

# Kommunale Wärmeplanung

Erarbeitung einer kommunalen Wärmewendestrategie mit  
Maßnahmenkatalog für die Stadt Göppingen



Dokumentation gemäß Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz  
Baden-Württemberg (KlimaG BW)

**Auftraggeber:**



**Stadt Göppingen**

Hauptstraße 1, 73033 Göppingen

Ansprechpartnerin: Baubürgermeisterin Eva Noller

**Auftragnehmer - Erstellung und Dokumentation:**



**Stadtwerke Göppingen**

Großbeislinger Straße 38-34, 73033 Göppingen

Ansprechpartner: Peter Naab



**Rationelle Energie Süd GmbH**

Eybstraße 98, 73312 Geislingen an der Steige

Ansprechpartner: Matthias Weihermann

## Vorwort

### Keine Energiewende ohne Wärmewende!

Liebe Leser und Leserinnen,



die gesamte Hohenstaufenstadt machte sich mit dem „Wegekompass Göppingen 2035“ auf den Weg hin zu einer sozial gerechten und ökologisch sicheren Stadt, in der nachhaltiges Wirtschaften und die lokale, wie regionale Wertschöpfung gelebt wird. Basis hierzu bilden zwölf Handlungsfelder, die gemeinsam von der Stadtgesellschaft, dem Gemeinderat und der Stadtverwaltung erarbeitet worden sind. Durch die Umsetzung der verschiedenen Handlungsfelder soll ein zukunftsfähiges, lebenswertes und vielfältiges Göppingen für alle erhalten werden.

Mit der Erstellung des gesetzlich verankerten kommunalen Wärmeplans wird eine bezahlbare Energieversorgung verfolgt und zeitgleich ein wesentlicher Beitrag zur Erreichung unserer Klimaschutzziele geleistet. Davon profitieren sowohl die Stadtgesellschaft als auch die Stadt selbst, da nachteilige Abhängigkeiten von teuren Energieimporten reduziert werden. Trotz anfänglich hoher Investitionen werden so langfristig die Kosten für die Wärmebereitstellung gesenkt. Durch den hier vorgestellten kommunalen Wärmeplan für Göppingen erhalten alle Bürgerinnen und Bürger eine erste Orientierung, in welche Richtung sich die zukünftige Wärmeversorgung in den verschiedenen Bezirken und Quartieren der Stadt entwickeln kann. Wichtig ist dabei, dass der kommunale Wärmeplan kontinuierlich fortgeschrieben werden wird und der vorliegende Bericht zwar grundlegend, aber nicht in Stein gemeißelt ist. Er informiert Sie aber transparent über den aktuellen Stand der Planungen.

Wir in Göppingen gehen gemeinsam in die Zukunft! Der Wegekompass zeigt uns die Richtung und der kommunale Wärmeplan liefert uns die Strategie, um die Wärmewende effizient und koordiniert anzugehen.

Mein herzlicher Dank gilt allen beteiligten Verantwortlichen für ihr großes Engagement!

Ihr

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Alex Maier'. The signature is stylized and fluid.

Alex Maier

Oberbürgermeister Stadt Göppingen

## Vorwort

### Klimafreundliche Stadtentwicklung zur Gestaltung der Wärmewende

Liebe Leserinnen und Leser,



das Land Baden-Württemberg bekennt sich im Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz dazu, bis 2040 Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen.

Die Stadt Göppingen hat sich mit der Erstellung des Klimaaktionsplans noch ambitioniertere Ziele gesetzt und möchte bereits 2035 treibhausgasneutral sein. Damit wollen wir einen Beitrag dazu leisten, dass die Kinder und Jugendlichen von heute auch in Zukunft eine lebenswerte Stadt in Göppingen haben.

Für die Erreichung dieses Zieles ist es wichtig, die verschiedenen Bereiche des täglichen Lebens ganzheitlich zu betrachten und miteinander zu verknüpfen. Unsere Aufgabe ist es uns zu fragen, wie die treibhausgasneutrale Stadt Göppingen aussehen soll, wenn heutige Kinder eigene Familien haben. Wie möchten wir zukünftig leben, arbeiten, uns bewegen und uns versorgen? All diese Fragen müssen bedacht werden, um ein Göppingen zu gestalten, das sowohl an die Bedürfnisse der aktuellen Stadtgesellschaft als auch an zukünftige Generationen angepasst ist.

Die Wärmeversorgung spielt hier eine entscheidende Rolle, welche ganzheitlich zu denken ist. Im Rahmen der Stadtentwicklung und Stadtplanung überlegen wir daher, wie und wo wir Wärmenetze etablieren können und wo nicht in absehbarer Zeit. Dazu ist auch im öffentlichen Raum Platz einzuplanen, um klimafreundlich lokal Energie zu erzeugen. Und wir widmen uns der Frage, wie der stadtbildprägende Gebäudebestand fit für die Zukunft gemacht werden kann. All diesen Herausforderungen stellt sich die Stadt Göppingen, für uns, unsere Kinder und alle nachfolgenden Generationen.

Ihre

A handwritten signature in blue ink that reads "Eva Noller". The signature is written in a cursive, flowing style.

Eva Noller

Baubürgermeisterin Stadt Göppingen

### **Zusammenfassung**

Eine Schlüsselrolle bei der Umstellung auf eine versorgungssichere, bezahlbare und klimaneutrale Wärmenutzung kommt den Kommunen und ihren Bewohner\*innen zu. Diese Chance und Notwendigkeit hat auch das Land Baden-Württemberg erkannt und mit dem Inkrafttreten der Novelle des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg (KSG BW) im Oktober 2020 Stadtkreise und große Kreisstädte mit mehr als 20.000 Einwohner\*innen zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans verpflichtet. Infolgedessen ist auch die Stadt Göppingen diesem Auftrag nachgekommen.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Göppingen eine klare Notwendigkeit und Perspektive für eine umfassende Wärmewende. Die Bestandsanalyse verdeutlicht das erhebliche energetische Einsparpotenzial in einem historisch gewachsenen Gebäudebestand, während die Potenzialanalyse aufzeigt, dass bislang ungenutzte erneuerbare Energien und Abwärmequellen erschlossen werden können. Das Zielszenario 2040 skizziert einen klaren Fahrplan für die geplante Versorgungsstruktur, mit potenziellen Eignungsgebieten für Wärmenetze und Einzelversorgung und betont die Notwendigkeit, erneuerbare Energiequellen verstärkt zu nutzen. Die Wärmewendestrategie formuliert konkrete Maßnahmen und Umsetzungsprioritäten, bildet jedoch lediglich den Auftakt für weiterführende Detailplanungen. Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse die Relevanz einer ganzheitlichen Wärmeplanung für die Stadt Göppingen, um eine nachhaltige, klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 zu erreichen. Das Fazit betont die Notwendigkeit fortlaufender Überprüfungen, Anpassungen und detaillierter Planungen, um die angestrebte Klimaneutralität bis 2040 zu gewährleisten.

### **Schlüsselwörter**

Bestandsanalyse – Dezentrale Wärmeversorgung – Kommunale Wärmeplanung – Klimaneutrale Wärmeversorgung – Potenzialanalyse – Stadt Göppingen – Strategien und Maßnahmen – Szenarioanalyse – Eignungsgebiete – Wärmenetze – Wärmewendestrategie – Zentrale Wärmeversorgung

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	<b>2</b>
<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>4</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>9</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1. Ausgangslage und Motivation .....	1
1.2. Problemstellung, Zielsetzung und Abgrenzung .....	2
1.3. Inhaltlich methodischer Aufbau und Vorgehensweise.....	3
1.4. Vorstellung der Stadt Göppingen.....	4
<b>2. Bestandsanalyse .....</b>	<b>7</b>
2.1. Vorgehensweise und Datengrundlagen .....	7
2.2. Ergebnisse.....	8
2.2.1. Städtebauliche Analyse.....	8
2.2.2. Endenergiebedarf (Wärme) .....	15
2.2.3. Wärmeerzeugung.....	20
2.2.4. Energie und CO <sub>2</sub> -Bilanz.....	24
2.2.5. Zwischenfazit.....	26
<b>3. Potenzialanalyse .....</b>	<b>28</b>
3.1. Vorgehensweise.....	28
3.2. Ergebnisse.....	29
3.2.1. Potenziale zur Senkung des Wärmebedarf.....	29
3.2.2. Klimaneutrale Wärmeversorgung: Potenziale zur Nutzung und zum Ausbau erneuerbarer Energien sowie Abwärme.....	37
3.2.3. Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung .....	60
3.2.4. Zwischenfazit Potenzialanalyse und Übersicht der Potenziale .....	68
<b>4. Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040 .....</b>	<b>71</b>
4.1. Vorgehensweise und Annahmen.....	71
4.2. Zukunftsszenarios für den Wärmeverbrauch 2030 und 2040 .....	72
4.3. Aufstellen eines Szenarios zur zukünftigen Energieträgerverteilung.....	74
4.3.1. Erarbeitung einer Zonierungsstrategie zur Einteilung in dezentrale und zentrale Versorgungsgebiete.....	75
4.3.2. Ergebnisse der Zonierung.....	82
4.3.3. Beheizungsstruktur nach Anteilen der Energieträger .....	92

4.3.4.	Endenergieverbrauch nach Energieträgern .....	94
4.3.5.	Zwischenfazit klimaneutrales Zielszenario.....	98
<b>5.</b>	<b>Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog.....</b>	<b>99</b>
5.1.	Vorgehensweise.....	99
5.2.	Entwickelte Maßnahmen-Prioritäten .....	101
5.2.1.	Handlungsfeld 1: Dekarbonisierung der bestehenden Wärmenetze....	101
5.2.2.	Handlungsfeld 2: Abwasserwärmenutzung.....	105
5.2.3.	Handlungsfeld 3: Machbarkeitsstudie Wärmespeicher .....	107
5.2.4.	Handlungsfeld 4: Ausbau der Erneuerbaren Energien.....	109
5.2.5.	Handlungsfeld 5: Steigerung der Sanierungsrate .....	111
<b>6.</b>	<b>Auswertung und Diskussion.....</b>	<b>115</b>
6.1.	Mögliches Szenario für eine autarke Wärmeversorgung.....	115
6.2.	Öffentlichkeitsbeteiligung und kritische Betrachtung.....	119
6.3.	Monitoring und Controlling.....	120
<b>7.</b>	<b>Fazit und Handlungsempfehlung.....</b>	<b>121</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>123</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Abgrenzung kommunale Wärmeplanung .....	3
Abbildung 1.2: Wesentliche Schritte der Kommunalen Wärmeplanung .....	4
Abbildung 1.3: Lageplan Stadt Göppingen .....	5
Abbildung 2.1: Absolute und prozentuale Verteilung der Gebäudekategorien nach Sektoren .....	9
Abbildung 2.2: Räumliche Anordnung der Wohngebäudetypen nach Sektoren (Kernstadt)	10
Abbildung 2.3: Räumliche Anordnung der Wohngebäudetyp nach Sektoren .....	11
Abbildung 2.4: Absolute und prozentuale Verteilung der Gebäudekategorie nach Wohngebäudetypen, inkl. Mischnutzung (sonstige Gebäude mit Wohnraum).....	12
Abbildung 2.5: Siedlungsentwicklung nach Gebäudejahr (alle beheizten Gebäude) .....	13
Abbildung 2.6: Räumliche Siedlungsentwicklung nach Gebäudejahr.....	14
Abbildung 2.7: Einwohner*innenzahlen unterteilt in Altersgruppen .....	15
Abbildung 2.8: Verteilung Endenergiebedarf nach Sektoren .....	16
Abbildung 2.9: Räumliche Verteilung Wärmebedarf auf Baublockebene .....	17
Abbildung 2.10: Räumliche Verteilung Wärmebedarf auf Baublockebene (Kernstadt).....	18
Abbildung 2.11: Abbildung Wärmelinien dichte von Straßenabschnitten.....	19
Abbildung 2.12: Abbildung Wärmelinien dichte von Straßenabschnitten (Kernstadt) .....	20
Abbildung 2.13: Energieträgerverteilung nach Verbrauch.....	21
Abbildung 2.14: Wärmenetzinfrastruktur.....	22
Abbildung 2.15: Einbaujahr der Heizung.....	23
Abbildung 2.16: Räumliche Verteilung Einbaujahr der Heizungen (Kernstadt).....	24
Abbildung 2.17: Sektorielle Verteilung der Treibhausgasemissionen .....	26
Abbildung 3.1: Energiebedarf vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude).....	31
Abbildung 3.2: CO <sub>2</sub> -Emissionen vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude) ....	32
Abbildung 3.3: Einsparungsszenario Endenergiebedarf (Wärme) der Wohngebäude bei unterschiedlichen Sanierungsquoten.....	33
Abbildung 3.4: Energiebedarf pro m <sup>2</sup> vor Sanierungsmaßnahmen.....	34
Abbildung 3.5: Energiebedarf pro m <sup>2</sup> nach Sanierungsmaßnahmen.....	35

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 3.6: Einsparungen durch ganzheitliche Sanierungsmaßnahmen.....	36
Abbildung 3.7: Die Fils im Stadtgebiet Göppingen.....	43
Abbildung 3.8:Prinzip Erdwärmekollektor.....	45
Abbildung 3.9: Potenzialanalyse Geothermie Sonden auf Basis der von der KEA bereitgestellten Daten .....	48
Abbildung 3.10: Geothermische Effizienz und Begrenzung der Bohrtiefe .....	49
Abbildung 3.11: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete.....	51
Abbildung 3.12: Potenzialkarte Solar auf Dachflächen auf Baublockebene .....	52
Abbildung 3.13: Potenzialkarte Tiefengeothermie in 300 m .....	54
Abbildung 3.14: Potenzialkarte "Tiefengeothermie" in 2.500 m.....	55
Abbildung 3.15: Stromertrag je Hektar pro Jahr .....	57
Abbildung 3.16: Flächenaufteilung der Stadt Göppingen .....	58
Abbildung 3.17: Solarpotenzial PV auf Gebäudedächern .....	61
Abbildung 3.18: Solarpotenzial auf Baublockebene.....	62
Abbildung 3.19: PV-Freiflächenpotenzial nach Suchraumkulisse (Stand 2020).....	65
Abbildung 3.20: Wind-Freiflächenpotenzial nach Suchraumkulisse (Stand 2023).....	67
Abbildung 4.1: Vorgehensweise Aufstellung Zielszenario 2030 und 2040 .....	71
Abbildung 4.2: Vorgehensweise zur Erfassung von Schwerpunktgebieten.....	76
Abbildung 4.3: Indikatoren Modell zur Grobanalyse.....	77
Abbildung 4.4: Vergleich Zonierungsansätze .....	81
Abbildung 4.5: Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen.....	91
Abbildung 4.6: Zielphoto Wärmewendestrategie 2030 und 2040 .....	93
Abbildung 4.7: Zusammensetzung Energieträger der Wärmenetze im Jahr 2040.....	94
Abbildung 6.1: Lastgang des Wärmeverbrauchs mit den Energieträgern im Jahr 2020.....	116
Abbildung 6.2: Regenerative Stromerzeugung im Jahr 2020 .....	117
Abbildung 6.3: Regenerative Stromerzeugung im Jahr 2040 .....	118
Abbildung 6.4: Potenzielle Wärmeezeugung im Jahr 2040 .....	119

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Vorgehensweise Bestandsanalyse.....	8
Tabelle 2.2: Endenergiebedarf nach Sektoren.....	25
Tabelle 2.3: CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren (in Tonnen/Jahr).....	25
Tabelle 3.1: Vorgehensweise Potenzialanalyse:.....	28
Tabelle 3.2: Übersicht erhobene Potenziale - Wärmeversorgung .....	37
Tabelle 3.3: Zusammenstellung Solarpotenzial Dachflächen.....	63
Tabelle 3.4: Übersicht der Einzelpotenziale zur geplanten Bedarfsdeckung im Bereich Wärme im Jahr 2040 .....	70
Tabelle 4.1: Endenergieverbrauch 2020.....	73
Tabelle 4.2: Projizierter Wärmebedarf 2030 und 2040 .....	74
Tabelle 4.3: Einteilung Eignungsgebiete .....	87
Tabelle 4.4: Wärmeverbrauch Ist-Situation in MWh/a differenziert nach Energieträgern und Sektoren.....	95
Tabelle 4.5: Beheizungsstruktur Ist-Situation mit Anteilen der Energieträger in Prozent .....	95
Tabelle 4.6: Projizierter Wärmeverbrauch 2040 in MWh/a differenziert nach Energieträgern und Sektoren .....	95
Tabelle 4.7: Beheizungsstruktur 2040 mit Anteilen der Energieträger in Prozent.....	96
Tabelle 4.8: Endenergieverbrauch Ist-Situation in MWh/a differenziert nach Energieträgern und Sektoren .....	96
Tabelle 4.9: Projizierter Endenergieverbrauch 2040 in MWh/a differenziert nach Energieträgern und Sektoren.....	96
Tabelle 4.10: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren (in Tonnen/Jahr) bis 2040 ....	97
Tabelle 5.1: Handlungsfelder Maßnahmen.....	100

## Abkürzungsverzeichnis

BW	Baden-Württemberg
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
EnEV	Energieeinsparverordnung
EWS	Erdwärmesonde
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
ISONG	Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für BW
JAZ	Jahresarbeitszahl
KEA BW	Energie- und Klimaschutzagentur Baden-Württemberg
kg	Kilogramm
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
LGRB	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
MW	Megawatt
MWh	Megastunden
MHKW	Müllheizkraftwerk
PV	Photovoltaik
RES	Rationelle Energie Süd GmbH
t	Tonnen
TABULA	Typology Approach for Building Stock Energy Assessment
THG	Treibhausgas-Emissionen
Trm	Trassenmeter
WP	Wärmepumpe
WSchVO	Wärmeschutzverordnung

# 1. Einleitung

## 1.1. Ausgangslage und Motivation

Die aktuellen globalen Herausforderungen im Bereich Energie- und Klimapolitik, wie der Klimawandel, Ressourcenknappheit und hohe atmosphärische Aerosolbelastung, erfordern eine Transformation zu mehr Nachhaltigkeit in allen Lebensbereichen. Sowohl auf globaler, nationaler als auch auf Landesebene wurden Ziele und Strategien festgelegt, um diesen Herausforderungen entgegenzuwirken. Das Land Baden-Württemberg strebt im Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (KlimaG BW) eine Klimaneutralität bis 2040 in allen Sektoren und Bereichen an.

Da mehr als die Hälfte der gesamten Energie in Deutschland auf Wärme und Kälte entfällt (Agentur für Erneuerbare Energien 2023), erhält dieser Bereich besondere Aufmerksamkeit bei der Zielerreichung der Klimaneutralität. Eine Analyse der Beheizungsstruktur des Gebäudebestands in Deutschland zeigt, dass rund 75 Prozent der erzeugten Wärme noch aus fossilen Energieträgern stammt (BDEW 2023). Die Dekarbonisierungsrate des Wärmesektors lag im Jahr 2022 lediglich bei knapp 18 Prozent, während sie im Stromsektor etwa 46 Prozent betrug (Umweltbundesamt 2023).

Der hohe Anteil des Wärmesektors am Endenergieverbrauch, verbunden mit der geringen Dekarbonisierungsrate, zeigen die immensen Anstrengungen, die noch notwendig sind, um die Wärmewende in Deutschland zu schaffen. Die Energiewende kann nur durch eine erfolgreiche Wärmewende erreicht werden. Um die ambitionierten Klimaschutzziele zu erreichen, ist eine deutliche Reduzierung des Wärmebedarfs und die Dekarbonisierung des verbleibenden Bedarfs notwendig.

Die Wärmewende bietet den Kommunen nicht nur die Möglichkeit, die Klimaschutzziele zu erreichen, sondern auch die Lebensqualität zu steigern, die Abhängigkeit von Energieimporten zu verringern und die wirtschaftliche Entwicklung sowie die Standortstärkung zu fördern. Das Land Baden-Württemberg hat auch diese Chance und Notwendigkeit erkannt.

Mit Inkrafttreten der Novelle des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg (KSG BW) von Oktober 2020, verpflichtet das Land Stadtkreise und große Kreisstädte mit mehr als 20.000 Einwohner\*innen zur kommunalen Wärmeplanung. Als große Kreisstadt ist Göppingen mit rund 58.000 Einwohner\*innen demnach zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans verpflichtet. Dieser Plan muss erstmals bis Ende 2023 erstellt und anschließend regelmäßig

## Einleitung

---

angepasst und fortgeschrieben werden. Das Land stellt dafür finanzielle Unterstützung in Form von jährlichen Konnexitätszahlungen bereit, um die entstehende Mehrbelastung auszugleichen.

### **1.2. Problemstellung, Zielsetzung und Abgrenzung**

Die Transformation zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung ist komplex, schwer zu koordinieren und erfordert die Abstimmung mit verschiedenen Akteursgruppen. Zur Steuerung und Koordination dieses komplexen Transformationsszenarios steht den Städten und Gemeinden der kommunale Wärmeplan als Instrument zur Verfügung. Der kommunale Wärmeplan dient als strategischer Fahrplan, der darauf abzielt, konkrete Strategien und umsetzungsorientierte Maßnahmen für eine klimaneutrale und gleichzeitig wirtschaftliche Wärmeversorgung des gesamten Gebäudebestands bis zum Jahr 2040 zu entwickeln.

Der Wärmeplan fungiert somit als Planungsinstrument zur strategischen Ausrichtung der Energie- und insbesondere Wärmeversorgung einer Kommune. Durch den Wärmeplan können komplexe Fragestellungen der Energieversorgung in der Kommune beantwortet und wichtige Grundlagen für effiziente und nachhaltige Energieversorgungslösungen geschaffen werden.

Unter Berücksichtigung vorhandener Potenziale zeigt der kommunale Wärmeplan verschiedene Möglichkeiten der Wärmeversorgungsoptionen in den einzelnen Quartieren der Kommune auf. Dies ermöglicht der Kommune, den Gebäudeeigentümer\*innen, Handwerker\*innen und allen weiteren Beteiligten eine erste Orientierung darüber, wie die zukünftige Wärmeversorgung in den unterschiedlichen Gebieten gestaltet werden kann. Wichtig ist zu betonen, dass Machbarkeitsstudien, Detailplanungen und Projektdurchführung nachgelagerte Maßnahmen bedeuten und somit nicht Teil der kommunalen Wärmeplanung sind. Abbildung 1.1 verdeutlicht diese Abgrenzung.

## Einleitung

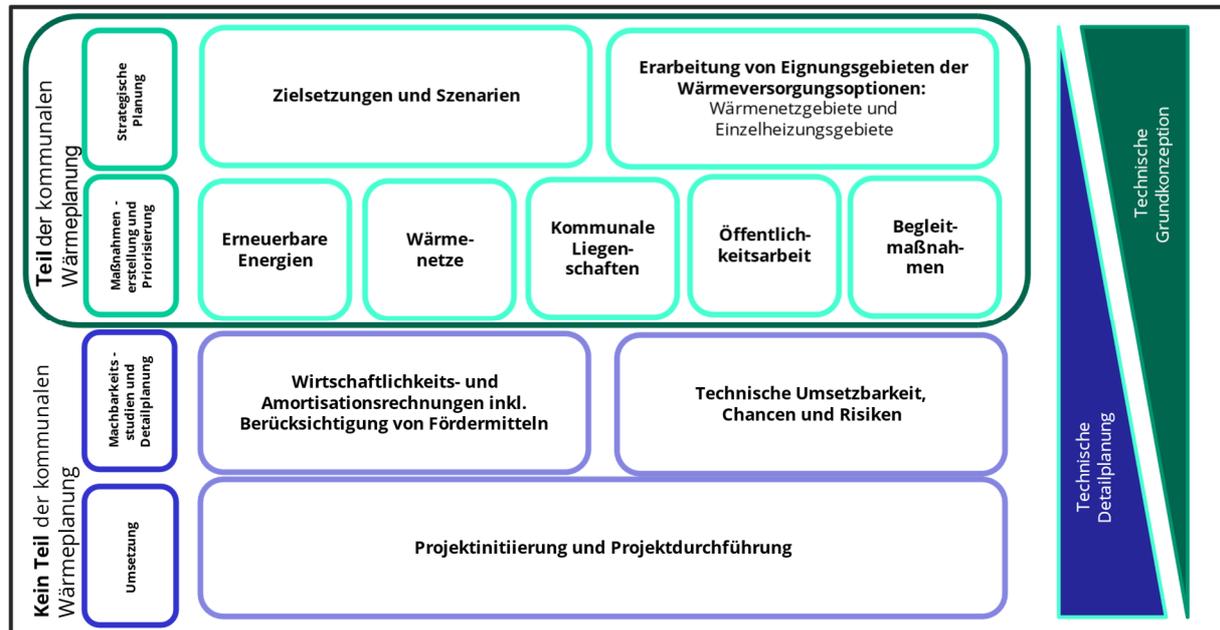


Abbildung 1.1: Abgrenzung kommunale Wärmeplanung

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an [https://media.suub.uni-bremen.de/bitstream/elib/6747/3/Kowap\\_AP1\\_Abschlussbericht\\_JKn.pdf](https://media.suub.uni-bremen.de/bitstream/elib/6747/3/Kowap_AP1_Abschlussbericht_JKn.pdf)

### 1.3. Inhaltlich methodischer Aufbau und Vorgehensweise

Die Verwaltung der Stadt Göppingen hat die Stadtwerke Göppingen mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung beauftragt. Die Rationelle Energie Süd GmbH (RES) erhielt den Auftrag von den Stadtwerken und wurde bei der Datenaufbereitung durch die Smart Geomatics Informationssysteme GmbH unterstützt. Die Projektlaufzeit erstreckte sich von Juni 2022 bis Dezember 2023, wobei regelmäßige Abstimmungsgespräche und Diskussionen mit verschiedenen Akteuren wie Mitarbeiter\*innen der Stadtverwaltung, Energieversorgungsunternehmen und der Energieagentur während der gesamten Projektlaufzeit stattfanden.

Die Strukturierung und Erstellung des kommunalen Wärmeplans richteten sich nach dem Leitfaden des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft in Baden-Württemberg. Gemäß diesem Leitfaden gliedert sich der Wärmeplan und somit auch der Bericht in vier Hauptphasen: Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario, Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog, ergänzt durch die Thematik der Öffentlichkeitsbeteiligung.

## Einleitung

Die Bestandsanalyse umfasste die Untersuchung des Wärmebedarfs, der Gebäudetypen, Baualtersklassen sowie der aktuellen Versorgungsstruktur. Die Potenzialanalyse konzentrierte sich auf die Möglichkeiten einer klimaneutralen Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung. Das klimaneutrale Szenario für das Jahr 2040, mit Zwischenzielen für 2030, bildete einen weiteren Schwerpunkt. Abschließend wurde eine Handlungsstrategie mit konkreten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und Klimafreundlichkeit der Energieversorgung entwickelt. Abbildung 1.2 veranschaulicht die chronologische Vorgehensweise der kommunalen Wärmeplanung.



Abbildung 1.2: Wesentliche Schritte der Kommunalen Wärmeplanung

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Leitfaden KEA-BW Klimaneutrale Kommunalverwaltung Land Baden-Württemberg

### 1.4. Vorstellung der Stadt Göppingen

Geographisch ist die Stadt Göppingen im Vorland der Schwäbischen Alb zu verorten und gehört zum Regierungsbezirk Stuttgart. Mit einer Einwohnerzahl von 59.053 (2022) und einer Fläche von über 59 Quadratkilometern ist Göppingen eine große Kreisstadt, die gleichzeitig die größte Stadt des Landkreises Göppingen darstellt. Als Teil der Region Stuttgart fungiert sie als Mittelzentrum für die umliegenden Gemeinden. Die Stadt hat eine lange industrielle und dienstleistungsorientierte Tradition und ist ein bedeutender Wirtschaftsstandort in der Region Stuttgart, beheimatet weltweit bekannte Traditionsunternehmen wie Märklin, Schuler, Böhringer und Teamviewer.

Das Stadtgebiet umfasst die Kernstadt und die sieben Stadtbezirke Bartenbach, Bezgenriet, Faurndau, Hohenstaufen, Holzheim, Jebenhausen und Maitis, die einst eigenständige Gemeinden waren. Etwa die Hälfte der Gesamtbevölkerung lebt in diesen Stadtbezirken, die zusammen etwa drei Viertel der gesamten Gemarkungsfläche einnehmen. Die Flächenverteilung zeigt, dass rund 67 Prozent Wald- und Landwirtschaftsflächen, etwa 20 Prozent Gebäude- und Freiflächen sowie etwa zehn Prozent Verkehrsfläche ausmachen.

## Einleitung

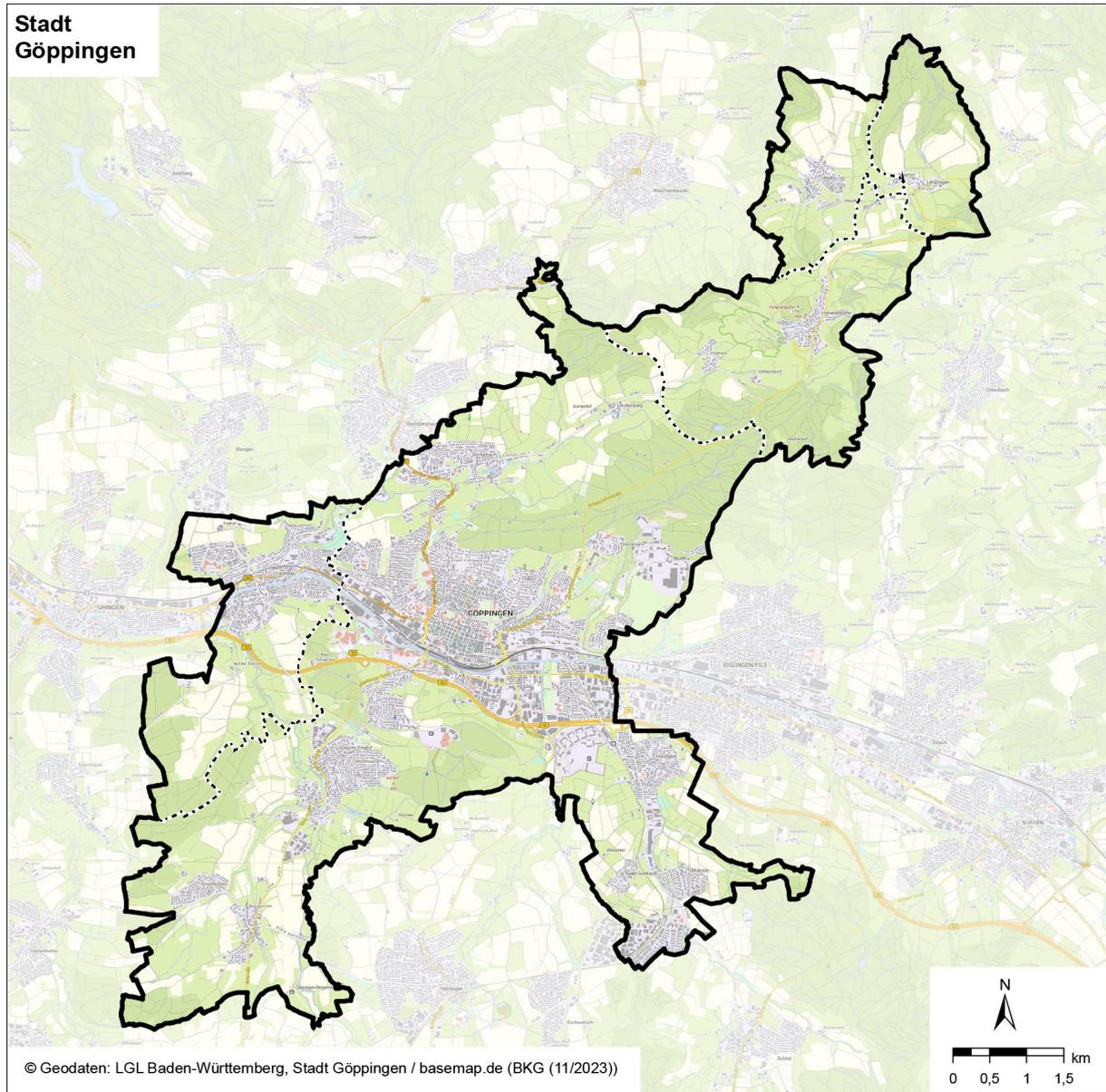


Abbildung 1.3: Lageplan Stadt Göppingen

Quelle: Eigene Darstellung

Die Stadt verfügt über eine ausgezeichnete Verkehrsinfrastruktur, die durch die Bundesstraße 10, die Autobahn A8, die Filstalbahn entlang der Verkehrsachse Stuttgart – Ulm und die Bundesstraße 29 gewährleistet ist. Dies sichert eine gute Anbindung an das überregionale Verkehrs- und Schienennetz. Der internationale Flughafen Stuttgart ist über die A8 schnell zu erreichen.

