüft. Berücksichtigt wurden hierbei jedoch nur Flächen, welche wiederum innerhalb eines Abstandes von unter 1 km von nennenswerter Bebauung liegen, damit diese Flächen auch sinnvoll in der Wärmeversorgung genutzt werden könnten. Als Grundlage für die Flächennutzung wurden die Daten aus [47] verwendet. Naturschutz- sowie FFH-Gebiete, welche bereits in Abschnitt 4.1 beschrieben wurden, sind als Ausschlussgebiete für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen definiert worden.

In Abbildung 61 sind die Freiflächen (inkl. deren thermischen Leistungspotenzials) dargestellt, welche für den Betrieb zentraler Luft-Wasser-Wärmepumpen geeignet sind. Als thermische Mindestleistung sind hierbei 250 kW angesetzt worden. Potenzialflächen, welche nur Anlagen mit geringerer Leistung ermöglichen, sind nicht berücksichtigt worden.

Insgesamt wurden im Kontext der Auswertung 394 Eignungsflächen identifiziert, welche thermische Leistungen zwischen 277 kW und 66.747 kW ermöglichen. In Summe ergibt sich ein energetisches Gesamtpotenzial (unter Annahme von 2.000 Vollbenutzungsstunden) von rund 8.880 GWh. Dieses Gesamtpotenzial ist jedoch als rein theoretischer Wert einzuordnen.



Legende

Potenzial für Luftwärmepumpen in kW

- <1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10000
- 10000 - 50000
- >50000

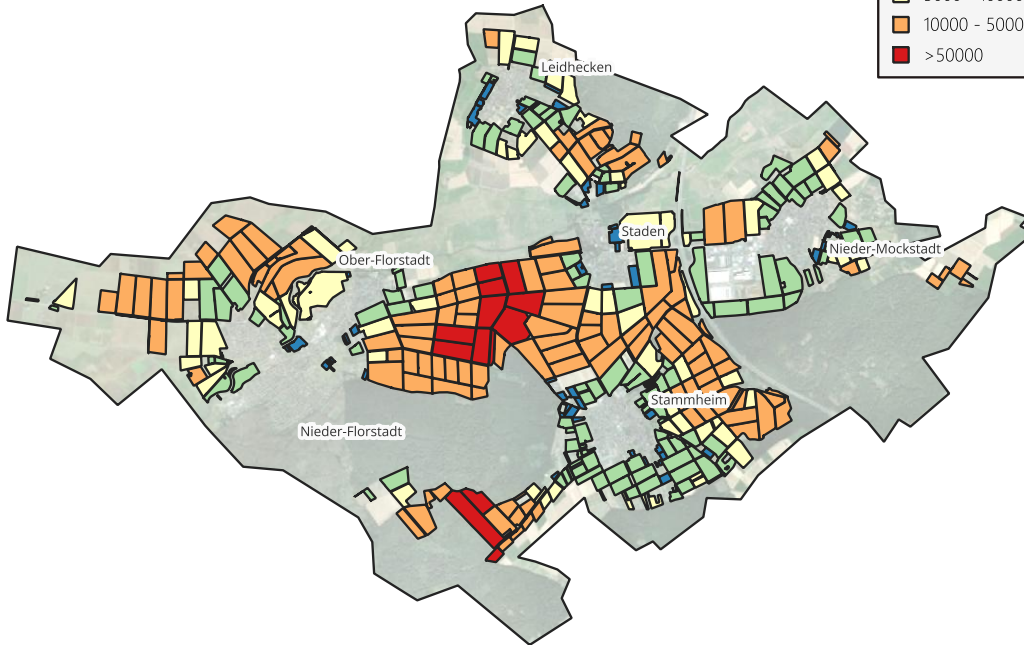


Abbildung 61: Potenzialflächen für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen

Die Bestandsanalyse zeigt, dass alle Stadtteile eine **grundsätzliche Wärmenetzgeignung aus Sicht des Wärmebedarfs aufweisen** könnten. Im Gegenzug zeigt die Analyse der zentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen, dass um die Stadtteile genügend Freiflächen für diese Technologien zur Verfügung stehen, sodass diese für die **Versorgung klimaneutraler Wärmenetze genutzt werden könnten**.

4.9 Kurzzusammenfassung der Potenzialanalyse

In Abbildung 62 sind auf Basis der Erkenntnisse der vorherigen Abschnitte die Wärmequellen nochmal zusammenfassend beschrieben, welche im Rahmen der Potenzialanalyse als die relevantesten Wärmequellen für die zukünftige leitungsgebundene Wärmeversorgung von Florstadt identifiziert wurden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass andere Lösungsoptionen wie Biomasse oder die Grundwasser-Brunnen nicht auch kleinere Teillösungen darstellen können.

	<p>Solarthermie</p> <p>548 GWh</p> <p>Freiflächen der Kommune</p>	<p>Das identifizierte Potenzial für Freiflächen-Solarthermie liegt bei rund 548 GWh. Unter Berücksichtigung der Agrarflächen steigt dieses Potenzial auf 4.566 GWh. Das Potenzial bleibt theoretisch für Folgeprojekte muss eine Machbarkeitsstudie erfolgen. Das Dachflächen-PV-Potenzial beträgt laut LEA 94,1 GWh im Jahr.</p>
	<p>Kläranlagen & Abwasser</p> <p>25 GWh</p> <p>Verbandskläranlage</p>	<p>Für die Abwasserkanäle wurde kein nennenswertes Potenzial ermittelt. Die Kläranlage weist ein Potenzial von rund 25 GWh auf. Es ist insbesondere mit dem Abwasserverband und benachbarten Kommunen zu klären, inwiefern dieses Potenzial nutzbar ist.</p>
	<p>Fließgewässer</p> <p>37 GWh</p> <p>Nidda</p>	<p>Die Nidda hat ein mittleres Wärme -Potenzial von 37 GWh. Für eine technische Abschätzung sind sowohl der Lastgang der Verbraucher sowie die Dimensionierung eines Wärmetauschers zu berücksichtigen. Dadurch verringert sich das umsetzbare Potenzial.</p>
	<p>Außenluft</p> <p>Theoretisch unbegrenzt</p> <p>Freiflächen der Kommune</p>	<p>Das Wärmepotenzial durch Außenluft ist praktisch unbegrenzt. Eine Freiflächenanalyse hat Potenzialflächen im Umkreis der Bebauung identifiziert, die Leistungen bis 66 MW ermöglichen könnten</p>
	<p>Geothermie</p> <p>584 GWh</p> <p>Freiflächen der Kommune</p>	<p>Aufgrund beschränkter Wärmeleitfähigkeit des Bodens, ist trotz interessanter Potenzialflächen die Wirtschaftlichkeit von potenziellen Groß-Projekten zu prüfen.</p>

Abbildung 62: Zusammenfassung der Potenzialanalyse

5 Entwicklung der Zielszenarien

5.1 Allgemeines

Im Anschluss an die Bestands- und Potenzialanalyse wird die Entwicklung des Zielszenarios (inkl. voraussichtlicher Wärmeversorgungsgebiete) nach § 17 WPG bis § 19 WPG für eine (möglichst) klimaneutrale Wärmeversorgung durchgeführt. Dazu wird die Ausnutzung der ermittelten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien in einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren und Energieträgern dargestellt. Außerdem erfolgt eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur. Insbesondere soll eine Einteilung in Eignungsgebiete für Wärmenetze, Wasserstoff und dezentrale Einzelversorgung erfolgen.

Die Analyse wird in Form von Wärmevollkostenvergleichen für eine Anzahl typischer Versorgungsfälle durchgeführt. Dabei werden sowohl Einzelheizungen als auch eine Versorgung mit Wasserstoff oder über Wärmenetze untersucht unter Berücksichtigung von potenzieller Sanierung.

Biomasse und nicht-lokale Ressourcen sind effizient und ressourcenschonend sowie nach Maßgabe der Wirtschaftlichkeit nur dort in der Wärmeversorgung einzuplanen und einzusetzen, wo vertretbare Alternativen fehlen. Für die Nutzung von nicht-lokalen Ressourcen wird dargelegt, welche Umwelt- und Klimaauswirkungen dies zur Folge hat und welche ökonomischen Vorteile und Risiken sich für die Verbraucher im Vergleich zu Alternativen auf Basis lokaler erneuerbarer Energien (Wärmevollkosten inkl. Infrastrukturbeitrag) ergeben und wie die Versorgung infrastrukturell sichergestellt werden kann (z. B. Anbindung an Wasserstofftransport- und -verteilnetz).

Die Stadt Florstadt hat sich selbst das Ziel gesetzt, Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 zu erreichen. Dementsprechend sind die nachgelagerten Analysen auf dieses Ziel zugeschnitten und nicht das Bundesziel, welches das Zieljahr 2045 ansetzt.

5.2 Grundlagen zum Technologiewechsel

Der Technologiewechsel der Heizung ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Ein wesentlicher Aspekt ist die Machbarkeit im Gebäude sowie der Aufwand einer Umrüstung, insbesondere im Hinblick auf notwendige Sanierungsmaßnahmen, Vorlauftemperaturen und den benötigten Platz. Weiterhin spielen die Investitions- und Betriebskosten der neuen Technologie eine entscheidende Rolle, wobei auch mögliche Förderungen berücksichtigt werden müssen. Das Alter und der Zustand der bestehenden Heizungsanlagen beeinflussen ebenfalls den Zeitpunkt des Wechsels, da ältere oder defekte Anlagen eher ausgetauscht werden müssen. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Verfügbarkeit von Netzinfrastruktur, die notwendig ist, um die neue Technologie effizient betreiben zu können. Die Verfügbarkeit und Lieferzeit von Anlagen sowie die Verfügbarkeit von Fachkräften sind ebenfalls von Bedeutung, da sie den zeitlichen Rahmen und die Durchführbarkeit der Umrüstung bestimmen. Schließlich müssen auch gesetzliche Vorgaben beachtet werden, wie etwa Restriktionen zur Nutzung fossiler Energieträger, die den Wechsel auf andere Heiztechnologien erzwingen können.

Zusammengefasst sind Technologiewechsel der Heizung abhängig von folgenden Faktoren:

- Machbarkeit im Gebäude bzw. Aufwand einer Umrüstung (insbesondere durch Sanierung, Vorlauftemperaturen, Platzbedarf)

- Investitions- und Betriebskosten (inkl. Förderungen) der neuen Technologie
- Alter bzw. Zustand der bestehenden Heizungsanlagen (Einfluss auf den Wechselzeitpunkt)
- Verfügbarkeit von Netzinfrastruktur
- Verfügbarkeit, Lieferzeit von Anlagen sowie Fachkräfteverfügbarkeit

Grundsätzlich gibt es mehrere denkbare Optionen, die für die Wärmeversorgung in der Stadt Florstadt grundlegend infrage kommen. Das Venn-Diagramm in Abbildung 63 zeigt die Eignung von Gebäuden für verschiedene Wärmetechnologien und deren Verbreitung auf qualitativer Ebene. Es illustriert die Menge der Gebäude, die für jede Technologie geeignet sind, und zeigt Überschneidungen zwischen den Technologien.

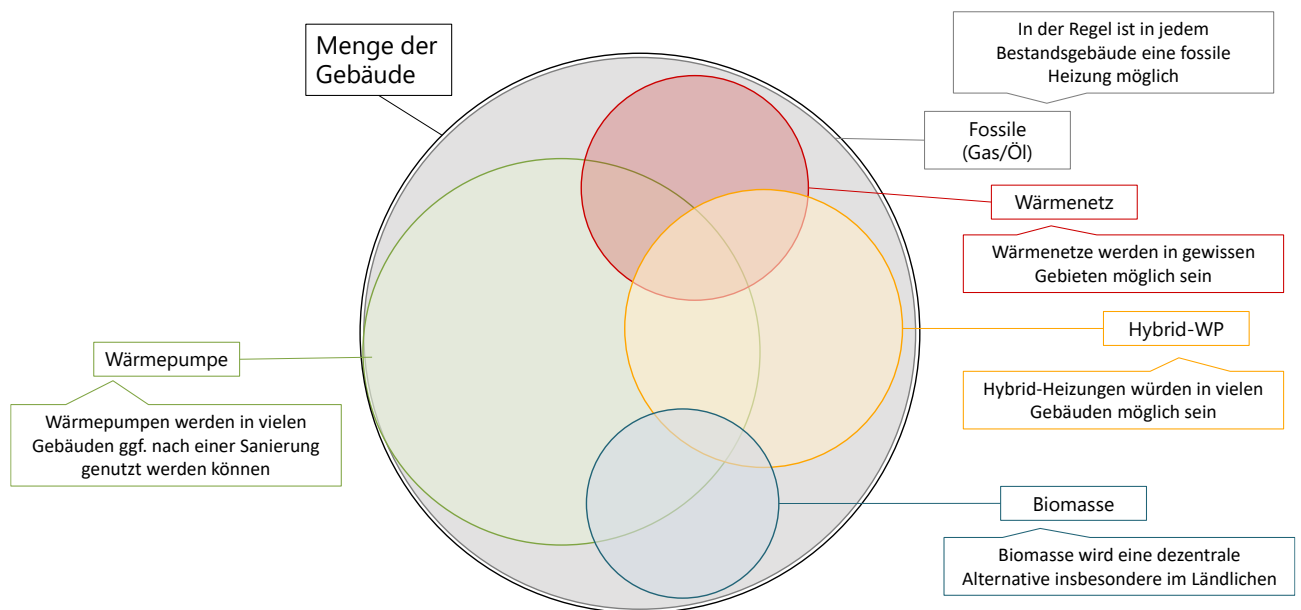


Abbildung 63: Lösungsraum der Wärmetechnologien

Fossile Heizungen, wie Gas- oder Ölheizungen, sind in der Regel in jedem Bestandsgebäude möglich (Erdgasheizungen setzen die notwendige Netzstruktur voraus). Das bedeutet, dass diese Technologie weit verbreitet und universell einsetzbar ist. Insofern diese Energieträger synthetisch aus erneuerbaren Energien gewonnen werden, sind diese als klimaneutrale Lösung vorstellbar. Wärmepumpen sind in vielen Gebäuden nutzbar, insbesondere nach einer Sanierung. Sie bieten eine flexible und umweltfreundliche Heizlösung. Wärmenetze sind in gewissen Gebieten möglich, insbesondere in dicht besiedelten oder zentralen Bereichen, wo eine zentrale Wärmequelle effizient genutzt werden kann. Hybrid-Heizungen, die sowohl Wärmepumpen als auch andere Wärmequellen kombinieren, wären in vielen Gebäuden möglich und bieten eine flexible Lösung für verschiedene Bedarfssituationen. Biomasseheizungen stellen eine dezentrale Alternative dar, die besonders im ländlichen Raum relevant ist. Sie nutzen organische Materialien zur Wärmeerzeugung. Die Rohstoffverfügbarkeit schränkt hierbei jedoch die flächendeckende Nutzung von Biomasseheizungen ein.

Das Diagramm zeigt auch die Überschneidungen zwischen den Technologien. Zum Beispiel können sowohl Wärmepumpen als auch Hybrid-Heizungen in vielen Fällen eine Option darstellen. Auch die

Kombination von Wärmepumpen mit Wärmenetzen kann sinnvoll sein, wo die Infrastruktur dies zulässt. Insgesamt verdeutlicht das Diagramm die Vielfalt der verfügbaren Wärmetechnologien und die Notwendigkeit, je nach Gebäudetyp und Standort die passende Lösung zu wählen.

5.3 Auswirkungen der Sanierung

Um die Wärmewende in Florstadt erfolgreich zu gestalten, ist sowohl der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung als auch eine umfassende Modernisierung bestehender Gebäude notwendig. Damit eine energetische Sanierung effizient und wirtschaftlich erfolgen kann, wurden drei Sanierungsklassen entwickelt, die unterschiedliche Maßnahmenpakete sowie deren wirtschaftliche Auswirkungen beschreiben. Zudem wird die Bedeutung finanzieller Förderungen betont, um die Kosten für Eigentümer zu reduzieren und Anreize für eine zügige Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen zu schaffen.

5.3.1 Sanierungsklassen

Die energetische Sanierung bestehender Gebäude ist ein zentraler Baustein der kommunalen Wärmeplanung in Florstadt. Für die vorliegende Gebäudetypologie werden mögliche Sanierungsmaßnahmen für spezifische Gebäudetypen bestimmt und die durchschnittliche Energieeinsparung pro Quadratmeter abgeschätzt. Die Sanierungstiefe sowie Kosten der Maßnahmen richten sich nach den Sanierungsklassen. Anhand des vorliegenden spezifischen Wärmebedarfs wird das Gebäude in eine der Sanierungsklassen bzw. in Status Quo (unsaniert) eingeteilt. Wenn das Gebäude bereits eine Sanierung erfahren hat, steht nur noch die Energieeinsparung einer tieferen Sanierung zur Verfügung. Gebäude, die sich bereits in Sanierungsklasse 3 befinden, verfügen über kaum noch weiteres Potenzial zur Effizienzsteigerung.

Eine Einteilung der Sanierungsklassen sowie beispielhafte Maßnahmen sind Tabelle 5 zu entnehmen, dabei wird auf die baulichen Besonderheiten einzelner Gebäudetypklassen Rücksicht genommen und die möglichen Maßnahmen nach Gebäudetyp und Baualter spezifisch angepasst. Für die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen sind Förderprogramme essenziell, um finanzielle Hürden zu senken und die Umsetzung wirtschaftlich attraktiver zu gestalten und das im Folgenden vorgestellte Potenzial auch heben zu können.

Für Nichtwohngebäude kann dieses Vorgehen nicht flächendeckend angewendet werden. Insbesondere in gewerblich und industriell genutzten Gebäuden hängt der Wärmebedarf stark von der individuellen Nutzung der Gebäude ab. Eine detaillierte Bewertung und Einordnung in Sanierungsklassen müsste daher für jedes Gebäude individuell erfolgen, was im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht geleistet werden kann. Dies gilt ebenso für denkmalgeschützte Wohngebäude, welche ebenso individuell betrachtet werden müssten.

Tabelle 5: Betrachtete Sanierungsklassen

1: Geringintensive Sanierung	
Maßnahmen	Kellerdecken dämmen, Rohrleitungen isolieren, oberste Geschossdecke dämmen.
Investitionskosten	Sehr gering.
Energieeinsparung	Gering bis moderat, hauptsächlich durch verbesserte Wärmeverteilung und Vermeidung von Wärmeverlusten.
Amortisationszeit	Sehr kurz, in der Regel innerhalb weniger Jahre.
Förderung	Förderungen für kleinere Maßnahmen sind begrenzt, aber lokale und regionale Programme bieten möglicherweise kleine Zuschüsse.
2: Mittelintensive Sanierung	
Maßnahmen	Fenster austauschen, Dachschräge dämmen, Dach von innen dämmen.
Investitionskosten	Mittel bis hoch.
Energieeinsparung	Relativ hoch, da umfassende Dämmmaßnahmen erfolgen.
Amortisationszeit	Mittel bis lang, abhängig von den Energiekosten.
Förderung	Umfangreiche Förderprogramme, bis zu 50 % der Kosten.
3: Tiefgreifende Sanierung	
Maßnahmen	Dach neu dämmen, Wände dämmen, Fenster erneuern.
Investitionskosten	Hoch bis sehr hoch.
Energieeinsparung	Hoch bis sehr hoch.
Amortisationszeit	Lang, aber hohe Einsparungen bei den Energiekosten.
Förderung	Umfangreiche Förderungen notwendig, bis zu 60 % der Kosten.

5.3.2 Sanierungspotenzial

Im folgenden Abschnitt wird das Sanierungspotenzial für die Stadt Florstadt dargelegt. In Abbildung 64 wird die Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs ausgehend vom Status quo in Abhängigkeit der Umsetzung einer vollständigen Sanierung aufgezeigt. Der jährliche Wärmebedarf beinhaltet gemäß Abschnitt 3.4 die Bedarfe Raumwärme und Trinkwarmwasser. Als Datengrundlage für die Modellierung dienen die Angaben aus [48]. Die Sanierungsklassen variieren je Gebäude nach Baujahresklasse und Gebäudetyp.

Im aktuellen Bestand liegt der Wärmebedarf bei 163,3 GWh für das komplette Stadtgebiet. Die umfangreichste Sanierung, die in Sanierungsklasse 3 definiert wird, führt zu einer Reduktion des Wärmebedarfs um 35 % auf einen jährlichen Gesamtwärmebedarf von 105,5 GWh.

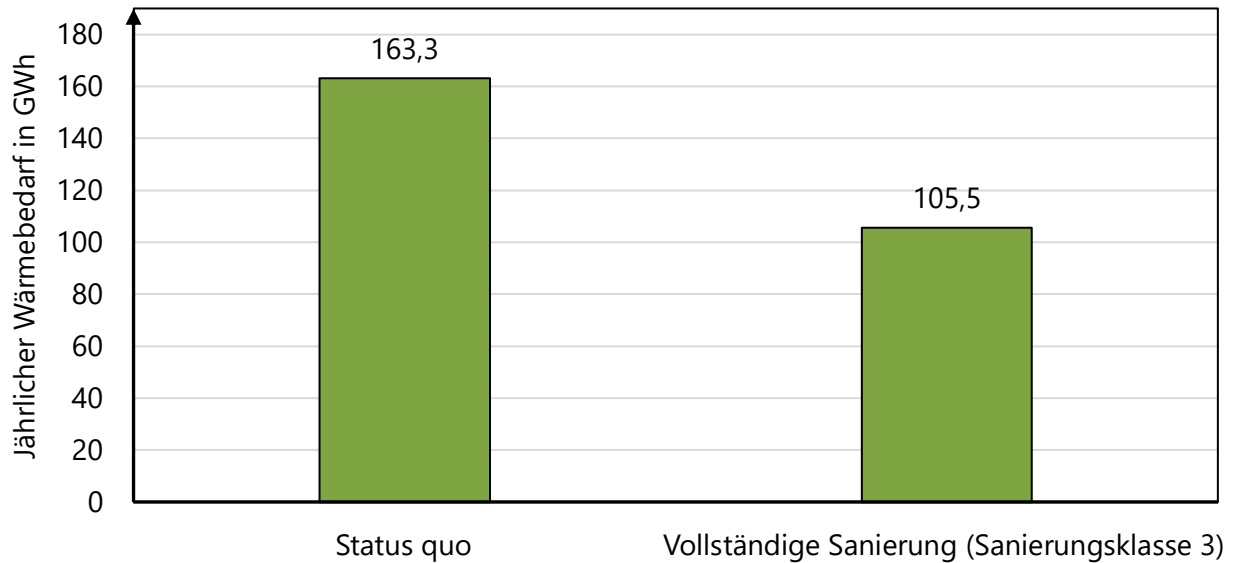


Abbildung 64: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs durch Sanierung

In Abbildung 65 ist das Sanierungspotenzial (energetisches Einsparpotenzial) zwischen dem Status quo und Sanierungsstufe 3 auf Baublockebene dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Fünftel der Baublöcke ein mittleres Sanierungspotenzial von unter 20 % aufweisen. Bei den Baublöcken mit dem niedrigsten Sanierungspotenzial handelt es sich insbesondere um Baublöcke mit hohem Anteil von Industrie- und Gewerbegebäuden. Aber auch Baublöcke mit einem hohen Anteil von denkmalgeschützten Gebäuden oder Neubauten weisen niedrige Sanierungspotenziale auf.

26 % der Baublöcke liegen bei einem Sanierungspotenzial zwischen 20 % und 40 %. Wiederum weisen 56 % der Baublöcke ein Sanierungspotenzial zwischen 40 % und 62 % auf. Die Ergebnisse spiegeln wider, dass weitestgehend flächendeckend in der Stadt Florstadt ein nennenswertes Sanierungspotenzial vorliegt. In allen Stadtteilen befinden sich Baublöcke, welche ein hohes Potenzial von über 55 % an Wärmebedarfsreduktion aufweisen.

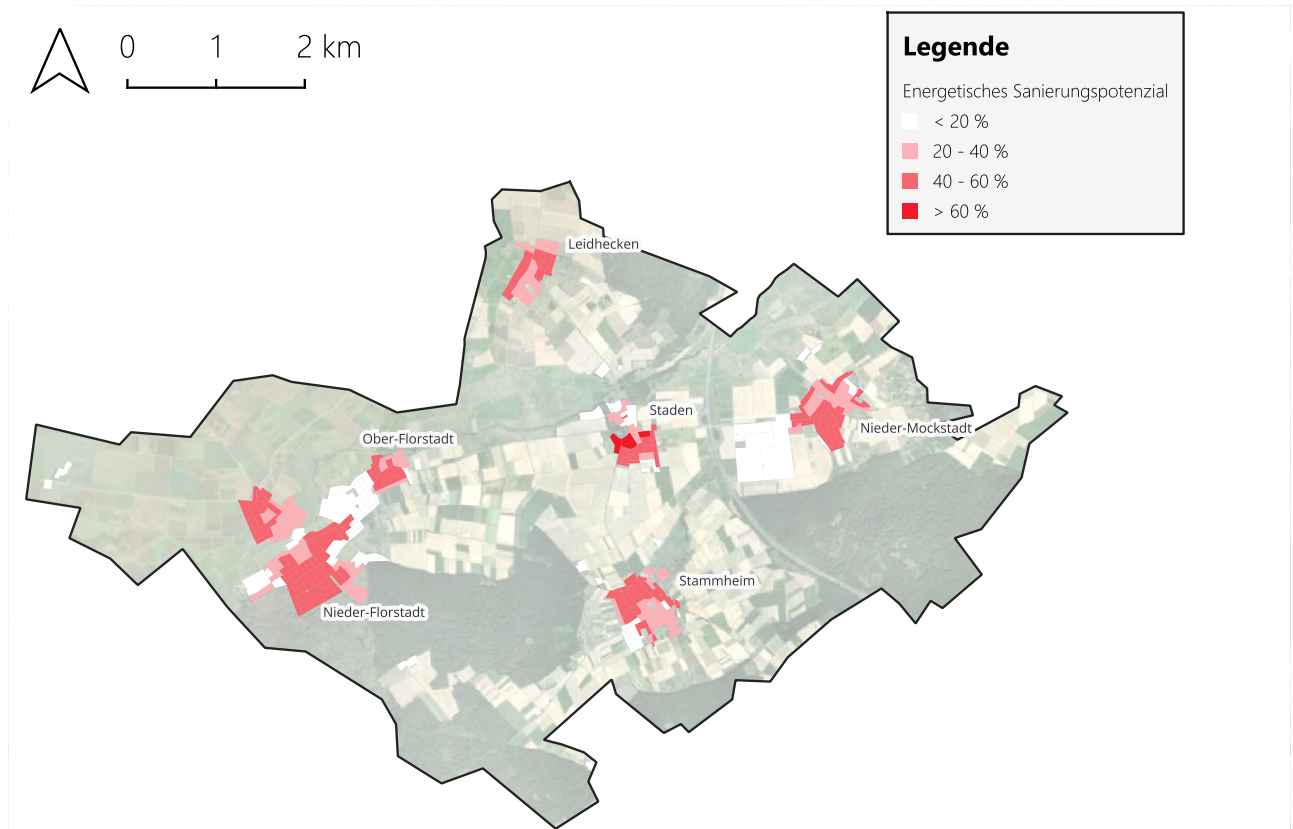


Abbildung 65: Sanierungspotenzial auf Baublockebene

In den Szenarien, welche in Abschnitt 5.6 thematisiert werden, wird die Wärmebedarfsreduktion in Verbindung mit der Erneuerung der Heizungsanlage betrachtet. Es wird angenommen, dass jedes Gebäude im Stadtgebiet bis zum Zieljahr 2040 eine Erneuerung der Heizung mit potenziellem Technologiewechsel vornimmt. Im Zuge dieses Heizungstausches wird eine Sanierung umgesetzt, insofern dies in Kombination mit dem Heizungstausch als wirtschaftlich sinnvoll erachtet wird. Die Heizungserneuerungen und damit auch die Sanierungszeitpunkte werden in Abhängigkeit des Heizungsalters über statistische Wechselwahrscheinlichkeiten abgebildet. Als Ausnahme sind neue Wärmenetzanschlüsse zu nennen, welche in Abhängigkeit der Inbetriebnahme des neuen Wärmenetzabschnittes festgelegt werden.

5.4 Eignung der Gebäude für Wärmeversorgungstechnologien

5.4.1 Eignungsprüfung für Wärmepumpen sowie Wasserstoff- und Wärmenetze

Bezogen auf die Gebäudeebene sind einige Restriktionen zu beachten, wenn eine Wärmepumpe oder der Anschluss an ein Wärme- oder Wasserstoffnetz als Lösungsoption berücksichtigt werden soll. In den folgenden Abschnitten wird die Prüfung dieser Restriktionen im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung beschrieben.

Dezentrale Wärmepumpen gelten als vielversprechende Option der zukünftigen Wärmeversorgung. Im Vergleich zu aktuellen fossilen Lösungen (zum Beispiel Ölheizungen) sind hierbei jedoch weitere Restriktionen zu beachten. Zum Beispiel arbeiten Wärmepumpen in der Regel mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Für einen effizienten Betrieb sind dementsprechend bessere Dämmstandards und

größere Heizflächen nötig. Dies kann dazu führen, dass beim Technologiewechsel auf eine Wärmepumpe Sanierungsschritte notwendig sind. Da die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen primär eine wirtschaftliche Hürde darstellen, ist dies kein Teil der Eignungsprüfung, sondern wird im Rahmen der Szenarienerstellung (siehe Abschnitt 5.6) berücksichtigt.

Luft-Wasser-Wärmepumpen, welche aus Gründen der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit zukünftig die primäre Wärmepumpenoption auf dezentraler Ebene darstellen werden, nutzen Außengeräte, die wiederum Schallemissionen verursachen. Wärmepumpen müssen dementsprechend konform mit der TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) sein, welche Grenzwerte für Schallimmissionen vorgibt. Im Rahmen der Eignungsprüfung für Wärmepumpen wird geprüft, ob in Abhängigkeit der Dimensionierung der Wärmepumpen die Schallimmissionen konform mit der TA Lärm sind. Wenn die Schallimmissionen bei Nutzung einer Wärmepumpe zu hoch wären, wird keine Eignung für dieses Gebäude ausgesprochen. Ebenso wird der Platzbedarf der Außengeräte abgeschätzt und in die Eignungsbestimmung miteinbezogen.

Sole-Wasser-Wärmepumpen stellen ebenfalls eine effiziente Möglichkeit zur Wärmeerzeugung dar. Für ihren Einsatz sind jedoch Erdsondenbohrungen oder das Verlegen von Erdkollektoren erforderlich, was eine ausreichende Grundstücksgröße und entsprechende Platzverhältnisse voraussetzt, um den Wärmebedarf zuverlässig decken zu können. In einer Eignungsanalyse für Sole-Wasser-Wärmepumpen werden daher vor allem die Grundstücksflächen im Verhältnis zur benötigten Heizleistung berücksichtigt. Ergänzend fließen auch Wasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete sowie die geothermischen Voraussetzungen, insbesondere die Wärmeleitfähigkeit des Bodens, in die Bewertung ein. Im Rahmen dieser Eignungsprüfung wird sich aufgrund des geringeren Platzbedarfs auf Erdsonden im Abgleich zu Erdkollektoren konzentriert.

Der wirtschaftliche Betrieb von Wärmenetzen wird sowohl von der Erzeugungsseite als auch der Bedarfsseite beeinflusst. Auf der Erzeugungsseite beeinflussen die nutzbaren Wärmequellen die Wärmegestehungskosten. Hierbei können lokale Wärmequellen (z.B. Geothermie und Solarthermie) als auch externe Energieträger (z.B. erneuerbare Gase) genutzt werden. Die Verfügbarkeit von lokalen Wärmequellen, welche in der Potenzialanalyse geprüft wurde, wird in die Eignungsprüfung nicht miteinbezogen. Die Berücksichtigung der verfügbaren Wärmequellen erfolgt in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der potenziellen Wärmenetze (siehe Abschnitt 5.5). Die Eignungsprüfung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bezieht sich auf die Bedarfsseite. Für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes muss ein bestimmter Wärmeabsatz und eine entsprechende Wärmebedarfsdichte vorliegen (siehe Abschnitt 3.6). Ländliche Gebiete beispielsweise eignen sich nicht, weil die Wärmebedarfsdichte niedrig ist, sodass die Verluste im Netz steigen. Zur Festlegung, welche Gebäude in einem Eignungsgebiet für Wärmenetze liegen, ist die Metrik der Wärmeliniedichte (Straßenzugebene) genutzt worden. Als Grundlage für die Berechnung der Wärmeliniedichte ist eine Sanierung auf Sanierungsklasse 3 (siehe Abschnitt 5.3) berücksichtigt worden, sodass eine potenzielle Wirtschaftlichkeit des Netzes auch bei zukünftiger Wärmebedarfsreduktion gewährleistet werden kann.

Die Eignung für Wasserstoffnetze hängt von verschiedenen Faktoren ab. Ein wichtiger Faktor ist die Verfügbarkeit von bezahlbarem Wasserstoff. Da die Entfernung zum geplanten Kernnetz als hoch eingeschätzt ist, ist die Verfügbarkeit von überregionalem Wasserstoff für Florstadt als „kritisch“ einzustufen. Ebenso gibt es kein lokales flächendeckendes Erdgasnetz, um den Wasserstoff zukünftig in

Florstadt zu verteilen. Ein weiterer Faktor ist, ob lokaler Wasserstoffbedarf in der Industrie besteht. Gemäß Bestands- und Potenzialanalyse ist der Bedarf an Wasserstoff als „gering“ einzuordnen. Des Weiteren ist die zeitliche Komponente zur Umsetzung notwendiger Maßnahmen heute sehr schwer abschätzbar, da auch auf politischer Ebene dieser Prozess noch in den Anfängen steht. Auf Basis der dargelegten Faktoren wird Wasserstoff vermutlich keine Rolle in der zukünftigen Wärmeversorgung in Florstadt spielen.

5.4.2 Eignungsgebiete für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen sowie Wasserstoff- und Wärmenetze

In Abbildung 66 ist die Anzahl an Gebäuden, welche für Luft-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen und Wasserstoff- oder Wärmenetze geeignet sind, dargestellt. Aus den Ergebnissen der Eignungsprüfung geht hervor, dass mit 2.773 Gebäuden 96 % aller Gebäude in der Stadt Florstadt für Luft-Wasser-Wärmepumpen geeignet sind. Dementsprechend sind Luft-Wasser-Wärmepumpen im Stadtgebiet eine flächendeckende Lösungsoption. Aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit sind dagegen nur 19 % der Gebäude für Sole-Wasser-Wärmepumpen geeignet, sodass diese nur eine kleine Teillösung in Florstadt darstellen können. Durch die enge Bebauung aller Stadtteile sind dort viele Bereiche für Wärmenetze geeignet. Dies sorgt dafür, dass 67 % der Gebäude in der Stadt Florstadt als geeignet für Wärmenetze definiert werden. Gemäß der Beschreibung aus Abschnitt 5.4.1 sind nach aktuellem Planungsstand keine Gebäude für ein Wasserstoffnetz geeignet.

