IP SYSCON

ENERGIE. KLIMA. PLAN.

Abschlussbericht zur

„Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Gifhorn“

Auftraggeberin:

Stadt Gifhorn

Marktplatz 1

38518 Gifhorn

Stadt Gifhorn
Marktplatz 1
38518 Gifhorn

Telefon: +49 5371 88-0
Telefax: +49 5371 88-258
E-Mail: info@stadt-gifhorn.de
Internet: www.stadt-gifhorn.de

Abschlussbericht erstellt durch:

IP SYSCON GmbH
Warmbüchenkamp 4
D-30159 Hannover

Tel.: +49 (511) / 85 03 03-0
E-Mail: info@ipsyscon.de
Internet: https://www.ipsyscon.de/start/

Ansprechpartnerin: Sebastian Gütte | Dr. Dorothea Ludwig
Datenanalyse: Ann Kathrin Rein | Luca Tomhave | Daniel Schmedes
E-Mail: sebastian.guette@ipsyscon.de | dorothea.ludwig@ipsyscon.de

Energie. Klima. Plan. gGmbH
Senator-Wagner-Weg 4
D-49088 Osnabrück

Tel.: +49 (541) / 335 03 - 62
E-Mail: Info@EKP-OS.de
Internet: www.ekp-os.de
Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Detlef Vagelpohl | Jörg Krywkow
Mitarbeit: Ulla Yassine, Sophie Czeranka
E-Mail: D.Vagelpohl@EKP-OS.de | j.krywkow@ekp-os.de

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis 5

1 Einleitung und Zielsetzung 6

1.1 Einleitung 6

1.2 Zielsetzung 7

1.3 Projektteam 8

2 Methodik 9

2.1 Wie entsteht ein kommunaler Wärmeplan 9

2.2 Ausgangslage 10

2.3 Bestandsanalyse 10

2.3.1 Prüfung und Aufbereitung der Gebäude- und Energiedaten 11

2.3.2 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes und -verbrauchs 12

2.4 Potenzialanalyse 20

2.4.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz 21

2.4.2 Biomasse und Potenziale für KWK-Wärme aus erneuerbaren Energien 22

2.4.3 Geothermie 23

2.4.4 Umweltwärme aus Flüssen und Seen 25

2.4.5 Windkraft 26

2.4.6 Solarthermie 26

2.4.7 Umweltwärme aus Luft 27

2.4.8 Wasserstoff 28

2.4.9 Photovoltaik 28

2.5 Szenarienanalyse 29

2.5.1 Annahmen 33

2.5.2 Ergebnisse der Wärmenetzeignungsanalyse 34

2.5.3 Solarthermie 35

2.5.4 Einzelversorgung 35

2.5.5 Lokale Energieerzeugung vs. Heizwärmebedarf - Bestand und 2040 36

2.5.6 Zusammenfassung 39
2.6 Fokusgebiete 40
2.6.1 Innenstadt 42
2.6.2 Schulcampus Ost 43
2.6.3 Diakonie Kästorf 46
2.6.4 Bildungscampus 48
2.6.5 Klärwerk 49
2.7 Umsetzungsmaßnahmen der kommunalen Wärmeplanung Gifhorn 55
2.7.1 Durchführung einer Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz zur Nutzung der Abwärme aus der Kläranlage Gifhorn 57
2.7.2 Durchführung einer Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz im Bildungscampus 57
2.7.3 Unterstützung schon geplanter Sanierungs- und Neubaugebiete zur Entwicklung und Implementierung von Wärmenetzen 58
2.7.4 Initiierung kommunaler Netzwerke „Energieeffizienz“ Kooperationsmodelle mit Gifhorner Unternehmen / Beratungsangebot für die Gründung von Bürgerenergiegenossenschaften, Interessengemeinschaften und Unternehmenszusammenschlüsse 58
2.7.5 Unterstützung lokale/regionale Energiegenossenschaft 59
2.7.6 Beratungsangebot mit Energieberatern 59
2.7.7 Energieeffizienz in städtischen Liegenschaften: Sanierung eigener Liegenschaften/Klimaneutrale Wärmeversorgung eigener Liegenschaften 60
2.7.8 Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien auf städtischen Liegenschaften 61
3 Zusammenfassung und Ausblick 62
4 Literaturverzeichnis 64
5 Anhang - Kartendarstellungen 65

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
a	Jahr
AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
APF	Anpassungsfaktor
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
DIN	Deutsche Industrienorm
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DWD	Deutscher Wetterdienst
EnEV	Energieeinsparverordnung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GI	Gewerbe und Industrie
GMH	Großes Mehrfamilienhaus
ha	Hektar
HD	Handel und Dienstleistung
HH	Hochhaus
i.d.R.	in der Regel
i.V.m.	in Verbindung mit
inkl.	inklusiv
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung / kommunaler Wärmeplan
LoD	Level of Detail (Laserscanning-Daten)
m	Meter
m²	Quadratmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
min.	Mindestens
NATREG	Naturräumliche Region
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Abkürzung	Bezeichnung
NWG	Nichtwohngebäude
o.ä.	oder ähnliches
Oe	Öffentliches Gebäude
onmaps	Kartendienstleister
REH	Reihenendhaus
RH	Reihenhaus
RMH	Reihenmittelhaus
s.	Siehe
spez.	Spezifisch
THG	Treibhausgas(-Emissionen)
u.a.	unter anderem
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient von Außenbauteilen in W/(m²K)
vgl.	Vergleiche
W	Watt
WBS	Wärmebedarfsservice
WG	Wohngebäude
WPG	Wärmeplanungsgesetz
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung und Zielsetzung

1.1 Einleitung

Die Stadt Gifhorn stellt sich aktiv den Herausforderungen des Klimawandels. Mit dem erfolgreichen Abschluss der kommunalen Wärmeplanung voraussichtlich im I. Quartal 2026 soll ein weiterer zentraler Schritt auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen Zukunft vollzogen werden. Das Vorhaben wurde in enger Zusammenarbeit mit den Fachbüros EKP Energie & Klima Plan GmbH und IP SYSCON GmbH erarbeitet und markiert einen wichtigen Meilenstein für eine strategisch ausgerichtete, klimafreundliche Wärmewende auf kommunaler Ebene.

Der Wärmebereich ist ein zentraler Baustein für die Erreichung der Klimaschutzziele, denn ein erheblicher Anteil der CO_2-Emissionen in Deutschland entfällt auf die Erzeugung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in Haushalten, Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen. Um diesen Anteil nachhaltig zu reduzieren, ist eine vorausschauende und datenbasierte Planung notwendig. Genau hier setzt die kommunale Wärmeplanung an: Sie analysiert die bestehende Wärmeversorgung, identifiziert Einspar- und Dekarbonisierungspotenziale und entwickelt eine langfristige Perspektive für eine klimaneutrale, sozial ausgewogene und wirtschaftlich tragfähige Wärmeversorgung.

Für die Stadt Gifhorn bedeutet das: Der aktuelle Wärmebedarf aller relevanten Gebäude wurde systematisch erfasst, die Potenziale für Energieeinsparung und Effizienzsteigerung bewertet und die Möglichkeiten für den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien umfassend untersucht. Auch die Frage, wo Wärmenetze sinnvoll ausgebaut oder neu aufgebaut werden könnten, wurde detailliert betrachtet. Dabei flossen technische, wirtschaftliche und räumliche Aspekte ebenso ein wie klimatische Rahmenbedingungen und Anforderungen des Denkmalschutzes.

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung liefern eine belastbare Grundlage für politische Entscheidungen, Investitionen und künftige Förderstrategien. Sie schaffen Orientierung für die Stadtverwaltung, für Versorgungsunternehmen, für Eigentümerinnen und Eigentümer sowie für alle Bürgerinnen und Bürger, die sich aktiv an der Wärmewende beteiligen möchten. Gleichzeitig leistet die Stadt Gifhorn mit dem Wärmeplan einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Klimaschutzziele des Landes Niedersachsen und des Bundes – und stellt sicher, dass die Transformation der Wärmeversorgung lokal verankert und zielgerichtet gestaltet wird.

Was will der Wärmeplan erreichen?

- Reduktion der CO_2-Emissionen im Wärmesektor
- Schrittweise Umstellung auf klimafreundliche Wärmequellen
- Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze und Einzelversorgungen
- Planungssicherheit für Investitionen und Infrastrukturentscheidungen
- Beitrag zur Treibhausgasneutralität der Stadt bis 2040
- Einhaltung der Vorgaben des Niedersächsischen Klimagesetzes

1.2 Zielsetzung

Mit der kommunalen Wärmeplanung hat die Stadt Gifhorn ein strategisches Instrument etabliert, das die systematische Transformation des Wärmesektors in den kommenden Jahren koordiniert und gestaltet. Grundlage hierfür war ein datenbasierter und methodisch fundierter Planungsprozess, der sowohl technische als auch soziale, wirtschaftliche und räumliche Aspekte berücksichtigt.

Im Mittelpunkt der Planung stand die Frage, wie die Wärmeversorgung künftig klimafreundlich, bezahlbar und versorgungssicher ausgestaltet werden kann. Neben der Bewertung von bestehenden Versorgungslösungen wurden gezielt Zukunftsperspektiven untersucht: etwa der mögliche Bau von Wärmenetzen, der Einsatz von erneuerbarer Wärme wie Solarthermie, Umweltwärme oder Biomasse sowie – langfristig – der potenzielle Beitrag von Wasserstoff. Dabei wurden alle im Stadtgebiet relevanten Gebäude einbezogen und in gebäudescharfer Auflösung analysiert.

Anhand technischer, wirtschaftlicher und stadtstruktureller Kriterien wurden Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Versorgungskonzepte ausgewiesen. So konnten Prioritäten für verschiedene Lösungsansätze abgeleitet werden: beispielsweise Wärmenetzgebiete in dicht besiedelten Innenstadtquartieren oder individuelle Wärmepumpenlösungen im Streubesiedlungsbereich. Gleichzeitig wurden Zwischenziele definiert – für die Jahre 2030 und 2035 –, die als wichtige Etappen auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität dienen.

Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Gifhorn erfüllt sämtliche Anforderungen gemäß § 20a des Niedersächsischen Klimagesetzes (NKlimaG) und folgt den Handlungsempfehlungen des Landes Niedersachsen. Sie ist ein robustes Steuerungsinstrument, das nicht nur politisch-strategische Orientierung bietet, sondern auch als Basis für konkrete Investitionen, Förderentscheidungen und lokale Partnerschaften dient.

Was bringt die Wärmeplanung den Menschen in Gifhorn?

- Bessere Übersicht über klimafreundliche Heizoptionen für das eigene Gebäude
- Informationen zu künftigen Versorgungsarten in einzelnen Stadtteilen
- Hinweise zu möglichen Sanierungsmaßnahmen und Förderungen
- Planungssicherheit bei Investitionen in Heiztechnik
- Stärkung regionaler Wertschöpfung durch lokale Lösungen

1.3 Projektteam

Die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Gifhorn wird durch ein interdisziplinäres Konsortium aus erfahrenen Fachinstitutionen umgesetzt. Die Projektstruktur ist klar arbeitsteilig organisiert und bündelt spezifisches Know-how aus den Bereichen kommunale Infrastrukturplanung, Energietechnik, Klimaschutz und Partizipation.

IP SYSCON GmbH (IPS) – Projektleitung und technische Grundlagenarbeit

Die IP SYSCON GmbH übernimmt die übergeordnete Projektleitung für das Gesamtvorhaben und verantwortet die strategische und organisatorische Steuerung. Zudem führt sie die umfassende Bestandsanalyse durch, in der die derzeitige Wärmeversorgung, der energetische Gebäudezustand sowie bestehende Infrastrukturen systematisch erfasst und ausgewertet werden. Auch in der Potenzialanalyse – insbesondere im Bereich der Datenerhebung und -bewertung – ist IP SYSCON maßgeblich beteiligt. Darüber hinaus bringt sich das Unternehmen aktiv in die Konzeption und Durchführung der Akteursbeteiligung ein und übernimmt Koordinationsaufgaben.

Energie Klima Plan gGmbH (EKP) – Szenarienentwicklung und Beteiligungsprozesse

Als Teil der Bietergemeinschaft bringt die EKP gGmbH ihre umfassende Expertise in der strategischen Wärmeplanung ein. Das Unternehmen ist verantwortlich für die Entwicklung von Szenarien zur zukünftigen Wärmeversorgung und die Ableitung konkreter Maßnahmen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt zudem auf der Gestaltung und Durchführung der Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung. EKP übernimmt hier die Federführung und sorgt für eine transparente, dialogorientierte Kommunikation mit den relevanten Anspruchsgruppen – von lokalen Energieversorgern über Immobilienwirtschaft und Industrie bis hin zur interessierten Öffentlichkeit.

2 Methodik

2.1 Wie entsteht ein kommunaler Wärmeplan

Die Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung ist ein mehrstufiger Prozess, der technische Analysen, strategische Bewertungen und die Einbindung relevanter Akteure miteinander verbindet. Ziel ist es, eine fundierte und umsetzungsfähige Planungsgrundlage zu schaffen, mit der die Stadt gezielt auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung hinarbeiten kann. Auch in Gifhorn wurde dieser Prozess in mehreren Schritten durchlaufen.

Am Anfang steht die Erhebung des Ist-Zustands. Dabei werden sämtliche relevanten Daten zur aktuellen Wärmeversorgung zusammengetragen: Welche Heiztechnologien sind im Einsatz? Wie hoch ist der Wärmebedarf in den verschiedenen Stadtteilen? Wo bestehen bereits Wärmenetze, und wie ist der energetische Zustand der Gebäude? Die Auswertung erfolgt gebäudescharf und bildet die Grundlage für alle weiteren Schritte.

Anschließend erfolgt eine Potenzialanalyse: Es wird untersucht, welche Möglichkeiten die Stadt hat, künftig erneuerbare Wärmequellen zu nutzen. Dabei werden lokale Ressourcen wie Solarthermie, Geothermie, Umweltwärme, Biomasse oder industrielle Abwärme berücksichtigt. Auch die Eignung einzelner Gebiete für zentrale (z. B. Wärmenetze) oder dezentrale Lösungen (z. B. Wärmepumpen) wird systematisch bewertet – unter Einbeziehung räumlicher, wirtschaftlicher und technischer Kriterien.

Darauf aufbauend wird ein Zielszenario für das Jahr 2040 entwickelt, das aufzeigt, wie die Wärmeversorgung langfristig treibhausgasneutral gestaltet werden kann. In diesem Schritt werden auch Zwischenziele – etwa für die Jahre 2030 und 2035 – festgelegt. Sie dienen als Wegmarken für die Umsetzung und machen Fortschritte messbar.

Im nächsten Schritt werden daraus konkrete Maßnahmen abgeleitet: zum Beispiel der Ausbau bestimmter Wärmenetze, die Förderung von Sanierungsmaßnahmen oder die gezielte Unterstützung bestimmter Technologien in einzelnen Quartieren. Diese Maßnahmen werden in einem Umsetzungsfahrplan geordnet und priorisiert, oft auch ergänzt durch erste wirtschaftliche Grobbewertungen.

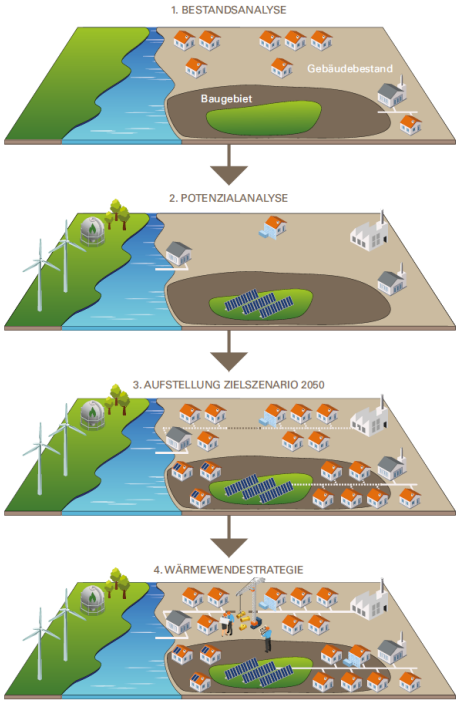


Abbildung 1 - Prozess der Wärmeplanung (Quelle: KEA-BW)

Zum Abschluss wird der Wärmeplan in geeigneter Form dokumentiert und veröffentlicht. In Niedersachsen ist vorgesehen, dass neben einem ausführlichen Abschlussbericht auch eine digitale Kartendarstellung mit datenschutzkonform aggregierten Informationen bereitgestellt wird. Zudem erhält die Stadt ein internes Werkzeug zur strategischen

Weiterarbeit, mit dem der Wärmeplan regelmäßig fortgeschrieben und an neue Entwicklungen angepasst werden kann.

Der gesamte Prozess ist darauf ausgelegt, sowohl technisch belastbar als auch politisch anschlussfähig zu sein – und vor allem: konkret umsetzbar.

2.2 Ausgangslage

Die kommunale Wärmeplanung basiert auf einer umfassenden Analyse des Ist-Zustands. Dieser bildet die Grundlage für alle weiteren Bewertungen und Empfehlungen. Die Stadt Gifhorn ist geprägt durch eine heterogene Siedlungsstruktur mit einem Wechsel von verdichteten Wohnquartieren, gewerblich genutzten Arealen sowie ländlich geprägten Ortsteilen. Diese Vielfalt spiegelt sich auch in der Wärmeversorgung wider.

Große Teile der Wärmeversorgung erfolgen derzeit dezentral über individuelle Heizsysteme. Vor allem Gasheizungen stellen den Hauptanteil der installierten Heiztechnik dar. In vielen Wohngebäuden, insbesondere im Bestand aus den 1950er bis 1990er Jahren, kommen noch veraltete Systeme mit hohem Energieverbrauch zum Einsatz. Der Anteil an erneuerbaren Energien in der Wärmebereitstellung ist bislang gering, wird aber punktuell durch Solarthermieanlagen und Wärmepumpen ergänzt. Wärmenetze spielen aktuell nur eine untergeordnete Rolle und ist auf wenige Teilbereiche der Stadt begrenzt.

Die energetische Qualität des Gebäudebestandes ist heterogen: Während in Neubaugebieten oder modernisierten Quartieren bereits energetische Standards eingehalten werden, besteht in zahlreichen Bestandsvierteln ein erheblicher Sanierungsbedarf. Die durchschnittliche Wärmedichte – also der Wärmebedarf je Fläche – ist in zentralen Stadtlagen höher und bietet grundsätzlich gute Voraussetzungen für leitungsgebundene Versorgungslösungen wie Wärmenetze. In peripheren Bereichen hingegen dominieren geringere Wärmedichten, was dort dezentrale Technologien, insbesondere elektrische Wärmepumpen oder Biomasseheizungen, als realistischer erscheinen lässt.

Im Stadtgebiet bestehen zudem punktuelle Potenziale für industrielle Abwärme, beispielsweise im Umfeld größerer Gewerbestandorte oder der Kläranlage. Diese könnten künftig – bei geeigneter Infrastruktur – zur Einspeisung in Nah- oder Fernwärmesysteme genutzt werden. Ergänzend dazu wurden lokale Potenziale für Geothermie, Umweltwärme (z. B. aus Fließgewässern), Solarthermie und Biomasse im Rahmen der Potenzialanalyse untersucht.

Insgesamt ergibt sich ein differenziertes Bild der Wärmeversorgung, das eine gebietsspezifische Planung erforderlich macht – mit zentralen und dezentralen Lösungsansätzen, angepasst an die jeweiligen technischen, wirtschaftlichen und räumlichen Bedingungen.

2.3 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage der kommunalen Wärmeplanung und liefert einen umfassenden Überblick über die aktuelle Situation in der Stadt Gifhorn. Ziel ist es, den bestehenden Wärmebedarf/-verbrauch, die vorhandene Versorgungsstruktur sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen systematisch zu erfassen und darzustellen.

Hierzu werden gebäudescharfe Daten ausgewertet, die Rückschlüsse auf Baualtersklassen, energetische Zustände, eingesetzte Heiztechnologien sowie die Nutzung leitungsgebundener Energieträger ermöglichen. Neben der Wohnbebauung werden auch die Sektoren Gewerbe und Industrie, Handel und Dienstleistungen und öffentliche Liegenschaften berücksichtigt.

Die erhobenen Daten liefern die notwendige Informationsbasis für die anschließende Potenzialanalyse und die Entwicklung eines tragfähigen Zielszenarios für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Gifhorn.

Tabelle 1: Übersicht der verwendeten Datenquellen und deren Einsatzzweck in der kommunalen Wärmeplanung

Datenquelle	Information	Einsatzzweck
Basis-DLM	Siedlungsgebiete	Aggregationen
ALKIS	Flurstücke, Geometrien, Gebäudenutzung,	Gebäudemodell; Aggregationen
LoD1	Gebäudehöhe	Gebäudemodell
Zensus 2011	Baualtersklassen	Gebäudemodell
Strom-; Netz- und Gasnetzbetreiber	Verbrauchsdaten	Ermittlung des Endenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser
Schornsteinfegerdaten	Heizsysteme, Brennstoffe	Ermittlung des eingesetzten Energieträgers
Kommunale Fachinformationen	Vorhandene Planungen	Abgleich mit vorhandener Infrastruktur und Planung

2.3.1 Prüfung und Aufbereitung der Gebäude- und Energiedaten

Die gebäudescharfe Betrachtung sämtlicher relevanter Gebäudeparameter erfordert die Kombination und Auswertung unterschiedlicher Geobasisdaten. Die dafür notwendige umfassende Datenaufbereitung basiert in erster Linie auf den ALKIS-Hausumringen. Den darin enthaltenen Gebäudegeometrien wurden ergänzende Informationen aus weiteren Datenquellen – wie etwa den ALKIS-Hauskoordinaten oder den LoD1-Gebäudedaten – zugeordnet. Im Folgenden wird auf zentrale Parameter sowie deren Herkunft näher eingegangen.

Gebäudefunktion
Eine zentrale Information für die Wärmeplanung stellt die sogenannte Gebäudefunktion dar. Dieses Merkmal liegt in den ALKIS-Hausumringen als Attribut „gfk“ (Gebäudefunktionscode) vor. Im Zuge der Datenaufbereitung wurde dieser Code ausgelesen und in eine lesbare Form übersetzt. So wurde beispielsweise aus „gfk = 31001_1000“ die Funktion „Wohngebäude“ abgeleitet. Das neue Textattribut „Funktion“ wurde ergänzend eingeführt und ermöglichte eine klare Differenzierung – unter anderem in beheizte versus unbeheizte Gebäude sowie in Wohn- und Nichtwohngebäude. Diese Differenzierung bildet eine wesentliche Grundlage für die spätere Wärmebedarfsanalyse.

Gebäudehöhe
Auch die Gebäudehöhe ist ein entscheidender Parameter für die Berechnung des Wärmebedarfs, da sich aus ihr die Anzahl der Geschosse und damit die beheizte Nutzfläche ableiten lässt. Diese Höhenangaben stammen nicht aus den ALKIS-Hausumringen selbst, sondern wurden den separaten LoD1-Daten entnommen. Die LoD1-Gebäudedaten wurden den jeweiligen Hausumringen zugewiesen, sodass eine vollständige Gebäudegeometrie inklusive Höhenwerten vorlag. Darüber hinaus wurden weitere Attribute wie der amtliche Gemeindeschlüssel ergänzt.

Baualter und Baualtersklasse
Zur Berücksichtigung des Baualters wurde zunächst eine Einteilung in sogenannte Baualtersklassen vorgenommen. Diese Einteilung orientiert sich an der IWU-Gebäudetypologie (Loga et al., 2016) und beschreibt Zeiträume, in denen Gebäude typischerweise errichtet wurden. Die konkreten Baujahre wurden aus dem Zensus 2022 entnommen und lagen der Stadt Gifhorn in Form von Baublockdaten vor. Die Baualtersklassen sind in der Abbildung rechts erkennbar.

<1919
1919–1948
1949–1978
1979–1994
1995–2000
2001–2009
2010–2015
2016–2019
≥2020

Gebäudegrundfläche
Die Gebäudegrundfläche ist Teil der Gebäudegeometrie und wurde ebenfalls aus den ALKIS-Hausumringen abgeleitet. Um eine realistische Abbildung des Wärmebedarfs zu gewährleisten, wurden einzelne kleine Gebäude mit einer Grundfläche unter 30 m² – wie beispielsweise Gartenhäuser oder Nebengebäude in Kleingartenanlagen – von der Berechnung ausgeschlossen, auch wenn sie aufgrund ihrer Gebäudefunktion formal als beheizt eingestuft waren.

Weitere verwendete Datenquellen
Ergänzend wurden weitere Geobasisinformationen in die Analyse integriert. Dazu zählen unter anderem Flurstückskennzeichen, Adressen und Straßenschlüssel, die Zonierung gemäß der naturräumlichen Gliederung sowie Temperaturdaten für die jeweiligen naturräumlichen Zonen. Diese Daten dienten sowohl als Grundlage für die Wärmebedarfsberechnungen als auch für die räumliche Aggregation und Darstellung der Ergebnisse.

2.3.2 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes und -verbrauchs

Tabelle 2: Begriffsbestimmungen

Wärmebedarf	Jahresheizenergiebedarf bestehend aus Heizwärmebedarf plus Warmwasserenergiebedarf	kWh/a
Spezifischer Wärmebedarf	Summe des Jahresheizenergiebedarf bezogen auf die beheizte Nutzfläche eines Gebäudes oder aller beheizten Gebäude innerhalb einer Rasterzelle, eines Versorgungsgebietes, eines Stadtgebietes	kWh/m²*a
Wärmedichte	Summe des Jahresheizenergiebedarf bezogen auf die Fläche einer Rasterzelle, eines Versorgungsgebietes, eines Stadtgebietes	kWh/m²*a
Wärmeliniendichte	Summe des Jahresheizenergiebedarfs bezogen auf die Länge eines Straßenabschnittes	kWh/m*a

Der Wärmebedarf beschreibt den theoretisch berechneten Energiebedarf eines Gebäudes zur Beheizung und Warmwasserbereitung unter standardisierten Bedingungen, wie sie beispielsweise in DIN-Normen festgelegt sind. Er basiert auf Gebäudeparametern wie Baualtersklasse, Dämmstandard, Gebäudefunktion und Klimadaten. Der Wärmeverbrauch hingegen beruht auf real gemessenen Verbrauchsdaten, wie sie etwa von Energieversorgern oder Schornsteinfegern bereitgestellt werden. Während der Wärmebedarf eine flächendeckende, konsistente und modellgestützte Einschätzung erlaubt – auch dort, wo keine Verbrauchsdaten vorliegen –, spiegelt der Wärmeverbrauch das tatsächliche Nutzerverhalten und Betriebsverhalten wider, ist jedoch stark von individuellen Gewohnheiten, Leerständen und Witterungseinflüssen geprägt. Der Vorteil des Wärmebedarfs liegt in der guten Vergleichbarkeit und der Möglichkeit zur flächendeckenden Analyse, während der Verbrauch durch seine Realitätsnähe punktet, jedoch oft lückenhaft oder nur aggregiert vorliegt. In der kommunalen Wärmeplanung werden daher idealerweise beide Methoden kombiniert, um ein möglichst genaues und belastbares Bild der Wärmesituation zu erhalten.