## Einleitung

---

In den vergangenen Jahren hat die Stadt bereits zahlreiche Klima- und Energieprojekte vorangetrieben und so einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz geleistet. So haben der Landkreis und die Stadt Göppingen ein gemeinsames Klimaschutzkonzept erstellt, das helfen soll, die Aktivitäten zur Energieeinsparung und regenerativer Energieerzeugung in einer Gesamtstrategie zu bündeln. In den letzten Jahren wurden Planungsprojekte und Sanierungsmaßnahmen vorangetrieben, Ladepunkte für E-Fahrzeuge sowie Elektroautos angeschafft und der Prozess des „Wegekompas Göppingen 2035“ gestartet. Darauf aufbauend entstand ein Klimaaktionsplan, der das Ziel verfolgt, als Gesamtstadt Göppingen bereits im Jahr 2035 treibhausgasneutral zu sein.

Diese Maßnahmen verdeutlichen das Bestreben der Stadt Göppingen, eine Vorreiterrolle im Klimaschutz einzunehmen und nachhaltige Strategien auf verschiedenen Ebenen umzusetzen.

## 2. Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse erfolgte eine umfassende Erhebung des gegenwärtigen Wärmebedarfs und -verbrauchs sowie der damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Hierbei wurden detaillierte Informationen zu den existierenden Gebäudetypen und den Baualtersklassen erfasst. Zudem wurde die bestehende Versorgungsstruktur durch Gas- und Wärmenetze, Heizzentralen und Speicher analysiert. Die Untersuchung umfasste auch die Ermittlung der Beheizungsstruktur von sowohl Wohn- als auch Nichtwohngebäuden. Die zugrunde liegenden Daten für diese Erhebung stammen aus dem Jahr 2020.

### 2.1. Vorgehensweise und Datengrundlagen

Für die Bestandsanalyse wurden die Verbrauchsdaten von den Netzbetreibern zur Verfügung gestellt. Für nicht-leitungsgebundene Energieträger wurden die Verbrauchsdaten anhand von Informationen der Schornsteinfegerinnung sowie standardisierten Wärmebedarfsdaten ermittelt. Die jeweiligen Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger in den verschiedenen Kehrbezirken der Stadt Göppingen stellten gebäudescharfe Informationen zu den entsprechenden Wärmeerzeugungsanlagen bereit. Diese Informationen beinhalteten Angaben zum Alter der Anlagen, zum genutzten Brennstoff und zu den Leistungen der Wärmeerzeugungsanlagen. Weiterhin wurden von der Stadtverwaltung Göppingen detaillierte Angaben zum Baujahr und zur Nutzung der Gebäude zur Verfügung gestellt.

Anhand dieser Daten wurde unter Verwendung der TABULA-Typologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (Institut für Wohnen und Umwelt, 2022) der Standard-Wärmebedarf für Wohngebäude ermittelt. Die TABULA-Typologie, die in 13 europäischen Ländern entwickelt wurde, dient der gebäudetypologischen energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands. Die geschätzten Verbrauchswerte für nicht-leitungsgebundene Energieträger wurden durch die Kombination des Standard-Wärmebedarfs mit den Schornsteinfegerdaten ermittelt. Dabei wurden für Gebäude, die mit leitungsbasiertem Erdgas beheizt wurden, die tatsächlichen Verbrauchswerte verwendet. Bei Gebäuden, die mit nicht-leitungsgebundenen Energieträgern beheizt wurden, wurde der anhand der TABULA-Typologie ermittelte Wärmebedarf herangezogen.

Die erhobenen Daten wurden systematisch ausgewertet und in entsprechenden Diagrammen visualisiert. Zusätzlich wurden weitere relevante Daten abgefragt, die potenzielle Einflüsse auf die Ausgestaltung des kommunalen Wärmeplans haben könnten. Die nachfolgende Tabelle illustriert die systematische Vorgehensweise der Bestandsanalyse.

## Bestandsanalyse

Tabelle 2.1: Vorgehensweise Bestandsanalyse

(1) Datenerhebung	(2) Auswertung der Daten und Erstellen von Diagrammen	(3) Abfrage weiterer relevanter Daten
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abfrage und Aufbereitung von Daten aus unterschiedlichen Quellen, z.B. Statistische Daten, Energieversorgungsdaten, Schornsteinfegerdaten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren</li> <li>- Wärmebedarf oder -verbrauch sowie Wärmedichte</li> <li>- Versorgungsstruktur</li> <li>- Erstellung einer Energie- und THG-Bilanz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Weitere vorhandene leitungsgebundene Netze (Gas, Nahwärme)</li> <li>- Abwärmepotenziale</li> <li>- Städtische Entwicklungen: Anstehende Neubauten oder Sanierungen kommunaler Liegenschaften/ Heizungstausch, anstehende Tiefbaumaßnahmen</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

## 2.2. Ergebnisse

### 2.2.1. Städtebauliche Analyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurde zunächst eine städtebauliche Analyse durchgeführt, bei der Bestandsdaten zu Gebäudeanzahl und Nutzungsarten, Gebäudealter, Wärmebedarf sowie der daraus resultierenden Wärmedichte erhoben wurden. Die Ergebnisse dieser Bestandsanalyse werden im Folgenden beschrieben und visualisiert.

#### Gebäudenutzung

In einem ersten Schritt erfolgte eine Untersuchung der Gebäudestruktur hinsichtlich ihrer Nutzungsart. Insgesamt wurden 34.212 Gebäude (einschließlich Nebengebäude wie Schuppen, Garagen etc.) auf dem gesamten Gemarkungsgebiet der Stadt Göppingen erfasst. Im Stadtgebiet Göppingen dominieren mit rund 78 Prozent Anteil an den insgesamt 13.884 beheizten Gebäuden sowie einer Anzahl von 10.825 die Wohngebäude. Es folgen Gebäude für Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) und Industrie mit etwa 13 Prozent, Wohnmischnutzung mit sechs Prozent sowie Gebäude für öffentliche Zwecke mit zwei Prozent. Die restlichen Gebäude verteilen sich auf Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen, Hotel und Gastgewerbe sowie sonstige Gebäude, wobei ihre Anteile geringfügig sind. Die nachfolgende

## Bestandsanalyse

Abbildung stellt die Gebäudestruktur der Stadt nochmals mittels eines Kreisdiagramms und der relativen Verteilung dar.

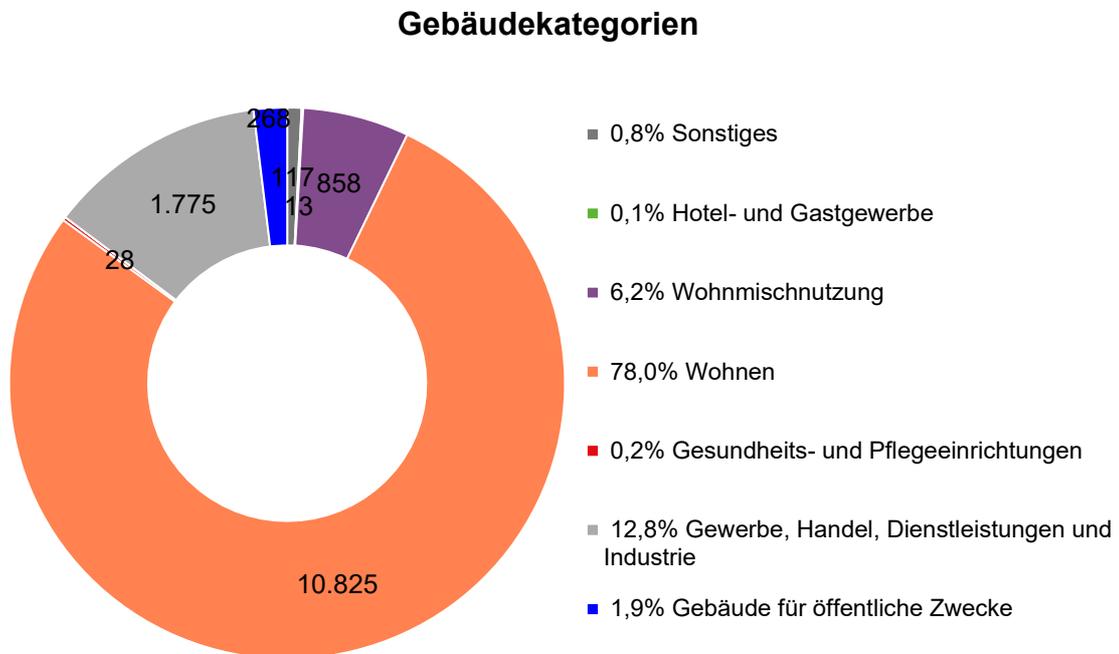


Abbildung 2.1: Absolute und prozentuale Verteilung der Gebäudekategorien nach Sektoren

Quelle: Eigene Darstellung

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Lage der verschiedenen Gebäudekategorien am Beispiel der Kernstadt.

## Bestandsanalyse

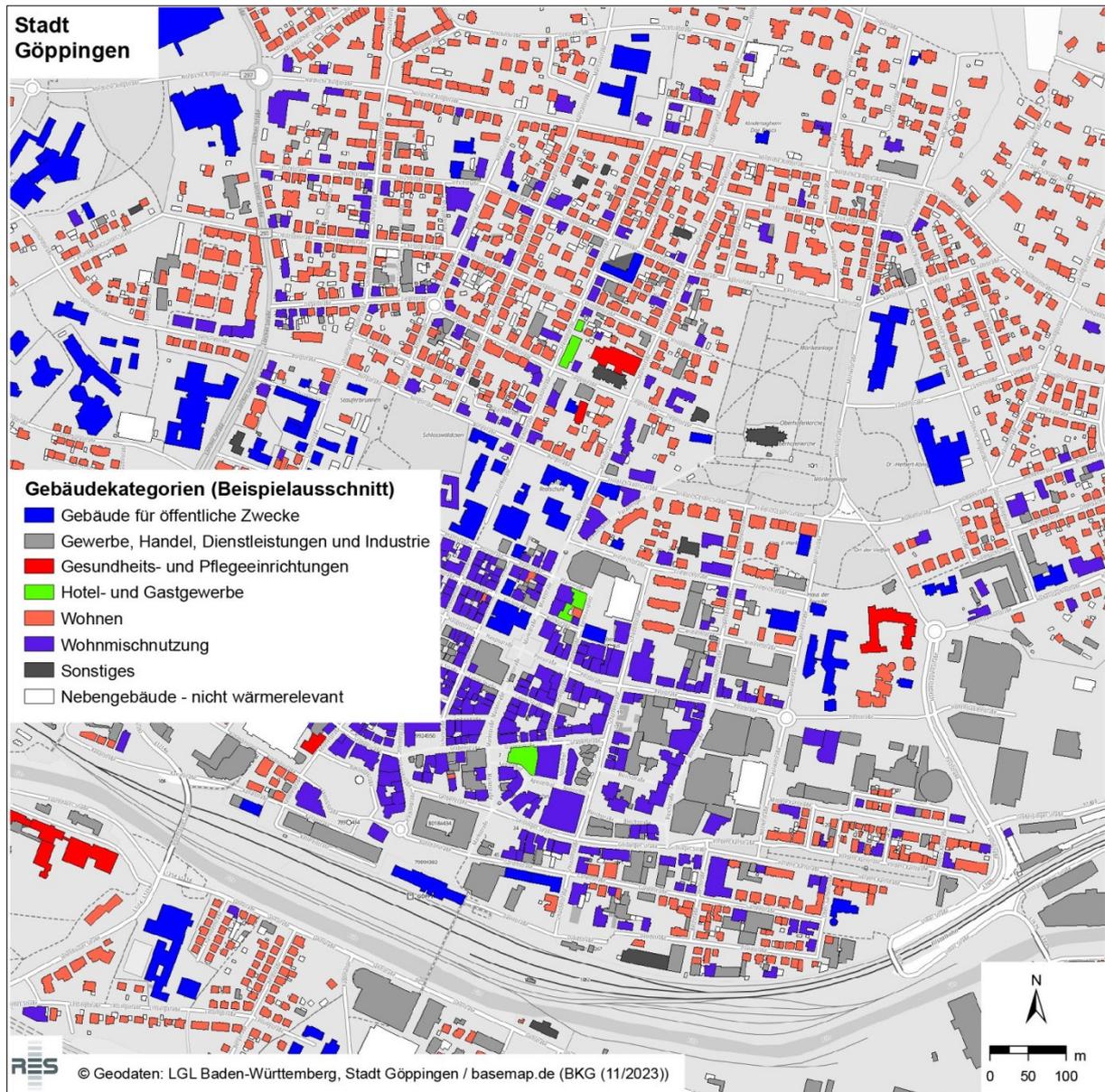


Abbildung 2.2: Räumliche Anordnung der Wohngebäudetypen nach Sektoren (Kernstadt)

Quelle: Eigene Darstellung

Von den 10.825 reinen Wohngebäuden im Stadtgebiet dominieren die drei Gebäudetypen Ein- bis Zweifamilienhäuser, Doppel-/Reihenhäuser sowie Mehrfamilienhäuser. Wohnblöcke und Hochhäuser spielen eine untergeordnete Rolle.

Die folgende Abbildung zeigt die räumliche Verteilung der jeweiligen überwiegenden Wohngebäudetypen, während die Abbildung 2.4 die prozentuale Aufteilung nach Wohngebäudetypen visualisiert.

Bestandsanalyse

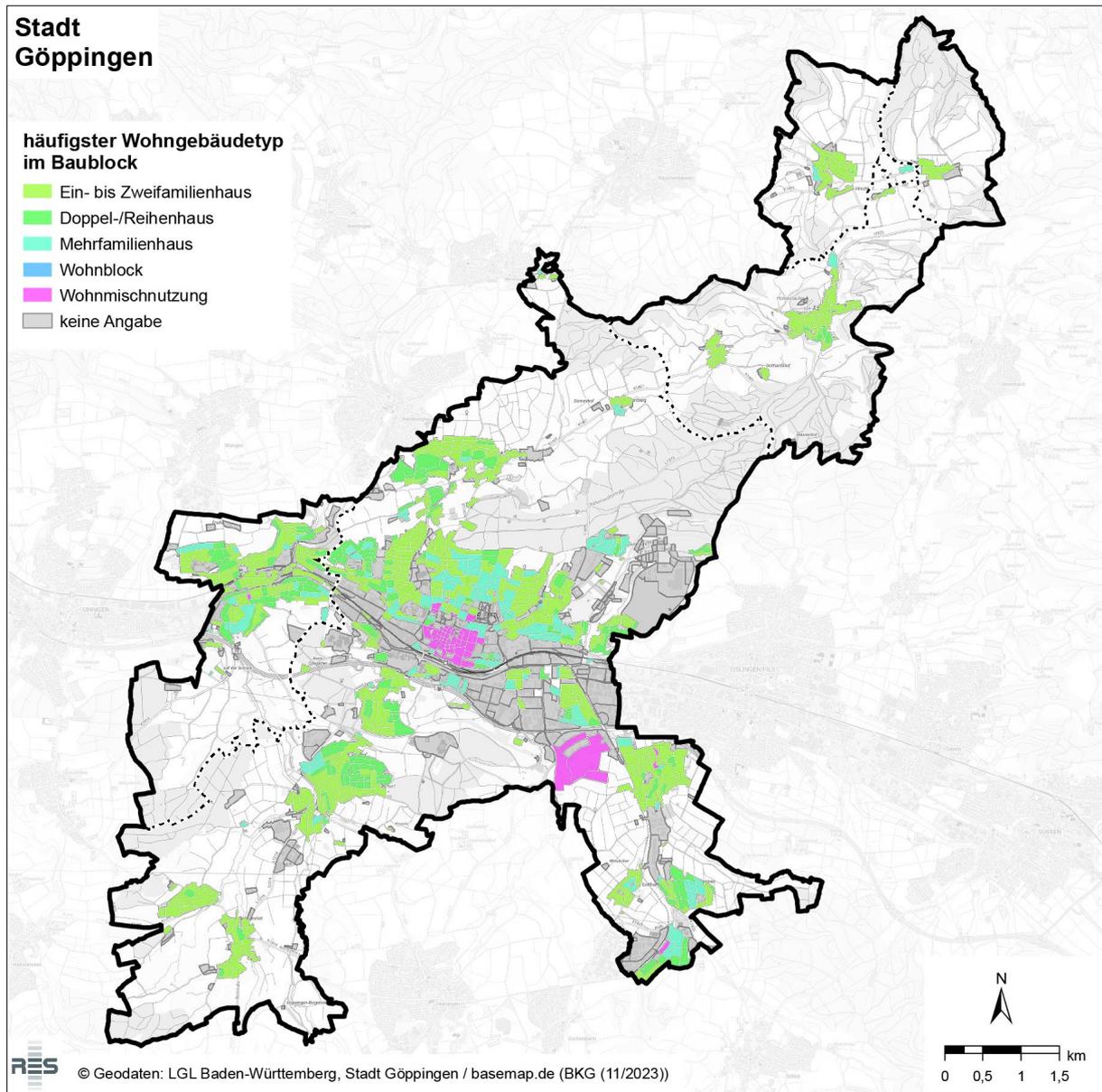


Abbildung 2.3: Räumliche Anordnung der Wohngebäudetyp nach Sektoren

Quelle: Eigene Darstellung

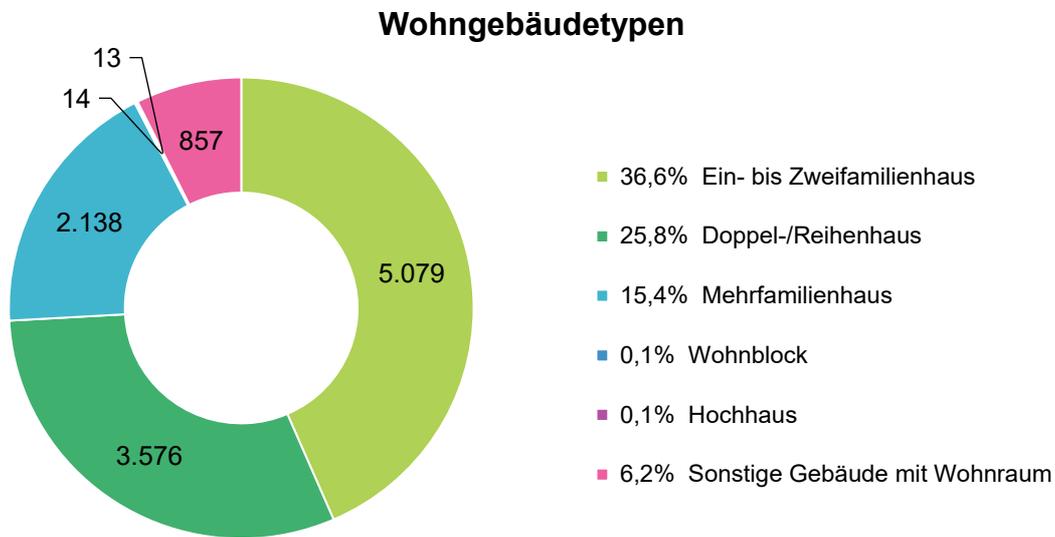


Abbildung 2.4: Absolute und prozentuale Verteilung der Gebäudekategorie nach Wohngebäudetypen, inkl. Mischnutzung (sonstige Gebäude mit Wohnraum)

Quelle: Eigene Darstellung

### Siedlungsentwicklung

In einem weiteren Schritt erfolgte die Untersuchung des Gebäudealters. Die Ergebnisse zeigen, dass mit mehr als 81 Prozent ein Großteil der Gebäude vor der ersten Wärmeschutzverordnung (1. WSchVO) von 1979 erbaut wurde. Der energetische Sanierungsbedarf wird dementsprechend als hoch eingeschätzt. Lediglich knapp 19 Prozent der Gebäude wurden nach 1979 errichtet und fallen damit unter die ab diesem Zeitpunkt geltenden Wärmeschutzverordnungen (WSchVO) und Energieeinsparverordnungen (EnEV). Die neueren Gebäude lassen sich hauptsächlich in den Randlagen des Stadtgebietes lokalisieren. Das nachfolgende Balkendiagramm visualisiert das Baujahr der Gebäude nochmals anhand konkreter Zahlen.

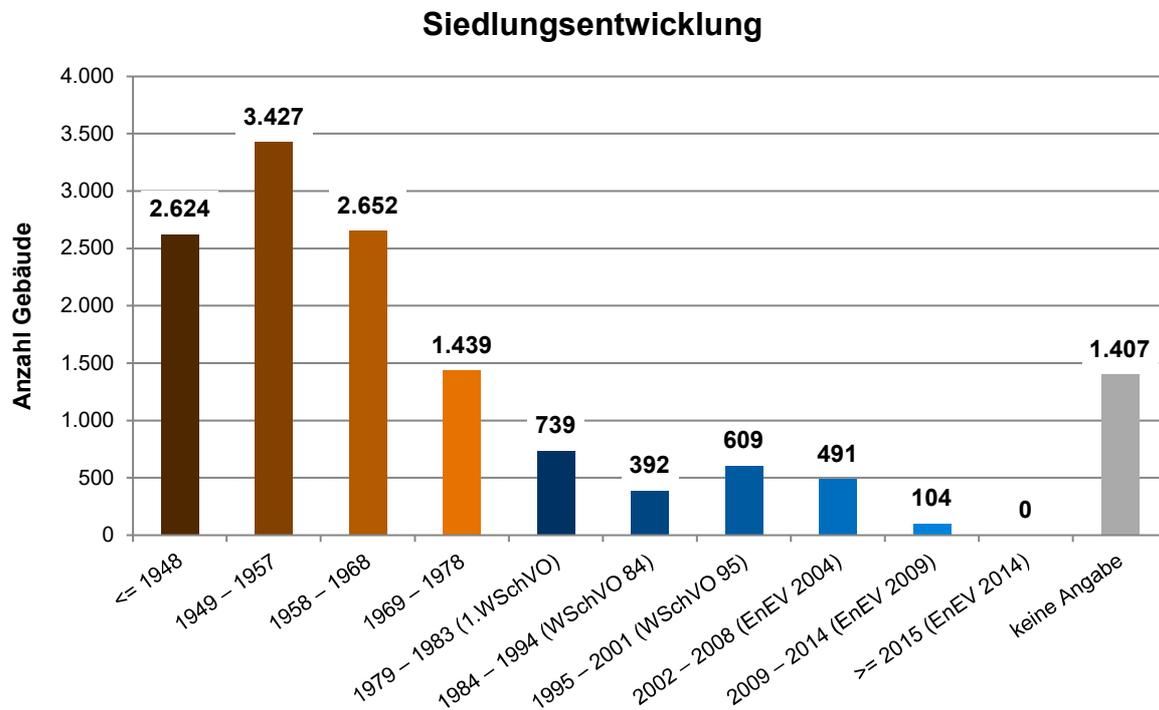


Abbildung 2.5: Siedlungsentwicklung nach Gebäudejahr (alle beheizten Gebäude)

Quelle: Eigene Darstellung

Die Siedlungsentwicklung lässt sich geographisch auch sehr anschaulich anhand der nächsten Abbildung zeigen und damit das historische und städtebauliche Wachstum von Göppingen aus der Kernstadt heraus zeigen.

Bestandsanalyse

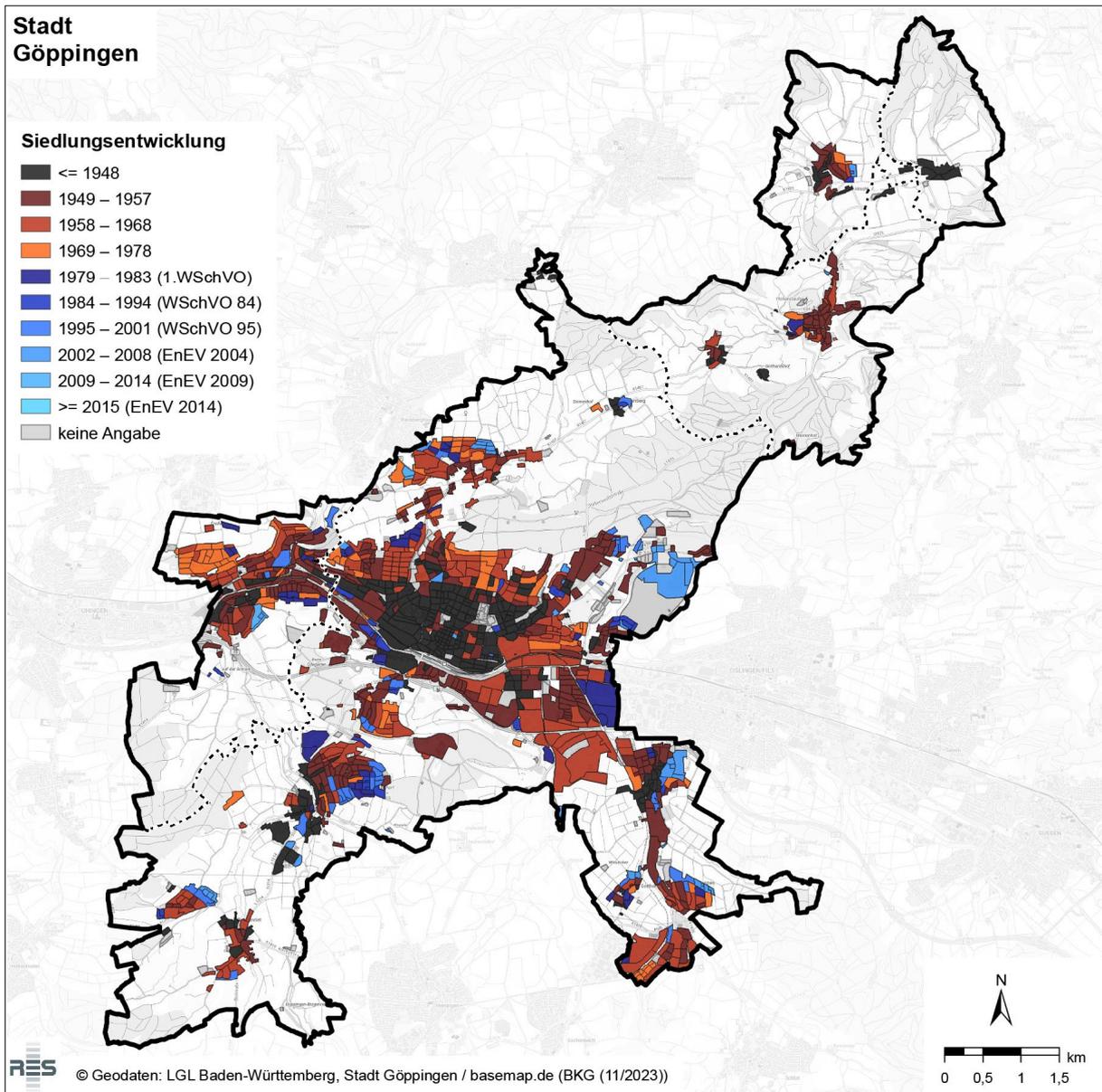


Abbildung 2.6: Räumliche Siedlungsentwicklung nach Gebäudejahr

Quelle: Eigene Darstellung

**Einwohner\*innenzahlen**

Auszüge aus der Analyse der soziodemographischen Entwicklung sind in Abbildung 2.7 dargestellt. Hierbei erfolgt eine Unterteilung der Einwohner\*innenzahl nach Altersgruppen. Wie auch im Land Baden-Württemberg im Allgemeinen dominieren mit rund 34 Prozent die Altersgruppen zwischen 40 bis 65 Jahren, gefolgt von den Bürger\*innen über 65 Jahren mit etwas über 21 Prozent. Den geringsten Anteil machen jüngere Generationen zwischen 15 und 18 Jahren aus. Diese vorhandene Altersstruktur bringt teilweise Hemmnisse bei der

## Bestandsanalyse

Umsetzung von flächendeckenden Sanierungsvorhaben mit sich, da es für Personen im fortgeschrittenen Alter beispielsweise auch wesentlich schwieriger ist, ihre Kreditwürdigkeit nachzuweisen und einen Kredit für die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen zu erhalten.

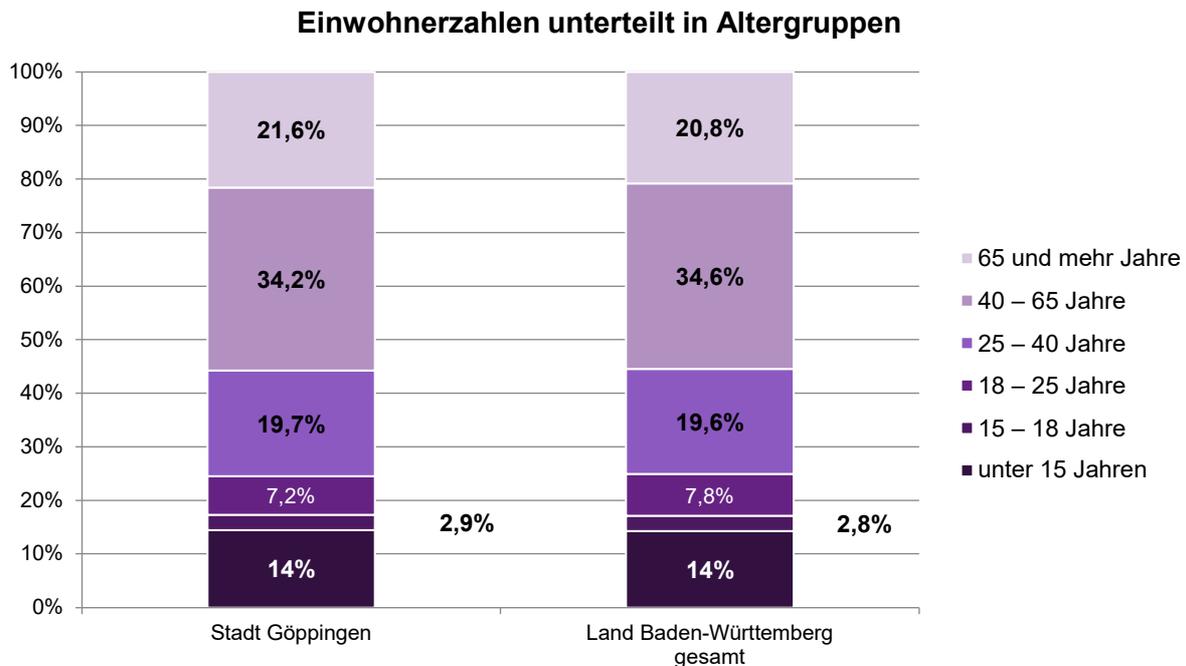


Abbildung 2.7: Einwohner\*innenzahlen unterteilt in Altersgruppen

Quelle: Eigene Darstellung

### 2.2.2. Endenergiebedarf (Wärme)

#### Gesamtwärmebedarf

Der Gesamtwärmebedarf setzt sich aus der tatsächlich beheizten Wohnfläche, dem bestehenden Heizungstyp und der Höhe des Verbrauchs eines Energieträgers zusammen. Insgesamt lag der Energiebedarf im Jahr 2020 für Wärme in der Stadt Göppingen bei rund 783.172 MWh im Jahr bei ca. 58.000 Einwohner\*innen. Dabei entfiel der größte Anteil mit rund 63 Prozent auf den privaten Sektor, gefolgt von Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) und Industrie mit rund 29 Prozent sowie kommunalen und öffentlich genutzten Gebäuden mit etwa acht Prozent. Die nachfolgende Abbildung stellt den Gesamtenergiebedarf prozentual aufgeteilt nach Sektoren dar.

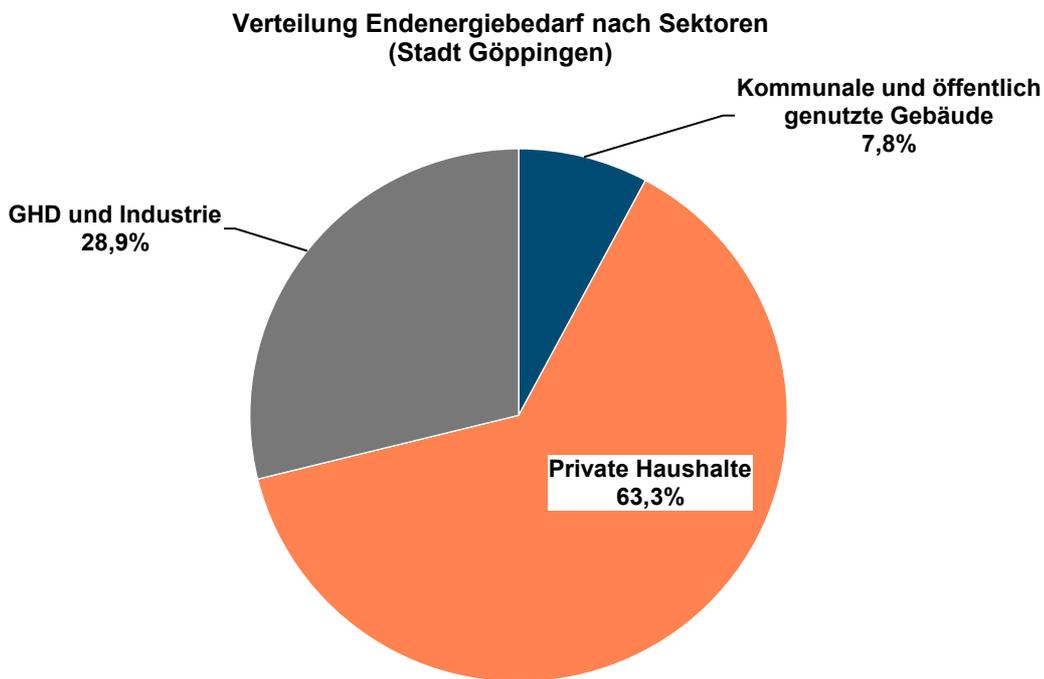


Abbildung 2.8: Verteilung Endenergiebedarf nach Sektoren

Quelle: Eigene Darstellung

Die Wärmeversorgung von Wohngebäuden stellt mit über 63 Prozent den größten Energieverbraucher in Göppingen dar. Aus diesem Grund kommt insbesondere der Sanierung von Gebäuden, dem Austausch von Heizungsanlagen und dem Bau lokaler Wärmenetze eine große Bedeutung im Rahmen einer klimaneutralen Stadtentwicklung zu.