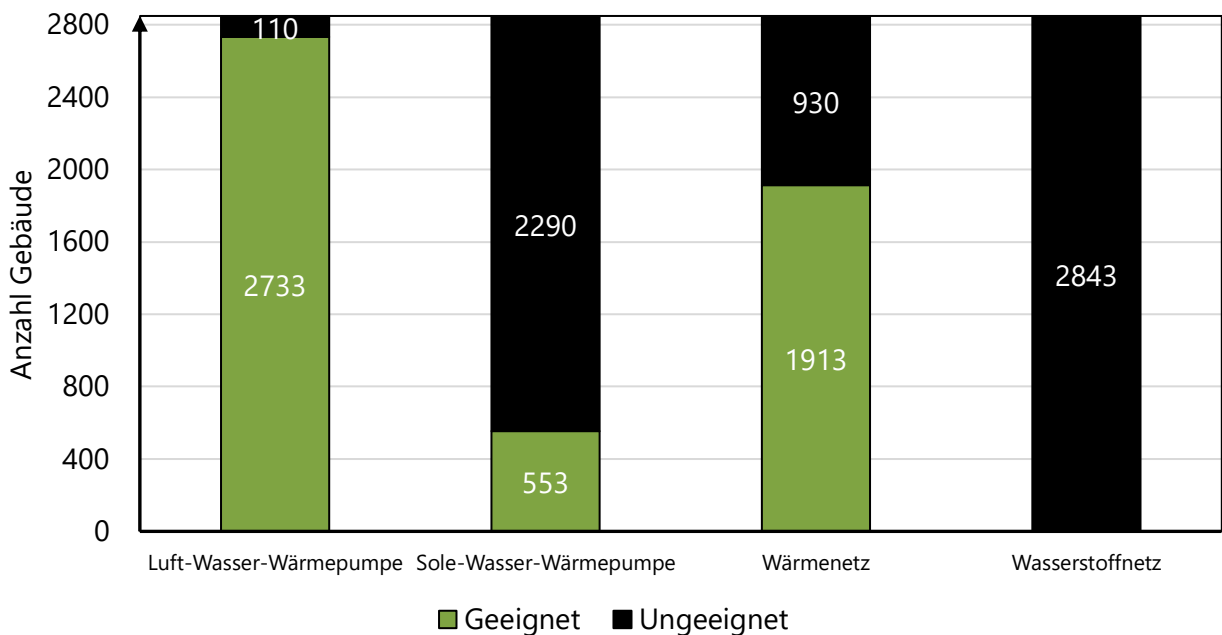


Abbildung 66: Eignung der Gebäude in Abhängigkeit der Technologien

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Eignungsprüfungen für das Zieljahr 2045 kartographisch auf Baublockebene dargestellt. Hierbei werden die Baublöcke in die Kategorien „sehr wahrscheinlich ungeeignet“, „wahrscheinlich ungeeignet“, „wahrscheinlich geeignet“ und „sehr wahrscheinlich geeignet“ eingeteilt. Dies erfolgt anhand der Prozentzahl an Gebäuden je Baublock, welche eine Eignung aufweisen:

- Sehr wahrscheinlich ungeeignet: $\leq 25\%$ der Gebäude eignen sich für diese Technologie
- wahrscheinlich ungeeignet: $\leq 50\%$ der Gebäude eignen sich für diese Technologie
- wahrscheinlich geeignet: $\leq 75\%$ der Gebäude eignen sich für diese Technologie
- sehr wahrscheinlich geeignet: $> 75\%$ der Gebäude eignen sich für diese Technologie

Die Eignung für Luft-Wasser-Wärmepumpen auf Baublockebene ist in Abbildung 67 dargestellt. Wie bereits im Kontext von Abbildung 66 beschrieben, stellen Luft-Wasser-Wärmepumpen im Stadtgebiet eine flächendeckende Option dar. 171 der 183 Baublöcke sind gemäß der oben beschriebenen Definition als „sehr wahrscheinlich“ geeignet“ ausgewiesen. Dies entspricht einem Anteil von 93 % der Baublöcke. Weitere 12 Baublöcke (entspricht 7 %) werden als „wahrscheinlich geeignet“ eingestuft. Diese sind geprägt von Nichtwohngebäuden (z.B. Gewerbegebiet Nieder-Mockstadt) oder sehr enger Bebauung (z.B. in Staden nördlich der Mockstädter Straße). Nur ein Baublock wird als „wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert. Dieser Baublock liegt in Nieder-Florstadt und ist geprägt von Nichtwohngebäuden. Der Baublock beinhaltet unter anderem das Bürgerhaus Nieder-Florstadt und die Sporthalle Florstadt. Die Kategorisierung „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ kommt im Florstädter Stadtgebiet auf Baublockebene nicht vor.

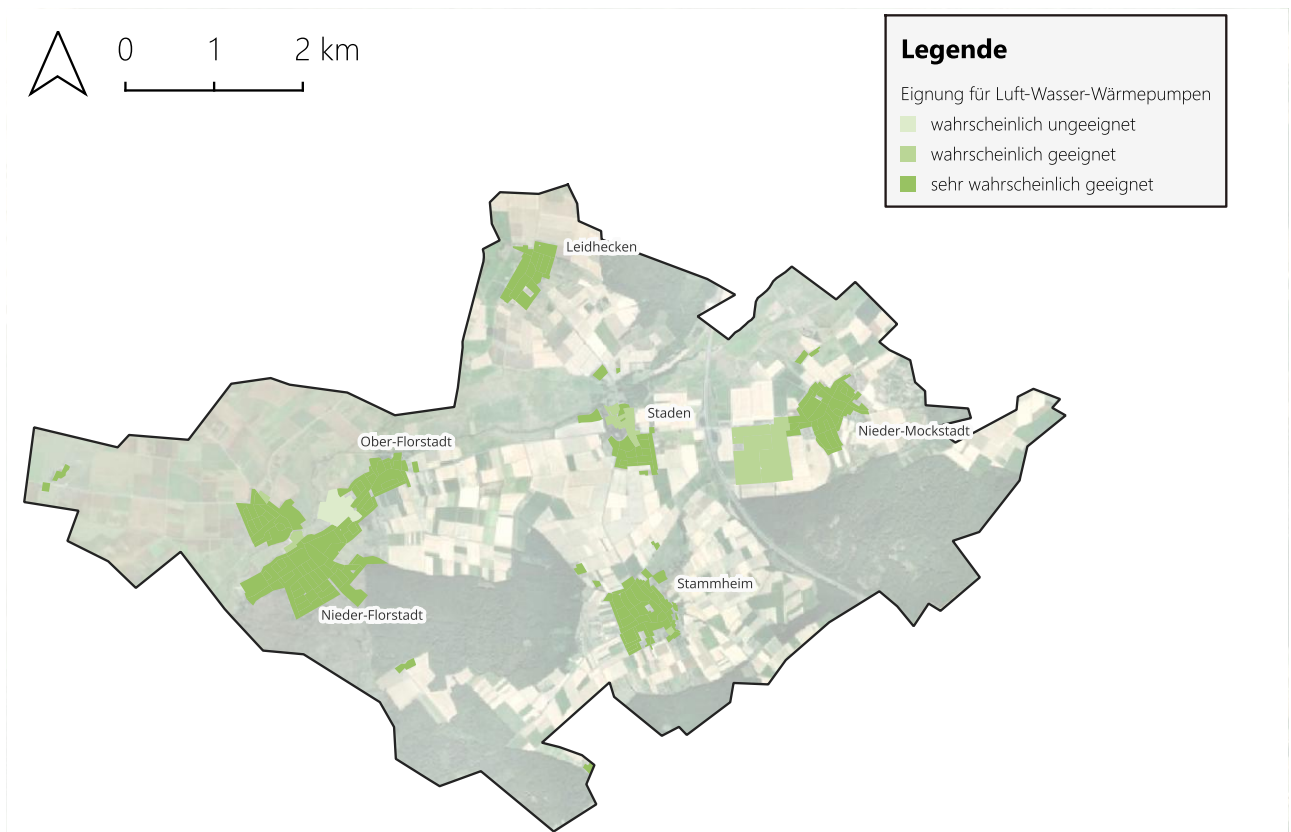


Abbildung 67: Eignung der Wärmeversorgungsart Luft-Wasser-Wärmepumpe für das Zieljahr 2040

Die Eignung für Sole-Wasser-Wärmepumpen auf Baublockebene ist in Abbildung 68 dargestellt. In Abgrenzung zu den Luft-Wasser-Wärmepumpen ist zu erkennen, dass in den meisten Baublöcken keine flächendeckende Eignung für Sole-Wasser-Wärmepumpen vorliegt. 126 der 183 Baublöcke, was wiederum 69 % entspricht, werden als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ definiert. Dies betrifft hierbei alle Stadtteile. Weitere 39 Baublöcke (entspricht 21 %) werden als „wahrscheinlich ungeeignet“

net“ definiert. Insgesamt 18 Baublöcke werden als „wahrscheinlich geeignet“ oder „sehr wahrscheinlich geeignet“, was nur 10 % aller Baublöcke sind. Diese Baublöcke sind über alle Stadtteile verteilt. Die Baublöcke mit den höchsten Eignungsanteilen liegen beispielsweise in den Neubaugebieten von Nieder-Mockstadt und Stammheim sowie dem Baublock, welcher die peripheren Bereiche des Stadtgebiets abbildet.

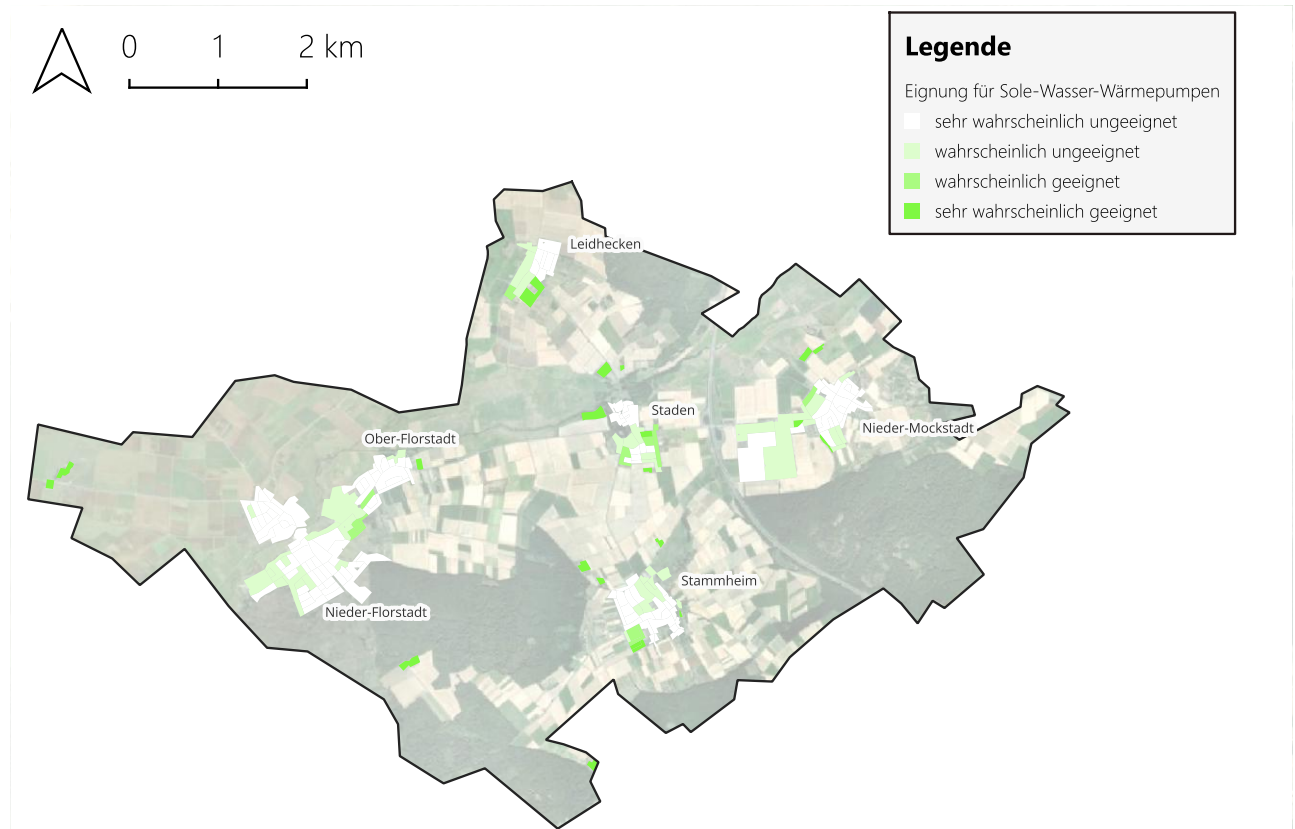


Abbildung 68: Eignung der Wärmeversorgungsart Sole-Wasser-Wärmepumpe für das Zieljahr 2040

In Abbildung 69 ist die Eignung der Wärmeversorgungsart „dezentrale Versorgung“ dargestellt. In dem Kontext wird ein Gebäude als „dezentral geeignet“ definiert, wenn dies entweder eine Eignung für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, Sole-Wasser-Wärmepumpe, Pelletheizung oder Gasheizung basierend auf biogenem Flüssiggas aufweist.

Die Eignung für eine Pellet-Heizung hängt insbesondere vom Platzbedarf des Pelletspeichers ab. Es wird im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung angenommen, dass Gebäude mit einer bestehenden Ölheizung oder Pelletheizung auch in Zukunft für die Nutzung von Pellets als Energieträger geeignet sind. Ebenso wird angenommen, dass Nichtwohngebäude entsprechenden Platz für einen Speicher aufweisen und auch als geeignet definiert werden. Die Eignung für Flüssiggas ist stark mit der Platzverfügbarkeit auf dem jeweiligen Grundstück verknüpft. Die zukünftige Verfügbarkeit von biogenem Flüssiggas ist noch mit einer gewissen Unsicherheit verknüpft, da diese Industrie sich noch im Hochlauf befindet. Aus diesem Grund werden im Rahmen dieser Planung nur Gebäude für biogenes Flüssiggas als geeignet definiert, welche bereits heute fossiles Flüssiggas zur Wärmeversorgung nutzen.

Abbildung 69 zeigt, dass jeder Baublock in der Stadt Florstadt für eine dezentrale Versorgung als „sehr wahrscheinlich geeignet“ deklariert wird, da 99,9 % der Gebäude für eine der vier dargelegten Technologien geeignet sind.

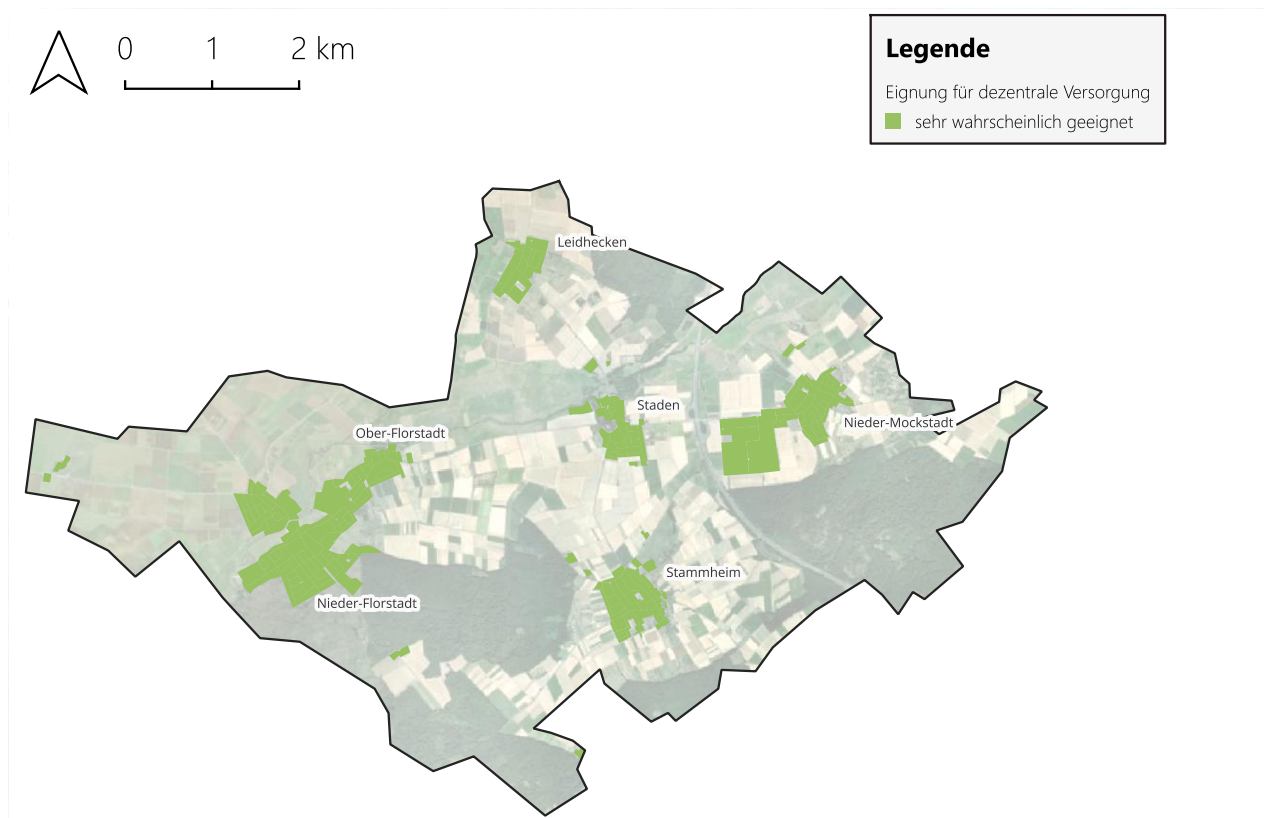


Abbildung 69: Eignung der Wärmeversorgungsart „dezentrale Versorgung“ für das Zieljahr 2040

Die Eignung für Wärmenetze auf Baublöckeebene ist in Abbildung 70 dargestellt. Wie bereits in Bezug auf Abbildung 66 diskutiert, sind große Teile des Stadtgebiets für potenzielle Wärmenetze geeignet. In allen sechs Stadtteilen konnten Eignungsgebiete für Wärmenetze identifiziert werden. Nach den getroffenen Eignungsdefinitionen der Baublöcke sind 55 % der Baublöcke als „sehr wahrscheinlich geeignet“ kategorisiert. Im Gegenzug sind 32 % der Baublöcke als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ definiert worden. Größere Bereiche dieser Kategorisierung sind insbesondere das Gewerbegebiet Nieder-Mockstadt und der südliche Teil von Staden. Die verbleibenden 13 % der Baublöcke sind als „wahrscheinlich geeignet“ oder „wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert. Hierbei handelt es sich um die Übergangsbereiche des Stadtgebiets, welche zwischen den geeigneten und ungeeigneten Gebieten liegen. Diese Kategorisierung existiert nur aufgrund der methodischen Vorgehensweise bei der Aggregation auf Baublöckeebene.

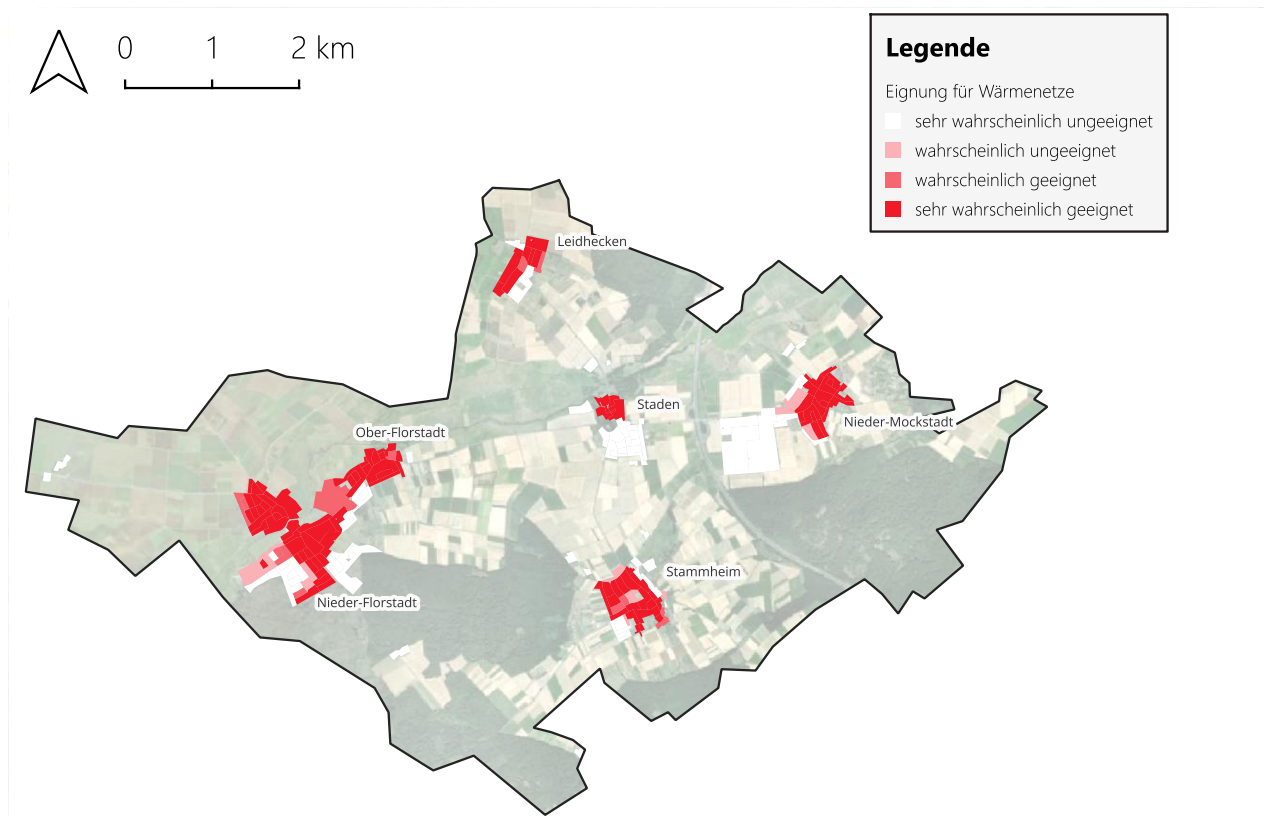


Abbildung 70: Eignung der Wärmeversorgungsart „Wärmenetz“ für das Zieljahr 2040

In Abbildung 71 ist die Eignung der Wärmeversorgungsart „Wasserstoffnetz“ auf Baublockebene dargestellt. Gemäß den Beschreibungen aus Abschnitt 5.4.1 ist das komplette Stadtgebiet als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ deklariert.

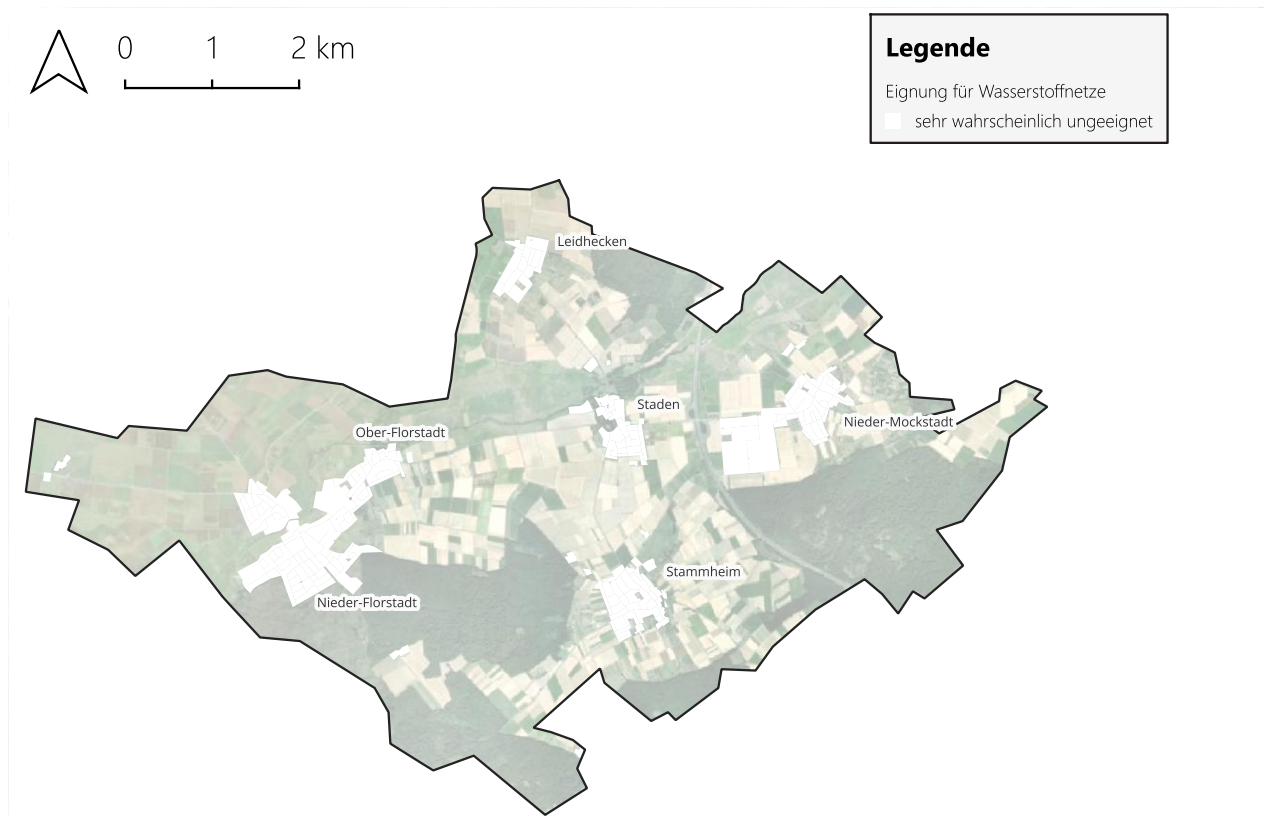


Abbildung 71: Eignung der Wärmeversorgungsart „Wasserstoffnetz“ für das Zieljahr 2040

5.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung potenzieller Wärmenetze

Im Rahmen der Erarbeitung der Eignungsgebiete für Wärmenetze konnten fünf Eignungsgebiete identifiziert werden, welche im Rahmen dieses Unterkapitels wirtschaftlich genauer eingeordnet werden. In Bezug auf den zu erwartenden Wärmebedarf der Gebäude wird der heutige Wärmebedarf unter Berücksichtigung einer moderaten zukünftigen Sanierung (ein Drittel des jeweiligen Sanierungspotenzials) angesetzt, um potenzielle zukünftige Wärmebedarfsreduktionen in der Wirtschaftlichkeit berücksichtigen zu können.

5.5.1 Eignungsgebiet Nieder- und Ober-Florstadt

Dieses Eignungsgebiet erstreckt sich vom Gewerbegebiet im Westen von Nieder-Florstadt über die Niddastraße und die Hauptstraße bis nach Ober-Florstadt. Auch die Bebauung oberhalb der Nidda sowie Teile des Wohngebiets im Süden von Nieder-Florstadt sind Teile des Eignungsgebiets. In Abbildung 72 sind die entsprechenden Baublöcke des Eignungsgebiets dargestellt. Die Abbildung zeigt, wie viel Prozent der Gebäude im jeweiligen Baublock zum Eignungsgebiet dieses Wärmenetzes zählen. Das gesamte Eignungsgebiet beinhaltet 1.023 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 52,1 GWh unter Annahme einer Teilsanierung.

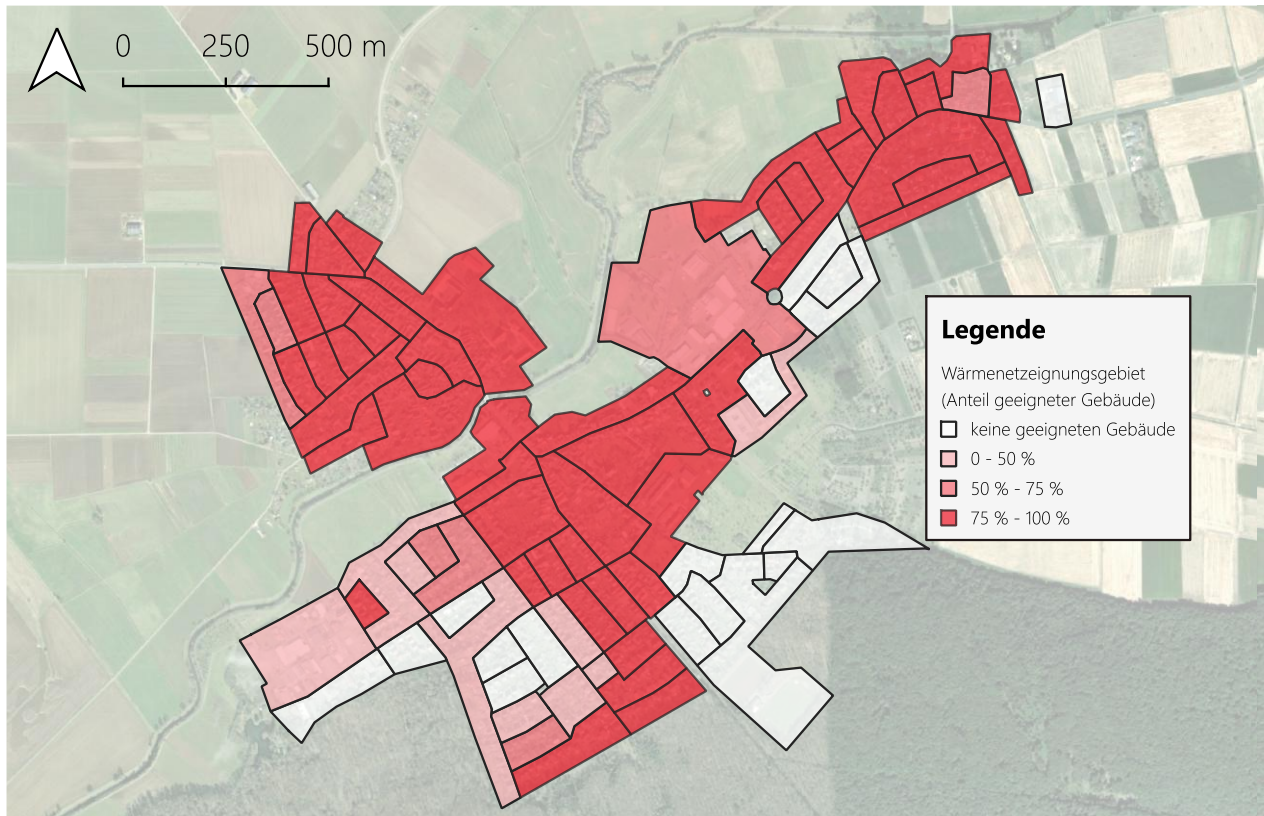


Abbildung 72: Wärmenetzeignungsgebiet Nieder- und Ober-Florstadt auf Baublockebene

Im Rahmen der Potenzialanalyse konnten verschiedene Wärmequellen identifiziert werden, welche zur klimaneutralen Speisung dieses Wärmenetzes genutzt werden könnten. Sehr vielversprechend wäre die Nutzung des Abwassers der Kläranlage Horlofftal südlich von Nieder-Florstadt. Ebenso gibt es in der Umgebung des Wärmenetzgebiets viele Freiflächen für Luft-Wasser-Wärmepumpen, Solarthermieanlagen oder Sole-Wasser-Wärmepumpen (Erdwärmesonden). Auch die Nidda könnte als Wärmequelle genutzt werden, wäre aber im Vergleich zum Abwasser weniger effizient und im Winter teilweise eingeschränkt. Für die Deckung der Spitzenlast könnten Elektroheizkessel, Hackschnitzelheizkessel oder auch Biogasheizkessel genutzt werden.

Für das Wärmenetzeignungsgebiet wurden zwei Varianten wirtschaftlich beurteilt. Deren Wärmege-stehungskosten sind in Tabelle 6 dargestellt. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung richtet sich nach dem Förderrahmen für Wärmenetze in Deutschland (Stand: Oktober 2025), dem heutigen Preisniveau und geht von einer Anschlussquote von 50 % bezogen auf den Wärmebedarf aus.

Tabelle 6: Wärmege-stehungskosten für das Wärmenetzeignungsgebiet Nieder- und Ober-Florstadt

Erzeugerportfolio	Minimale Wärmege-stehungskosten	Maximale Wärmege-stehungskosten
Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Abwasser) + Luft-Wasser-Wärmepumpe + Elektrodenheizkessel	14,8 ct/kWh	19,2 ct/kWh
Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Abwasser) + Luft-Wasser-Wärmepumpe + Hackschnitzelheizkessel	13,1 ct/kWh	17,8 ct/kWh

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zeigen, dass beide gerechneten Varianten wirtschaftlich konkurrenzfähig mit dezentralen Alternativen sind. Auf Basis dieser Ergebnisse wird empfohlen, dass dieses Wärmenetzsignungsgebiet nachgelagert zur kommunalen Wärmeplanung weiterverfolgt wird. Im Zuge von nachgelagerten Detailuntersuchungen könnten weitere Optimierungspotenziale (z.B. Nutzung von Freiflächen-Photovoltaik zur Reduzierung der Stromkosten) in Bezug auf die Wärmegestehungskosten identifiziert werden.

5.5.2 Eignungsgebiet Stammheim

Dieses Eignungsgebiet erstreckt sich weitestgehend vollständig über den Stadtteil Stammheim. Primäre Ausnahmen sind die Straße „Am Mühlberg“ und das Neubaugebiet im Südwesten von Stammheim. In Abbildung 73 sind die entsprechenden Baublöcke des Eignungsgebiets dargestellt. Die Abbildung zeigt, wie viel Prozent der Gebäude im jeweiligen Baublock zum Eignungsgebiet dieses Wärmenetzes zählen. Das gesamte Eignungsgebiet beinhaltet 338 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 17,7 GWh unter Annahme einer Teilsanierung.

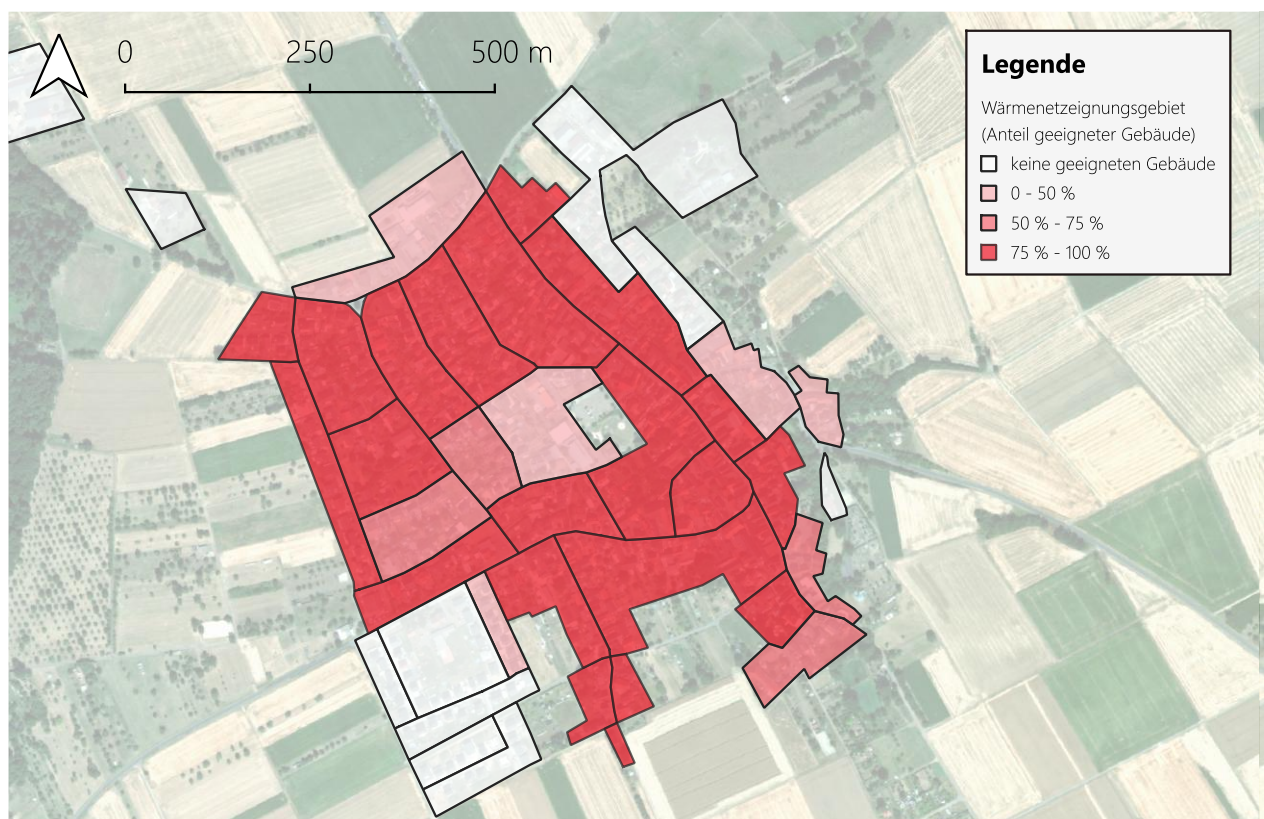


Abbildung 73: Wärmenetzsignungsgebiet Stammheim auf Baublockebene

Im Rahmen der Potenzialanalyse konnten nur wenige Wärmequellen identifiziert werden, welche zur klimaneutralen Speisung dieses Wärmenetzes genutzt werden könnten. Es gibt es in der Umgebung des Wärmenetzgebiets viele Freiflächen für Luft-Wasser-Wärmepumpen, Solarthermieanlagen oder Sole-Wasser-Wärmepumpen (Erdwärmesonden). Letztere sind aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit im Vergleich nur wenig vielversprechend. Für die Deckung der Spitzenlast könnten Elektroheizkessel, Hackschnitzelheizkessel oder auch Biogasheizkessel genutzt werden.