Wärmebedarf

Für die Wärmebedarfsberechnungen kam der von IP SYSCON GmbH entwickelte Wärmebedarfsservice (WBS) zum Einsatz. Im Wärmebedarfsservice werden einerseits interne und solare Gewinne, andererseits Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste anhand von 3D-Gebäudemodellen modelliert. Die Gebäudemodelle werden dabei aus verschiedenen Datenquellen (ALKIS, LoD, GEG, EnEV, …) erzeugt, um eine möglichst reelle Abbildung des Gebäudebestandes zu erhalten. Der Wärmebedarf ist dann die Differenz von Gewinnen und Verlusten.

Parameter für die Wärmebedarfsberechnung

Für den Wärmebedarfsservice (WBS) sind fünf Eingangsparameter je Gebäude erforderlich:

- Gebäude-ID
- Baujahr
- Geometrie des Gebäudes
- Mittlere Dachhöhe des Gebäudes
- Gebäudefunktion (Wohngebäude / Nichtwohngebäude)

Im Ergebnis wurde für die Wärmebedarfsberechnung ein Berechnungsansatz basierend auf dem 3D-Gebäudemodell sowie der Gebäudefunktion herangezogen. Grundlegend hierfür ist die Bruttogrundfläche des Gebäudes sowie die Anzahl der Vollgeschosse. Diese berechnen sich gemäß Gleichung. 1.1 aus der mittlere Traufhöhe aus den LoD1-Daten. Die Geschosshöhe von 2,75 m ist dabei eine Annahme. Grundlage der Annahme ist die anwendbare Methodik gemäß EnEV, bei der eine Geschosshöhe zwischen 2,5 m und 3 m vorausgesetzt wird. Nach Abgleichen zur Plausibilisierung der berechneten Ergebnisse lieferte eine Geschosshöhe von 2,75 m im Ergebnis die höchste Genauigkeit beim Abgleich der berechneten Bedarfswerte mit vorliegenden, aggregierten Verbrauchswerten.

$$Vollgeschosse = Traufhöhe / 2{,}75 \quad (1.1)$$

Dabei sind:

Vollgeschosse	die Anzahl an Vollgeschossen, stets abgerundet auf ganze Zahlen [-]
Traufhöhe	die angelegte Höhe [m]
2,75	die angelegte Höhe je Vollgeschosse [-]

Nachfolgend kann mit der Anzahl der Vollgeschosse die beheizte Nutzfläche je Gebäude berechnet werden (Gleichung. 1.2):

$$NFL_{bh} = Grundfläche * Anzahl\ Vollgeschosse * A_{BGF} \quad (1.2)$$

Dabei sind:

NFL_{bh}	die beheizte Nutzfläche [m²]
Grundfläche	die Bruttogrundfläche der Gebäudegeometrie [m²]
Anzahl Vollgeschosse	die Anzahl der Vollgeschosse [-]
A_{BGF}	ist der Umrechnungsfaktor für die Bruttogrundfläche gemäß (BMWK & BMUV 2015) [-]

Der Umrechnungsfaktor A_{BGF} ergibt sich aus der Gebäudefunktion. Die entsprechende Bekanntmachung (BMWK & BMUV 2015) gibt jedoch nicht für alle Gebäudefunktionen, wie sie in den amtlichen Datenvorkommen, einen eindeutigen Umrechnungsfaktor. Sofern kein eindeutiger Faktor vorliegt, gibt die genannte Literatur hier einen vereinfachten Faktor von A_{BGF} = 0,85 an. Dieser wurde u.a. für Wohngebäude angewendet.

Wohngebäude

Die Wärmemodellierung der Wohngebäude (WG) basiert auf dem Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108 in Verbindung mit spezifischen Gebäudeinformationen. Es wurde bewusst auf die Nutzung der DIN V 18599 verzichtet und auf das etabliertere Verfahren nach DIN V 4108 – 6 zurückgegriffen. Es werden möglichst reale Referenzgebäude auf Grundlage von Gebäudegeometrie, Nachbarschaft und 3D-Geoinformationen erzeugt. Über diese Daten werden für jedes Gebäude geometrische Parameter (z.B. Außenwandfläche oder Gebäudevolumen) errechnet. Diese Berechnungswerte der 3D-Gebäudegeometrie werden mit den Werten zur Dämmeigenschaft (U-Wert in W/(m²K)) der Bauteile in Abhängigkeit vom Baualter und von der Gebäudetypologie kombiniert. Grundlage hierfür ist die deutsche Gebäudetypologie (Loga et al. 2015). Warmwasserbedarfe der jeweiligen Gebäude werden pauschal nach DIN 4108 mit 12,5 kWh/m²*a berechnet.

Nichtwohngebäude

In der Analyse für Nichtwohngebäude (NWG) wird die Nutzung des Gebäudes über einzelne Nutzungszonen berücksichtigt. Die Wärmebedarfsberechnung für Nichtwohngebäude erfolgt nach den Randbedingungen für Nutzungszeiten, Personenbelegung und interne Wärmequellen, welche in Teil 10 der DIN V 18599 geregelt sind. Können bei einem Nichtwohngebäude deutliche Nutzungsunterschiede in einzelnen Gebäudeteilen angenommen werden, wird dieses Gebäude in Zonen unterteilt. Da in den Geobasisdaten keine entsprechende Einteilung (Zonierung) der Nichtwohngebäude vorliegt und keine allumfassende Literatur bzw. Forschungsergebnisse hierzu vorliegen, erfolgte die Zonierung anhand der amtlichen Gebäudefunktion auf Basis von Erfahrungswerten. Aufgrund der Heterogenität der Nichtwohngebäude ist hier von teils deutlichen Abweichungen zur Realität auszugehen.

Vorbereitend für die Berechnung des Wärmebedarfs werden die Nichtwohngebäude, abhängig von der Gebäudefunktion, in die Gebäudetypen Gewerbe und Industrie (GI), Handel und Dienstleistung (HD) oder Öffentliche Gebäude (Oe) eingeteilt.

Die Berechnung des Warmwasserbedarfs für Nichtwohngebäude erfolgt ebenfalls in Abhängigkeit von den zugeordneten Gebäudetypen. Anders als bei Wohngebäuden gibt es für Nichtwohngebäude jedoch keinen Richtwert für Warmwasserbedarfe nach DIN 18599, der angelegt werden kann. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Nutzungen im Nichtwohngebäudebestand ist von einem sehr heterogenen Warmwasserbedarf auszugehen (in Anlehnung an Jochum et al. 2015).

Anpassungsfaktor

Um die berechneten Wärmebedarfe mit dem Verbrauchsniveau anzunähern, wurde ein vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) entwickelter Anpassungsfaktor (APF) verwendet (Loga et al. 2015). Dieser Anpassungsfaktor wurde in der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung automatisch für jedes Gebäude, sowohl für den Ist-Zustand als auch für die Teil- und Vollsanierung, interpoliert und verrechnet.

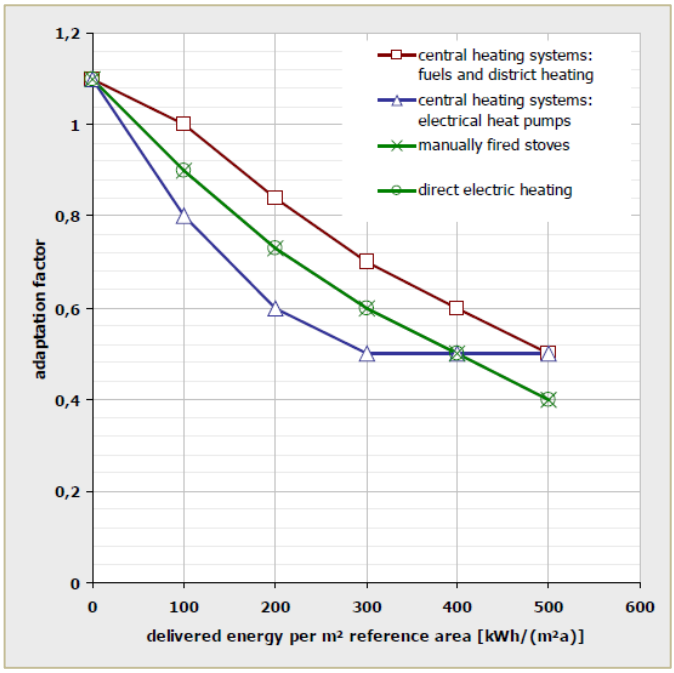


Abbildung 2: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga et al. 2015).

Parameter für die Wärmebedarfsberechnung

Für die Wärmebedarfsberechnung finden zusammenfassend folgende Verallgemeinerungen statt:

- Keine Berücksichtigung von individuellen Sanierungszuständen von Gebäuden. Es wird in Abhängigkeit vom Gebäudetyp und Baualtersklasse stets mit den gleichen Wärmedämmeigenschaften gerechnet.
- Es wird bei allen Gebäuden die gleiche Geschosshöhe (2,75 m) angenommen. Bei ausgewählten Gebäudefunktionen wird jedoch pauschal von nur einem Geschoss entsprechend Traufhöhe ausgegangen (z.B. Kirchen und Schwimmbäder)
- Keine individuelle Unterscheidung bei Warmwasserbedarfen. Für Wohngebäude wird stets ein einheitlicher Wert, für Nichtwohngebäude ein Wert in Abhängigkeit vom Gebäudetyp verwendet
- Zur Berechnung der solaren Gewinne über die solare Einstrahlung werden stets die gleichen solaren Strahlungsintensitäten je Himmelsrichtung verwendet. Es erfolgt keine nähere geografische Unterscheidung.
- Die Zonierung von Nichtwohngebäuden ist für alle Gebäude mit derselben amtlichen Gebäudefunktion identisch. Abweichungen einzelner Gebäude werden nicht berücksichtigt.
- Systematische Abweichungen von Bedarfs- und Verbrauchswerten für Raumwärme werden abhängig vom spezifischen Wärmebedarf über einen Anpassungsfaktor angenähert. Weitere Abweichungen bleiben unberücksichtigt.

Wärmeverbrauch

Zuweisung der Informationen aus den Verbrauchs- und Schornsteinfegerdaten

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Gifhorn wurde eine detaillierte Analyse der realen Wärmeverbräuche auf Gebäudeebene durchgeführt. Hierbei wurden vom Auftraggeber geocodierte Verbrauchsdaten von den Erdgas-, Strom- und Wärmenetzverbräuchen sowie die Informationen der Bezirksschornsteinfeger als Punktdatensatz zur Verfügung gestellt.

Um zu gewährleisten, dass die Verbrauchsinformationen je einem Gebäudefeature zugeordnet werden konnten, wurden die Verbrauchspunkte mit den Gebäuden aus den zur Verfügung gestellten ALKIS-Daten (Stand: April 2024) abgeglichen. Hierbei wurden ausschließlich Gebäude berücksichtigt, die eine beheizte Gebäudefunktion nach ALKIS aufgewiesen haben.

In einigen Fällen kam es vor, dass mehrere Gebäude mit beheizter Gebäudefunktion mit der gleichen Adressinformation vorlagen. In diesen Fällen wurden die jeweiligen Verbrauchsdaten anteilig der beheizten Nutzfläche auf die Einzelgebäude aufgeteilt.

Im Anschluss blieben einige Gebäude über, bei denen eine Gebäudefunktion nach ALKIS vorlag, die als „beheizt“ eingestuft wurde, für die jedoch keine Verbrauchsinformationen geliefert wurden.

Bei den übrigen Gebäuden wurde nach Absprache mit der Stadt Gifhorn der Jahresheizenergiebedarf mit Anpassungsfaktor als Verbrauch zugewiesen und als Energieträger wurde Erdgas angenommen.

Die Daten der Bezirksschornsteinfeger beinhalten keine detaillierten Informationen zu Einzelverbräuchen, wohl aber die Informationen zu Energieträger, Kesselleistung und Baujahr. Um für die Informationen aus den Bezirksschornsteinfegerdaten Verbräuche abzuleiten, wurden die Kesselleistungen mit Volllaststunden multipliziert.

Die Volllaststunden wurden dabei wie folgt berechnet:

- Alle Gebäude, die ausschließlich über eine Gasversorgung verfügen, werden in die Bestimmung der Vollaststunden mit einbezogen
- Anlagen kleiner 11 kW Nennwärmeleistung wurden aus der Bestimmung der Volllaststunden ausgeschlossen, da es sich bei diesen in einem Großteil der Fälle um Etagenheizungen handelt, die meist überdimensioniert sind, da sie zur Warmwasseraufbereitung dienen
- Die Berechnung der Vollaststunden erfolgte getrennt nach den Sektoren Wohnen, Öffentliche Gebäude, Gewerbe und Industrie sowie Handel und Dienstleistungen sowie nach der Kesselleistungseinteilung aus dem Klimaschutzplaner:
    - 0-11 kW; 11-25 kW; 25-50 kW, 50 – 100 kW und größer 100 kW

Die Jahresvolllaststunden wurden nach dieser Einteilung der jeweiligen Gebäude über folgende Formel berechnet:

$$Jahresvolllaststunden\left[\frac{h}{a}\right] = \frac{Erdgasverbrauch\ pro\ Jahr\left[\frac{kWh}{a}\right]}{Installierte\ Leistung\ [kW]} \qquad (1.3)$$

Aufgrund dieser Berechnung wurden folgende Volllaststunden für die Berechnung der nicht-leitungsgebundenen Verbrauchsdaten der Schornsteinfeger angenommen:

Sektor	**0-11 kW**	**11-25 kW**	**25-50 kW**	**50-100 kW**	**> 100 kW**
Wohnen	1500	1200	1200	1300	1210
Öffentliche Gebäude	1300	1100	1100	1040	1420
Gewerbe und Industrie	1300	1200	1100	1040	1020
Handel und Dienstleistungen	1300	1100	1600	1100	1250

Auf dieser Datengrundlage wurde der gebäudescharfe Verbrauch eines jeden Gebäudes bestimmt. Bei Vorliegen mehrerer Energieträger wurden die Verbräuche zu einem Gesamtverbrauch aufsummiert.

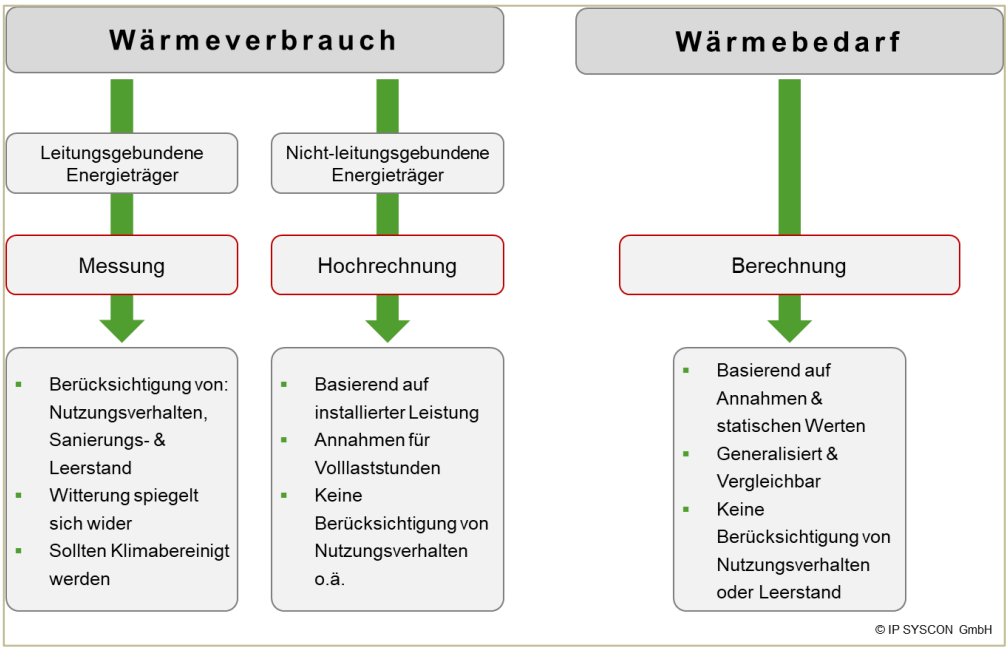


Abbildung 3 - Schematische Gegenüberstellung von Wärmeverbrauch und Wärmebedarf (IP SYSCON, eigene Darstellung)

Hotspots

Die Hotspot-Karte (siehe Anhang) dient zur übersichtlichen Visualisierung der Wärmebedarfe-/verbräuche und Versorgungsoptionen in einem 100 m x 100 m Raster. Für jede einzelne Rasterzelle erfolgte eine Auswertung der Wärmebedarfe sämtlicher darin enthaltener beheizter Gebäude. Dazu wurde innerhalb jeder Gitterzelle der spezifische Wärmebedarf sowie die Wärmedichte berücksichtigt. Zusätzlich finden sich weitere Informationen zu der Anzahl der Gebäude, unterschieden nach Wohn- und Nichtwohngebäuden.

Die Rasterzellen wurden dabei aus dem Zensus 2022 Datensatz übernommen, um die Ergebnisse ggf. um weitere Daten aus dem Zensus erweitern zu können.

Cluster

Der Wärmebedarf-/verbrauch auf Versorgungsgebietsebene kann als Grundlage für mögliche Quartierskonzepte und Versorgungsempfehlungen herangezogen werden.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden Versorgungsgebiete gebildet, um zusammenhängende Siedlungsbereiche systematisch zu erfassen und auszuwerten. Die Erstellung erfolgte auf Basis von Geodaten, insbesondere den Hotspot-Rastern, den Flurstücksinformationen sowie den Siedlungsflächen aus dem Basis-DLM. Zunächst wurden benachbarte Flurstücke, die sich innerhalb eines Hotspots befanden, zu vorläufigen Gebieten zusammengefasst. Anschließend erfolgte eine Verfeinerung anhand der Siedlungsabgrenzungen, sodass klar abgegrenzte Ortslagen gebildet werden konnten. Um den Datenschutzvorgaben zu entsprechen, mussten alle Versorgungsgebiete mindestens fünf beheizte Gebäude umfassen. Kleinere Einheiten wurden, sofern möglich, mit benachbarten Gebieten zusammengeführt.

Wärmelinien

Die Wärmelinien bieten eine erste Orientierung, welche Art der Wärmeversorgung (Netz oder Dezentral) sinnvoll sein könnte.

Für die Berechnung der Wärmeliniendichte wurden Informationen aus dem digitalen Landschaftsmodell herangezogen. Relevant waren hierbei die Straßenzüge in Siedlungsgebieten mit Gebäudeanbindung. Ausgenommen wurden demnach Verkehrswege wie beispielsweise Autobahnen und Bundesfernstraßen sowie Verkehrswege ohne eindeutige Adresse wie Rad- und Privatwege. Für jeden Straßenabschnitt, definiert durch Kreuzungs- und Endpunkte, wurde unter Berücksichtigung des Datenschutzes eine Wärmeliniendichte berechnet.

Ein Straßenabschnitt wurde durch seine begrenzenden Kreuzungs- oder Endpunkte definiert. Ein Endpunkt verfügte über keine Verbindung zu anderen Straßenzügen oder -abschnitten. Ein Kreuzungspunkt lag überall dort, wo mehrere Straßenzüge oder -abschnitte (entsprechend der Digitalisierung aus dem Basis-DLM) zusammentreffen. Überall dort, wo Kreuzungspunkte innerhalb eines Straßenzuges der Straßendatei auftraten (d.h. wo digitalisierte Abschnitte desselben Straßenzuges des Basis-DLM zusammentrafen), wurde der Straßenzug in Abschnitte unterteilt. Diese Abschnitte erhalten dann eine eindeutige Identifikationsnummer, die Auskunft über den Straßenzug und den jeweiligen Abschnitt gibt.

Nach Überprüfung und ggf. Anpassung der Straßenschlüssel der Gebäude folgt die Zuordnung der Gebäude zu den einzelnen, vorher gebildeten Abschnitten innerhalb der Straßenzüge. Dabei werden die Gebäude jeweils dem nächsten Abschnitt des zugeordneten Straßenzuges zugeordnet. Für die Berechnung der Wärmeliniendichte sind aus Datenschutzgründen mindestens fünf Gebäude entlang eines Straßenabschnitts erforderlich.

Liegen an einem Straßenabschnitt weniger als fünf Gebäude, so wird dieser Straßenabschnitt mit dem nächstgelegenen Abschnitt, der zum gleichen Straßenzug gehört, verbunden. Dies geschieht so lange, bis die Mindestanzahl von fünf Gebäuden erreicht wird.

Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) stellt eine zentrale Grundlage für die kommunale Wärmeplanung dar. Sie ermöglicht die Bewertung des Ist-Zustands der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor und bildet die Basis für die Entwicklung klimaneutraler Zielpfade. Die nachfolgende Methodik beschreibt das Vorgehen zur Erhebung, Verarbeitung und Bilanzierung der THG-Emissionen auf Gebäudeebene.

Datenbasis:

Zentrale Grundlage für die THG-Bilanzierung sind gebäudescharfe Angaben zum eingesetzten Energieträger. Diese Informationen wurden aus zwei Hauptquellen gewonnen: Zum einen wurden die Kehrbuchdaten der Schornsteinfeger herangezogen, die detaillierte Informationen über die installierten Heizungsanlagen liefern. Zum anderen wurden für Gebäude mit Erdgasanschluss zusätzlich Erdgasverbrauchsdaten berücksichtigt.

Für die Umrechnung der ermittelten Energieverbräuche in THG-Emissionen kamen standardisierte Emissionsfaktoren aus der GEMIS-Datenbank zum Einsatz. Dabei werden sowohl direkte Emissionen aus der Verbrennung als auch vorgelagerte Emissionen aus der Vorkette berücksichtigt, um eine realitätsnahe Bilanzierung der klimawirksamen Emissionen zu ermöglichen.

Bilanzierungsrahmen:

Die Systemgrenze der Bilanzierung umfasst ausschließlich den Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in bestehenden Gebäuden. Die Bilanz erfolgt gebäudescharf, wodurch eine detaillierte geografische Verortung von Emissionsschwerpunkten („Hotspots“) ermöglicht wird. Berücksichtigt wurden alle Energieträger, die in den Schornsteinfegerdaten, Stromanwendungen für Wärme und den Wärmenetzen erfasst sind, darunter:

- feste Biomasse
- Erdgas
- Heizöl
- Flüssiggas
- Strom
- Braunkohle
- Steinkohle
- Biogas

Für jedes einzelne Gebäude wurden die THG-Emissionen nach folgendem Schema berechnet:

1. Zuordnung des jeweiligen Energieträgers auf Basis der Gebäudedaten,
2. Multiplikation des angegebenen oder abgeleiteten Wärmeverbrauchs mit dem entsprechenden Emissionsfaktor (in kg CO_2-Äquivalent je kWh) gemäß GEMIS,
3. Aggregation der berechneten Emissionen auf verschiedenen Ebenen – von der Wärmelinie über Hotspot und Cluster bis hin zur gesamten Kommune.

Die Ergebnisse der Berechnung wurden gebäudescharf ausgewiesen und bilden eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung wirksamer Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Wärmesektor.

2.4 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse bildet die zweite zentrale Phase der kommunalen Wärmeplanung und untersucht, in welchem Umfang in der Stadt Gifhorn künftig klimafreundliche Energiequellen zur Wärmeversorgung genutzt werden können. Ziel ist es, nutzbare Potenziale für die Reduktion des Wärmebedarfs sowie für den Einsatz erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme systematisch zu erfassen, räumlich zu verorten und deren Beitrag zur künftigen Wärmeversorgung energetisch zu bewerten.

Die Datengrundlage umfasst insbesondere Flächen- und Nutzungskarten (z. B. aus ALKIS oder dem Basis-DLM), Geodaten zu vorhandener Infrastruktur (Wärmebedarfsdaten), Umwelt- und Klimadaten (z. B. solare Einstrahlung, Windgeschwindigkeiten, hydrogeologische Informationen) sowie Unternehmensdaten zur Ermittlung industrieller Abwärme. Ergänzt wird dies durch statistische und planerische Informationen zur Bebauung, Bevölkerung und Wirtschaftsstruktur.

Das methodische Vorgehen basiert auf einer geografischen Auswertung dieser Daten, der Bewertung technischer und räumlicher Eignung sowie der energetischen Quantifizierung der Potenziale. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die spätere Entwicklung von Versorgungsszenarien und Handlungsempfehlungen im Sinne einer langfristig klimaneutralen Wärmeversorgung.

Bewertung und Einordnung der ermittelten Potenziale

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden verschiedene Arten von Potenzialen systematisch betrachtet und – soweit möglich – energetisch quantifiziert. Dabei wird grundsätzlich zwischen theoretischen, technischen und erschließbaren Potenzialen unterschieden, wobei jede Potenzialstufe unterschiedliche Aussagen über die tatsächliche Nutzbarkeit trifft.

- Theoretische Potenziale umfassen die physikalisch maximal mögliche Energie, die in einer Ressource gespeichert ist – z. B. die gesamte Einstrahlungsmenge der Sonne auf alle geeigneten Dachflächen. Diese Potenziale sind wertvoll für eine grobe Abschätzung, lassen jedoch noch keine konkreten Rückschlüsse auf die reale Nutzung zu.
- Technische Potenziale berücksichtigen bereits Einschränkungen wie Flächennutzung, Verschattung oder technische Umsetzbarkeit. Für Photovoltaik bedeutet dies beispielsweise: nur geneigte Dachflächen mit ausreichender Ausrichtung und Neigung werden einbezogen, wobei der Denkmalschutz bei vorhandenen Daten berücksichtigt werden kann.
- Erschließbare Potenziale gehen einen Schritt weiter und beziehen zusätzlich rechtliche, wirtschaftliche und infrastrukturelle Rahmenbedingungen mit ein. Diese umfassen u. a. Fragen der Genehmigungsfähigkeit, Erschließungskosten oder der Integration in bestehende Netze. Für Geothermie etwa werden nur Gebiete betrachtet, in denen die Nutzung gemäß hydrogeologischen Bedingungen und wasserrechtlicher Vorgaben zulässig ist.

Für die kommunale Wärmeplanung in Gifhorn lag der Fokus primär auf der technischen Potenzialermittlung, ergänzt durch erschließbare Potenziale in Bereichen mit bekannt restriktiven Rahmenbedingungen, etwa bei Geothermie oder Abwärmenutzung. Die theoretischen Potenziale wurden nur informativ ausgewiesen, um das Gesamtbild der verfügbaren Ressourcen abzurunden.

2.4.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale im Gebäudesektor wurden unterschiedliche Sanierungsszenarien modelliert, die auf Annahmen zur Sanierungsrate, Sanierungstiefe und Sanierungsreihenfolge basieren. Die Berechnung erfolgte auf Grundlage gebäudescharfer Wärmebedarfsdaten, die mithilfe des Wärmebedarfsservices (WBS) simuliert wurden.