Einen ersten Überblick dazu vermittelt der Wärmebedarf auf Baublockebene. Dadurch lassen sich gezielt Gebiete mit hohem Handlungsbedarf identifizieren. Als Grundlage für die Ermittlung des Wärmebedarfs der Wohngebäude werden Merkmale wie Gebäudealter, Gebäudetypen und die Wohnfläche herangezogen und nach energetischen Kennwerten des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) bewertet sowie mit tatsächlichen Verbrauchsdaten der Netzbetreiber angereichert. Die Daten der Netzbetreiber geben Aufschluss über die eingesetzten Mengen an Gas, Fernwärme und Heizstrom. Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften stammen aus dem Energiebericht der Stadt. Insbesondere die Gebiete mit hoher Bebauungsdichte und älterer Bausubstanz weisen einen hohen Wärmebedarf auf, wie in Abbildung 2.9 dargestellt, in der die räumliche Verteilung des Gesamtwärmebedarfs visualisiert ist. Je dunkler die Gebäude eingefärbt sind, desto höher ist der Endenergiebedarf für Wärme.

Bestandsanalyse

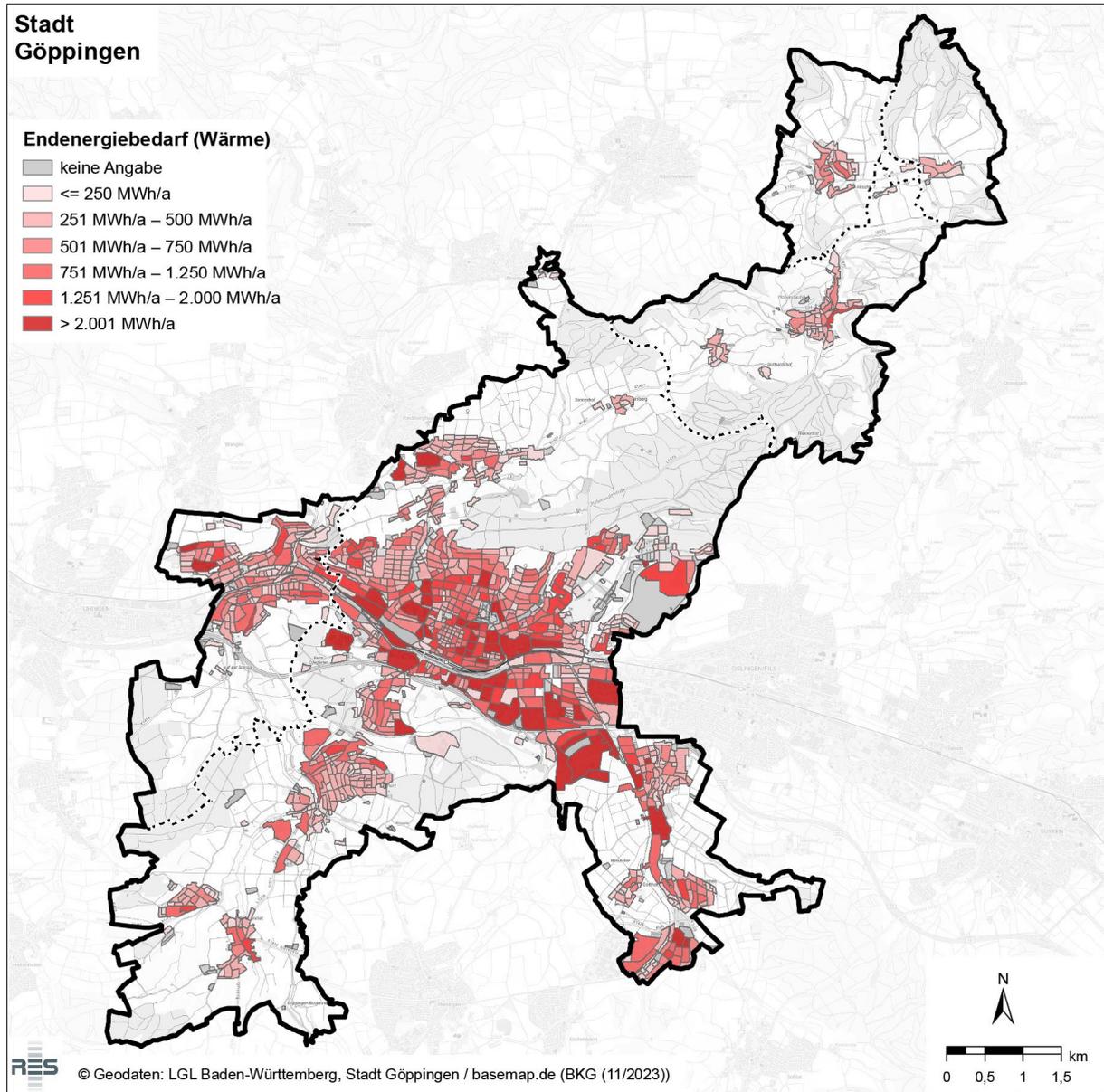


Abbildung 2.9: Räumliche Verteilung Wärmebedarf auf Baublockebene

Quelle: Eigene Darstellung

Bestandsanalyse

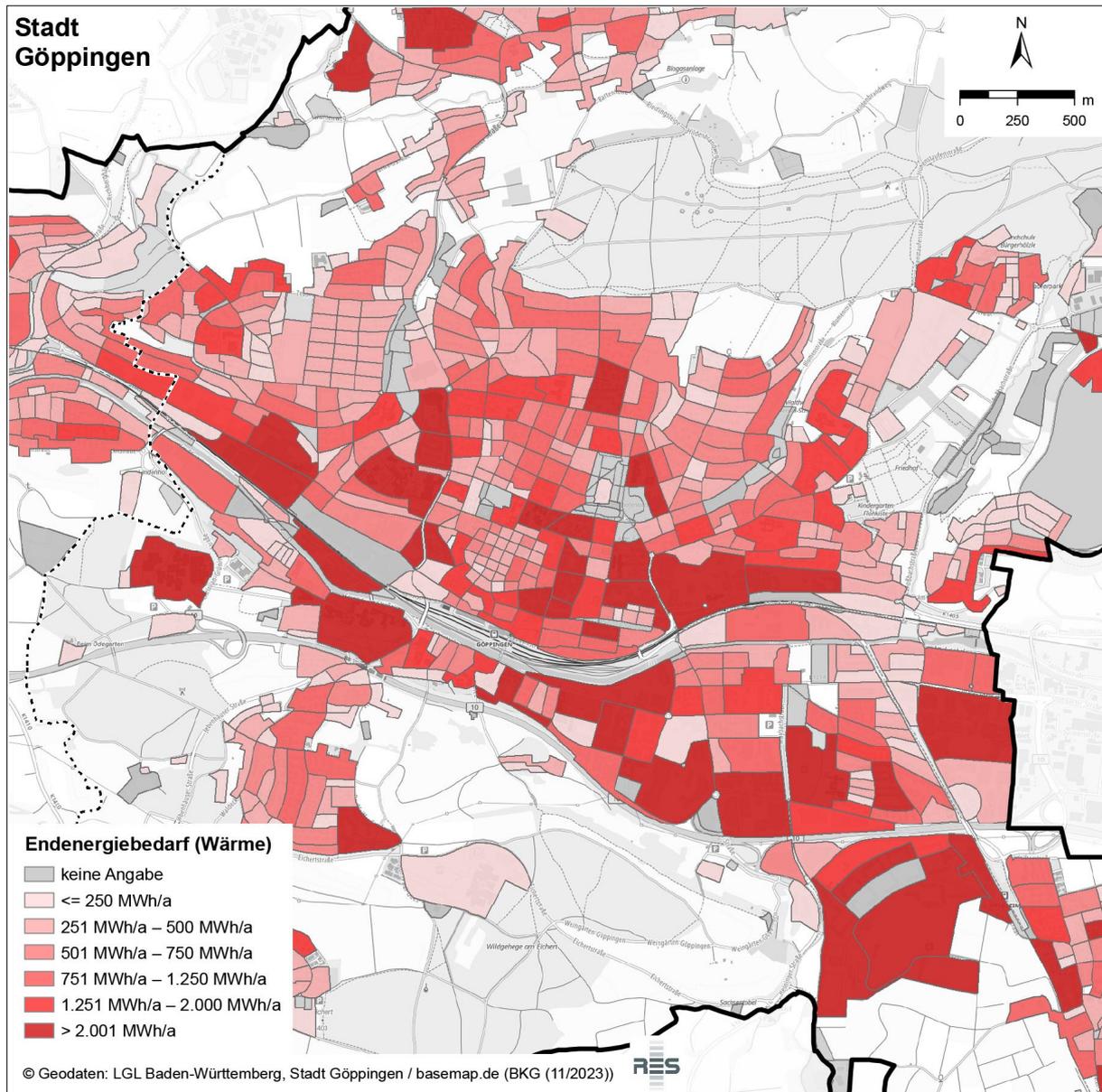


Abbildung 2.10: Räumliche Verteilung Wärmebedarf auf Baublockebene (Kernstadt)

Quelle: Eigene Darstellung

### Wärmedichte

Um neben den Gebäuden selbst auch einen Überblick über die Wärmedichte in den einzelnen Straßenabschnitten zu erhalten (wichtiger Indikator für die Prüfung der Relevanz zur Installation von Wärmenetzen), wurde der absolute Endenergiebedarf aller Gebäude an einem Straßenabschnitt mit der Straßenlänge in Bezug gesetzt. Diese bildet eine Entscheidungsgrundlage, in welchen Straßen ein Ausbau oder die Verdichtung der Fernwärmestrasßen sinnvoll sein kann. In Abbildung 2.11 wird die Wärmedichte auf Straßenabschnittsebene

## Bestandsanalyse

in Kilowattstunden pro laufenden Straßenmeter dargestellt. Dunkelrot indiziert hierbei eine hohe Wärmedichte, während hellgrün eine relativ geringe Wärmedichte anzeigt. Ähnlich wie beim absoluten Endenergiebedarf sind auch hier die höchsten Wärmedichten in der Innenstadt von Göppingen zu erkennen.

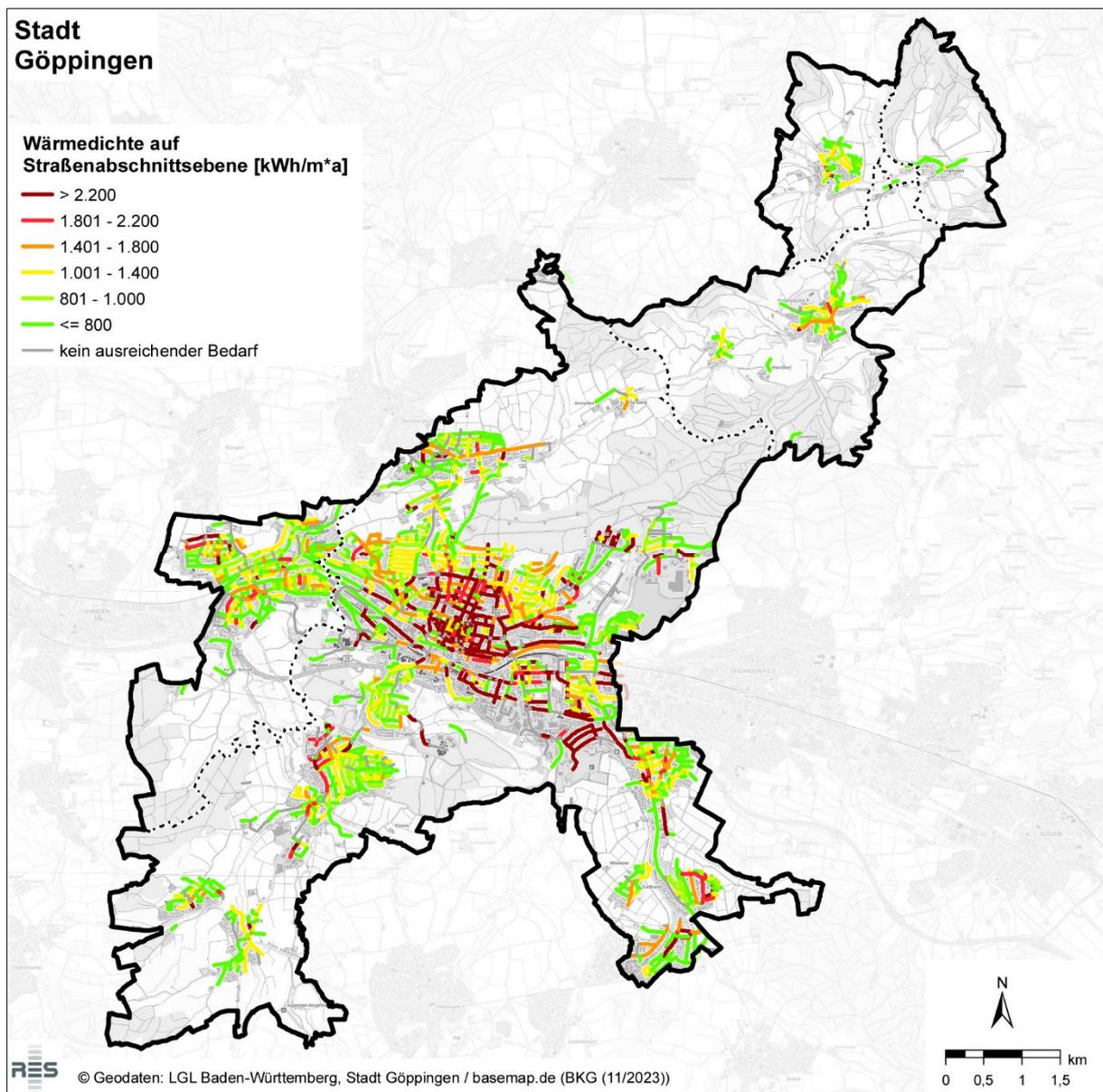


Abbildung 2.11: Abbildung Wärmelinienendichte von Straßenabschnitten

Quelle: Eigene Darstellung

Bestandsanalyse

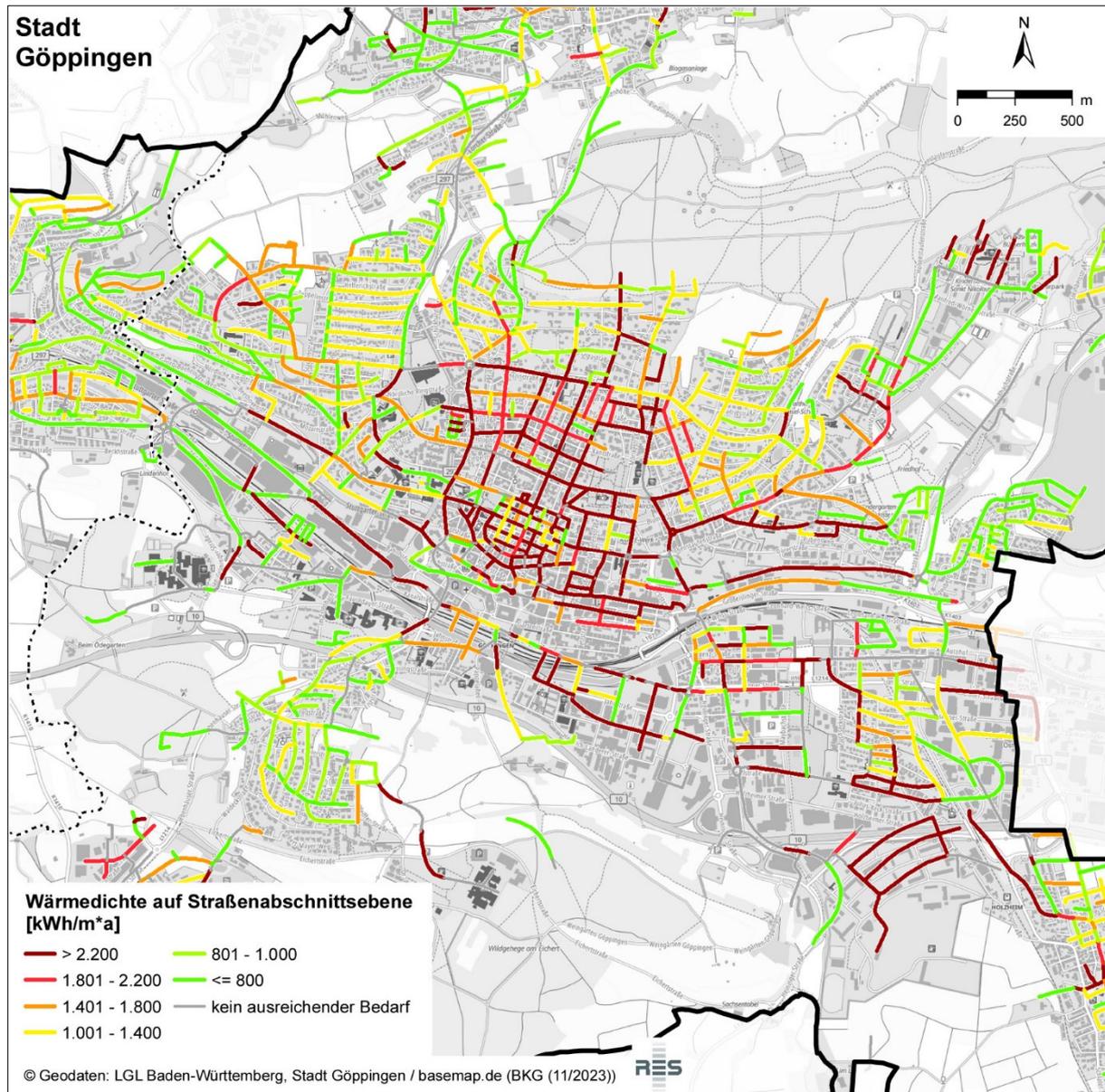


Abbildung 2.12: Abbildung Wärmeliniedichte von Straßenabschnitten (Kernstadt)

Quelle: Eigene Darstellung

### 2.2.3. Wärmeerzeugung

Zur Deckung des Wärmebedarfs in Göppingen werden hauptsächlich fossile Energieträger eingesetzt. Dabei kommen größtenteils dezentrale Einzelfeuerungsstätten zum Einsatz, die entweder durch Heizöltransporte oder über das weit verzweigte Gasnetz versorgt werden. Mit einem Anteil von knapp 72 Prozent am gesamten Wärmebedarf nehmen die erdgasbasierten Wärmeerzeugungsanlagen den größten Teil ein. Daneben sind noch viele Ölheizungen in Betrieb, die etwa 12 Prozent des Wärmebedarfs ausmachen. Die bestehende

## Bestandsanalyse

---

Fernwärmeversorgung trägt mit einem Anteil von etwa 11 Prozent bei. Nur vereinzelt wird mit weiteren Energieträgern wie Pellets oder Wärmepumpe geheizt. Die prozentuale Aufteilung der einzelnen Energieträger nach Verbrauch der Heizungsanlagen wird in den nachfolgenden Abbildungen in Kreisdiagrammen dargestellt.

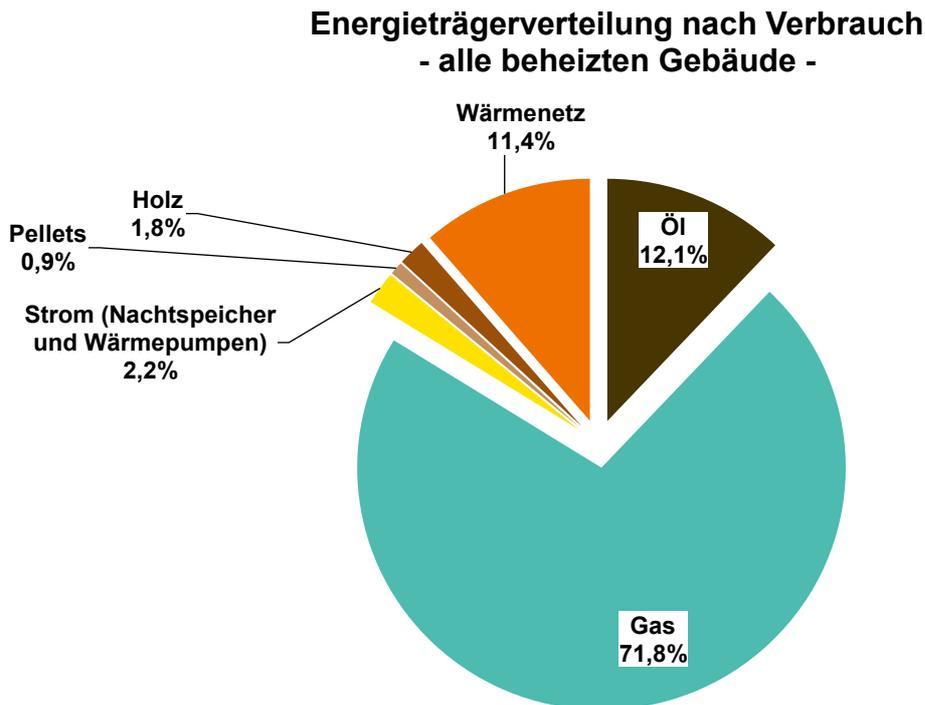


Abbildung 2.13: Energieträgerverteilung nach Verbrauch

Quelle: Eigene Darstellung

### Wärmenetze

Einige Gebäude in Göppingen werden aktuell bereits durch Nah- und Fernwärme beheizt. Die Integration von Nah- und Fernwärme in die bestehende Wärmeversorgungsstruktur bildet einen bedeutsamen Schritt hin zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Wärmeversorgung. Die nachfolgende Abbildung visualisiert die aktuelle Netzinfrastruktur im Stadtgebiet und gibt Einblicke in die bestehenden Wärmeleitungen sowie die Verteilung der Nah- und Fernwärmeanschlüsse.

## Bestandsanalyse

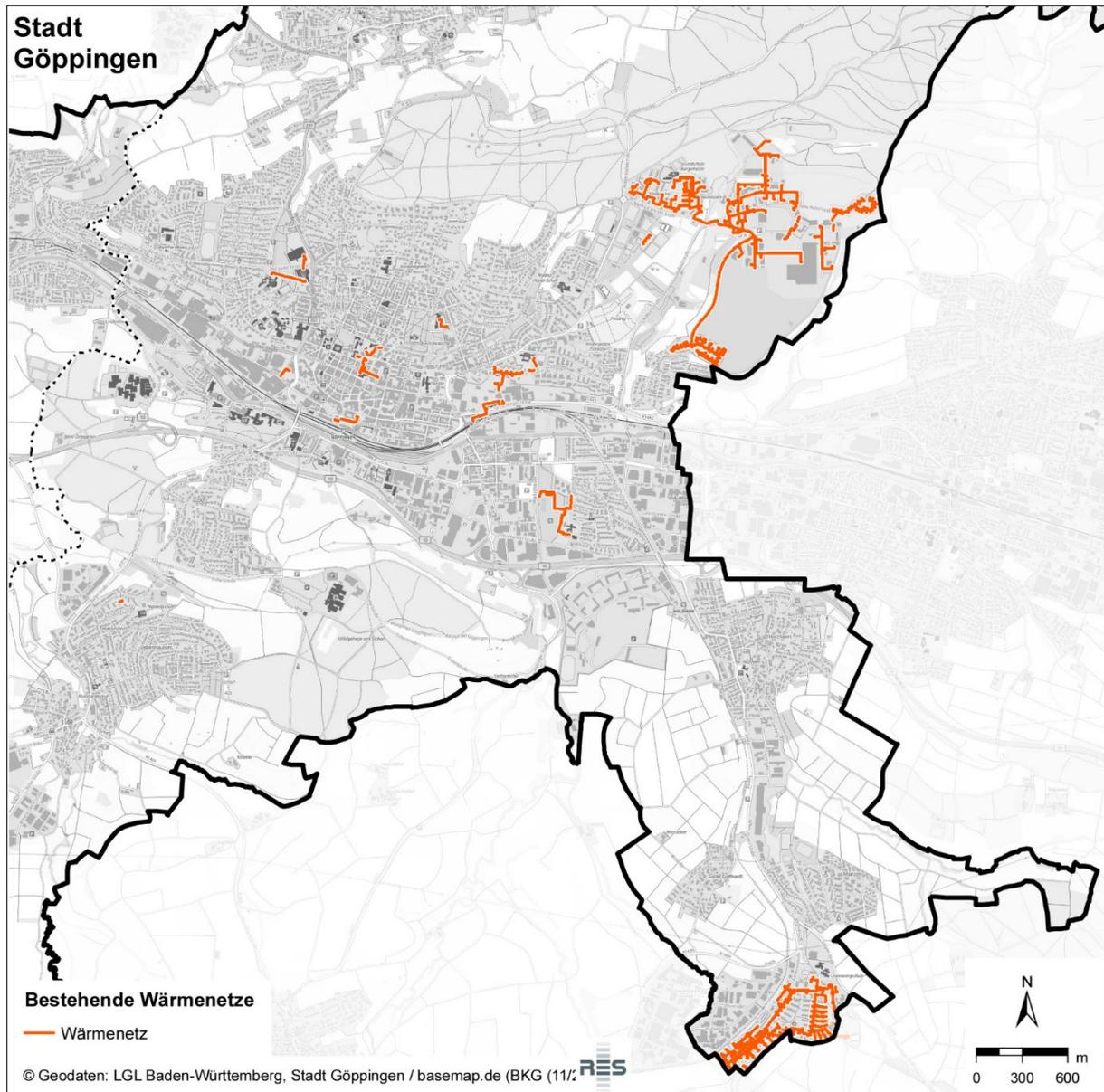


Abbildung 2.14: Wärmenetzinfrastruktur

Quelle: Eigene Darstellung

### Einbaujahr der Heizungen

Bei einer präzisen Analyse der Heizungsanlagen – unabhängig von ihrem Energieträger, sondern abhängig von ihrem Alter – fällt auf, dass eine beträchtliche Anzahl des Heizungsbestands bereits seit vielen Jahren in Betrieb ist. Das Baujahr der Heizungsanlagen wurde aus den Schornsteinfegerdaten extrahiert und ausgewertet. Bei 4.262 von insgesamt 13.884 Heizungsanlagen konnte kein Alter der Wärmeerzeugungsanlagen ermittelt werden. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass bei den strombasierten

## Bestandsanalyse

Wärmeerzeugungsanlagen keine Baujahre vorlagen. Daher erfolgte die Auswertung auf Basis der Heizungsanlagen, für die Daten verfügbar waren.

Knapp 14 Prozent der Heizungen wurden bereits vor über 40 Jahren eingebaut, weitere zehn Prozent zwischen 39 und 29 Jahren sowie weitere 18 Prozent zwischen 28 und 22 Jahren. In der Auswertung wird deutlich, dass ein erheblicher Teil der Heizungen vor dem Jahr 2000 eingebaut wurde und daher mittel- bis kurzfristig ausgetauscht werden müssen. Etwa 26 Prozent verfügen über eine vergleichsweise moderne Heizung, die nach 2009 eingebaut wurde. Die Frage nach dem Wirkungsgrad der jeweils eingebauten Heizung bleibt dabei relevant. Selbst für Eigentümer\*innen mit einer modernen Heizung, jedoch einem fossilen Energieträger, gewinnt ein Heizungstausch aufgrund der eingeführten CO<sub>2</sub>-Bepreisung und der damit einhergehenden Steigerung der Energiekosten zunehmend an Interesse. Abbildung 2.15 visualisiert diese Erkenntnisse anhand konkreter Zahlen.

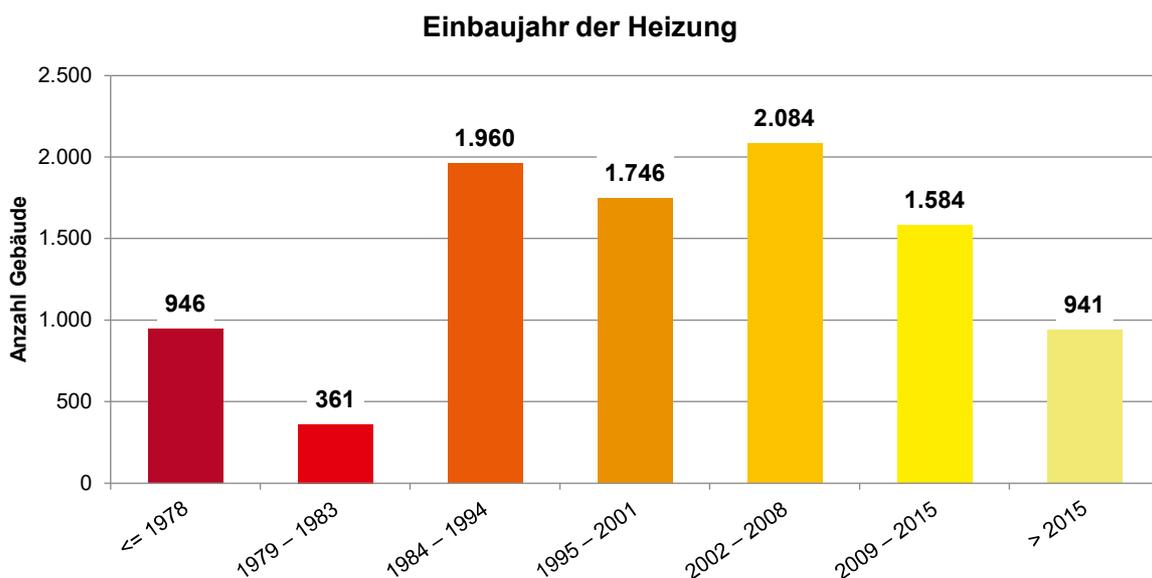


Abbildung 2.15: Einbaujahr der Heizung

Quelle: Eigene Darstellung

Die nachfolgende Abbildung 2.16 veranschaulicht nicht nur das Einbaujahr an sich, sondern bietet auch Einblicke in die räumliche Verteilung des Heizungsalters. Damit liefert sie Informationen darüber, in welchen spezifischen Siedlungsgebieten besonders zeitnah Heizungstausche anstehen könnten.

Bestandsanalyse

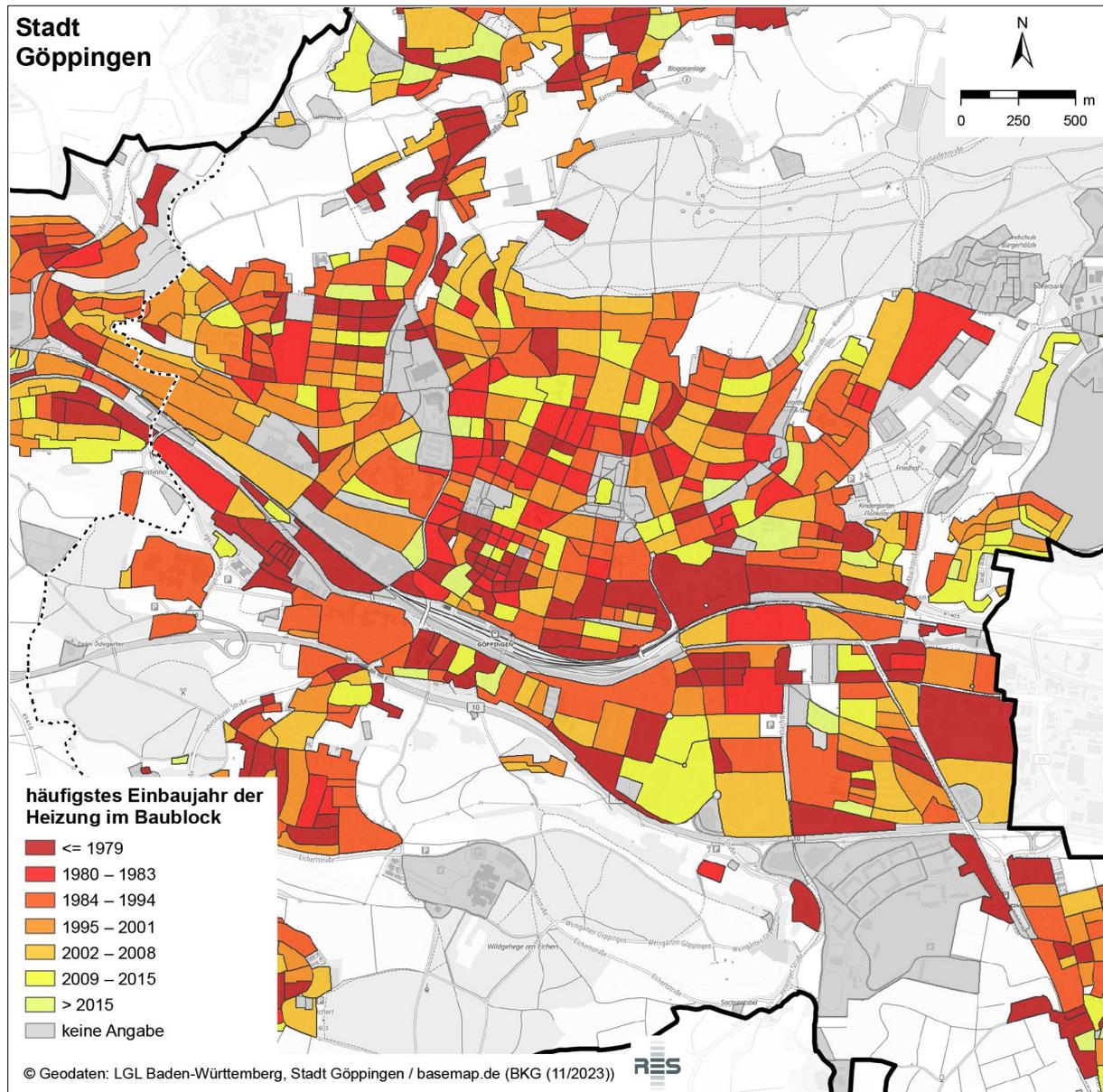


Abbildung 2.16: Räumliche Verteilung Einbaujahr der Heizungen (Kernstadt)

Quelle: Eigene Darstellung

### 2.2.4. Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Für die Beurteilung der Ist-Situation und die Formulierung von Klimaschutzzielen ist es von entscheidender Bedeutung, den gegenwärtigen Stand des Wärmeverbrauchs und der Treibhausgasemissionen zu erfassen. Die Treibhausgasbilanz dient als Grundlage, um Maßnahmen zu bewerten, zu priorisieren und einen effizienten Ressourceneinsatz zu planen. Zur Erstellung einer CO<sub>2</sub>-Bilanz werden aus den Ergebnissen der Bestandsanalyse den verschiedenen Energieträgern entsprechende Emissionsfaktoren zugewiesen. Die

## Bestandsanalyse

---

Bilanzierungsmethodik orientiert sich an der Methodik des Greenhouse Gas Protocol. Die Emissionsfaktoren wurden aus dem vom Land Baden-Württemberg zur Verfügung gestellten Tool BICO2BW entnommen.