Für das Wärmenetzeignungsgebiet wurden zwei Varianten wirtschaftlich beurteilt. Deren Wärme-gestehungskosten sind in Tabelle 7 dargestellt. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung richtet sich nach dem Förderrahmen für Wärmenetze in Deutschland (Stand: Oktober 2025), dem heutigen Preis-niveau und geht von einer Anschlussquote von 60 % bezogen auf den Wärmebedarf aus.

Tabelle 7: Wärmegestehungskosten für das Wärmenetzeignungsgebiet Stammheim

Erzeugerportfolio	Minimale Wärme-gestehungskosten	Maximale Wärme-gestehungskosten
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Elektrodenheizkessel	16,7 ct/kWh	21,7 ct/kWh
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Hackschnitzelheizkes-sel	13,2 ct/kWh	18,7 ct/kWh

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zeigen, dass ein strombasiertes Erzeugerportfolio nur im bes-ten Fall wirtschaftlich konkurrenzfähig ist. Bei Nutzung von Hackschnitzel als Energieträger in der Spitzenlast ergeben sich konkurrenzfähige Wärmegestehungskosten. Auf Basis dieser Ergebnisse wird empfohlen, dass dieses Wärmenetzeignungsgebiet nachgelagert zur kommunalen Wärmepla-nung weiterverfolgt wird. Jedoch wird das Wärmenetzgebiet in Nieder- und Ober-Florstadt hier als höhere Priorität bewertet, sodass eine finale Umsetzung des Wärmenetzes in Stammheim als deutlich unsicherer eingeschätzt wird.

5.5.3 Eignungsgebiet Nieder-Mockstadt

Das Eignungsgebiet in Nieder-Mockstadt erstreckt sich über den Großteil der Wohnbebauung des Stadtteils. Nennenswerte Ausnahmen sind die Goldbachstraße im Süden und die Friedrichstraße im Norden. In westlicher Ausdehnung ist die Grenze die Schulstraße. Dementsprechend liegt das Ge-werbegebiet von Nieder-Mockstadt nicht im entsprechenden Wärmenetzeignungsgebiet. In Abbil-dung 75 sind die entsprechenden Baublöcke des Eignungsgebiets dargestellt. Das gesamte Eig-nungsgebiet beinhaltet 277 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 15,4 GWh unter Annahme einer Teilsanierung.

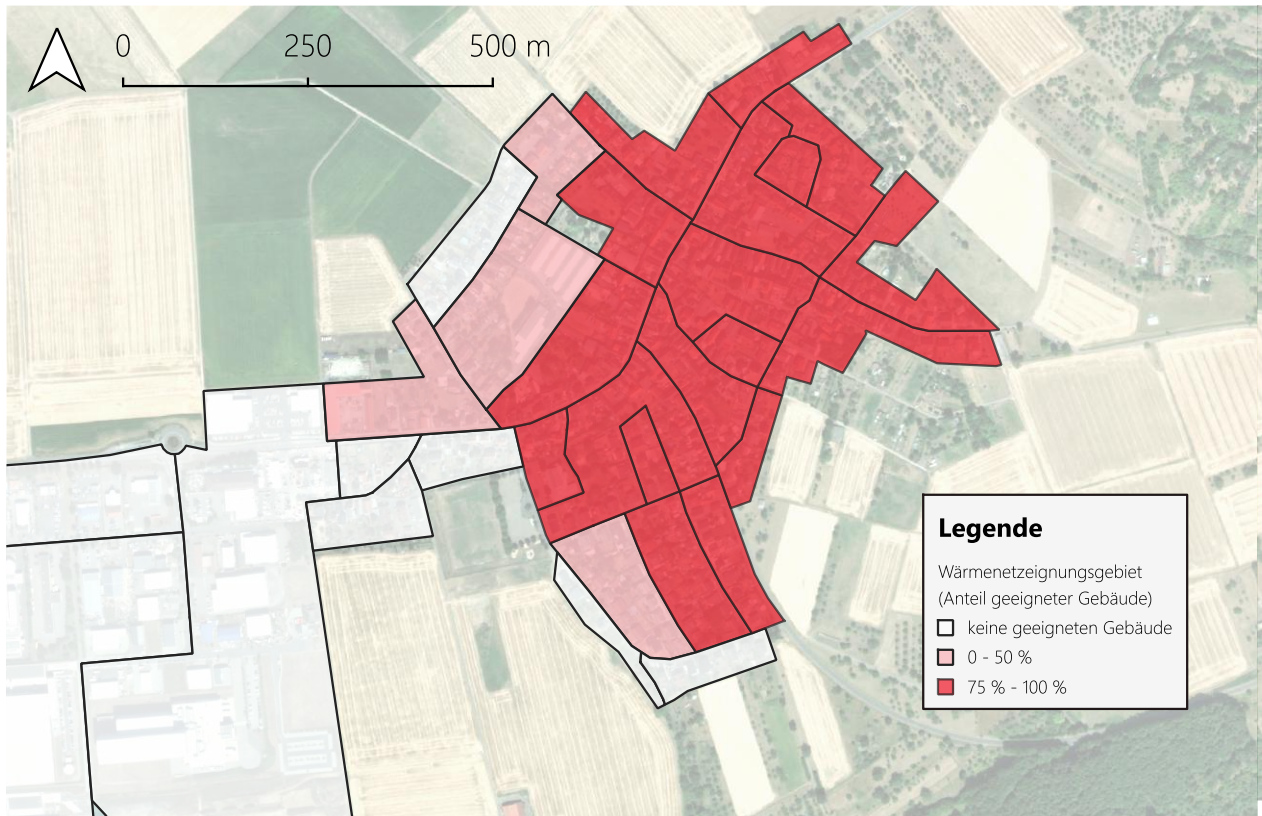


Abbildung 74: Wärmenetzsignungsgebiet Nieder-Mockstadt auf Baublockebene

In Bezug auf die Wärmequellen stehen die gleichen Lösungsoptionen wie in Stammheim zur Verfügung. Für das Wärmenetzsignungsgebiet wurden zwei Varianten wirtschaftlich beurteilt. Deren Wärmegestehungskosten sind in Tabelle 8 dargestellt. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung richtet sich nach dem Förderrahmen für Wärmenetze in Deutschland (Stand: Oktober 2025), dem heutigen Preisniveau und geht von einer Anschlussquote von 60 % bezogen auf den Wärmebedarf aus.

Tabelle 8: Wärmegestehungskosten für das Wärmenetzsignungsgebiet Nieder-Mockstadt

Erzeugerportfolio	Minimale Wärmegestehungskosten	Maximale Wärmegestehungskosten
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Elektrodenheizkessel	16,7 ct/kWh	21,7 ct/kWh
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Hackschnitzelheizkessel	13,3 ct/kWh	18,8 ct/kWh

Da das Wärmenetzgebiet von Nieder-Mockstadt in Bezug auf verfügbare Wärmequellen, Wärmeabsatz und Wärmedichte dem Wärmenetzgebiet in Stammheim vergleichbar ist, ergibt auch die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ähnliche Ergebnisse. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zeigen, dass ein strombasiertes Erzeugerportfolio nur im besten Fall wirtschaftlich konkurrenzfähig ist. Bei Nutzung von Hackschnitzel als Energieträger in der Spitzenlast ergeben sich konkurrenzfähige Wärmegestehungskosten. Jedoch zeigen durchgeführte Sensitivitätsanalysen der dezentralen Alternativen, dass bei gleichen Wärmepreisannahmen in Stammheim höhere Anschlussquoten erreicht werden

können als in Nieder-Mockstadt. Dementsprechend ist Stammheim hier zu priorisieren. Da der Bau von mehr als zwei Wärmenetzen als unwahrscheinlich bewertet wird, wird keine Empfehlung für eine Weiterbetrachtung dieses Eignungsgebietes ausgesprochen.

5.5.4 Eignungsgebiet Staden

Das Eignungsgebiet im Stadtteil Staden erstreckt sich vollständig über die Bebauung nördlich der Mockstädter Straße bzw. der Stammheimer Straße. In Abbildung 75 sind die entsprechenden Bau-
blöcke des Eignungsgebiets dargestellt. Das gesamte Eignungsgebiet beinhaltet 94 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 5,7 GWh unter Annahme einer Teilsanierung.

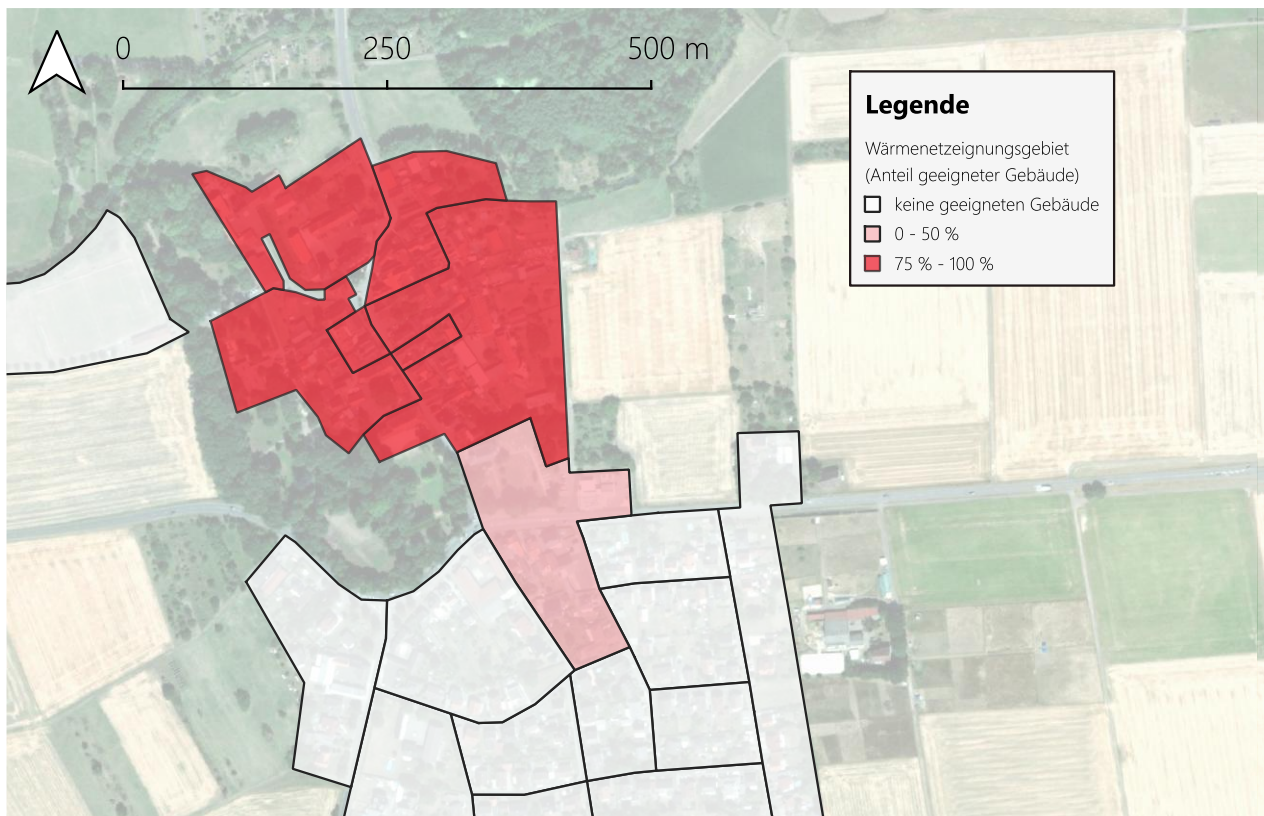


Abbildung 75: Wärmenetzeignungsgebiet Staden auf Baublockebene

In Bezug auf die Wärmequellen stehen die gleichen Lösungsoptionen wie in Stammheim und Nieder-Mockstadt zur Verfügung. Für das Wärmenetzeignungsgebiet wurden zwei Varianten wirtschaftlich beurteilt. Deren Wärmegestehungskosten sind in Tabelle 9 dargestellt. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung richtet sich nach dem Förderrahmen für Wärmenetze in Deutschland (Stand: Oktober 2025), dem heutigen Preisniveau und geht von einer Anschlussquote von 60 % bezogen auf den Wärmebedarf aus.

Tabelle 9: Wärmegestehungskosten für das Wärmenetzeignungsgebiet Staden

Erzeugerportfolio	Minimale Wärmegestehungskosten	Maximale Wärmegestehungskosten
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Elektrodenheizkessel	17,5 ct/kWh	22,4 ct/kWh
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Hackschnitzelheizkessel	14,6 ct/kWh	20 ct/kWh

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zeigen, dass nur bei Nutzung von Hackschnitzel als Energieträger für Spitzenlast ein wirtschaftlicher Fall erreicht werden kann. Dieser bedingt dann zusätzlich, dass die entstehenden Kosten in Richtung des erwartbaren Minimums tendieren. Dementsprechend ist zu erwarten, dass unter realistischen Bedingungen ein Wärmenetz in Staden nicht wirtschaftlich betrieben werden kann, sodass empfohlen wird, dieses Gebiet nicht weiter für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung zu berücksichtigen.

5.5.5 Eignungsgebiet Leidhecken

Das Eignungsgebiet erstreckt über große Teile von Leidhecken, insbesondere die Bingenheimer Straße sowie die Straßenabschnitte im Nordosten des Stadtteils. In Abbildung 76 sind die entsprechenden Baublöcke des Eignungsgebiets dargestellt. Das gesamte Eignungsgebiet beinhaltet 181 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 7,2 GWh unter Annahme einer Teilsanierung.

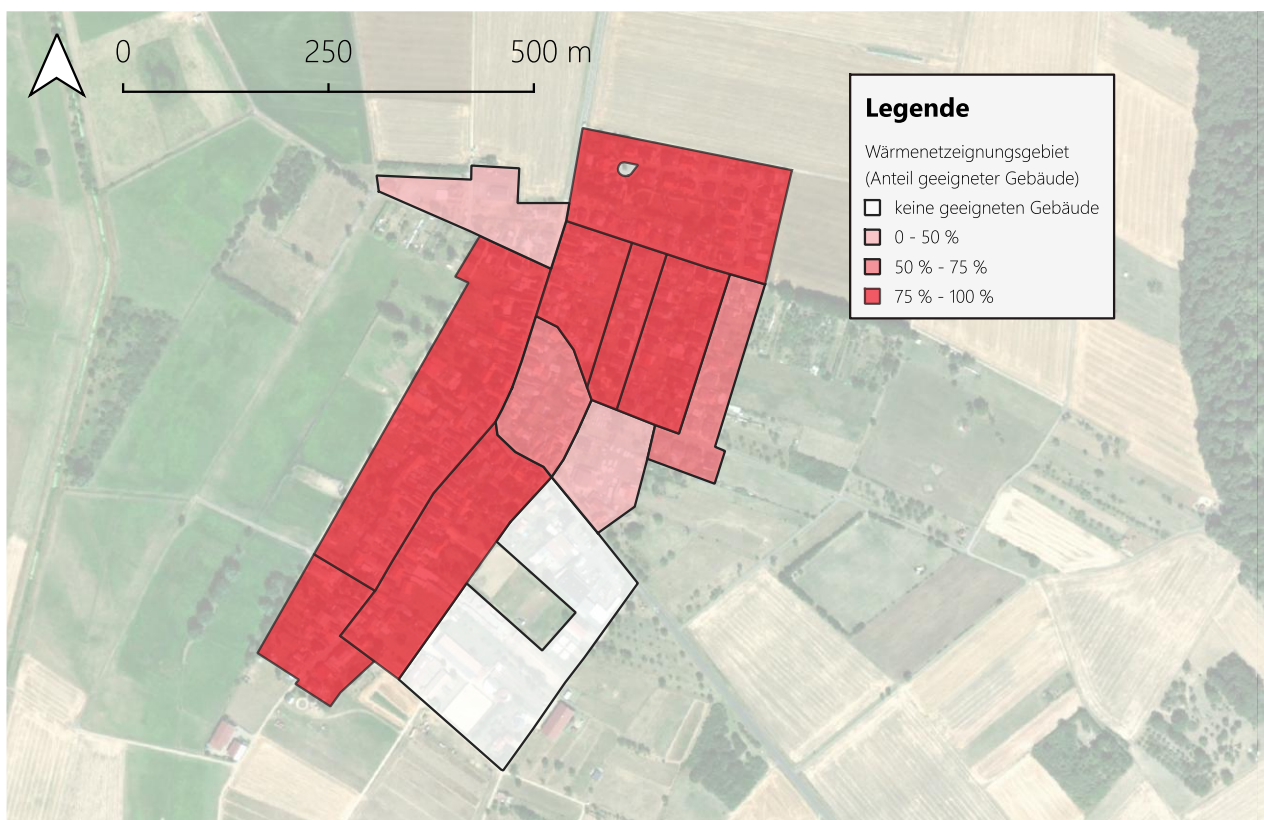


Abbildung 76: Wärmenetzeignungsgebiet Leidhecken auf Baublockebene

In Bezug auf die Wärmequellen stehen die gleichen Lösungsoptionen wie in Stammheim, Nieder-Mockstadt und Staden zur Verfügung. Für das Wärmenetzsignungsgebiet wurden zwei Varianten wirtschaftlich beurteilt. Deren Wärmegestehungskosten sind in Tabelle 10 dargestellt. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung richtet sich nach dem Förderrahmen für Wärmenetze in Deutschland (Stand: Oktober 2025), dem heutigen Preisniveau und geht von einer Anschlussquote von 60 % bezogen auf den Wärmebedarf aus.

Tabelle 10: Wärmegestehungskosten für das Wärmenetzsignungsgebiet Leidhecken

Erzeugerportfolio	Minimale Wärmegestehungskosten	Maximale Wärmegestehungskosten
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Elektrodenheizkessel	17,7 ct/kWh	22,8 ct/kWh
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Hackschnitzelheizkessel	14,7 ct/kWh	20,3 ct/kWh

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zeigen, dass nur bei Nutzung von Hackschnitzel als Energieträger für Spitzenlast ein wirtschaftlicher Fall erreicht werden kann. Dieser bedingt dann zusätzlich, dass die entstehenden Kosten in Richtung des erwartbaren Minimums tendieren. Dementsprechend ist zu erwarten, dass unter realistischen Bedingungen ein Wärmenetz in Leidhecken nicht wirtschaftlich betrieben werden kann, sodass empfohlen wird, dieses Gebiet nicht weiter für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung zu berücksichtigen.

5.6 Zielszenarien

In diesem Abschnitt werden die Szenarien zur Transformation des Wärmesektors für die Stadt Florstadt vorgestellt. In Abschnitt 5.6.1 wird das Hauptszenario vorgestellt, welches vollständig nach den Anforderungen des WPG ausgewertet wird. Dieses Szenario stellt die Entwicklung dar, welche nach aktuellem Wissensstand am wahrscheinlichsten erscheint und gleichzeitig die Klimaneutralität erreicht. Im Fokus steht hierbei die Berücksichtigung eines großflächigen Wärmenetzes in den Stadtteilen Nieder- und Ober-Florstadt. Ergänzend wird in Abschnitt 5.6.2 ein Nebenszenario dargestellt, welches aufbauend auf dem Hauptszenario einen zusätzlichen Bau eines Wärmenetzes im Stadtteil Stammheim vorsieht.

5.6.1 Hauptszenario

In Abbildung 77 sind die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zuge der Transformation des Wärmesektors auf Baublockebene dargestellt.⁸ Gemäß der Analysen aus Abschnitt 5.5 wird in diesem Szenario ein potenzielles Wärmenetz in den Stadtteilen Nieder- und Ober-Florstadt berücksichtigt. Dieses Wärmenetzgebiet wird in vier Abschnitte eingeteilt, welche zwischen den Jahren 2033

⁸ Da die Ausbauggebiete auf Straßenzugenebene festgelegt wurden, kann es zu Ungenauigkeiten durch die Darstellung auf Baublockebene kommen.

und 2036 in Betrieb genommen werden sollen. Alle Gebäude außerhalb dieses Wärmenetzgebiets sind für eine dezentrale Versorgung (z.B. mittels Wärmepumpe oder Pellet-Heizung) vorgesehen.

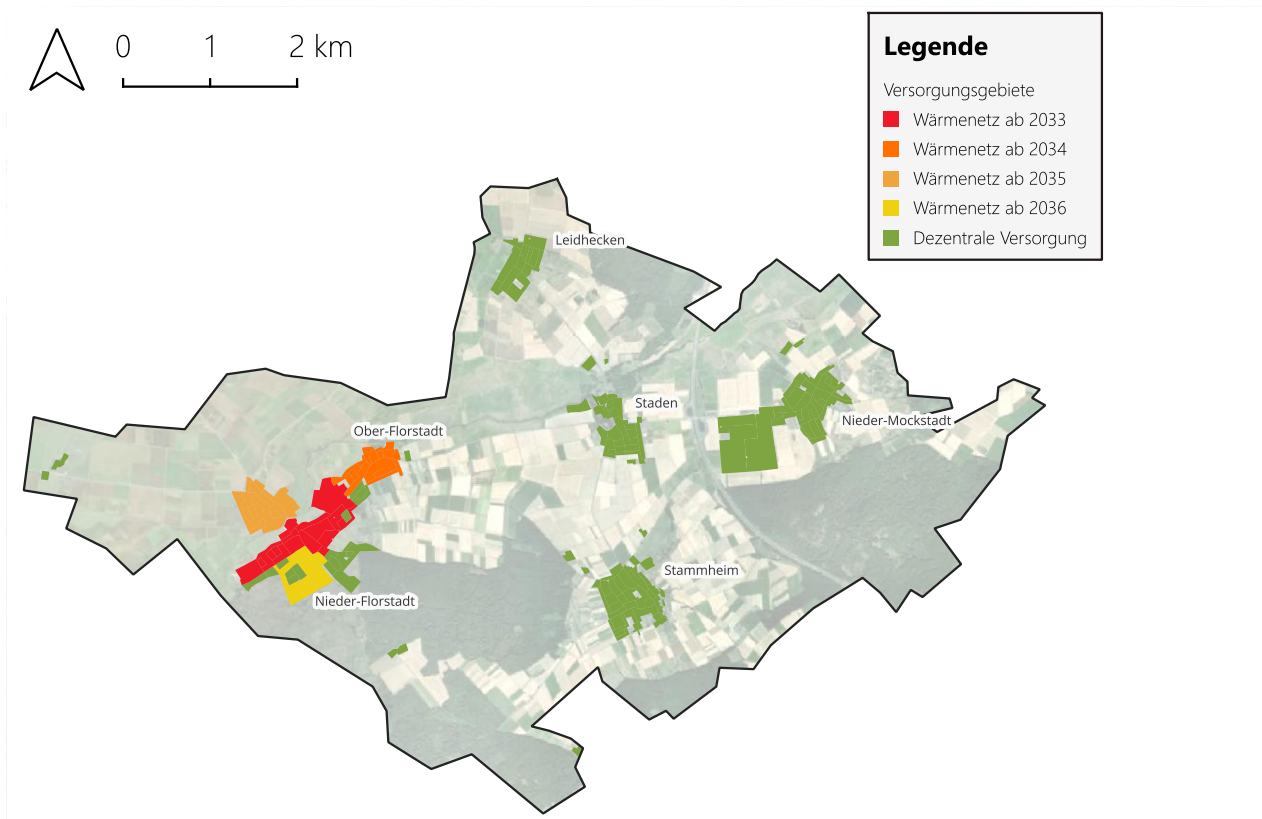


Abbildung 77: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren zwischen 2030 und 2040 (Hauptszenario)

Die genutzten Heizungstechnologien für das Zieljahr 2040 im Hauptszenario sind in Abbildung 78 dargestellt. Wie in Abschnitt 5.2 dargelegt, erfolgt die Festlegung der geeigneten Zieltechnologie primär auf wirtschaftlicher Basis unter Berücksichtigung volkswirtschaftlicher, rechtlicher und technischer Restriktionen. Es ist in Abbildung 78 zu erkennen, dass das Hauptszenario im Zieljahr 2040 die Mischung aus zentraler und dezentraler Versorgung vorsieht. Mit 69 % werden strombasierte Lösungen den Großteil der Heizungen im Zieljahr 2040 ausmachen. Hierbei entfallen 1.719 der 2.843 Gebäude (dies entspricht 60 %) auf dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen. Sole-Wasser-Wärmepumpen sind hier mit 246 versorgten Gebäuden eher eine kleine Teillösung (9 % aller Gebäude). Zur Vervollständigung sind noch 8 Gebäude zu nennen, welche sich für eine Stromdirektheizung (vollständig oder in hybrider Form in Kombination mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe) entscheiden.

In diesem Hauptszenario wird der Aufbau eines Wärmenetzes in Nieder- und Oberflorstadt vorgesehen. Im Zieljahr 2040 sind 440 Gebäude (entspricht 15 % aller Gebäude in der Stadt Florstadt) an diesem Wärmenetz angeschlossen. Neben den strombasierten Heizungen sowie den Wärmenetzanschlüssen werden auch Biomasseheizungen eine wichtige Teillösung der zukünftigen Wärmeversorgung in Florstadt darstellen. In diesem Szenario stellen zukünftig 7 % der Gebäude ihre Wärme über Pelletheizungen bereit. Biogenes Flüssiggas macht mit 222 Gebäuden 8 % des Gebäudebestandes aus.

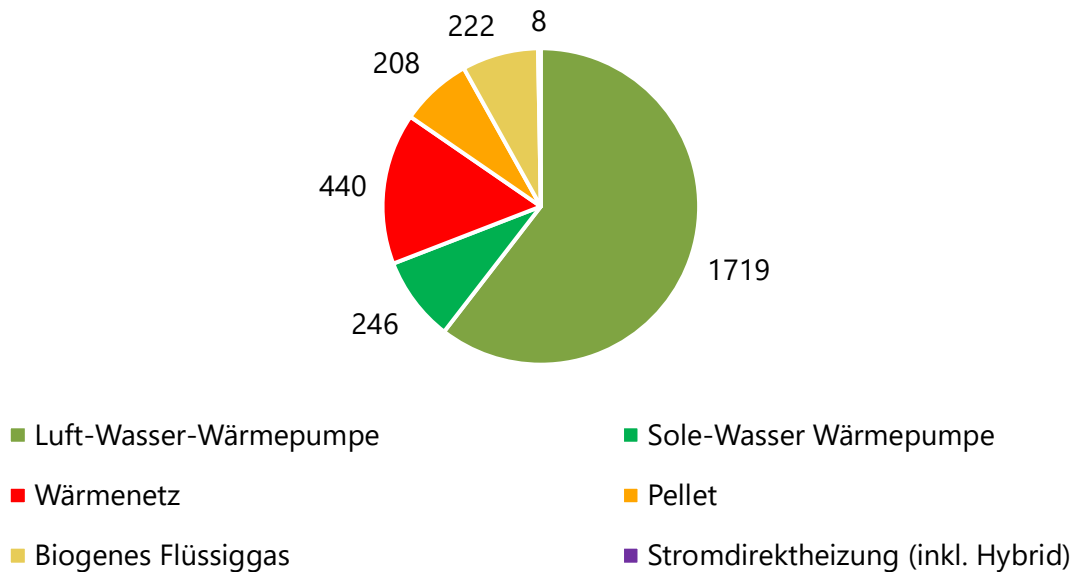


Abbildung 78: Anzahl versorgter Gebäude je Technologie im Zieljahr 2040 (Hauptszenario)

Die Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs in Abhängigkeit der verwendeten Energieträger vom heutigen Status quo bis zum Zieljahr 2040 ist in Abbildung 79 dargestellt. Wie in der Bestandsanalyse ausgewertet, macht im Status quo Heizöl mit 76 % des Wärmebedarfs gefolgt von Biomasse (10 %) den größten Anteil aus, während beispielsweise Flüssiggas (8 %) und Strom in Kombination mit Umweltwärme (6 %) eher eine untergeordnete Rolle spielen.

Der Wechsel auf Wärmepumpen, welche im Zieljahr die primäre Technologie in Florstadt darstellen werden, sorgt bereits im Stützjahr 2030 dafür, dass 18 % (28,7 GWh) der Wärme auf strombasierten Heizungen aufbaut. Dies macht elektrische Energie nach Heizöl zum zweitwichtigsten Energieträger der Wärmeversorgung in Florstadt. Heizöl macht mit 98,2 GWh dann immer noch 62 % des Wärmebedarfs aus. Der Anteil von fester Biomasse steigt im Stützjahr 2030 auf 13 % (20,8 GWh) an. Fossiles Flüssiggas kommt auf 6 % (10,2 GWh) und biogenes Flüssiggas mit 1,2 GWh auf fast 1 %.

Der Entwicklungstrend geht weiter, sodass im Stützjahr 2035 bereits knapp 42 % der Wärme über strombasierte Heizungen (60,8 GWh) bereitgestellt wird und elektrische Energie den primären Energieträger in der Florstadt Wärmeversorgung darstellen wird. Heizöl verliert mit 20 % (28,5 GWh) bereits sehr stark an Bedeutung. Durch den Zubau von Pellet-Heizungen steigt der Anteil von fester Biomasse als Energieträger auf 17 % (24,7 GWh) an. Durch die Inbetriebnahme erster Wärmenetzbereiche in Nieder- und Ober-Florstadt macht das Wärmenetz im Jahr 2035 bereits 15 % (21,1 GWh) des Wärmebedarfs aus. Fossiles Flüssiggas kommt nur noch auf 3 % (3,7 GWh) und biogenes Flüssiggas mit 5,2 GWh auf fast 4 %.

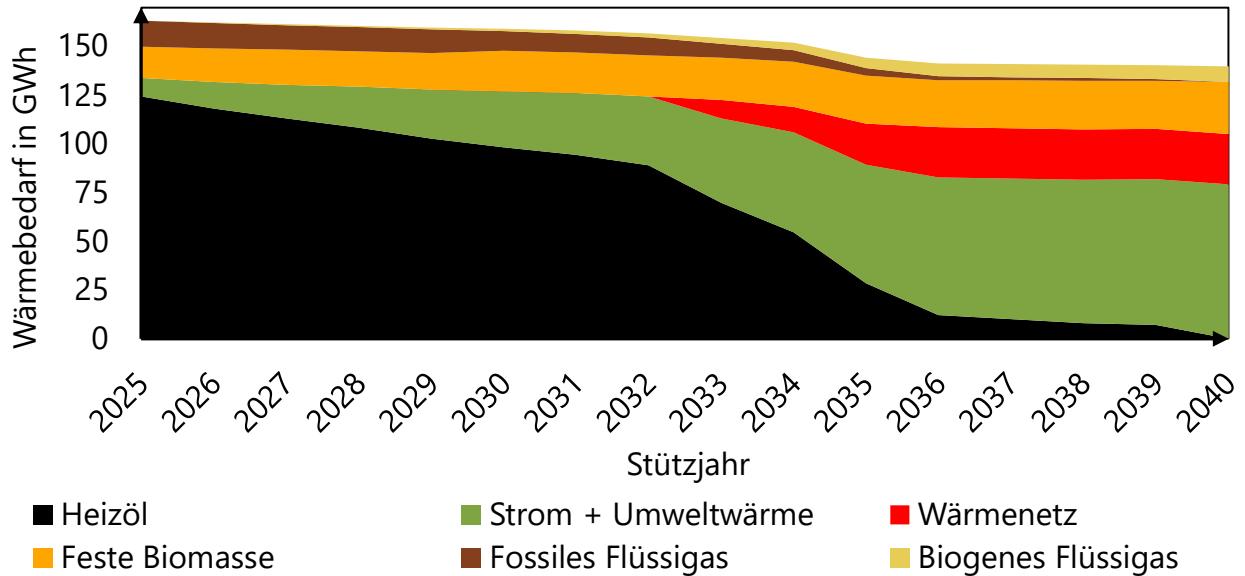


Abbildung 79: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2040 (Hauptszenario)

Im Zuge der Dekarbonisierung gibt es im Zieljahr 2040 keine Ölheizungen mehr in Florstadt. Strombasierte Heizungen machen dann mit 57 % (79,1 GWh) den größten Anteil aller Energieträger aus. Danach folgt die feste Biomasse mit 19 % (26,8 GWh). Der Anteil der Wärmenetze steigt auf über 18 % (25,8 GWh). Die restlichen Gebäude werden mit biogenem Flüssiggas versorgt, welche 6 % (7,9 GWh) des Wärmebedarfs ausmachen.

Durch die Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen im Rahmen der Technologiewechsel sinkt der Gesamtwärmebedarf vom Status quo im Vergleich zum Zieljahr. Von knapp 163,3 GWh sinkt dieser auf 159 GWh in 2030, 144,1 GWh in 2035 und dann schließlich auf 139,6 GWh im Zieljahr 2040. Dies entspricht einer Reduktion des Wärmebedarfs von 14,5 % von Status quo zum Zieljahr 2040. Es ergibt sich durch die getätigten Sanierungsmaßnahmen eine jährliche Sanierungsrate von 1,7 %, was bedeutet, dass bis zum Zieljahr 26 % der Gebäude saniert werden würden.

Die Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs in Abhängigkeit der Verbrauchssektoren ist in Abbildung 80 dargestellt. Wie bereits in der Bestandsanalyse erarbeitet, entfallen große Teile des Wärmebedarfs auf den Haushaltssektor (84 %). Der Industriesektor (7 %) und der öffentliche Sektor (5 %) folgen danach. Der GHD-Sektor weist einen Anteil von 4 % auf. Diese Aufteilung ändert sich auch nur bedingt während der Transformation der Wärmeversorgung. Im Zieljahr 2040 macht der Haushaltssektor 82 % (114,1 GWh) aus, während der Industriesektor 8 % (10,7 GWh) und der öffentliche Sektor 6 % (8,4 GWh) aufweisen. Der GHD-Sektor kommt aufgerundet auf 5 % (6,5 GWh).

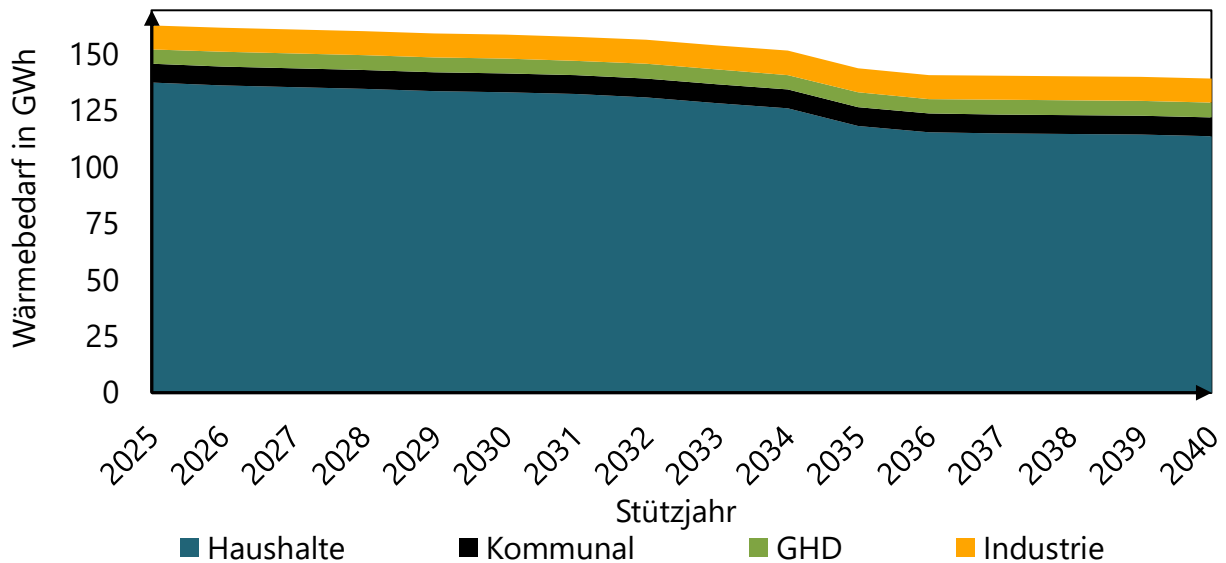


Abbildung 80: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Verbrauchssektoren bis zum Zieljahr 2040 (Hauptszenario)

Durch die Transformation des Wärmesektors werden die THG-Emissionen signifikant reduziert. In Abbildung 81 ist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen von 2025 bis zum Zieljahr 2040 in Abhängigkeit der Energieträger dargestellt. Im kompletten Verlauf bis zum Zieljahr macht Heizöl weiterhin große Teile der jährlichen Treibhausgasemissionen aus. Biomasse spielt durch die geringen Emissionsfaktoren hier nur eine geringe Rolle und die Emissionen durch strombasierte Heizungen sinken durch den erhöhten Anteil erneuerbarer Energien im Strommix trotz des intensiven Zubaus dieser Heizungen. Aus diesem Grund verursacht auch das Wärmenetz nur geringe THG-Emissionen.