Ein zentrales Kriterium für die Abschätzung der Entwicklung im Gebäudebestand ist die Sanierungsrate, also der Anteil der Gebäude, die pro Jahr energetisch modernisiert werden. Hierzu wurden drei Szenarien definiert: ein konservatives „Business-as-Usual“-Szenario mit einer jährlichen

Sanierungsrate von 0,7 %, ein realistisches Zielszenario mit 1,4 % sowie ein ambitioniertes Best-Practice-Szenario mit einer jährlichen Rate von 1,9%. Ergänzend dazu wurde für die Sanierungstiefe folgende Werte angenommen: 90 % der angenommenen Sanierungen sind Teilsanierungen (Fenster- und Dachdämmung), 10 % als Vollsanierungen (umfassende Gebäudesanierung aller Gewerke) modelliert. Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen. Eine Auflistung der verwendeten U-Werte für den Ist-Zustand sowie für die Sanierungszustände teil- und vollsaniert findet sich im Anhang.

Zur Priorisierung der Gebäude kam ein Worst-Performing-Ansatz zum Einsatz: Sanierungen wurden vorrangig bei Gebäuden mit dem höchsten spezifischen Wärmeverbrauch angesetzt, da hier die größten Einsparpotenziale vermutet werden. Gebäude mit bereits geringem Wärmeverbrauch wurden im Modell hingegen mit einer niedrigen Sanierungswahrscheinlichkeit belegt.

Die Berechnung erfolgte in zwei Schritten: Zunächst wurde das theoretische Einsparpotenzial pro Gebäude für den teil- und vollsanierten Zustand berechnet. Anschließend wurden diese Werte unter Berücksichtigung der jeweiligen Sanierungsrate und -tiefe auf die Gesamtzahl der Gebäude in den Szenarien (Stützjahre 2030, 2035 und 2040) übertragen. So konnten projektspezifische Wärmebedarfsszenarien entwickelt werden, die das zukünftig mögliche Einsparpotenzial im Gebäudesektor realitätsnah abbilden. Diese können so auch in den unterschiedlichen Aggregationsstufen abgebildet werden.

2.4.2 Biomasse und Potenziale für KWK-Wärme aus erneuerbaren Energien

Die drei folgenden Flächennutzungen werden als Potenziale zur Energiegewinnung angesehen und als entsprechende Flächenpotenziale ausgewiesen:

- Wald
- Grasland/Grünland
- Ackerland

Zur Ermittlung des erschließbaren Potenzials an Biomasse wurden die Flurstücksflächen mit den drei oben benannten Flächennutzungen selektiert. Für jeweils alle drei Flächennutzungen wurden drei Potenziale berechnet. Die Potenzialberechnung von thermischer Energie (*Wärme KWK*) und elektrischer Energie (*Strom KWK*), die in KWK-Anlagen erzeugt werden können. Zudem, wenn genügend Strom aus anderen Quellen zur Verfügung steht, kann die Biomasse ausschließlich thermisch verwertet werden (*Energie komplett*). Für Ackerlandflächen erfolgt eine zusätzliche Berechnung mit der Substratanbau für Biogas und Kurzumtriebsplantagen (KUP).

Wald → Waldpflegeholz kann zur Energiegewinnung genutzt werden

Grasland → Landschaftspflegeheu kann zur Energiegewinnung genutzt werden

Bei Grünland sind nur ca. 20 % der Fläche nutzbar. Deshalb wurde für jede Fläche der Faktor 0,2 einbezogen. Nicht auf jeder einzelnen Fläche werden 20 % genutzt, sondern landkreisweit. In Summe stimmt das Potenzial also. Bei der räumlichen Darstellung der Potenzialwerte wurde dies aber berücksichtigt.

Ackerland → Reststoffe oder Ernterückstände können zur Energiegewinnung genutzt werden

→ Substratanbau für Biogas

Bei Ackerland sind nur ca. 10 % der Fläche für den Anbau von Energiepflanzen nutzbar. Deshalb wurde für jede Fläche der Faktor 0,1 einbezogen. Natürlich wird nicht auf jeder einzelnen Ackerfläche 10 %

genutzt, sondern landkreisweit. In Summe stimmt das Potenzial also nun. Bei der räumlichen Darstellung der Potenzialwerte muss dies aber berücksichtigt werden.

Statt für den Substratanbau könnte die nachhaltig nutzbare Ackerfläche auch für den Anbau halmartiger oder holzartiger Biomasse in Kurzumtriebsplantagen (KUP) genutzt werden.

→ Kurzumtriebsplantagen (KUP) - halmartig

Bei Ackerland sind nur ca. 10 % der Fläche für den Anbau von Energiepflanzen nutzbar. Deshalb wurde für jede Fläche der Faktor 0,1 einbezogen. Natürlich wird nicht auf jeder einzelnen Ackerfläche 10 % genutzt, sondern landkreisweit. In Summe stimmt das Potenzial also nun. Bei der räumlichen Darstellung der Potenzialwerte muss dies aber berücksichtigt werden.

→ Kurzumtriebsplantagen (KUP) - holzartig

Bei Ackerland sind nur ca. 10 % der Fläche für den Anbau von Energiepflanzen nutzbar. Deshalb wurde für jede Fläche der Faktor 0,1 einbezogen. Nicht auf jeder einzelnen Ackerfläche werden 10 % genutzt, sondern landkreisweit. In Summe stimmt das Potenzial also. Bei der räumlichen Darstellung der Potenzialwerte wurde dies berücksichtigt.

Schutzinformationen

Folgende Schutzinformationen wurden, sofern diese Schutzgebiete innerhalb des Untersuchungsgebietes vorkommen, angehangen

- Flora-Fauna-Habitat-Gebiet
- Naturschutzgebiet
- Landschaftsschutzgebiet
- Trinkwasserschutzzone
- Wasserschutzgebiete

Die entsprechenden Schutzinformationen wurden von onmaps[1] bezogen.

2.4.3 Geothermie

Hinsichtlich der energetischen Nutzung wird in Deutschland zwischen der tiefen (ab 400 m) und oberflächennahen (bis 400 m) Geothermie und Umgebungswärme unterschieden. Allen Systemen der Tiefengeothermie ist gemeinsam, dass ein Wärmeträgermedium (meist Wasser) zwischen Untergrund und Erdoberfläche zirkuliert und dabei Wärme gewinnt. Oberflächennahe Erdwärmesysteme benötigen eine Wärmepumpe, um die dem Untergrund entzogene Wärme vom niedrigen Quelltemperaturniveau (Erdreichtemperatur) auf ein höheres, zur Gebäudebeheizung nutzbares, Temperaturniveau anzuheben. Zu den Oberflächennahen Erdwärmesystemen gehören die Erdwärmesonden und -kollektoren, die in Kombination mit Wärmepumpen funktionieren. In Niedersachsen gewinnt die oberflächennahe Geothermie zunehmend an Bedeutung, weil sie im Gegensatz zu den meisten anderen erneuerbaren Energieträgern wie Wind, Wasser oder Sonne eine

[1] geoGLIS GmbH & Co. KG (https://onmaps.de/)

Energieform ist, die unabhängig von Witterung, Tages- und Jahreszeit nahezu ständig zur Verfügung steht.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das nutzbare oberflächennahe geothermische Potenzial in der Stadt Gifhorn systematisch untersucht. Dabei wurde zwischen den zwei technisch etablierten Systemen unterschieden:

- Erdwärmesonden (vertikale Erschließung bis ca. 100 m Tiefe)
- Erdwärmekollektoren (horizontale Verlegung in 1,2 bis 2,5 m Tiefe).

Beide Systeme nutzen die im Untergrund gespeicherte Wärme in Kombination mit elektrisch betriebenen Wärmepumpen zur Beheizung von Gebäuden.

2.4.3.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden erschließen die Wärme im Untergrund durch vertikale Bohrungen. Die spezifische Wärmeentzugsleistung hängt wesentlich vom geologischen Aufbau, dem Feuchtigkeitsgehalt und der thermischen Leitfähigkeit des Untergrunds ab. Die Potenzialermittlung erfolgte unter Verwendung flächendeckender Daten des Landes Niedersachsen, die für unterschiedliche Untergrundtypen typische Entzugsleistungen in einer Bandbreite von etwa 40 bis 70 W/m ausweisen. Je nach geologischer Zone wurden diese Entzugswerte standortspezifisch im GIS-Modell zugewiesen.

Zur Berechnung der potenziellen thermischen Leistung wurde eine Standard-Sondentiefe von 100 m, ein Sondenabstand von 6 m sowie ein Mindestabstand von 10 m zur Flurstücksgrenze angesetzt. Für die Betriebsdauer wurden zwei gängige Nutzungsszenarien mit 1.800 und 2.400 Vollbenutzungsstunden pro Jahr angenommen. Als technischer Wirkungsgrad der Wärmepumpensysteme wurde ein COP von 4 (Leistungszahl) unterstellt. Die Berechnung der potenziell nutzbaren Wärmemenge erfolgte auf dieser Grundlage und wurde unter Berücksichtigung sämtlicher Nutzungseinschränkungen, insbesondere Ausschlussflächen wie Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiete, Gewässer, Verkehrsflächen und dichte Bebauung, flächenspezifisch durchgeführt.

2.4.3.2 Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren nutzen die im Oberboden gespeicherte Energie, die sich aus direkter Sonneneinstrahlung und atmosphärischen Einträgen speist. Diese Systeme werden in etwa 1,2 bis 2,5 m Tiefe horizontal im Erdreich verlegt. Die Standorteignung von Böden für Kollektoren ist gegeben, wenn die Böden eine gute Wärmeentzugsleistung aufweisen. Hierfür müssen die Böden eine gute Durchfeuchtung und/oder geringe Grundwasserflurabstände aufweisen. Im Gegensatz dazu sind trockene, sandige Böden mit einem großem Grundwasserflurabstand weniger geeignet. Auf Grundlage der räumlichen Differenzierung in bodenkundlichen Karten, den zugehörigen Beschreibungen der Bodenprofile in einer Tiefe von 1,2 m bis 1,5 m, den Angaben zum Grundwasserstand sowie der Bewertung von Bodenarten und Festgesteinen, existiert eine Karte der potenziellen Standorteignung für den Einsatz von Erdwärmekollektoren, welches auf dem NIBIS Kartenserver bereitgestellt wird. In der Karte der potenziellen Standorteignung sind drei Eignungsklassen angegeben: gut geeignet (> 30 W/m²), geeignet (20–30 W/m²) und wenig geeignet (< 20 W/m²).

Gut geeignet sind Böden im Einflussbereich des Grundwassers sowie Böden mit hohen Wasserspeichervermögen. Wenig geeignet sind flachgründige Böden auf Festgesteinen sowie trockene Böden. Nicht geeignet sind Felsböden (Bodenklasse 7 nach DIN 18300).

Zudem dürfen die Flächen für Erdwärmekollektoren nicht verschattet oder überbaut sein, da sonst eine vollständige Regeneration des Bodens durch Sonneneinstrahlung nicht mehr gewährleistet werden kann.

Die potenziellen Entzugsflächen wurden im GIS identifiziert und flächenscharf mit den jeweiligen Wärmeentzugswerten verknüpft. Die Berechnung der jährlich verfügbaren Wärmemenge erfolgte in Abhängigkeit der nutzbaren Fläche, der spezifischen Entzugsleistung und einer angenommenen Betriebsdauer analog zu den Erdwärmesonden.

Berechnungsansatz

Die potenziellen Flächen und die zu erwartende potenzielle Wärmemenge wurden mit Hilfe einer räumlichen Analyse unter Anwendung der folgenden Rahmenparameter berechnet:

- Sowohl für eine Betriebsdauer von 2.400 h/a als auch für eine Betriebsdauer von 1.800 h/a wurden Angaben zur nutzbaren Wärmemenge berechnet
- Wärmepumpenleistung (COP): 4
- Datengrundlage: spezifische Wärmeentzugsleistungen je geologischer Einheit (bereitgestellt durch das Land Niedersachsen)
- Freiflächen wurden nur in einem Umkreis von 500m zu Siedlungsgebieten berücksichtigt

Die potenziellen Wärmemengen wurden sowohl für Erdwärmesonden als auch für Erdwärmekollektoren rechnerisch bestimmt. Damit liegt eine differenzierte Bewertung des technisch nutzbaren geothermischen Potenzials für die Stadt Gifhorn vor, die in nachgelagerten Planungsschritten für die Entwicklung standortspezifischer Versorgungslösungen herangezogen werden kann.

Restriktionen:

Zur Errichtung und Betreibung der Erdwärmeanlagen sind als gesetzliche Grundlagen insbesondere das Niedersächsische Wassergesetz (NWG), das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Bundesberggesetz (BbergG) und das Gesetz über die Durchforschung des Reichgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (LagerstG) zu beachten. In Trinkwassergewinnungsgebiete sowie bei weiteren Nutzungen besteht eine besondere Schutzbedürftigkeit des Grundwassers. So kann es innerhalb von Schutzgebieten oder Gebieten mit hydrogeologischen Besonderheiten vorkommen, dass die Nutzung von Erdwärmeanlagen nur bedingt möglich oder verboten ist. Zu den unzulässigen Gebieten gehören die Trinkwasserschutzzonen I und II sowie die Heilquellenschutzgebietszonen I, II und A.

Es existieren darüber hinaus weitere Angaben zu den Restriktionen, die zu beachten sind. Anderweitig genutzte Flächen, wie Gebäude, Verkehrsflächen, Gewässer, Industrie und Gewerbe, Flugverkehr etc. zählen ebenfalls zu den ausgeschlossenen Flächen.

Die Ausschlusskriterien aus den genehmigungsrechtlichen Anforderungen und Grenzen sind im Folgenden zusammengefasst:

- WSG (Schutzzone I; Schutzzone II)
- HQSG (Schutzzone A (quantitativ); Schutzzone I; Schutzzone II)
- Restriktionsflächen (u.a. Industrie & Gewerbe; Verkehrsflächen; Naturschutzgebiete…)

2.4.4 Umweltwärme aus Flüssen und Seen

Neben der Wassertemperatur ist der Durchfluss maßgebend für die Menge der gespeicherten Wärmeenergie eines Gewässers. Auch der Durchfluss unterliegt diversen zeitlichen und

örtlichen Schwankungen, die sich auf die Eignung des Gewässers zur wärmeenergetischen Nutzung auswirken.

Der Ablauf zur Potenzialberechnung erfolgte über die Berechnung der Abflussmenge

Dazu wurden verschiedene Daten für sämtliche Flüsse vor Ort angefragt:

1. Abflussmenge für MNQ; MQ → m
2. Wassertemperatur (mind. Tageswerte) → t
3. Wasserbehördliche Regelungen? (Temperaturentzug; Temp. Nachlauf) → ΔT

Details Berechnung Flusswasserwärme:

$$P = \frac{(c * m * \Delta T)}{t}$$

P: Wärme- bzw. Kälteentzugsleistung [kW]
c : Spezifische Wärmekapazität von Wasser; 4,196 [kJ / (K * kg)]
m : Masse des entnommenen Wasservolumens; Masse entspricht bei Wasser mit Dichte 1,0 kg/l dem Volumenwert des Wasserpaketes [kg]
ΔT : Temperaturunterschied zwischen benutztem und unbenutztem Wasser [K]
t : Zeit [sec]

Anschließend wurden die Flüsse „Ise“ und „Aller“ georeferenziert und mit den errechneten Daten befüllt. Laut einer aktuellen Studie (https://transformationsregion-mitteldeutschland.com/) sind Stehgewässer unter 50 ha Oberfläche nicht für eine Wärmenutzung geeignet. Es gibt in Gifhorn keine vergleichbaren Stehgewässer über 50 ha.

2.4.5 Windkraft

Die Eignungsflächen wurden entsprechend des sachlichen Teilregionalplanes verwendet.

Zusammenhängende Flächengröße mit Berücksichtigung der KRK-Kriterien (Konfliktrisikoklassen-Kriterien nach der WinNiePot Studie; Quelle) (Peters, 2023) wurden bestimmt. Daraus folgte die Fragestellung: Wie viele Anlagen passen in die jeweilige Fläche. Der Median des Theoretischen Betrags jeder einzelnen Fläche wurde berechnet, indem aus allen sich mit der jeweiligen Fläche schneidenden Windertragskacheln der Median gebildet wird. Anschließend wurde die Anzahl der WEAs in einer Fläche mit dem errechneten Median-Ertrag für diese Fläche multipliziert und zu einem Gesamtbetrag addiert.

Die Berechnung erfolgte für alle Flächen mit Bezugnahme der KRK-Flächenreduktion und einmal für alle Flächen ohne Berücksichtigung des KRK-Faktors. Abschließend wurde die mögliche Range an Erträgen ausgegeben: Ertrag mit KRK-Faktor für die Berücksichtigung der Flächengröße - Erträge mit Berücksichtigung der Gesamtfläche (ohne KRK-Faktor). Dies war die Ermittlung des technischen Potenzials. Dem übergeordnet liegt jedoch der Regionalplan für den Großraum Braunschweig.

2.4.6 Solarthermie

Für die Wärmeplanung ist insbesondere das solarthermische Potenzial von Bedeutung, da Solarthermie unmittelbar zur Wärmebereitstellung beiträgt. Die Bewertung erfolgt auf Grundlage spezifischer Wärmeertragskennwerte. So wird für die Warmwasserbereitung ein Mindestwert von

350 kWh/m²*a angesetzt, für die Heizungsunterstützung mindestens 165 kWh/m² in der Heizperiode (Oktober bis April). Dabei gelten auch Mindestflächengrößen: Schrägdächer müssen mindestens 4 m² (Warmwasser) bzw. 8 m² (Heizungsunterstützung) aufweisen, während bei Flachdächern mit Aufständerung eine Fläche von mindestens 12,5 m² erforderlich ist. Neben Dachflächen wurden auch geeignete Freiflächen analysiert. Für Freiflächen wurde eine Kombination aus Einstrahlungsdaten und nutzbaren Flurstücken im GIS vorgenommen, um geeignete Flächen für bodengestützte solarthermische Großanlagen zu identifizieren

Freiflächen

Für die Analyse potenzieller Solarthermie-Freiflächen wurden im Geoinformationssystem ausschließlich zusammenhängende Flächen mit einer Mindestgröße von 500 m² berücksichtigt. Zusätzlich wurde geprüft, ob diese Flächen maximal 1.000 Meter von bestehenden Siedlungsgebieten entfernt liegen, um eine wirtschaftliche Anbindung an die Wärmeinfrastruktur sicherzustellen. Grundlage der Bewertung bildeten Flurstücksdaten sowie siedlungsbezogene Nutzungsklassen aus dem amtlichen Liegenschaftskataster.

Die Kombination beider Kriterien gewährleistet, dass nur solche Flächen ausgewiesen werden, die aus technischer, wirtschaftlicher und infrastruktureller Sicht ein realistisches Potenzial für eine solarthermische Nutzung aufweisen. Die identifizierten Flächen bilden die Grundlage für die weitere Priorisierung und detaillierte Projektentwicklung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

2.4.7 Umweltwärme aus Luft

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde eine systematische Analyse zur Ermittlung geeigneter Aufstellflächen für Luftwärmepumpen durchgeführt. Ziel war es, potenzielle Standorte zu identifizieren, auf denen die Nutzung von Umgebungsluft als Wärmequelle grundsätzlich möglich ist. Im Mittelpunkt stand dabei die Flächenausweisung – eine energetische Potenzialberechnung wurde nicht vorgenommen.

Die Analyse gliederte sich in zwei Teilbereiche: (1) geeignete Freiflächen auf Flurstücken mit Bestandsgebäuden sowie (2) nutzbare Dachflächen auf Flachdächern mit geringer Neigung (max. 7 %).

Flächenpotenzial auf Flurstücken

In die Analyse einbezogen wurden ausschließlich Flurstücke, auf denen beheizte Gebäude vorhanden sind. Unbebaute Grundstücke wurden nicht berücksichtigt, da eine direkte Nähe zu einem zu versorgenden Gebäude Voraussetzung für die technische Realisierbarkeit ist. Zudem wurde eine maximale Entfernung von 10 m zwischen potenzieller Aufstellfläche und beheiztem Gebäude als Kriterium festgelegt, um die Effizienz und Machbarkeit der Wärmeversorgung sicherzustellen.

Im Einklang mit der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) wurde bei der Flächenermittlung zudem der gebotene Mindestabstand zu Nachbargrundstücken berücksichtigt. Es wurden daher zwei Szenarien ausgewertet:

- Mit 3 m Abstand zur Grundstücksgrenze, entsprechend den bauordnungsrechtlichen Anforderungen (§5 NBauO),
- Ohne Abstand

Beide Varianten wurden flächenbezogen ausgewiesen und ermöglichen eine differenzierte Bewertung in späteren Planungsschritten.

Flächenpotenzial auf Flachdächern

Parallel dazu wurden geeignete Dachflächen auf Bestandsgebäuden untersucht. Berücksichtigt wurden ausschließlich Flachdächer mit einer maximalen Neigung von 7 %, die ausreichend freie Fläche zur Installation bieten. Die Analyse basierte auf digitalen Gebäudemodellen (LoD1/2) sowie Höhen- und Neigungsdaten aus Laserscans.

Nur Dachflächen mit mindestens 4 m² zusammenhängender freier Fläche innerhalb eines Radius von 10 m zum beheizten Gebäudeabschnitt wurden als potenziell nutzbar eingestuft.

Einschränkungen der Analyse

Die Luftwärmepotenzialanalyse beschränkt sich ausschließlich auf die räumliche Ausweisung geeigneter Flächen. Eine energetische Bewertung der Luftwärmepumpennutzung – z. B. durch Berechnung saisonaler Leistungszahlen, Ertragspotenziale oder Emissionseinsparungen – wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgenommen. Die Ergebnisse dienen vielmehr als Grundlage für eine vertiefte Betrachtung in den priorisierten Umsetzungsgebieten.

2.4.8 Wasserstoff

Im Rahmen der Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Gifhorn war ursprünglich die räumliche Darstellung potenzieller Standorte für wasserstoffbetriebene Heizzentralen sowie Industrieunternehmen mit Wasserstoffbedarf vorgesehen. Im Ergebnis mit dem Austausch der Stadt wurde deutlich, dass Wasserstoff als Energieträger in der aktuellen Versorgungsstrategie der Stadt und der Stadtwerke keine Rolle spielt und auch mittelfristig kein Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur im Stadtgebiet vorgesehen ist. Es bestehen derzeit keine Pläne zum Aufbau wasserstoffbetriebener Wärmeerzeugungsanlagen oder zur Umrüstung industrieller Prozesse im Stadtgebiet auf Wasserstoffbasis.

Vor diesem Hintergrund wurde entschieden, von einer vertieften Betrachtung wasserstoffbetriebener Heizzentralen und Industrieunternehmen abzusehen. Die Thematik wurde in enger Abstimmung mit dem Projektteam und den relevanten Akteuren aus der Analyse ausgeschlossen, um die planerischen Ressourcen gezielt auf realistisch umsetzbare Maßnahmen und Versorgungspfade im Kontext der Wärmewende zu konzentrieren.

Eine erneute Bewertung dieses Themas kann im Rahmen künftiger Fortschreibungen der kommunalen Wärmeplanung erfolgen, insbesondere wenn sich technologische, wirtschaftliche oder politische Rahmenbedingungen grundlegend ändern.

2.4.9 Photovoltaik

Ergänzend wurde das Potenzial der Photovoltaik bewertet, da diese eine bedeutende Rolle für die Stromversorgung strombasierter Heiztechnologien, insbesondere Wärmepumpen, spielen kann. Als Referenzwert wurde ein marktüblicher Modulwirkungsgrad von 22 % angesetzt. Für die Auslegung wurden zwei typische Aufständerungsszenarien berücksichtigt: Ost-West-Ausrichtung mit 10° Neigung (80 % Flächennutzung) und Südausrichtung mit 30° Neigung (40 % Flächennutzung). Eignungskriterien für eine PV-Nutzung sind u. a. eine belegbare Fläche von mindestens 4 m². Die CO_2-Einsparpotenziale wurden auf Basis des durchschnittlichen Strommixes (0,429 kg CO_2/kWh, Stand 2022) berechnet.

Freiflächen

Für die Auswahl geeigneter Flächen im Rahmen der Freiflächenanalyse für Photovoltaikanlagen wurde die Methodik an der Arbeitshilfe Solarplanung, Planung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Niedersachsen, des Niedersächsischen Landkreistages (Stand Oktober 2022) ausgerichtet. Die dort

definierten fachlichen und planungsrechtlichen Kriterien dienten als Grundlage zur systematischen Flächenbewertung. Dabei wurden insbesondere Flächen mit ausreichender Größe, einer guten Einstrahlungsqualität sowie einer günstigen topografischen Lage (z. B. geringe Hangneigung, südliche Ausrichtung) in die Auswahl einbezogen. Gleichzeitig erfolgte eine Ausschlussprüfung für sensible Bereiche wie Schutzgebiete, Vorrangflächen anderer Nutzungen oder Flächen mit hohem Versiegelungsgrad. Die abgestimmten FFA-Kriterien wurden sowohl auf PV-Freiflächenpotenziale als auch auf solarthermisch nutzbare Flächen angewendet. Den identifizierten PV-Freiflächen wurde zusätzlich die Information zugeordnet, ob sie gemäß EEG 2023 als förderfähig oder gar zusätzlich als privilegiert gelten, beispielsweise durch ihre Lage innerhalb eines 200-Meter-Korridors entlang von Autobahnen oder Schienenwegen.

2.5 Szenarienanalyse

Aufgabe der Szenarienanalyse ist es, auf Basis von drei verschiedenen Gebäudesanierungsszenarien (Business as Usual (BaU), Best Practise (BP) und Zielszenario (ZS)), in denen die Sanierungsraten unterschiedlich betrachtet werden, Wärmeversorgungsszenarien für die Jahre 2030 und 2040 zu ermitteln (vgl. Tab.3).

Der erste Teil der Szenarienanalyse hat zunächst das Ziel, basierend auf den in Bestands- und Potenzialanalyse ermittelten Sanierungsraten, Wärmedichten, Wärmebedarfen und Energieerzeugungspotenzialen eine möglichst realistische Darstellung der fossilfreien Wärmeversorgung für das Zieljahr 2040 vorzulegen. Dazu wurde zunächst das BaU-Szenario berechnet.