Durch die Multiplikation der ermittelten Energieverbrauchswerte mit den jeweiligen Emissionsfaktoren der einzelnen Energieträger, lässt sich die Treibhausgasbilanz ableiten (KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2022). Die Tabelle 2.2 stellt den Endenergiebedarf nach Sektoren dar, Tabelle 2.3 die daraus resultierende Treibhausgasbilanz.

Tabelle 2.2: Endenergiebedarf nach Sektoren

<b>Endenergiebedarf (Wärme) nach Sektoren</b>	
<b>Sektor</b>	<b>Endenergiebedarf Wärme (in MWh/a)</b>
Kommunale und öffentlich genutzte Gebäude	61.353
GHD und Industrie	225.954
Private Haushalte	495.865
<b>Gesamtsumme</b>	<b>783.172</b>

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 2.3: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren (in Tonnen/Jahr)

<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	
<b>Sektor</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen [t/a]</b>
Kommunale und öffentlich genutzte Gebäude	15.376
GHD und Industrie	56.352
Private Haushalte	126.355
<b>Gesamtsumme</b>	<b>198.083</b>

Quelle: Eigene Darstellung

## Bestandsanalyse

---

Diese sektorale Differenzierung ermöglicht eine präzise Identifikation von Emissionsquellen und erleichtert die gezielte Umsetzung von klimaschutzrelevanten Maßnahmen. Die vorliegende Berechnung ergibt somit eine umfassende Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz, die als entscheidende Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung effektiver Klimaschutzmaßnahmen dient.

In der Gesamtbetrachtung des Wärmesektors resultieren jährlich 198.083 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Wohngebäudesektor. Die sektorale Verteilung der Gesamttreibhausgasbilanz der Wärme für das Stadtgebiet Göppingen wird in Abbildung 2.17 dargestellt.

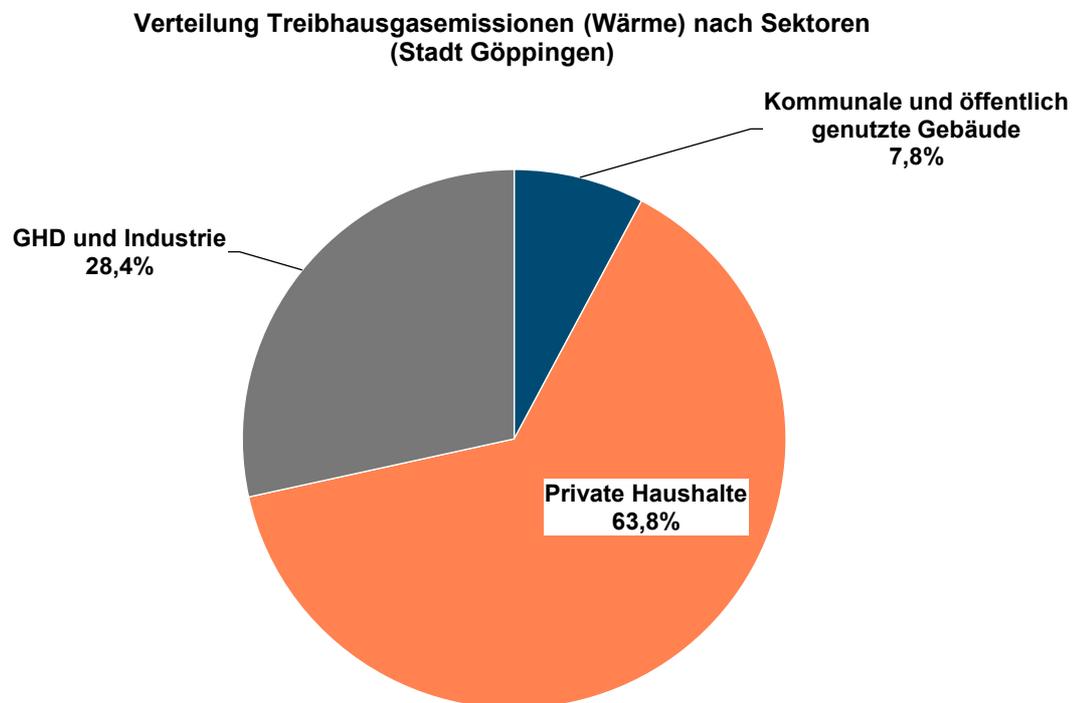


Abbildung 2.17: Sektorielle Verteilung der Treibhausgasemissionen

Quelle: Eigene Darstellung

### 2.2.5. Zwischenfazit

Die durchgeführte Bestandsanalyse und die sich daraus ergebenden Ergebnisse zum aktuellen Energieverbrauch ermöglichen folgende Schlussfolgerungen

- Gasheizungen haben einen Anteil von ca. 72 Prozent am Endenergieverbrauch Wärme. Neben den erheblichen Treibhausgasemissionen führt dies aufgrund der CO<sub>2</sub>-Bepreisung und steigender Energiekosten zu erheblichen finanziellen Belastungen für Gebäudeeigentümer\*innen und Mieter\*innen in Göppingen.

## Bestandsanalyse

---

- Die Analyse des Heizungsalters zeigt einen bedeutenden Sanierungsstau und ein erhebliches Potenzial für die Erneuerung alter Heizungen im Bestand. Gleichzeitig wird deutlich, dass rund 26 Prozent der Heizungen nach 2009 eingebaut wurden und somit maximal 14 Jahre alt sind. Dies könnte zu erheblichen Herausforderungen bei der Planung und Umstellung auf erneuerbare Energieträger oder Nah- und Fernwärmenetze führen.
- Die hohen Verbräuche fossiler Energien spiegeln sich ebenfalls in der Treibhausgasbilanz wider, die einen deutlichen Rückgang durch Energieeinsparung und Umstellung auf erneuerbare Energieträger erfordert.

### 3. Potenzialanalyse

Um eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu realisieren, ist es essenziell, sämtliche Potenziale zur Energieeinsparung in den Bereichen Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme innerhalb der Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentliche Liegenschaften zu analysieren und effektiv zu nutzen. Darüber hinaus ist die Erfassung und Nutzung der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale von großer Bedeutung. Dieser Prozess wurde im Rahmen einer umfassenden Potenzialanalyse durchgeführt, die sämtliche vorhandenen Potenziale für eine klimaneutrale Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien und Abwärme ermittelt und räumlich aufgeschlüsselt darstellt.

#### 3.1. Vorgehensweise

Nachfolgende Tabelle stellt die chronologische Vorgehensweise der Potenzialanalyse dar.

Tabelle 3.1: Vorgehensweise Potenzialanalyse:

Ermittlung der Potenziale zur Reduzierung des Wärmebedarfs	➡	Potenziale zur Nutzung und Ausbau EE für Wärme sowie Abwärmee-nutzung	➡	Potenziale zur Nutzung und Ausbau EE für Strom
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sanierungsraten</li> <li>• Veränderungen der Siedlungsstruktur</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokal abhängige Potenziale</li> <li>• Ortsunabhängige Potenziale</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• PV</li> <li>• Wind</li> <li>• Wasserkraft</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde zunächst eine umfassende Erhebung der Potenziale zur Reduzierung des Gesamtenergiebedarfs im Gemarkungsgebiet durchgeführt. Hierbei erfolgte eine detaillierte Abfrage der vorhandenen Potenziale zur Erzeugung und dem Ausbau erneuerbarer Energien sowie zur Nutzung bereits vorhandener Abwärmepotenziale. Diese Analyse berücksichtigte sowohl den Wärme- als auch den Stromsektor, um ein ganzheitliches Bild der Potenzialentwicklung zu erhalten.

## 3.2. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Potenzialanalyse präsentiert. Dabei werden zunächst die Potenziale zur Reduzierung des Wärmebedarfs betrachtet, gefolgt von den Potenzialen für die Nutzung und den Ausbau erneuerbarer Energien sowie vorhandener Abwärmepotenziale.

### 3.2.1. Potenziale zur Senkung des Wärmebedarf

Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs umfassen Maßnahmen und Möglichkeiten, den Energieverbrauch für die Wärmeversorgung zu reduzieren.

#### 3.2.1.1. Steigerung der Sanierungsquote

##### Notwendigkeit

Der Gesamtenergiebedarf im analysierten Stadtgebiet ist hoch, und der Großteil des Gebäudebestands weist ein erhebliches energetisches Defizit auf, insbesondere hinsichtlich mangelnder Dämmung. Infolgedessen stellt die Sanierung bestehender Gebäude eine naheliegende und effektive Maßnahme zur Reduzierung des Wärmeverbrauchs dar. Dies beinhaltet die Dämmung von Außenwänden, Dachflächen und Kellerdecken sowie den Austausch von Heizungsanlagen und Fenstern durch effizientere Produkte.

Die Sanierungsquote, die angibt, welcher Anteil der Gebäude durchschnittlich innerhalb eines Jahres saniert wird, spielt eine zentrale Rolle. Eine Sanierungsquote von beispielsweise drei Prozent bedeutet, dass jährlich drei von 100 Gebäuden in Göppingen saniert werden. Bei dieser Quote würde es 33 Jahre dauern, um sämtliche Gebäude zu sanieren. Um die definierten Klimaziele zu erreichen, ist eine Erhöhung der Sanierungsquote auf über drei Prozent erforderlich. Das Land Baden-Württemberg plant sogar eine Gesamtreduktion des Wärmebedarfs um 50 Prozent bis zum Jahr 2050.

Die Umsetzung von Einsparmaßnahmen variiert je nach Gebäudealter und -substanz, was unterschiedliche Herausforderungen und Möglichkeiten aufzeigt, um das eigene Gebäude „zukunftsfit“ zu machen. Im Rahmen der Wärmeplanung wurde für jedes Wohnhaus das Einsparpotenzial nach einem Bauteilkatalog berechnet, wodurch ein erster Überblick über erreichbare Einsparpotenziale entsteht. Dies ermöglicht eine gezielte Identifikation von Bereichen, in denen sich Einsparmaßnahmen besonders lohnen.

In vielen Fällen können daraus auch wirtschaftliche Anreize resultieren, welche in der Regel eine der wichtigsten Voraussetzungen zur Umsetzung darstellen. Insbesondere die nun

## Potenzialanalyse

---

steigende CO<sub>2</sub>-Besteuerung wird einen erheblichen Einfluss auf Investitionen zur Energieeffizienz und Einsparmaßnahmen haben.

### Vorgehen

Mithilfe eines GIS-basierten Analyseverfahrens konnten für Wohngebäude wesentliche Merkmale zur Gebäudegeometrie sowie zur beheizten Wohnfläche ermittelt werden. Anhand dieser Merkmale und Informationen zum Gebäudebaualter wurden Gebäudetypen abgeleitet, und energetische Kennwerte wurden entsprechend der deutschen Gebäudetypologie zugeordnet. Hieraus konnte der jährliche Endenergiebedarf (Wärme) bestimmt werden. Zur Prognose der Energieeinsparungseffekte von Sanierungsmaßnahmen wurden die Vorgaben der Wärmedurchgangskoeffizienten (Wärmedämmwert) der einzelnen Bauteile aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) berücksichtigt. Die Berechnung des Endenergiebedarfs nach Sanierungsmaßnahmen basierte auf der Annahme einer ganzheitlichen Sanierung der Wohngebäude, wobei je nach Gebäudealter angenommen wurde, dass bereits Teilsanierungsmaßnahmen wie der Austausch von Fenstern durchgeführt wurden.

Durchschnittlich kann bei den Wohngebäuden in Göppingen durch energetische Sanierungen etwa 41 Prozent des Wärmebedarfs eingespart werden. Die genaue Höhe der Einsparung hängt sowohl vom Baujahr des Gebäudes als auch vom Nutzerverhalten ab. Für Gebäude mit anderen Nutzungsarten wie Unternehmen, Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen oder kommunale Liegenschaften gestaltet sich die Abschätzung potenzieller Einsparungen durch energetische Sanierungen als heterogen, weshalb hier keine validen Angaben gemacht werden können. Für diese Gebäude wären spezifische Einzelfallanalysen zur energetischen Einsparung erforderlich. Da jedoch der Anteil an Wohngebäuden im Stadtgebiet Göppingen ca. 78 Prozent beträgt, kann durch die Analyse der Wohngebäude bereits ein beträchtlicher Teil des Potenzials im Stadtgebiet abgedeckt werden.

### Einsparungen durch ganzheitliche Sanierung

Insgesamt beläuft sich der Endenergiebedarf der 11.682 Wohngebäude auf etwa 495.865 MWh pro Jahr. Bei einer umfassenden Sanierung aller Gebäude würde sich der Wärmebedarf auf 262.921 MWh pro Jahr reduzieren. Dies entspricht einer maximalen Reduzierung von ca. 47 Prozent. Die Berechnung erfolgte auf Grundlage des angegebenen Wärmebedarfs, unter Berücksichtigung des Energieträgers und in Abhängigkeit von der beheizten Wohnfläche. Die Ergebnisse der Stichprobe wurden proportional auf die Gesamtzahl der Gebäude hochgerechnet. Abbildung 3.1 visualisiert die potenzielle Einsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen.

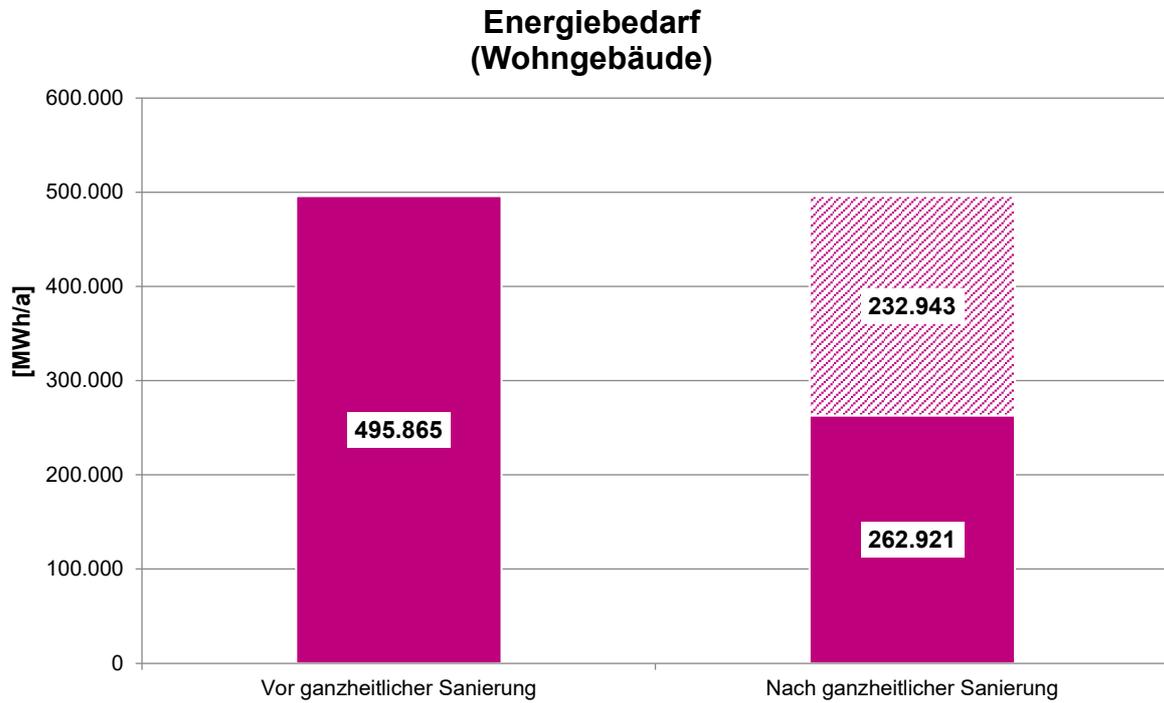


Abbildung 3.1: Energiebedarf vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude)

Quelle: Eigene Darstellung

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht ebenfalls die maximal zu erwartende Reduktion der Treibhausgasemissionen der Wohngebäude im Falle einer umfassenden Sanierung.

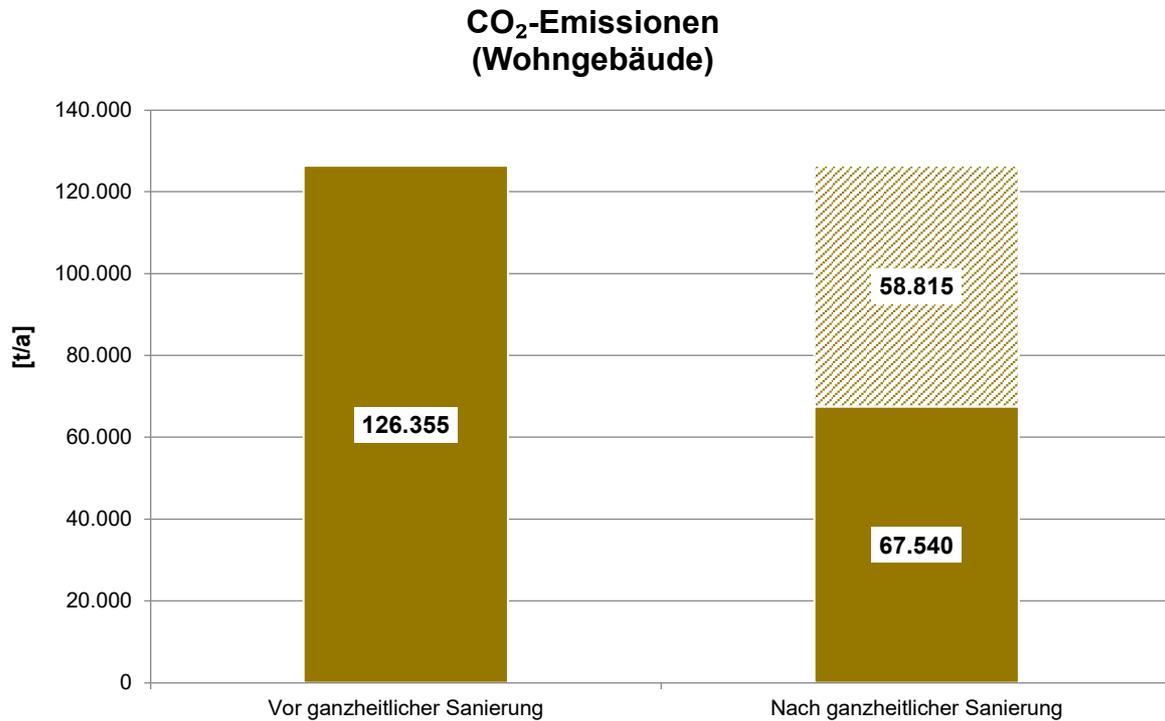


Abbildung 3.2: CO<sub>2</sub>-Emissionen vor und nach ganzheitlicher Sanierung (Wohngebäude)

Quelle: Eigene Darstellung

### Einsparungen bei unterschiedlichen Sanierungsquoten

Für die Entwicklung durch Sanierungsvorhaben wurde der lineare Wärmebedarf unter Berücksichtigung verschiedener angenommener Sanierungsquoten dargestellt. Dabei wurde von einer umfassenden energetischen Sanierung von Heizungsanlage, Dach, Fenstern, Außenwand und Kellerdecke ausgegangen, mit dem Ziel, den Effizienzhausstandard 100 zu erreichen.

Die in den Berechnungen angenommenen Sanierungsquoten liegen bei einem Prozent, drei Prozent und knapp sieben Prozent. Bei einer Sanierungsquote von 6,65 Prozent wären alle Wohnhäuser bis zum Jahr 2040 saniert (ganzheitliche Sanierung).

Die Abbildung 3.3 visualisiert die potenziellen Einsparungen für die Jahre 2030, 2035 sowie 2040 bei unterschiedlich angenommenen Sanierungsquoten

Potenzialanalyse

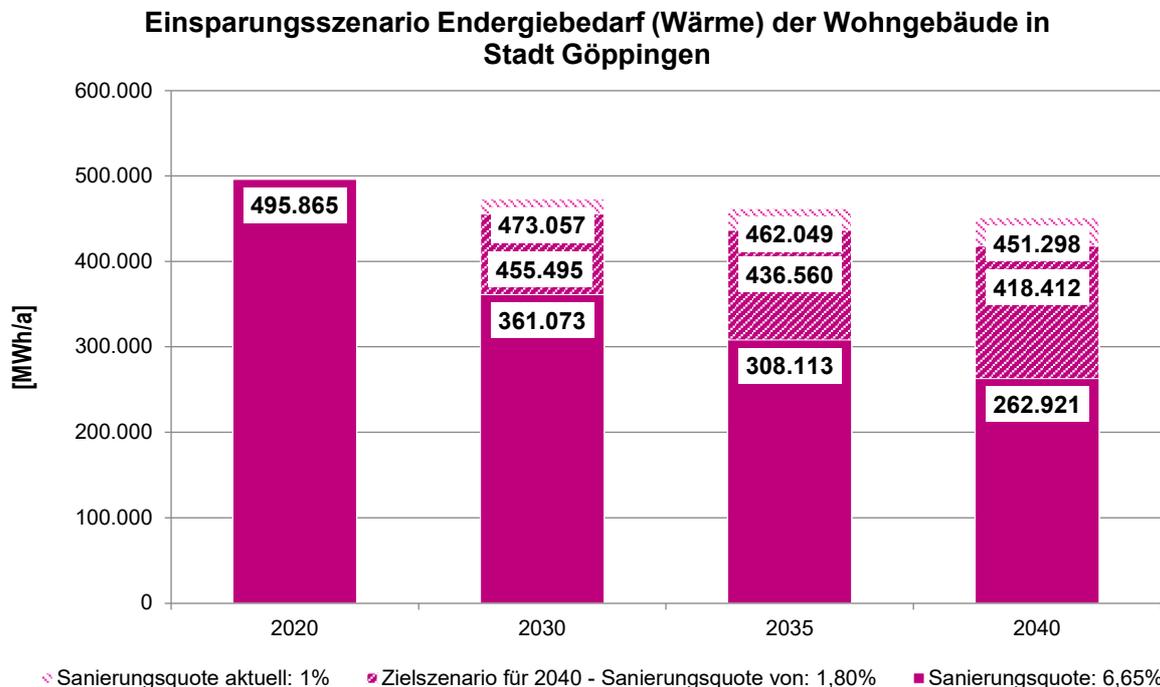


Abbildung 3.3: Einsparungsszenario Endenergiebedarf (Wärme) der Wohngebäude bei unterschiedlichen Sanierungsquoten

Quelle: Eigene Darstellung

- Sanierungsrate von **ca. 1 %/Jahr**: Reduktion des Endenergiebedarfs auf circa **451.298 MWh/Jahr (-9 %)**
- Sanierungsrate von **ca. 1,8 %/Jahr**: Reduktion des Endenergiebedarfs auf circa **418.412 MWh/ Jahr (-16 %)**
- Sanierungsrate von **ca. 6,65 %/Jahr**: Reduktion des Endenergiebedarfs auf circa **262.921 MWh/Jahr (-47%)**.

Aus den vorangegangenen Abbildungen wird deutlich, dass sich bei einer durchschnittlichen Sanierungsrate wie bisher (bundesweit knapp ein Prozent) der Endenergiebedarf nur geringfügig reduziert und nicht zielführend zur Erreichung der Klimaschutzziele sowie einer klimaneutralen Wärmeversorgung beiträgt. Bleibt die Sanierungsquote bei einem Prozent, könnte der Endenergiebedarf bis zum Jahr 2040 lediglich auf 451.298 MWh/Jahr reduziert werden, was einer Einsparung von etwa neun Prozent entspricht. Bei einer entsprechenden Steigerung der Sanierungsrate auf durchschnittlich 1,8 Prozent pro Jahr könnte der jährliche Endenergiebedarf bis 2040 auf circa 418.412 MWh/Jahr reduziert werden (ca. 16

## Potenzialanalyse

Prozent). Bei einer Komplettsanierung aller 11.682 Wohngebäude könnten sogar ca. 47 Prozent des Energieverbrauchs eingespart werden. Ausgenommen von den Sanierungsvorhaben sind Gebäude, die bereits den Effizienzhausstandard 40 bzw. einen Heizwärmebedarf von maximal 40 kWh/m<sup>2</sup> Wohnfläche erreicht haben.

Insgesamt können durch umfassende energetische Sanierungen bei Wohngebäuden im Stadtgebiet bis zu 58.815 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr eingespart werden. Für das Zielszenario einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 wird von einer realistischen Sanierungsquote von 1,8 Prozent pro Jahr ausgegangen.

### Einsparungen durch Sanierung bei unterschiedlichen Gebäudetypen

#### Energiebedarf pro m<sup>2</sup> vor – und nach Sanierung

Abbildung 3.4 veranschaulicht den aktuellen Energiebedarf der Wohngebäude im Stadtgebiet und zeigt, wie dieser durch eine umfassende energetische Sanierung reduziert werden kann. Wie bereits in der städtebaulichen Analyse und bei der Altersstruktur der Gebäude vermutet wurde, ist der Energiebedarf bei vielen Gebäuden im Stadtgebiet als vergleichsweise hoch einzustufen.

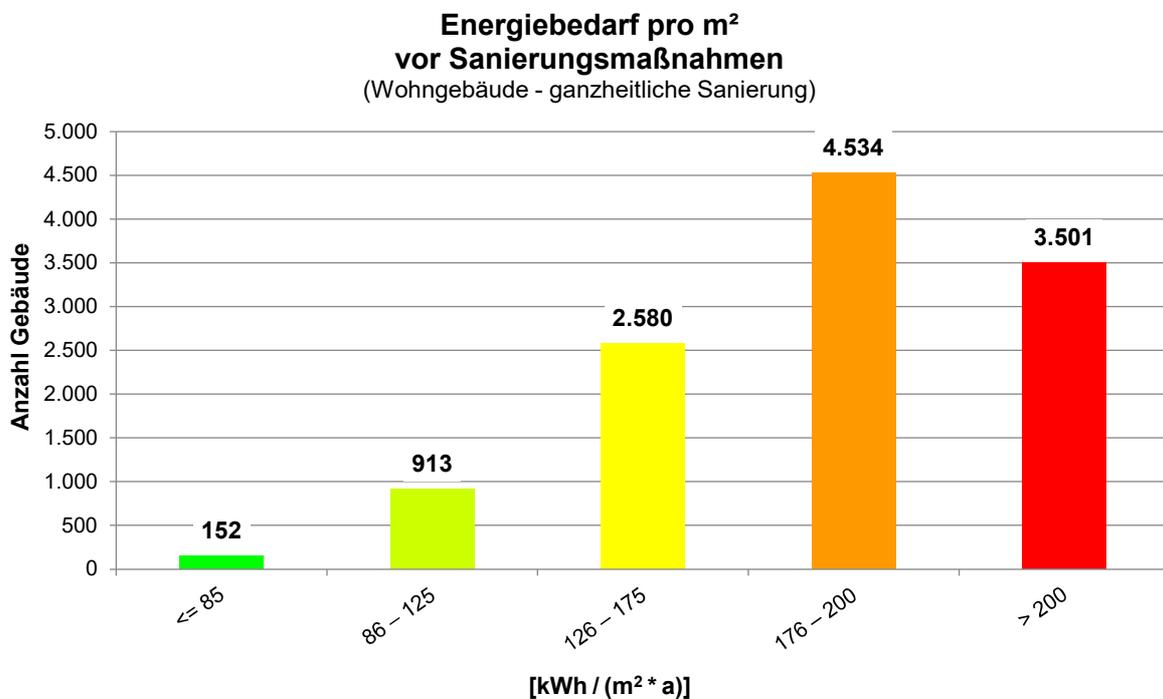


Abbildung 3.4: Energiebedarf pro m<sup>2</sup> vor Sanierungsmaßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung

## Potenzialanalyse

Es wird deutlich, dass ein hoher Anteil der Gebäude, nämlich 30 Prozent, einen sehr hohen Wärmebedarf von über 200 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr aufweist. Der größte Anteil der Gebäude (knapp 39 Prozent) weist ebenfalls sehr einen hohen Wärmebedarf zwischen 176 und 200 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr auf. Insbesondere in diesen beiden Kategorien besteht durch energetische Sanierungsmaßnahmen ein erhebliches Potenzial zur Einsparung von Energie, Treibhausgasemissionen und somit auch Energiekosten. Lediglich etwas mehr als ein Prozent der Gebäude weist aktuell einen sehr guten Wärmebedarf von weniger als 85 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr auf. Ein sehr gut renoviertes Haus im Effizienzhausstandard 40 hat aktuell einen vergleichsweise niedrigen Heizwärmebedarf von etwa 30 kWh/m<sup>2</sup> Wohnfläche.

In Abbildung 3.5 sind die Energiebedarfe nach ganzheitlicher Sanierung dargestellt. Insgesamt bieten energetische Sanierungen bei Wohnhäusern im Stadtgebiet Göppingen ein signifikantes Einsparpotenzial für Treibhausgasemissionen und Energiekosten und sollten deshalb vermehrt forciert werden.