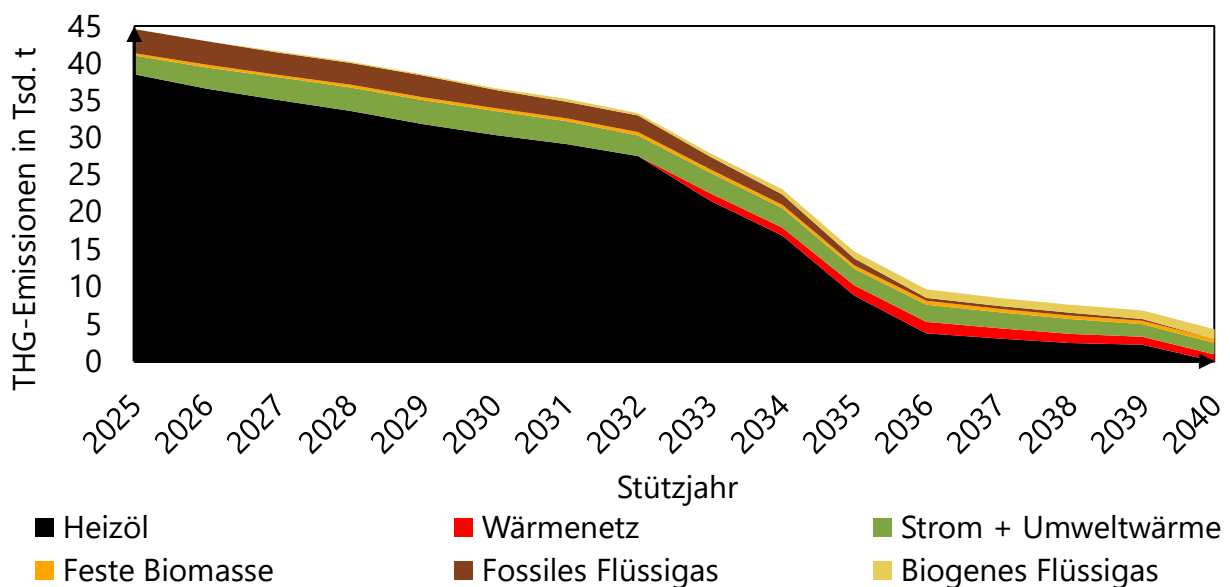


Abbildung 81: Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2040 (Hauptszenario)

Die gesamten Treibhausgasemissionen in der Florstädter Wärmeversorgung sinken auf 36,7 Tsd. t im Jahr 2030, 14,7 Tsd. t im Jahr 2035 und letztendlich 4,3 Tsd. t im Zieljahr 2040. Dies entspricht dann einer Reduktion von 90 %. Die verbleibenden THG-Emissionen sind dadurch begründet, dass die

Emissionsfaktoren, welche für die Untersuchungen zugrunde gelegt werden, auch im Zieljahr 2040 je nach Energieträger nicht null entsprechen müssen. Dies ist auf die Betrachtung der Vorketten zurückzuführen. Deren Emissionsreduktion liegt außerhalb des Wärmesektors und ist dementsprechend nicht Teil einer kommunalen Wärmeplanung. Da die verbleibenden Energieträger als vollständig erneuerbar gelten, werden die Ziele nach WPG trotz der verbleibenden Restemissionen mit diesem Szenario erreicht. Zusätzlich ist anzumerken, dass das deutschlandweite Klimaziel erst in 2045 erreicht werden muss, sodass der Strommix in 2040 noch nicht klimaneutral ist.

In Abbildung 82 ist die absolute und relative Anzahl an Gebäuden dargestellt, welche an Wärmenetzen angeschlossen sind. Im Bestand und im Stützjahr 2030 gibt es noch keine Wärmenetze in Florstadt. Durch den Ausbau des Fernwärmenetzes in den Stadtteilen Nieder- und Ober-Florstadt (siehe Abbildung 77) steigt die Anzahl an Gebäuden mit Wärmenetzanschlüssen bis zum Stützjahr 2035 auf 335 Gebäude (entspricht 12 % aller Gebäude). Durch die Inbetriebnahme des letzten Bauabschnitts steigt die Gebäudeanzahl bis zum Zieljahr 2040 auf 440 Gebäude (entspricht 15 %).

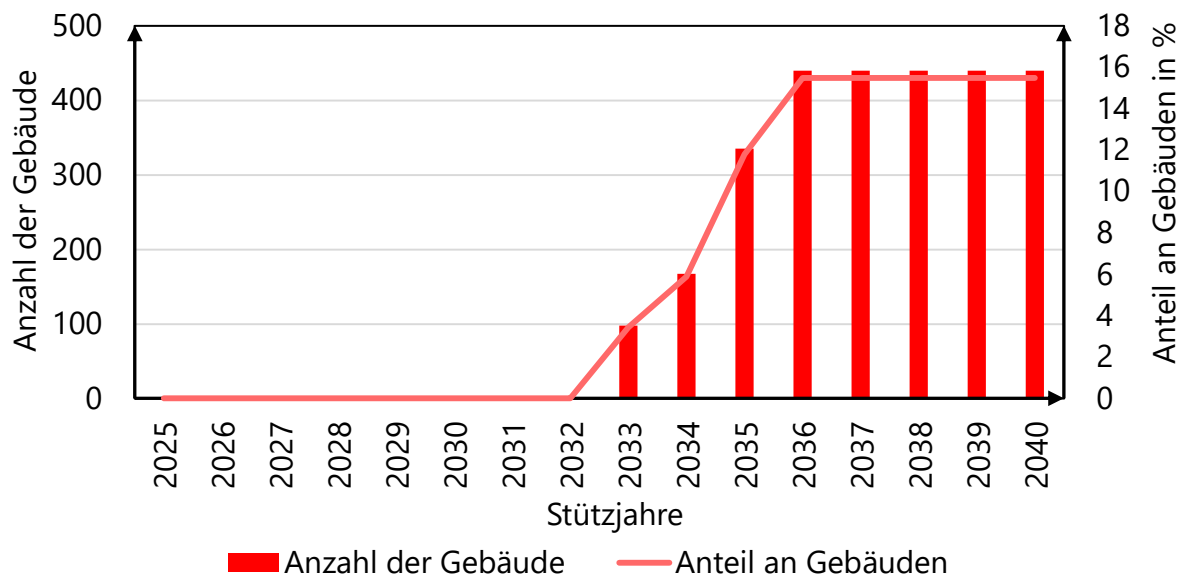


Abbildung 82: Anzahl der Gebäude an Wärmenetzen (Hauptszenario)

In Abbildung 83 wird der Wärmebedarf, der über Wärmenetze gedeckt wird, absolut und relativ zur gesamten Wärmeversorgung dargestellt. Wie bereits im Kontext von Abbildung 82 dargelegt, entspricht der Wärmebedarf im Status quo und im Stützjahr 2030 null. Im Stützjahr 2035 liegt der über Wärmenetze gedeckte Wärmebedarf bei 21,1 GWh, was wiederum einem Anteil von fast 15 % der gesamten Wärmeversorgung in Florstadt entspricht. Bis zum Zieljahr 2040 steigt dies auf 25,8 GWh (18 % des gesamten Wärmebedarfs). Die finale Auswahl eines Erzeugerportfolios für das Wärmenetz in Nieder- und Ober-Florstadt wird in der Wärmeplanung nachgelagerten Analysen erfolgen. Wie in Abschnitt 5.5.1 beschrieben, stehen verschiedene Lösungsoptionen zur Verfügung. Für dieses Szenario wird eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Nutzung des Abwassers der Kläranlage Horlofftal) und eines Elektrodenheizkessels. Dementsprechend basiert das Portfolio vollständig auf dem Energieträger Strom und Umweltwärme. Die Spitzenlast könnte auch über Biomasse bereitgestellt werden, jedoch wurde der Fokus auf ein strombasiertes Szenario gelegt, da wenig lokale Potenziale (insbesondere für feste Biomasse) vorliegen.

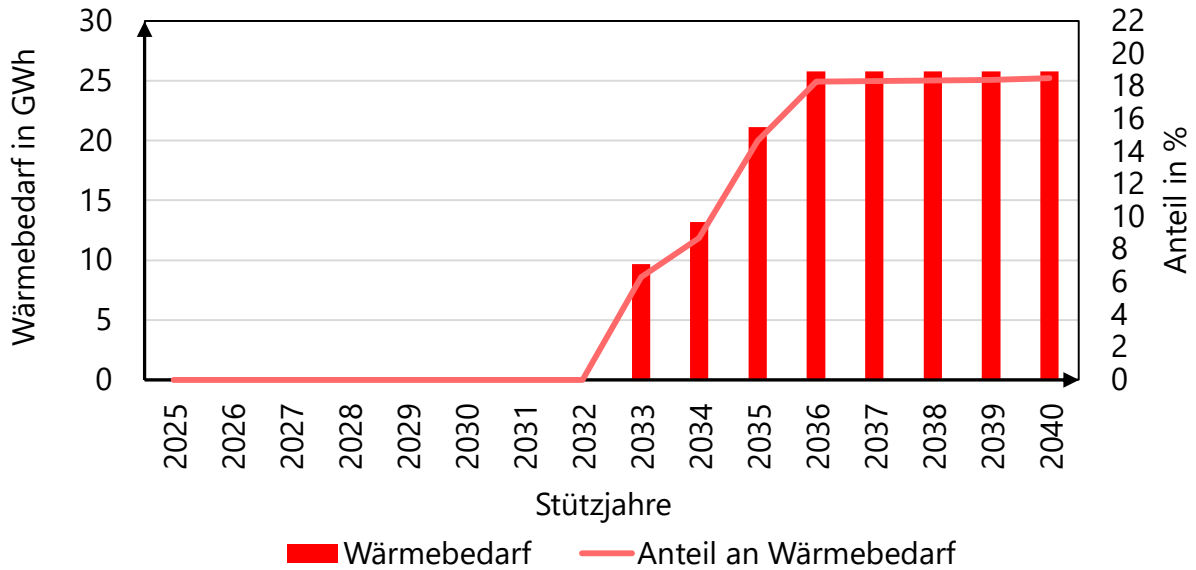


Abbildung 83: Wärmebedarf der Gebäude an Wärmenetzen (Hauptszenario)

Im Folgenden wird die Entwicklung des Flüssiggasnetzes in Nieder- und Ober-Florstadt in Bezug auf Anzahl Gebäude sowie Wärmebedarf beschrieben. In Abbildung 84 ist die Anzahl an Gebäuden sowie der Anteil dieser Gebäude am gesamten Gebäudebestand in Florstadt dargestellt. Im Status quo sind 46 Gebäude an dieses Netz angeschlossen. Im Laufe des Szenarios wechseln einige Gebäude auf andere Heizungstechnologien. Dementsprechend sinkt die Anzahl auf 43 Gebäude im Jahr 2030, 35 Gebäude im Jahr 2035 und auf final 31 Gebäude im Zieljahr 2040.

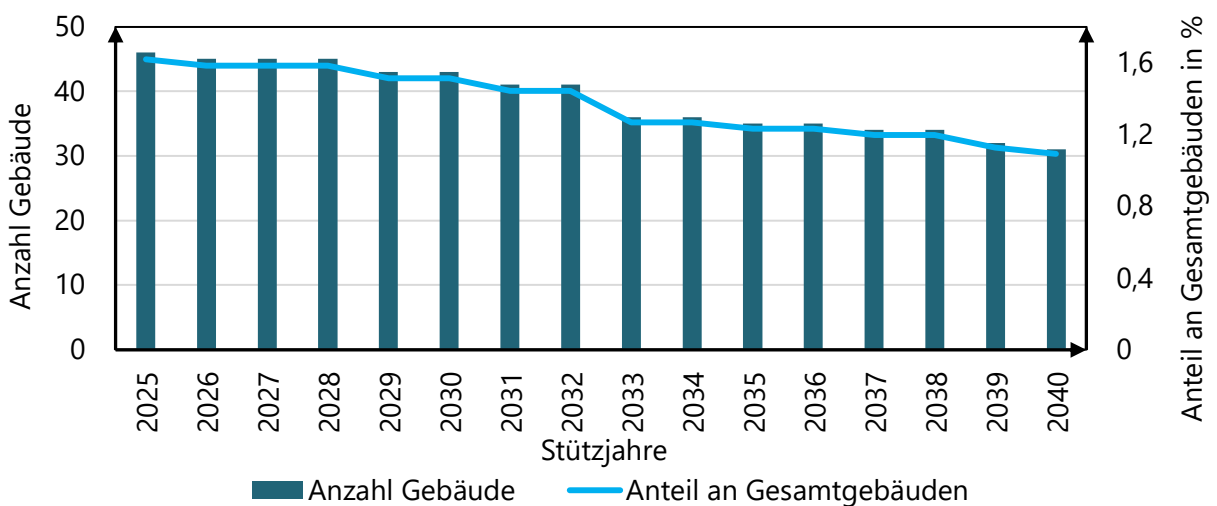


Abbildung 84: Anzahl an Gebäuden am Flüssiggasnetz (Hauptszenario)

In Abbildung 85 ist der Wärmebedarf dargestellt, welcher über das Flüssiggasnetz gedeckt wird. Ebenso ist der Anteil dieses Wärmebedarfs an allen gasförmigen Energieträgern dargestellt. Beides ist hierbei aufgeteilt auf fossiles und biogenes Flüssiggas. Grundsätzlich kann in der Realität jeder einzelne Kunde am Flüssiggasnetz über seinen Vertrag festlegen, ob er fossiles und biogenes Flüssiggas beziehen möchte. Für den Status quo wird davon ausgegangen, dass ausschließlich fossiles Flüssiggas genutzt wird, da biogenes Flüssiggas ein relativ neues Produkt ist. Für die Zukunft können

Kunden einen freien Beimischungsgrad von biogenem Flüssiggas wählen. Zur Vereinfachung wird in der Modellierung nur ein vollständiger Wechsel auf biogenes Flüssiggas betrachtet. Im Status quo liegt der Wärmebedarf des Netzes für fossiles Flüssiggas bei 1,34 GWh (entspricht 10 % des Wärmebedarfs gasförmiger Energieträger). Bis zum Stützjahr 2030 sinkt der Wärmebedarf für fossiles Flüssiggas auf 1,18 GWh (entspricht 10 % des Wärmebedarfs gasförmiger Energieträger). Durch den Wegfall des Pflegeheims als wichtigen Ankerkunden sinkt der Bedarf dann auf 0,17 GWh (unter 2 % des Wärmebedarfs gasförmiger Energieträger). Im Zieljahr 2040 bezieht kein Kunde des Netzes mehr fossiles Flüssiggas.

Während der Bedarf an fossilem Flüssiggas sinkt, steigt der Bedarf an biogenem Flüssiggas im Netz stetig. Im Stützjahr 2030 liegt dieser Wärmebedarf noch bei 0,11 GWh (unter 1 % des Wärmebedarfs gasförmiger Energieträger). Dieser steigt auf 0,35 GWh (4 % des Wärmebedarfs gasförmiger Energieträger) im Stützjahr 2035 und auf 0,44 GWh (fast 6 % des Wärmebedarfs gasförmiger Energieträger) im Zieljahr 2040. Es ist zu erkennen, dass der Absatz des Netzes durch Sanierung und Kundenwechsel um 67 % einbrechen würde. Dies wird jedoch stark durch den Wegfall des Pflegeheims beeinflusst, da gemäß Abbildung 84 die Verringerung an angeschlossenen Kunden nur bei 33 % liegt. Wenn das Pflegeheim am Netz bleiben würde, läge die Reduktion des Wärmebedarfs nur bei 40 %.

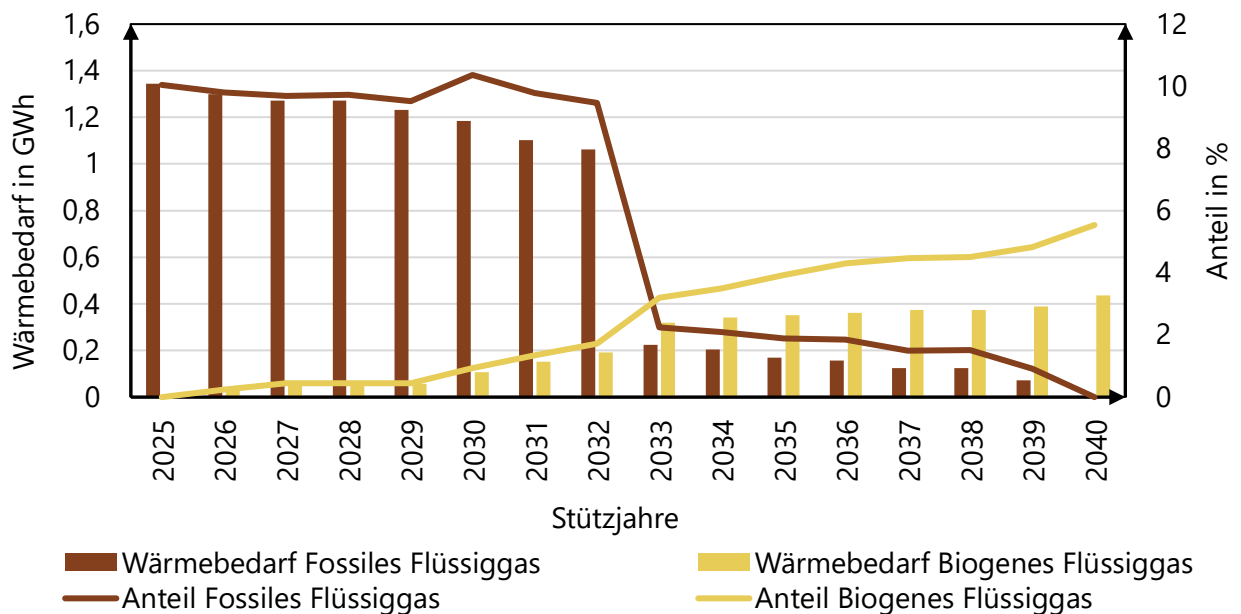


Abbildung 85: Wärmebedarf des Flüssiggasnetzes nach Energieträger (Hauptszenario)

Die Transformation zu einer Wärmeversorgung basierend auf dezentralen Wärmepumpen wird eine nennenswerte Zusatzbelastung auf die Stromnetze im Lastfall haben. Dies ist insbesondere dadurch begründet, dass strombasierte Heizungen (sowohl Wärmepumpen als auch Stromdirektheizungen) einen hohen Gleichzeitigkeitsfaktor aufweisen. Die installierte elektrische Leistung, durch die im Hauptszenario verteilten Heizungen, unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeitskurve aus [49] für das Zieljahr 2040 ist auf Baublockebene in Abbildung 86 dargestellt.⁹

⁹ Bei der Darstellung sind nur dezentrale Heizungen betrachtet worden und keine Wärmeerzeuger der Wärmenetze.

Die Ergebnisse zeigen, dass flächendeckend hohe Belastungen durch die strombasierten Heizungen erwartet werden können. Insgesamt 42 % der Baublöcke weisen eine Belastung von mindestens 100 kW elektrischer Leistung auf. Es ist jedoch ebenso zu erkennen, dass in den Bereichen in Nieder- und Ober-Florstadt, in welchen das Wärmenetz betrieben werden soll, die lokale Belastung auf das Stromnetz entsprechend verringert wird.

Auf das komplette Stadtgebiet bezogen liegt die elektrische Belastung unter Annahme eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,78 bei 14,4 MW [49]. Vereinfacht entspricht dies der Kapazität von 36 Ortsnetzstationen der Bemessungsscheinleistung 400 kVA. Die Auswertungen zeigen, dass die Transformation des Wärmesektors eine zusätzliche Belastung für die Stromnetze darstellen wird. Eine konkrete Zielnetzplanung und Ertüchtigung der Stromnetze ist dementsprechend für einen erfolgreichen Transformationsprozess unerlässlich.

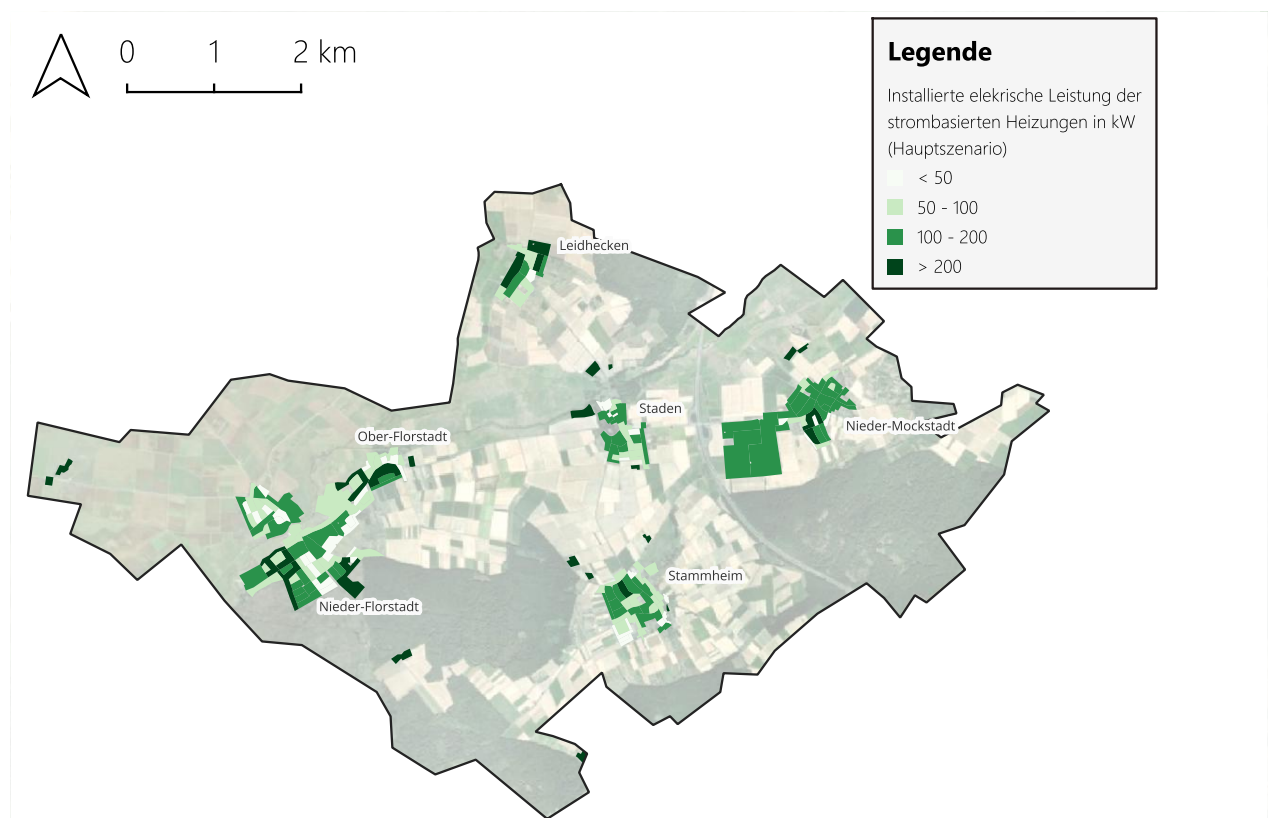


Abbildung 86: Elektrische Leistung der strombasierten Heizungen im Zieljahr 2040 auf Baublockebene (Hauptszenario)

5.6.2 Nebenszenario

In Abbildung 87 sind die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete im Zuge der Transformation des Wärmesektors auf Baublockebene dargestellt.¹⁰ Gemäß der Analysen aus Abschnitt 5.5 wird in diesem Szenario in Abgrenzung zum Hauptszenario auch ein potenzielles Wärmenetz im Stammheim

¹⁰ Da die Ausbauggebiete auf Straßenzugenebene festgelegt wurden, kann es zu Ungenauigkeiten durch die Darstellung auf Baublockebene kommen.

berücksichtigt. Dieses Wärmenetzgebiet wird in zwei Abschnitte eingeteilt, welche in den Jahren 2035 und 2036 in Betrieb genommen werden sollen.

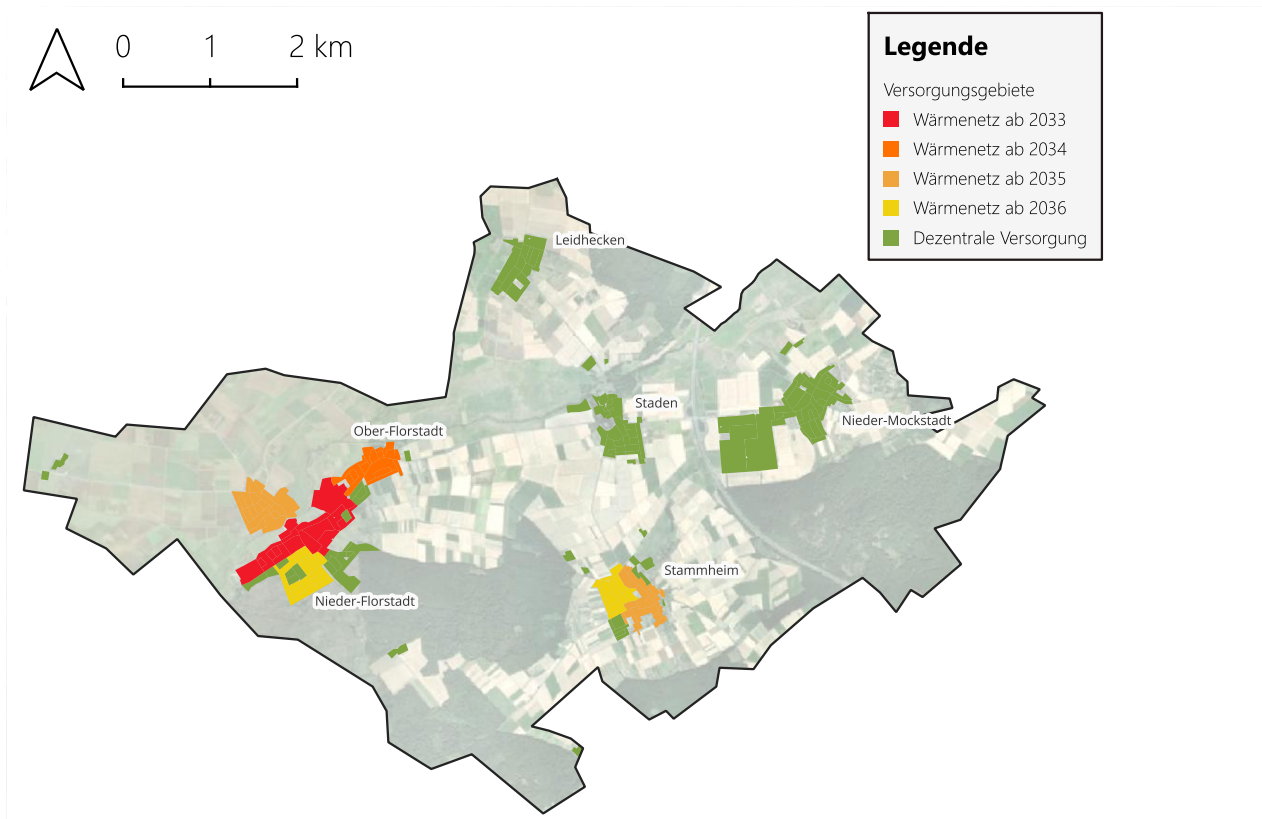


Abbildung 87: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren zwischen 2030 und 2040 (Nebenszenario)

Die genutzten Heizungstechnologien für das Zieljahr 2040 im Nebenszenario sind in Abbildung 88 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass das im Zieljahr 2040 die Mischung aus zentraler und dezentraler Versorgung vorsieht. Mit 64 % werden strombasierte Lösungen den Großteil der Heizungen im Zieljahr 2040 ausmachen. Hierbei entfallen 1.573 der 2.843 Gebäude (dies entspricht 55 %) auf dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen. Sole-Wasser-Wärmepumpen sind hier mit 228 versorgten Gebäuden eher eine kleine Teillösung (8 % aller Gebäude). Zur Vervollständigung sind noch 8 Gebäude zu nennen, welche sich für eine Stromdirektheizung (vollständig oder in hybrider Form in Kombination mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe) entscheiden.

In diesem Nebenszenario wird der Aufbau eines Wärmenetzes in Stammheim sowie eines Wärmenetzes in Nieder- und Oberflorstadt vorgesehen. Im Zieljahr 2040 sind 646 Gebäude (entspricht 23 % aller Gebäude in Florstadt) an diese Wärmenetze angeschlossen. Neben den strombasierten Heizungen sowie den Wärmenetzanschlüssen werden auch Biomasseheizungen eine wichtige Teillösung der zukünftigen Wärmeversorgung in Florstadt darstellen. In diesem Szenario stellen zukünftig 6 % der Gebäude ihre Wärme über Pelletheizungen bereit. Biogenes Flüssiggas macht mit 221 Gebäuden 8 % des Gebäudebestandes aus. In Abgrenzung zum Hauptszenario ist zu erkennen, dass der Anteil der Wärmenetze von 15 % auf 23 % steigt. Im Gegenzug sinkt der Anteil der verschiedenen dezentralen Alternativen, insbesondere der Wärmepumpen, ab.

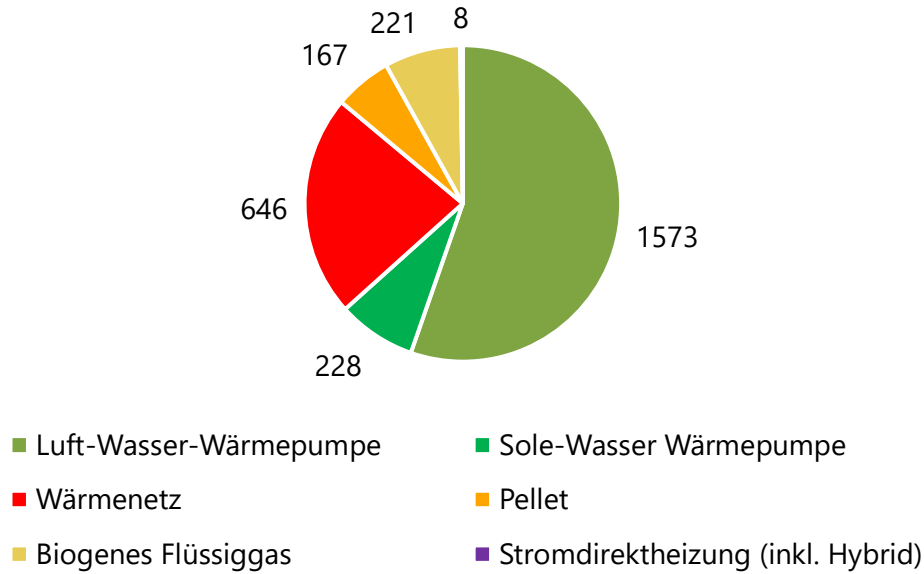


Abbildung 88: Anzahl versorgter Gebäude je Technologie im Zieljahr 2040 (Nebenszenario)

Die Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs in Abhängigkeit der verwendeten Energieträger vom heutigen Status quo bis zum Zieljahr 2040 ist in Abbildung 89 dargestellt. Erste Abweichungen zwischen dem Haupt- und dem Nebenszenario gibt es erst am dem Stützjahr 2035. Im Stützjahr 2035 wird 40 % der Wärme über strombasierte Heizungen (57,93 GWh) bereitgestellt. Heizöl verliert mit 20 % (28,5 GWh) auch in diesem Szenario bereits sehr stark an Bedeutung. Durch den Zubau von Pellet-Heizungen steigt der Anteil von fester Biomasse als Energieträger auf 15 % (22,2 GWh) an. Durch die Inbetriebnahme erster Wärmenetzbereiche in Nieder- und Ober-Florstadt sowie Stammheim machen die Wärmenetze im Jahr 2035 bereits 19 % (27,1 GWh) des Wärmebedarfs aus. Fossiles Flüssiggas kommt nur noch auf 3 % (3,7 GWh) und biogenes Flüssiggas mit 5,2 GWh auf fast 4 %.

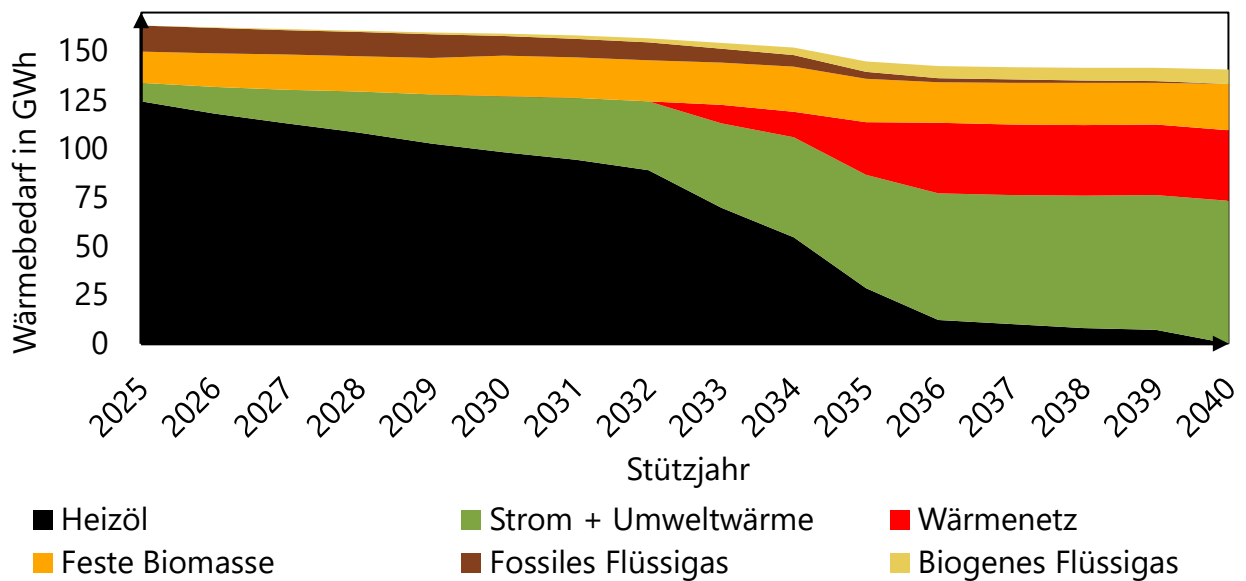


Abbildung 89: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2040 (Nebenszenario)

Im Zuge der Dekarbonisierung gibt es im Zieljahr 2040 auch im Nebenszenario keine Ölheizungen mehr in Florstadt. Strombasierte Heizungen machen dann mit 52 % (73,4 GWh) den größten Anteil aller Energieträger aus. Danach folgt die feste Biomasse mit 17 % (23,6 GWh). Der Anteil der Wärmenetze steigt auf über 26 % (36,2 GWh). Die restlichen Gebäude werden mit biogenem Flüssiggas versorgt, welche 5 % (7,6 GWh) des Wärmebedarfs ausmachen. Wie im Kontext der Heizungsverteilung beschrieben, verhalten sich die Unterschiede zwischen Haupt- und Nebenszenario auch beim Wärmebedarf. Durch den Bau eines weiteren Wärmenetzes steigt der über Wärmenetze gedeckte Bedarfs nennenswert an, während gleichzeitig die Anteile der dezentralen Lösungsoptionen sinken.

Durch die Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen im Rahmen der Technologiewechsel sinkt der Gesamtwärmebedarf vom Status quo im Vergleich zum Zieljahr. Von knapp 163,3 GWh sinkt dieser auf 159 GWh in 2030, 144,8 GWh in 2035 und dann schließlich auf 140,7 GWh im Zieljahr 2040. Dies entspricht einer Reduktion des Wärmebedarfs von 13,8 % von Status quo zum Zieljahr 2040. Es ergibt sich durch die getätigten Sanierungsmaßnahmen eine jährliche Sanierungsrate von 1,6 %, was bedeutet, dass bis zum Zieljahr 24 % der Gebäude saniert werden würden. Im Abgleich mit dem Hauptszenario ist erkennen, dass etwas weniger saniert wird, da durch höheren Anteil an Wärmenetzanschlüssen Sanierung weniger wirtschaftlich ist im Vergleich zum Hauptszenario. Dieser Unterschied ist in Summe jedoch nur wenig nennenswert.