Die Sanierungsraten sind bei der Bestimmung der Szenarientypen ausschlaggebend (vgl. Tab.3):

Szenario	Sanierungsrate pro Jahr (%)	Bis 2030 saniert	Bis 2035 saniert	Bis 2045 saniert
BaU	0,7	3,5	7,0	10,5
ZS	1,4	7,0	14,0	21,0
BP	1,9	9,5	19,0	28,5

Tabelle 2: Übersicht über die Sanierungsraten der verschiedenen Sanierungsszenarien

Die Sanierungsrate zeigt dabei den Prozentsatz der sanierten Gebäude innerhalb des Stadtgebietes pro Jahr an. Als Quote für die Sanierungstiefe sind 10% Vollsanierung und 90% Teilsanierung angenommen (vgl. BAFA[2], Förderquoten). Die daraus resultierende veränderte Größe des Wärmebedarfs von Bestand und Szenarien dient als Vergleichsgröße (s. Abb. 4)

[2] BAFA-Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA - Startseite

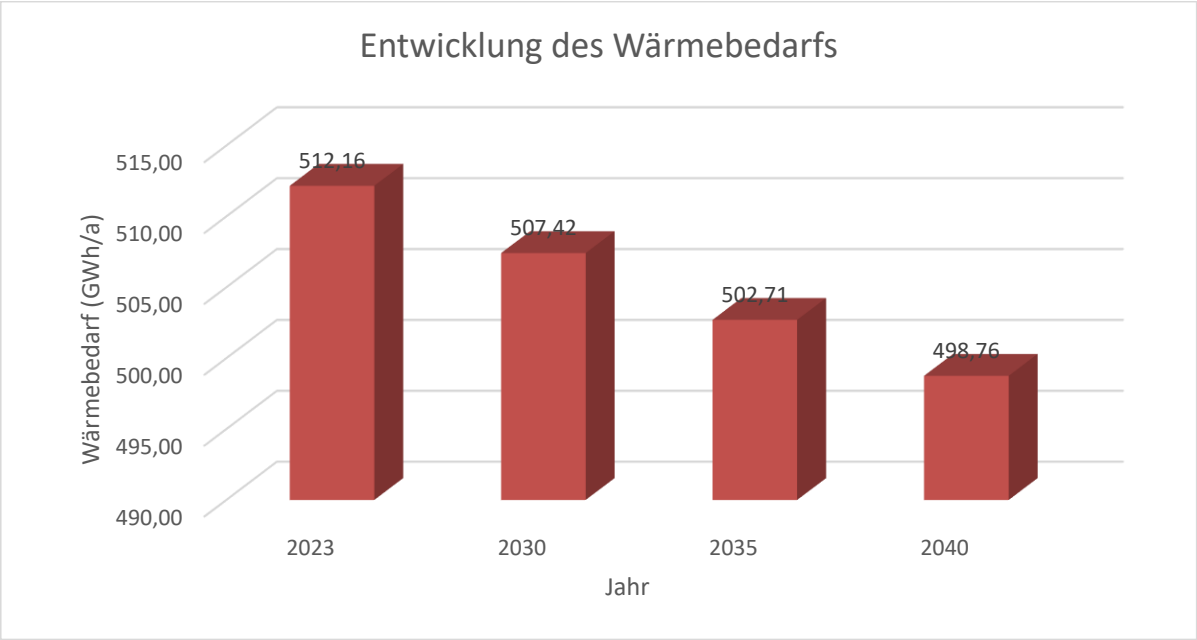


Abbildung 4: Vergleich des Gesamtheizwärmebedarfs zwischen Bestand und den verschiedenen Szenarien

Aufgrund der gebäudescharfen Datenstruktur war es möglich, eine gebäudescharfe Szenarienermittlung durchzuführen. Das heißt, für jedes Gebäude kann die Netzeignung, die Versorgungsart der Wärmebedarf und der Autarkiegrad der Energieversorgung unter der Voraussetzung der Potenzialausschöpfung individuell abgefragt werden.

Nach den Gebäudetypen ergeben sich folgende Entwicklungseigenschaften des Wärmebedarfs bis 2040

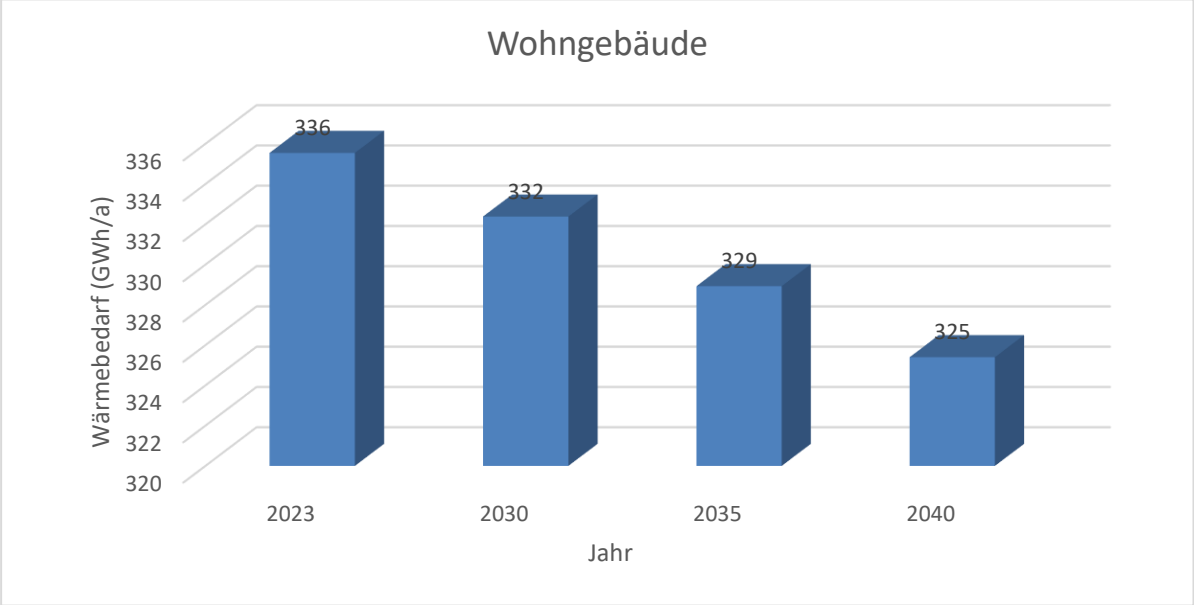


Abbildung 5 Vergleich des Heizwärmebedarfs von Wohnhäusern zwischen Bestand und den verschiedenen Szenarien

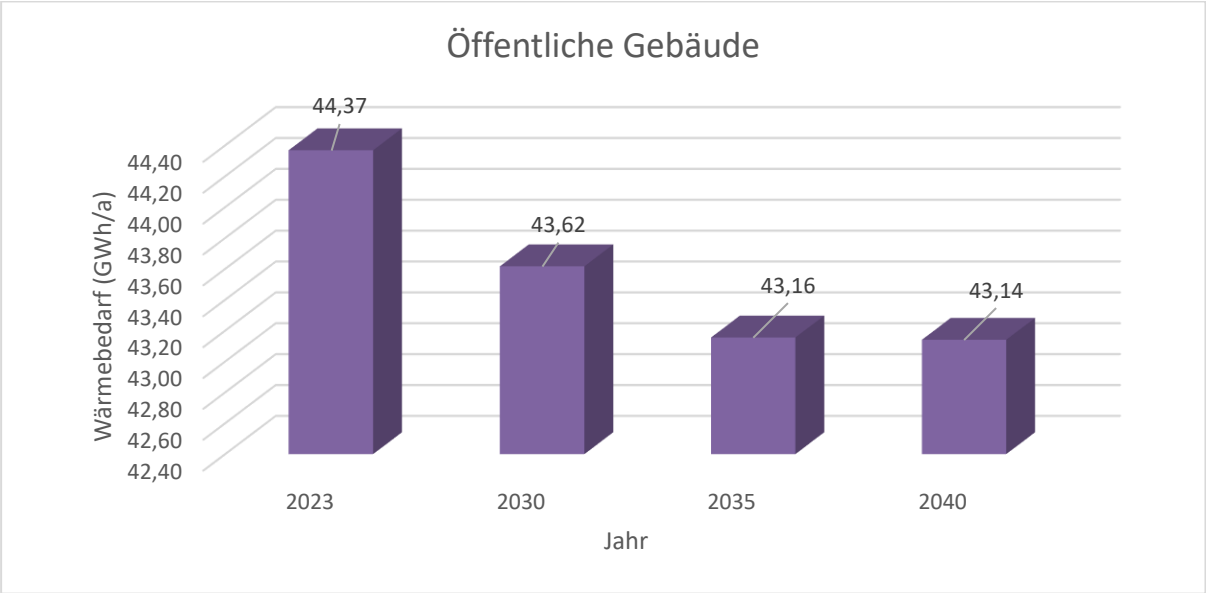


Abbildung 6 Vergleich des Heizwärmebedarfs von öffentlichen Gebäuden zwischen Bestand und den verschiedenen Szenarien

Die gleichen Werte des Heizwärmebedarfs von öffentlichen Gebäuden sind auf die Hinwirkungsverpflichtung des § 3 Abs. 2 NKlimaG, wonach alle öffentlichen Gebäude bis zum Jahr 2035 THG-neutral beheizt werden müssen, zurückzuführen.

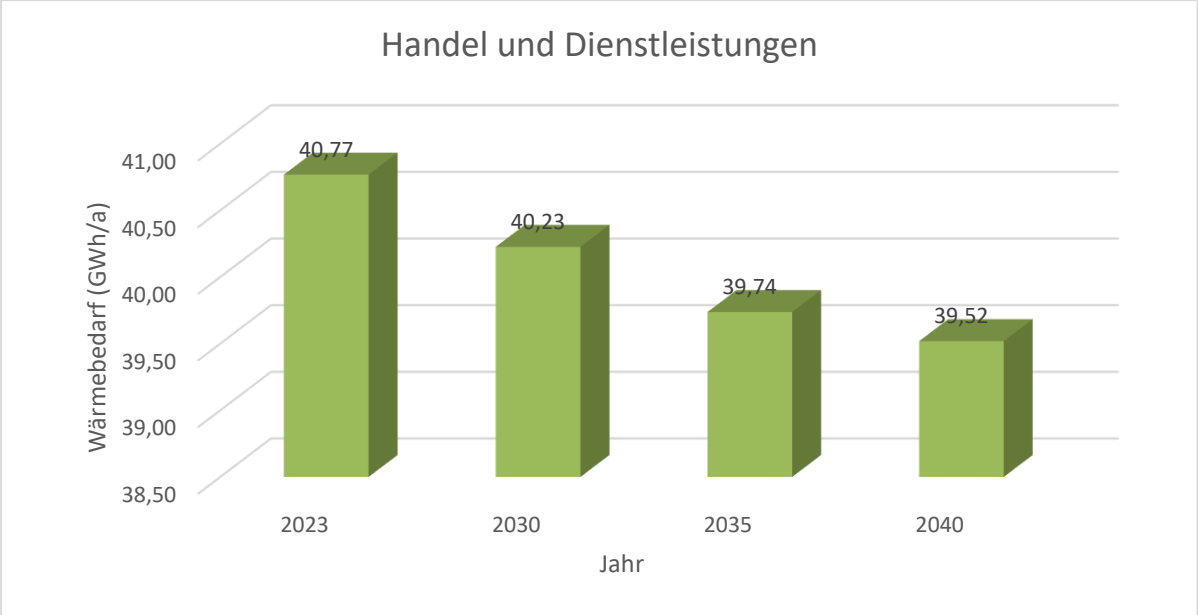


Abbildung 7 Vergleich des Heizwärmebedarfs von Handels- und Dienstleistungs-Gebäuden zwischen Bestand und den verschiedenen Szenarien

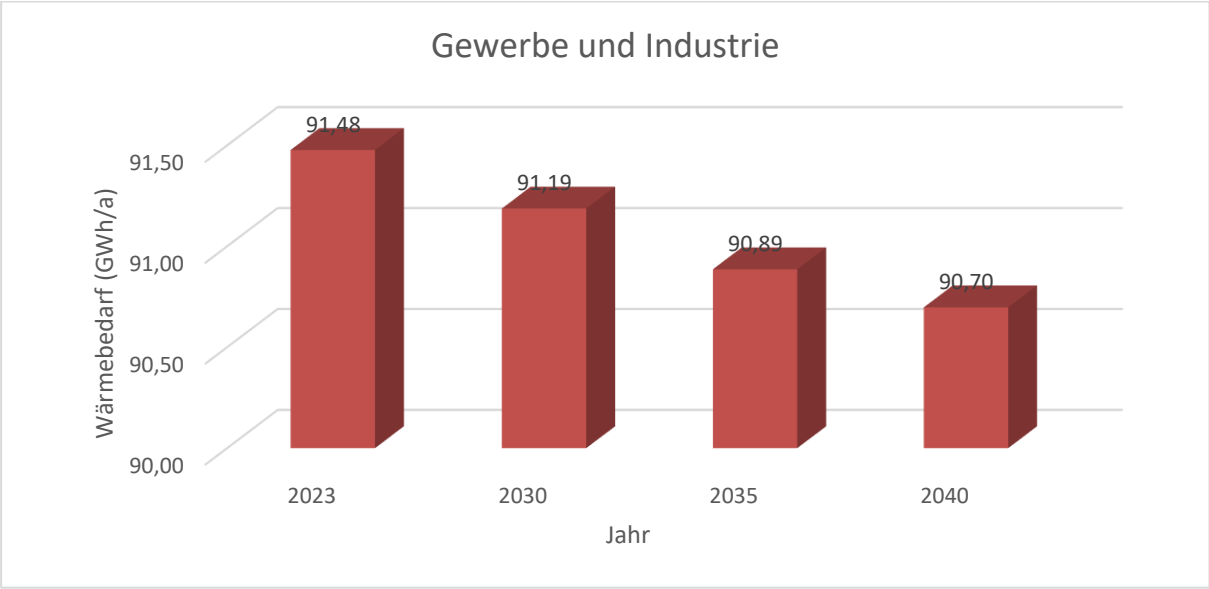


Abbildung 8 Vergleich des Heizwärmebedarfs von Industrie- und Gewerbe-Gebäuden zwischen Bestand und den verschiedenen Szenarien

Während die Änderung des Wärmebedarfs bei den verschiedenen Gebäudetypen in Abhängigkeit von den Sanierungsraten als nahezu linear sinkend darstellt, reflektiert die Entwicklung es Wärmebedarfs nach Energieträgern den Transformationsprozess von fossilbetriebenen Heizanlagen hin zu strombasierter Wärmeversorgung wieder.

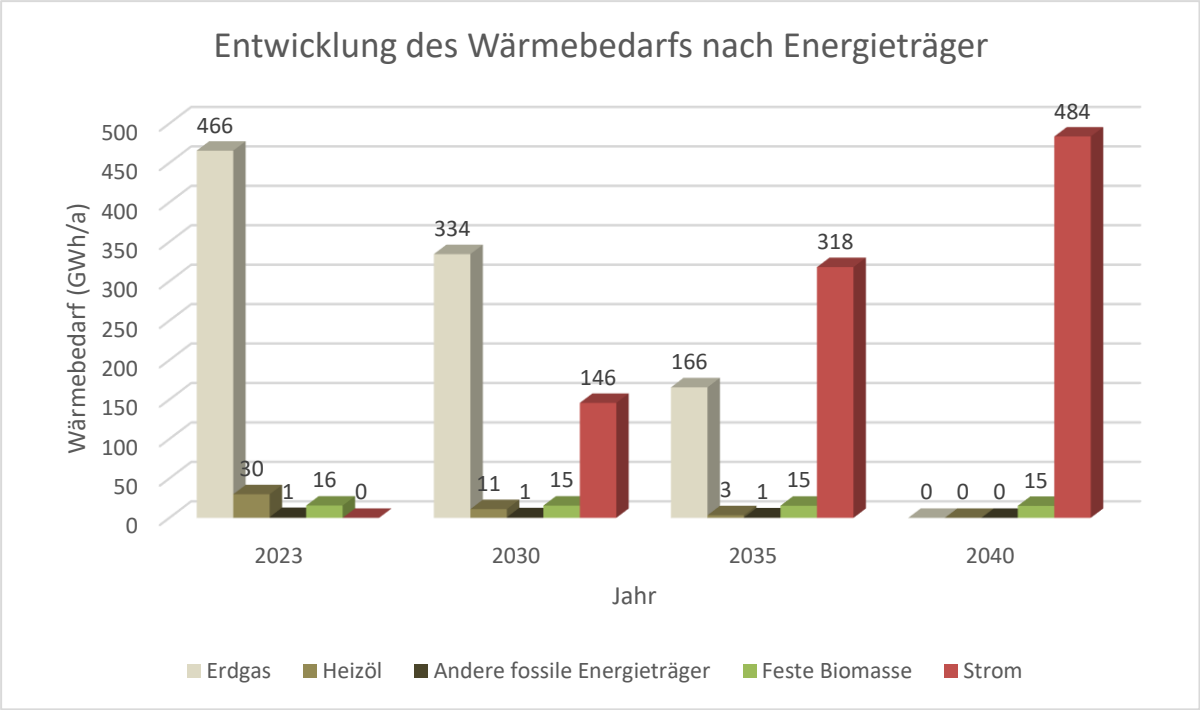


Abbildung 9: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Energieträger

Zu den graphischen Darstellungen kommt eine kartographische und numerische Darstellung der Eignungsgebiete nach Wärmedichte und Versorgungsart. Diese Ergebnisstruktur ermöglicht es Entscheidungsträgern, die berechneten Eignungsgebiete nach politischen und wirtschaftlichen

Gesichtspunkten zu modifizieren, um eine solide Planungsgrundlage für eine weitere Vorgehensweise zu erhalten.

2.5.1 Annahmen

Annahmen sind Voraussetzungen, die die Art, Größe und den Zusammenhang von Berechnungsparametern bestimmen und somit wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der Szenarienberechnungen hat. Diese Annahmen werden im Folgenden transparent und nachvollziehbar dargestellt. Diese im Akteursprozess entsprechend kommuniziert. Die Annahmen im Einzelnen:

Für die Bildung von wärmepumpenbetriebenen Netzeignungsgebieten wurden bevorzugt Gebäude hinzugezogen, die im Bereich einer Wärmedichtelinie mit einem Wert von >1500 kWh/m*a liegen.

Zur Vervollständigung eines Netzeignungsgebietes (z.B. bei disjunkter Gebietsstruktur) wurden die Gebiete mit Gebäuden im Bereich von Wärmedichtelinien zwischen 500 kWh/m*a und 1500 kWh/m*a ergänzt.

Sowohl in den ermittelten Netzeignungsgebieten als auch bei der Einzelversorgung durch Wärmepumpen wurden Sole-Wasser-Wärmepumpen überall dort angenommen, wo in der Potenzialanalyse eine Geothermie-Eignung festgestellt werden konnte. Den übrigen Gebieten bzw. Gebäuden werden Luftwärmepumpen zugewiesen.

Wärmenetzeignungsgebiete mit Biogas und Klärwasserwärme als Energiequelle wurden in räumlicher Nähe mit einer Wärmebedarfsobergrenze, die die Versorgungskapazität nicht übertrifft, zusammengestellt. Dort dürfen die o.g. Wärmedichteuntergrenzen auch unterschritten werden. Darüber hinaus wurden für die Kläranlage sechs verschiedene Versorgungsoptionen ermittelt.

Das nachhaltige Wärmeversorgungspotenzial mit Biomasse ist höher als die derzeitige Versorgungskapazität der Biogasanlagen. Neue Biogasanlagen wurden aber zunächst nicht eingesetzt.

Bei allen solarflächengeeigneten Gebäuden wurde das ermittelte Potenzial dachflächendeckend ausgeschöpft. Zunächst wird angenommen, dass 30% des Wärmebedarfs eines Gebäudes mit Solarthermie versorgt wird. Ausgehend vom individuellen Wärmebedarf (zunächst für das BaU-Szenario) eines Gebäudes wird die benötigte Fläche für Solarthermie ermittelt und der Rest mit PV ausgestattet.

Methodik - Wärmenetzeignungsgebiete[3]

Zur Ermittlung der Eignungsgebiete ist wiederum das BaU-Szenario herangezogen worden. Eine Berechnung der Eignungsgebiete jeweils mit dem veränderten spezifischen Heizwärmebedarfs der anderen Szenarien hat keine Veränderung der Ausdehnung dieser Gebiete ergeben. Die Parameter zur Ermittlung der Eignungsgebiete sind:

[3] Wärmenetzeignungsgebiete sind bebaute Flächen mit einer Wärmedichte, die eine Überprüfung dieser Gebiete nach Ihrer Netzeignung empfehlen. Diese Empfehlung bedeutet nicht, dass hier per se ein Wärmenetz geplant oder errichtet wird. Eine Prüfung wie z.B. eine Machbarkeitsstudie sowie verschiedene lokale sozioökonomische Faktoren können auch zu dem Ergebnis führen, dass an dieser Stelle ein Wärmenetz nicht wirtschaftlicher ist als eine Einzelversorgung.

- Aus den Bestandsdaten ermittelte Wärmedichtelinien mit den eindeutig zugeordneten Gebäuden und deren Heizwärmebedarf,
- Nähe zu Energieträgern (z.B. Biogasanlagen, Abwärmeerzeuger, Kläranlage),
- Nähe zu bestehenden Wärmenetzen,
- Die Größe eines Eignungsgebietes sollte nicht mehr als 100 Gebäude umfassen.

2.5.2 Ergebnisse der Wärmenetzeignungsanalyse

Der Begriff „Wärmenetzeignung“ beruht in erster Linie auf die Wärmedichte der Gebiete mit beheizten Gebäuden. Es bedeutet nicht, dass hier per se ein Wärmenetz entstehen wird. Die Klassifizierung zur Netzeignung dient lediglich der Orientierung zur Wirtschaftlichkeit. Beim Netzausbau spielt der Parameter Verlegekosten pro Meter Netz eine zentrale Rolle. Prinzipiell gilt: Je höher die Wärmedichte eines Gebietes, umso geringer sind die Netzlängen und die damit verbundenen Verlegekosten innerhalb des Gebietes.

Insgesamt wurden 131 potenzielle Wärmenetzeignungsgebiete identifiziert und analysiert. Davon haben 46 Gebiete eine hohe Wärmenetzeignung, 1 Gebiet eine sehr hohe Wärmenetzeignung und 84 Gebiete eine moderate Wärmenetzeignung. Weiterhin wurde bei insgesamt 39 Gebieten Geothermieeignung festgestellt. Die Eignung der Gebiete wurde nach folgenden Kriterien bewertet:

- Grundlage der Bewertung war der spezifische Heizwärmebedarf (kWh/a*m^2 bezogen auf die Gesamtfläche des Wärmenetzeignungsgebiete), ergänzt durch die Wärmedichtelinien,
- Biogasanlagen (BGA) wurden auf ihre potenzielle Einspeisung geprüft und je nach Heizlast bestimmten Gebieten zugeordnet,
- Geothermie (Sondenflächen): In jedem Gebiet wurde geprüft, ob das Freiflächenpotenzial in der Nähe der Gebiete – wenn vorhanden - für Erdsonden ausreicht. Bei positiver Bewertung wird von einer vollständigen Versorgung des Netzes durch Geothermie ausgegangen. (Versorgung über Großwärmepumpe SW)
    - Sole-Wasser-Wärmepumpe (WP SW): COP = 3,5[4]

Versorgungsoptionen bei fehlendem lokalem Potenzial:

- Wenn keine geeigneten Potenziale (Abwärme, BGA, Geothermie) vorhanden waren, wurde die Versorgung über Wärmepumpen vorgesehen:
    - Luft-Wasser-Wärmepumpe (WP LW): COP = 2,5
- Zusätzlich wurde für jedes Netzgebiet berechnet, ob die verfügbaren Dachflächen für Photovoltaik ausreichen, um den Strombedarf der Wärmepumpen vollständig zu decken.

[4] COP = Coefficient of Performance oder Jahresarbeitszahl. Bei COP = 3,5 kann aus 1 kWh Strom 3,5 kWh Wärme gewonnen werden. Zu diesen Werten herrschen unterschiedliche Auffassungen. Wir tendieren zu eher pessimistischen COP-Werten.

2.5.3 Solarthermie

- Technisch ist es möglich und sinnvoll, etwa 30 % des Heizwärmebedarfs von Gebäuden durch Solarthermie zu decken.
- Es wurde berechnet, wie viel Fläche auf den potenziellen Dachflächen erforderlich wäre, um dieses Ziel zu erreichen.
- Anschließend wurde geprüft, ob die verfügbare Dachfläche tatsächlich ausreicht.
- Die verbleibende Dachfläche sieht Photovoltaik (PV) vor, deren potenzieller Ertrag anteilig berechnet wurde. Auf diese Weise wurde eine Doppelnutzung der jeweiligen Potenziale ausgeschlossen (theoretisches Potenzial → technisches Potenzial).

2.5.4 Einzelversorgung

Der größte Teil des Gebäudebestandes muss der Eignungsgebietsanalyse zufolge individuell mit Wärme versorgt werden. Von den 27.579 im Rahmen der KWP erfassten Gebäude (beheizt und unbeheizt[5]) befinden sich nur 6.534 in Eignungsgebieten.

Für Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden, wurde die Eignung zur Einzelversorgung über Wärmepumpen analysiert:

- Grundlage war das Geothermiepotenzial (Sondenfläche je Grundstück),
- Der Geothermie-Deckungsgrad wurde berechnet als: Deckungsgrad = Ertrag / Heizwärmebedarf,
- Wenn der Deckungsgrad > 1, wurde das Gebäude als geeignet für Geothermie eingestuft, und eine Sole-Wasser-Wärmepumpe (WP SW) zugewiesen.
    - Der Strombedarf wurde entsprechend dem COP von 3,5 berechnet.
- Für Gebäude, die nicht Geothermie geeignet sind und wo eine Einzelversorgung vorgesehen ist, wurde eine Luft-Wasser-Wärmepumpe (WP LW) vorgesehen,
    - Der Strombedarf wurde dabei auf Basis eines COP von 2,5 berechnet,
    - Auch hier wurde der jeweilige Deckungsgrad ermittelt.

Das heißt, jedes Gebäude der Einzelversorgung bzw. jedes wärmenetzgeeignete Gebiet hat nun jeweils einen Wert für Wärmenetzeignung, Versorgungstyp, Jahresheizwärmebedarf und weitere Eckdaten der Energieversorgung zugeordnet bekommen. Zu beachten ist dabei, dass die technischen Potenziale wie z.B. Geothermie, PV oder Solarthermie dabei voll ausgeschöpft sind, aber Doppelnutzung ausgeschlossen wurde.

[5] Es werden generell alle Gebäude berücksichtigt, da auch unbeheizte Gebäude zur Versorgung mit Solarenergie geeignet sein können.

2.5.5 Lokale Energieerzeugung vs. Heizwärmebedarf - Bestand und 2040

Während der Szenarienanalyse war es möglich, einerseits den Gesamtwärmebedarf als auch das lokale Energieaufkommen (nur erneuerbare) sowohl für die Einzelobjekte und Wärmenetzeignungsgebiete als auch für das Stadtgebiet als Ganzes im Bestand und für das Szenario BaU2040 zu ermitteln.