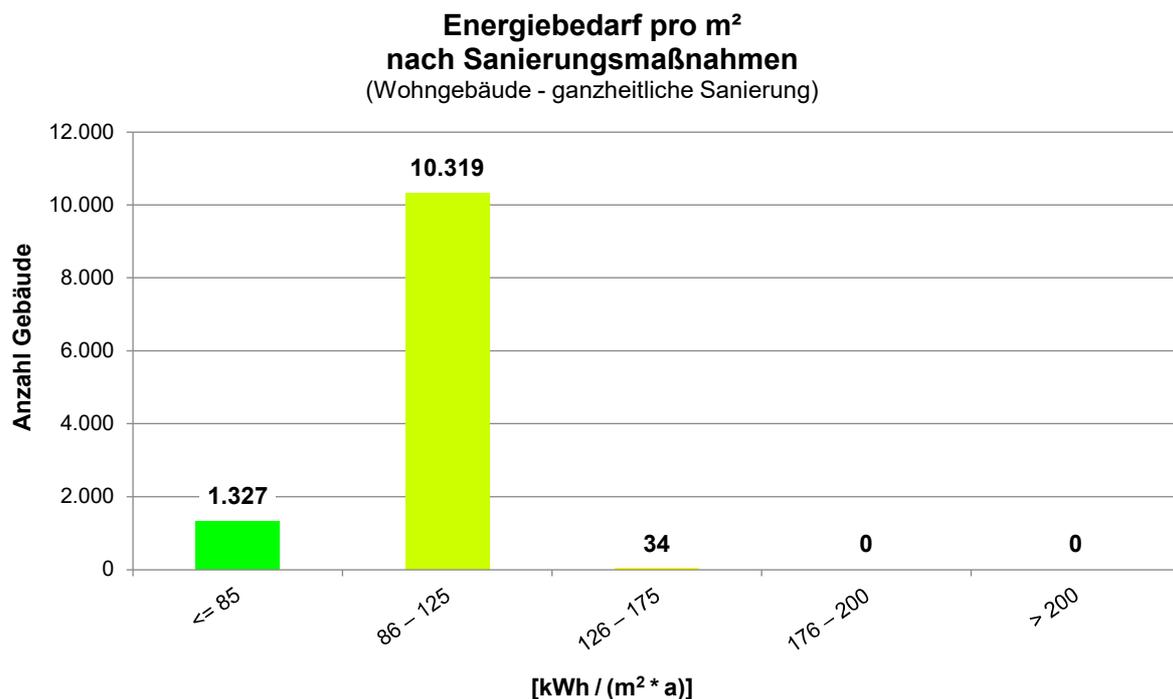


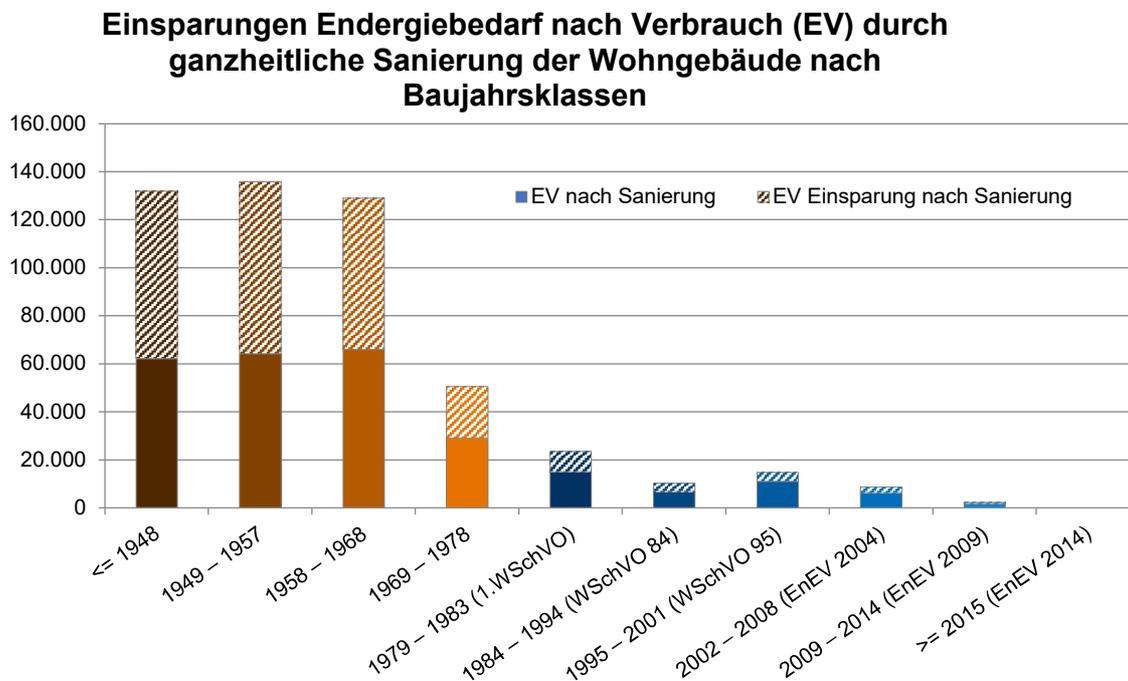
Abbildung 3.5: Energiebedarf pro m<sup>2</sup> nach Sanierungsmaßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung

Die folgende Darstellung veranschaulicht erneut die Energieeinsparungen, die durch ganzheitliche Sanierungen unterschiedlicher Gebäudetypen erzielt werden können, sowie die

Potenzialanalyse

erreichbaren Einsparungen im Hinblick auf die aktuellen Energiestandards durch Sanierungsmaßnahmen.



EV: verbrauchsorientierter Endenergiebedarf (Wärme) vor Sanierung [MWh/a]

Abbildung 3.6: Einsparungen durch ganzheitliche Sanierungsmaßnahmen

Quelle: Eigene Darstellung

3.2.1.2. Potenziale im Bereich GHD und Industrie sowie kommunale Liegenschaften

In den Sektoren der kommunalen Liegenschaften wird aufgrund der angestrebten Zielerreichung einer klimaneutralen Kommunalverwaltung bis zum Jahr 2040 von einer Sanierungsquote von 100 Prozent ausgegangen. Dies impliziert, dass eine vollständige Modernisierung und energetische Optimierung sämtlicher kommunaler Gebäude erfolgen soll. Als Ergebnis dieser umfassenden Maßnahmen wird erwartet, dass etwa 50 Prozent des aktuellen Endenergieverbrauchs eingespart werden können.

Ebenfalls wird in den Bereichen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie bis zum Jahr 2040 eine Senkung des Energiebedarfs um 40 Prozent angestrebt. Diese Zielsetzung basiert auf der Umsetzung von gezielten Sanierungsmaßnahmen sowie der Steigerung der Prozesseffizienz in diesen Sektoren. Durch diese Maßnahmen soll nicht nur der Energieverbrauch reduziert, sondern auch die Gesamteffizienz der betrieblichen Abläufe optimiert werden

### 3.2.2. Klimaneutrale Wärmeversorgung: Potenziale zur Nutzung und zum Ausbau erneuerbarer Energien sowie Abwärme

Neben der Energieeinsparung sowie einer Effizienzsteigerung sollten insbesondere auch der Ausbau von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Stromversorgung vorangetrieben und bisher ungenutzte Abwärme in eine sinnvolle Nutzung gebracht werden. Folglich wurden auch für das Gemarkungsgebiet der Stadt Göppingen die vorhandenen und noch nicht genutzten, sowie die noch verfügbaren Potenziale untersucht. Die nachfolgende Tabelle bietet einen Überblick über die untersuchten Technologien. Die einzelnen Technologien werden im Anschluss noch detaillierter beschrieben. Dabei wurde stets folgende Vorgehensweise verfolgt: Beschreibung der Technologie (1), Erläuterung der Datengrundlage (2) und Darlegung der Ergebnisse (3).

Tabelle 3.2: Übersicht erhobene Potenziale - Wärmeversorgung

Abwärme aus dem Müllheizkraftwerk	Geothermie – zentrale Sonden
Abwärme aus industriellen und gewerblichen Prozessen	Grundwasser
Abwasser aus dem Kanalsystem	Dachflächen-Solarthermie
Abwasser aus der Kläranlage	Freiflächen-Solarthermie
Flusswasser aus der Fils	Tiefengeothermie Umweltwärme
Geothermie – zentrale Kollektoren	Biomasse
Geothermie – dezentrale Sonden	Sonstige Energieträger – grüne Gase

Quelle: Eigene Darstellung

#### 3.2.2.1. Unvermeidbare Abwärme aus dem Müllheizkraftwerk

##### Beschreibung

Bei jedem Verbrennungsprozess entsteht Wärme, auch bei der Müllverbrennung. Diese Wärmeenergie wird bei der Müllverbrennung als sogenannte fühlbare Wärme der Rauchgase freigesetzt. Die heißen Rauchgase müssen zunächst gereinigt und abgekühlt werden, bevor sie in die Umwelt entlassen werden. Anstatt die bei der Verbrennung entstehende Wärme ungenutzt entweichen zu lassen, kann die anfallende Abwärme mittels eines Konzepts der Kraft-Wärmekopplung sinnvoll genutzt werden. Die unvermeidbare Abwärme wird als klimaneutrale Wärmeversorgungsoption betrachtet. Wenn kurze Wege zu den Wärmenetz-Eignungsgebieten bestehen, können Abwärmequellen kostengünstige Wärmequellen darstellen. Das vorrangige Ziel ist daher, die sowieso anfallende Abwärme nicht ungenutzt in die Umwelt abzugeben, sondern sie weiterzuverwenden. Um eine Aussage zur Nutzung

## Potenzialanalyse

---

der Abwärme zu treffen, müssen die anfallende Wärmemenge, das Temperaturniveau sowie das Wärmeträgermedium analysiert werden.

### Datengrundlage

Die energetische Abfallverwertung von anfallenden Abfällen im Landkreisgebiet (Restmüllverbrennung) erfolgt durch das Müllheizkraftwerk (MHKW), welches sich zu Teilen auf Gemarkung der Stadt Göppingen befindet. Der Betreiber des Müllheizkraftwerks ist die EEW Energy from Waste Göppingen GmbH. Das Müllheizkraftwerk erzeugt eine erhebliche Menge Abwärme und produziert über die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) etwa 49.000 MWh thermisch pro Jahr zur Versorgung der Klinik am Eichert, des Wohngebiets Bergfeld mit etwa 400 Wohnungen sowie der benachbarten Bereitschaftspolizei. Zusätzlich werden rund 90.000 MWh elektrisch pro Jahr für die Stromversorgung von etwa 26.000 Haushalten erzeugt.

Trotz der bedeutenden Abwärmequelle bleibt ein Großteil der erzeugten Abwärme bisher ungenutzt. Dieses ungenutzte Abwärmepotenzial kann als wichtige Wärmequelle betrachtet werden und durch die Integration in das bestehende Fernwärmenetz der Stadtwerke Göppingen (SWG) sinnvoll genutzt werden. Die ungenutzte Abwärme soll als primäre Wärmequelle in das bestehende Wärmenetz eingespeist und weiter ausgebaut werden. In Zusammenarbeit mit den Energieversorgern kann eine Abschätzung des gegenwärtig anfallenden ungenutzten Abwärmepotenzials erfolgen.

### Ergebnis:

Die in einem ersten Schritt auskoppelbare Fernwärmeleistung (ca. 10 MW) wird durch den vorhandenen Heizkondensator beim MHKW mit Entnahmedampf aus der Dampfturbine der thermischen Restabfallverwertungsanlage sichergestellt.

Damit könnten ca. 80.000 MWh th/a geliefert werden. Durch weitere Effizienzmaßnahmen im Zuge des Neubaus Klinik könnten Wärmemengen frei werden und zusätzlich im Fernwärmenetz genutzt werden. Über „echte Abwärme“ entlang der Prozesskette im MHKW könnten weitere 10 bis 15 MW an Niedertemperatur-Abwärme über eine Wärmepumpe nutzbar gemacht werden, welche als Potenzial aber aus wirtschaftlichen Abwägungsgründen nur zu ca. 15 % angerechnet wurden.

## Potenzialanalyse

---

### 3.2.2.2. Abwärme aus industriellen und gewerblichen Prozessen

#### Beschreibung

Industrielle Abwärme bezeichnet Wärme, die als Nebenprodukt in Industrieprozessen entsteht und gegenwärtig ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Die Verwendung von Abwärme kann für verschiedene Zwecke erfolgen. Zu den Nutzungsmöglichkeiten gehören:

- **Anlagen- bzw. prozessinterne Nutzung:** Dabei wird die Abwärme demselben System oder Prozess zugeführt, aus dem sie stammt. Dieser Ansatz wird auch als Wärmerückgewinnung bezeichnet.
- **Betriebsinterne Nutzung:** Die Abwärme wird innerhalb desselben Betriebs für andere Anlagen oder Prozesse wiederverwendet.
- **Externe Nutzung:** Die Abwärme wird außerhalb des Betriebs am gleichen Standort oder durch Einspeisung in Fernwärmenetze genutzt.

Es wurden Unternehmen identifiziert, die aufgrund ihrer Branchenzugehörigkeit und ihres hohen Wärmebedarfs typischerweise nutzbare Abwärmemengen erzeugen. Diese Unternehmen wurden daraufhin analysiert und befragt. Neben dem Vorhandensein von erschließbaren Abwärmepotenzialen mit ausreichender Größe und geeigneten technischen Rahmenbedingungen für die Wärmeauskopplung ist es entscheidend, dass die entsprechenden Unternehmen die grundlegende Bereitschaft zeigen, sich an kommunalen Wärmeversorgungskonzepten zu beteiligen. Die Betriebssicherheit der Prozesse hat dabei stets oberste Priorität, und eine beabsichtigte Wärmebereitstellung darf diese nicht gefährden.

#### Datengrundlagen

Das Klimaschutzgesetz hat, unter Einhaltung der Bestimmungen zur Wahrung von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen, eine rechtliche Grundlage für die Verarbeitung relevanter Daten aus dem Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie geschaffen. Im Zuge der Bestands- und Potenzialanalyse wurde ein standardisierter Fragebogen an alle Unternehmen des Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektors sowie der Industrie versandt. Der Fragebogen enthielt Abfragen zu Energieverbrauchsdaten sowie Informationen zu vorhandenen Abwärmepotenzialen, deren zeitlicher Verfügbarkeit und der Bereitschaft der Unternehmen, die Abwärme auszukoppeln oder zu verkaufen. Die übermittelten Potenziale wurden anschließend in Zusammenarbeit mit der Stadt und den Energieversorgern qualitativ und quantitativ analysiert und eingeordnet.

## Potenzialanalyse

---

### Ergebnis:

Der Fragebogen wurde an 200 Unternehmen versandt, wobei 86 Unternehmen an der Umfrage teilnahmen und den Fragebogen zurückgesendet haben. Von diesen gaben fünf Unternehmen an, dass Abwärme in ihren Produktionsprozessen anfällt, und zeigten ihre Bereitschaft, diese Abwärme auszukoppeln bzw. zu verkaufen. Aus Gründen des Datenschutzes werden keine spezifischen Angaben zu den beteiligten Unternehmen gemacht.

Um die vorhandenen Potenziale genauer zu spezifizieren, wird der Stadt Göppingen empfohlen, weitere Gespräche mit den Unternehmen zu führen, die ihre Bereitschaft zur Bereitstellung von Abwärme bekundet haben, sowie mit potenziellen Wärmenetzbetreibern. Insgesamt konnte jedoch kein signifikantes Abwärmepotenzial identifiziert werden, welches einen Ausbau in ein Wärmenetz rechtfertigen würde.

### 3.2.2.3. Abwasser aus dem Kanalsystem

#### Beschreibung

In urbanen Wohngebieten ist die kommunale Wasser- und Abwasserinfrastruktur flächendeckend vorhanden. Das Abwasser, das kontinuierlich in unseren Abwasserkanälen fließt, birgt ein beträchtliches Wärmepotenzial, da es in der Regel über eine Temperatur von mehr als 10 °C verfügt und in großen Mengen verfügbar ist. Mithilfe von Wärmetauschern kann dieser Abwärmestrom genutzt werden, um Wärme zu gewinnen und als Energiequelle für elektrische Wärmepumpen zu dienen. In Kombination mit moderner Wärmepumpentechnologie und geeigneten Abnehmern, vorzugsweise in unmittelbarer Nähe des Abwasserkanals, stellt die Wärmerückgewinnung aus Abwasser eine bedeutende Möglichkeit zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung dar.

Um die Wärme aus dem Abwasser zu nutzen, sind spezielle Wärmetauscher erforderlich. Hierzu gehören beispielsweise Kanalwärmetauscher oder Bypass-Wärmetauscher. Diese Technologien ermöglichen es, die Energie aus dem Abwasser effizient zu gewinnen und sie in Form von Wärme für Heizzwecke oder andere Anwendungen einzusetzen. Dies trägt nicht nur zur Reduzierung des Energieverbrauchs bei, sondern unterstützt auch die nachhaltige Wärmeversorgung in städtischen Gebieten, wodurch ein wichtiger Schritt in Richtung Klimaneutralität erreicht werden kann.

Zum Zeitpunkt der Datenerhebung wurde bereits Abwärme aus Abwasser, auf Anregung der Stadt Göppingen und unter Beteiligung der Stadtwerke Göppingen und der Energieversorgung Filstal, an drei Standorten genutzt.

## Potenzialanalyse

---

### Datengrundlage

Für die Ermittlung des Potenzials wurden die Wärmenutzungsmöglichkeiten in speziell ausgewählten Kanalabschnitten analysiert. Dabei wurden folgende Informationen berücksichtigt:

- Daten zu den Kanalabmessungen und Querschnittsprofilen wurden vom Amt für Entwässerung bereitgestellt.
- Informationen zur Durchflussmenge und zur Temperatur des Abwassers wurden berücksichtigt.
- Das Abwasservolumen in diesen Abschnitten wurde ebenfalls in die Abschätzung einbezogen.

Diese Faktoren wurden analysiert, um das Potenzial zur Nutzung der in diesem Abwasser vorhandenen Wärme zu bewerten.

### Ergebnis:

Eine Untersuchung hat gezeigt, dass das Temperaturniveau im Sammler nicht merklich abgenommen hat. Somit sieht die Stadt Göppingen weiteres Potential in der Nutzung der Abwasserwärme.

#### 3.2.2.4. Abwasser aus der Kläranlage

##### Beschreibung

Die Nutzung der Abwärme aus Abwasseranlagen ist eine fortschrittliche Methode zur Energieeffizienz und zur Reduzierung des Energieverbrauchs. Auf der Gemarkung des Stadtgebiets Göppingen existiert keine eigene Kläranlage, sondern das Abwasser von Göppingen wird auf der Gemarkung Uhingen gereinigt. Dennoch kann die Wärme aus den großen Abwassersammlern genutzt werden.

##### Ergebnis

Die Analyse des Potenzials zur Abwärmennutzung aus dem Abwasser ergab einen aktuellen Wert von 8.700 MWh pro Jahr. Dieses Potenzial wird nicht weiter betrachtet, da die Kläranlage, von der es abgeleitet wird, sich außerhalb der Gemarkung Göppingen befindet.

## Potenzialanalyse

---

### 3.2.2.5. Flusswasser - Die Fils

#### Beschreibung

Die Nutzung von Wärme aus Flusswasser, auch als Flusswärmenutzung oder Flusswärmepumpen bezeichnet, kann eine effiziente und nachhaltige Möglichkeit zur Wärmeversorgung in bestimmten Regionen darstellen. Das Potenzial zur Nutzung von Wärme aus Flusswasser hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter:

- **Flusswassertemperatur:** Die Temperatur des Flusswassers ist ein entscheidender Faktor. Je wärmer das Flusswasser ist, desto einfacher und effizienter kann die Wärme gewonnen werden. Flüsse in wärmeren Klimazonen oder solche, die von warmen Quellen gespeist werden, bieten ein höheres Potenzial.
- **Flusswasservolumen:** Das Gesamtvolumen des Flusswassers, das durch einen Fluss fließt, beeinflusst die Menge der verfügbaren Wärme. Ein großer Fluss mit einem hohen Durchflussvolumen bietet mehr Potenzial als ein kleiner Bach.
- **Geographische Lage:** Die geografische Lage spielt eine Rolle, da Flüsse in verschiedenen Regionen unterschiedliche Temperaturen aufweisen. Flüsse in städtischen Gebieten können auch in der Nähe von Wärmeabnehmern liegen.
- **Technische Infrastruktur:** Die Verfügbarkeit von Technologien zur Wärmerückgewinnung aus Flusswasser ist von Bedeutung. Hierzu gehören Wärmetauscher und Wärmepumpen, die in der Lage sind, die gewonnene Wärme in nutzbare Energie umzuwandeln.

Durch die thermische Nutzung des Potenzials von Flusswasser wird mithilfe spezieller Abwasser-Wärmetauscher die Wärme dem Flusswasser entzogen. Anschließend erfolgt die Temperaturerhöhung der gewonnenen Wärme mittels Großwärmepumpen oder indirekt über ein kaltes Wärmenetz, um die Wärme einer breiten Palette von potenziellen Abnehmern zur Verfügung zu stellen. Das abgekühlte Wasser wird danach zurück in den Fluss geleitet. Diese Methode ermöglicht eine effiziente Nutzung der Wärmeenergie des Flusswassers, während gleichzeitig die Umwelt durch die Rückführung des gekühlten Wassers geschützt wird.

#### Datengrundlage:

Zur Potenzialanalyse der Wärmenutzung aus Flusswasser wurden die Oberflächengewässer der Stadt Göppingen betrachtet, wobei der Fokus auf größeren Fließgewässern wie Flüssen

## Potenzialanalyse

lag. Bei einer thermischen Nutzung dieses Flusswasserpotenzials erfolgt durch den Einbau spezieller Wärmetauscher die Entnahme von Wärme aus dem Flusswasser

Im Gemarkungsgebiet der Stadt Göppingen relevant ist die Fils. Nachfolgende überschlägige Berechnungen ergeben unter den hier getroffenen Rahmenbedingungen das mögliche Wärmepotenzial der Fils. Im weiteren Verlauf sind vor allem aus Genehmigungssicht noch Fragen zu klären, die die maximal zulässige Entnahmemenge, Einleitbedingungen, etc. zum Inhalt haben müssen.

Die mittlerer Niedrigwasserabfluss (MNQ) der Fils beträgt in Göppingen ca. 2.000 l/s (Quelle LUBW: Abwasseranteile\_MNQ\_MQ\_JAWM\_2015). Geht man dann von einer maximalen Entnahmemenge von 5 % aus, so ergibt sich einer maximalen Temperaturerhöhung des Entnahmewassers von 3 K eine nutzbare Kälteentzugsleistung von ca. 1.220 kW.

## Ergebnis

Die Analyse zeigt, dass, bei einer jährlichen Nutzung von ca. 6.570 h (eingeschränkt durch die in den Wintermonaten bestehende minimale Flusswassertemperatur von ca. 5 °C), dadurch ein Wärmepotenzial von ca. 8.000 MWh/a, welches als mögliches Potenzial für eine zentrale Wärmegewinnung über eine Flusswasserwärmepumpe festgestellt und im Wärmewendeszenario genutzt wird.

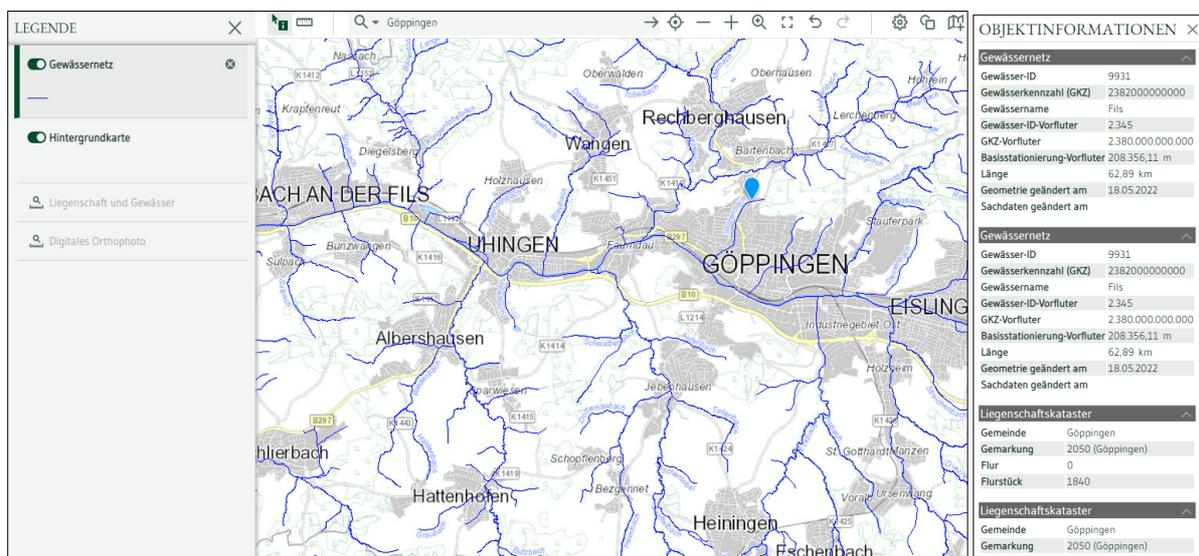


Abbildung 3.7: Die Fils im Stadtgebiet Göppingen

Quelle: Daten- und Kartendienst der LUBW (baden-wuerttemberg.de)

## Potenzialanalyse

---

### 3.2.2.6. Oberflächennahe Geothermie – Freiflächenkollektoren

#### Beschreibung

Geothermie bezeichnet die unterhalb der festen Erdoberfläche gespeicherte klimafreundliche Wärmeenergie, die für Heizung, Kühlung und Stromerzeugung genutzt werden kann.

Bei der Erkundung unterhalb der Erdoberfläche bis zu einer Tiefe von etwa 100 Metern findet man eine nahezu konstante Temperatur von etwa 10°C vor. In weiteren 100 Metern Tiefe steigt die Temperatur im Durchschnitt um 3°C pro 100 Meter an. Dies bedeutet, dass mit zunehmender Tiefe die Temperatur steigt. Die Geothermie kann grundsätzlich in oberflächennahe und tiefe Geothermie unterteilt werden, die unterschiedliche Temperaturniveaus aufweisen. Bis zu einer Tiefe von 400 Metern wird die Nutzung der Erdwärme als oberflächennahe Geothermie betrachtet, danach wird von Tiefengeothermie gesprochen.

Die oberflächennahe Geothermie erfordert aufgrund der noch relativ geringen Temperatur die Aufbereitung der Wärme auf ein höheres, nutzbares Temperaturniveau. Dies kann beispielsweise durch eine Wärmepumpenanlage erfolgen. Bei der Tiefengeothermie hingegen werden Wärmereservoirs in größeren Tiefen erschlossen, wobei Bohrlöcher von bis zu fünf Kilometern Tiefe gebohrt werden, um auf höhere Temperaturniveaus zu stoßen.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde zunächst die oberflächennahe Geothermie betrachtet, wobei der Fokus auf Flächenkollektoren in Freiflächen lag. Im Gegensatz zu Erdsonden, die zwischen 40 und 100 Meter tief platziert werden, werden Flächenkollektoren sehr oberflächennah in einer Tiefe von ein bis drei Metern platziert. Diese unterliegen deutlich stärkeren Temperaturschwankungen. Über Flächenkollektoren wird dem Erdreich als Wärmetauscher Wärme entzogen und mithilfe von Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht das Prinzip von Erdwärmekollektoren.

## Potenzialanalyse

---



Abbildung 3.8: Prinzip Erdwärmekollektor

Quelle: [Bundesverband Geothermie: Erdwärmekollektor](#)

### Schritt 1: Flächenermittlung

Zunächst wurde eine Identifizierung potenzieller Freiflächen durchgeführt, die in Erwägung gezogen wurden. Dieser Schritt erfolgte in folgenden Schritten:

- Selektion von Flächen, die sich als grundsätzlich geeignet erwiesen, basierend auf einer Positivauswahl aus dem digitalen Liegenschaftskataster. Hierbei wurden Flächenkategorien wie Brachland, Grünland, ungenutztes Land und landwirtschaftliche Flächen mit limitierter Ertragsfähigkeit einbezogen.
- Identifikation von Konversionsflächen sowie Randstreifen entlang von Bahnstrecken und Autobahnen, ungeachtet ihrer landwirtschaftlichen Nutzung.
- Definition von Ausschlussflächen und deren Abzug von der Positivauswahl. Ausschlussflächen beinhalteten unter anderem Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete, Bodendenkmäler, Grünzäsuren, prioritäre Gebiete für Siedlungsbau und Infrastruktur, Biosphärenreservate, Landschaftsschutzgebiete, Natura 2000-Gebiete (Fauna-Flora-Habitat-Gebiete) sowie Wasserschutzzonen der Kategorien I und II. Diese Definition basierte auf den Vorgaben aus Flächennutzungsplänen, regionalen Planungen und kommunalen Bauleitplanungen.

### Schritt 2: Flächenpriorisierung

Die verbleibenden Flächen wurden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung hinsichtlich ihrer Eignung für die Nutzung als Energieinfrastruktur dokumentiert und priorisiert.

## Potenzialanalyse

---

Flächen erhielten Priorität 1, wenn sie eine vorteilhafte Lage aufwiesen, Industrienähe aufwiesen, als Randstreifen fungierten und von kommunaler Seite geprüft und als realisierbar bewertet wurden. Dies galt gleichermaßen für landwirtschaftliche Flächen in benachteiligten Gebieten.

### Ergebnis

Für die weitere Erhebung wird das Geothermiepotenzial nicht betrachtet, da die vorhandenen Freiflächen vorrangig für den Ausbau anderer erneuerbarer Energiequellen genutzt werden können.

Das vorhandene Potenzial für oberflächennahe Geothermie wird vielmehr als "stilles Potenzial" betrachtet. Bei der Kalkulation der durchschnittlichen Jahresarbeitszahl (JAZ) für Wärmepumpen wird eine Annahme von 3,5 zugrunde gelegt. Eine wesentliche Erkenntnis besteht darin, dass die JAZ der Wärmepumpe umso vorteilhafter ausfällt, je höher der Anteil von Sole-Wasser-Wärmepumpen im Vergleich zu Luft-Wasser-Wärmepumpen ist. Diese spezifische Wirkung zeigt sich in der positiven Entwicklung der JAZ mit zunehmendem Einsatz von Sole-Wasser-Wärmepumpen. Das als "stilles Potenzial" bezeichnete Geothermiepotenzial wird in diesem Kontext nicht weiter berücksichtigt.

### 3.2.2.7. Oberflächennahe Geothermie – dezentrale Sonden

#### Beschreibung

Eine Erdwärmesonde (EWS) stellt einen Erdwärmeübertrager dar, in dem eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. Im Gegensatz zum zuvor beschriebenen horizontal verlegten Erdwärmekollektor wird bei einer Erdwärmesonde das Rohrsystem in ein vertikal oder schräg verlaufendes Bohrloch eingebracht. Die Tiefenbegrenzung für Erdwärmesonden liegt bei maximal 200 Metern Tiefe. Die Ergänzung "dezentral" beschränkt die Potenzialanalyse auf Flurstücke von Gebäuden mit eigenem Wärmebedarf für die Nutzung von Erdwärme.

#### Datengrundlage

##### Ermittlung maximal mögliche Erdwärmesonden:

Mithilfe eines Geoinformationssystems können die maximal möglichen Erdwärmesonden auf einem Flurstück um ein Gebäude ermittelt und analysiert werden. Dabei müssen Abstände zu Nachbargrundstücken, anderen Gebäuden sowie die Mindestabstände zwischen den einzelnen Sonden berücksichtigt werden. Das Ergebnis dieser Analysen zeigt die

## Potenzialanalyse

---

maximal verortbare Anzahl von Sonden. Diese Analysen bilden die Grundlage für die Berechnung des potenziellen Wärmedeckungsanteils je Gebäude. In einem weiteren Schritt werden die flurstücks- bzw. gebäudescharfen Daten auf Clusterebene aggregiert und dargestellt.

### Ermittlung potenzieller Flächen:

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung stellt die KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg den Kommunen das landesweit ermittelte Erdwärmesonden-Potenzial zur Verfügung, das in einer Studie erstellt wurde. Das Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) dient als Datengrundlage zur Potenzialerschließung von oberflächennaher Geothermie für dezentrale Sonden.

Relevante Parameter, die bei der Potenzialabschätzung berücksichtigt werden müssen, lassen sich wie folgt definieren:

- Wasserschutzgebiete
- Heilquellenschutzgebiete
- Bohrtiefenbegrenzungen
- Geothermische Effizienz des Untergrunds

Diese Parameter müssen ganzheitlich analysiert werden, um eine umfassende Potenzialabschätzung vornehmen zu können.

### Ergebnis:

Die Potenzialanalyse für das Gemarkungsgebiet stellt den theoretisch möglichen Wärmedeckungsbetrag dar, wobei bereits definierte Ausschlusskriterien berücksichtigt werden. Wie bereits zuvor erläutert, wird das vorhandene Potenzial für Geothermie eher als "stilles Potenzial" betrachtet. Aufgrund dieser Einschätzung wird das Geothermiepotenzial daher nicht weiter in die Analyse einbezogen, gleichwohl sowohl private wie auch kommunale Gebäude, oder auch der GHD-Sektor, diese Möglichkeit je nach Eignung nutzen und ausbauen können.

Die folgende Abbildung stellt die entziehbare Energie auf den Flurstücken in Göppingen dar und zeigt auf, dass wegen der Vielzahl von grundwasserführenden Schichten, Heilquellen und Wasserschutzgebieten die Möglichkeiten jedoch räumlich eingeschränkt sind.