Durch die Transformation des Wärmesektors werden die THG-Emissionen signifikant reduziert. In Abbildung 90 ist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen von 2025 bis zum Zieljahr 2040 in Abhängigkeit der Energieträger dargestellt. Im kompletten Verlauf bis zum Zieljahr macht Heizöl weiterhin große Teile der jährlichen Treibhausgasemissionen aus. Biomasse spielt durch die geringen Emissionsfaktoren hier nur eine geringe Rolle und die Emissionen durch strombasierte Heizungen sinken durch den erhöhten Anteil erneuerbarer Energien im Strommix trotz des intensiven Zubaus dieser Heizungen. Aus diesem Grund verursachen auch die Wärmenetze nur geringe THG-Emissionen. Die gesamten Treibhausgasemissionen in der Florstädter Wärmeversorgung sinken auf 36,7 Tsd. t im Jahr 2030, 14,9 Tsd. t im Jahr 2035 und letztendlich 4,4 Tsd. t im Zieljahr 2040. Dies entspricht dann einer Reduktion von 90 % und ist somit mit dem Hauptszenario vergleichbar.

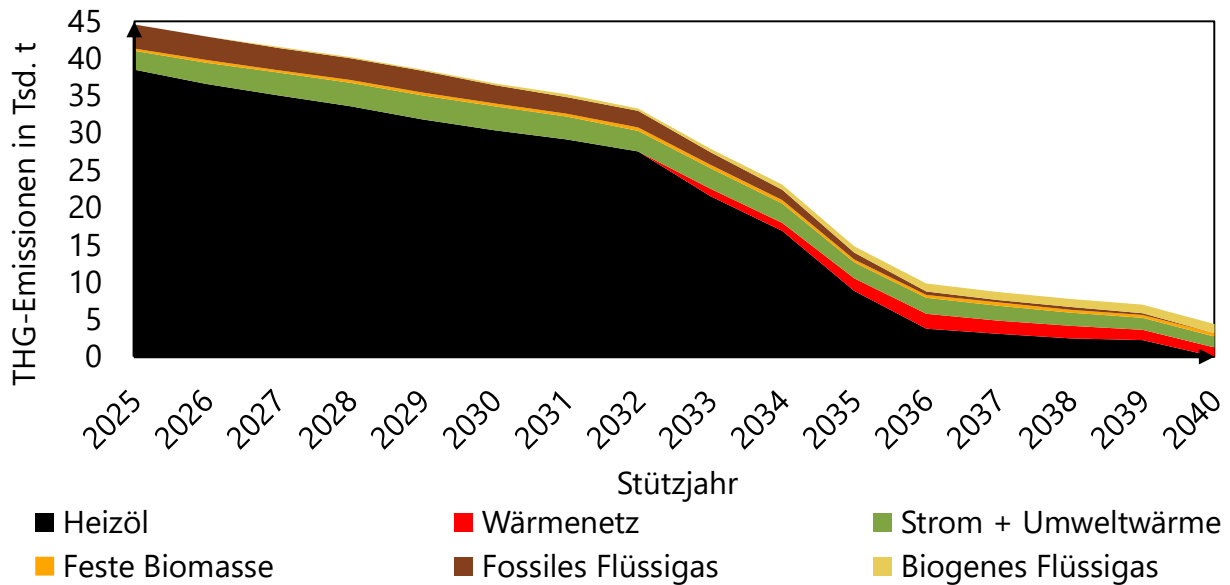


Abbildung 90: Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2040 (Nebenszenario)

In Abbildung 91 ist die absolute und relative Anzahl an Gebäuden dargestellt, welche an Wärmenetzen angeschlossen sind. Im Bestand und im Stützjahr 2030 gibt es noch keine Wärmenetze in Florstadt. Durch den Ausbau des Fernwärmenetzes in den Stadtteilen Nieder- und Ober-Florstadt sowie Stammheim (siehe Abbildung 87) steigt die Anzahl an Gebäuden mit Wärmenetzanschlüssen bis zum Stützjahr 2035 auf 464 Gebäude (entspricht 16 % aller Gebäude). Durch die Inbetriebnahme zwei weiterer Bauabschnitte steigt die Gebäudeanzahl bis zum Zieljahr 2040 auf 646 Gebäude (entspricht 23 %).

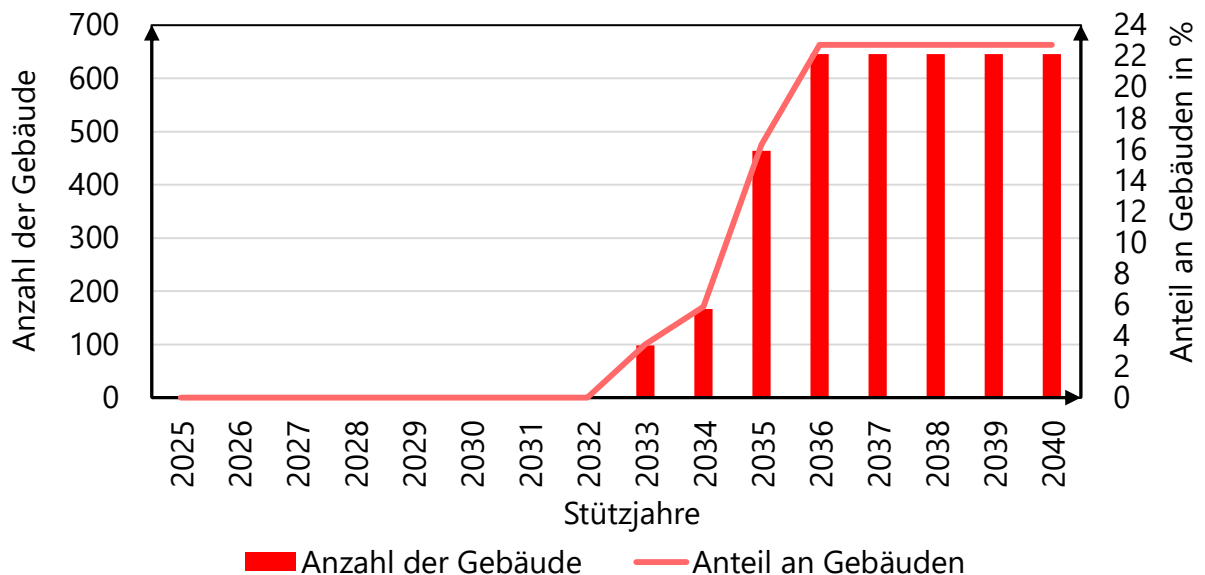


Abbildung 91: Anzahl der Gebäude an Wärmenetzen (Nebenszenario)

In Abbildung 92 wird der Wärmebedarf, der über Wärmenetze gedeckt wird, absolut und relativ zur gesamten Wärmeversorgung dargestellt. Wie bereits im Kontext von Abbildung 91 dargelegt, entspricht der Wärmebedarf im Status quo und im Stützjahr 2030 null. Im Stützjahr 2035 liegt der über

Wärmenetze gedeckter Wärmebedarf bei 27,1 GWh, was wiederum einem Anteil von 19 % der gesamten Wärmeversorgung in Florstadt entspricht. Bis zum Zieljahr 2040 steigt dies auf 36,2 GWh (26 % des gesamten Wärmebedarfs). Im Gegensatz zum Wärmenetz in Nieder- und Ober-Florstadt, welches in beiden Szenarien auf einem strombasierten Erzeugerportfolio basiert, wird für das Wärmenetz in Stammheim ein Erzeugerportfolio mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und einem Biomasseheizkessel angesetzt. Dieses bedeutet einen Anteil der Biomasse am Wärmebedarf von 30 % sowie 70 % von Strom und Umweltwärme über die Wärmepumpe.

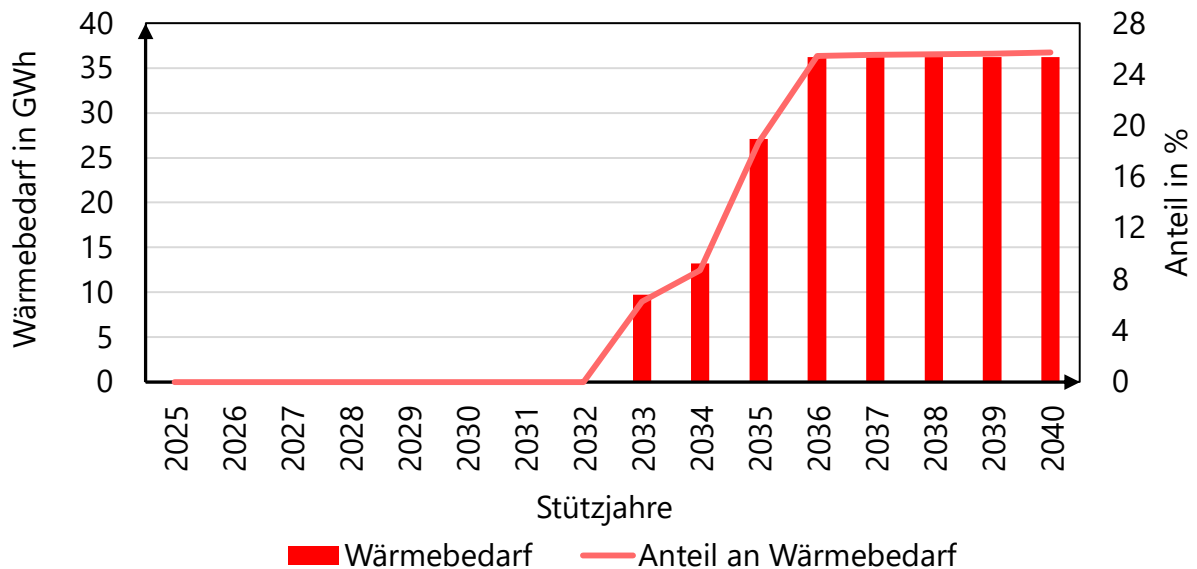


Abbildung 92: Wärmebedarf der Gebäude an Wärmenetzen (Nebenszenario)

Die installierte elektrische Leistung, durch die im Nebenszenario verteilten Heizungen, unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeitskurve aus [49] für das Zieljahr 2040 ist auf Baublockebene in Abbildung 93 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass flächendeckend hohe Belastungen durch die strombasierten Heizungen erwartet werden können. Insgesamt 38 % der Baublöcke weisen eine Belastung von mindestens 100 kW elektrischer Leistung auf. Im Abgleich zum Hauptszenario zeigt sich durch die Inbetriebnahme des Wärmenetzes in Stammheim, dass dort die Belastungen auf die Niederspannungsebene geringer sein würden.

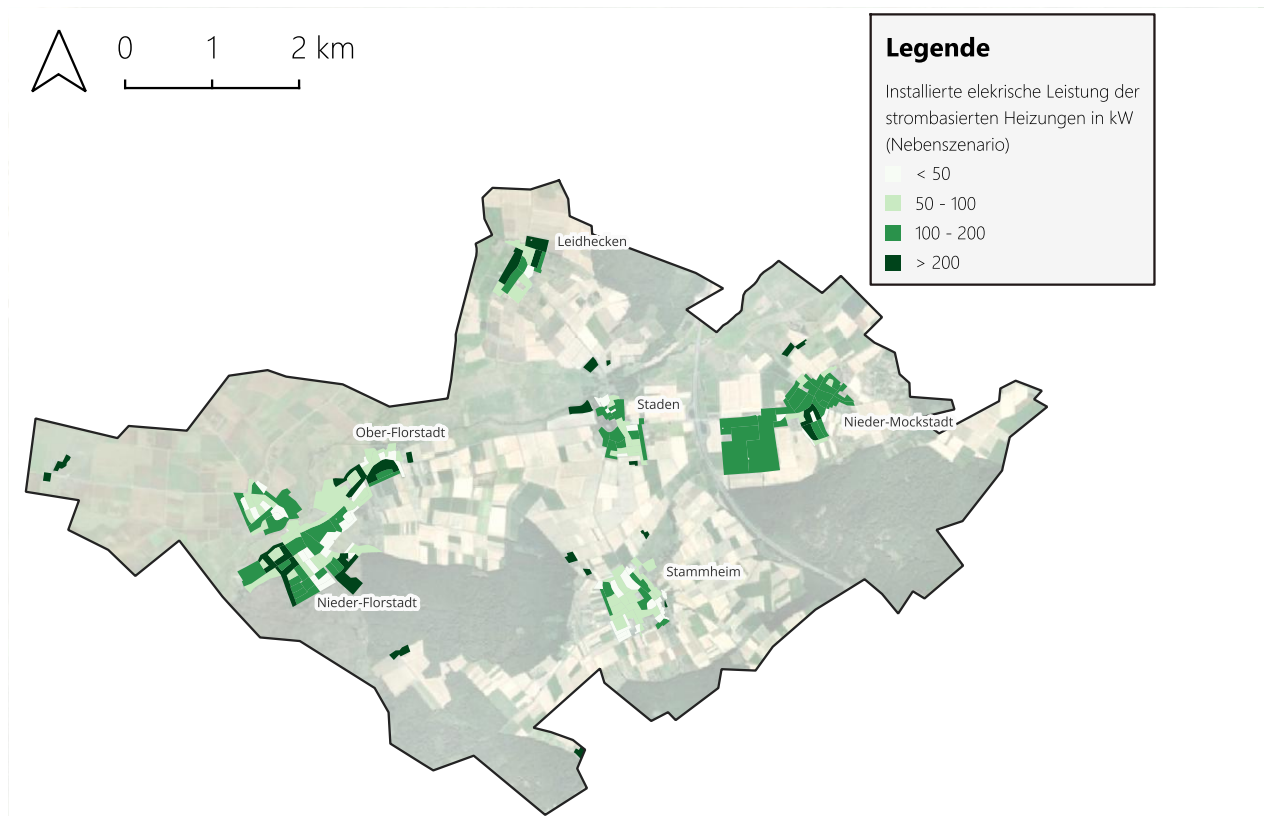


Abbildung 93: Elektrische Leistung der strombasierten Heizungen im Zieljahr 2040 auf Baublockebene (Nebenszenario)

Auf das komplette Stadtgebiet bezogen liegt die elektrische Belastung unter Annahme eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,78 bei 13,3 MW [49]. Vereinfacht entspricht dies der Kapazität von 33 Ortsnetzstationen der Bemessungscheinleistung 400 kVA. Entsprechend ist die Rückwirkung auf das gesamte Stadtgebiet durch dezentrale Heizungen ebenso geringer als im Hauptszenario. Jedoch muss die zusätzliche Leistung der zentralen Wärmepumpe für das Wärmenetz im Kontext der Rückwirkung auf die Mittelspannungsebene noch berücksichtigt werden.

6 Maßnahmenkatalog

Die nachfolgenden Kapitel bündeln einen Strategie- und Maßnahmenkatalog, der die entscheidenden Hebel für eine zukunftsfähige und klimafreundliche Wärmeversorgung in Florstadt aufzeigt. Er stützt sich auf die Ergebnisse der vorangegangenen Analysen und Szenarien und übersetzt diese in konkrete Handlungsoptionen, die sowohl kommunikative Maßnahmen der Stadtverwaltung als auch infrastrukturelle Weichenstellungen für die aktuellen und potenziellen zukünftigen Netzbetreiber umfassen. Im Zentrum steht nicht allein die fachliche Machbarkeit, sondern ebenso die gemeinsame Verantwortung, die notwendigen Schritte rechtzeitig und koordiniert einzuleiten. Denn die Transformation des Wärmesektors ist mehr als eine technische Aufgabe: Sie erfordert Weitblick, Entschlossenheit und Kooperation zwischen Verwaltung, Energieversorgern, Wirtschaft und Bürgerschaft.

Tabelle 11: Maßnahmenübersicht

Nr.	Maßnahmenbezeichnung	Verantwortlich	Kategorie	Priorität	Zeitraum
1	Machbarkeit Wärmenetz (BEW)	Kommune, Netzbetreiber	Netze und Infrastruktur	Hoch	in 2026-2027
2	Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung	Kommune	Stadtplanung	Mittel	ab 2027
3	Erstellung einer Beratungsplattform	Kommune	Öffentlichkeitsarbeit	Mittel	bis Ende 2026
4	Städtebauliche Sanierungsgebiete	Kommune	Öffentlichkeitsarbeit	Mittel	ab 2026
5	Sanierungsberatung in Quartieren mit besonderem Sanierungsbedarf	Kommune	Öffentlichkeitsarbeit	Mittel	2026-2028
6	Stromnetzplanung	Netzbetreiber	Netze und Infrastruktur	Hoch	2026, fortlaufend
7	Digitale Bürgerinformation über die Wärmewende	Kommune	Öffentlichkeitsarbeit	Mittel	2026, fortlaufend
8	Jährliche Infoveranstaltungen mit den Bürgern und Stakeholdern	Kommune	Öffentlichkeitsarbeit	Hoch	2026, fortlaufend
9	Regelmäßiger Stakeholderaustausch zur Wärmewende	Kommune	Öffentlichkeitsarbeit	Mittel	2026, fortlaufend
10	Integrierte Tiefbauplanung	Kommune und Netzbetreiber	Netze und Infrastruktur	Mittel	bis 2028
11	Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Wärmebedarfsreduktion kommunaler Liegenschaften und Umsetzung & Umstellung der kommunalen Liegenschaften auf erneuerbare Heizsysteme	Kommune	Bau- und Sanierungsvorhaben	Hoch	2026
12	Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung	Kommune	Netze und Infrastruktur	Niedrig	2031

6.1 Machbarkeitsstudie Wärmenetze

Ein logischer erster Schritt nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung, ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien zu den identifizierten Wärmenetzeignungsgebieten. Diese Maßnahme soll in einem ersten Schritt die Eignung von Nieder-Florstadt und Ober-Florstadt für die Etablierung einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung plausibilisieren. Abhängig von dem Ergebnis dieser Untersuchung kann in einem zweiten Schritt die Untersuchung der Machbarkeit des identifizierten Gebiets in Stammheim erfolgen. Sofern sich die Machbarkeit in Nieder-Florstadt und Ober-Florstadt nicht bestätigt, sollte von der zweiten Untersuchung abgesehen werden.

Nachdem Netzprojekte wie beschrieben durch die Planungen, wie die kommunale Wärmeplanung, als potenziell geeignet identifiziert wurden, gilt es, deren Machbarkeit zu konkretisieren, um fundierte Entscheidungen treffen zu können. Voraussetzung ist der klare Wille der Verantwortlichen, sei

es von der Kommune oder potenziellen Betreibern, diese Projekte weiter zu verfolgen und deren Machbarkeit prüfen zu lassen. Die Durchführung und Projektleitung hat oftmals der zukünftige Wärmenetzbetreiber inne. Dieser erwartet gegebenenfalls, dass sich die Kommune mit einem Eigenanteil an der Finanzierung der Studie beteiligt, es sind aber auch andere Konstellationen denkbar.

Die Maßnahme sollte zeitnah nach Abschluss der KWP gestartet werden, um den roten Faden der Wärmeplanung aufzugreifen und eine bessere Basis für durch Wärmenetze beeinflusste Planungen, z.B. der Stromnetzinfrasturktur, zu ermöglichen. Die eigentliche Machbarkeitsstudie als reine Planungsmaßnahme nimmt in der Regel 6 bis 12 Monate in Anspruch.

Als erster Schritt ist die Finanzierung der Studie zu klären. Dies kann entweder durch Beantragung von Fördermitteln im Rahmen der BEW-Förderung oder durch alternative Finanzierungsquellen erfolgen. Gegebenenfalls ist eine Ausschreibung der Planungsleistung erforderlich, um geeignete Partner für die Studie zu gewinnen. Daraufhin erfolgt die eigentliche Untersuchung der Wärmenetzmachbarkeit nach den Vorgaben, beispielsweise des BEW-Merkblatts. Dabei werden unter anderem folgende Aspekte beleuchtet: die Auflistung der potenziellen Projektbeteiligten bzw. Akteure (darunter Kommune, Fachplaner und mögliche Betreiber), die Analyse des Standorts (Innenstadt, Kläranlage, Freiflächen, etc.) und der spezifischen Bedingungen für das geplante Wärmenetzsystem, die Entwicklung eines Konzepts für das Wärmenetz (einschließlich technischer und wirtschaftlicher Parameter) und die Erstellung eines Zeitplans sowohl für die Machbarkeitsstudie als auch für den späteren Bau des Wärmenetzes.

Die Kosten für die Machbarkeitsstudie bewegen sich in einem Bereich von 20.000 bis 200.000 Euro, können jedoch je nach Projektumfang auch darüber hinausgehen. Grund für diese hohe Spanne ist der variable Umfang der Planungsleistungen. Diese sind nach BEW in verschiedene Module gegliedert, die aufeinander aufbauen, dabei reichen diese von einer ersten Projektskizze, über die eigentliche Machbarkeitsstudie und systemische Förderung bis hin zur Betriebskosten-Förderung nach dem Bau des eigentlichen Netzes. Dabei sind alle Module mit entsprechenden Planungsleistungen verbunden, die je nach Verlauf der Studie in ihrem Umfang variieren und somit variable Kosten verursachen können. Die Ausarbeitung der Machbarkeitsstudie umfasst eine detaillierte Projektierung und Anlagendimensionierung einschließlich der Auslegung von Erzeugerstruktur und Wärmespeichern, die Identifikation geeigneter Grundstücke für den Bau von Heizzentralen und Leitungen sowie die Prüfung der Erwerbsmöglichkeiten und der damit verbundenen Kosten. Darüber hinaus beinhaltet sie die Konzeption der rechtlichen und organisatorischen Struktur des Wärmenetzes (Eigentums- und Betreibermodelle), die Trassierung der Leitungsinfrastruktur, die Klärung erforderlicher Genehmigungen sowie weitere projektrelevante Abstimmungen und Analysen. Die exakten Kosten für den späteren Netzausbau sind zum jetzigen Zeitpunkt nicht verlässlich zu bestimmen, was durch die Machbarkeitsstudie jedoch ebenfalls näher spezifiziert werden muss.

Der Kostenträger der Studie können die Kommune, der Netzbetreiber, oder ein potenzieller Dritter sein, je nachdem wer das Wärmenetz betreiben wird. Ein Teil der Finanzierung der Machbarkeitsstudie kann über die BEW-Förderung erfolgen, welche Planungskosten zu 40 % und den Bau und den Betrieb des Netzes bis zu 50 % fördert. Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie für Wärmenetze ist ein notwendiger Schritt, um langfristig nachhaltige und wirtschaftliche Lösungen für die kommunale Wärmeversorgung zu schaffen. Die frühzeitige Klärung von Finanzierung und Zuständigkeiten

sowie eine strukturierte Herangehensweise an die Planung sind entscheidend für den Erfolg der Maßnahme.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Wärmenetzmachbarkeitsstudie
Maßnahmenbeschreibung	Eine Wärmenetzmachbarkeitsstudie nach BEW (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) ist eine technisch-wirtschaftliche Voruntersuchung, die prüft, ob und wie sich ein klimaneutrales Wärmenetz wirtschaftlich und praktisch realisieren lässt. Sie ist Modul 1 von 4 der Förderung im Rahmen der BEW und beinhaltet insbesondere Planungsleistungen angelehnt an die Leistungsphasen HOAI 1-4
Voraussetzungen	Potenzielle Wärmenetze, die durch die KWP (oder andere Ansätze) identifiziert wurden und für die bisher keine Machbarkeitsstudie vorliegt.
Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenstart: Zeitnah nach KWP ▪ Maßnahmendauer: 6 bis 12 Monate (nur Planungsmaßnahmen)
Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erfüllung der Voraussetzung (siehe oben) und Wille der weiteren Prüfung der Machbarkeit von Wärmenetzen von den Verantwortlichen (Kommune / potenzieller Wärmenetzbetreiber) 2. Beantragung von Fördermitteln über die BEW-Förderung und Finanzierung der Untersuchung aus anderen Mitteln 3. Ausschreibung der Planungsleistung 4. Untersuchung der Wärmenetzmachbarkeit z.B. nach den Anforderungen nach BEW <ol style="list-style-type: none"> a) Auflistung der voraussichtlichen Projektbeteiligten b) Lage/Standort des geplanten Wärmenetzsystems c) Konzept des Wärmenetzes, hierbei ist insbesondere die detaillierte Analyse der Machbarkeit einer Wärmeentnahme aus der Versetalsperre zu analysieren d) Zeitplanung Machbarkeitsstudie e) Zeitplanung Bau des Wärmenetzes
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erwartete Kosten: 20-200 Tsd. € ggf. noch mehr; ▪ Kosten für (nachgelagerten) Netzausbau können nicht verlässlich abgeschätzt werden ▪ Kostenträger: Zukünftiger Wärmenetzbetreiber (z.B. Netzversorger), ggf. in Kombination mit der Kommune, sowie den Fördermitteln
Finanzierungsmechanismen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosten könnten durch einen potenziellen externen Wärmenetzbetreiber getragen werden ▪ Kosten können bis zu 50 % über BEW-Förderung gedeckt werden

6.2 Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung

Die Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung stellt sicher, dass die in der kommunalen Wärmeplanung erarbeiteten Erkenntnisse und Zielsetzungen rechtlich wirksam und planerisch verbindlich werden. Damit wird aus einer strategischen Analyse ein steuerndes Instrument, das die räumliche Entwicklung Florstadts langfristig prägt. Diese Maßnahme kann unmittelbar nach Abschluss der KWP angestoßen werden und erfordert vor allem interne Abstimmungsprozesse, sodass der vorgesehene Zeitraum realistisch und die Kosten überschaubar sind. Relevant wird dieser Prozess insbesondere nach den weiterführenden Erkenntnissen zur Machbarkeitsstudie für den Bau neuer Wärmenetze.

Die kommunale Planungshoheit ermöglicht Florstadt dabei einen Einfluss auf den weiteren Prozess zu nehmen. Dies eröffnet die Möglichkeit, in Bebauungsplänen und Flächennutzungsplänen verbindliche Festsetzungen vorzunehmen, die auf die Wärme- und Energieziele abgestimmt sind. Denkbar sind zum Beispiel Flächenreserven für Energieinfrastrukturen wie Wärmespeicher, Geothermieanlagen oder Wärmepumpen einzuplanen.

Für die Umsetzung sind insbesondere folgende städtische Dienststellen federführend einzubinden:

- Bauleitplanung
- Bauverwaltung
- sowie weitere Querschnittsämter wie das Klimaschutzmanagement

Eine klare Benennung dieser Adressaten fördert Verbindlichkeit, erleichtert die Koordination und macht Verantwortlichkeiten für Verwaltung, Politik und Öffentlichkeit transparent. Indem Florstadt diese Maßnahme entschlossen vorantreibt, kann sie sicherstellen, dass ihre Wärmeziele dauerhaft in der räumlichen Entwicklung verankert werden und der Wärmeplan als steuerungswirksamer Baustein der kommunalen Bauleitplanung wirkt.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung
Maßnahmenbeschreibung	Verankerung der Ergebnisse und Zielbilder der kommunalen Wärmeplanung in Flächennutzungs- und Bebauungspläne. Dadurch sollen energetische Zielsetzungen frühzeitig im planerischen Verfahren berücksichtigt werden.
Voraussetzungen	Vorliegen der Kommunalen Wärmeplanung Die KWP ist bei Bauleitplanungen und „flächenbedeutsamen Planungen“ zu berücksichtigen: Nach § 27 (3) WPG sind die Wärme- und ggf. Wasserstoffnetzeignungsgebiete in Abwägungs- und Ermessensentscheidungen zu berücksichtigen bei einer Aufstellung, Änderung, Ergänzung oder Aufhebung eines Bauleitplans und einer anderen flächenbedeutsamen Planung oder Maßnahme einer öffentlichen Stelle [...]
Zeitlicher Horizont	Beginnend mit der Fertigstellung der KWP

Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. (Fortführung der) Beteiligung der verwaltungsinternen Gruppe „Kommunale Wärmeplanung/Klimaschutzmanagement“ an verwaltungsinternen Planungsrunden, Beteiligungen im Rahmen von Bauleitplanverfahren (Flächennutzungs- und Bebauungspläne) und anderer (informeller) städtebaulicher Planungen (etwa Satzungen) 2. Ggf. Beteiligung bei Vorlagen für politische Gremien 3. (Fortführung der) Einbindung von der verwaltungsinternen Gruppe „Kommunale Wärmeplanung/Klimaschutzmanagement“ in strategische Planungen (bspw. Leitlinien für kommunale Liegenschaften)
Kostenplanung	Kostenaufwand: personelle Ressourcen
Finanzierungsmechanismen	Nicht relevant

6.3 Erstellung einer Beratungsplattform

Die Konzeption einer zentralen Beratungsplattform, soll private Eigentümer, Unternehmen und weitere Akteure gezielt bei der Umsetzung energetischer Sanierungsmaßnahmen unterstützen. Ziel ist es, bestehende Beratungsstrukturen zu bündeln, Zugänge zu vereinfachen und vorhandene Angebote effizienter nutzbar zu machen. Auf diese Weise können Hemmnisse beim Einstieg in energetische Sanierungen abgebaut, Synergien zwischen städtischen, privaten und institutionellen Angeboten gestärkt und Beratungslücken gezielt geschlossen werden.

Der sofortige Beginn dieser Maßnahme ist sinnvoll, da sie vorbereitend auf tiefgreifende Schritte wirkt, etwa auf konkrete Investitionsentscheidungen in Gebäudeeffizienz oder auf den Ausbau erneuerbarer Wärmequellen. Die Kosten für Konzeption und Öffentlichkeitsarbeit sind im Verhältnis zum langfristigen Nutzen überschaubar und können, soweit diese förderfähig sind, teilweise durch externe Finanzierungsinstrumente abgedeckt werden.

Besonders wichtig ist eine klare Zuordnung der Zuständigkeiten innerhalb der Stadtverwaltung. Neben dem Klimaschutzmanagement ist insbesondere die Bauleitplanung gefragt.

Praktisch könnte die Beratungsplattform in mehreren, sich ergänzenden Formaten realisiert werden. Digital bietet sich ein übersichtlich gestaltetes Online-Portal an, das alle Beratungs- und Fördermöglichkeiten bündelt, einen interaktiven Sanierungs-Check, Terminbuchungen für Energieberatungen und direkte Kontaktoptionen enthält. Physische Anlaufstellen, etwa Beratungsinselformen im Rathaus oder temporäre Infopoints in Stadtteilen und Quartieren, ermöglichen den persönlichen Austausch und schaffen Vertrauen. Ergänzend können mobile Beratungsangebote wie ein Energieberatungs-Bus oder regelmäßige Sanierungssprechstunden in Bürgerzentren etabliert werden. Auch Kooperationen mit lokalen Handwerksbetrieben, der Verbraucherzentrale oder regionalen Energieagenturen können das Angebot erweitern und für mehr Praxisnähe sorgen. Durch die Kombination dieser Formate entsteht eine breit zugängliche, serviceorientierte Plattform, die unterschiedliche Zielgruppen erreicht und dauerhaft eine hohe Reichweite sicherstellt.

Mit der Umsetzung dieser Beratungsplattform schafft Florstadt nicht nur einen niedrighwelligen Zugang zu fachlicher Unterstützung, sondern setzt auch ein klares Signal: Die Stadt fördert aktiv die

Energieeffizienz im Gebäudebestand, stärkt die Eigeninitiative von Eigentümern und beschleunigt so den Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Erstellung einer Beratungsplattform (für die zur Verfügung stehenden Beratungsangebote im Bereich energetische Gebäudesanierung sowie Förderung und Ausweitung des Angebots)
Maßnahmenbeschreibung	Aufbau einer zentralen Beratungsplattform, die bestehende städtische, private und institutionelle Energieberatungsangebote erhebt, strukturiert darstellt und vernetzt. Ziel ist es, Beratungslücken zu schließen, Zugänglichkeit und Transparenz zu verbessern und durch digitale und physische Formate unterschiedliche Zielgruppen zu erreichen. Dazu gehören ein Online-Portal mit Sanierungs-Check, Terminbuchung und Förderübersicht, Beratungsinseln im Rathaus, mobile Infopoints in den Quartieren sowie Kooperationen mit Handwerksbetrieben, Verbraucherzentrale und regionalen Energieagenturen. Durch diese integrierte Struktur wird die Eigeninitiative von Eigentümern gestärkt und die Umsetzung energetischer Sanierungen beschleunigt.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorhandene städtische, private und institutionelle Beratungsangebote im Bereich energetische Gebäudesanierung. ▪ Bereitschaft zur Kooperation zwischen Verwaltung, Energieagenturen, Handwerk und Wohnungswirtschaft.
Zeitlicher Horizont	Umsetzungsbeginn bis Ende 2026 mit sukzessiver Weiterentwicklung und langfristiger Verstetigung.
Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erstellung einer umfassenden Übersicht der bestehenden Beratungsangebote (städtisch, privat, institutionell). 2. Vernetzung und Bündelung der Angebote zu einem zentralen digitalen und physischen Zugangsportale. 3. Konzept zur Steigerung der Beratungskapazitäten, z. B. Schulung neuer Berater und Einführung digitaler Beratungsformate. 4. Öffentlichkeitskampagne, um Bekanntheit und Akzeptanz zu erhöhen und die Vorteile energetischer Gebäudesanierungen hervorzuheben.
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interne Personalkapazitäten: einmalig ca. 5.000 € bis 15.000 € (inkl. periodischer Updates). ▪ Zusätzlicher Budgetbedarf für eine externe Kommunikations- und Werbekampagne (ca. 20.000 Euro).
Finanzierungsmechanismen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ggf. Förderung möglich (Details sind zu prüfen) ▪ Kommune muss das über den Haushalt tragen (bei Mehrkosten)

6.4 Städtebauliche Sanierungsgebiete

Im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung empfiehlt sich die gezielte Initiierung städtebaulicher Sanierungsgebiete in Florstadt, um die Umsetzung von Maßnahmen zur energetischen Erneuerung zu bündeln und zu beschleunigen. Gerade in Quartieren mit hohem Sanierungsbedarf und

gleichzeitigem geringen Potenzial für leitungsgebundene Wärmeversorgung kann durch die Kombination städtebaulicher und energetischer Ziele eine besonders wirksame Transformation angestoßen werden. Die förmliche Festlegung solcher Gebiete nach §§ 136 ff. BauGB ermöglicht es der Stadt, zusätzliche Fördermittel aus der Städtebauförderung zu nutzen, Investitionen privater Eigentümerinnen sowie Eigentümer durch steuerliche Anreize zu fördern und eine koordinierte Quartiersentwicklung im Sinne der Wärmewende einzuleiten. Die Maßnahme schafft so einen integrierten Rahmen, um die Umsetzung des Wärmeplans strategisch zu verankern, Synergien zu nutzen und die Transformation sozialverträglich zu gestalten.

Für die Auswahl geeigneter städtebaulicher Sanierungsgebiete in Florstadt lassen sich auf Basis der verfügbaren Analysen insbesondere Staden, Leidhecken und Nieder-Mockstadt identifizieren. In diesen Gebieten wurde ein überdurchschnittliches energetisches Sanierungspotenzial identifiziert, jedoch keine technische oder wirtschaftliche Eignung für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung festgestellt. Unter diesen Rahmenbedingungen führt die energetische Sanierung der Gebäudehülle und Anlagentechnik zu einer signifikanten Reduktion des spezifischen Wärmebedarfs und damit der Betriebskosten der dezentralen Heizsysteme. Gleichzeitig wird die Effizienz alternativer Versorgungslösungen, insbesondere von Wärmepumpensystemen, verbessert, ohne dass dadurch der potenzielle Wärmemarktanteil oder die Wirtschaftlichkeit eines möglichen Wärmenetzes negativ beeinflusst wird.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Initiierung städtebaulicher Sanierungsgebiete zur gezielten Umsetzung von Wärmeplanungsmaßnahmen
Maßnahmenbeschreibung	Nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung sollen geeignete Quartiere mit hohem Sanierungsbedarf und strategischer Bedeutung für die Wärmewende als städtebauliche Sanierungsgebiete gemäß §§ 136 ff. BauGB ausgewiesen werden. Ziel ist es, energetische Sanierungen und die Erneuerung von Heizsystemen planerisch, rechtlich und finanziell zu bündeln. Die förmliche Festlegung als Sanierungsgebiet schafft Zugang zu Städtebaufördermitteln, erhöht den kommunalen Handlungsspielraum und fördert Investitionen privater Eigentümer durch steuerliche Anreize.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifizierte städtebauliche Missstände in den betroffenen Quartieren ▪ Politischer Beschluss zur Einleitung vorbereitender Untersuchungen
Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenstart: zeitnah nach Ende der kommunalen Wärmeplanung ▪ Maßnahmendauer: Einige Monate je Quartier für die Initiierung, die Umsetzung dauert dann mehrere Jahre und ist ein langfristiger Prozess
Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auswahl geeigneter Quartiere aus der Wärmeplanung (u.a. Staden, Leidhecken und Nieder-Mockstadt) 2. Durchführung vorbereitender Untersuchungen (§ 141 BauGB) 3. Beschluss zur förmlichen Festlegung durch die Stadtverordnetenversammlung 4. Erarbeitung eines Sanierungsrahmenplans / integriertem Stadtentwicklungskonzepts 5. Verzahnung mit BEW-Anträgen und weiteren Förderkulissen 6. Umsetzung baulicher, energetischer und infrastruktureller Maßnahmen

Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorbereitung und Planung: ca. 50.000 bis 150.000 € ▪ Maßnahmenumsetzung je Quartier: mehrere 100.000 bis mehrere Mio. € (je nach Umfang und Gebiet)
Finanzierungsmechanismen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Städtebauförderung (Bund/Land) ▪ Kommunaler Eigenanteil ▪ Steuerliche Anreize für Eigentümer (§ 7h EStG) ▪ Synergien mit BEW-Fördermitteln und Mitteln aus dem Klima- und Transformationsfonds ▪ Kofinanzierung über Programme wie den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums in strukturschwachen Regionen

6.5 Sanierungsberatung in Quartieren mit besonderem Sanierungsbedarf

Eine quartiersbezogene Energieberatung in Florstadt kann wesentlich zur Aktivierung von Sanierungspotenzialen beitragen, indem sie direkt in den Wohngebieten ansetzt und vorhandene Beratungsstrukturen systematisch ergänzt. Aufbauend auf dem bestehenden Beratungsangebot der Verbraucherzentrale Hessen, insbesondere im Bereich der Energie- und Gebäudeberatung zu Sanierung, Heizungsumstellung und Fördermitteln, soll das Angebot in Florstadt gezielt fortgeführt, gebietsbezogen vertieft und durch aufsuchende Formate erweitert werden.