Zunächst einmal soll die aufgrund des Transformationsprozesses stattfindende Änderung des Wärmebedarfs mit und ohne Strom betrachtet werden:

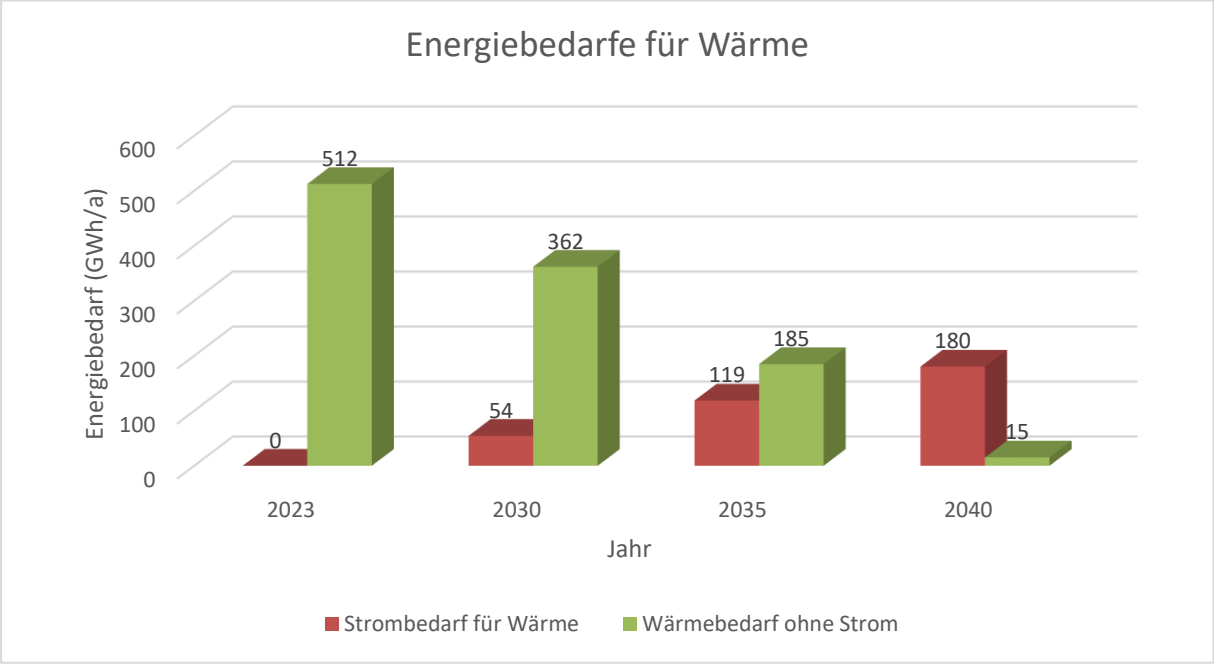


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen Senkung des Gesamtenergiebedarfs und dem Wachstum strombasierter Wärmeversorgung

Hier wird nicht nur deutlich, dass sich die Energieträger zu überwiegend strombasierter Wärmeversorgung hinbewegen, sondern dass auch der Energiebedarf aufgrund der vergleichbar hohen Effizienz von Wärmepumpen insgesamt signifikant geringer wird.

2.5.5.1 Szenario BaU 2040

Bei der Berechnung dieses Szenarios wurden sowohl neu geplante Versorgungsanlagen (Freiflächen-PV, Kläranlage) als auch die berechneten Energieerzeugungspotenziale herangezogen. Auffallend sind die hohen Werte für PV und Solarthermie auf den Dächern[6].

[6] An dieser Stelle sei noch einmal betont, dass es sich hier um maximal erreichbare Werte handelt, die in der Realität niemals ausgeschöpft werden.

Zunächst sollen die Wärmepotenziale und dann die Strompotenziale getrennt betrachtet werden.

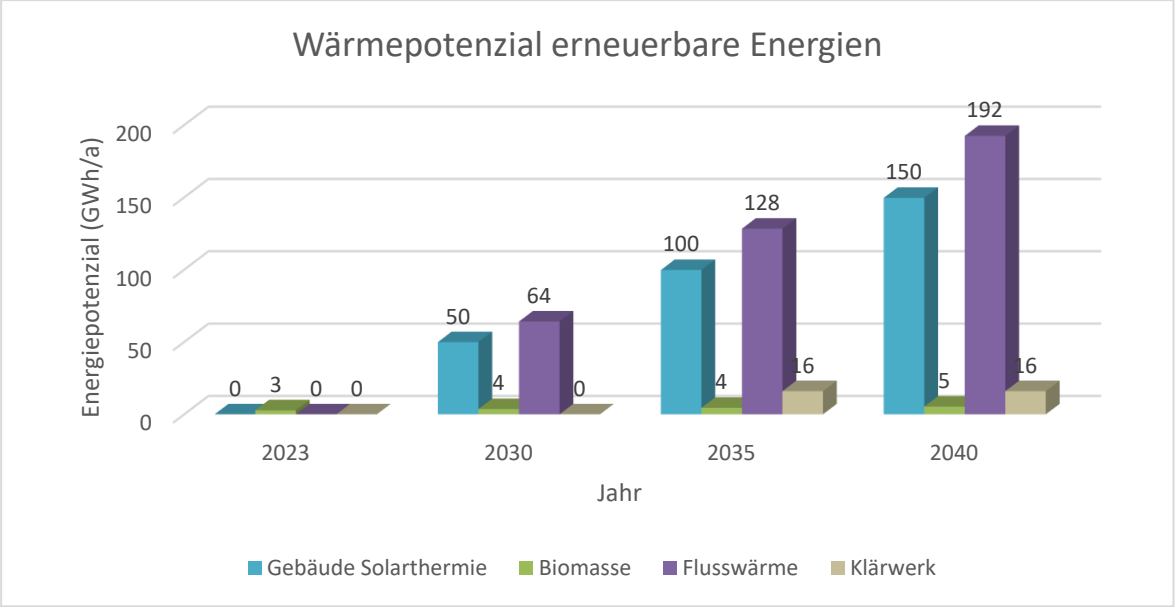


Abbildung 11: Wärmepotenziale erneuerbarer Energien

Dabei wird angenommen, dass ein mögliches auf die Abwasserwärme des Klärwerks basierendes Wärmenetz als Ganzes in Betrieb (2035) geht.

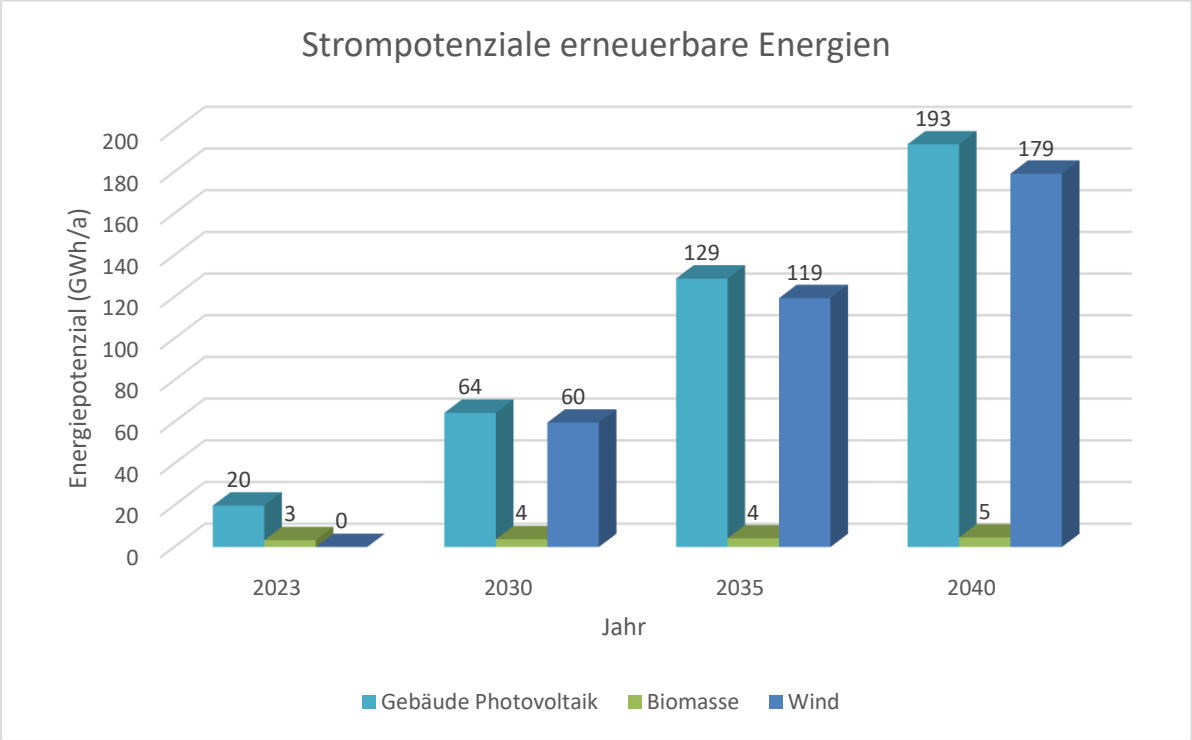


Abbildung 12: Entwicklung der Stromerzeugung aufgrund der vorhandenen Potenziale

Der maximal erreichte Wert der Stromerzeugung durch Biomasse von 5 GWh/a wird durch die begrenzte Anbau- und Grünfläche und dem Nachhaltigkeitsprinzip bestimmt. Eine weitere Erhöhung würde diesem Prinzip widersprechen. Die Entwicklung von Stromerzeugung durch Wind und Dachphotovoltaik wurde als gleichmäßig angenommen.

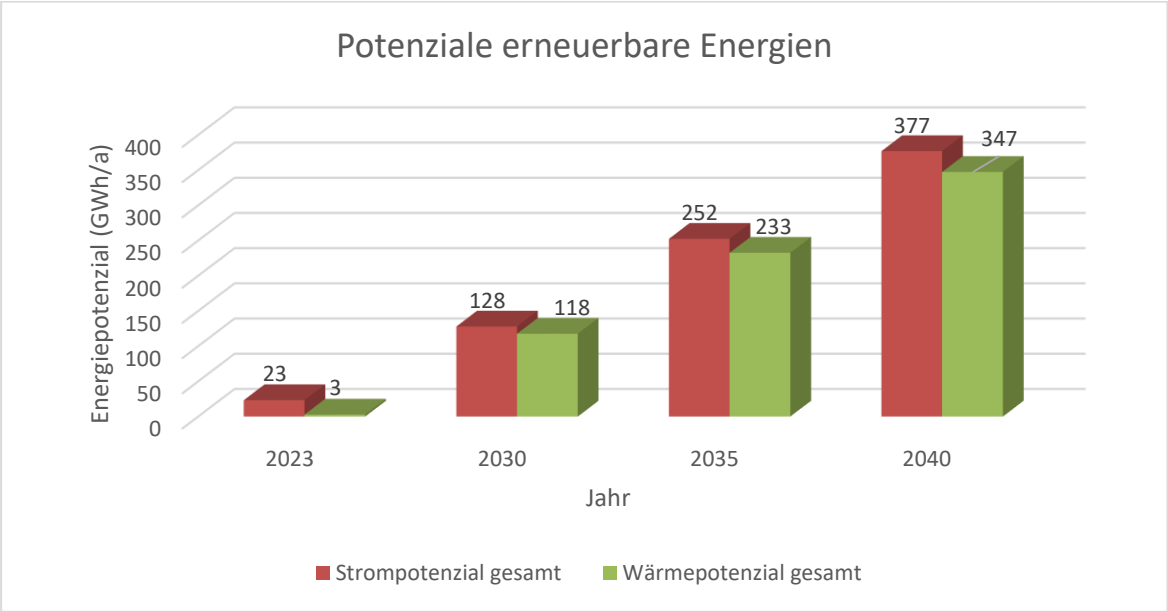


Abbildung 13: Strom- und wärmebasierte Potenziale der lokalen Energieerzeugung

Ausgehend von einem im Jahre 2040 zu erwartenden Wärmebedarf von etwa 499 GWh/a erscheint das technisch machbare Energieerzeugungspotenzial von zusammengenommen 724 GWh/a als mehr als ausreichend. Folgende begrenzende Faktoren müssen dabei aber unbedingt beachtet werden:

- Die Werte für die Potenziale sind Maximalwerte und werden voraussichtlich nicht ausgeschöpft werden können. Das trifft z.B. für das Dach-PV-Potenzial zu, wonach sämtliche wirtschaftlich nutzbare Dachflächen ausnahmslos herangezogen werden müssten. Das ist unwahrscheinlich.
- Sowohl auch bei Wind- als auch bei Solarenergie muss auf die täglichen und saisonalen erzeugungsschwachen Perioden der Energieerzeugung geachtet werden. Das heißt also, dass das Potenzial nicht immer abgerufen werden kann.

2.5.5.2 Entwicklung der THG-Emissionen

In direktem Zusammenhang mit der Umstellung der Wärmeerzeugung auf fossilfreie Energieträger kann die Entwicklung der THG-Emissionen durch Wärmeerzeugung gesehen werden.

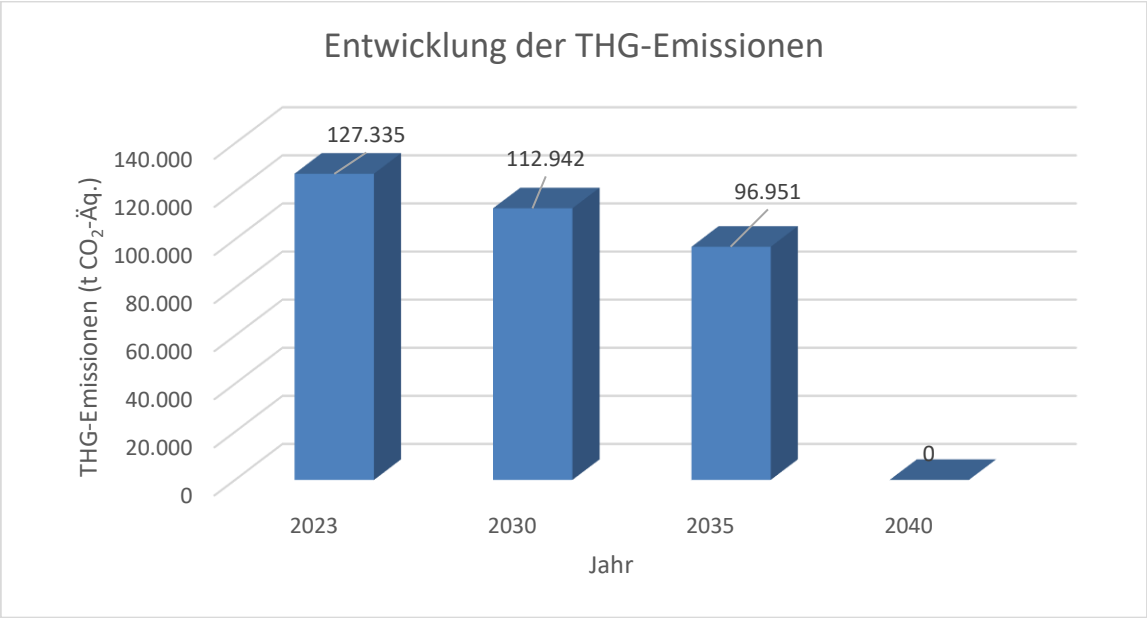


Abbildung 14: Entwicklung der THG-Emissionen bis 2040

Der starke Abfall der Emissionen zwischen 2035 und 2040 hat mit folgenden Annahmen zu tun:

- Die für das Jahr 2023 angenommenen Emissionsfaktoren der GEMIS[7] wurden auch für die Übergangsjahre 2030 und 2035 angenommen. Hier sind aber Änderungen zu erwarten.
- Sowohl die Wärmeerzeugung durch Biomasse als auch durch PV und Solarthermie haben aufgrund der Vorketten einen Emissionsfaktor > 0. Diese werden auch für die Jahre 2030 und 2035 angenommen, da keine anerkannten Prognosen vorliegen.
- Der Bundesstrommix hat einen Emissionsfaktor > 0. Dieser wird auch für die Übergangsjahre eingesetzt
- Um eine Emissionsfreie Wärmeerzeugung für das Jahr 2040 zu erreichen, müssen sämtliche o.g. Emissionsfaktoren auf Null gesetzt werden.

Es ist aber davon auszugehen, dass sich die Emissionsfaktoren graduell verändern, so dass schon für die Übergangsjahre mit niedrigeren THG-Emissionen zu rechnen ist.

2.5.6 Zusammenfassung

Der in der bisherigen Szenarienanalyse zusammengestellte Datensatz mit den in Wert gesetzten Potenzialen und die Ermittlung der Gesamtpotenziale in der Gegenüberstellung zu dem im Gemeindegebiet zu erwartenden (räumlich-explizit dargestellten) Gesamtwärmebedarf ermöglicht der Gemeinde und allen relevanten Akteuren nun den Entscheidungsprozess so weiterzuführen, dass die Resultate dieses Prozesses in vorzunehmende Energiekonzepte, Machbarkeitsstudien oder

[7] GEMIS: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme - GEMIS - IINAS

sonstige Investitionsvorhaben einfließen und die entsprechenden Berechnungsergebnisse wiederum sowohl räumlich-explizit und als auch als Summendarstellung wiedergegeben werden können.

2.6 Fokusgebiete

Die Auswahl und Auswertung von Fokusgebieten stellt einen wesentlichen Schritt der kommunalen Wärmeplanung dar. Im Folgenden werden die von der Kommune ausgewählten Gebiete energetisch bewertet. Dabei werden zentrale Kennzahlen ausgewiesen, etwa die Anzahl der Gebäude, der Heizwärmebedarf im Bestand und in Zukunftsszenarien sowie die resultierende Wärmedichte. Diese Kennwerte ermöglichen eine vergleichende Bewertung und bilden die Grundlage für weiterführende Machbarkeitsuntersuchungen.

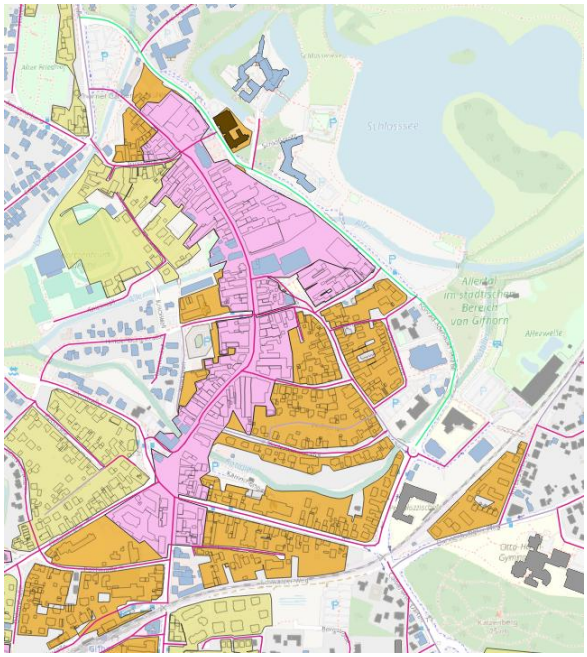
Ein zentraler Aspekt bei der Interpretation dieser Zahlen ist die Unterscheidung zwischen tatsächlichem Verbrauch und berechnetem Bedarf. Während der Verbrauch auf gemessenen oder gemeldeten Werten beruht und damit stark von individuellem Verhalten, Leerständen oder klimatischen Schwankungen beeinflusst ist, basiert der berechnete Bedarf auf standardisierten Gebäudedaten und normierten Klimabedingungen. Er stellt somit eine vergleichbare, witterungsbereinigte Ausgangsgröße dar, die in der Wärmeplanung als belastbare Grundlage für die Entwicklung langfristiger Versorgungsstrategien dient. Obwohl der Bedarf meist vom realen Verbrauch abweicht, erlaubt er eine realistische Abschätzung zukünftiger Infrastrukturanforderungen, insbesondere unter Berücksichtigung energetischer Sanierung und veränderter Nutzungsbedingungen.

Die folgenden Kennwerte werden für alle Fokusgebiete systematisch ausgewiesen:

- **Heizwärmebedarf im Bestand (berechnet in MWh)**
  Klimabereinigter Jahresbedarf an Heizwärme (inkl. Warmwasser) auf Basis typisierter Gebäudeeigenschaften. Er bildet die energetische Ausgangslage des jeweiligen Gebiets ab.
- **Verbrauch (gemessen in MWh)**
  Der reale Wärmeverbrauch basiert auf gemeldeten oder gemessenen Daten – etwa von Energieversorgern oder Abrechnungen. Er bildet den tatsächlichen Energieeinsatz im Gebiet ab, kann jedoch je nach Nutzerverhalten, Leerstand, Wetterbedingungen oder Messlücken deutlich vom berechneten Bedarf abweichen.
- **Heizwärmebedarf bei Teil- bzw. Vollsanierung**
  Der modellierte Wärmebedarf unter der Annahme, dass sämtliche Gebäude im Fokusgebiet entweder teil- oder vollsaniert sind. Die Werte zeigen das energetische Einsparpotenzial im Vergleich zum unsanierten Zustand und dienen als Grundlage für die Bewertung ambitionierter Effizienzstrategien.
- **Heizwärmebedarf im Szenario BaU 2040 (SZ-BaU 2040) (berechnet)**
  Das Szenario „BaU“ (Business as Usual) beschreibt einen modellierten Heizwärmebedarf im Jahr 2040 auf Basis eines vereinfachten Sanierungspfads. Dabei wird eine jährliche Sanierungsrate von 0,7 % unterstellt, was einer Ertüchtigung von rund 10,5 % der energetisch schlechtesten Gebäude im kommunalen Bestand entspricht. Die Auswahl erfolgt unabhängig vom Fokusgebiet; die wirksame Reduktion hängt vom Anteil dieser Gebäude vor Ort ab.

- **Heizwärmebedarf im SZ BaU 2040 mit Solarthermie**
  Weiter reduzierter Bedarf bei zusätzlichem Einsatz solarthermischer Anlagen auf geeigneten Dachflächen. Es wird angenommen, dass bei ausreichender Dachverfügbarkeit etwa 30 % des verbleibenden Heizwärmebedarfs solarthermisch gedeckt werden können.
- **Wärmedichte**
  Verhältnis des Heizwärmebedarfs zur Bodenfläche des Gebiets in kWh/m². Sie dient als Indikator für die Eignung leitungsgebundener Wärmeversorgung. Hohe Werte weisen auf für wirtschaftliche Netzlösungen hin.
- **PV -Ertrag**
  Der PV-Ertrag bezeichnet den jährlich erzielbaren Stromertrag [in MWh/a] durch Photovoltaikanlagen, wenn die gesamte technisch geeignete Dachfläche vollständig mit PV-Modulen belegt wird.
- **PV-Ertrag mit Solarthermie**
  Modellierter Stromertrag aus Photovoltaikanlagen auf Dachflächen im Szenario mit Solarthermieeinsatz. Es wird angenommen, dass ein Teil der geeigneten Dachfläche für Solarthermie reserviert wird, während der verbleibende Anteil für Photovoltaik genutzt wird. Der angegebene Wert gibt den jährlich erzielbaren Stromertrag [in MWh/a] unter Berücksichtigung dieser Flächenteilung und eines typischen spezifischen PV-Ertrags je m² geeigneter Dachfläche an.
- **Strombedarf Wärmepumpen (WPLW / WPSW)**
  Die Angabe erfolgt je nach Systemtyp und ohne Berücksichtigung von Solarthermie, um Rückschlüsse auf die Netzbelastung und sektorübergreifende Infrastrukturbedarfe zu ermöglichen.
- **Strombedarf Wärmepumpen (WPLW / WPSW) mit Solarthermie**
  Modellierter Strombedarf für Luft-Wasser- bzw. Sole-Wasser-Wärmepumpen bei vollständiger Elektrifizierung der Wärmeversorgung im Szenario 2040. Die Angabe erfolgt je nach Systemtyp und unter Berücksichtigung von Solarthermie, um Rückschlüsse auf die Netzbelastung und sektorübergreifende Infrastrukturbedarfe zu ermöglichen.

2.6.1 Innenstadt



Legende

- Fokusgebiete

Wärmenetzeignungsgebiete

- Sehr hohe Wärmenetzeignung
- Hohe Wärmenetzeignung
- Moderate Wärmenetzeignung

Wärmedichtelinien

- hohe Wärmenetzeignung
- moderate Wärmenetzeignung
- Einzelversorgung

Einzelversorgung (Wärmepumpe)

- Geothermie geeignet
- Nicht geeignet

OpenStreetMap (Kartengrundlage)

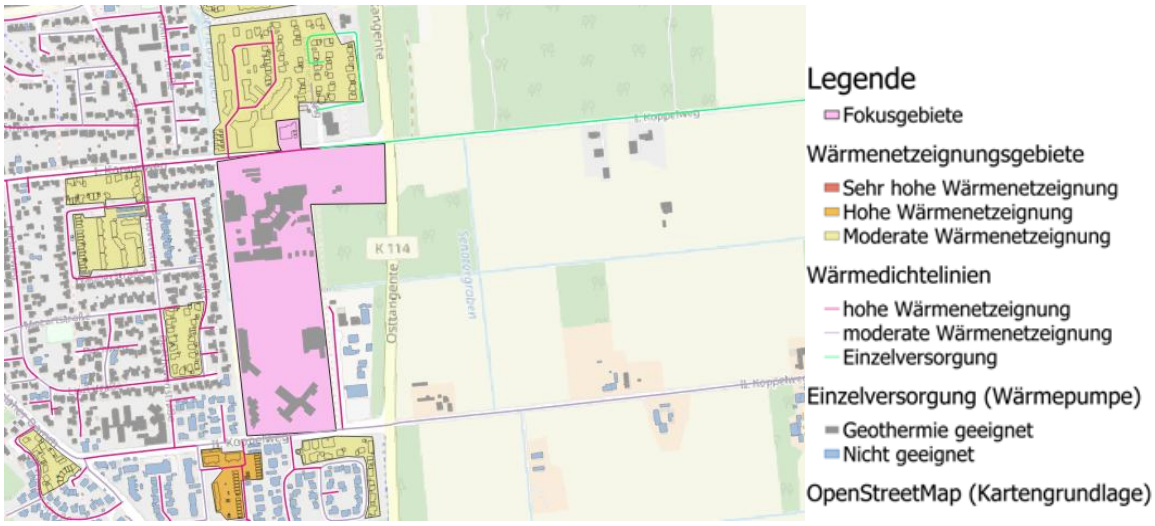
	WERT	EINHEIT
Anzahl Gebäude	283	-
Heizwärmebedarf (inkl.- Warmwasser) im Bestand	18.492,78	MWh/a
Heizwärmebedarf Vollsaniert	11.060,95	MWh/a
Heizwärmebedarf Teilsaniert	12.445,65	MWh/a
Verbrauch	14.306,94	MWh/a
Heizwärmebedarf im SZ BaU 2040	13.334,01	MWh/a
Heizwärmebedarf im SZ BaU 2040 mit Solarthermie	9.301,42	MWh/a
Bodenfläche Gebiet	145571	m²
Wärmedichte BaU 2040 (Heizwärmebedarf/Bodenfläche Gebiet) und Netzeignung	91,6 Hohe Wärmenetzeignung	kWh/m²
Wärmedichte BaU 2040 mit Solarthermie und Netzeignung	63,9 Hohe Wärmenetzeignung	kWh/m²
PV-Ertrag	5637,34	MWh/a

PV-Ertrag mit Solarthermie	3.347,56	MWh/a
Strombedarf WPLW BaU 2040	5.334	MWh/a
Strombedarf WPSW BaU 2040	3.810	MWh/a
Strombedarf WPLW BaU 2040 mit Solarthermie	3.721	MWh/a
Strombedarf WPSW BaU 2040 mit Solarthermie	2.658	MWh/a

Im Fokusgebiet „Innenstadt“ wurden 283 Gebäude analysiert. Der derzeitige Heizwärmebedarf (inkl. Warmwasser) beträgt rund 18.493 MWh/a. Im Sanierungsfall kann dieser Bedarf auf etwa 11.061 MWh/a (Vollsaniert) bzw. 12.446 MWh/a (Teilsaniert) reduziert werden. Im BaU-Szenario 2040 ergibt sich ein modellierter Heizwärmebedarf von 13.334 MWh/a, der sich bei zusätzlichem Einsatz von Solarthermie auf etwa 9.301 MWh/a senken lässt.
Die Wärmedichte liegt mit 91,6 kWh/m² (ohne ST) bzw. 63,9 kWh/m² (mit ST) deutlich im Bereich einer hohen Wärmenetzeignung.