## Potenzialanalyse

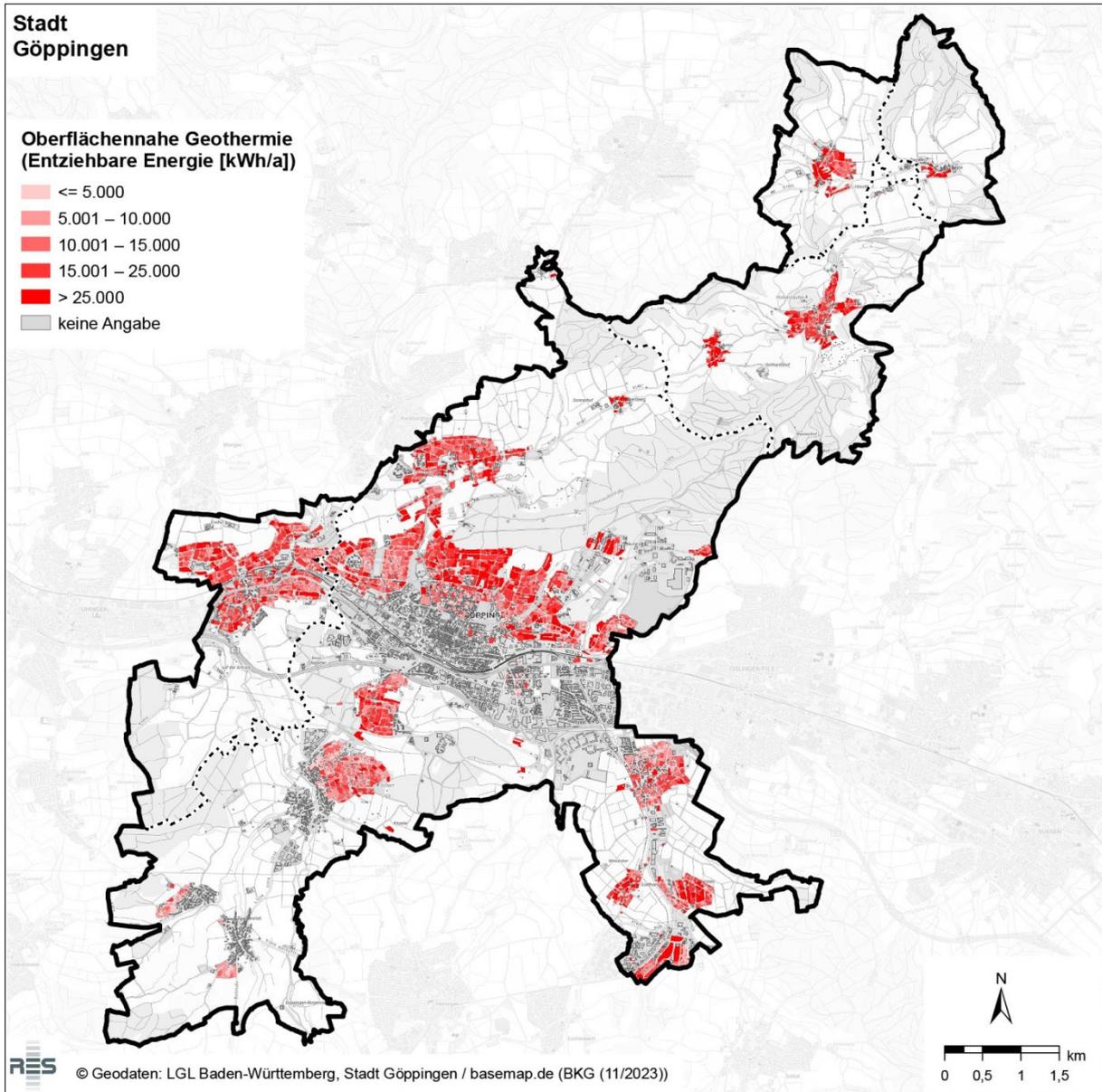


Abbildung 3.9: Potenzialanalyse Geothermie Sonden auf Basis der von der KEA bereitgestellten Daten

Quelle: Eigene Darstellung

### 3.2.2.8. Oberflächennahe Geothermie – Sonden auf Freiflächenanlagen

#### Beschreibung

In einem letzten Schritt der Analyse der oberflächennahen Geothermie, werden auch die Nutzungsmöglichkeiten auf Freiflächen für Wärmenetze analysiert.

## Potenzialanalyse

### Datengrundlage

Die Ermittlung geeigneter Freiflächen erfolgt nach dem gleichen Verfahren wie bei Freiflächenkollektoren. Gegensätzlich zur Ermittlung der horizontalen Kollektoren, wird das technische Wärmepotenzial anhand der maximal möglichen Anzahl von vertikalen Erdwärmesonden vorgenommen. Die maximale Anzahl an installierbaren Sonden lässt sich durch die Geometrie der Fläche, den Sondenabständen sowie der Bohrtiefenbegrenzung berechnen. Die Berechnung dieses Potenzials liefert den möglichen Wärmedeckungsanteil auf Cluster-ebene für das Gemarkungsgebiet der Stadt Göppingen.

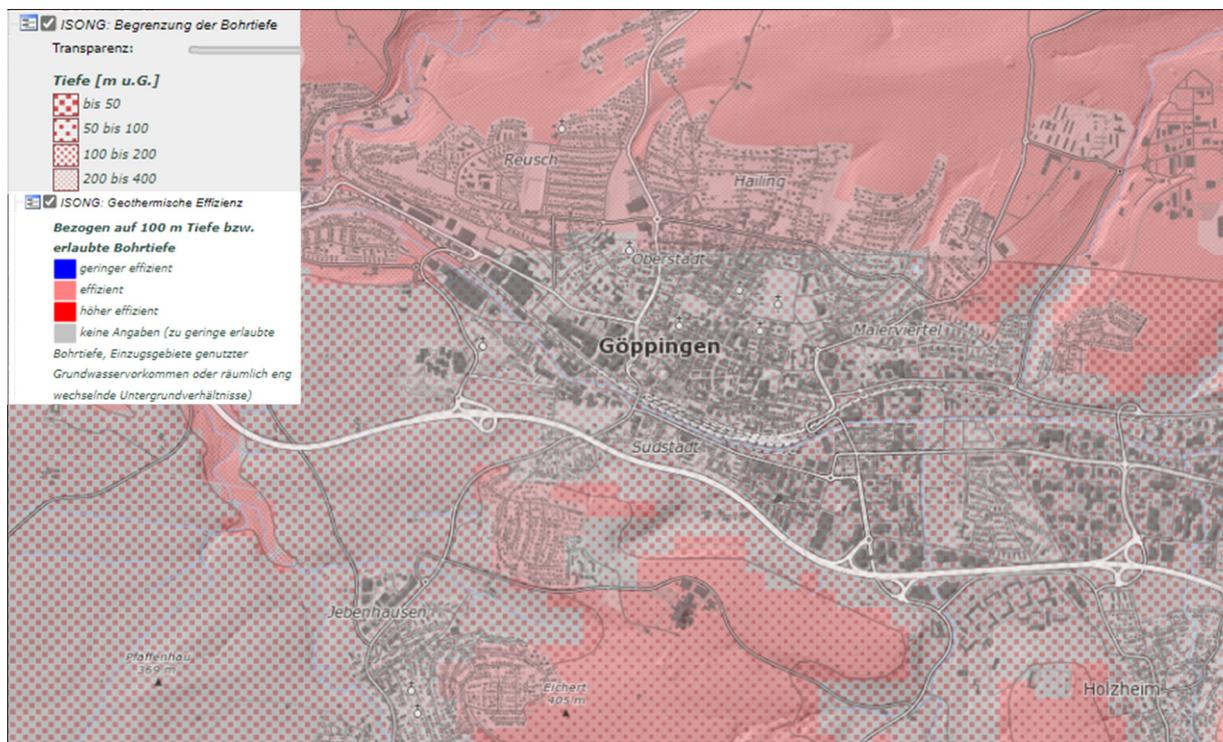


Abbildung 3.10: Geothermische Effizienz und Begrenzung der Bohrtiefe

Quelle: [Informationssystem oberflächennahe Geothermie BW \(ISONG\) \(lgrb-bw.de\)](http://Informationssystem oberflächennahe Geothermie BW (ISONG) (lgrb-bw.de))

### Ergebnis

Das Ergebnis der Untersuchung der Freiflächen-Sonden zeigt, dass es prinzipiell innerhalb der zugelassenen Gebiete teilweise ein effizientes Potenzial für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie auf dem Gemarkungsgebiet Göppingen gibt, in diese Ausarbeitung jedoch nicht quantitativ einfließt, da zur Bewertung des möglichen Potenzials noch weitere Untersuchungen notwendig sind.

## Potenzialanalyse

---

### 3.2.2.9. Grundwasser

#### Beschreibung

Im Kontext einer klimaneutralen Wärmeversorgung kann Grundwasser als eine sinnvolle Energiequelle für den Betrieb von Wärmepumpen dienen. Gewöhnlich weist Grundwasser Temperaturen von etwa 8 bis 12 Grad auf, was einen äußerst effizienten Betrieb von Wärmepumpen ermöglicht. Bei ausreichender Menge, geeigneter Temperatur und Qualität sowie angemessener Tiefe des Grundwassers kann diese Ressource mithilfe einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe erschlossen werden.

#### Datengrundlage

Für die Potenzialanalyse werden Gebiete betrachtet, die eine Nutzung des Grundwassers grundsätzlich nicht ausschließen und daher nicht in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten liegen. Das "Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (I-SONG)" bietet Daten zum Ausschluss von Grundwassernutzungsgebieten. Darüber hinaus stellt auch die zuständige Wasserbehörde der Stadt und des Landkreises entsprechende Informationen zur Verfügung.

#### Ergebnis

Die nachfolgende Abbildung zeigt alle grundsätzlich geeigneten Gebiete für eine weitere Grundwassernutzung. Dabei handelt es sich lediglich um eine erste Abschätzung bzw. Positivauswahl, die keine tiefere Analyse einschließt. Daher wird auch kein Wärmedeckungspotenzial ausgewiesen, und vertiefende Analysen sind notwendig.

## Potenzialanalyse

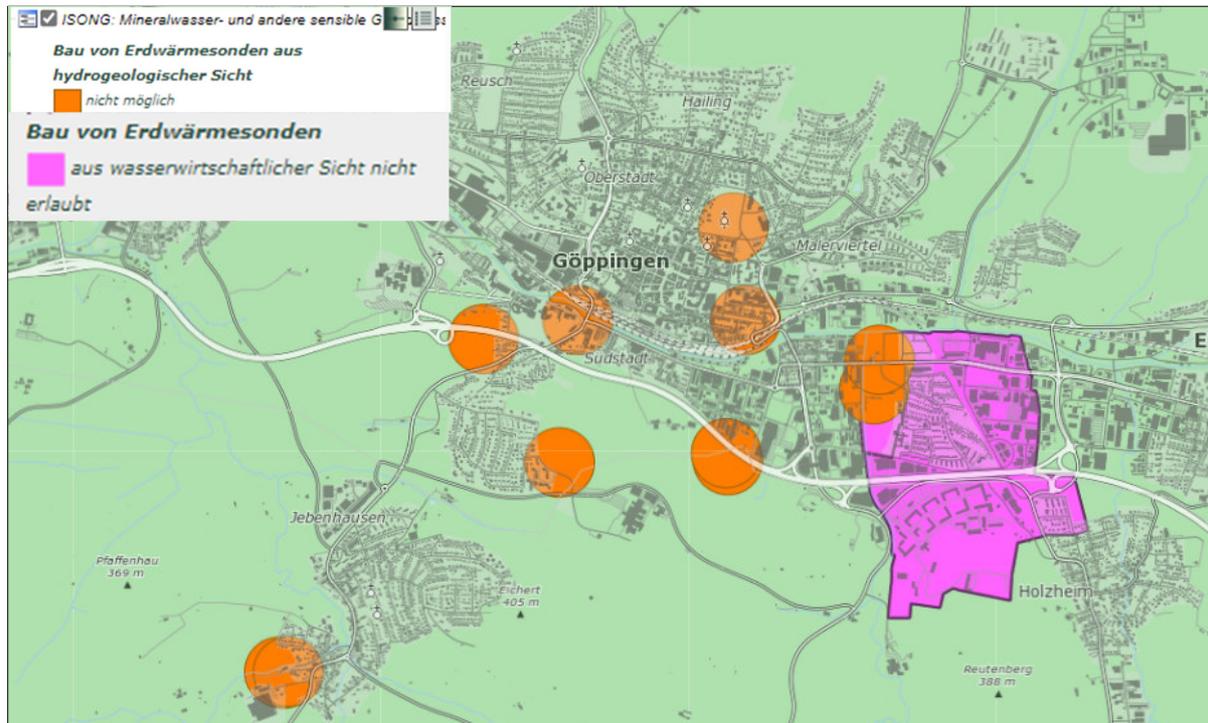


Abbildung 3.11: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete

Quelle: [Informationssystem oberflächennahe Geothermie BW \(ISONG\) \(lgrb-bw.de\)](http://Informationssystem oberflächennahe Geothermie BW (ISONG) (lgrb-bw.de))

### 3.2.2.10. Solarthermie – Dachflächen

#### Beschreibung

Solarthermie ist eine nachhaltige und umweltfreundliche Technologie, die Solarenergie zur Erzeugung von Wärme nutzt. Im Unterschied zur Photovoltaik, welche Sonnenlicht in elektrische Energie umwandelt, fokussiert sich die Solarthermie auf die direkte Erwärmung von Flüssigkeiten oder Gasen durch Sonnenkollektoren. Die Leistung solcher Anlagen hängt von der auftreffenden Einstrahlungsleistung ab. Durch installierte Solarkollektoren wird solare Strahlungsenergie in nutzbare Wärme für die Brauchwassererwärmung, Heizung und Prozesswärme umgewandelt. Im Rahmen der Potenzialanalyse der Solarthermie wurden alle in Frage kommenden Dachflächen untersucht und quantitativ erfasst

#### Datengrundlage

Das Potenzial für Solarthermie auf Dachflächen wurde mithilfe des GIS-Angebots des Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt, welches im Rahmen des Solarkatasters verfügbar ist.

## Potenzialanalyse

### Ergebnis:

Im Zuge gemeinsamer Abstimmung und gestützt auf Erfahrungswerte und detaillierte Analysen wird grundsätzlich die umfassende Verwendung von Solarenergie zur Stromversorgung aufgrund ihrer deutlich höheren Effizienz priorisiert. Daher steht die Photovoltaik (Stromerzeugung) im Vordergrund. Eine Ausnahme von dieser Priorisierung wird nur in Gebieten gemacht, in denen ein Ausbau des Stromnetzes nicht realisierbar ist. In solchen Fällen wird der Vorzug solarthermischen Anlagen gegenüber Photovoltaikanlagen gewährt, um die Wärmeversorgung sicherzustellen.

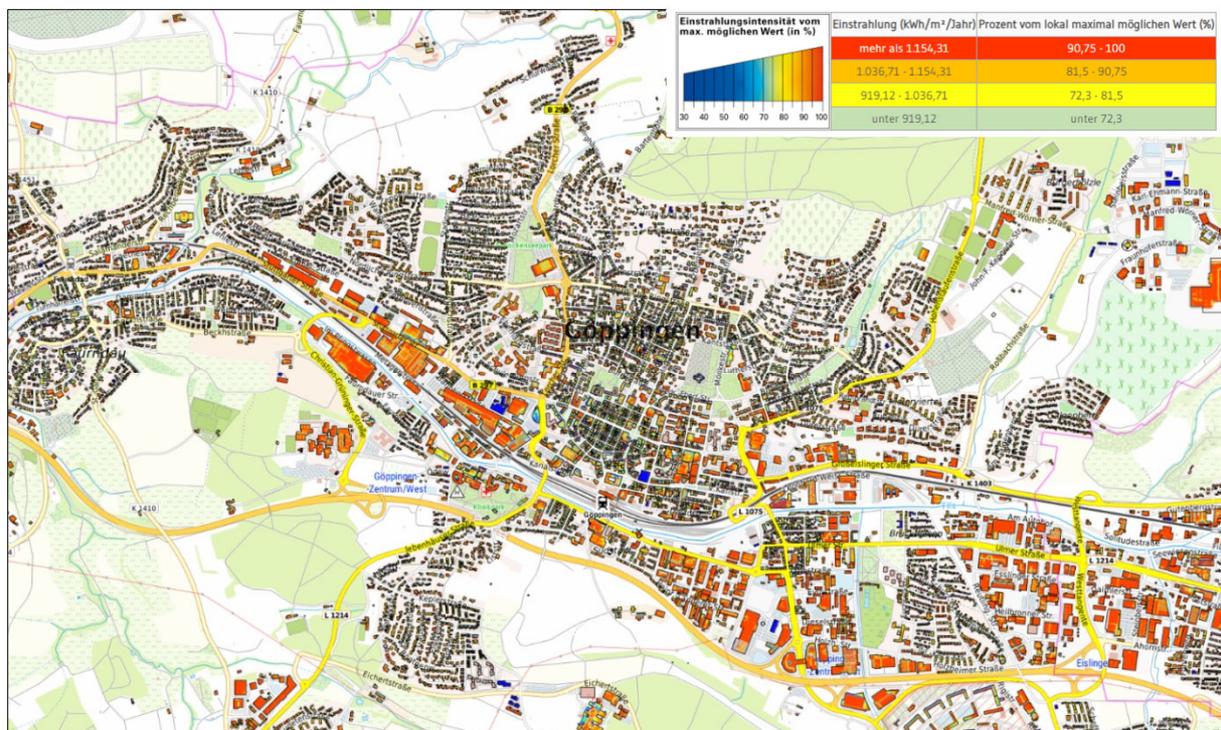


Abbildung 3.12: Potenzialkarte Solar auf Dachflächen auf Baublockebene

Quelle: [Solare Einstrahlung - Energieatlas \(energieatlas-bw.de\)](http://energieatlas-bw.de)

### 3.2.2.11. Solarthermie – Freiflächen

#### Beschreibung

Neben der Möglichkeit zur Installation von solarthermischen Anlagen auf Gebäudedächern rückt die Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen zunehmend in den Fokus. Solarthermie kann auch Nah- und Fernwärmenetze versorgen, indem Wärme von einer zentralen Solarthermie-Anlage in ein Wärmenetz eingespeist wird. Pufferspeicher mit großem Fassungsvermögen ermöglichen dabei die zeitliche Trennung zwischen der Erzeugung der Solarthermie

## Potenzialanalyse

---

und der Einspeisung in das Nah- oder Fernwärmenetz. In der Regel deckt die Solarwärme jedoch nur einen Teil des Wärmebedarfs (solarer Deckungsgrad) von etwa bis zu 50 Prozent ab. Der verbleibende Wärmebedarf wird bei Bedarf bivalent von Wärmeerzeugern wie Heizkesseln, Blockheizkraftwerken (BHKW) oder Wärmepumpen bereitgestellt.

### Datengrundlage

Die Methode zur Identifikation von Freiflächen für Solarthermieanlagen folgt dem bereits beschriebenen Ansatz. Die verbleibenden Flächen werden in Zusammenarbeit mit der Kommunalverwaltung und verschiedenen Stakeholdern für verschiedene Nutzungsarten im Bereich der Energieinfrastruktur erfasst und priorisiert.

### Ergebnis

Die Flächen, die für Freiflächen-Solaranlagen vorgesehen werden können, sind momentan noch in Abstimmung und können daher hinsichtlich des Potenzials für eine regenerative Stromerzeugung noch nicht bewertet werden.

#### 3.2.2.12. Tiefengeothermie

##### Beschreibung

Tiefengeothermie bezeichnet die geothermische Energiegewinnung in Tiefenlagen zwischen 400 und 5.000 Metern unter der Erdoberfläche. Im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie zeichnen sich diese Tiefenlagen durch erheblich höhere Temperaturen aus. Tiefengeothermie kann sowohl zur Wärmeversorgung als auch zur Stromerzeugung genutzt werden.

In der Potenzialanalyse für Tiefengeothermie ist eine eingehende Untersuchung von Temperaturanomalien im Untergrund erforderlich. Temperaturanomalien geben Aufschluss darüber, ob in den Tiefen signifikant höhere Temperaturen vorhanden sind. Das Vorhandensein solcher Temperaturanomalien kann erhebliche Nutzungspotenziale für die Tiefengeothermie darstellen.

##### Datengrundlagen

Im Zuge der vorliegenden Potenzialanalyse wurden die Daten des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) für Baden-Württemberg konsultiert. Dafür wurden Karten zur Verteilung der Untergrundtemperaturen aus dem Internet bezogen und analysiert.



## Potenzialanalyse

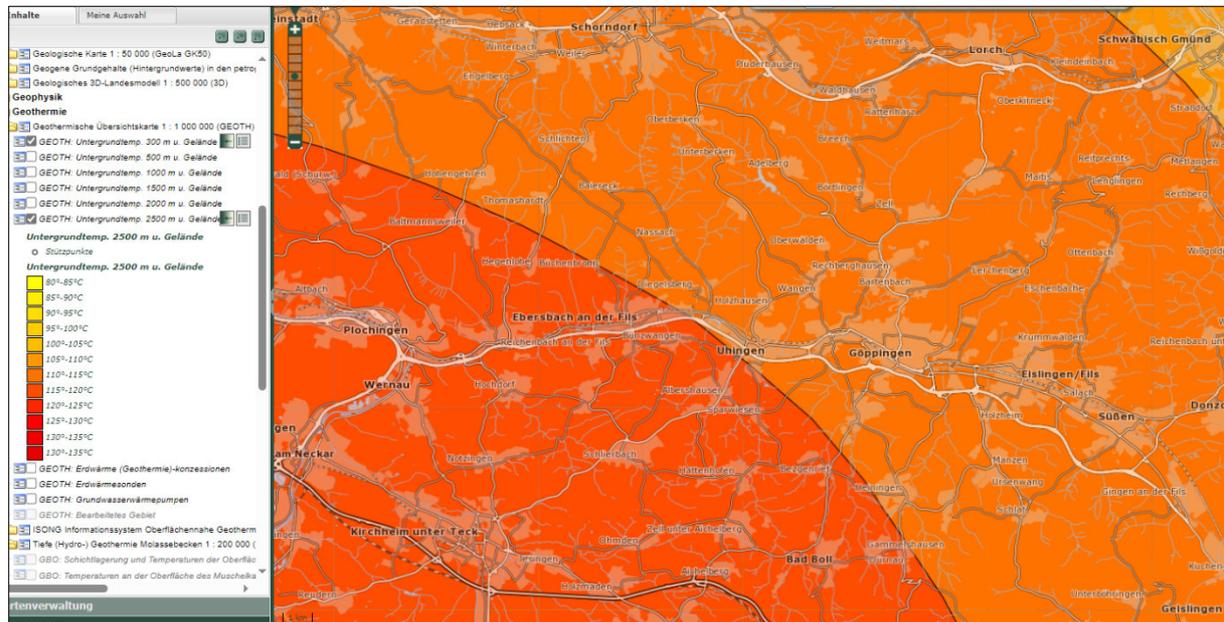


Abbildung 3.14: Potenzialkarte "Tiefengeothermie" in 2.500 m

Quelle: [LGRB-Kartenviewer \(lgrb-bw.de\)](http://lgrb-kartenviewer.lgrb-bw.de)

Für das angestrebte Szenario einer "klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040" wurde das Potenzial der Tiefengeothermie auf dem Gemarkungsgebiet Göppingen nicht vertieft analysiert und daher nicht quantitativ in die Untersuchung einbezogen.

### 3.2.2.13. Umweltwärme

#### Beschreibung

Umweltwärme ist die natürliche Wärmeenergie, die in Boden, Grundwasser, Seen sowie anderen Wasserflächen und auch in der Luft gespeichert ist. Diese Wärme stammt ursprünglich von der Sonne, die unseren Planeten das ganze Jahr über bestrahlt.

Die Potenziale der Umweltwärme, insbesondere im Zusammenhang mit der Außenluft, können theoretisch unabhängig von lokalen Gegebenheiten genutzt werden. Wärmepumpen können mit der Wärmequelle Außenluft äußerst effizient betrieben und an den meisten Standorten eingesetzt werden.

Außenluft-Wärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme, indem Ventilatoren die Außenluft durch den Verdampfer der Wärmepumpe leiten. Dort wird die Wärme an ein Kältemittel übertragen, das verdampft. Durch den Verdichter wird das Kältemittel auf ein höheres Druck- und Temperaturniveau gebracht und entzieht der Luft die Wärme. Die Temperatur wird durch Kompression gesteigert, und die gewonnene Wärme kann zum Heizen

## Potenzialanalyse

---

genutzt werden. Prinzipiell lassen sich Außenluft-Wärmepumpen in Luft-Luft- und Luft-Wasser-Wärmepumpen unterteilen.

### Datengrundlage

Als Grundlage für die Datenerhebung dienen die Bebauungs- und Stadtpläne der Stadt Göppingen. Diese Pläne bieten detaillierte Informationen über Baudichten und Baustrukturen in der Stadt.

### Ergebnis

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird grundsätzlich von einem vorhandenen Potenzial der Außenluft ausgegangen. Ausnahmen bilden lediglich dicht besiedelte Cluster, wie beispielsweise der Innenstadtbereich, in denen das Potenzial der Außenluft aufgrund von begrenzten verfügbaren Flächen für Anlagen und den zu beachtenden Geräuschpegeln nicht berücksichtigt wird.

#### 3.2.2.14. Biomasse

##### Beschreibung

Unter dem Begriff "Biomasse" fallen sämtliche Arten von Pflanzen sowie pflanzliche und tierische Nebenprodukte und Reststoffe. Durch die Verwertung dieser Biomassequellen können feste, flüssige und gasförmige Energieträger erzeugt werden.

Gemäß dem technischen Anhang der Kommunalrichtlinie wird bei der Planung und Implementierung von Biomasse im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein effizienter und ressourcenschonender Ansatz verfolgt. Die Nutzung von Biomasse in der Wärmeversorgung erfolgt demnach nur an Stellen, an denen akzeptable Alternativen nicht verfügbar sind und unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Aspekte. Dabei wird angestrebt, die energetische Verwertung von Biomasse vorrangig auf Abfall- und Reststoffe zu beschränken. (Quelle: [Technischer Annex der Kommunalrichtlinie \(klimaschutz.de\)](https://www.klimaschutz.de/TechnischerAnnexderKommunalrichtlinie)).

##### Biomasse aus der Landwirtschaft

Das Stadtgebiet Göppingen setzt sich aus einer Gesamtfläche in Höhe von 5.923 Hektar zusammen. Hiervon entfallen rund 2.673 Hektar und somit mehr als 45 Prozent auf Landwirtschaftsfläche. Legt man pro Hektar landwirtschaftlicher Fläche den Stromertrag von 23.000 kWh zu Grunde, könnte eine Strommenge von ca. 61.500 MWh erzeugt werden. Da dies jedoch auch vor dem Hintergrund der Diskussion „Teller statt Tank“ ein unrealistisches Szenario darstellt, wird ein weiterer Ausbau an Stromerzeugungsanlagen aus Biomasse der bisher

## Potenzialanalyse

vorhandenen 2 Biogasanlagen auf der Gemarkung nicht in die Wärmewendestrategie aufgenommen.

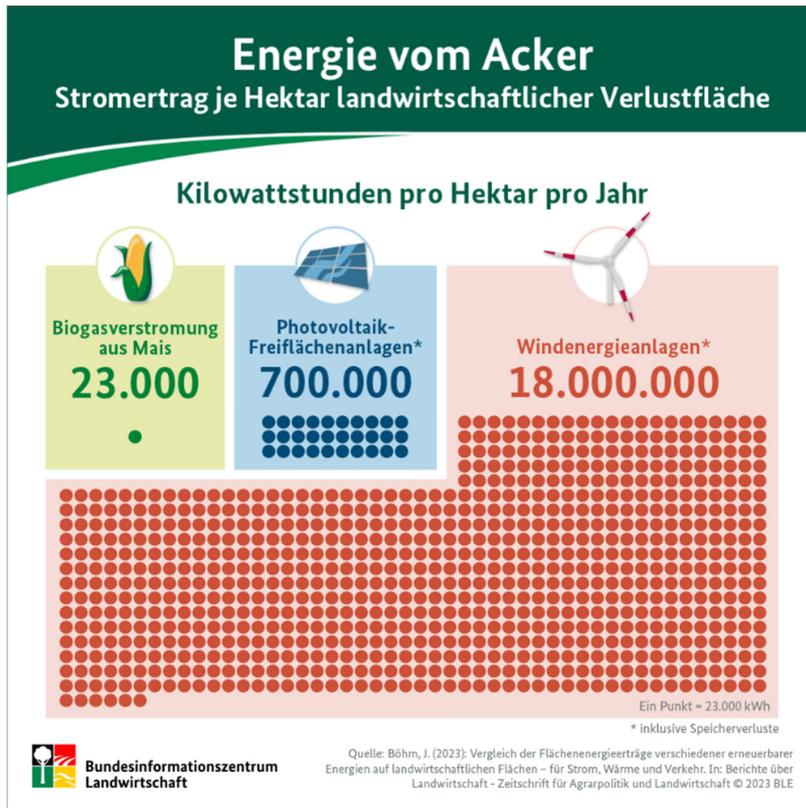


Abbildung 3.15: Stromertrag je Hektar pro Jahr

Quelle: Bundesinformationszentrum Landwirtschaft

### Biomasse aus Forstwirtschaft

Die größte Menge, die in der Stadt Göppingen, als Biomasse genutzt werden kann, ist die Biomasse Holz, welche aus den Wäldern in unterschiedlichen Besitzverhältnissen auf der Gemarkung Göppingen nachhaltig genutzt werden kann.

Rund 1.305 Hektar und somit etwa 22 Prozent der Gesamtfläche entfallen auf Waldfläche. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde lediglich Waldrestholz als relevantes Energiepotenzials berücksichtigt. Es wird angenommen, dass der Flächenertrag an Waldrestholz, welches nachhaltig für die Verbrennung genutzt werden darf, auf 2,45 (7 Fm/ha Gesamtholz x 35%) begrenzt wird. Daraus folgt eine Wärmemenge von ca. 7.350 MWh/a. Im Jahr 2020 wurden ca. 20.600 MWh Endenergie für die Beheizung mit Biomasse verbraucht, was etwa dreimal der Menge an nachwachsender Biomasse Wald auf Göppinger Gemarkung entspricht. Da jedoch die Herkunft der Biomasse nicht bekannt ist, und damit auch Alt- oder Abfallholz enthalten sein kann, wird davon ausgegangen, dass die Menge im Jahr 2020 zumindest

## Potenzialanalyse

nicht weiter erhöht wird und als Potenzial auch in den nächsten Jahren zur Verfügung stehen wird.

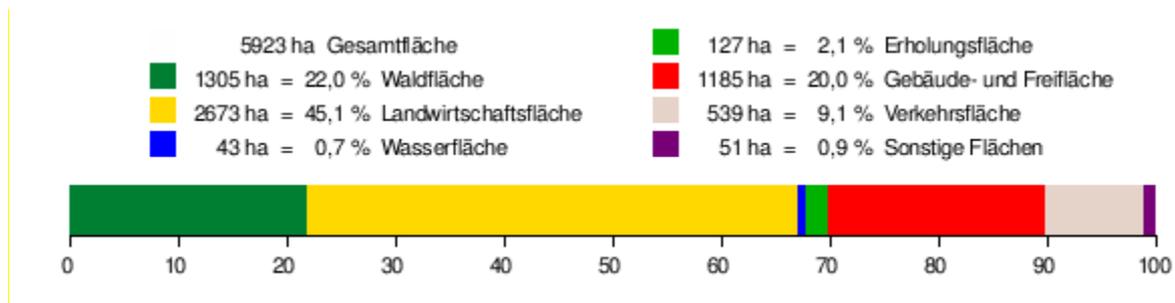


Abbildung 3.16: Flächenaufteilung der Stadt Göppingen

Quelle: Statistisches Bundesamt: Karte der Biomasse mit Landwirtschaft und Wald

### 3.2.2.15. Kraft-Wärme Kopplung (KWK)

#### Beschreibung

Kraft-Wärme-Kopplung ist die gleichzeitige Umwandlung von Energie in mechanische oder elektrische Energie und nutzbare Wärme innerhalb eines thermodynamischen Prozesses. Die parallel zur Stromerzeugung produzierte Wärme wird zur Beheizung und Warmwasserbereitung oder für Produktionsprozesse genutzt. Der Einsatz der KWK mindert den Energieeinsatz und daraus resultierende Kohlendioxid-Emissionen. In der Wärmeplanung dürfen zukünftig nur Anlagen berücksichtigt und eingesetzt werden, welche mit Biomasse (z. B. Biogas, Holzgas, Klär- oder Deponiegas) betrieben werden.

#### Datengrundlage

Die Datenerhebung basiert auf dem Marktstammdatenregister, das eine Übersicht über alle in Deutschland registrierten Energieanlagen bietet. Zum aktuellen Stand sind lediglich fünf KWK-Anlagen in der Stadt Göppingen gelistet, die Biomasse nutzen und nicht in ein Wärmenetz einspeisen.

#### Ergebnis

Da nicht zuletzt wegen den im vorigen Kapitel ausgeführten Erläuterungen zur Biomassestrategie der Bundesregierung („Teller statt Tank“) und dem großen Flächenverbrauch zur Gewinnung der notwendigen Biomasse, wird in dieser Wärmeplanung das theoretische Potenzial der KWK im Jahr 2024 nicht mehr berücksichtigt. Weiterhin bestehen Unsicherheiten über die künftige EEG-Entwicklung und die Ausschreibungsbedingungen für Biogas-BHKW, was die wirtschaftliche Perspektive für neue KWK-Anlagen zusätzlich erschwert.

## Potenzialanalyse

---

### 3.2.2.16. Sonstige Energieträger – Grüne Gase

#### Beschreibung

Als grüne Gase werden alle gasförmigen Energieträger bezeichnet, bei deren Verbrennung nicht mehr CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, als zuvor der Atmosphäre entnommen wurden, also klimaneutrale, gasförmige Energieträger. In die Kategorie der grünen Gase fallen beispielweise Biogas, Biomethan, grüner Wasserstoff sowie synthetisch erzeugte Gase, die auf Basis von erneuerbaren Energien hergestellt wurden.

- **Wasserstoff:** Grüner Wasserstoff wird mithilfe von Elektrolyse hergestellt, bei der Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten wird. Die benötigte Elektrizität stammt aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind- oder Solarenergie. Grüner Wasserstoff hat das Potenzial, als vielseitiger Energieträger für industrielle Prozesse, die Mobilität und die Stromerzeugung zu dienen.  
Für die Herstellung von einem Kilogramm grünen Wasserstoff werden ca. 55 kWh erneuerbarer Strom und ca. 10 Liter Wasser benötigt.
- **Biomethan:** Biomethan entsteht durch die anaerobe Vergärung von organischen Materialien wie Abfällen, Klärschlamm und Biomasse. Es ist ein erneuerbares Gas, das zur Einspeisung in das Erdgasnetz oder als Kraftstoff für Fahrzeuge verwendet wird. Biomethan trägt zur Verringerung von Methanemissionen bei und fördert eine nachhaltige Abfall- und Energiebewirtschaftung.
- **Synthetische Gase:** Diese Gase werden mithilfe von Power-to-Gas-Technologien hergestellt, bei denen erneuerbare Energie zur Erzeugung von Gasen wie Methan oder synthetischem Ammoniak verwendet wird. Sie können als Speichermedien für erneuerbare Energie dienen und in industriellen Prozessen sowie in der Mobilität eingesetzt werden.