Die quartiersbezogene Beratung nutzt beispielsweise die in Kapitel 6.3 beschriebene Plattform sowohl als technische Infrastruktur (z. B. für Terminmanagement, Dokumentation und Fördermittelübersicht) als auch als inhaltliche Schnittstelle zwischen lokaler Energieberatung, Handwerk, Verbraucherschutz und Verwaltung. Damit entsteht ein integriertes Beratungssystem, das Synergien zwischen städtischen, privaten und institutionellen Angeboten (z. B. der LandesEnergieAgentur Hessen, der Verbraucherzentrale oder regionaler Energieberater) herstellt und Beratungslücken schließt.

Langfristig soll die quartiersbezogene Energieberatung zudem in die Planung und Umsetzung städtebaulicher Sanierungsgebiete eingebunden werden. Diese Gebiete bieten den geeigneten Rahmen, um energetische und städtebauliche Maßnahmen zu bündeln, Fördermittel aus der Städtebauförderung zu mobilisieren und die Transformation sozialverträglich zu gestalten. In Quartieren wie Staden, Leidhecken und Nieder-Mockstadt, die überdurchschnittliche Sanierungspotenziale, jedoch keine Eignung für leitungsgebundene Wärmeversorgung aufweisen, kann so eine gezielte Dekarbonisierungsstrategie umgesetzt werden.

Der vorgesehene Umsetzungszeitraum (2026–2028) erlaubt eine schrittweise Realisierung in mehreren Schwerpunktquartieren, beginnend in Gebieten mit besonders hohem Sanierungsbedarf, etwa in den Wohnbereichen in Nieder-Mockstadt.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Sanierungsberatung in Quartieren mit besonderem Sanierungsbedarf (Energiekarawane)
Maßnahmenbeschreibung	Gezielte aufsuchende Beratung von Haushalten in ausgewählten Quartieren zur energetischen Gebäudesanierung. Ziel ist die Aktivierung von Sanierungsvorhaben durch direkte Ansprache und niederschwellige Unterstützungsangebote.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einordnung der Maßnahme: Beratungsangebot initiiert über die Kommune für bestimmte Quartiere (Individualberatung) über einen festgelegten Zeitraum. In Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale oder lokalen Energieberatern. ▪ Identifikation von Gebieten mit erhöhtem Sanierungspotenzial, wie z.B. Staden, Leidhecken oder Nieder-Mockstadt im Rahmen der KWP
Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abhängig von der Anzahl an Quartieren ▪ Beratungszeitraum für jedes Quartier über mehrere Wochen/Monate je Größe des Quartiers ▪ Potenziell iterativ wiederholend je Quartier in Abhängigkeit von Nachfrage und Erfolg ▪ Mittelfristige Maßnahme: 2-4 Jahre (je nach Größe und Anzahl der Quartiere)
Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quartiere auswählen und in Zeitschiene einordnen (z.B. nach Priorität: Sanierungspotenzial, ggf. auch Sanierungswahrscheinlichkeit, welche man auf Basis sozio-ökonomischer Faktoren (Einkommen, Eigentümerstruktur etc.) ermitteln könnte) 2. Mitwirkungsbereitschaft potenzieller Partner (z.B. Verbraucherzentrale, Energieeffizienzexperten, Heizungsbauer etc.) erfragen und Bedingungen der Zusammenarbeit definieren 3. Maßnahme bewerben und die jeweiligen Quartiere auf das Beratungsangebot hinweisen (zum Beispiel auch mit initialer Veranstaltung) 4. Beratung durchführen 5. Erfolg monitoren (Standardisierte Fragebögen z.B. 12-18 Monate nach Beratung; oder Erfassung der durchgeführten Beratungen je Quartier)
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kostenträger: Kommune ▪ Beispiel aus einer Mittelstadt: 40 Tsd. Euro netto in Summe für 3 Jahre: 15 Tsd. für Einmalgebühr der Karawane, 20 Tsd. für Beratungshonorare, 5 Tsd. für Werbematerial (Flyer und Plakate); 20 Fachtage für Personal der Kommune
Finanzierungsmechanismen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ggf. Förderung möglich (Details sind zu prüfen) ▪ Kommune müsste die Kosten über den Haushalt tragen (bei Mehrkosten)

6.6 Stromnetzplanung

Die Stromnetzplanung stellt eine essenzielle Grundlage für die Integration dezentraler Technologien und den Ausbau erneuerbarer Energien in Kommunen dar. Besonders in Gebieten, die einen starken Fokus auf dezentrale Lösungen legen, ist eine strategische Überprüfung und Anpassung der bestehenden Netzstruktur unabdingbar. Sollten bereits Stromnetzplanungen existieren, könnte es erforderlich sein, diese zu überarbeiten, um den aktuellen und zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden.

Die Maßnahmen zur Stromnetzplanung sollten zeitnah nach Projektabschluss der Kommunalen Wärmeplanung initiiert werden. Der gesamte Prozess, inklusive der Durchführung von Netzausbaumaßnahmen, ist jedoch langfristig angelegt und erfordert eine kontinuierliche Anpassung und Umsetzung.

Die Stromnetzplanung beginnt mit einer engen Abstimmung mit dem zuständigen Stromnetzbetreiber, um den aktuellen Stand der Netzplanung zu bewerten und den zeitlichen Rahmen für eine Über- oder Neuplanung zu definieren. Erste Gespräche haben im Laufe der Wärmeplanung bereits stattgefunden. Anschließend erfolgt die eigentliche Netzplanung, bei der sowohl bestehende als auch zukünftige Anforderungen berücksichtigt werden. Im nächsten Schritt werden konkrete Netzausbaumaßnahmen identifiziert. Diese bedürfen einer sorgfältigen Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden und weiteren relevanten Akteuren und werden nach der Planung schrittweise umgesetzt.

Da die Stromnetzplanung ein fortlaufender Prozess ist, welcher unabhängig von der Wärmeplanung in Florstadt durchgeführt wird, sind keine großen Mehrkosten für die Planung zu erwarten. Die Kosten für den Netzausbau lassen sich derzeit nicht verlässlich beziffern, da diese stark von den spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten abhängen. Der Stromnetzbetreiber übernimmt die Kosten für die Netzplanung und den Ausbau.

Die Stromnetzplanung ist ein entscheidender Schritt, um die Infrastruktur an die Anforderungen einer dezentralen und nachhaltigen Energieversorgung anzupassen. Sie erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen der Kommune und dem Stromnetzbetreiber sowie eine klare zeitliche und finanzielle Planung.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Stromnetzplanung
Maßnahmenbeschreibung	Analyse der zukünftigen Belastung und Ausbauanforderungen im Stromnetz unter Berücksichtigung von Elektrifizierungstrends (z. B. Wärmepumpen, E-Mobilität). Ziel ist es, Engpässe frühzeitig zu identifizieren und geeignete Maßnahmen zur Netzertüchtigung zu entwickeln.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starker Fokus in der Kommune (oder zumindest Teilgebiete) auf dezentrale Technologien. ▪ Wenn schon Stromnetzplanung vorhanden → Überplanung der bestehenden Infrastruktur, sofern erforderlich
Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenstart: zeitnah nach Projektende ▪ Maßnahmendauer: fortlaufend
Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Möglichst Rücksprache zwischen Stadt und Stromnetzbetreiber zum Stand der Netzplanung 2. Netzplanung seitens OVAG Netz GmbH durchführen 3. Netzausbaumaßnahmen identifizieren 4. Netzausbaumaßnahmen mit der Stadt abstimmen und durchführen
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erwartete Kosten: nur geringe Mehrkosten, da fortlaufender Prozess ▪ Kostenträger: Stromnetzbetreiber

Finanzierungsmechanismen

Finanzierung im Rahmen der Pflichtaufgabe des Stromnetzbetreibers

6.7 Digitale Bürgerinformation über die Wärmewende

Digitale Beteiligungs- und Informationsformate bieten die Möglichkeit, eine große Zahl von Bürgerinnen und Bürgern auf niedrigschwellige Weise zu erreichen und über zentrale Themen der Energiewende zu informieren. Nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung kann auf dieser Grundlage zielgerichtete, inhaltlich fundierte Informationen bereitgestellt werden. Etwa zu geplanten Wärmenetzen, Sanierungsangeboten oder Förderprogrammen.

In Florstadt sollen die digitalen Angebote das bestehende Informationsangebot der Stadt ergänzen und interaktiver gestalten, zum Beispiel durch eine Online-Karte mit geplanten Wärmeversorgungsgebieten, kurze Erklärvideos, digitale Bürgersprechstunden oder ein FAQ-Portal zur Wärmeversorgung. Damit werden sowohl Transparenz als auch Akzeptanz in der Bevölkerung gestärkt.

Die Kosten hängen vom technischen Umfang und der gewünschten Funktionalität ab, können jedoch modular aufgebaut und gestaffelt gesteuert werden, von einfachen Informationsseiten bis hin zu interaktiven Bürgerplattformen.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Digitale Bürgerinformation über die Wärmewende
Maßnahmenbeschreibung	Entwicklung und Betrieb digitaler Informationsplattformen oder Tools zur transparenten Darstellung der kommunalen Wärmewende. Ziel ist es, Bürgern niedrigschwellig und kontinuierlich zu informieren und zum Mitmachen zu motivieren.
Voraussetzungen	keine
Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wann mit Maßnahme starten: Je nach Priorisierung im Zusammenhang mit anderen Projekten ▪ Dauer der Maßnahme: kontinuierlich
Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sammlung von Themen und Formaten über die Bürger informiert werden können 2. Themen: Heizungswechsel/Wärmepumpe, Wärmepumpe, PV-Ausbau, anderer EE-Ausbau, dynamische Stromtarife uvm. 3. Formate: Städtische Homepage, digitale Veranstaltungen, Social Media
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erwartete Kosten: In Abhängigkeit des Aufwandes, kann das Budget variiert werden ▪ Kostenträger: Kommune
Finanzierungsmechanismen	Keine Förderungsmöglichkeiten bekannt, ggf. Förderung der Nationalen Klimaschutzinitiative

6.8 Jährliche Infoveranstaltungen mit den Bürgern und Stakeholdern

Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung etablierten Informations- und Beteiligungsformate haben gezeigt, dass eine transparente, regelmäßige und dialogorientierte Kommunikation entscheidend für den Erfolg der Wärmewende ist. Aufbauend auf den in Kapitel 9.1 bis 9.3 dargestellten Strukturen der Öffentlichkeitsarbeit und Bürgerbeteiligung sollen daher regelmäßige Informationsveranstaltungen mit Bürgerinnen, Bürgern und relevanten Stakeholdern auch nach Abschluss der eigentlichen Wärmeplanung fortgeführt werden.

Ziel dieser Maßnahme ist es, die begonnene Kommunikationskultur langfristig zu verstetigen, die Öffentlichkeit kontinuierlich über aktuelle Entwicklungen, Fördermöglichkeiten und Umsetzungsmaßnahmen im Bereich der Wärmewende zu informieren sowie den fachlichen Austausch zwischen den zentralen Akteuren insbesondere der OVAG Netz GmbH, Westfalengas, Handwerksbetrieben, Energieberatern, der LandesEnergieAgentur Hessen (LEA) und der Agenda-21-Gruppe Energie zu fördern.

Das Format der Veranstaltungen orientiert sich an den positiven Erfahrungen aus den bereits durchgeführten hybriden Bürgerinformationsveranstaltungen (vgl. Kapitel 9.3.1 und 9.3.2). Eine Kombination aus Impulsvorträgen, Messeständen und Dialogrunden hat sich als besonders geeignet erwiesen, um sowohl fundierte Informationen zu vermitteln als auch Raum für individuelle Fragestellungen zu bieten. Diese Formate sollen fortgeführt und gezielt mit neuen Inhalten zu Themen wie Heizungs-umstellung, Fördermittelberatung oder Quartierssanierung, ergänzt werden.

Inhaltlich sollen die Veranstaltungen eng mit den im Wärmeplan identifizierten Handlungsfeldern verknüpft werden. Hierzu zählen insbesondere die Energieberatungsangebote im Quartier, die geplante zentrale Beratungsplattform sowie die Initiierung städtebaulicher Sanierungsgebiete. Die Veranstaltungen dienen somit nicht nur der Information, sondern auch der Aktivierung und Vernetzung zwischen diesen Umsetzungsinstrumenten.

Die finanziellen Aufwendungen für diese Veranstaltungen bleiben überschaubar (oberer drei- bis niedriger vierstelliger Bereich je Veranstaltung) und stehen in einem günstigen Verhältnis zum langfristigen Nutzen. Fördermöglichkeiten für diese Maßnahme sind zwar nicht bekannt, jedoch gilt die Finanzierung angesichts der geringen Kosten als unproblematisch.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Jährliche Infoveranstaltungen mit den Bürgern und Stakeholdern
Maßnahmenbeschreibung	Organisation und Durchführung öffentlicher Veranstaltungen zur Vorstellung von Planungen, Ergebnissen und Umsetzungsoptionen im Bereich Wärme. Der Austausch mit Betroffenen fördert Akzeptanz, Transparenz und gegenseitiges Verständnis.
Voraussetzungen	Keine (Fokus kann variieren je nach Ergebnis der KWP)

Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenstart: direkt nach Projektende ▪ Maßnahmenabschluss: kontinuierliche Durchführung ▪ Regelmäßigkeit: ca. 1-mal im Jahr
Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Festlegung Rhythmus und Inhaltsfokus (allgemein) 2. Terminfindung, Ortsfindung und Klärung der potenziellen Partner (Energieversorger, Handwerk, Verbraucherschutz etc.) 3. Werbung/Einladung 4. Durchführung der Veranstaltung
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erwartete Kosten: je Workshop im mittleren drei- bis niedrigen vierstelligen Bereich
Finanzierungsmechanismen	-

6.9 Regelmäßiger Stakeholderaustausch zur Wärmewende

Lokale Netzwerke spielen eine zentrale Rolle bei der erfolgreichen Umsetzung und Verstetigung der Wärmeplanung. Durch die enge Zusammenarbeit kommunaler Akteure, Energieversorger, Wohnungswirtschaft, Gewerbebetriebe sowie qualifizierter Energieberaterinnen und Energieberater kann eine koordinierte, technisch fundierte und praxisorientierte Umsetzung der geplanten Maßnahmen gewährleistet werden.

Energieberater fungieren dabei als Bindeglied zwischen strategischer Planung und technischer Realisierung. Ihre Expertise ermöglicht die Bewertung von Gebäudezuständen, die Auswahl geeigneter Sanierungsmaßnahmen und Heizsysteme sowie die Beratung zu Förderprogrammen und Wirtschaftlichkeitsaspekten, wodurch die die Bürger bei der Umsetzung der Wärmewende maßgeblich unterstützen und ihnen Orientierung bieten.

Eine besondere Rolle kommt der lokalen Agenda-21-Gruppe Energie Florstadt zu, die sich diesem Jahr 2025 konstituiert hat und damit aktiv zur Sensibilisierung der Bevölkerung für Energieeffizienz und Klimaschutz beiträgt. Durch Informationsveranstaltungen, Bürgerberatung und lokale Projekte zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien verfügt die Gruppe über wertvolle Praxiserfahrung und ein hohes Maß an Bürgernähe. Ihre Einbindung in den Wärmeplanungsprozess stärkt die lokale Akzeptanz, fördert das bürgerschaftliche Engagement und ermöglicht die direkte Rückkopplung zwischen kommunaler Strategie und gesellschaftlicher Umsetzungsebene. Damit fungiert die Agenda-21-Gruppe als wichtige Schnittstelle zwischen Verwaltung, Fachplanung und Bürgerschaft.

Ein frühzeitiger Aufbau lokaler Netzwerke ist dringend zu empfehlen. Die organisatorischen und finanziellen Aufwände sind vergleichsweise gering, während der Nutzen in Form von kontinuierlichem Erfahrungsaustausch, institutionellem Lernen und verstetigter Umsetzungsdynamik erheblich ist.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Gründung einer Arbeitsgruppe bzw. eines regulären Stakeholderaustausches zur Wärmewende
Maßnahmenbeschreibung	Aufbau eines kontinuierlichen Formats zur Abstimmung, Koordination und Weiterentwicklung kommunaler Wärmewendeaktivitäten. Die Arbeitsgruppe dient als Plattform für Verwaltung, Versorger, Politik und Zivilgesellschaft.
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Politische Unterstützung ▪ Personelle Kapazitäten für Organisation und Moderation ▪ Zugang zu Räumlichkeiten ▪ Akzeptanz/Motivation der Stakeholder
Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenstart: Ab sofort ▪ Maßnahmendauer: kein festes Ende (im Zweifel bis zur Klimaneutralität)
Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teilnehmeridentifikation 2. Festlegen von Regelterminen 3. Themensammlung, inhaltliche Konzeption 4. Monitoring/Controlling der Verstetigung
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1.000 bis 2.000 € jährlich für anfallende Aufwände (z.B. Materialien, Getränke usw.) ▪ Kosten für Personalkapazität ▪ Kostenträger: Kommune
Finanzierungsmechanismen	-

6.10 Integrierte Tiefbauplanung

Die integrierte Tiefbauplanung ist ein zentrales Instrument, um verschiedene Infrastrukturausbauten, etwa für Wärme, Strom, Wasser, Gas, Glasfaser, Abwasser sowie Oberflächenerneuerung für Gehwege und Straßen, in einem gemeinsamen Planungsschritt effizient zu koordinieren und Synergien zwischen den beteiligten Akteuren zu schaffen.

Durch die Bündelung von Tiefbaumaßnahmen können mehrfache Aufgraben, doppelte Verkehrsbeeinträchtigungen und unnötige Kosten vermieden werden.

Gerade im Zuge der Wärmewende, des Glasfaserausbaus und der Stromnetzverstärkung ist eine frühzeitige Abstimmung zwischen den beteiligten Akteuren (z. B. Wärmenetzbetreiber, OVAG Netz GmbH, Telekommunikationsunternehmen, Tiefbauamt) von zentraler Bedeutung. Die Maßnahme schafft Synergien, reduziert Eingriffe in den Straßenraum und erhöht die Planungssicherheit.

Ein früher Beginn ist empfehlenswert, da dadurch parallele Investitionen besser koordiniert und langfristige Ausbauprojekte effizient vorbereitet werden können. Die Kosten für die Abstimmung und Planung sind projektabhängig, erweisen sich jedoch im Verhältnis als hoch effizient, da erhebliche Einsparungen bei Bau- und Wiederherstellungskosten erzielt werden.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Integrierte Tiefbauplanung
Maßnahmenbeschreibung	Bündelung und Koordination von Tiefbaumaßnahmen (z. B. Strom, Wasser, Wärme, Breitband) zur Minimierung von Kosten, Verkehrsbehinderungen und mehrfachen Aufbrüchen. Ziel ist die effiziente Umsetzung unterschiedlicher Infrastrukturausbauten in einem Arbeitsgang.
Voraussetzungen	Durch die hohe Notwendigkeit von Infrastrukturmaßnahmen im Rahmen der Energiewende ist es sinnvoll einen möglichst abgestimmten Tiefbau zu betreiben. Aufbauend auf den vorhandenen Absprachen sollten auch langfristige Strategien und Maßnahmenabgleiche inklusive möglicher Wärmenetze stattfinden.
Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wann mit Maßnahme starten: Jederzeit/sofort (insbesondere mit Intensivierung des Themengebiets Wärmenetz) ▪ Dauer der Maßnahme: Je nach Komplexität der Akteursstruktur und angestrebtes Level der Digitalisierung 6 bis 18 Monate
Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifizierung möglichst aller Akteure, die im Planungsgebiet Tiefbau betreiben (oder zukünftig betreiben wollen) 2. Recherche des bisherigen Abstimmungsprozesses zwischen den Akteuren (falls vorhanden) 3. Analyse von Verbesserungsoptionen, wie einer zentralen Austauschplattform von geplanten Tiefbaumaßnahmen z.B. wiederkehrende Treffen mit allen relevanten Teilnehmenden (Bauverwaltung - Tiefbau, Energieversorger, ggf. Telekommunikationsunternehmen, Verkehrsplanung, etc.)
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erwartete Kosten: unklar ▪ Kostenträger: unklar
Finanzierungsmechanismen	Keine Förderungsmöglichkeiten bekannt

6.11 Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Wärmebedarfsreduktion kommunaler Liegenschaften und Umsetzung

Angesichts steigender Energiepreise, begrenzter Haushaltsmittel und der Verpflichtung zur Klimaneutralität bis spätestens 2040 kommt der systematischen Reduktion des Wärmebedarfs der kommunalen Liegenschaften eine zentrale Rolle zu. Aufgrund der ambitionierten Ziele, die sich Florstadt gesetzt hat, muss die Kommune eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung der Wärmewende im kommunalen Gebäudebestand einnehmen. Ziel ist die Erarbeitung einer ganzheitlichen Ge-

samtstrategie, die sämtliche städtischen Gebäude energetisch bewertet, priorisiert und auf Grundlage technischer, wirtschaftlicher und organisatorischer Kriterien in ein stufenweises Umsetzungs-konzept überführt.

Im Mittelpunkt steht dabei die Identifikation der Gebäude mit dem höchsten Sanierungsbedarf und der größten Wirkung auf die kommunale CO₂-Bilanz. Auf Basis bestehender Energieausweise, Verbrauchsdaten und Zustandsanalysen soll eine transparente Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, um energetische Sanierungen, Anlagentechnikmodernisierungen und ggf. Gebäudekonsolidierungen gezielt und kosteneffizient zu planen.

Neben der Gebäudehülle ist insbesondere der Heizungswechsel entscheidend. Bestehende fossile Wärmeerzeuger sollen schrittweise durch effiziente, klimaneutrale Systeme wie Wärmepumpen, Biomasse- oder Nahwärmeversorgung ersetzt werden. Die Auswahl geeigneter Systeme erfolgt auf Basis einer techno-ökonomischen Bewertung unter Berücksichtigung lokaler Rahmenbedingungen, Netzanschlussoptionen und der langfristigen Versorgungssicherheit.

Die Maßnahme dient nicht nur der energetischen Optimierung, sondern auch der Haushaltsentlastung und Vorbildfunktion der Kommune. Durch eine konsequente Umsetzung der Strategie kann Florstadt als öffentlicher Akteur zeigen, wie kommunale Infrastruktur aktiv zur Wärmewende beiträgt. Zudem schafft sie eine fundierte Grundlage, um Fördermittel des Bundes und des Landes, etwa aus der Kommunalrichtlinie oder dem Klima-Transformationsfonds, effizient zu nutzen.

Langfristig leistet die Maßnahme somit einen entscheidenden Beitrag, den Wärmebedarf kommunaler Gebäude signifikant zu senken, den Einsatz fossiler Energieträger zu minimieren und die Stadtverwaltung selbst auf den Pfad der Klimaneutralität zu führen.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmen-bezeichnung	Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Wärmebedarfsreduktion kommunaler Liegenschaften und Umsetzung
Maßnahmen-beschreibung	Systematische Erfassung, Analyse und Priorisierung von Einsparmaßnahmen in öffentlichen Gebäuden zur Senkung des Wärmebedarfs und der Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Die Strategie wird durch konkrete Investitions- und Sanierungsmaßnahmen ergänzt.
Voraus-setzungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es gibt noch fossile (oder ineffiziente) Wärmeversorgung in kommunalen Gebäuden ▪ Personal und/oder Ressourcen für Beauftragung
Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenstart: Zeitnah nach Projekt könnten geeignete Gebäude identifiziert werden und potenzielle Machbarkeitsstudien durchgeführt werden ▪ Maßnahmendauer: ca. 1 Jahr + Umsetzungsdauer mehrere Jahre

Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikation von Gebäuden: Kartierung der kommunalen Gebäude Bestandsaufnahme: Alter, Nutzung, aktueller Energieverbrauch, Heizsysteme, bauliche/gewerbliche Besonderheiten 2. Priorisierung der Gebäude: Auswahl nach Einsparpotenzial, sozio-kultureller Bedeutung oder dringendem Sanierungsbedarf sowie Heizungsoptionen (potenzieller Anschluss an ein Wärmenetz) 3. Durchführung von Machbarkeitsprüfung: Erhebung von Investitions- und Personalkosten: Ermittlung der Kosten für Grundsanierung inkl. Heizungswechsel pro Liegenschaft 4. Zeitplanung und Meilensteine erstellen: Festlegung eines Umsetzungsfahrplans, Abstimmung mit Ausschüssen und Fördergebern
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kostenträger: Kommune ▪ Strategie: 50 bis 200 Tsd. Euro ▪ Grundsanierung inkl. Heizungswechsel: ca. 400 bis 2.000 €/m² → ein- bis zweistellige Millionenbeträge je Gebäude ▪ stark abhängig von Gebäude und Technologie, hohe Investitionskosten wahrscheinlich, evtl. jedoch tatsächlich wirtschaftlich oder hoher Anteil der Kosten kann amortisiert werden
Finanzierungsmechanismen	ggf. Fördermittel Land, Bund, EU

6.12 Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung

Die Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans ist notwendig, um den bestehenden Fahrplan regelmäßig zu aktualisieren und an neue rechtliche sowie technische Rahmenbedingungen anzupassen. Dieser ist nach den gesetzlichen Vorgaben spätestens alle 5 Jahre zu aktualisieren; die Kosten für die Planung sind moderat, während die Datenaufbereitung je nach Umfang aufwändiger ausfallen kann.

Kategorie	Beschreibung
Maßnahmenbezeichnung	Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung
Maßnahmenbeschreibung	Überarbeitung und Fortschreibung bestehender Wärmepläne unter Einbezug neuer Daten, Entwicklungen und technischer Rahmenbedingungen. Dient der kontinuierlichen Anpassung der Wärmewendeziele an aktuelle Erkenntnisse und Gegebenheiten.
Voraussetzungen	Kommunale Wärmeplanung liegt vor
Zeitlicher Horizont	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenstart: Spätestens 5 Jahre nach der zuvor erstellten Kommunalen Wärmeplanung ▪ Maßnahmendauer: ca. 12 Monate

Erforderliche Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bestandsanalyse (inkl. Einarbeitung der bisherigen Ergebnisse) 2. Potenzialanalyse 3. Überarbeitung des Zielszenarios 4. Abstimmung und Anpassung der Wärmewendestrategie 5. Identifizierung von neuen Maßnahmen und Anpassung von bestehenden Maßnahmen
Kostenplanung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erwartete Kosten: ca. 50 Tsd. € ▪ Kostenträger: Kommune
Finanzierungsmechanismen	Potenzielle Konnexitätszahlung des Landes Hessen

7 Fokusgebiete der kommunalen Wärmeplanung

In diesem Kapitel werden die Stadtteile Nieder- und Ober-Florstadt sowie Stammheim als Fokusgebiete der Wärmewende der Stadt Florstadt vorgestellt. Hierbei wird nochmal gesondert auf die Erkenntnisse der Bestands- und Potenzialanalyse als auch der Eignungsgebiete sowie Zielszenarien eingegangen. Ebenso werden die notwendigen Maßnahmen im Kontext dieser Fokusgebiete hervorgehoben.

7.1 Fokusgebiet 1: Nieder- und Ober-Florstadt

Nieder- und Ober-Florstadt sind zwei geographisch zusammenhängende Stadtteile im Westen des Stadtgebiets von Florstadt. Die beiden Stadtteile wurden als wichtiges Fokusgebiet der Wärmewende identifiziert, da die Kombination aus hohen Wärmedichten und vielversprechenden Wärmequellen ein hohes Potenzial für eine zukünftige Wärmenetzversorgung verspricht, welche die Stadt Florstadt in höchster Priorität vorantreiben sollte. In Abbildung 94 ist das Fokusgebiet Nieder- und Ober-Florstadt dargestellt.



Abbildung 94: Fokusgebiet 1: Nieder- und Ober-Florstadt

Das Fokusgebiet weist insgesamt 1.456 Gebäude auf, welche wiederum im Status quo einen kumulierten Wärmebedarf von 77,5 GWh haben. Dementsprechend beinhaltet das Gebiet 51 % aller Gebäude und 47 % des Wärmebedarfs von Florstadt. Nieder- und Ober-Florstadt sind weitestgehend geprägt von Wohnbebauung, insbesondere Einfamilienhäusern. Jedoch gibt es auch verschiedene Nichtwohngebäude, welche als Großverbraucher den Wärmebedarf maßgeblich prägen. Neben einer Vielzahl von Gebäuden des Einzelhandels sind dies insbesondere das Bürgerhaus, die Karl-Weigand-

Schule, das AWO Sozialzentrum "Marie-Juchacz-Haus" sowie diverse Gewerbebetriebe im Südwesten von Nieder-Florstadt zu nennen. In Bezug auf die Versorgungsstruktur ist hervorzuheben, dass in Nieder-Florstadt ein kleines Flüssiggasnetz betrieben wird.

Vergleichbar zum restlichen Stadtgebiet wird auch dieses Fokusgebiet primär über Heizöl versorgt, welches 77 % des Wärmebedarfs ausmacht. Dies ist in Abbildung 95 zu sehen, welche den Wärmebedarf des Fokusgebiets darstellt. Biomasse macht mit 9 % nach Heizöl den zweitgrößten Anteil aus. Flüssiggas kommt auf einen Anteil von 7 %, während Strom in Kombination mit Umweltwärme mit 6 % den geringsten Anteil ausmacht.

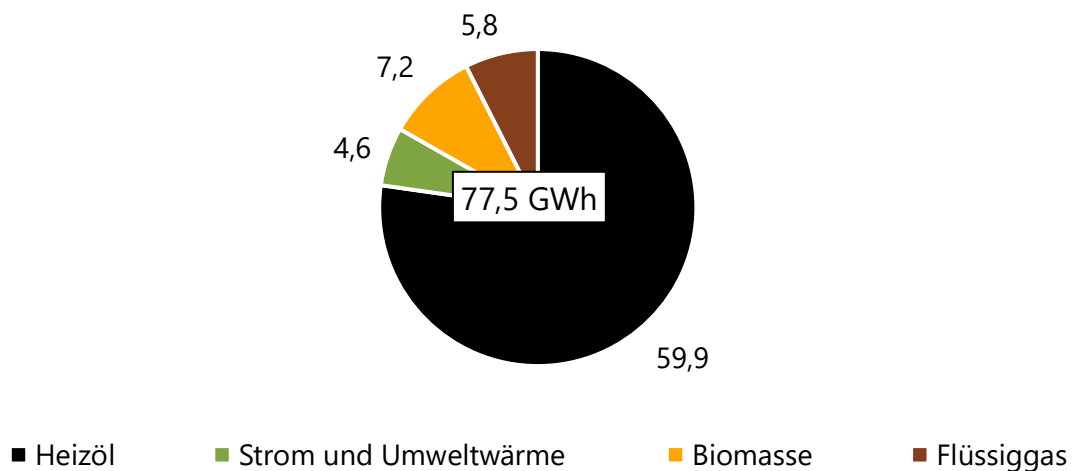


Abbildung 95: Jährlicher Wärmebedarf des Fokusgebiets Nieder- und Ober-Florstadt im Status quo

Im Rahmen der Potenzialanalyse konnte identifiziert werden, dass ausreichend Wärmequellen für eine klimaneutrale Wärmenetzversorgung in Nieder- und Ober-Florstadt zur Verfügung stehen. Als wichtigste Wärmequelle kann das Abwasser der Kläranlage Horloffal genannt werden, welches die effiziente Bereitstellung von 25 GWh erneuerbarer Wärme ermöglichen würde. Alternativ wäre auch die Nidda, welche durch das Fokusgebiet fließt, eine weitere vielversprechende Wärmequelle. Zusätzlich ist das Fokusgebiet umgeben von vielen Freiflächen, welche für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen, Solarthermieanlagen oder Geothermieanlagen genutzt werden könnten.

Im Kontext der Zielszenarien konnte erarbeitet werden, dass der Großteil des Fokusgebiets grundsätzlich für Wärmenetze geeignet wäre. Ausgenommen sind hierbei nur große Teile des Wohngebiets im Süden von Nieder-Florstadt sowie die Straßenzüge, in welchen aktuell das Flüssiggasnetz betrieben wird. Für das Fokusgebiet wurde eine Wirtschaftlichkeitsrechnung für ein Wärmenetz durchgeführt, welches über die Abwärme des Abwassers der Kläranlage Horloffal, eine zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit einem Spitzenlastzeuger gespeist wird. Die entsprechende Wirtschaftlichkeitsrechnung hat dargelegt, dass ein Wärmenetz eine wirtschaftliche Alternative zu dezentralen Lösungen darstellt, weshalb ein Wärmenetz nachgelagert zur kommunalen Wärmeplanung als wichtige Lösungsoption weiterverfolgt werden sollte. In beiden betrachteten Szenarien wurde das untersuchte Wärmenetz als Lösungsoption eingeplant.

Für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in Nieder- und Ober-Florstadt sind folgende Maßnahmen von hoher Bedeutung:

- Die Durchführung einer **Wärmenetz-Machbarkeitsstudie** (siehe Abschnitt 6.1) ist die wichtigste Maßnahme für Nieder- und Ober-Florstadt. In beiden berechneten Szenarien wurde ein Wärmenetz für dieses Fokusgebiet vorgesehen, welches einen entscheidenden Teil der Wärmeversorgung abdecken würde, weshalb eine frühestmögliche Planungssicherheit zur Umsetzung dieses Wärmenetzes eine hohe Priorität darstellt.
- Die Wärmeabnehmer mit dem höchsten Wärmebedarf in Nieder- und Ober-Florstadt sind öffentliche Einrichtungen. Hier sind beispielsweise das Bürgerhaus, die Sporthalle, die Kindertagesstätte Auenland und die Karl-Weigand-Schule zu nennen. Die Dekarbonisierung dieser Liegenschaften hat dementsprechend einen hohen Einfluss auf die Wärmetransformation des ganzen Fokusgebiets. Deswegen ist die **Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Dekarbonisierung kommunaler Liegenschaften** (siehe Abschnitt 6.11) und die darauffolgende Umsetzung dieser Strategie unerlässlich für die Wärmewende in Nieder- und Ober-Florstadt.
- Eine potenzielle Realisierung eines großflächigen Wärmenetzes in Nieder- und Ober-Florstadt wird umfassende Tiefbaumaßnahmen im ganzen Fokusgebiet zur Folge haben. Dies erfordert eine umfangreiche Planung, welche auch Maßnahmen anderer Sparten (z.B. Strom und Wasser) berücksichtigen sollte. Hierfür sollte eine **integrierte Tiefbauplanung** (siehe Abschnitt 6.10) implementiert und angewendet werden.

7.2 Fokusgebiet 2: Stammheim

Stammheim ist ein Stadtteil im Süden von Florstadt. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung konnte identifiziert werden, dass Stammheim grundsätzlich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geeignet sein könnte, was durch tiefergehende Analysen weiter untersucht werden sollte. Aus diesem Grund wird Stammheim als wichtiges Fokusgebiet der Florstädter Wärmetransformation gesehen. In Abbildung 96 ist das Fokusgebiet Stammheim dargestellt.