Das PV-Potenzial beträgt bis zu 5.637 MWh/a (ohne ST) und 3.348 MWh/a (mit ST-bedingter Flächenkonkurrenz). Der modellierte Strombedarf für Wärmepumpen liegt, je nach Systemtyp, zwischen 3.810 und 5.334 MWh/a (ohne ST) bzw. zwischen 2.658 und 3.721 MWh/a (mit ST), was die Bedeutung der Dachflächennutzung für eine sektorübergreifende Versorgung unterstreicht.

2.6.2 Schulcampus Ost



2.6.2.1 Bestand

	WERT	EINHEIT
Anzahl Gebäude	30	-
Heizwärmebedarf (inkl.- Warmwasser) im Bestand		MWh/a

	3.602,92	
Heizwärmebedarf Vollsaniert	2.850,29	MWh/a
Heizwärmebedarf Teilsaniert	3.165,72	MWh/a
Verbrauch	2.937,16	MWh/a
Heizwärmebedarf im SZ BaU 2040	3.051,97	MWh/a
Heizwärmebedarf im SZ BaU 2040 mit Solarthermie	2.136,38	MWh/a
Bodenfläche Gebiet	140002	m²
Wärmedichte BaU 2040 (Heizwärmebedarf/Bodenfläche Gebiet) und Netzeignung	21,8 Moderate Wärmenetzeignung	kWh/m²
Wärmedichte BaU 2040 mit Solarthermie	15,26 Bedingte Wärmenetzeignung	kWh/m²
PV-Ertrag	2.170,85	MWh/a
PV-Ertrag SZ BaU 2040 mit Solarthermie	1.837,46	MWh/a
Strombedarf WPLW BaU 2040	1.221	MWh/a
Strombedarf WPSW BaU 2040	872	MWh/a
Strombedarf WPLW BaU 2040 mit Solarthermie	855	MWh/a
Strombedarf WPSW BaU 2040 mit Solarthermie	610	MWh/a

2.6.2.2 Annahmen für Neubau

Gebäudeanzahl	EFH (MWh/a)	Kirche (MWh/a)	Gesamt (MWh/a)
15 EFH	81	11,25	92,25

Für das geplante Neubaugebiet wird zusätzlich mit 15 Einfamilienhäusern sowie einer Kirche gerechnet. Bei einer durchschnittlichen beheizten Fläche von 120 m² pro Einfamilienhaus und einem spezifischen Wärmebedarf von etwa 45 kWh/m²a (entsprechend einem energetischen Standard vergleichbar mit Effizienzhaus 55) ergibt sich ein Wärmebedarf von rund 5.400 kWh pro Gebäude und Jahr.

Die Kirche weist eine beheizte Fläche von 250 m² auf. Daraus ergibt sich bei gleichem Effizienzstandard ein Wärmebedarf von 11.250 kWh pro Jahr.

Insgesamt ergibt sich ein modellierter jährlicher Heizwärmebedarf von rund 92,25 MWh, der als Grundlage für die weitere energetische Bewertung und Auslegung der Wärmeversorgung im Quartier dient.

2.6.2.3 Bestand + Neubau

	WERT	EINHEIT
Anzahl Gebäude	46	-
Heizwärmebedarf (inkl.- Warmwasser) im Bestand	3.695,17	MWh/a
Bodenfläche Gebiet	140.002	m²
Wärmedichte BaU 2040 (Heizwärmebedarf/Bodenfläche Gebiet) und Netzeignung	22,46 Moderate Wärmenetzeignung	kWh/m²
Strombedarf WPLW BaU 2040	**1.257,69**	MWh/a
Strombedarf WPSW BaU 2040	**898,35**	MWh/a

2.6.2.4 Solarpotenziale auf den Dachflächen des Neubaugebiets

Für das betrachtete Neubauquartier mit 15 Einfamilienhäusern und einer Kirche wurde eine durchschnittliche Bruttodachfläche von 120 m² pro EFH sowie 250 m² für die Kirche angenommen. Daraus ergibt sich eine Gesamtbruttodachfläche von 2.050 m².

Unter Berücksichtigung typischer Einschränkungen wie Verschattung, Ausrichtung, Dachaufbauten und gestalterischer Vorgaben wird angenommen, dass etwa 65 % der Fläche realistisch für solare Nutzung zur Verfügung stehen – entsprechend ca. 1.332,5 m².

Zur überschlägigen energetischen Abschätzung wurden zwei idealisierte Varianten betrachtet, bei denen die technisch nutzbare Dachfläche vollständig entweder mit Photovoltaik (PV) oder mit Solarthermie (ST) belegt wird. Dabei handelt es sich um theoretische Maximalwerte unter optimalen Bedingungen.

Nutzung der Dachfläche	Eingesetzte Fläche	Energieform	Ertrag (jährlich)
100 % Photovoltaik	1.332,5 m²	Strom	ca. 195 MWh/a
100 % Solarthermie	1.332,5 m²	Wärme	ca. 533 MWh/a

Hinweis: Die tatsächliche Nutzbarkeit und der erzielbare Ertrag hängen stark von lokalen Faktoren wie Dachausrichtung, Verschattung, Dachaufbauten sowie technischen und gestalterischen Einschränkungen ab. Je nach Versorgungskonzept kann das solare Ertragspotenzial zur Deckung des Haushaltsstrombedarfs, zur Unterstützung von Wärmepumpensystemen oder zur direkten Wärmebereitstellung im Quartier beitragen. Eine kombinierte oder priorisierte Nutzung der Dachflächen ist im weiteren Planungsschritt zu prüfen.

2.6.2.5 Potenzielle Versorgungsoptionen im Fokusgebiet

Das betrachtete Fokusgebiet umfasst sowohl bestehende Gebäude als auch ein geplantes Neubauquartier. Aufgrund des zusammenhängenden Siedlungscharakters des insgesamt relevanten Wärmebedarfs und der strukturellen Eignung bietet sich die Versorgung über eine zentrale Großwärmepumpe als realistische Option an. Diese könnte die Wärmebereitstellung für das gesamte Gebiet übernehmen und damit eine einheitliche, langfristig klimaneutrale Versorgung ermöglichen.

Besonders vorteilhaft ist die geographische Lage des Gebiets: In der direkten Umgebung befinden sich ausreichend Freiflächen, die sich für die Errichtung von Erdwärmesondenfeldern eignen. Diese könnten als regenerative Wärmequelle für die Großwärmepumpe genutzt werden und so die Grundlage für eine geothermiegestützte, netzgebundene Wärmeversorgung schaffen.

Die Kombination aus standardisierter Neubausituation, vorhandener Gebäudestruktur im Bestand und geothermischem Potenzial schafft günstige Voraussetzungen für eine wirtschaftlich und energetisch tragfähige Umsetzung. Die Nutzung vorhandener Photovoltaikpotenziale im Gebiet könnte zusätzlich dazu beitragen, den Strombedarf der Wärmepumpentechnik anteilig zu decken und die regionale Treibhausgasbilanz der Versorgung weiter zu verbessern.

2.6.3 Diakonie Kästorf

	WERT	EINHEIT
Anzahl Gebäude	112	-
Heizwärmebedarf (inkl.- Warmwasser) im Bestand	7.420,85	MWh/a
Heizwärmebedarf Vollsaniert	6.499,46	MWh/a
Heizwärmebedarf Teilsaniert	6.719,04	MWh/a
Verbrauch	2.4779,08	MWh/a
Heizwärmebedarf im SZ BaU 2040	6.694,76	MWh/a

Heizwärmebedarf im SZ BaU 2040 mit Solarthermie	4.661,06	MWh/a
Bodenfläche Gebiet	215392	m²
Wärmedichte BaU 2040 (Heizwärmebedarf/Bodenfläche Gebiet) und Netzeignung	31,08 Moderate Wärmenetzeignung	kWh/m²
Wärmedichte BaU 2040 mit Solarthermie	21,64 Moderate Wärmenetzeignung	kWh/m²
Wärmedichte bez. auf Verbrauch	105 Sehr hohe Wärmenetzeignung	kWh/m²
PV-Ertrag	3.550,01	MWh/a
PV-Ertrag SZ BaU 2040 mit Solarthermie	2.572,36	MWh/a
Strombedarf WPLW BaU 2040	2.678	MWh/a
Strombedarf WPSW BaU 2040	1.913	MWh/a
Strombedarf WPLW BaU 2040 mit Solarthermie	1.864	MWh/a
Strombedarf WPSW BaU 2040 mit Solarthmerie	1.332	MWh/a

2.6.3.1 Abschätzung des Ertragspotenzials einer geplanten PV-Freiflächenanlage

Im betrachteten Fokusgebiet ist der Bau einer Photovoltaik-Freiflächenanlage vorgesehen. Die dafür vorgesehene Fläche wurde mithilfe von QGIS räumlich eingegrenzt und beträgt nach aktueller Ermittlung etwa 28.859 m². Da es sich um eine GIS-basierte Abschätzung handelt, ist dieser Wert als Näherung zu verstehen und kann je nach exakter Auslegung oder Randbedingungen noch variieren.

Für die Ertragsberechnung wurde angenommen, dass pro installierter Leistungseinheit (1 kWp) etwa 8 m² Fläche benötigt werden. Dieser Wert ist typisch für Freiflächenanlagen, da er ausreichende Reihenabstände, Verschattungsfreiheit und Wartungsflächen berücksichtigt. Daraus ergibt sich eine installierbare PV-Leistung von:

28.859 m² ÷ 8 m²/kWp = ca. 3.607 kWp

Bei einem spezifischen Stromertrag von 950 kWh pro kWp und Jahr ergibt sich ein jährlicher Stromertrag von:

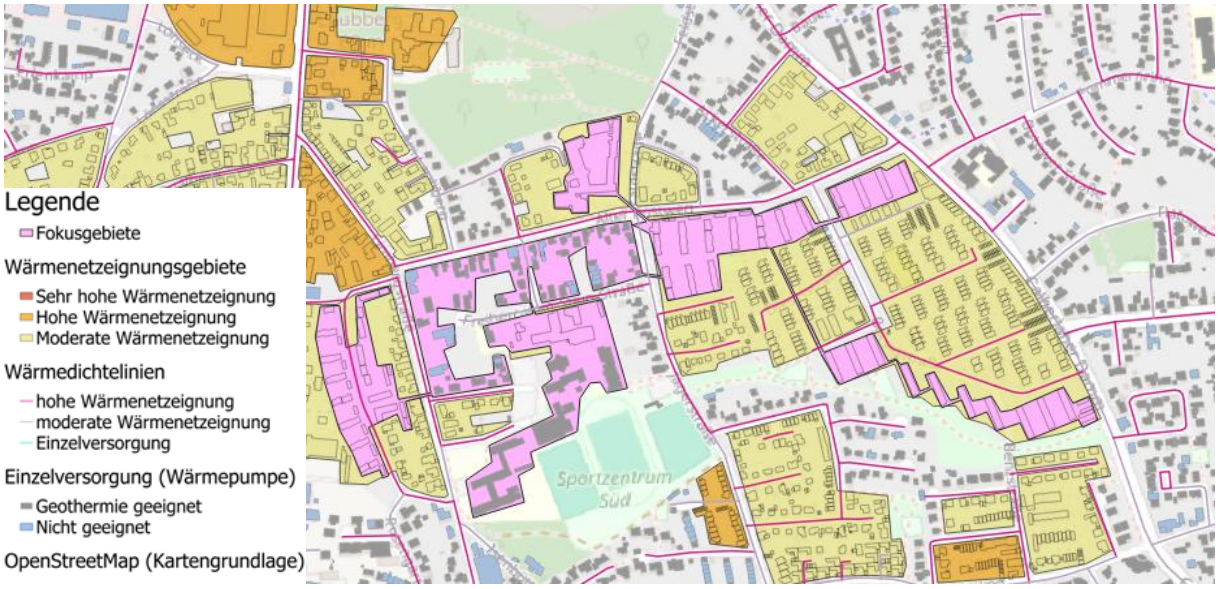
3.607 kWp × 950 kWh/kWp·a = ca. 3.427.000 kWh/a (≈ 3,43 GWh/a)

Dies entspricht dem durchschnittlichen Jahresstromverbrauch von rund 850 Haushalten (bei ca. 4.000 kWh/a je Haushalt) und stellt ein erhebliches Potenzial zur lokalen, erneuerbaren Stromversorgung dar – insbesondere in Verbindung mit Wärmepumpen, Quartierslösungen, Speicherung oder Sektorenkopplung.

2.6.3.2 Geothermieeignung

In unmittelbarer Nähe des Fokusgebiets befinden sich auch unbebaute Freiflächen, die grundsätzlich für die geothermische Nutzung geeignet sind. Je nach geologischer Eignung könnten dort Erdwärmesonden oder Flächenkollektoren installiert werden, um als regenerative Wärmequelle für eine zentrale Wärmepumpe zu dienen. Dadurch ließe sich eine erneuerbare, leitungsgebundene Wärmeversorgung des gesamten Gebiets realisieren. Die genannten Flächen können unter geeigneten Bedingungen auch für PV und Geothermie genutzt werden (Synergie).

2.6.4 Bildungscampus



	WERT	EINHEIT
Anzahl Gebäude	183	-
Heizwärmebedarf (inkl.- Warmwasser) im Bestand	13.871,69	MWh/a
Heizwärmebedarf Vollsaniert	7.990,73	MWh/a
Heizwärmebedarf Teilsaniert	9.106,58	MWh/a
Verbrauch	11.554,07	MWh/a
CO2-Einsparung	2.633,82	t/a
Heizwärmebedarf im SZ BaU 2040	10.265,60	MWh/a
Heizwärmebedarf im SZ BaU 2040 mit Solarthermie	7.183,19	MWh/a
Bodenfläche Gebiet	136986	m²

Wärmedichte BaU 2040 (Heizwärmebedarf/Bodenfläche Gebiet) und Netzeignung	74,94 Hohe Wärmenetzeignung	kWh/m²
Wärmedichte BaU 2040 mit Solarthermie	52,44 Hohe Wärmenetzeignung	kWh/m²
PV-Ertrag	4.560,56	MWh/a
PV-Ertrag SZ BaU 2040 mit Solarthermie	3.347,56	MWh/a
Strombedarf WPLW BaU 2040	4.106	MWh/a
Strombedarf WPSW BaU 2040	2.933	MWh/a
Strombedarf WPLW BaU 2040 mit Solarthermie	2.873	MWh/a
Strombedarf WPSW BaU 2040 mit Solarthmerie	2.052	MWh/a

2.6.4.1 Erläuterung Fokusgebiet: Bildungscampus

Im Fokusgebiet „Bildungscampus“ wurden 183 Gebäude betrachtet. Der derzeitige Heizwärmebedarf (inkl. Warmwasser) liegt bei rund 13.872 MWh/a. Durch Sanierungsmaßnahmen kann dieser auf etwa 7.991 MWh/a (Vollsaniert) bzw. 9.107 MWh/a (Teilsaniert) gesenkt werden. Im BaU-Szenario 2040 wird ein modellierter Heizwärmebedarf von 10.266 MWh/a angenommen. Mit zusätzlichem Einsatz von Solarthermie reduziert sich dieser Bedarf auf etwa 7.183 MWh/a.

Die Wärmedichte liegt bei 74,9 kWh/m² (ohne ST) bzw. 52,4 kWh/m² (mit ST) und weist damit auf eine grundsätzlich gute Eignung für Wärmenetze hin.

Das technische Photovoltaikpotenzial beträgt im Szenario ohne Solarthermie 4.561 MWh/a. Durch Flächenkonkurrenz mit Solarthermie reduziert sich der nutzbare PV-Ertrag im kombinierten Szenario auf 3.348 MWh/a. Der Strombedarf für Wärmepumpensysteme variiert je nach Systemtyp zwischen 2.933 und 4.106 MWh/a (ohne ST) bzw. zwischen 2.052 und 2.873 MWh/a (mit ST). Dies verdeutlicht die Wechselwirkung zwischen Dämmstandard, solarthermischer Entlastung und strombasierter Wärmebereitstellung.

2.6.5 Klärwerk

Aus den Ablaufwerten der Kläranlage 2023 -2025 lassen sich folgende Werte ableiten:

Eine Abwassertemperatur von 11 °C im Vorfluter ist der minimale Wert unserer Annahme. An weniger als 20 Tagen im Jahr ist die Abflusstemperatur etwas geringer. Der Abfluss lässt sich bei dieser Temperatur ohne Probleme um 5 K herunterkühlen.

Für die Abflussmenge haben wird als Minimalwert 6.000 m³/d festgelegt. Die mittlere Abflussmenge beträgt 8.853 m³/d. An nur 16 Tagen im Jahr wird dieser Wert unterschritten.

Bei einer angenommenen Leistungszahl von 4 für den Wärmepumpenbetrieb kann mit einem Strombedarf der Wärmepumpe von 8,5 MWh/d, 42,75 MWh/d Wärme erzeugt werden. Das wäre eine Jahreswärmeerzeugung von 15.603,75 MWh/a mit einem Strombedarf von 3.102 MWh/a.

Zusammengefasst (bei Minimalannahmen):

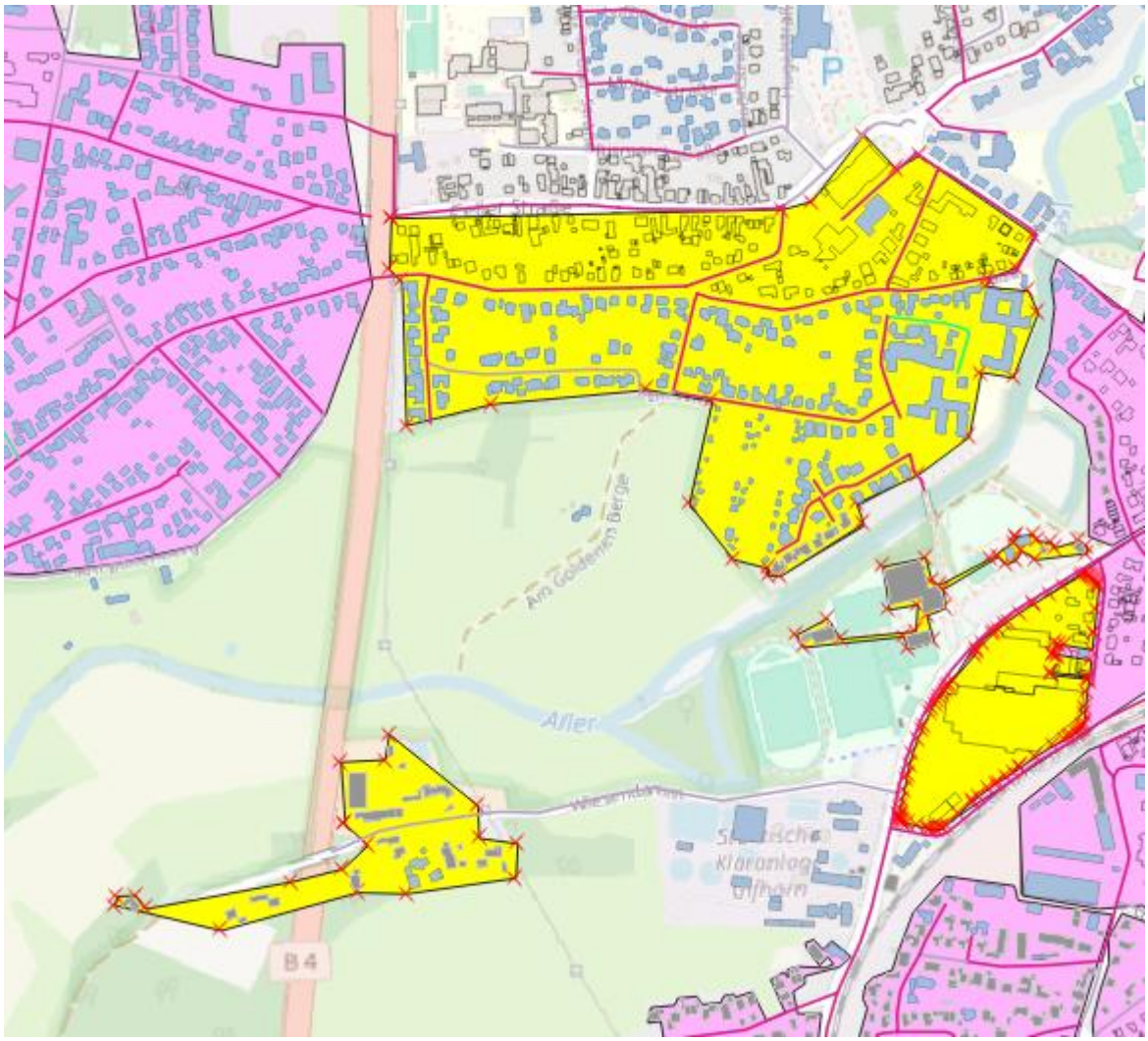
Kühlungsgradient:	5 K
Abflussmenge:	6.000 m³/d
Strombedarf:	8,72 MWh/d
Wärmeerzeugung:	43,61 MWH/d
Jahresstrombedarf:	3.184 MWh/a
Jahreswärmeerzeugung:	15.918 MWh/a

Bei einer Mittelwertbetrachtung wären das:

Kühlungsgradient:	5 K
Abflussmenge:	8.853 m³/d
Strombedarf:	12,62 MWh/d
Wärmeerzeugung:	63,08 MWH/d
Jahresstrombedarf:	4.698 MWh/a
Jahreswärmeerzeugung:	23.488 MWh/a

Bei der weiteren Betrachtung gehen wir von den Minimalwerten aus, um zu jedem Tag im Jahr eine störungsfreie Nutzung dieser Energieressource zu erreichen.

2.6.5.1 Variante 1

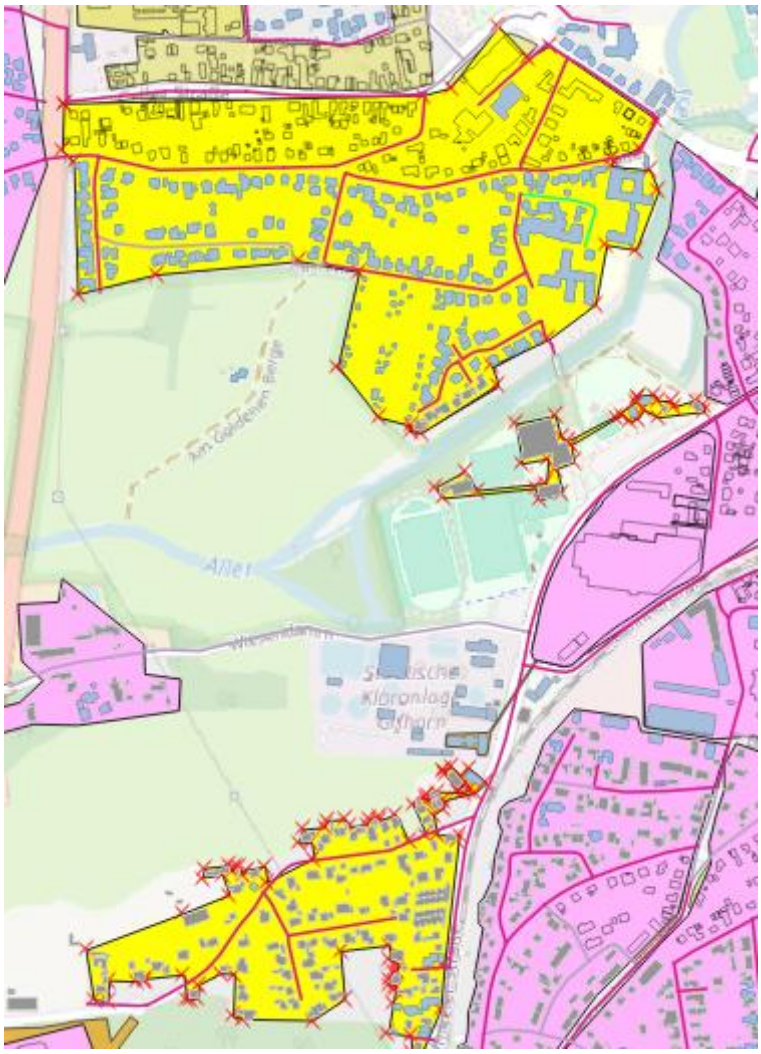


Die Kläranlage erzeugt kontinuierlich nutzbare Abwärme, die ausreicht, um umliegende Gebäude in den gelb markierten Bereichen vollständig mit Wärme zu versorgen.

Wärmebedarf (berechnet) Bestand:	15.376 MWh/a
Wärmebedarf (berechnet) Teilsaniert	11.274 MWh/a
Wärmebedarf (berechnet) Vollsaniert	10.080 MWh/a
Verbrauch (gemessen)	11.359 MWh/a
CO2-Einsparung:	1.654,51 t/a
Entfernung bis zum ersten Abnehmer:	445 m
Entfernung bis zum letzten Abnehmer	920 m

Die Kläranlage stellt im Vollbetrieb jährlich rund **15.910 MWh** Abwärme bereit. Damit kann der gesamte Wärmebedarf gedeckt werden. Die verbleibende Überschusswärme bietet Puffer für Netzverluste, zukünftige Anschlussnehmer oder Effizienzschwankungen im Jahresverlauf.