Die sogenannten grünen Gase, können sowohl lokal auf dem Stadtgemarkungsgebiet erzeugt oder perspektivisch über die vorgelagerte Gasinfrastruktur bezogen werden. Folglich können diese Energieträger auch als nicht-lokale Ressource eingestuft werden und können ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sorgen.

#### Datengrundlage

Laut dem technischen Annex der Kommunalrichtlinie (Nationale Klimaschutzinitiative vom 18. Oktober 2022) sind „grüne Gase effizient und ressourcenschonend nur dort in der Wärmeversorgung einzuplanen und einzusetzen, wo vertretbare Alternativen fehlen.“ [Technischer Annex der Kommunalrichtlinie \(klimaschutz.de\)](#)

## Potenzialanalyse

---

Folglich finden die grünen Gase unter folgenden Randbedingungen Berücksichtigung:

1. **Keine Verfügbarkeit ausreichender lokaler Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale im Cluster:** In Regionen, in denen keine ausreichenden Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale auf Clusterebene vorhanden sind, wird die Berücksichtigung von grünen Gasen in Betracht gezogen.
2. **Anforderungen von Clustern mit Hochtemperaturwärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozessen in der Industrie:** Clustereinheiten mit spezifischen Anforderungen an Hochtemperaturwärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozesse in der Industrie werden bei der Prüfung von grünen Gasen berücksichtigt.
3. **Spitzenlastbereitstellung bei größeren Verbrauchern und Heizzentralen erforderlich:** Wenn eine Spitzenlastbereitstellung bei größeren Verbrauchern und Heizzentralen notwendig ist, wird dies als eine Randbedingung für die Einbeziehung grüner Gase betrachtet.
4. **Gasnetzinfrastruktur liegt vor:** Die Existenz einer Gasnetzinfrastruktur in der Region ist eine Voraussetzung für die Berücksichtigung von grünen Gasen.

Nach Prüfung und Erfüllung der oben genannten Kriterien erfolgt im weiteren Zielfotoprozess eine Abwägung, ob die Nutzung von grünen Gasen auf Clusterebene als sinnvolle Option in Betracht kommt.

### **3.2.3. Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung**

Zusätzlich zu den Potenzialen für erneuerbare Wärme werden im Folgenden auch die relevanten Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung auf dem Gemarkungsgebiet betrachtet. Dabei werden Photovoltaik, Windkraft sowie Wasserkraft analysiert.

#### **3.2.3.1. PV-Dachflächen**

Ein großes Potenzial, welches noch erschlossen werden kann, sind die bis dato noch nicht genutzten Dachflächen der Gebäude. Hier wurden sämtliche Dachflächen untersucht und mit einer überschlägigen Simulation auf Ihren potenziellen Stromertrag untersucht. Die folgende Abbildung zeigt die Anzahl der geeigneten Gebäude und die potenziellen Stromerträge hinsichtlich der installierbaren Leistungen wie auch der erzeugten Strommengen.

Potenzialanalyse

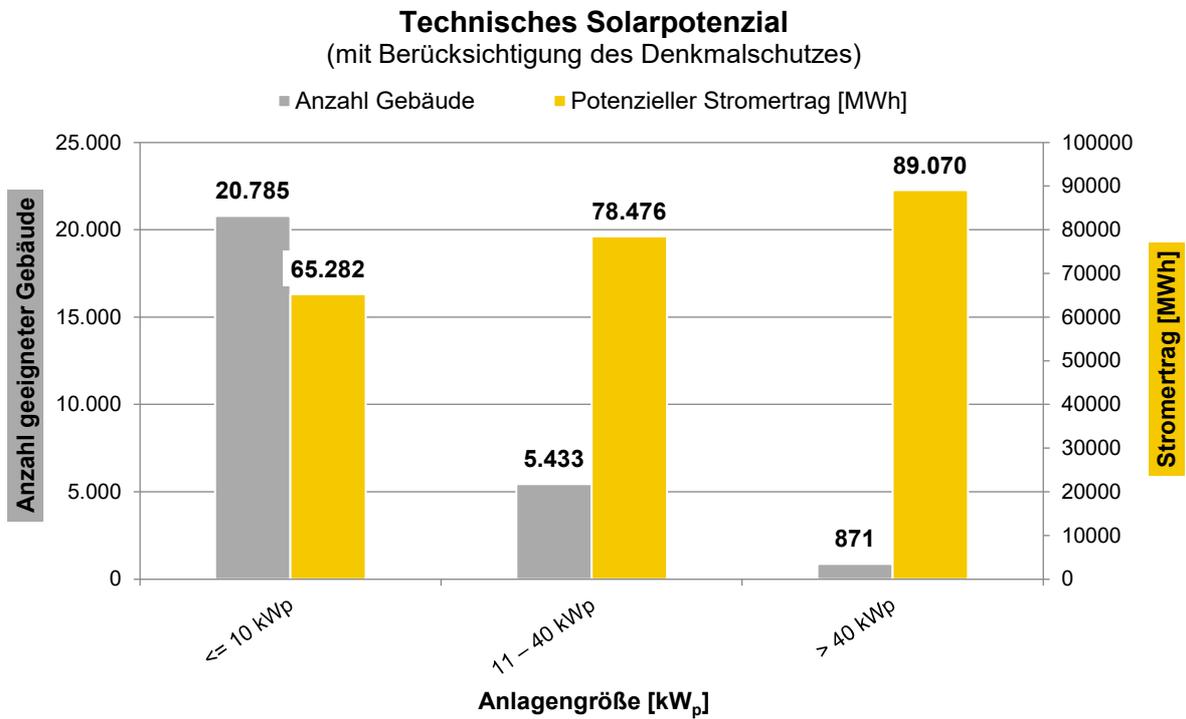


Abbildung 3.17: Solarpotenzial PV auf Gebäudedächern

Quelle: Eigene Darstellung

Potenzialanalyse

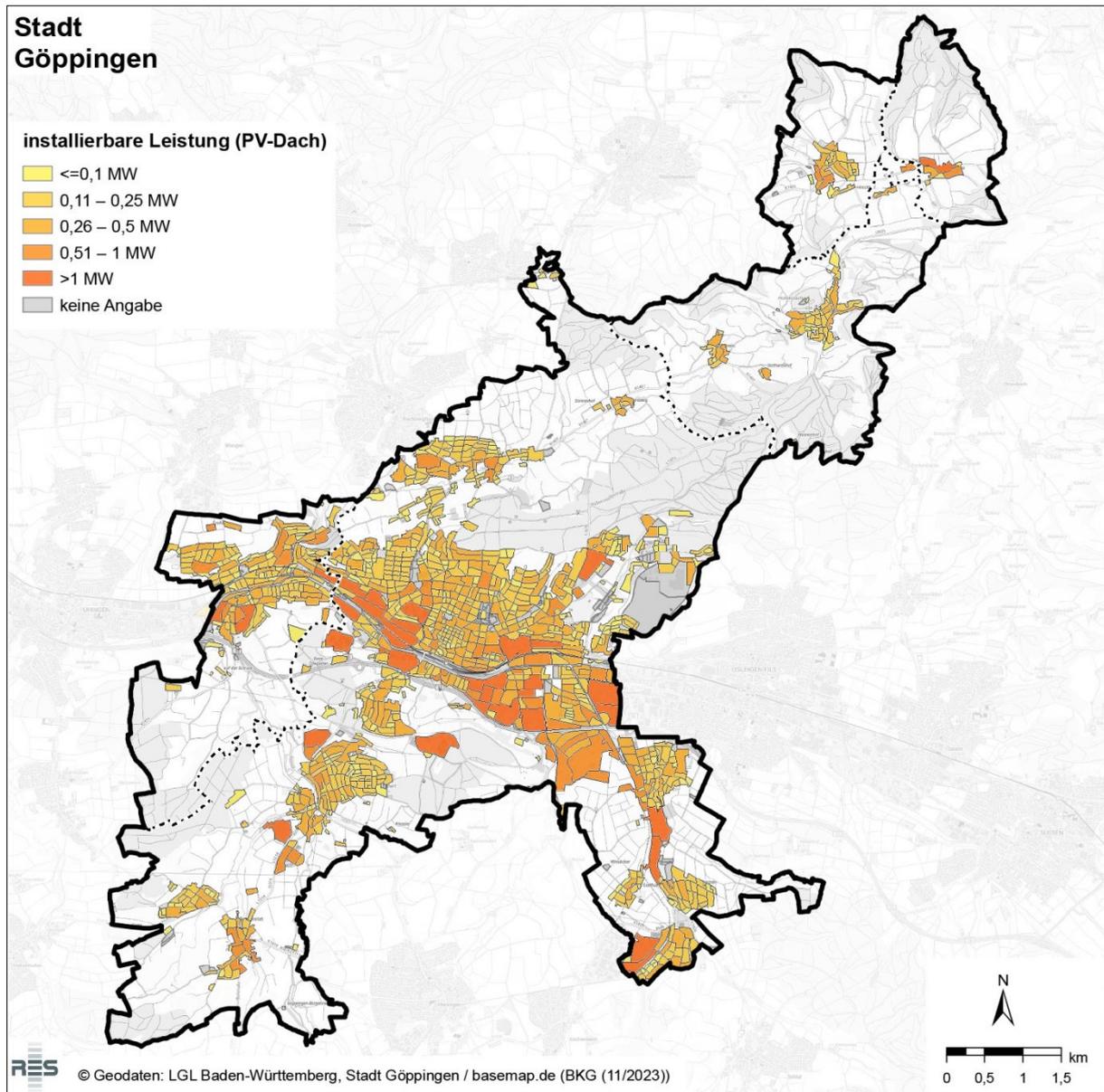


Abbildung 3.18: Solarpotenzial auf Baublockebene

Quelle: Eigene Darstellung

## Potenzialanalyse

Tabelle 3.3: Zusammenstellung Solarpotenzial Dachflächen

Technisches Solarpotenzial nach Anlagengröße (alle Gebäude) unter Berücksichtigung des bekannten Denkmalschutzes			
Leistungsklasse	Anzahl Gebäude	Potenzieller Stromertrag [MWh] pro Jahr	Potenzielle Leistung [kW <sub>p</sub> ]
<= 10 kW <sub>p</sub>	20.785	65.282	75.460
11 – 40 kW <sub>p</sub>	5.433	78.476	94.580
> 40 kW <sub>p</sub>	871	89.070	101.448
<b>GESAMT</b>	<b>27.089</b>	<b>232.827</b>	<b>271.489</b>

### 3.2.3.2. Freiflächen PV-Anlagen

#### Beschreibung

Die Stromerzeugung durch Photovoltaik ist ein entscheidender Faktor für die Umsetzung der Energiewende. Neben dem intensiven Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Dachflächen ist auch eine Erweiterung von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen unerlässlich. PV-Anlagen auf Freiflächen weisen hohe Erzeugungskapazitäten auf und können beispielsweise für den Betrieb von Großwärmepumpen zur Versorgung von Wärmenetzen genutzt werden.

#### Datengrundlagen

Die Methodik zur Identifizierung potenziell geeigneter Flächen für die Kategorie "Photovoltaik – zentral" gleicht größtenteils der Vorgehensweise für "Solarthermie - zentral". Die Datengrundlage zur Ermittlung der geeigneten Flächen ist identisch mit der für die zentrale Solarthermie.

#### Ergebnis

Die nachfolgende Abbildung stellt die potenziellen Freiflächen dar, wie sie in der vorläufigen regionalen Suchraumkulisse (Stand 2020) gemäß der „Unterrichtung über die Verfahrenseröffnung zur Teilfortschreibung des Regionalplans für die Region Stuttgart in den Funktionsbereichen Freiflächen-Photovoltaik und Vorranggebiete für regionalbedeutsame Windkraftanlagen gemäß § 9 Abs. 1 ROG“ vorgeschlagen wurde. Diese Flächen sind als potenzielle

## Potenzialanalyse

---

Standorte für diverse Nutzungen vorgesehen und wurden entsprechend den planerischen Vorgaben und Kriterien identifiziert. Die potenziell zur Verfügung stehenden Flächen werden nun innerhalb der Region abgestimmt und spätestens zum 30.09.2025 von der Region Stuttgart als Vorranggebiete festgelegt. Der Regionalplan dient als wichtiges Instrument zur Raumordnung und strukturierten Entwicklung einer Region, indem er potenzielle Flächen für verschiedene Zwecke festlegt, darunter auch solche, die für oberflächennahe Geothermieprojekte in Betracht kommen könnten.

Die Auswahl dieser Freiflächen basiert auf einer umfassenden Analyse verschiedener Faktoren, darunter geologische Beschaffenheit, Umweltauswirkungen, infrastrukturelle Anbindung und landwirtschaftliche Nutzung.

## Potenzialanalyse

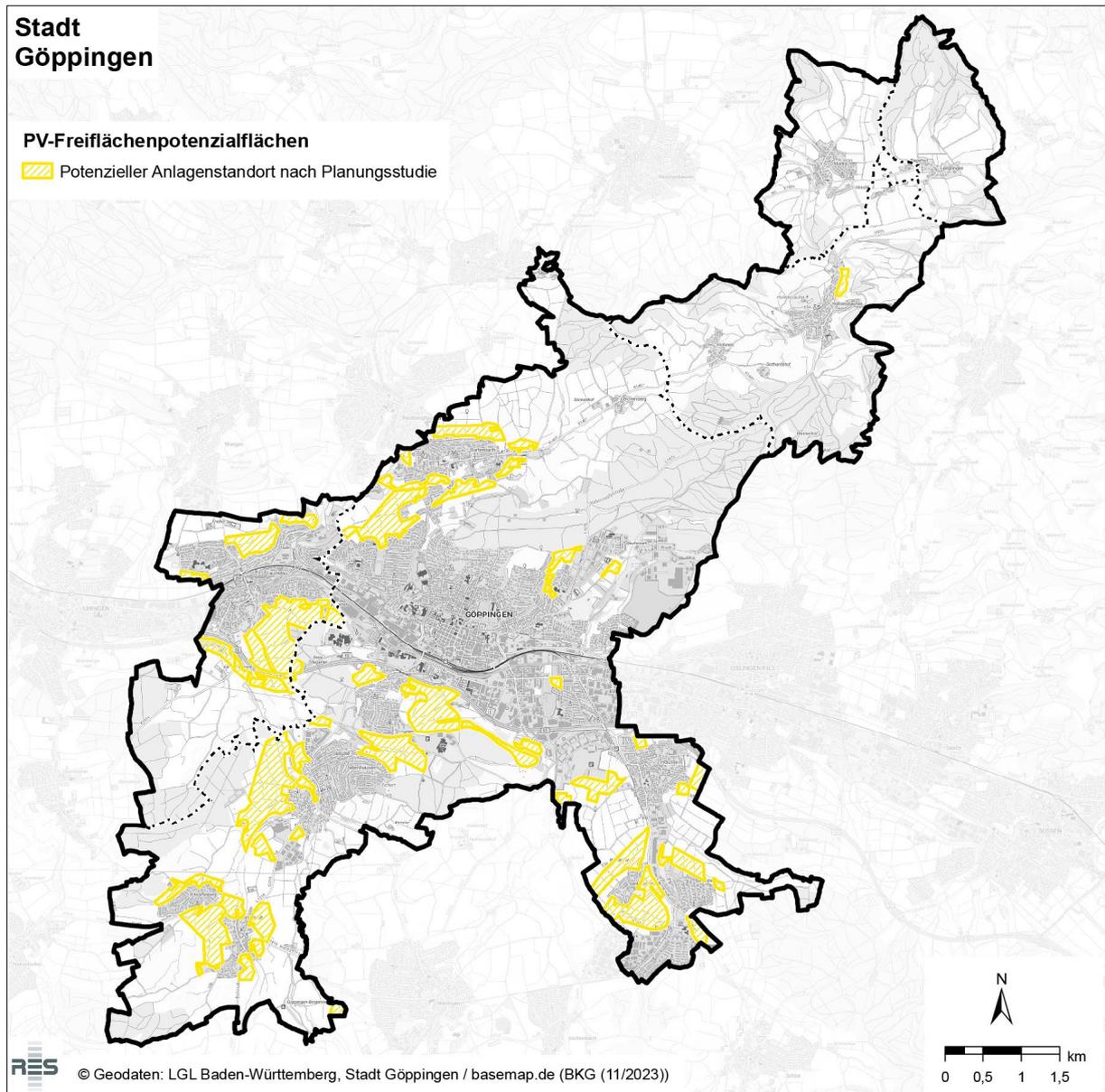


Abbildung 3.19: PV-Freiflächenpotenzial nach Suchraumkulisse (Stand 2020)

Quelle: Eigene Darstellung

Eine Potenzialanalyse und damit eine rechnerische Bewertung hinsichtlich der zu erwartenden regenerativen Stromerträge ist erst dann möglich, wenn diese Flächen auch tatsächlich im Regionalplan 2025 festgeschrieben wurden.

## Potenzialanalyse

---

### 3.2.3.3. Windkraft

#### Beschreibung

Die Windenergieanlage nutzt die in der Luft enthaltene Leistung des Windes, um diese mithilfe eines Windrotors zunächst in mechanische Energie und anschließend über einen Generator in elektrische Energie umzuwandeln. Die Ausbauziele für die Windenergie in Deutschland sind ehrgeizig, wie von der Bundesregierung festgelegt: Bis 2032 sollen zwei Prozent der Landesfläche für Windkraftanlagen vorgesehen werden. Das Land Baden-Württemberg fordert im Rahmen des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg §20, dass die Regionen bis Ende 2025 1,8 Prozent ihrer Regionalflächen für Windkraftanlagen ausweisen.

#### Datengrundlagen

Die nachfolgende Abbildung stellt die potenziellen Freiflächen dar, wie sie in der vorläufigen regionalen Suchraumkulisse (Stand 2020) gemäß der „Unterrichtung über die Verfahrenseröffnung zur Teilfortschreibung des Regionalplans für die Region Stuttgart in den Funktionsbereichen Freiflächen-Photovoltaik und Vorranggebiete für regionalbedeutsame Windkraftanlagen gemäß § 9 Abs. 1 ROG“ vorgeschlagen wurde. Diese Flächen sind als potenzielle Standorte für diverse Nutzungen vorgesehen und wurden entsprechend den planerischen Vorgaben und Kriterien identifiziert. Die potenziell zur Verfügung stehenden Flächen werden nun innerhalb der Region abgestimmt und spätestens zum 30.09.2025 von der Region Stuttgart als Vorranggebiete festgelegt.

Der Regionalplan dient als wichtiges Instrument zur Raumordnung und strukturierten Entwicklung einer Region, indem er potenzielle Flächen für verschiedene Zwecke festlegt, darunter auch solche, die für oberflächennahe Geothermieprojekte in Betracht kommen könnten.

Die Auswahl dieser Freiflächen basiert auf einer umfassenden Analyse verschiedener Faktoren, darunter geologische Beschaffenheit, Umweltauswirkungen, infrastrukturelle Anbindung und landwirtschaftliche Nutzung.

Potenzialanalyse

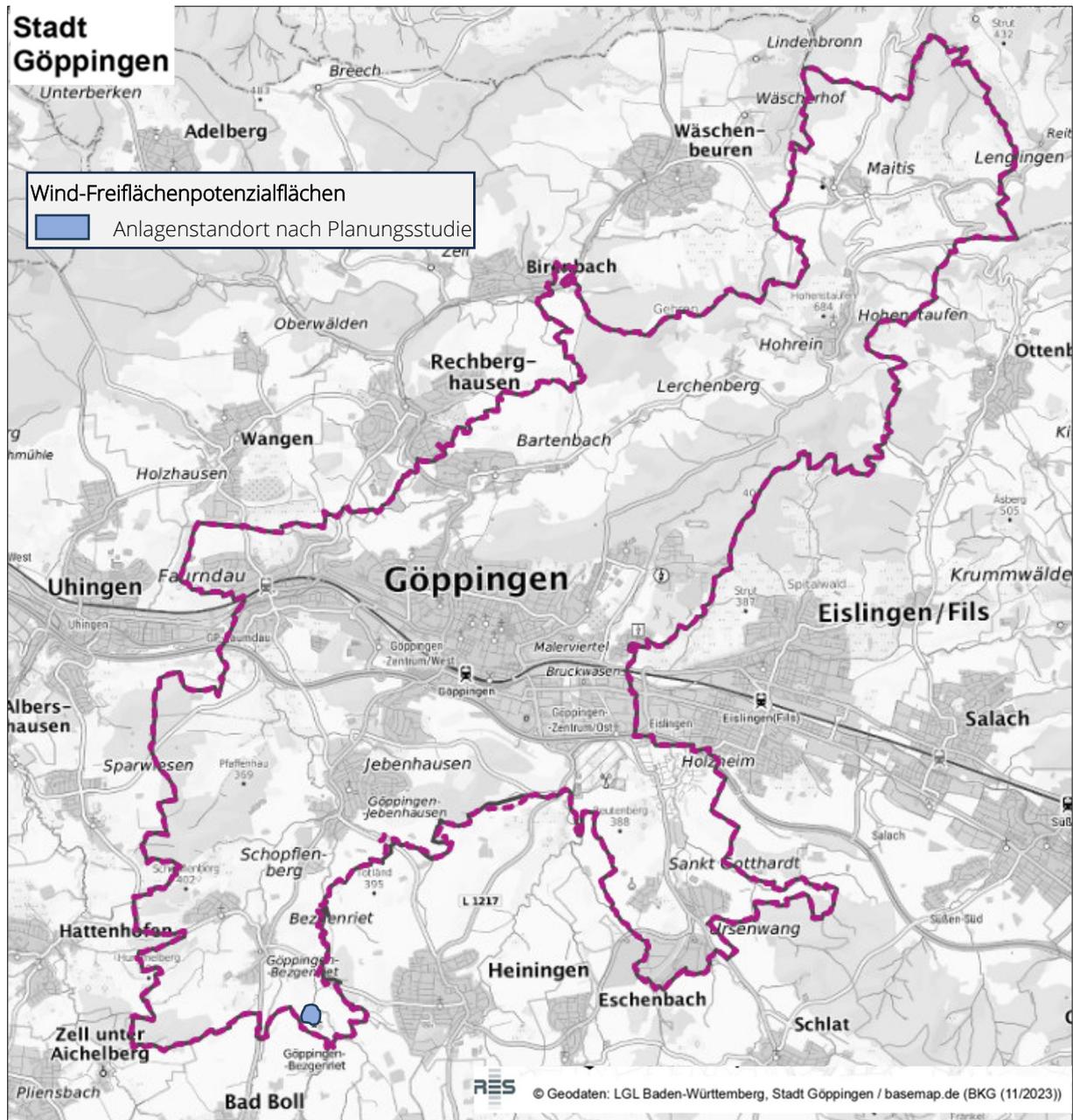


Abbildung 3.20: Wind-Freiflächenpotenzial nach Suchraumkulisse (Stand 2023)

Quelle: Eigene Darstellung

## Potenzialanalyse

---

### Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass nur zwei Freiflächen auf der Gemarkung des Stadtgebiets Göppingen für die Windkraft wegen der notwendigen Windhöflichkeit als theoretisch geeignet eingestuft sind.

Eine Potenzialanalyse und damit eine rechnerische Bewertung hinsichtlich der zu erwartenden regenerativen Stromerträge ist erst dann möglich, wenn diese Flächen auch tatsächlich im Regionalplan 2025 festgeschrieben wurden.

### 3.2.3.4. Wasserkraft

#### Beschreibung

Wasserkraft ist eine langjährig etablierte regenerative Energiequelle, die in Deutschland seit vielen Jahren genutzt wird. Wasserkraftwerke nutzen die kinetische Energie fließenden Wassers, indem das Wasser durch eine Turbine im Inneren des Wasserkraftwerks geleitet wird. Die Turbine setzt sich unter dem Druck des Wassers in Bewegung und überträgt ihre Bewegungsenergie an einen Generator, der sie in elektrische Energie umwandelt.

#### Datengrundlagen

Für die Ermittlung des technischen Wasserkraftpotenzials wurden die Daten des Energieatlas Baden-Württemberg analysiert. Das vorhandene Kartenmaterial enthält Informationen über bestehende Wasserkraftanlagen sowie potenzielle Ausbau- und Neubaupotenziale.

### Ergebnis

Die installierte Wasserkraftleistung beträgt in Göppingen ca. 560 kW. Im Jahr 2020 wurden auf der Gemarkung Göppingen ca. 1.260 MWh Strom aus Wasserkraft erzeugt und lieferte daher eine überschaubare Menge an regenerativen Strom.

Gemäß dem Energieatlas ist das Wasserkraftpotenzial in Göppingen weitgehend ausgeschöpft, sodass es kaum weitere erschließbare, gut geeignete und wirtschaftliche Standorte gibt. Es werden lediglich Standorte für Wasserkraftwerke mit einer grenzwertigen Wirtschaftlichkeit ausgewiesen. Zudem wird erwartet, dass die Stromproduktion auf Grund fallender Pegel und Niederschläge eher rückläufig sein wird.

### 3.2.4. Zwischenfazit Potenzialanalyse und Übersicht der Potenziale

In den vorherigen Abschnitten wurden die vielfältigen Potenziale zur Nutzung und zum Ausbau erneuerbarer Energien sowie Abwärmepotenziale präsentiert, die für eine

## Potenzialanalyse

---

klimaneutrale Strom- und Wärmeversorgung von essenzieller Bedeutung sind. Für das gesamte Gemarkungsgebiet der Stadt Göppingen liegt somit eine umfassende qualitative und quantitative Analyse vor. Die ermittelten Potenziale zur Reduzierung des Endenergiebedarfs sowie zur Nutzung und zum Ausbau erneuerbarer Energien verdeutlichen, dass im Stadtgebiet Göppingen erhebliche ungenutzte Ressourcen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung vorhanden sind, die aktiv genutzt werden sollten. Die Hauptergebnisse sind wie folgt:

- **Potenziale zur Steigerung der Sanierungsquoten müssen angegangen werden:** Es besteht ein erhebliches Potenzial zur Steigerung der Sanierungsquoten in Göppingen, um den Wärmebedarf zu reduzieren und somit die Klimaziele zu erreichen.
- **Potenziale zur Nutzung von Abwärme:** Die Nutzung vorhandener Abwärme, insbesondere aus dem Müllheizkraftwerk, birgt ebenfalls erhebliche Potenziale.
- **Große Potenziale im Bereich Solarenergie:** Neben der Installation von Solarthermie- und Photovoltaikanlagen auf den Dachflächen sollten auch die Möglichkeiten zur Nutzung von Freiflächen für den Ausbau von Solarfreiflächen-Anlagen geprüft und ausgewiesen werden.
- **Begrenzte Bedeutung von Freiflächen-Geothermie-Potenzialen:** Im Gemarkungsgebiet spielt das Potenzial zur Nutzung von Freiflächen-Geothermie keine signifikante Rolle und erfordert daher weniger Fokus in den Planungen.

Nachfolgende Tabelle stellt nochmals eine zusammenfassende Übersicht aller Einzelpotenziale im Bereich Wärme dar. In der linken Spalte ist der jeweilige potenzielle Deckungsgrad aufgeführt, in der mittleren Spalte ist das Potenzial mengenmäßig (in MWh/a) und in der Spalte ganz rechts ist der potenzielle Deckungsgrad des Potenzials für das Zieljahr 2040 dargestellt. Dabei wurde auch schon die geplante Einsparung durch Sanierungsmaßnahmen und Effizienzsteigerung im Jahr 2040 zu Grunde gelegt.

## Potenzialanalyse

---

Tabelle 3.4: Übersicht der Einzelpotenziale zur geplanten Bedarfsdeckung im Bereich Wärme im Jahr 2040

Potenzial	Wärmepotenzial	Potenzieller Deckungsgrad im Zieljahr 2040 (in %)
Biomasse	16.501 MWh/a	3 %
Abwärme aus MHKW	164.000 MWh/a	31 %
Nutzung Abwärme aus Fils durch Wärmepumpe	36.085 MWh/a	7 %
Nutzung Umgebungswärme durch Wärmepumpe	307.147 MWh/a	59 %

## 4. Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse wurde im weiteren Verlauf ein Szenario zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien entworfen, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu erreichen

### 4.1. Vorgehensweise und Annahmen

Die Entwicklung des Zukunftsszenarios für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040, mit einem Zwischenziel im Jahr 2030, erfolgte in drei Hauptschritten. Zunächst wurde basierend auf der Bestandsanalyse, den aktuellen Energieverbräuchen sowie angenommenen Sanierungsraten und städtebaulichen Entwicklungen der zukünftige Wärmebedarf für die Jahre 2030 und 2040 projiziert. Im zweiten Schritt lag der Fokus auf der zukünftigen Verteilung der Energieträger. Dabei wurden die analysierten Potenziale für den Ausbau und die Nutzung erneuerbarer Energien sowie vorhandener Abwärme berücksichtigt. Zudem wurde ein Indikatorenmodell entwickelt, das die Zweckmäßigkeit zur Einteilung von Eignungsgebieten in dezentrale und zentrale Wärmeversorgung untersuchte. Dadurch konnte die prognostizierte Verteilung der Energieträger für die Zukunft ermittelt werden. Im dritten Schritt wurden der prognostizierte Energieverbrauch, die unterschiedliche Energieträgerverteilung und die entsprechenden hinterlegten Emissionsfaktoren miteinander multipliziert. Hieraus resultierte die Treibhausgasbilanz. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht dieses Vorgehen, während die einzelnen Schritte und die daraus resultierenden Ergebnisse im Folgenden detailliert beschrieben werden.

1. Ermittlung zukünftiger Wärmebedarf	2. Ermittlung zukünftige Energieträgerverteilung	3. Ableitung einer THG-Bilanz
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Abschätzung Einsparung Wärmebedarf (Sanierungsrate, sonstige städtebauliche Entwicklungen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Erstellung eines Indikatorenmodells zur Einteilung zentrale vs. dezentrale Wärmeversorgung</li> <li>•Energieträgerverteilung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Erstellen einer THG-Bilanz mit Energieträgern und zukünftigem Verbrauch</li> </ul>

Abbildung 4.1: Vorgehensweise Aufstellung Zielszenario 2030 und 2040

Quelle: Eigene Darstellung

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

---

### Prämissen und Annahmen:

Das folgende Zielbild einer klimaneutralen Wärmeversorgung basiert auf mehreren Prämissen und Annahmen, die im Folgenden stichpunktartig erläutert werden:

- **Verfügbarkeit externer Ressourcen an Biomasse, Abwärmepotenzialen und grünem Strom für die Wärmeerzeugung:** Die Annahme besteht darin, dass externe Ressourcen, insbesondere Biomasse, Abwärmepotenziale und grüner Strom, in ausreichendem Maße verfügbar sind, um den Bedarf für die Wärmeerzeugung zu decken.
- **Vorgabe bzw. Umsetzung einer hohen Sanierungsrate im Bestand von mindestens 1,8 Prozent pro Jahr auf einen Effizienzhausstandard von durchschnittlich KfW-EH-100 bei Wohn- und Nichtwohngebäuden:** Es wird vorausgesetzt, dass eine ambitionierte Sanierungsrate von mindestens 1,8 Prozent pro Jahr im Bestand realisiert wird. Dabei liegt der Fokus auf der Umstellung auf einen Effizienzhausstandard von KfW-EH-100 sowohl bei Wohn- als auch bei Nichtwohngebäuden.
- **Energieberater\*innen, Handwerker\*innen etc., die die technische Umsetzung von Maßnahmen bewältigen können:** Die Prämisse umfasst die Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte wie Energieberaterinnen und Handwerkerinnen, die die technische Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen bewältigen können.
- **Finanzielle Mittel zum Ausbau bzw. Erweiterung sowie der Transformation klimaneutraler Wärmenetze:** Die Annahme beinhaltet, dass ausreichende finanzielle Mittel zur Verfügung stehen, um den Ausbau, die Erweiterung und die Transformation von klimaneutralen Wärmenetzen zu ermöglichen.

### 4.2. Zukunftsszenarios für den Wärmeverbrauch 2030 und 2040

In der Bestandsanalyse wurden die Endenergieverbrauchswerte der verschiedenen Sektoren für das Jahr 2020 bereits erfasst und aufbereitet. Tabelle 4.1 stellt die Ergebnisse nochmals dar. Insgesamt belief sich der Endenergieverbrauch für Wärme im Jahr 2020 auf dem Gemarkungsgebiet der Stadt Göppingen auf 783.172 MWh

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Tabelle 4.1: Endenergieverbrauch 2020

Sektoren	Wärme Endenergieverbrauch 2020 (MWh/a)
Private Haushalte	495.865
GHD und Industrie	225.954
Kommunale und öffentlich genutzte Gebäude	61.353
<b>Summe</b>	<b>783.172</b>

Quelle: Eigene Darstellung

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde bereits die Ermittlung von Verbrauchsszenarien und angenommenen Sanierungsquoten durchgeführt. Auf dieser Grundlage konnten Prognosen zur Energieeinsparung des Wärmebedarfs abgeleitet werden. Tabelle 4.1 zeigt die Basis sowie die projizierten Prognosen für Energieverbrauch und Energieeinsparung im Wärmesektor, aufgeschlüsselt nach verschiedenen Sektoren.