Im Abgleich zu Fokusgebiet 1 ist Fokusgebiet 2 etwas kleiner, da dieses nur 474 Gebäude und einen Wärmebedarf von 25,4 GWh aufweist. Dies entspricht bezogen auf das ganze Stadtgebiet einem Anteil von 16 % der Gebäude und des Wärmebedarfs. Stammheim ist stark geprägt von Einfamilienhäusern, es gibt jedoch auch vereinzelte größere Nichtwohngebäude. Hier ist insbesondere das Stammheimer Schloss und das Bürgerhaus zu nennen.

Auch in Stammheim ist Heizöl der wichtigste Energieträger in der Wärmeversorgung. Dies ist in Abbildung 97 zu sehen. Heizöl kommt hierbei in Stammheim auf einen Anteil von 70 %. Sowohl Biomasse als auch strombasierte Lösungen machen jeweils 11 % des Wärmebedarfs aus, während auf Flüssiggas 8 % des Wärmebedarfs entfallen.



Abbildung 96: Fokusgebiet 2: Stammheim

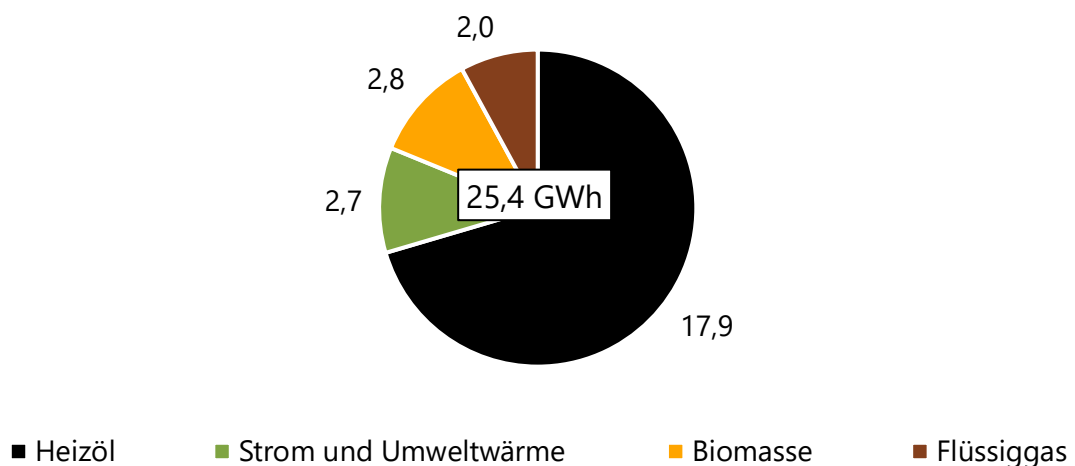


Abbildung 97: Jährlicher Wärmebedarf des Fokusgebiets Stammheim im Status quo

In Abgrenzung zu den Stadtteilen Nieder- und Ober-Florstadt weist Stammheim keine nennenswerte Potenziale aus Abwasser oder Oberflächengewässer auf. Jedoch ist auch Stammheim umgeben von vielen Freiflächen, welche zur Errichtung von klimaneutralen Wärmeerzeugungslösungen genutzt werden könnten, sodass ein potenzielles Wärmenetz auch durch lokale Wärmequellen klimaneutral gespeist werden könnte.

Ähnlich zu Fokusgebiet 1 ist auch Stammheim weitestgehend vollständig als Wärmenetzzeignungsgebiet ausgewiesen worden. Als Ausnahme gilt vor allem das Neubaugebiet im Südwesten von Stammheim. Auch für Stammheim wurde die Möglichkeit eines Wärmenetzes wirtschaftlich geprüft. Als Erzeugungsanlagen wurde die Kombination von einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und eines Spitzenlasterzeuges berücksichtigt. Die Analyse hat gezeigt, dass auch in Stammheim ein Wärmenetz wirtschaftlich darstellbar wäre. Die Wärmegestehungskosten sind jedoch höher als in Fokusgebiet 1, sodass das potenzielle Wärmenetz in Stammheim nachgelagert zur kommunalen Wärmeplanung weniger hoch zu priorisieren wäre. Das entsprechende Wärmenetz wurde jedoch nur im Nebenszenario berücksichtigt, während im Hauptszenario von einer dezentralen Versorgung von Stammheim ausgegangen wird.

Für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in Stammheim sind folgende Maßnahmen von hoher Bedeutung:

- Auch in Stammheim wäre die Durchführung einer **Wärmenetz-Machbarkeitsstudie** (siehe Abschnitt 6.1) eine wichtige Maßnahme. In einem der beiden berechneten Szenarien wurde ein Wärmenetz für dieses Fokusgebiet vorgesehen, welches einen entscheidenden Teil der Wärmeversorgung abdecken würde. Jedoch ist im Vergleich zu Fokusgebiet 1 sowohl die Wirtschaftlichkeit des potenziellen Wärmenetzes vermutlich weniger gut zu bewerten als auch die strategische Bedeutung aufgrund des geringen Wärmebedarfs geringer. Aus diesen Gründen sollte die Machbarkeitsstudie im Vergleich zu Fokusgebiet 1 auch zeitlich weniger priorisiert werden, sodass empfohlen wird, die Machbarkeitsstudie von Fokusgebiet 1 abzuwarten. Wenn die Wirtschaftlichkeit von Fokusgebiet 1 bestätigt werden kann, sollte dann nachgelagert auch Fokusgebiet 2 näher untersucht werden.
- Bei Realisierung des Wärmenetzes werden auch in Stammheim umfassende Tiefbaumaßnahmen notwendig sein, weshalb auch in Stammheim eine **integrierte Tiefbauplanung** (siehe Abschnitt 6.10) implementiert und angewendet werden sollte.
- Gemäß der betrachteten Szenarien besteht aktuell noch wenig Planungssicherheit, ob zukünftig in Stammheim primär auf dezentrale Lösungen oder ein potenzielles Wärmenetz gesetzt werden kann. Insbesondere wenn der Fokus auf dezentralen Lösungen und damit vermutlich primär auf Wärmepumpen liegen wird, werden die Niederspannungsnetze in Stammheim eine nennenswerte zusätzliche Belastung erfahren. Dementsprechend müssen aus Sicht des Stromnetzes die Entwicklungen in Stammheim fortlaufend geprüft werden und in entsprechenden **Stromnetzplanungen** (siehe Abschnitt 6.6) berücksichtigt werden.
- Wenn in Stammheim ein Wärmenetz umgesetzt werden sollte, müssen entsprechende Flächen für die Wärmeerzeugungsanlagen zur Verfügung stehen. Dementsprechend sollten frühzeitig geeignete Flächen in Stammheim identifiziert, priorisiert und in die **Bauleitplanung** (siehe Abschnitt 6.2) integriert werden, sollte das Konzept eines Wärmenetzes in Stammheim weiterverfolgt werden.

8 Verstetigungsstrategie und Controllingkonzept

8.1 Verstetigungsstrategie

Die Umsetzung einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Wärmeversorgung in Florstadt erfordert eine Verstetigungsstrategie. Diese Strategie stellt sicher, dass die einmal angestoßenen Projekte langfristig wirken und kontinuierlich weiterentwickelt werden. Dabei spielen verschiedene Akteure eine zentrale Rolle, die mit klar definierten Aufgaben zur erfolgreichen Umsetzung der Wärmewende beitragen.

8.1.1 Aufgaben der Akteure

In Tabelle 12 ist eine Übersicht der verschiedenen Akteure und ihrer Aufgaben zur Umsetzung der Wärmewende dargestellt. Die Kommunalverwaltung übernimmt die zentrale Rolle in der Koordination und Steuerung der Wärmeplanung. Sie fungiert als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Akteuren und stellt sicher, dass alle Aktivitäten im Einklang mit den übergeordneten Zielen stehen. Zudem ist sie für das Fördermittelmanagement verantwortlich, indem sie Fördermittel auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene identifiziert und beantragt

Ein wichtiger Partner ist die OVAG Netz GmbH, die als Stromnetzbetreiber für die Anbindung strombasierter Heizsysteme wie Wärmepumpen zuständig ist. Durch den zunehmenden Einsatz elektrischer Wärmeerzeuger sowie den Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität entstehen zusätzliche Anforderungen an das Stromnetz. Daher sind eine vorausschauende Netzplanung und gegebenenfalls ein Ausbau der bestehenden Infrastruktur notwendig. Die OVAG Netz GmbH leistet mit gezielten Investitionen in die Netzsparte Strom einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Wärme- und Energiewende in Florstadt.

Auch die Westfalengas spielt eine bedeutende Rolle in der Wärmewende, indem sie das bestehende Flüssiggasnetz schrittweise auf eine klimaneutrale Versorgung durch biogenes Flüssiggas umstellt. Dazu sind Investitionen in nachhaltige Erzeugerstrukturen und Lieferketten erforderlich, um eine langfristig sichere und klimafreundliche Energieversorgung zu gewährleisten.

Die Bürgerinnen und Bürger der Stadt Florstadt stehen im Mittelpunkt der Wärmewende. Ihre aktive Beteiligung an Planungsprozessen und Informationsveranstaltungen ist entscheidend für den Erfolg der Transformation. Durch eigene Investitionen in erneuerbare Heizsysteme, wie Wärmepumpen oder Pelletheizungen, leisten sie einen direkten Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen. Informationsveranstaltungen unterstützen sie dabei, fundierte Entscheidungen über geeignete Technologien und Gebäudesanierungsmaßnahmen zu treffen, sowohl im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit als auch auf Klimaneutralität.

Eine weitere zentrale Akteursgruppe sind die Handwerksbetriebe, Energieberater und Fachfirmen. Sie bilden die erste Anlaufstelle für Bürgerinnen und Bürger bei der praktischen Umsetzung der Wärmewende. Zu ihren Aufgaben zählen die Installation, Wartung und Reparatur von Wärmeversorgungssystemen sowie die Durchführung energetischer Gebäudesanierungen. Ihre Rolle erfordert eine kontinuierliche Weiterbildung und Spezialisierung, um den steigenden technischen Anforderungen gerecht zu werden. Darüber hinaus bieten sie fachkundige Beratung zur Auswahl und Implementierung effizienter Heiz- und Sanierungslösungen.

Tabelle 12: Aufgaben der Akteure

Akteur	Aufgaben	Aufgaben
Kommunalverwaltung	Koordination und Steuerung: Die Kommunalverwaltung übernimmt die zentrale Rolle in der Koordination und Steuerung der Wärmeplanung. Sie fungiert als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Akteuren und stellt sicher, dass alle Aktivitäten im Einklang mit den übergeordneten Zielen stehen.	Fördermittelmanagement: Identifikation und Beantragung von Fördermitteln auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene zur Finanzierung der Projekte.
OVAG Netz GmbH	Anschluss der strombasierten Heizungen an das Stromnetz und Überplanung der notwendigen Strominfrastrukturen.	Investition in die Netzsparte Strom für das Gelingen der Wärme- und Energiewende
Westfalengas	Umstellung des bestehenden Flüssiggasnetzes auf eine klimaneutrale Versorgung durch biogenes Flüssiggas	Investition in die Erzeugerstruktur und Lieferketten
Bürgerinnen und Bürger	Aktive Beteiligung an Planungsprozessen und Informationsveranstaltungen.	Eigene Investitionen: Investitionen in erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Pellet-Heizungen im privaten Bereich.
Handwerksbetriebe, Energieberater und Fachfirmen	Installation, Wartung und Reparatur von Wärmeversorgungssystemen sowie Durchführung von Gebäudesanierungen. Hierbei spielen die Weiterbildung und Spezialisierung der Mitarbeiter eine wichtige Rolle.	Beratung: Fachkundige Beratung von Haushalten und Unternehmen zur Auswahl und Implementierung der besten Heiz- und Sanierungslösungen.
Finanzinstitute	Finanzierungslösungen: Bereitstellung von maßgeschneiderten Finanzierungslösungen und Krediten für Investitionen in erneuerbare Wärmetechnologien.	Fördermittelberatung: Beratung zu verfügbaren Förderprogrammen und Unterstützung bei der Beantragung.

8.1.2 Maßnahmen zur Verstetigung

Die Verstetigungsstrategie für die kommunale Wärmeplanung in Florstadt setzt auf die Zusammenarbeit aller relevanten Akteure. Durch klar definierte Aufgaben und kontinuierliche Anpassungen kann die Wärmewende erfolgreich und nachhaltig gestaltet werden.

1. Langfristige Planung und Monitoring: Entwicklung eines langfristigen Wärmeplans mit klar definierten Meilensteinen und einer regelmäßigen Überprüfung des Fortschritts spätestens alle fünf Jahre gemäß § 25 des WPG.
2. Bildung und Aufklärung: Kontinuierliche Bildungs- und Aufklärungskampagnen für die Bevölkerung und beteiligte Akteure.
3. Netzwerke und Kooperationen: Aufbau und Pflege von Netzwerken zwischen den Akteuren, um den Austausch von Wissen und Erfahrungen zu fördern.
4. Transparenz und Kommunikation: Offene und transparente Kommunikation über Fortschritte, Herausforderungen und Erfolge der Wärmeplanung.
5. Anpassungsfähigkeit: Flexibilität und Bereitschaft zur Anpassung der Strategien basierend auf neuen Erkenntnissen und technologischen Entwicklungen.

8.2 Controllingkonzept

Ein Teil des Verstetigungsprozesses ist die Erstellung eines Controllingkonzeptes zur Zielerreichung inklusive Indikatoren und Rahmenbedingungen für Datenerfassung und -auswertung.

Ziele und Kennzahlen definieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klare Ziele und Leistungskennzahlen werden zu Beginn festgelegt. Zum Beispiel der EE-Anteil in der Wärmeversorgung.
Verantwortlichkeiten festlegen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klare Verantwortlichkeiten für die Umsetzung werden festgelegt. Sowohl intern (Kommunalverwaltung) als auch mit externen Partnern.
Budgetierung und Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ohne ausreichende finanzielle Mittel ist eine Umsetzung nicht möglich. Insbesondere Fördermöglichkeiten werden dargelegt.
Kommunikation und Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bürger und Interessengruppen werden kontinuierlich über den Wärmeplan informiert und beteiligen sich an der Umsetzung.
Monitoring und Reporting	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mit einem Monitoring wird regelmäßig der Fortschritt der Umsetzung verfolgt. Insbesondere anhand der Leistungskennzahlen.
Anpassung und Optimierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pläne ändern sich, wenn sich Rahmenbedingungen ändern. Die kontinuierliche Optimierung ist ein wichtiger Bestandteil des Prozesses.
Langfristige Perspektive	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neben der kurzfristigen Betrachtung dürfen die Langfristziele dabei nicht aus den Augen verloren werden.

Ein effektives Controlling-Konzept ist unerlässlich, um die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung zu überwachen und sicherzustellen, dass die gesetzten Ziele erreicht werden. Dieses Konzept umfasst regelmäßige Überprüfungen, die Analyse von Kennzahlen sowie die Identifikation von Abweichungen und entsprechenden Korrekturmaßnahmen. Es stellt sicher, dass die Projekte zur Wärmewende kontinuierlich optimiert und an veränderte Bedingungen angepasst werden.

8.2.1 Akteursübergreifende Aufgaben

1. Zieldefinition und Kennzahlen
 - Festlegung der Ziele: Definition klarer, messbarer Ziele für die Wärmeplanung (z.B. Reduktion von CO₂-Emissionen, Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung, Anzahl der neu installierten Wärmepumpen).
 - Kennzahlen (KPIs): Entwicklung von Kennzahlen zur Messung des Fortschritts (z.B. Energieverbrauch pro Haushalt, Kosten pro erzeugter Wärmeeinheit, Anzahl der angeschlossenen Haushalte an Wärmenetze).
2. Datenerhebung und -analyse
 - Datenerhebung: Systematische Erhebung relevanter Daten durch die Kommunalverwaltung, Energieversorger und andere Akteure.
 - Datenanalyse: Regelmäßige Analyse der erhobenen Daten zur Überprüfung der Zielerreichung und Identifikation von Abweichungen.
3. Reporting und Kommunikation
 - Regelmäßiges Reporting: Erstellung regelmäßiger Berichte (z.B. jährlich) zur Darstellung des Fortschritts gegenüber den definierten Zielen und Kennzahlen.
 - Transparente Kommunikation: Offene Kommunikation der Ergebnisse an alle beteiligten Akteure und die Öffentlichkeit zur Förderung von Transparenz und Akzeptanz.
4. Abweichungsanalyse und Korrekturmaßnahmen
 - Abweichungsanalyse: Identifikation und Analyse von Abweichungen zwischen den Soll- und Ist-Werten der Kennzahlen.
 - Korrekturmaßnahmen: Entwicklung und Implementierung von Maßnahmen zur Korrektur identifizierter Abweichungen und zur Optimierung der Prozesse.
5. Regelmäßige Überprüfung und Anpassung

- Kontinuierliche Verbesserung: Regelmäßige Überprüfung und Anpassung der Controlling-Prozesse und -Instrumente basierend auf neuen Erkenntnissen und technologischen Entwicklungen.
- Feedback-Schleifen: Einrichtung von Feedback-Schleifen zwischen den Akteuren zur kontinuierlichen Verbesserung und Anpassung der Maßnahmen.

8.2.2 Akteurspezifische Aufgaben im Controlling-Prozess

Nachfolgend werden die akteurspezifischen Aufgaben im Controlling-Prozess aufgezeigt:

Kommunalverwaltung

- Leitung: Koordination der Datenerhebung und -analyse, Sicherstellung der Einhaltung der Berichtszyklen.
- Berichterstellung: Erstellung und Verteilung der regelmäßigen Berichte.
- Prüfung der Maßnahmen anderer Akteure

OVAG Netz GmbH, Westfalengas und Schornsteinfeger

- Datenbereitstellung: Bereitstellung von Daten zur Energieerzeugung und -verbrauch, Betriebskosten und Effizienz der Systeme.

Bürgerinnen und Bürger

- Rückmeldung: Bereitstellung von Rückmeldungen zu den installierten Systemen und deren Performance.
- Teilnahme an Umfragen: Teilnahme an regelmäßigen Umfragen zur Erhebung zusätzlicher Daten.

Handwerksbetriebe und Fachfirmen

- Qualitätssicherung: Sicherstellung der Qualität der installierten Systeme durch regelmäßige Wartungsberichte und Rückmeldungen.
- Mängel-Reporting: Meldung von Installations- und Wartungsmängeln zur schnellen Behebung.

8.2.3 Maßnahmen zur Implementierung des Controlling-Konzepts

8.2.3.1 Allgemeines

1. Zuweisung der Zuständigkeit: Einrichtung einer dauerhaften Aufgabe innerhalb der Kommunalverwaltung zur Steuerung und Überwachung des Controlling-Prozesses.
2. Schulung und Weiterbildung: Schulung der beteiligten Akteure in den Bereichen Datenerhebung, -analyse und Berichterstellung.
3. Technologische Unterstützung: Einsatz moderner Technologien und Softwarelösungen zur Erhebung, Analyse und Visualisierung der Daten.
4. Feedback-Mechanismen: Einrichtung von Feedback-Mechanismen zur kontinuierlichen Verbesserung und Anpassung der Maßnahmen.

Durch die Implementierung dieses Controlling-Konzepts kann Florstadt sicherstellen, dass die Wärmewende nachhaltig und effizient voranschreitet. Regelmäßige Überprüfungen und Anpassungen gewährleisten die kontinuierliche Optimierung der Prozesse und die erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung.

9 Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Florstadt wurden vielfältige Maßnahmen initiiert, um die Öffentlichkeit umfassend zu informieren und aktiv in den Planungsprozess einzubinden. Eine transparente Kommunikation bildet dabei die Grundlage, um Verständnis, Akzeptanz und Unterstützung für die anstehenden Veränderungen zu fördern. Ziel ist es, den Bürgerinnen und Bürgern den Fortschritt der Wärmeplanung nachvollziehbar darzustellen, zentrale Entscheidungen zu erläutern und Raum für Rückfragen sowie Anregungen zu schaffen. Im Folgenden werden die wesentlichen Aktivitäten und Formate im Bereich der Bürgerbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit näher beschrieben.

9.1 Kommunikation

Zu Beginn des Projekts wurde auf der städtischen Webseite unter <https://www.florstadt.de/waermeplanung/> eine eigene Themenseite zur kommunalen Wärmeplanung eingerichtet. Diese Seite dient als zentrale Informationsplattform für alle interessierten Bürgerinnen und Bürger. Sie bietet einen umfassenden Überblick über die Ziele, den aktuellen Projektfortschritt sowie die einzelnen Arbeitsschritte im Rahmen der Wärmeplanung. Darüber hinaus werden dort regelmäßig Aktualisierungen und relevante Dokumente veröffentlicht, um die Öffentlichkeit fortlaufend über den Stand der Arbeiten zu informieren und die Nachvollziehbarkeit des Prozesses sicherzustellen.

Zur Förderung des direkten Dialogs mit der Bevölkerung wurde ergänzend die E-Mail-Adresse waermeplanung@florstadt.de eingerichtet. Über diesen Kanal können Bürgerinnen und Bürger unkompliziert Fragen, Anregungen und Hinweise an das Projektteam übermitteln. Das ermöglicht einen niedrigschwelligen Austausch und stärkt die Partizipation der Öffentlichkeit am Gesamtprozess der kommunalen Wärmeplanung.

9.2 Austausch mit lokalen Stakeholdern

Ein zentraler Bestandteil erfolgreicher Beteiligungsprozesse ist die systematische Gestaltung von Kommunikations- und Austauschformaten, die unterschiedliche Ebenen der Einbindung von Akteuren und Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen. In der kommunalen Wärmeplanung kommt dieser Differenzierung besondere Bedeutung zu, da der Erfolg des Gesamtprozesses maßgeblich davon abhängt, in welchem Umfang Information, Rückkopplung und aktive Mitgestaltung gewährleistet werden. Wie in Abbildung 98 dargestellt, lassen sich drei grundlegende Stufen der Beteiligung unterscheiden: Informieren, Konsultieren und Mitgestalten. Diese Einteilung orientiert sich an den im Leitfaden Akteursbeteiligung des Kompetenzzentrums Wärmewende (KWW) beschriebenen Beteiligungsformen und bildet ein anerkanntes Referenzmodell für partizipative Planungsprozesse.

Auf der ersten Stufe, dem Informieren, steht die transparente und verständliche Vermittlung von Informationen im Vordergrund. Ziel ist es, den Planungsprozess, seine Ziele und Zwischenergebnisse nachvollziehbar darzustellen und dadurch Verständnis und Akzeptanz für das Vorhaben zu schaffen. Die Kommunikation erfolgt hier einseitig, Informationen werden bereitgestellt, aber noch nicht dialogisch weiterentwickelt. Das Konsultieren stellt die zweite Stufe dar und zeichnet sich durch eine zweiseitige Kommunikation aus. In diesem Schritt werden Rückmeldungen, Meinungen und Vor-

schläge der Beteiligten aktiv eingeholt. Dadurch fließen lokale Perspektiven, Fachwissen und Erfahrungswerte in den Planungsprozess ein, was zu einer höheren inhaltlichen Qualität und Legitimation der Ergebnisse führt. Die dritte Stufe, das Mitgestalten, beschreibt die aktive und kooperative Beteiligung der Akteure an Entscheidungsprozessen. Hier werden Strategien, Maßnahmen und Lösungsansätze gemeinsam entwickelt, wodurch ein hohes Maß an Engagement, Identifikation und Akzeptanz entsteht. Diese Form der Zusammenarbeit gilt als wesentlich, um langfristig tragfähige und von der Bevölkerung mitgetragene Ergebnisse zu erzielen. [50]

	Informieren	Konsultieren	Mitgestalten
Ziel	Transparente und verständliche Bereitstellung von Informationen über den Planungsprozess, Ziele, Fortschritte und Ergebnisse.	Einholung von Rückmeldungen, Meinungen und Vorschlägen.	Aktive Beteiligung der Akteure an Entscheidungen und der Entwicklung von Strategien, Maßnahmen oder Lösungen.
Merkmal	Einseitige Kommunikation (Informationen werden weitergegeben)	Zweiseitige Kommunikation (Informationen teilen und Feedback einholen).	Multilaterale und kooperative Kommunikation.
Nutzen	Fördert Verständnis und Akzeptanz für die Vorhaben.	Bringt die Perspektiven und die Expertise der Akteure in die Planung ein.	Fördert hohe Akzeptanz und Engagement, da die Akteure ihre Interessen direkt einbringen können.

Abbildung 98: Drei Stufen der Beteiligung nach [50]

Aufbauend auf der zuvor dargestellten Systematik der Beteiligungsstufen zeigt Abbildung 99, wie die unterschiedlichen Akteursgruppen der Kommunalen Wärmeplanung den einzelnen Beteiligungsformaten zugeordnet werden können. Grundlage dieser Einordnung ist die Relevanz der Akteure für die Umsetzung sowie deren Betroffenheit und Interesse am Thema.

Deutlich wird, dass Verwaltung, Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber aufgrund ihrer zentralen Rolle bei Planung und Umsetzung eine aktive Mitgestaltung übernehmen. Die Gemeinde wird vorrangig konsultiert, um politische Rückkopplung und Legitimation zu gewährleisten. Die Öffentlichkeit sowie private Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer, insbesondere solche mit leitungsgebundener Wärmeversorgung, werden überwiegend informiert, um Transparenz und Akzeptanz im Prozess sicherzustellen. Zwischen diesen Ebenen stehen Verbände, Vereine, Beiräte und die gewerbliche Wirtschaft, die sowohl informiert als auch konsultiert werden, da sie fachliche Expertise und spezifische Interessen einbringen. [50]

Das in Tabelle 13 gezeigte Stakeholder-Mapping wurde erstellt, um die relevanten Akteursgruppen systematisch zu identifizieren und ihre Rollen im Planungsprozess einzuordnen. Dabei lag der Fokus auf jenen Akteuren, die aufgrund ihrer Zuständigkeiten, ihres Fachwissens oder ihrer Betroffenheit einen wesentlichen Einfluss auf die Wärmeplanung ausüben. Ziel war es, die Zusammenarbeit zielgerichtet zu gestalten und sicherzustellen, dass die unterschiedlichen Perspektiven in die Entwicklung der Zielszenarien einfließen.

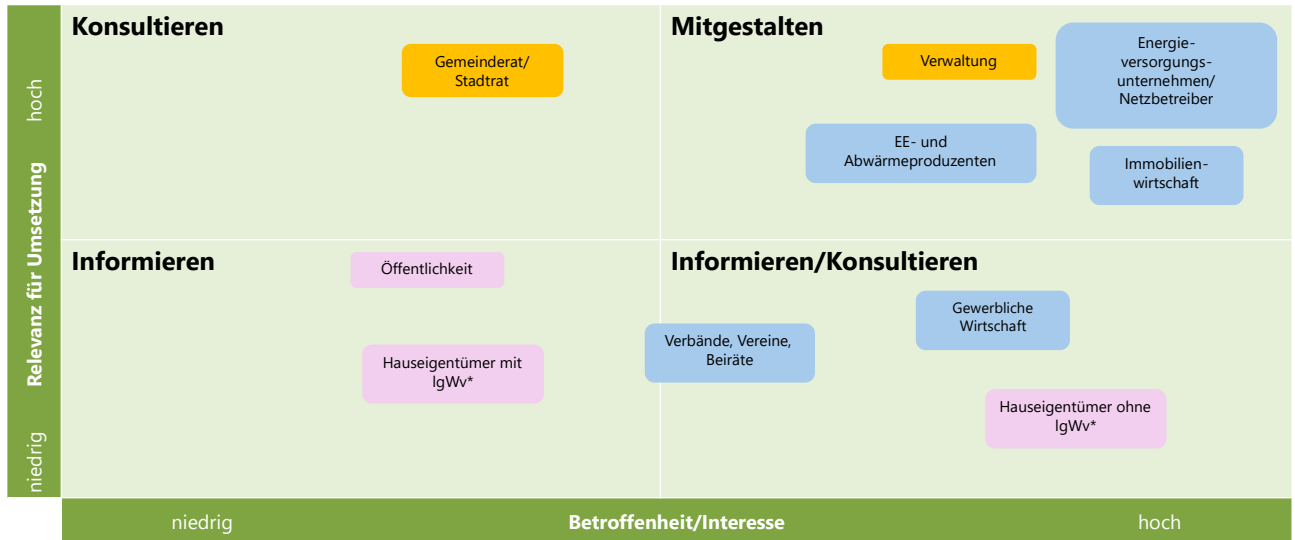


Abbildung 99: Akteurslandkarte nach [50]

Tabelle 13: Stakeholdermapping

Verwaltung und Politik	Energieversorger und weitere Akteure	Unternehmen und Öffentlichkeit
<p>Verwaltung</p> <p>Fachbereich Bauverwaltung und Stadtentwicklung Fachbereich Umwelt und Natur</p>	<p>Wichtige Akteure</p> <p>OVAG Netz GmbH (Strom) Westfalengas (Flüssiggasnetz) Abwasserverband Horlofftal</p>	<p>Unternehmen</p> <p>Keine Unternehmen mit relevanter Größenordnung oder Wärmebedarf bzw. Abwärmepotenzial vorhanden</p>
<p>Politik</p> <p>Bürgermeister Stadtverordnetenversammlung Ausschuss Infrastruktur und Umwelt Angrenzende Gemeinden Wetteraukreis</p>	<p>Weniger hoch priorisierte Akteure</p> <p>Wohnungsgenossenschaften Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienst</p>	<p>Vereine/Verbände und Weitere</p> <p>Lokale Agenda 21 Gruppe Energie</p> <p>Bürgerinnen und Bürger</p>

Die Verwaltung und politische Vertretung bilden den zentralen institutionellen Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Der Fachbereich Bauverwaltung und Stadtentwicklung sowie der Fachbereich Umwelt und Natur sind unmittelbar in den Planungsprozess eingebunden und stehen in regelmäßigem Austausch mit der BMU Energy Consulting GmbH. Auch die kommunalpolitischen Gremien, insbesondere der Bürgermeister, begleiten die Wärmeplanung fortlaufend. Durch diese enge Abstimmung ist gewährleistet, dass fachliche Erkenntnisse frühzeitig in politische Entscheidungsprozesse integriert werden können. Im Bereich der Energieversorger wurden gezielt Gespräche mit den regional relevanten Akteuren geführt. Die OVAG Netz GmbH als Betreiber des Stromnetzes zeigte

sich mit den bisherigen Ergebnissen der Wärmeplanung zufrieden und bestätigte, dass der geplante Stromnetzausbau auf die künftigen Anforderungen der Wärmewende vorbereitet ist. Mit dem Unternehmen Westfalengas, Betreiber des örtlichen Flüssiggasnetzes, fand ebenfalls ein konstruktiver Austausch statt. Dabei wurde seitens des Unternehmens zugesichert, dass eine Umstellung auf erneuerbares Gas technisch möglich sei, weshalb das Flüssiggasnetz auch im Zielszenario der Wärmeplanung berücksichtigt bleibt.

Auf Seiten der zivilgesellschaftlichen Akteure spielte die Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie eine besonders aktive Rolle. In zwei Austauschterminen konnten wertvolle fachliche Hinweise und lokale Perspektiven in die Analysen eingebracht werden. Der Austausch war von einem konstruktiven und sachorientierten Dialog geprägt, der die inhaltliche Qualität der Wärmeplanung weiter verbessert hat. Die Unternehmen vor Ort wurden ebenfalls betrachtet, spielen in Florstadt jedoch aufgrund ihrer geringen Größe und des begrenzten Wärmebedarfs bzw. Abwärmepotenzials eine untergeordnete Rolle. Gleiches gilt für Institutionen wie Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienste und Wohnungsgenossenschaften, deren Einfluss auf die kommunale Wärmeplanung als gering einzuschätzen ist.

9.3 Austauschformate mit der Bürgerschaft

Ein zentraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung ist der kontinuierliche Austausch mit der Bürgerschaft. Nur durch geeignete Kommunikations- und Dialogformate kann ein authentisches Stimmungsbild der Bevölkerung eingeholt werden, das die tatsächlichen Bedürfnisse, Erwartungen und Bedenken der Menschen vor Ort widerspiegelt. Diese Rückmeldungen sind von entscheidender Bedeutung, um die Planung nicht nur technisch fundiert, sondern auch gesellschaftlich tragfähig zu gestalten. Darüber hinaus ermöglichen Austauschformate, die Ergebnisse und Zwischenschritte der Wärmeplanung nachvollziehbar zu präsentieren, ihre Hintergründe zu erläutern und sie in einen verständlichen Kontext zu setzen. Erst durch diesen transparenten Dialog kann gewährleistet werden, dass die fachlichen Inhalte richtig interpretiert und die daraus abgeleiteten Maßnahmen von der Bevölkerung mitgetragen werden.

Die folgenden Unterkapitel geben einen Überblick über die wichtigsten Beteiligungs- und Informationsveranstaltungen, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Florstadt durchgeführt wurden. Sie zeigen, wie durch gezielten Austausch und offene Kommunikation das Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger gestärkt und die Grundlage für eine gemeinsam getragene Wärmewende geschaffen wurde.

9.3.1 1. Bürgerinformationsveranstaltung

Am Mittwoch, den 25. Juni 2025, fand im Bürgerhaus Nieder-Florstadt die erste Bürgerinformationsveranstaltung im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung statt. Die Stadt Florstadt lud gemeinsam mit der BMU Energy Consulting GmbH und weiteren Fachreferenten zu einem Abend ein, der ganz im Zeichen der Aufklärung, Beteiligung und Zukunftsgestaltung stand. Ziel der Veranstaltung war es, gemeinsam die Weichen für eine klimafreundliche und bezahlbare Wärmeversorgung zu stellen und den Bürgerinnen und Bürgern einen fundierten Einblick in die aktuellen Entwicklungen der kommunalen Wärmeplanung zu geben.

Nach einer kurzen Begrüßung durch Herrn Bürgermeister Daniel Imbescheid eröffnete Frau Sophia Röhrich vom Bereich Klimaschutz und Umwelt den Abend mit einem Impulsvortrag zur Wärmeplanung. Sie erläuterte, warum die kommunale Wärmeplanung gerade in Zeiten des Klimawandels von zentraler Bedeutung ist. Ihr Vortrag machte deutlich, dass die Wärmewende nicht nur ein technisches, sondern vor allem auch ein gesellschaftliches und gesundheitliches Anliegen ist.

Im Anschluss präsentierte Herr Dr.-Ing. Tobias Müller von BMU Energy Consulting GmbH die ersten Ergebnisse der Analysen zur kommunalen Wärmeplanung. Er stellte erste Ergebnisse vor und ordnete die Sorgen der Teilnehmenden im Kontext des aktuellen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ein. Besonders anschaulich zeigte er auf, welche konkreten Veränderungen und Anforderungen in den kommenden Jahren auf die Bürgerinnen und Bürger zukommen und welche Chancen sich aus der lokalen Wärmewende ergeben können. Ein weiterer Höhepunkt des Abends war der Vortrag von Herrn Lars Brodrecht von der LandesEnergieAgentur Hessen (LEA). Er informierte praxisnah über aktuelle Förderprogramme und finanzielle Unterstützungsmöglichkeiten, die insbesondere bei energetischen Sanierungen, dem Einsatz von Wärmepumpen oder dem Anschluss an zukünftige Wärmenetze genutzt werden können. Dabei gab er wertvolle Hinweise, wie Bürgerinnen und Bürger bereits heute von bestehenden Förderinstrumenten profitieren können. Abschließend berichtete Energieberater Herr Hildebrand aus seiner praktischen Erfahrung in der Energieberatung. Anhand konkreter Beispiele verdeutlichte er, welche Maßnahmen zur Effizienzsteigerung im Gebäudebestand besonders wirkungsvoll sind und wie eine schrittweise Umstellung auf nachhaltige Heizsysteme gelingen kann. Sein Vortrag unterstrich die Bedeutung individueller Lösungen und einer frühzeitigen Beratung im Prozess der Wärmewende.

Die Veranstaltung war geprägt von großem Interesse und reger Beteiligung. Viele Teilnehmende nutzten die Gelegenheit, im Anschluss an die Vorträge gezielte Fragen zu stellen und sich über den weiteren Ablauf der kommunalen Wärmeplanung zu informieren. Im Nachgang an die Veranstaltung konnten die Bürgerinnen und Bürger an einer Online-Befragung teilnehmen, um eigene Einschätzungen und Anregungen einzubringen. Die Auswertung dieser Umfrage folgt in Kapitel 9.4.