2.6.5.2 Variante 2



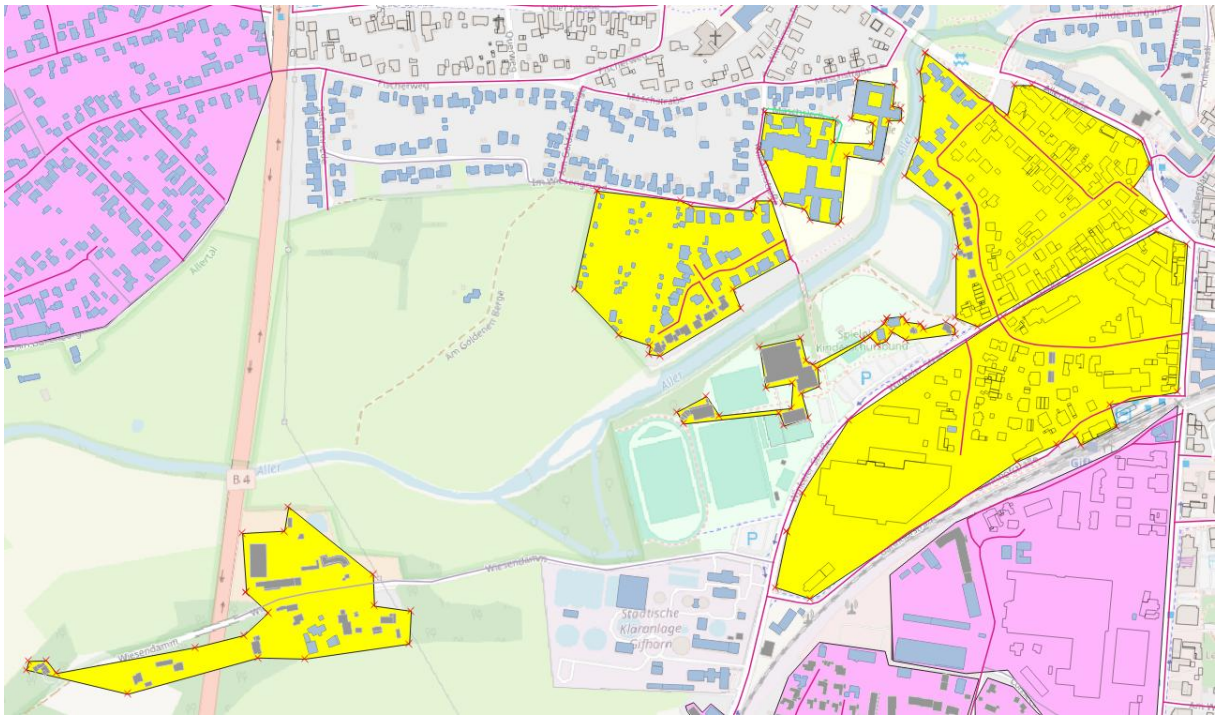
Die Kläranlage erzeugt kontinuierlich nutzbare Abwärme, die ausreicht, um umliegende Gebäude in den gelb markierten Bereichen vollständig mit Wärme zu versorgen.

Die Verbrauchsdaten der ausgewählten Gebäude belaufen sich auf folgende Werte:

Wärmebedarf (berechnet) Bestand:	15.774 MWh/a
Wärmebedarf (berechnet) Teilsaniert	11.035 MWh/a
Wärmebedarf (berechnet) Vollsaniert	9.808 MWh/a
Verbrauch (gemessen)	11.805 MWh/a
CO2-Einsparung:	2.720,18 t/a
Entfernung bis zum ersten Abnehmer:	60 m
Entfernung bis zum letzten Abnehmer	920 m

Die Kläranlage stellt im Vollbetrieb jährlich rund **15.910 MWh** Abwärme bereit. Damit kann der gesamte Wärmebedarf gedeckt werden. Die verbleibende Überschusswärme bietet Puffer für Netzverluste, zukünftige Anschlussnehmer oder Effizienzschwankungen im Jahresverlauf.

2.6.5.3 Variante 3



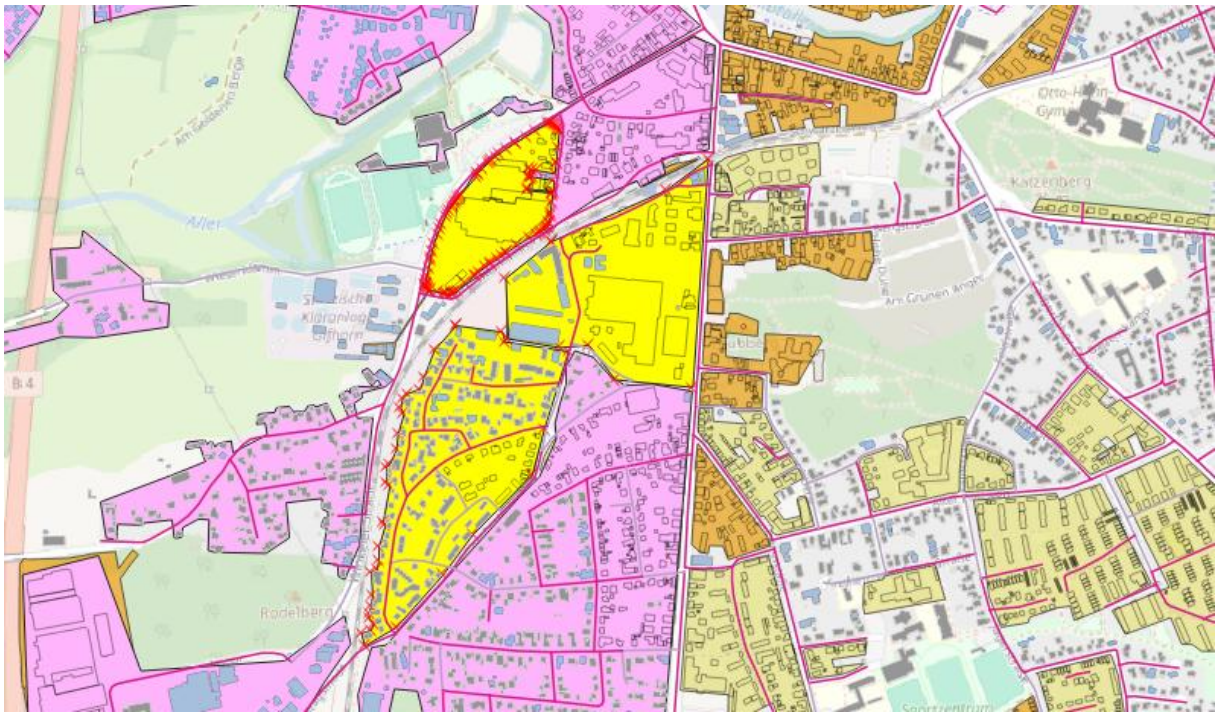
Die Kläranlage erzeugt kontinuierlich nutzbare Abwärme, die ausreicht, um umliegende Gebäude in den gelb markierten Bereichen vollständig mit Wärme zu versorgen.

Die Verbrauchsdaten der ausgewählten Gebäude belaufen sich auf folgende Werte:

Wärmebedarf (berechnet) Bestand:	15.775 MWh/a
Wärmebedarf (berechnet) Teilsaniert	11.567 MWh/a
Wärmebedarf (berechnet) Vollsaniert	10.349 MWh/a
Verbrauch (gemessen)	12.255 MWh/a
CO2-Einsparung:	3.418,96 t/a
Entfernung bis zum ersten Abnehmer:	160 m
Entfernung bis zum letzten Abnehmer	900 m

Die Kläranlage stellt im Vollbetrieb jährlich rund 15.910 MWh Abwärme bereit. Damit kann der gesamte Wärmebedarf gedeckt werden. Die verbleibende Überschusswärme bietet Puffer für Netzverluste, zukünftige Anschlussnehmer oder Effizienzschwankungen im Jahresverlauf.

2.6.5.4 Variante 4



Die Kläranlage erzeugt kontinuierlich nutzbare Abwärme, die ausreicht, um umliegende Gebäude in den gelb markierten Bereichen vollständig mit Wärme zu versorgen.

Die Verbrauchsdaten der ausgewählten Gebäude belaufen sich auf folgende Werte:

Wärmebedarf (berechnet) Bestand:	14.609 MWh/a
Wärmebedarf (berechnet) Teilsaniert	10.727 MWh/a
Wärmebedarf (berechnet) Vollsaniert	9.652MWh/a
Verbrauch (gemessen)	12.527 MWh/a
CO2-Einsparung:	2.904,79 t/a
Entfernung bis zum ersten Abnehmer:	160 m
Entfernung bis zum letzten Abnehmer	690 m

Der jährliche Heizwärmebedarf der umliegenden Gebäude beträgt rund **14.609 MWh**. Die Kläranlage kann im Vollbetrieb jährlich etwa **15.910 MWh** Abwärme bereitstellen. Damit übersteigt das potenziell nutzbare Abwärmeangebot die benötigte Heizwärme, wodurch der gesamte Bedarf grundsätzlich gedeckt werden kann. Die verbleibende Überschusswärme schafft zusätzliche Spielräume für Netzverluste, künftige Anschlussnehmer oder saisonale Effizienzschwankungen.

2.7 Umsetzungsmaßnahmen der kommunalen Wärmeplanung Gifhorn

Der vorliegende Maßnahmenkatalog ist ein zentrales Instrument, um die im Kommunalen Wärmeplan erarbeiteten Ziele mit konkreten Handlungsschritten zu untermauern. Er umfasst sowohl technische als auch organisatorische, finanzielle und kommunikative Ansätze. Dazu gehören unter anderem Informationsangebote für Bürgerinnen und Bürger, die gezielte Akquise von Fördermitteln sowie die Gewinnung geeigneter Investoren.

Die Maßnahmenblätter bieten eine strukturierte Übersicht zu den einzelnen Aktivitäten, ihren Inhalten, Zuständigkeiten, zeitlichen Perspektiven und möglichen Synergien. Auf diese Weise wird die Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung für Verwaltung, Politik und weitere Akteure transparent und nachvollziehbar gestaltet.

Mit dem Maßnahmenkatalog schaffen wir eine Grundlage, um gemeinsam mit allen Beteiligten die Wärmewende in unserer Kommune aktiv zu gestalten und die Umgestaltung hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung erfolgreich voranzubringen.

Die Handlungsstrategie für eine, das gesamte Stadtgebiet umfassende klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt Gifhorn richtet sich an den Ergebnissen des hier vorliegenden kommunalen Wärmeplans aus.

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung weisen dabei insgesamt 131 Wärmenetzeignungsgebiete mit einer Wärmedichte von mindestens 41,5KWh/m^2*a aus. In diesen Gebieten befinden sich etwa 24 % des Gebäudebestands. Während des Akteursprozesses haben sich einige Gebiete als Fokus weiterer Entwicklung bzw. als potenzielle Entwicklungsgebiete herausgestellt (vgl. Abschnitt 2.6).

Für einige dieser Gebiete, wie z.B. die Diakonie Kästorf oder den Bildungscampus gibt es erste vertiefende Überlegungen. Andere Gebiete, wie z. B. die Umgebung der Kläranlage, haben das Potenzial für ein Wärmenetz.

Überlegungen zur Realisierbarkeit weiterer Abwärmepotenziale (aus industriellen Prozessen) mit möglichen Synergien aus Energienutzung und Abwärme, z. B. im Gewerbegebiet Weilandmoor, sind denkbar.

Für ca. 76 % der Gebäude innerhalb des Stadtgebiets müssen dezentrale und individuelle Wärmeversorgungslösungen umgesetzt werden.

Demnach gliedert sich die Kommunale Wärmewendestrategie insbesondere in zwei Hauptstränge:

1. Unterstützung von gewerblichen, genossenschaftlichen und privatrechtlichen Akteuren bei der Realisierung von Wärmenetzen in den ermittelten Eignungsgebieten
2. Unterstützung von Hauseigentümern beim Übergang zur fossilfreien Wärmeversorgung.

Maßnahmenblätter-Übersicht

Priorität	Maßnahmen-Kurzbeschrieb
sehr hoch	2.7.1 Machbarkeitsstudie – Abwärmenutzung Kläranlage
hoch	2.7.2 Machbarkeitsstudie – z. B. Wärmenetz Bildungscampus
sehr hoch	2.7.3 Entwicklung und Implementierung von Wärmenetzen in geplanten Neubaugebieten, z. B. Westerfeld Nord
sehr hoch	2.7.4 Initiierung kommunaler Netzwerke/ Kooperationsmodelle, z. B. Bildungscampus
hoch	2.7.5 Unterstützung lokale/regionale Energiegenossenschaft
sehr hoch	2.7.6 Beratungsangebot mit Energieberatern
hoch	2.7.7 Energieeffizienz in städtischen Liegenschaften / Sanierung städtischer Liegenschaften
hoch	2.7.8 Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien auf städtischen Liegenschaften

2.7.1 Durchführung einer Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz zur Nutzung der Abwärme aus der Kläranlage Gifhorn

Ziel: Das hohe Wärmeerzeugungspotenzial der Kläranlage in der Winkeler Straße soll möglichst viele Gebäude in der Umgebung mit Wärme versorgen.

Verantwortlichkeit: Abwasser- und Straßenreinigungsbetrieb der Stadt Gifhorn (ASG), Stadtverwaltung Gifhorn oder Andere

Mögliche Förderung:

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Städtebauförderung, BEG-Einzelmaßnahme und andere.

Geschätzte Kosten: ca. 100.000-200.000,- €

Priorität: sehr hoch

Dauer der Maßnahme: ab 2027 bis ca. 2030

Beschreibung der Maßnahme: Unterstützung bei der Kommunikation und Zusammenführung betroffener Akteure, Fördermittelakquise, Hilfe bei der Findung von Investoren und/oder geeigneten Rechtsformen für Investition und Betrieb des Netzes. Unterstützung bei der Durchführung einer Voruntersuchung sowie Machbarkeitsstudie.

Energieeinsparung / CO_2-Einsparung

Variante 1: 1.654,51 t/a
Variante 2: 2.720,18 t/a
Variante 3: 3.418,96 t/a
Variante 4: 2.904,79 t/a

2.7.2 Durchführung einer Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz im Bildungscampus

Ziel: Der Bildungscampus soll durch ein Wärmenetz versorgt werden.

Verantwortlichkeit: Stadtverwaltung Gifhorn oder Andere

Mögliche Förderung:

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Städtebauförderung, BEG-Einzelmaßnahme und andere.

Geschätzte Kosten: ca. 100.000-200.000,- €

Priorität: hoch

Dauer der Maßnahme: ab 2027 bis ca. 2030

Beschreibung der Maßnahme: Unterstützung bei der Kommunikation und Zusammenführung betroffener Akteure, Fördermittelakquise, Hilfe bei der Findung von Investoren und/oder geeigneten Rechtsformen für Investition und Betrieb der Netze. Unterstützung bei der Durchführung einer Voruntersuchung sowie Machbarkeitsstudie.

Energieeinsparung / CO_2-Einsparung: 2.633,82 t/a

2.7.3 Unterstützung schon geplanter Sanierungs- und Neubaugebiete zur Entwicklung und Implementierung von Wärmenetzen

Ziel: Für städtische Entwicklungsgebiete (Neubau oder Sanierung), z. B. im Westerfeld Nord, sollen eine optimierte, fossilfreie Wärmeversorgung gesucht werden. Dabei wird jeweils die Errichtung eines Wärmenetzes anvisiert.

Verantwortlichkeit: Stadtverwaltung Gifhorn oder Andere

Mögliche Förderung: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Städtebauförderung, BEG-Einzelmaßnahme und andere.

Priorität: sehr hoch

Dauer der Maßnahme: fortlaufend

Beschreibung der Maßnahme: Unterstützung bei der Kommunikation und Zusammenführung betroffener Akteure. Allokation von verwendbaren Energiequellen, Fördermittelakquise, Hilfe bei der Findung von Investoren und/oder geeigneten Rechtsformen für Investition und Betrieb der Netze. Unterstützung bei der Durchführung einer Voruntersuchung sowie Machbarkeitsstudie.

Sollte mit der Machbarkeitsstudie das Potential für ein Wärmenetz beschrieben werden, schließen sich Planungsschritte für eine Umsetzungsphase sowie mögliche Festlegungen an.

2.7.4 Initiierung kommunaler Netzwerke „Energieeffizienz“ Kooperationsmodelle mit Gifhorner Unternehmen / Beratungsangebot für die Gründung von Bürgerenergiegenossenschaften, Interessengemeinschaften und Unternehmenszusammenschlüsse

Ziel

Ziel ist es, durch kommunale Netzwerke den Planungsprozess z. B. im Bildungscampus und die Umsetzungsphase von Wärmenetzen oder dezentralen Wärmeversorgungslösungen professionell zu organisieren und zu unterstützen. Die Förderoption eines kommunalen Netzwerks über das Bundesförderprogramm „Kommunalrichtlinie“ unter der Ausrichtung „Energieeffizienz“ ermöglicht eine Begleitung durch professionelle Dienstleister.

Verantwortlichkeit:

Stadtverwaltung Gifhorn oder Andere

Mögliche Förderung:

Kommunalrichtlinie: Kommunale Netzwerke, Förderung 60 %, Laufzeit 36 Monate; Unternehmen sind antragsberechtigt.

Geschätzte Kosten: maximal 59.000 € je Netzwerkteilnehmer ohne Förderung

Priorität: sehr hoch

Dauer der Maßnahme:

Ab 2026, geförderte Netzwerkphase 2026 nach Zuwendungsbescheid ab ca. 2027

Beschreibung der Maßnahme:

Aufbau von Unternehmensnetzwerken; Antragsstellung „Kommunale Netzwerke – Energieeffizienz“ sowie Erarbeitung eines Umsetzungsfahrplans für klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 oder früher.

2.7.5 Unterstützung lokale/regionale Energiegenossenschaft

Ziel

Durch die Mitgliedschaft in einer lokalen/regionalen Energiegenossenschaft erhöht die Stadtverwaltung die Sichtbarkeit ihres Engagements innerhalb des Umgestaltungsprozesses für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040. Als Mitglied in einer Energiegenossenschaft erweitert die Stadtverwaltung Optionen auf Fördermittel und günstige Kredite, die für eine Körperschaft des öffentlichen Rechts alleine nicht zugänglich wären.

Verantwortlichkeit

Stadtverwaltung Gifhorn oder Andere

Mögliche Förderung

Nicht anwendbar.

Geschätzte Kosten: Laufende Kosten: ca. 6.000 €

Priorität: hoch

Dauer der Maßnahme: andauernd

Beschreibung der Maßnahme:

Die Stadtverwaltung sucht aktiv die Mitgliedschaft in einer lokalen oder regionalen Energiegenossenschaft, die ihr Engagement auch auf dem Stadtgebiet entfaltet. Die Stadtverwaltung trägt innerhalb der Genossenschaft aktiv zur Realisierung von Dekarbonisierungsprojekten der Wärmeversorgung im Arbeitsprozess bei.

2.7.6 Beratungsangebot mit Energieberatern

Ziel

Aufbau eines Informations- und Beratungsangebots für die dezentrale/individuelle Planung und Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

Verantwortlichkeit

Stadtverwaltung Gifhorn in Zusammenarbeit mit Energieberatern

Mögliche Förderung

LEADER, Kommunalrichtlinie (4.1.1): Förderumfang von bis zu 20 Tagen eines fachkundigen externen Dienstleisters

Geschätzte Kosten: 10.000 €

Priorität: sehr hoch

Dauer der Maßnahme: andauernd

Beschreibung der Maßnahme:

Die Stadtverwaltung Gifhorn schafft ein Beratungsangebot für die dezentrale/individuelle Planung und Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Hierbei werden Bürgerinnen und Unternehmen individuell und auf Einzelgebäudebasis in Hinblick auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung und Energieerzeugung beraten. Außerdem sollen die individuellen Möglichkeiten zur Wärmenetzeignung oder Nachbarschaftsnetzeignung, sowie weitere Optionen zur Energieeinsparung und zur energetischen Sanierung dargestellt werden. Es soll weiterhin über Fördermöglichkeiten aufgeklärt werden.

Energieeinsparung / CO_2-Einsparung:

Hier lässt sich keine CO_2-Einsparung ableiten.

2.7.7 Energieeffizienz in städtischen Liegenschaften: Sanierung eigener Liegenschaften/Klimaneutrale Wärmeversorgung eigener Liegenschaften

Ziel:

Die Stadt Gifhorn strebt fortlaufende energetische Sanierungen ihrer Liegenschaften an.

Verantwortlichkeit:

Stadtverwaltung Gifhorn

Förderung

Bundesförderung effiziente Gebäude

Priorität: hoch

Dauer der Maßnahme: Fortlaufend, zunächst bis 2040

Beschreibung der Maßnahme:

Die Stadtverwaltung verfolgt das Ziel, ihre kommunalen Liegenschaften energetisch zu sanieren, die Energieeffizienz zu steigern und die Wärmeversorgung klimaneutral umzustellen. Es wird eine energetische Bestandsaufnahme der Gebäude durchgeführt und anschließend eine umfassende Sanierung nach aktuellen Energiestandards durchgeführt. Das Nutzerverhalten ist ein relevanter Faktor für die Energieeffizienzsteigerung und Mitarbeiterinnen und Nutzerinnen der kommunalen Liegenschaften werden für ein energiesparendes Verhalten sensibilisiert.

2.7.8 Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien auf städtischen Liegenschaften

Ziel:

Die Stadt Gifhorn will als Vorbild und Motivator im Bereich Klimaschutz vorangehen und Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien auf den kommunalen Liegenschaften weiter ausbauen. Ziel dabei ist es, den CO_2-Fußabdruck des Energiebedarfs zu reduzieren sowie die Kosten der Energiebereitstellung langfristig zu senken.

Verantwortlichkeit:

Stadtverwaltung Gifhorn

Förderung

Nur im Verbund mit umfassender Sanierung

Geschätzte Kosten

Gesamtkosten Photovoltaik-Freiflächenanlagen (ohne Förderung):

- 950 € (netto)/kWp für kleine Flächen
- 650 € (netto)/kWp für große Flächen

Priorität: hoch

Dauer der Maßnahme:

Fortlaufend, zunächst bis 2040

Beschreibung der Maßnahme:

Die Stadtverwaltung Gifhorn plant den Ausbau von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien auf ihren kommunalen Liegenschaften. Dies soll durch einen fortlaufenden Zubau von Photovoltaik-Anlagen auf den Dach- und Freiflächen geschehen.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Zentrale Herausforderungen auf dem Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung

Die Wärmewende stellt auch für die Stadt Gifhorn eine umfassende gesamtgesellschaftliche Aufgabe dar. Dabei gilt es, mehrere zentrale Herausforderungen zu bewältigen:

- **Finanzielle Belastungen für Bürgerinnen und Bürger:** Die Transformation der Wärmeversorgung erfordert erhebliche Investitionen – sowohl auf individueller Ebene (z. B. Heizungsmodernisierungen, energetische Sanierung) als auch durch die öffentliche und private Infrastruktur (z. B. Wärmenetze, Anlageninvestitionen).
- **Einbindung aller relevanten Akteure:** Der Umbau gelingt nur, wenn alle Beteiligten – Bürgerinnen und Bürger, Wohnungswirtschaft, lokale Unternehmen, Energieversorger, Handwerk und Politik – aktiv eingebunden werden. Eine frühzeitige und transparente Kommunikation ist dabei entscheidend.

  Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Gifhorn wurde daher ein Beteiligungsprozess durchgeführt. Neben fachlichen Workshops mit Schlüsselakteuren aus Verwaltung, Wirtschaft, Energieversorgung und Wohnungsbau fanden auch eine öffentliche Informations- und Dialogveranstaltungen sowie die Darstellung im Rat der Stadt statt. Diese umfassende Beteiligung hat dazu beigetragen, das Wissen vor Ort zu nutzen, Perspektiven zusammenzuführen und tragfähige, lokal abgestimmte Lösungen zu entwickeln.
- **Akzeptanz von baulichen Maßnahmen:** Der Ausbau von Wärmenetzen und die Modernisierung der Energieinfrastruktur bringen temporäre Beeinträchtigungen im Stadtbild und in der Mobilität mit sich. Diese müssen sorgfältig geplant, gut kommuniziert und sozialverträglich gestaltet werden.
- **Offenheit gegenüber innovativen Technologien:** Die zukünftige Wärmeversorgung basiert auf einem Technologiemix – u. a. aus Wärmepumpen, Geothermie, Solarthermie, saisonalen Speichern und ggf. der Nutzung von grünem Wasserstoff. Die Bereitschaft, sich auf neue technische Lösungen einzulassen, ist eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg.
- **Vertrauen in kommunale Entscheidungsstrukturen:** Politik, Verwaltung und Energieversorger müssen als verlässliche Akteure agieren, um durch Transparenz und Partizipation das Vertrauen der Bevölkerung zu gewinnen und zu festigen.

Darüber hinaus spielt auch die Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte im Handwerk und bei Energieunternehmen eine zunehmend wichtige Rolle, um die geplanten Maßnahmen im notwendigen Tempo umzusetzen.

Gemeinsame Verantwortung für eine lebenswerte Zukunft

Trotz aller Herausforderungen eröffnet die Wärmewende große Chancen: Sie ermöglicht es, in der Stadt Gifhorn eine zukunftsfähige, krisensichere und klimafreundliche Infrastruktur aufzubauen, die die lokale Wertschöpfung stärkt und langfristig zur Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern beiträgt.

Jede Maßnahme – sei es auf Quartiersebene oder im privaten Gebäudebestand – ist ein Schritt in Richtung einer klimaneutralen Stadt. Der Wandel gelingt nur gemeinsam: durch das Engagement von

Bürgerinnen und Bürgern, durch Kooperation zwischen Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft sowie durch eine klare politische Rahmensetzung.

Die bereits durchgeführte breite Beteiligung im Rahmen der Wärmeplanung hat gezeigt, dass in Gifhorn ein hohes Maß an Bereitschaft und Engagement vorhanden ist, die Wärmewende aktiv mitzugestalten.

Die Stadt Gifhorn lädt alle Bürgerinnen und Bürger ein, sich weiterhin aktiv an diesem Wandel zu beteiligen – sei es durch eigene Maßnahmen zur Energieeinsparung, durch Mitwirkung an Planungsprozessen oder durch die Nutzung neuer Angebote im Bereich klimafreundlicher Wärmeversorgung.

4 Literaturverzeichnis

Ausfuhrkontrolle, B. f. (21. 08 2025). *Bundesstelle für Energieeffizienz, Plattform für Abwärme*. Von Bundesstelle für Energieeffizienz, Plattform für Abwärme: ttps//www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html abgerufen

Aydemir, A., Doderer, H., Hoppe, F., & Braungardt, D. S. (2019). *Abwärmenutzung in Unternehmen.* Stuttgart: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

Blömer, S., & al., e. (2019). *EnEff:Wärme - netzgebundene Nutzung industrieller Abwärme (NENIA)" Schlussbericht für Bundesministerium Wirtschaft und Energie.* Heidelberg: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

BMWK Bundesministerium für Wiurtschaft, E. &.-u. (2015). *Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte für Nichtwohngebäudebestand.*

Brückner, S. (2016). *Industrielle Abwärme in Deutschland.* München: TU München.

Bundesamt, S. (12. 11 2024). *Wohnungsbestand im Zeitvergleich*. Von Wohnungsbestand im Zeitvergleich: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Tabellen/liste-wohnungsbestand.html abgerufen

Dunkelberg, E., Acker, Y., Baerens, T., Blömer, S., & Weiß, J. (2023). *Bestimmung des Potenzials von Abwärme in Berlin.* Berlin: Land Berlin.

Fleiter, t. R. (2023). *CO2-neutrale Prozesswärmeerzeugung.* Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Hörner, M. &. (2022). *Typologie der Nichtwohngebäude in Deutschland.* Darmstadt: Institut für Wohnung und Umwelt.

Jochum, P. M. (2015). *Dämmbarkeit des deutschen Gebäudebestands.* Berlin, Heidelberg: Beuth Hochschule für Technik Berlin & ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.

LANUV Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2014). *Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW. Teil 3 - Biomasse-Energie. Recklinghausen.*

Loga, T. S. (2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Zweite erweiterte Auflage.* Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.

Luderer, G. K. (2021). *Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich.* Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research.

Radgen, P., Hufendieck, K., & Blesl, M. (2022). *Abwärmepotentiale in der Industrie.* Berlin: Beuth Verlag.