9.3.2 2. Bürgerinformationsveranstaltung

Am 21. Oktober 2025 lud die Stadtverwaltung erneut zur Bürgerinformationsveranstaltung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein. Neben der BMU Energy Consulting GmbH als fachlich begleitendem Beratungsunternehmen nahmen dieses Mal weitere zentrale Akteure teil, darunter die OVAG Netz GmbH als Stromnetzbetreiber, Westfalengas als Betreiber des Flüssiggasnetzes sowie die lokalen Energieberatungen Scholl und Hildebrand und der lokale Heizungsbauer Herr Kling.

Das Veranstaltungsformat war als hybrides Konzept aus fachlichen Impulsvorträgen und einer dialogorientierten Messe gestaltet (siehe Abbildung 100). Ziel war es, den Teilnehmenden nicht nur fundierte Informationen zu vermitteln, sondern auch den direkten Austausch mit den beteiligten Unternehmen zu ermöglichen, um individuelle Fragestellungen im persönlichen Gespräch zu vertiefen.

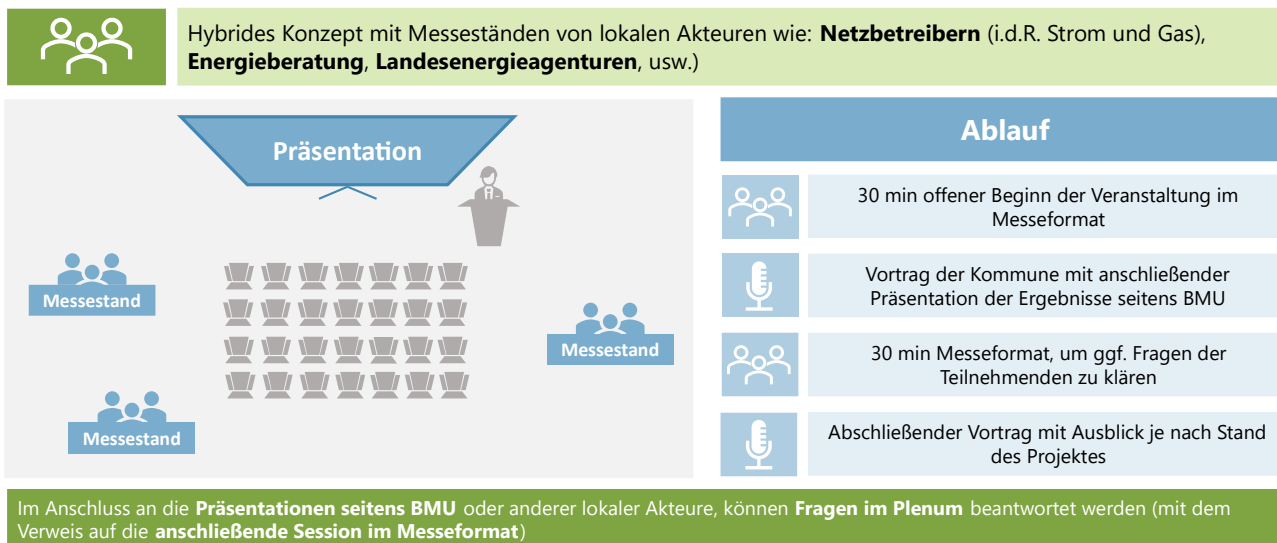


Abbildung 100: Konzept für hybride Bürgerinformationsveranstaltung mit Messeständen

Nach einer offenen Begrüßungsphase an den Informationsständen eröffnete Bürgermeister Herr Imbescheid den offiziellen Teil des Abends mit einer kurzen Ansprache. Anschließend führte Frau Röhrich mit einem einleitenden Vortrag in das Thema der kommunalen Wärmeplanung ein und erläuterte die Zielsetzung sowie die Erwartungen an den weiteren Verlauf des Abends. Im Anschluss präsentierte Herr Dr. Müller die Ergebnisse der fachlichen Analysen und Auswertungen zur kommunalen Wärmeplanung in einem prägnanten und anschaulichen Vortrag. Daraufhin folgte eine kurze Diskussionsrunde im Plenum, in der Vertreter der Verwaltung und BMU Energy Consulting GmbH die Fragen der Bürgerinnen und Bürger einordneten und fachlich fundiert beantworteten. Im weiteren Verlauf bot sich den Teilnehmenden die Gelegenheit, in Einzelgesprächen an den Messeständen gezielte Detailfragen zu stellen und sich individuell beraten zu lassen. Den Abschluss des Abends bildete ein Resümee-Vortrag von Frau Röhrich, in dem sie die wesentlichen Erkenntnisse zusammenfasste und einen Ausblick auf die nächsten Schritte gab.

Die Veranstaltung war geprägt von einem konstruktiven fachlichen Austausch und einer Zustimmung innerhalb der Bevölkerung zu den vorgestellten Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung. Besonders auffällig war das große Interesse an der möglichen Realisierung eines Wärmenetzes sowie an den zeitlichen Perspektiven der anstehenden Machbarkeitsstudien.

9.4 Bürgerumfrage

Ein zentrales Element der Bürgerbeteiligung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Florstadt war die Durchführung einer Online-Befragung. Ziel der Umfrage war es, die Einstellungen, Erwartungen und individuellen Voraussetzungen der Bevölkerung im Hinblick auf die Wärmewende zu erfassen und besser zu verstehen. Auf diese Weise konnten qualitative Eindrücke gewonnen werden, die helfen, die Planungsergebnisse realitätsnah einzuordnen und zukünftige Maßnahmen zielgerichtet auszurichten. Die Befragung richtete sich sowohl an Eigentümerinnen und Eigentümer als auch an Mieterinnen und Mieter. Zwar ist die Teilnehmerzahl insgesamt begrenzt und die Ergebnisse daher nicht statistisch repräsentativ, dennoch liefern sie aufschlussreiche Hinweise auf Wahrnehmungen, Informationsstände und Haltungen innerhalb der Bevölkerung. Im Folgenden werden die Ergebnisse beider Gruppen dargestellt und im Kontext der kommunalen Wärmeplanung interpretiert.

9.4.1 Eigentümerinnen und Eigentümer

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde eine Befragung unter Eigentümerinnen und Eigentümern durchgeführt, um Einstellungen, Informationsbedarfe und Einschätzungen zur Wärmewende in Florstadt zu erfassen. An der Online-Befragung beteiligten sich 21 Personen. Auch wenn die Stichprobe nicht repräsentativ ist, liefert sie wertvolle Hinweise auf die Wahrnehmung der kommunalen Wärmeplanung und zeigt zentrale Themenfelder auf, die in der weiteren Öffentlichkeitsarbeit und Planung besondere Aufmerksamkeit verdienen.

Die Erwartungen zu Kommunalen Wärmeplanung wie in Abbildung 101 dargestellt zeigen ein deutliches Interesse an praxisnahen und verständlich aufbereiteten Informationen. Besonders gefragt sind exemplarische Kostenaufstellungen für den Wechsel zu nachhaltigen Heizsystemen sowie Hinweise zu finanziellen Fördermöglichkeiten. Damit wird deutlich, dass die ökonomische Dimension der Wärmewende für die Bevölkerung eine zentrale Rolle spielt. Ebenfalls häufig gewünscht ist eine kartografische Darstellung geplanter Fernwärmegebiete, was das Bedürfnis nach räumlicher Orientierung und Planungssicherheit unterstreicht. Deutlich seltener wurden Umweltdaten und ökologische Vergleiche von Heizsystemen genannt, was darauf hindeutet, dass die ökologischen Vorteile zwar bekannt, aber weniger ausschlaggebend für Entscheidungsprozesse sind.

Welche Informationen aus der kommunalen Wärmeplanung sind für Sie besonders wichtig?

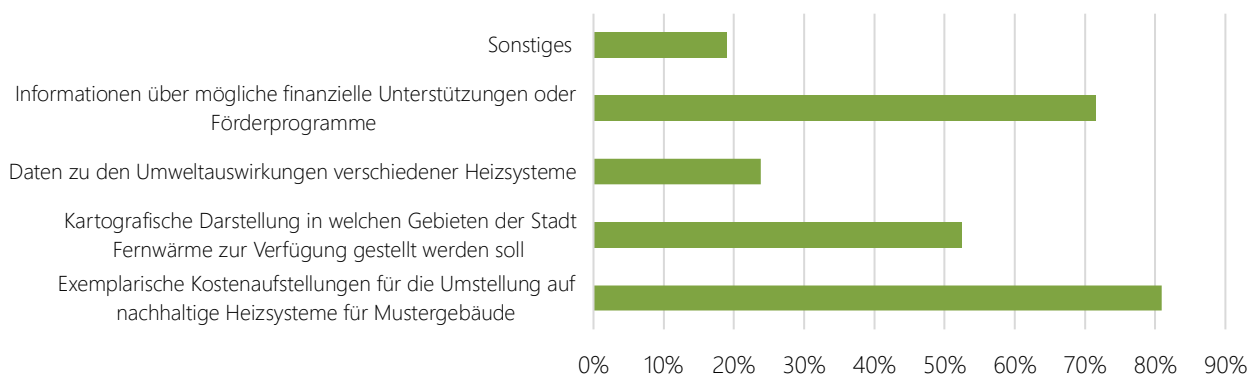


Abbildung 101: Erwartungen zur Kommunalen Wärmeplanung

In den Freitextantworten zeigt sich ein ausgewogenes Verhältnis zwischen ökonomischen, organisatorischen und technologischen Erwartungen. Viele Teilnehmende wünschen sich eine zentrale, verlässliche und bezahlbare Wärmeversorgung, insbesondere in den dicht besiedelten Gebieten. Gleichzeitig wird mehrfach auf die Notwendigkeit einer technologieoffenen Planung hingewiesen, bei der neben Wärmepumpen auch Biogas-Blockheizkraftwerke oder gemeinschaftliche Lösungen wie Energiegenossenschaften berücksichtigt werden sollen. Ein wiederkehrendes Thema ist die Vermeidung finanzieller Überforderung, insbesondere für Eigentümer älterer Gebäude. Ebenso wird eine klare, kontinuierliche Kommunikation über Zeitpläne und Versorgungsoptionen erwartet. Insgesamt deuten die Antworten auf ein hohes Informationsinteresse und ein starkes Bedürfnis nach Transparenz und Planungssicherheit hin.

Bei der Wahl der Informationswege zeigt sich eine klare Präferenz für direkte, persönliche Formate. Die Mehrheit der Teilnehmenden bevorzugt Informationsveranstaltungen vor Ort oder regelmäßige Aktualisierungen auf der städtischen Website. Digitale Beteiligungsformen wie Online-Plattformen oder Social Media spielen dagegen eine untergeordnete Rolle. Dies spricht für die Fortführung des bereits etablierten Formats öffentlicher Bürgerveranstaltungen, ergänzt durch eine digitale Informationsbasis.

Die Mehrheit der Befragten nutzt weiterhin Ölheizungen, teils kombiniert mit Solarthermie. Einzelne Teilnehmende verfügen über Pellet- oder Gasheizungen. Nur ein kleiner Teil hat in den letzten 15 Jahren umfassende Maßnahmen umgesetzt, meist Heizkesseltausch, neue Heizkörper oder die Installation von Photovoltaikanlagen. Etwa die Hälfte der Befragten plant in den kommenden Jahren Modernisierungen oder eine Umstellung auf erneuerbare Energien, wobei viele betonen, dass diese entscheidend von der kommunalen Wärmeplanung und den verfügbaren Förderprogrammen abhängen. Als größte Hemmnisse werden der finanzielle Aufwand und die mangelnde Klarheit über Technologien und Fördermöglichkeiten genannt. Der Denkmalschutz spielt in Florstadt ebenfalls eine Rolle, insbesondere in Bezug auf PV-Anlagen und Fassadendämmung. Etwa die Hälfte der Befragten hat in den letzten 15 Jahren Fenster erneuert oder Dachdämmungen vorgenommen. Künftige Maßnahmen sind eher zurückhaltend geplant: Die meisten Teilnehmenden beabsichtigen keine weiteren Sanierungen, nur wenige planen in den nächsten fünf bis zehn Jahren eine Dämmung von Dach oder Fassade. Haupthemmnis bleibt hier ebenfalls der hohe finanzielle Aufwand, gefolgt von Unsicherheiten über Förderbedingungen und denkmalschutzrechtlichen Auflagen. Ein Großteil der Befragten zeigt sich grundsätzlich offen für den Anschluss an ein Fernwärmenetz, sofern die Kosten vergleichbar oder günstiger als die aktuelle Versorgung sind. Einige lehnen Fernwärme aufgrund von Abhängigkeitsbedenken ab. Auch gegenüber Wärmepumpen besteht Aufgeschlossenheit, wenngleich sie stark von den Investitionskosten abhängig gemacht wird. Die Mehrheit würde eine Wärmepumpe installieren, wenn diese finanziell konkurrenzfähig zu anderen Technologien ist.

In den offenen Kommentaren wurde mehrfach auf die Bedeutung realistischer Förderkulissen und technischer Machbarkeit verwiesen, insbesondere im denkmalgeschützten Gebäudebestand. Zudem wünschen sich einige Teilnehmende, dass Florstadt von Erfahrungen anderer Kommunen mit erfolgreichen Energiekonzepten lernt und alternative Technologien, etwa Biogas, Nahwärmenetze oder gemeinschaftliche Lösungen, stärker berücksichtigt.

9.4.2 Mieter

Die ergänzende Befragung unter Mieterinnen und Mietern diente dazu, auch die Perspektive dieser Bevölkerungsgruppe in die kommunale Wärmeplanung einzubeziehen. An der Umfrage nahmen jedoch lediglich vier Personen teil, sodass die Ergebnisse nicht als repräsentativ oder aussagekräftig gewertet werden können. Dennoch geben die Rückmeldungen einen qualitativen Einblick in die Wahrnehmung und Haltung der Mieterschaft gegenüber der Wärmewende in Florstadt. Die wenigen Antworten deuten darauf hin, dass bei Mieterinnen und Mietern vor allem Fragen der Kostenentwicklung und Versorgungssicherheit im Vordergrund stehen. Zugleich zeigt sich ein gewisses Informationsdefizit hinsichtlich geplanter Maßnahmen und technischer Möglichkeiten. Die Rückmeldungen zeigen lediglich, dass auch bei der Mieterschaft grundsätzliches Interesse an Informationen zur zukünftigen Wärmeversorgung besteht. Eine detaillierte Interpretation der Ergebnisse ist jedoch nicht möglich.

Literaturverzeichnis

- [1] Agentur für Erneuerbare Energien e.V., „Wärme und Kälte aus Erneuerbaren Energien 2023 in Deutschland“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.unendlich-viel-energie.de/media-thek/grafiken/waerme-und-kaelte-aus-erneuerbaren-energien-in-deutschland-2023>
- [2] Deutsche Energie-Agentur GmbH, „GEG 2024“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gebaeudeforum.de/ordnungsrecht/geg/geg-2024/>
- [3] Institut Wohnen und Umwelt, „Deutsche Wohngebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden“. 10. Februar 2015. [Online]. Verfügbar unter: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episode/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf
- [4] IBS Ingenieurbüro für Haustechnik Schreiner, „Energetische, thermodynamische und bauphysikalische Begriffe und Zusammenhänge“. [Online]. Verfügbar unter: <http://energieberatung.ibs-hlk.de>
- [5] Professor Dr.-Ing. Helmut Burger, Dipl.-Ing. Wolfgang Rogatty, „Überschlägige Ermittlung der erforderlichen Kesselleistung“, IKZ-Haustechnik. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ikz.de/ikz-archiv/2004/18/0418044.php>
- [6] Institut Wohnen und Umwelt, „Datenbasis Gebäudebestand“, Dez. 2010. [Online]. Verfügbar unter: https://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht_Datenbasis.pdf
- [7] SHK Profi, „BHKW – vier Buchstaben für mehr Effizienz“. Zugegriffen: 29. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.shk-profi.de/artikel/shk_BHKW_vier_Buchstaben_fuer_mehr_Effizienz-3530375.html
- [8] Institut Wohnen und Umwelt, „Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie“. 22. Januar 2003. [Online]. Verfügbar unter: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2003_IWU_BornEtAl_Energieeinsparung-für-31-Musterhäuser-der-Gebäudetypologie.pdf
- [9] Vaillant, „Vorlauftemperatur: Fußbodenheizung & Heizanlage richtig einstellen“. Zugegriffen: 24. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.vaillant.de/heizung/heizung-verstehen/tipps-rund-um-ihre-heizung/vorlauf-rucklauftemperatur/>
- [10] Umweltbundesamtes, „Wohnen und Sanieren“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-23_cc_22-2019_wohnenundsaniieren_hintergrundbericht.pdf
- [11] H. Cischinski und N. Diefenbach, „Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016“, Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Apr. 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2018_IWU_CischinskyEtDiefenbach_Datenerhebung-Wohngebäudebestand-2016.pdf
- [12] P. Hermann, „Wie funktioniert eine Wärmepumpe?“, www.heizung.de. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.heizung.de/waermepumpe/funktionsweise.html>
- [13] S. Lengning, N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, und A. Wunsch, „Technikkatalog Wärmeplanung“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>
- [14] A. Rosenkranz, „Luft-Wasser-Wärmepumpe: Heizen mit Wärme aus der Umgebungsluft“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.heizung.de/waermepumpe/luft-wasser-waermepumpe.html>

- [15] heizung.de, „Sole-Wasser-Wärmepumpe: Funktion, Kosten & kurzes FAQ“, www.heizung.de. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.heizung.de/waermepumpe/sole-wasser-waermepumpe.html>
- [16] F. Hopp, „Wie funktioniert Geothermie?“, www.erdwaermebohrer.de. [Online]. Verfügbar unter: <https://erdwaermebohrer.de/geothermie/>
- [17] energie-fachberater.de, „Grundwasserwärmepumpe - alles zu Funktion, Bedingungen und Kosten“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energie-fachberater.de/heizung-lueftung/heizung/waermepumpe/grundwasserwaermepumpe-alles-zu-funktion-bedingungen-und-kosten.php>
- [18] R. Meyer, S. Herkel, und C. Kost, „Die Rolle von Wasserstoff im Gebäudesektor: Vergleich technischer Möglichkeiten und Kosten defossilisierter Optionen der Wärmeerzeugung“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kopernikus-projekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/1713/live/lw_datei/ariadne-analyse_wasserstoffgebaeudesektor_september2021.pdf
- [19] Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG), „WFS HE ALKIS Vereinfacht“. Zugegriffen: 12. Mai 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gds.hessen.de/wfs2/aaa-suite/cgi-bin/alkis/vereinf/wfs?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0>
- [20] Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG), „Geodaten Online“. Zugegriffen: 12. Mai 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://gds.hessen.de/INTERSHOP/web/WFS/HLBG-Geodaten-Site/de_DE/-/EUR/ViewDownloadcenter-Start
- [21] P. Remmen, M. Lauster, M. Mans, M. Fuchs, T. Osterhage & D. Müller, „TEASER: an open tool for urban energy modelling of building stocks.“, *J. Build. Perform. Simul.*, 2018.
- [22] T. Loga, B. Stein & N. Diefenbach, „TABULA building typologies in 20 European countries— Making energy-related features of residential building stocks comparable“, *Energy Build.*, 2016.
- [23] M. Hörner & J. Bischof, „Typologie der Nichtwohngebäude in Deutschland– Methodik, Anwendung und Ausblick“, Institut Wohnen und Umwelt (IWU).
- [24] Deutscher Wetterdienst (DWD), „Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse“.
- [25] Statistisches Bundesamt, „Zensus 2022“. 15. Mai 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/_inhalt.html
- [26] Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V., „Spezifischer Wärmebedarf von Gebäuden nach Baujahr“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dvgw.de/medien/asue/themen/kwk/bhkw/Bilder/asue_Spezifischer-Waermebedarf-nach-Baujahr-in-kwh-pro-m2-und-a.jpg
- [27] M. Peters, S. Steidle, und H. Böhsich, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden“, Stuttgart, Dez. 2020.
- [28] Behörde für Umwelt und Energie, „Wärmekataster Handbuch“, Hamburg, 2019.
- [29] Statistisches Bundesamt, „Stromerzeugung 2023: 56 % aus erneuerbaren Energieträgern“. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/03/PD24_087_43312.html
- [30] Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, „Erdwärmennutzung in Hessen“. Zugegriffen: 8. Oktober 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/geologie/erdwaerme/Leitfaden_Erdwaerme_6._Auflage_gesamt.pdf
- [31] LEA LandesEnergieAgentur, „Solar-Kataster Hessen“. Zugegriffen: 23. Juli 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.lea-hessen.de/buergerinnen-und-buerger/sonnenenergie-nutzen/solar-kataster-hessen/>

- [32] LANUV, „Solarkataster NRW Freiflächen-PV: Methodik der Karte ‚LEP-Flächen für raumbedeut-
same Anlagen‘“, Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Methodik_LEP_Juli%202024.pdf
- [33] LEA - LandesEnergieAgentur, „Solarenergie“. Zugegriffen: 7. August 2025. [Online]. Verfügbar
unter: <https://www.lea-hessen.de/energiewende-in-hessen/solarenergie/>
- [34] Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, „Wasserstands- und Durchfluss-
werte (Pegel) - Hessen“. Zugegriffen: 23. Juli 2025. [Online]. Verfügbar unter:
<https://www.hlnug.de/themen/wasser/wasserstands-und-durchflusswerte-pegel>
- [35] T. Gross und L. Gehrman, „Nachhaltiges Sedimentmanagement in Staugewässern“.
- [36] Auen- und Gewässerschutz Wetterau e.V., „Maßnahmen zur Renaturierung der Nidda“. Zuge-
griffen: 23. Juli 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://auge-wetterau.de/category/nidda/>
- [37] „Anfrage der Grünen-Fraktion zu (Trink)wasservorräten in Florstadt“. Zugegriffen: 6. August
2025. [Online]. Verfügbar unter: [https://wp.gruene-florstadt.de/wp-content/uplo-
ads/2021/07/20-11-Anfrage-Trinkwasserbrunnen-mit-Antworten.pdf](https://wp.gruene-florstadt.de/wp-content/uploads/2021/07/20-11-Anfrage-Trinkwasserbrunnen-mit-Antworten.pdf)
- [38] „Abwasserverband Horlofftal“. Zugegriffen: 6. August 2025. [Online]. Verfügbar unter:
<https://avhorlofftal.de/>
- [39] Abwasserverband Horlofftal und Ingenieursgesellschaft Müller mbH, „Gutachten Aus- und Um-
bau der Kläranlage zur anaeroben Schlammbehandlung“.
- [40] „Geologie Viewer des HLNUG“. Zugegriffen: 6. August 2025. [Online]. Verfügbar unter:
[https://geologie.hessen.de/mapapps/resources/apps/geologie/index.html?lang=de&base-
map=-%3Aservice_hintergrundkarten_baselayer_tk25_2500%2Cwms&layers=%2B%3Aser-
vice_geothermie_mapmodel%2Cservice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F3%2Cser-
vice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F4%2Cservice_geothermie_mapmo-
del%2F0%2F1%2F5%2Cservice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F6%2Cservice_geother-
mie_mapmodel%2F0%2F1%2F7%2Cservice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F8%2Cser-
vice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F9%2Cservice_geothermie_mapmo-
del%2F0%2F1%2F10%2C-%3Aservice_bohrdatenportal_mapmodel%2Cservice_guek300_lay-
ers%2Cservice_geothermie_mapmo-
del%2F16&lod=3&vm=2D&s=1250000&r=0&c=570986.8744880391%2C5578686.89837918
8&l=-GUEK300%2Cgeothermie\(-16\)%2C~ra-
don\(~19%7Bt%3A50%7D%2C~20%7Bt%3A50%7D%2C~22%7Bt%3A50%7D\)%2C-bohrdaten-
portal](https://geologie.hessen.de/mapapps/resources/apps/geologie/index.html?lang=de&base-map=-%3Aservice_hintergrundkarten_baselayer_tk25_2500%2Cwms&layers=%2B%3Aser-vice_geothermie_mapmodel%2Cservice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F3%2Cser-vice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F4%2Cservice_geothermie_mapmo-del%2F0%2F1%2F5%2Cservice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F6%2Cservice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F7%2Cservice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F8%2Cser-vice_geothermie_mapmodel%2F0%2F1%2F9%2Cservice_geothermie_mapmo-del%2F0%2F1%2F10%2C-%3Aservice_bohrdatenportal_mapmodel%2Cservice_guek300_lay-ers%2Cservice_geothermie_mapmo-del%2F16&lod=3&vm=2D&s=1250000&r=0&c=570986.8744880391%2C5578686.898379188&l=-GUEK300%2Cgeothermie(-16)%2C~ra-don(~19%7Bt%3A50%7D%2C~20%7Bt%3A50%7D%2C~22%7Bt%3A50%7D)%2C-bohrdaten-portal)
- [41] Geologischer Dienst NRW, „Erdwärme in NRW“. Zugegriffen: 7. August 2025. [Online]. Verfüg-
bar unter: https://www.gd.nrw.de/ew_fragen.htm
- [42] HLNUG, „Tiefe Geothermie“. Zugegriffen: 7. August 2025. [Online]. Verfügbar unter:
<https://www.hlnug.de/themen/geologie/erdwaerme-geothermie/tiefe-geothermie>
- [43] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Plattform für Abwärme“. [Online]. Verfügbar
unter: [https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/platt-
form_fuer_abwaerme_node.html](https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/platt-
form_fuer_abwaerme_node.html)
- [44] „Basisdaten Bioenergie Deutschland 2024“.
- [45] „Biogas“, BMEL. Zugegriffen: 7. August 2025. [Online]. Verfügbar unter:
[https://www.bmlh.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-roh-
stoffe/biogas.html](https://www.bmlh.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-roh-
stoffe/biogas.html)
- [46] „Atlas Agrarstatistik Deutschland“. [Online]. Verfügbar unter: [https://agratlas.statistikpor-
tal.de/](https://agratlas.statistikpor-
tal.de/)
- [47] Geofabrik, „OpenStreetMap Data Extracts“. [Online]. Verfügbar unter: [https://download.geo-
fabrik.de/](https://download.geo-
fabrik.de/)

- [48] Stadtverwaltung Wuppertal und Verbraucherzentrale Wuppertal, „Gebäudetypologie der Stadt Wuppertal“, Gebäudetypologie der Stadt Wuppertal, Feb. 2016.
- [49] S. Kippelt, „Dezentrale Flexibilitätsoptionen und ihr Beitrag zum Ausgleich der fluktuierenden Stromerzeugung Erneuerbarer Energien“, TU Dortmund, 2017.
- [50] dena, „Leitfaden: Akteursbeteiligung in der Kommunalen Wärmeplanung“. 2024. Zugriffen: 28. Oktober 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/20250213_KWW_Leitfaden_Akteursbeteiligung_01.pdf

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energiesparrecht in Deutschland – Historischer Überblick [2].....	15
Abbildung 2: Trinkwasserbereitstellung nach Gebäudetyp (eigene Darstellung nach [6])	21
Abbildung 3: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Raumwärme und Trinkwarmwasser (eigene Darstellung nach [7])	21
Abbildung 4: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Grundlast und Spitzenlast (eigene Darstellung nach [7])	22
Abbildung 5: Mögliche Ausführungen der wesentlichen Bauteile von Gebäuden hinsichtlich der Dämmung [8]	24
Abbildung 6: Temperaturklassen und Heizkörper [9].....	24
Abbildung 7: Beispielhafte Heizkurven verschiedener Heizsysteme [9]	25
Abbildung 8: Art der Wärmedämmung im Überblick und nach Wandtypen (eigene Darstellung nach [6])	26
Abbildung 9: Verglasungsarten nach Fensterbaujahr in Deutschland (eigene Darstellung nach [6])	27
Abbildung 10: Sanierungsraten und Sanierungszyklus (eigene Darstellung nach [9])	28
Abbildung 11: Prozentualer Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden, Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren (eigene Darstellung nach [11] mit Stand 2016).....	29
Abbildung 12: Nachträglich gedämmte Bauteilfläche von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern (eigene Darstellung nach [11] mit Stand 2016)	29
Abbildung 13: Typische Wärme-Jahresdauerlinie von Haushalten für ein Hybridsystem [7].....	38
Abbildung 14: Ortsgliederung und Satellitenkarte von Florstadt.....	42
Abbildung 15: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp.....	43
Abbildung 16: Primärer Gebäudetyp auf Baublockebene	44
Abbildung 17: Anzahl der Wohngebäude je Baujahresklasse	45
Abbildung 18: Primäre Baujahresklasse der Wohngebäude auf Baublockebene	45
Abbildung 19: Spezifischer Wärmebedarf aller Gebäude	46
Abbildung 20: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh nach Energieträgern	48
Abbildung 21: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh nach Energieträgern.....	49
Abbildung 22: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor öffentliche Gebäude) in GWh nach Energieträgern	49
Abbildung 23: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh nach Energieträgern	50
Abbildung 24: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh	50
Abbildung 25: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	51
Abbildung 26: Anteil von Strom und Umweltwärme am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	52
Abbildung 27: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene	53
Abbildung 28: Anteil von Flüssiggas am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	54
Abbildung 29: Primärer Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene.....	55
Abbildung 30: Anzahl versorgter Gebäude nach Energieträger.....	56
Abbildung 31: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene	57
Abbildung 32: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene	58

Abbildung 33: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene.....	59
Abbildung 34: Anzahl der Gebäude mit Flüssiggas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene.....	60
Abbildung 35: Durchschnittliches Inbetriebnahmejahr der Heizungen auf Baublockebene.....	61
Abbildung 36: Altersstruktur der Ölheizungen	62
Abbildung 37: Altersstruktur der Biomasseheizungen.....	62
Abbildung 38: Altersstruktur der Flüssiggasheizungen	63
Abbildung 39: Wärmeflächendichte auf Baublockebene.....	64
Abbildung 40: Wärmelinien-dichte auf Straßenzugebene	65
Abbildung 41: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene.....	65
Abbildung 42: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers	66
Abbildung 43: Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf auf Baublockebene.....	67
Abbildung 44: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. t.....	68
Abbildung 45: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t.....	68
Abbildung 46: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor öffentliche Gebäude) in Tsd. t.....	69
Abbildung 47: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t.....	70
Abbildung 48: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t.....	70
Abbildung 49: Naturschutz- und FFH-Gebiete sowie Landschaftsschutzgebiete in Florstadt.....	73
Abbildung 50: Wasserschutz- und Überschwemmungsgebiete sowie Vogelschutzgebiete in Florstadt	74
Abbildung 51: Heilquellenschutzgebiete in Florstadt.....	75
Abbildung 52: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene ohne landwirtschaftliche Flächen	77
Abbildung 53: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie auf Flurebene unter Berücksichtigung landwirtschaftlicher Flächen.....	77
Abbildung 54: Geographischer Verlauf der Nidda	80
Abbildung 55: Entnehmbare Wärmeleistung und Gewässertemperatur der Nidda (Jahr 2024) [34].	81
Abbildung 56: Entnehmbare elektrische Leistung und Energie durch Wasserkraft in der Nidda (Jahr 2024) [34].....	82
Abbildung 57: Standort der Verbandskläranlage Florstadt des Abwasserverbands Horlofftal.....	85
Abbildung 58: Entnehmbare Leistung im Jahresverlauf und Gewässertemperatur der Nidda (Jahr 2024) [34].....	85
Abbildung 59: Oberflächennahe Geothermie: ermittelte Potenzialflächen und nutzbare Energie.....	87
Abbildung 60: Potenzialflächen für feste Biomasse und Biogas	89
Abbildung 61: Potenzialflächen für zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen.....	91
Abbildung 62: Zusammenfassung der Potenzialanalyse.....	92
Abbildung 63: Lösungsraum der Wärmetechnologien.....	94
Abbildung 64: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs durch Sanierung.....	97
Abbildung 65: Sanierungspotenzial auf Baublockebene.....	98
Abbildung 66: Eignung der Gebäude in Abhängigkeit der Technologien	100
Abbildung 67: Eignung der Wärmeversorgungsart Luft-Wasser-Wärmepumpe für das Zieljahr 2040	101

Abbildung 68: Eignung der Wärmeversorgungsart Sole-Wasser-Wärmepumpe für das Zieljahr 2040	102
Abbildung 69: Eignung der Wärmeversorgungsart „dezentrale Versorgung“ für das Zieljahr 2040	103
Abbildung 70: Eignung der Wärmeversorgungsart „Wärmenetz“ für das Zieljahr 2040	104
Abbildung 71: Eignung der Wärmeversorgungsart „Wasserstoffnetz“ für das Zieljahr 2040	105
Abbildung 72: Wärmenetzzeichnungsgebiet Nieder- und Ober-Florstadt auf Baublockebene	106
Abbildung 73: Wärmenetzzeichnungsgebiet Stammheim auf Baublockebene	107
Abbildung 74: Wärmenetzzeichnungsgebiet Nieder-Mockstadt auf Baublockebene	109
Abbildung 75: Wärmenetzzeichnungsgebiet Staden auf Baublockebene.....	110
Abbildung 76: Wärmenetzzeichnungsgebiet Leidhecken auf Baublockebene.....	111
Abbildung 77: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren zwischen 2030 und 2040 (Hauptszenario).....	113
Abbildung 78: Anzahl versorgter Gebäude je Technologie im Zieljahr 2040 (Hauptszenario).....	114
Abbildung 79: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2040 (Hauptszenario).....	115
Abbildung 80: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Verbrauchssektoren bis zum Zieljahr 2040 (Hauptszenario).....	116
Abbildung 81: Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2040 (Hauptszenario).....	116
Abbildung 82: Anzahl der Gebäude an Wärmenetzen (Hauptszenario)	117
Abbildung 83: Wärmebedarf der Gebäude an Wärmenetzen (Hauptszenario)	118
Abbildung 84: Anzahl an Gebäuden am Flüssiggasnetz (Hauptszenario)	118
Abbildung 85: Wärmebedarf des Flüssiggasnetzes nach Energieträger (Hauptszenario).....	119
Abbildung 86: Elektrische Leistung der strombasierten Heizungen im Zieljahr 2040 auf Baublockebene (Hauptszenario).....	120
Abbildung 87: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren zwischen 2030 und 2040 (Nebenszenario).....	121
Abbildung 88: Anzahl versorgter Gebäude je Technologie im Zieljahr 2040 (Nebenszenario).....	122
Abbildung 89: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2040 (Nebenszenario).....	122
Abbildung 90: Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen nach Energieträgern bis zum Zieljahr 2040 (Nebenszenario).....	124
Abbildung 91: Anzahl der Gebäude an Wärmenetzen (Nebenszenario)	124
Abbildung 92: Wärmebedarf der Gebäude an Wärmenetzen (Nebenszenario)	125
Abbildung 93: Elektrische Leistung der strombasierten Heizungen im Zieljahr 2040 auf Baublockebene (Nebenszenario).....	126
Abbildung 94: Fokusgebiet 1: Nieder- und Ober-Florstadt	145
Abbildung 95: Jährlicher Wärmebedarf des Fokusgebiets Nieder- und Ober-Florstadt im Status quo	146
Abbildung 96: Fokusgebiet 2: Stammheim.....	148
Abbildung 97: Jährlicher Wärmebedarf des Fokusgebiets Stammheim im Status quo.....	148
Abbildung 98: Drei Stufen der Beteiligung nach [50].....	155
Abbildung 99: Akteurslandkarte nach [50]	156

Abbildung 100: Konzept für hybride Bürgerinformationsveranstaltung mit Messeständen..... 159
Abbildung 101: Erwartungen zur Kommunalen Wärmeplanung 160

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Charakterisierung der Wohngebäude nach Baujahresklassen nach Institut Wohnen und Umwelt (IWU) [3] 18
Tabelle 2: Typische Heizwärmebedarfe von Wohngebäuden [4]..... 19
Tabelle 3: Heizlastdichte in W/m² für unterschiedliche Baujahre und Gebäudetypen [5].....20
Tabelle 4: Datengrundlage für die Bestandsanalyse41
Tabelle 5: Betrachtete Sanierungsklassen96
Tabelle 6: Wärmegestehungskosten für das Wärmenetzeignungsgebiet Nieder- und Ober-Florstadt 106
Tabelle 7: Wärmegestehungskosten für das Wärmenetzeignungsgebiet Stammheim..... 108
Tabelle 8: Wärmegestehungskosten für das Wärmenetzeignungsgebiet Nieder-Mockstadt 109
Tabelle 9: Wärmegestehungskosten für das Wärmenetzeignungsgebiet Staden..... 111
Tabelle 10: Wärmegestehungskosten für das Wärmenetzeignungsgebiet Leidhecken..... 112
Tabelle 11: Maßnahmenübersicht 127
Tabelle 12: Aufgaben der Akteure 151
Tabelle 13: Stakeholdermapping 156