Reckzügel, M. M. (2017). *Abwärme aus Niedersachsen.* Hannover: Nds. Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz.

Reckzügel, M. M. (2019). *Potenzialstudie Industrielle Abwärme.* Recklinghausen: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.

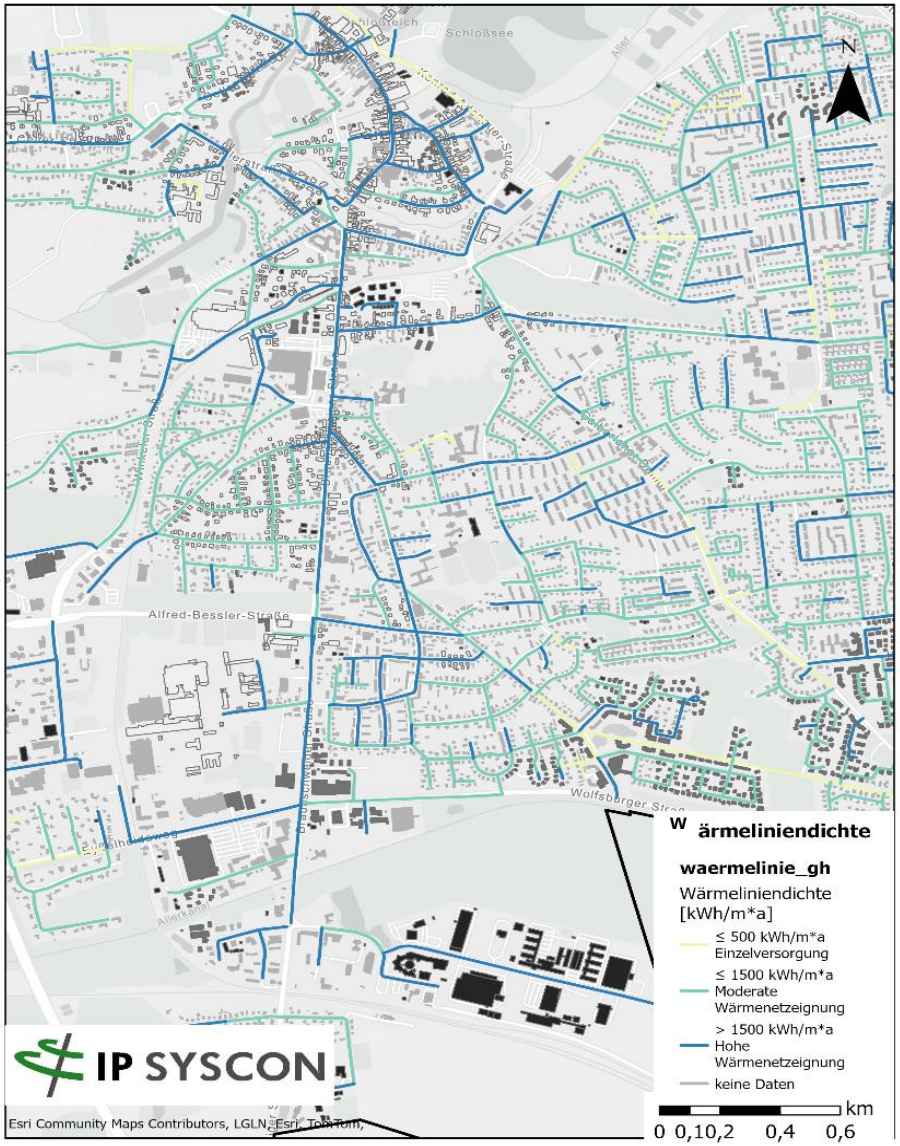
Thelen, C. N. (2024). *Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess.* Freiburg: Fraunhofer ISE.

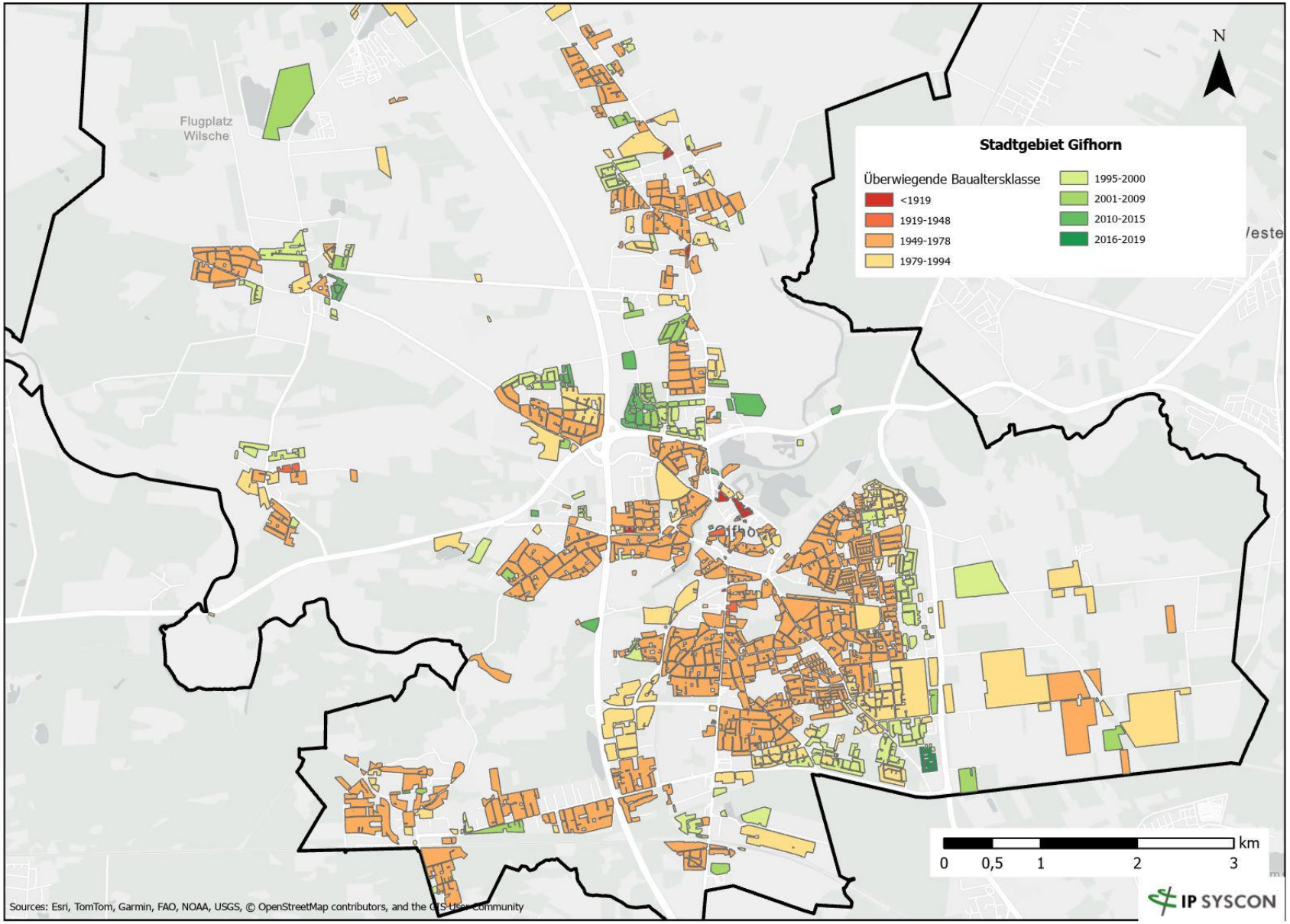
5 Anhang - Kartendarstellungen

Bildliche Darstellung der Anhänge:

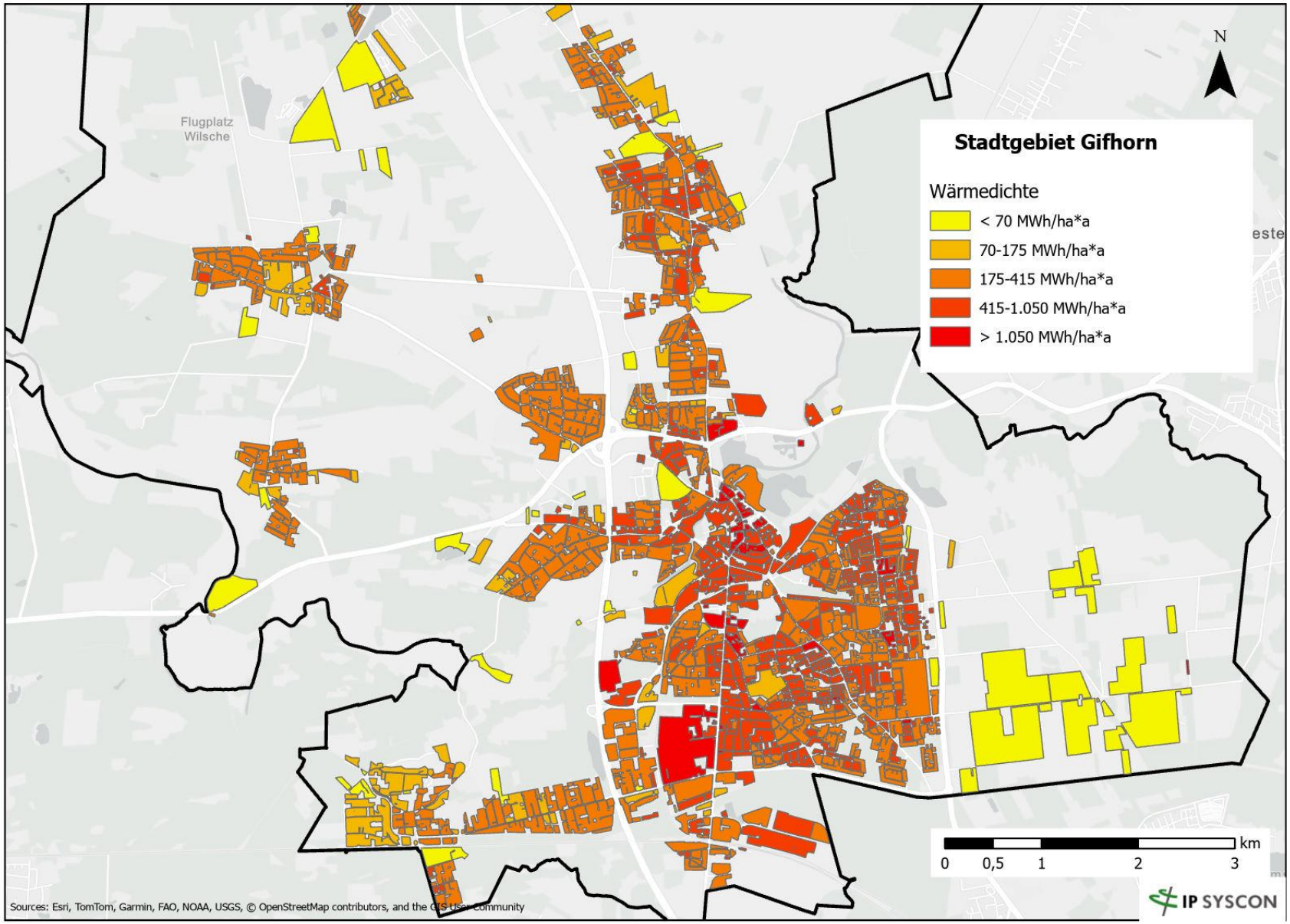
- Anhang A: Wärmeliniendichte
- Anhang 1: Überwiegende Baualtersklassen
- Anhang 2: Wärmedichte der Versorgungsgebiete
- Anhang 3: Wärmedichte der Hotspots
- Anhang 4: Hauptnutzungsarten - Gebäudetypen
- Anhang 5: Szenarienbetrachtung Nordteil
- Anhang 6: Szenarienbetrachtung Südteil

Anhang A: Wärmeliniendichte



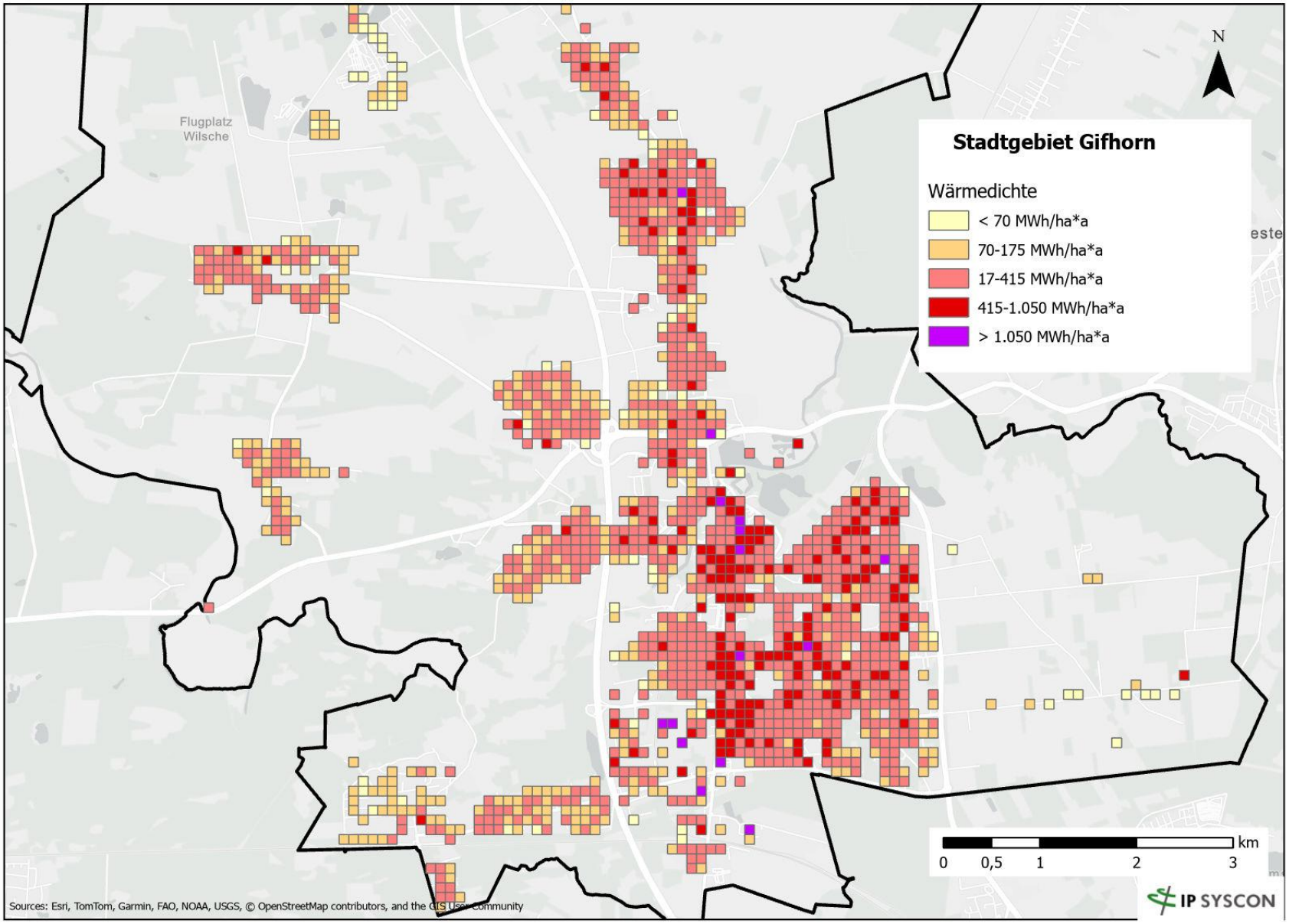


Stand Oktober 2025 *Anhang 4: Überwiegende Baualtersklassen*

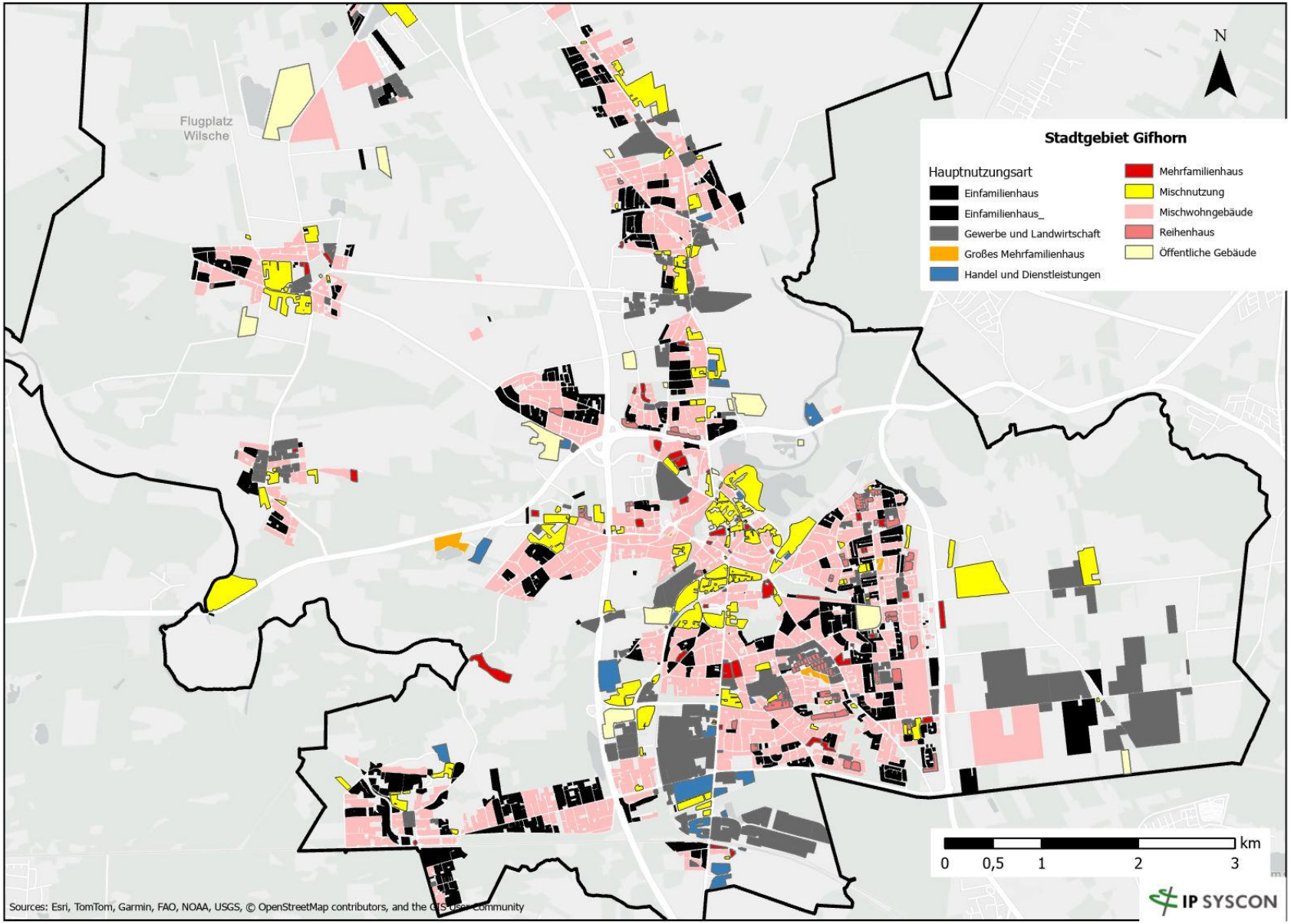


Stand Oktober 2025

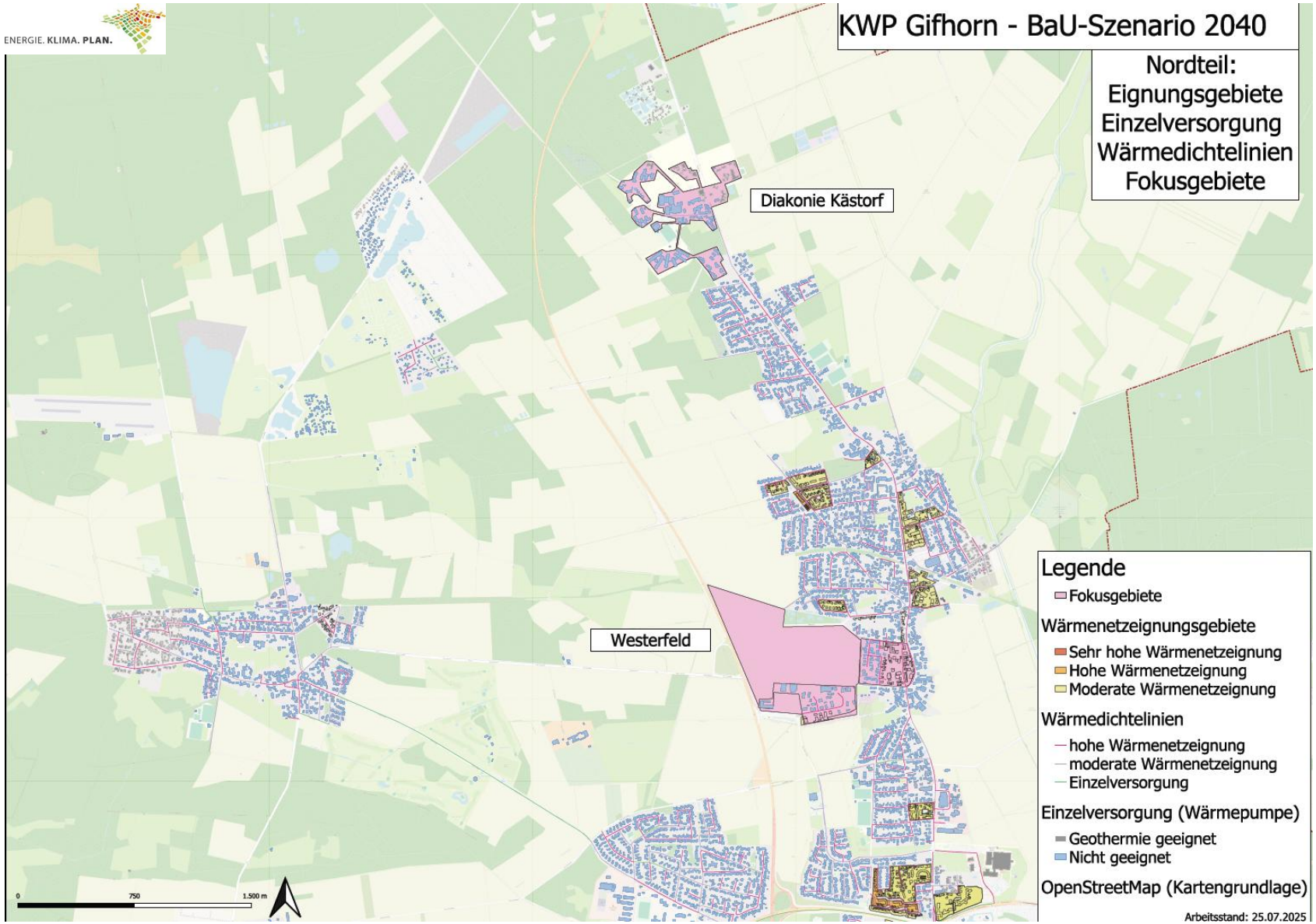
Anhang 2: Wärmedichte der Versorgungsgebiete



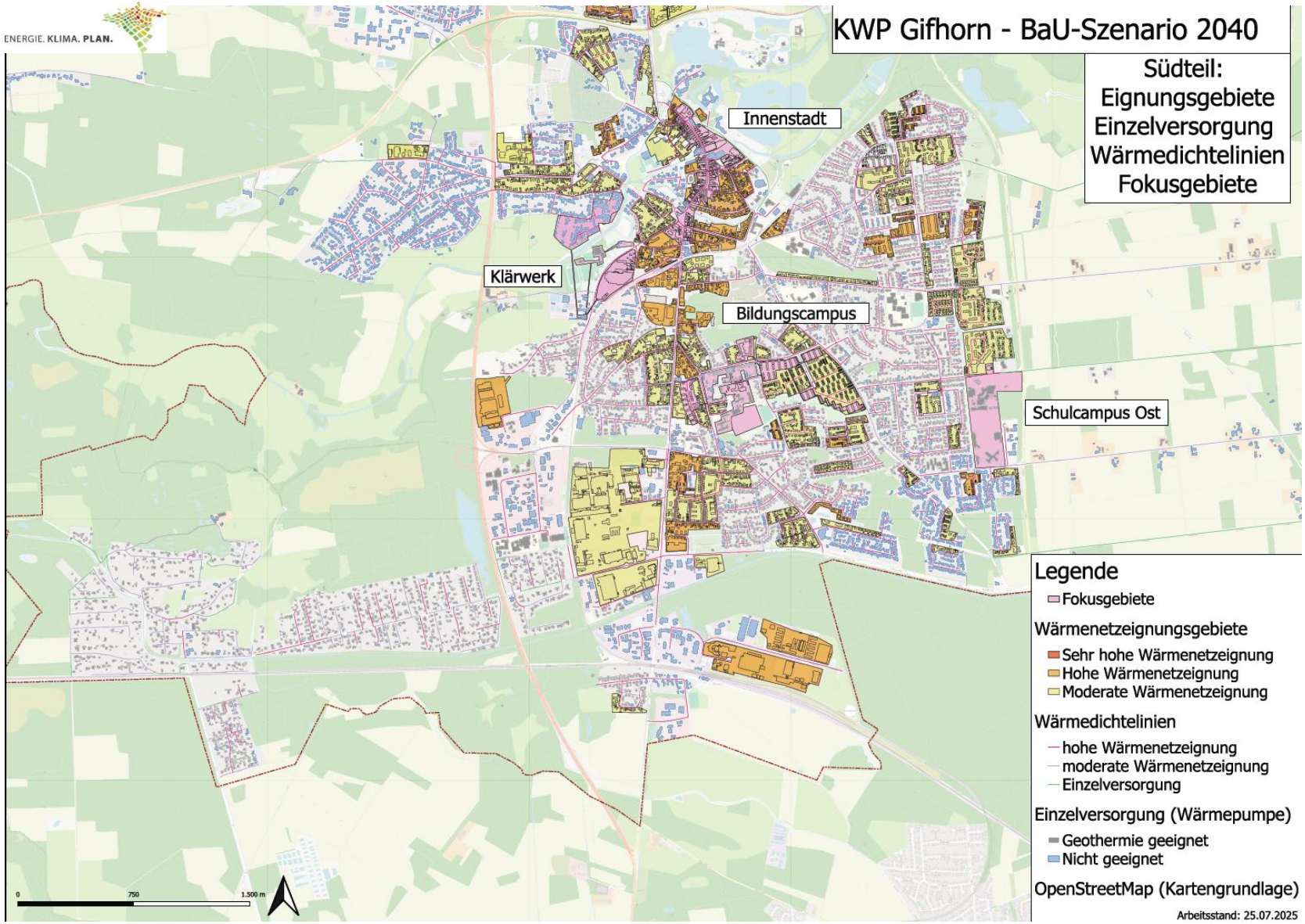
Anhang 3: Wärmedichte der Hotspots



Stand Oktober 2025 *Anhang 4: Hauptnutzungsart - Gebäudetypen*



Anhang 5: Szenarienbetrachtung Nordteil



Anhang 6: Szenarienbetrachtung Südteil