Bei optimalen Entwicklungen wird von einer maximalen Energieeinsparung im Jahr 2040 von insgesamt 30 Prozent im Vergleich zum Basisjahr 2020 ausgegangen. Es wird angenommen, dass die bedeutendsten Einsparungen im Bereich der kommunalen Liegenschaften erzielt werden, während im Bereich der privaten Haushalte die geringsten Einsparungen zu erwarten sind.

Die Sanierungsmaßnahmen in privaten Haushalten, mit einer angenommenen Sanierungsquote von 1,8 Prozent, sollen bis 2040 eine Einsparung von etwa 20 Prozent im Vergleich zu 2020 bewirken. Im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie Industrie wird bis 2030 eine Einsparung von 20 Prozent und bis 2040 eine Einsparung von 40 Prozent gegenüber dem Basisjahr prognostiziert, die durch Sanierungen und Effizienzsteigerungen in den Produktionsprozessen erreicht wird. Die höchsten Einsparungen werden im Bereich der kommunalen Liegenschaften erwartet, wobei davon ausgegangen wird, dass durch die Selbstverpflichtung der Kommunen zur klimaneutralen Kommunalverwaltung bis 2040 alle Liegenschaften saniert werden. Die Gesamteinsparung in diesem Sektor wird auf 50 Prozent geschätzt. Diese Informationen werden in der folgenden Tabelle detailliert dargestellt.

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Tabelle 4.2: Projizierter Wärmebedarf 2030 und 2040

Projizierter Endenergieverbrauch (MWh/a)	2020	2030	Wärmeeinsparung (%) in 2030 (gesamt im Vergleich zu 2020)	2040	Wärmeeinsparung (%) in 2040 (gesamt im Vergleich zu 2020)
Private Haushalte <i>(1,8 % Sanierungsquote/Jahr)</i>	495.865	454.530	9 %	416.640	16 %
GHD und Industrie <i>(Projizierte Einsparung von 1,5 % pro Jahr)</i>	225.954	194.260	14 %	167.010	26 %
Kommunale Gebäude <i>(Annahme, dass bis 2040 alle Gebäude saniert sind, projizierte Einsparung von 50 % bis 2040)</i>	61.353	46.016	25 %	30.676	50 %
<b>Summe</b>	<b>783.172</b>	<b>694.806</b>	<b>11 %</b>	<b>614.326</b>	<b>22 %</b>

Quelle: Eigene Darstellung

Durch diese Maßnahmen reduziert sich vor allem der generelle Wärmeverbrauch in erheblichem Maße. Die Umstellung auf effiziente Heiztechnologien, insbesondere auf Wärmepumpen, führt nicht nur zu einer Steigerung der Effizienz, sondern resultiert ebenfalls in einer Reduktion des Gesamtenergiebedarfs.

### 4.3. Aufstellen eines Szenarios zur zukünftigen Energieträgerverteilung

Nachdem ein Zukunftsszenario für den Wärmeverbrauch im Jahr 2030 und 2040 aufgestellt wurde, richtete sich im nächsten Schritt der Fokus auf die zukünftige Energieträgerverteilung. Es wurde eine Prognose zur Beheizungsstruktur mit prozentualen Anteilen der Energieträger aufgestellt, d. h. eine Prognose wie die zukünftige Energieträgerverteilung im Zieljahr 2040 aussehen könnte. Neben den Ergebnissen der vorangegangenen Potenzialanalyse zur Nutzung und zum Ausbau erneuerbarer Energien, wurde im Wesentlichen eine Zonierungsstrategie erarbeitet.

Die Zonierungsstrategie legte klare Kriterien und Entscheidungsparameter fest, um eine Aufteilung in dezentrale und zentrale Wärmeversorgungsgebiete zu begründen. Durch die

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

---

Verknüpfung der Potenzialanalyseergebnisse und der Zonierungsstrategie wurde mittels eines iterativen Verfahrens die zukünftige Energieträgerverteilung projiziert. Dies beinhaltet einen Abgleich der prognostizierten Versorgungsstruktur mit den verfügbaren Potenzialen lokaler erneuerbarer Energien und vorhandener Abwärme. Im Folgenden werden die Vorgehensweise sowie die daraus resultierenden Ergebnisse im Detail dargestellt.

### **4.3.1. Erarbeitung einer Zonierungsstrategie zur Einteilung in dezentrale und zentrale Versorgungsgebiete**

Zur Einteilung in Eignungsgebiete für dezentrale Einzelversorgung und Wärmenetze, wurde eine umfangreiche Zonierungsstrategie erarbeitet. Im Folgenden werden zunächst die theoretische Vorgehensweise sowie die Zonierungsstrategie an sich, anschließend die Ergebnisse und somit die Einteilung des Stadtgebietes in dezentrale und zentrale Eignungsgebiete, erläutert.

#### **4.3.1.1. Theoretische Vorgehensweise**

Der Zonierungsansatz verfolgt das Ziel, eine räumliche Darstellung der geplanten Versorgungsstruktur sowie Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgung zu entwickeln. Hierbei wurden im Wesentlichen vier Schritte durchgeführt:

1. **Einteilung der gesamten Gemarkungsfläche in räumlich zusammenhängende und homogene Quartiere:** Dieser Schritt umfasste die Aufteilung der gesamten Gemarkungsfläche in Quartiere, die räumlich zusammenhängend und homogen sind.
2. **Durchführung eines Zonierungsansatzes anhand eines Indikatorenmodells:** Ein Zonierungsansatz wurde durchgeführt, der auf einem Indikatorenmodell basiert. Dieses Modell berücksichtigte bestimmte Indikatoren, um die Eignung der Quartiere für verschiedene Versorgungsstrukturen zu bewerten.
3. **Durchführung eines Zonierungsansatzes anhand eines Investitionskostenvergleichs:** Ein weiterer Zonierungsansatz wurde auf Grundlage eines Investitionskostenvergleichs durchgeführt. Dabei wurden die zu erwartenden Investitionskosten für verschiedene Versorgungsstrukturen in den Quartieren berücksichtigt.
4. **Durchführung eines Abgleichs der beiden Zonierungsansätze:** Schließlich wurde ein Abgleich der beiden Zonierungsansätze durchgeführt, um die Konsistenz und Übereinstimmungen zwischen den Ergebnissen des Indikatorenmodells und des Investitionskostenvergleichs sicherzustellen.

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Abbildung 4.3 visualisiert die Vorgehensweise des Zonierungsansatzes für eine bessere Veranschaulichung.

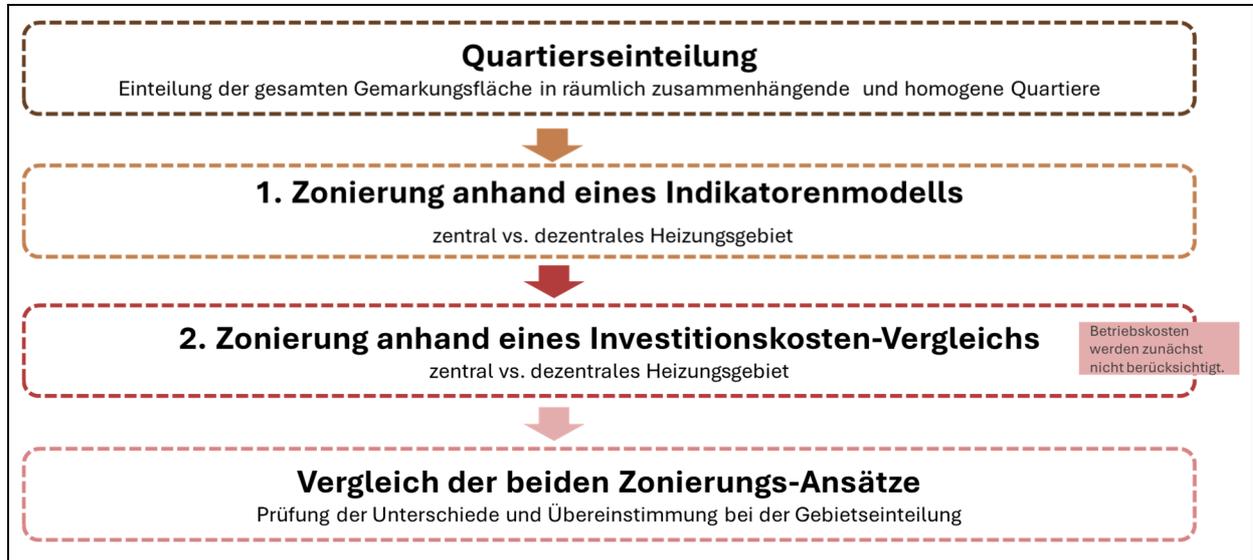


Abbildung 4.2: Vorgehensweise zur Erfassung von Schwerpunktgebieten

Quelle: Eigene Darstellung

### Schritt 1: Einteilung Gemarkungsgebiets in geographisch zusammenliegende Quartiere

Zu Beginn erfolgte eine umfassende Einteilung des gesamten Gemarkungsgebiets der Stadt Göppingen in geographisch zusammenliegende Quartiere. Dabei wurde besonders darauf geachtet, dass die Zuordnung in homogene Gruppen oder Kategorien erfolgte. Dies schloss die Zusammenfassung von Gebäuden mit ähnlichen Merkmalen wie Wärmeliniedichten, genutzten Energieträgern, baulichen Strukturen und Gebäudealtern ein. Eine besondere Beachtung galt auch dem Aspekt, dass keine "Grenzen wie Bundesstraßen" einzelne Quartiere durchqueren sollten.

Des Weiteren wurden die Quartiere möglichst groß gewählt, um die Anzahl der Stadtquartiere überschaubar zu halten. Die Ergebnisse dieser initialen Einteilung wurden abschließend durch das Heranziehen von Bebauungsplänen weiter verfeinert und in Abstimmung mit der Stadtverwaltung finalisiert. Hierbei wurde darauf geachtet, eine präzise und fundierte Grundlage für die folgenden Analysen und Bewertungen zu schaffen.

### Schritt 2: Grobanalyse: Einteilung in Wärmenetz- und Individualheizungsgebiete anhand eines Indikatorenmodells

Im nächsten Schritt wurde ein Indikatorenmodell entwickelt, das die Eignung bzw. Begünstigung von Wärmenetzen und Einzelheizungsgebieten anhand unterschiedlicher Kriterien prüfte. Dabei wurden fünf Hauptprüfkriterien identifiziert, die entweder eine Begünstigung

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

für den Ausbau eines Wärmenetzes unterstützten oder nicht. Die ausgewählten Prüfkriterien waren: Wärmelinien-dichte (1), Vorhandensein oder geplante Entwicklung eines Wärmenetzes (2), Verfügbarkeit kommunaler Ankerkunden (3), Existenz von Abwärmepotenzialen (4) und schließlich die Verfügbarkeit von Freiflächenpotenzialen für den Ausbau erneuerbarer Energien oder Heizzentralen (5).

Die Auswahl der Prüfkriterien erfolgte auf Grundlage von Literaturergebnissen sowie dem allgemeinen Leitfaden der KEA-BW zur kommunalen Wärmeplanung, abgestimmt mit den Energieversorgern und der Kommunalverwaltung. Bei einer positiven Bewertung von mindestens einem der genannten Prüfkriterien wurde eine detaillierte Untersuchung eines Wärmenetzes vorgeschlagen. Ein höherer Grad positiver Prüfkriterien begünstigte die Empfehlung eines Wärmenetzes. Im Gegensatz dazu wurde bei einer negativen Bewertung aller Prüfkriterien in diesem Zonierungsansatz die Individualheizung als sinnvollere Variante vorgeschlagen. Die Abbildung 4.3 veranschaulicht das Schema des Indikatorenmodells.

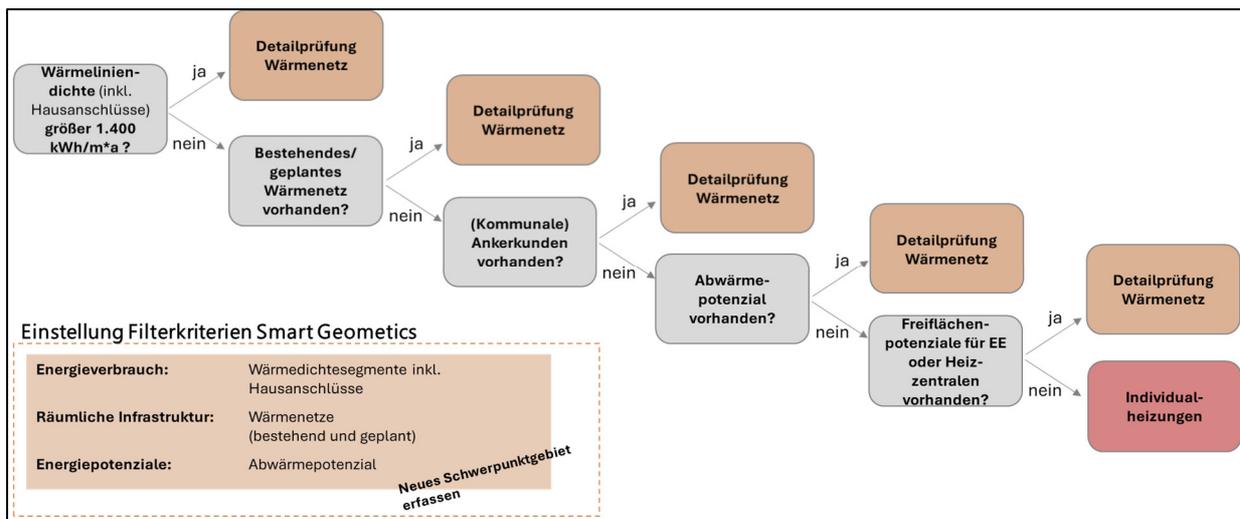


Abbildung 4.3: Indikatoren Modell zur Grobanalyse

Quelle: Eigene Darstellung

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

---

### Indikator 1: Wärmeliniendichte (inkl. Hausanschlüsse)

In Abhängigkeit der Wärmeliniendichte, ist die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen gegeben. Prinzipiell gilt, je höher die Wärmedichte, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass ein Wärmenetz wirtschaftlich und technisch effizient arbeiten kann. Folglich wurde ein „optimaler“ Wärmedichtegrenzwert für die Zonierung zwischen Eignungsgebieten für Wärmenetze und dezentraler Versorgung durch eine Szenarioanalyse ermittelt. Damit konnte eine Zonierung auf Basis einer Abschätzung des Kosten-Nutzen-Verhältnis durchgeführt werden. Da die Rahmendingungen in einzelnen Quartieren sehr unterschiedlich sind, gibt es keine klare Grenze für die Wärmedichte für den Bau eines Wärmenetzes. Tendenziell sind aber Gebiete mit einer voraussichtlichen Wärmedichte im Jahr 2040 von über 1.500 kWh/m im Jahr (inkl. Hausanschlüsse) potenziell für ein Wärmenetz geeignet. Dieser Wert wurde auch als Richtwert für unsere Analyse zum Ausbau von konventionellen Wärmenetzen (im Bestand) angenommen. Bei Wärmedichten darunter wird eine dezentrale Wärmeversorgung empfohlen. In Einzelfällen kann bei geringeren Wärmedichten aber auch der Aufbau von Niedertemperaturnetze im Bestand sowie Wärmenetze in Neubaugebieten empfohlen werden.

### Indikator 2: Bestehendes Wärmenetz

Die Nähe zu einem bereits existierenden Wärmenetz begünstigt den Ausbau der zentralen Wärmeversorgung. Ein vorhandenes Netz ermöglicht eine einfachere Erweiterung und bildet somit eine solide Grundlage für den Ausbau eines Wärmenetzes. Die Planungen der Energieversorger und der Stadt bezüglich bestehender oder geplanter Wärmenetze wurden ebenfalls berücksichtigt.

### Indikator 3: Großverbraucher – kommunale Ankerkunden

Das Vorhandensein von Großverbrauchern, insbesondere kommunalen Gebäuden, begünstigt den Ausbau eines Wärmenetzes. Die sichere Abnahme großer Mengen durch die Stadt selbst schafft die notwendige Abnahmesicherheit für den Wärmenetzbetreiber, was wiederum eine Investition in ein Wärmenetz fördert.

### Indikator 4: Vorhandene Abwärmepotenziale

Bisher ungenutzte Abwärme, die als Nebenprodukt in industriellen Prozessen anfällt, stellt eine klimaneutrale Wärmeversorgungsoption dar. Das Vorhandensein von Abwärmequellen kann daher als kostengünstige Wärmequelle dienen und geographisch nahegelegene Quartiere versorgen.

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

---

### Indikator 5: Vorhandene Freiflächen zum Ausbau von erneuerbaren Energien

Verfügbare Freiflächen stellen ein weiteres positives Kriterium für die Eignung von Wärmenetzen dar. Auf diesen Flächen können verschiedene erneuerbare Energien sowie eine Heizzentrale ausgebaut werden, um umliegende Gebäude über ein Wärmenetz mit klimafreundlicher Energie zu versorgen.

#### Allgemeine Bewertung:

Zusätzliche Kriterien wie die aktuelle Wärmeerzeugung und das Baujahr der Wärmeerzeugungsanlagen wurden individuell in den einzelnen Gebieten geprüft. Gebiete mit fossilen Wärmeerzeugungsanlagen und alten Heizungsanlagen (>30 Jahre) wurden als höher geeignet und priorisiert für den Ausbau von Wärmenetzen betrachtet im Vergleich zu Neubaugebieten, in denen bereits klimafreundliche Wärmepumpen oder andere erneuerbare Energieträger im Einsatz sind.

### **Schritt 3: Detailanalyse: Einteilung in Wärmenetz- und Individualheizungsgebiete anhand der Berechnung von Kosten**

Nach dem qualitativen Zonierungsansatz wurde im Anschluss ein quantitativer zweiter Zonierungsansatz durchgeführt, der auf einer Untersuchung des Kostenvergleichs zwischen Wärmenetzen und dezentralen Einzelversorgungen basiert. Diese Analyse umfasste vorrangig eine grobe Abschätzung der Investitionskosten. Eine detaillierte Analyse muss im Nachgang des kommunalen Wärmeplans durch Machbarkeitsstudien und Wirtschaftlichkeitsberechnungen erfolgen.

Die vorliegende Analyse unterstreicht die erheblichen Auswirkungen von aktuellen Bau-, Material- und Installationskosten sowie Fördermitteln auf die Begünstigung von Wärmenetzen und dezentralen Heizungssystemen. Daher ist es ratsam, bei Entscheidungen über den Ausbau eines Wärmenetzes differenzierte Betrachtungen vorzunehmen, wobei Aspekte wie Anschlussdichten sorgfältig berücksichtigt werden sollten. Ein höherer Verlust in einem Wärmenetz führt zwangsläufig zu einer entsprechend unwirtschaftlichen Gesamtsituation.

Für einen umfassenden Investitionskostenvergleich wurden relevante Parameter unter Einbeziehung von Literaturrecherchen und Informationen von regionalen Energieversorgern herangezogen. Bei der Kalkulation eines Wärmenetzes wurden Kostenfaktoren wie die Bereitstellung der Wärme, einschließlich Erschließungs- und Betriebskosten der Wärmequellen, sowie die Transport- und Verteilkosten berücksichtigt. Die Kosten für die Heizzentrale

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

---

wurden unter Einbeziehung der Leistung der Heizzentrale und der Kosten pro Megawatt ermittelt. Die Transport- und Verteilkosten wurden durch spezifische Wärmeverteilungskosten für das gesamte Untersuchungsgebiet berechnet, basierend auf Trassenlängen und aggregierten Wärmebedarfsdichten.

Zusätzlich wurden die Kosten für die Installation von Individualheizungen, insbesondere Wärmepumpen, in die Bewertung einbezogen. Auf Grundlage angenommener Werte wurde daraufhin ein grober Investitionskostenvergleich zwischen den Kosten für Wärmenetze und Individualheizungen durchgeführt.

### Einschränkung bzw. nicht berücksichtigte finanzielle Faktoren:

In dieser Kostenkalkulation wurden Faktoren wie die "kostenfreie" Verfügbarkeit von Abwärme, potenzielle Ankerkunden, und die Existenz bereits bestehender Wärmenetze (und somit unterschiedliche Investitionskosten) nicht einbezogen. Ebenso wurden der Einfluss des Anschlussgrads, Betriebskosten, Lebenszykluskosten (einschließlich der Lebensdauer der Heizungsanlagen), die unterschiedlichen Kosten für Heizzentralen sowie die Entwicklung der Stromkosten nicht berücksichtigt. Die Nicht-Berücksichtigung dieser Faktoren kann die Vorteilhaftigkeit von Wärmenetzen im Vergleich zu Einzelheizungen beeinflussen.

### **Schritt 4: Abgleich der Zonierungsansätze – Wärmenetz vs. Individualheizung**

In einem abschließenden Schritt wurde ein Abgleich zwischen den beiden Zonierungsansätzen, dem Indikatorenmodell und dem Investitionskostenvergleich, durchgeführt. Wenn beide Ansätze zu derselben Empfehlung kamen, konnte eine klare Zuordnung als zentrales oder dezentrales Versorgungsgebiet zum aktuellen Stand erfolgen. Falls die Ergebnisse der beiden Ansätze voneinander abwichen, ist die Zuordnung noch etwas unsicherer. Bevor es in die konkrete Umsetzung geht, sind für alle Eignungsgebiete zusätzliche Analysen im Rahmen von Machbarkeitsstudien notwendig.

Die Abbildung 4.4 visualisiert den Abgleich der beiden Zonierungsansätze.

Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

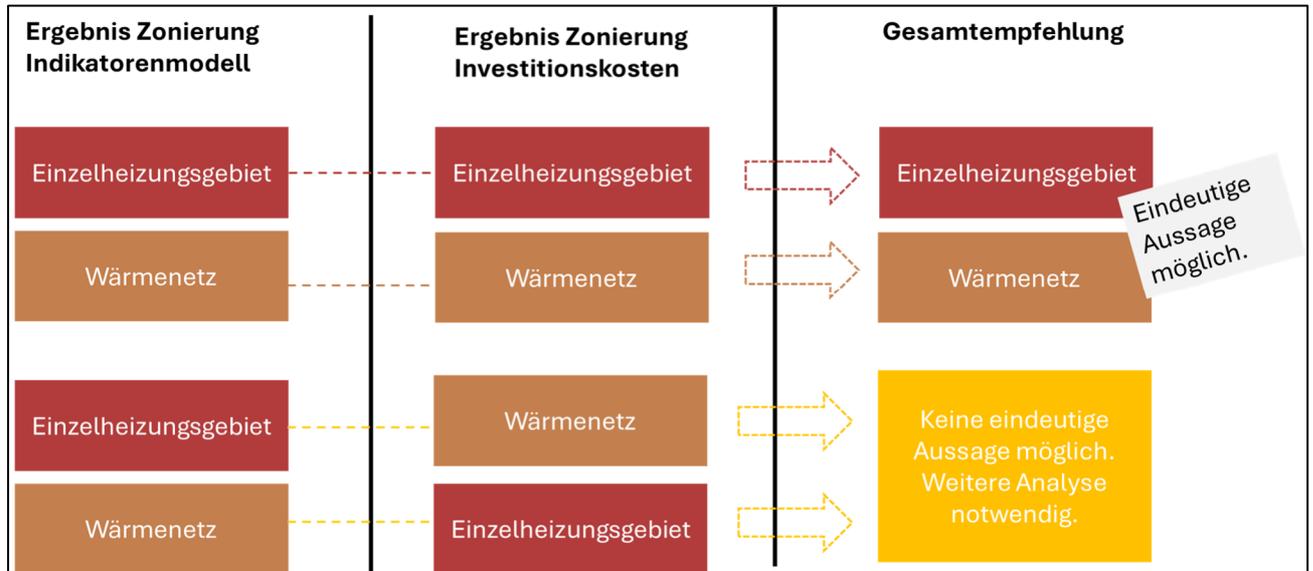


Abbildung 4.4: Vergleich Zonierungsansätze

Quelle: Eigene Darstellung

Für die fortgeschrittene Analyse, Vertiefung der Aussagen und die Durchführung von Sensitivitätsanalysen im Anschluss an die Wärmeplanung werden nachfolgende Schritte empfohlen:

1. **Analyse des Einflusses der Entwicklung des Anschlussgrads:** Bewertung der Auswirkungen einer möglichen Veränderung des Anschlussgrads auf das Gesamtsystem.
2. **Bestimmung der kleinstmöglichen Wärmedichte zur Identifikation von Wärmeeignungsgebieten:** Ermittlung der minimal erforderlichen Wärmedichte, um Gebiete mit geringem Wärmebedarf als potenzielle Wärmeeignungsgebiete auszuweisen.
3. **Analyse des Einflusses der Reduktion des Wärmebedarfs:** Untersuchung der Auswirkungen einer Reduzierung des Wärmebedarfs auf die Gesamtleistung des Systems.
4. **Analyse von Ausbaustufen des Wärmenetzes:** Bewertung verschiedener Ausbaustufen des Wärmenetzes hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Effizienz und Wirtschaftlichkeit.
5. **Berücksichtigung weiterer relevanter Parameter:** Einbeziehung und Analyse verschiedener weiterer Parameter, die die Wärmeplanung beeinflussen können, um eine umfassende Betrachtung zu gewährleisten.

### **4.3.2. Ergebnisse der Zonierung**

Die zuvor erläuterte theoretische Methodik wurde auf das Stadtgebiet von Göppingen angewendet. Im Anschluss werden die Ergebnisse präsentiert, welche die räumliche Aufteilung des gesamten Stadtgebiets in verschiedene Eignungsgebiete widerspiegeln.

#### **4.3.2.1. Einteilung in unterschiedliche Eignungsgebiete**

##### **Schritt 1: Einteilung Gemarkungsgebiets in geographisch zusammenliegende Quartiere**

Entsprechend der zuvor beschriebenen Methodik wurde das gesamte Stadtgebiet in insgesamt 28 homogene und geographisch zusammenhängende Eignungsgebiete unterteilt. Das bedeutet, es wurden 28 Bereiche definiert, in denen ähnliche Wärmedichten und bauliche Strukturen vorliegen. Die räumliche Aufteilung des Stadtgebiets in die verschiedenen Quartiere ist in der folgenden Grafik dargestellt. Detaillierte Informationen zu einzelnen Quartieren können dem Anhang entnommen werden.

##### **Schritt 2, 3 und 4: Zonierung des aller Eignungsgebiete in zentrale und dezentrale Wärmeversorgung**

Für alle der 28 aufgeführten Eignungsgebiete wurde eine Analyse durchgeführt, die auf dem zuvor beschriebenen Indikatorenmodell (Zonierungsansatz 1) sowie einem Investitionskostenvergleich (Zonierungsansatz 2) basiert. Die Ergebnisse dieser beiden Zonierungsansätze wurden miteinander verglichen, und das gesamte Stadtgebiet wurde in zwei Zonen unterteilt: Eignungsgebiet Wärmenetz (Farbe Orange) sowie Eignungsgebiet Individualheizung (Farbe Blau).

##### *Zone 1 – Hohe Eignung eines Wärmenetzes (Farbe Orange): Aufbau eines Wärmenetzes:*

Beide Zonierungsansätze zeigen, dass sich das Gebiet für die Etablierung eines Wärmenetzes eignet. Ein Wärmenetz stellt somit auf Basis der Untersuchungen entweder die wirtschaftlichste Lösung dar oder ist die einzige umsetzbare Option (insbesondere in urbanen Gebieten, in denen beispielsweise eine Wärmepumpe nicht realisierbar ist). Die Erkenntnisse der kommunalen Wärmeplanung empfehlen, den Aufbau eines Wärmenetzes zu priorisieren und eine Machbarkeitsstudie in Auftrag zu geben, um die genauen Details sowie potenzielle Ausbaustufen zu prüfen.

##### *Zone 2 – Aktuell geringere Eignung eines Wärmenetzes (Farbe Blau): Dezentrale Versorgung*

Die Analyse der Zonierungsansätze deutet darauf hin, dass eine dezentrale Versorgung die wirtschaftlichste und vorzugswürdigste Lösung darstellt. Ein Aufbau eines Wärmenetzes

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

---

erscheint daher in diesem Bereich zum aktuellen Stand eher unwahrscheinlich. Eine erneute Prüfung der Rentabilität eines Wärmenetzes kann zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden. Veränderungen relevanter wirtschaftlicher Parameter, wie beispielsweise Neuansiedlungen oder der Anteil von Wärmepumpen, könnten zu diesem Zeitpunkt eine erneute Bewertung der Rentabilität erforderlich machen.

An dieser Stelle ist zu beachten, dass die Zuordnung lediglich den aktuellen Stand repräsentiert. Die Wirtschaftlichkeit wurde dabei der technischen Machbarkeit untergeordnet, da sich die Wirtschaftlichkeit durch verschiedene Förderungen oder Entwicklungen kontinuierlich ändern kann. Bevor es zur konkreten Umsetzung von Wärmenetzen kommt, müssen diese nochmals im Rahmen von Machbarkeitsstudien betrachtet werden.

Es ist ebenso wichtig zu erwähnen, dass auch die als Individualheizungsgebiete ausgewiesenen Eignungsgebiete dennoch für einen Ausbau von Wärmenetzen möglich sind. Dies geschieht jedoch derzeit mit geringerer Priorität, da andere Gebiete eine höhere Eignung für Wärmenetze aufweisen, insbesondere im Kontext der Dekarbonisierung und dem weiteren Ausbau bereits bestehender Wärmenetze (Backbone). Daher stellt die Einteilung den aktuellen Stand zur Eignung der Gebiete für Wärmenetze und Individualheizungen dar und ist noch relativ und nicht endgültig festgeschrieben.

Die nachfolgende Tabelle 4.3 präsentiert die Ergebnisse der Zonierungsansätze für die unterschiedlichen Eignungsgebiete. Wie bereits beschrieben, erfolgte die Zuordnung zu den verschiedenen Eignungsgebieten auf Basis energetischer und technischer Daten sowie einiger angenommener und geschätzter Parameter. Für eine konkrete Umsetzung sind vertiefende Analysen und Sensitivitätsanalysen für die jeweiligen Gebiete erforderlich. Die Entscheidung, ob ein tatsächlicher Aufbau eines Wärmenetzes erfolgt, liegt sowohl bei der Stadt Göppingen als auch bei potenziellen Betreibern des Wärmenetzes.

Politische Entscheidungen, die Anschlussquote in einem Gebiet und wirtschaftliche Überlegungen müssen in den folgenden Schritten ebenfalls berücksichtigt werden.

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Tabelle 4.3: Einteilung Eignungsgebiete

Kürzel:	Quartier:	Anzahl Gebäude:	Davon Wohngebäude:	Endenergieverbrauch (in MWh/a)		Eignungsgebiet	Begründung:
				Wohngebäude	Gesamt		
V0	Lenglingen	44	32	318	1.318	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - geringe Wärmelinieindichte - potenzielle Ankerkunden vorhanden
V1	Maitis	227	203	6.353	6.620	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - wenig Ankerkunden - geringe Wärmelinieindichte
V2	Hohenstaufen	396	370	10.977	11.431	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - geringe Wärmelinieindichte - wenige Ankerkunden
V3	Hohrein	54	48	1.934	1.934	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - keine kommunalen Ankerkunden - geringe Wärmelinieindichte
V4	Lerchenberg	33	27	1.328	1.328	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - keine kommunalen Ankerkunden - geringe Wärmelinieindichte
V5	Bartenbach	468	446	16.713	16.957	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - kaum Ankerkunden - mittlere Wärmelinieindichte
V6	Bartenbach Süd	252	208	6.619	7.576	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - teilweise (kommunale) Ankerkunden - geringe/mittlere Wärmelinieindichte
V7	Innenstadt West	1732	1586	47.589	60.568	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - kaum Ankerkunden - geringe Wärmelinieindichte

Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Kürzel:	Quartier:	Anzahl Gebäude:	Davon Wohngebäude:	Endenergieverbrauch (in MWh/a)		Eignungsgebiet	Begründung:
				Wohngebäude	Gesamt		
V8	Innenstadt Nord	873	820	35.150	36.880	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - kaum Ankerkunden - mittlere Wärmelinien-dichte, teilweise etwas höhere Wärmedichte - verfügbare Freiflächen
V9	Innenstadt Zentrum	1814	1358	94.624	126.637	Wärmenetzgebiet	- Abwärmepotenzial - bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - (kommunale) Ankerkunden vorhanden - hohe Wärmelinien-dichte - Innenstadt --> Wärmenetz "einzige" Möglichkeit
V10	Innenstadt Zentrum West	117	7.910	39.188	207	Wärmenetzgebiet	- bestehendes Nahwärmenetz - viele kommunale Ankerkunden - teilweise hohe Wärmelinien-dichte
V11	Innenstadt Ost	669	28.405	146.115	863	Wärmenetzgebiet	- Abwärmepotenzial - bestehendes und geplantes Nahwärmenetz
V12	Bruckwasen	565	387	15.256	32.027	Wärmenetzgebiet	- Abwärmepotenzial - bestehendes/geplantes Nahwärmenetz
V13	Polizei	122	77	15.256	20.255	Wärmenetzgebiet	- bestehendes Wärmenetz - viele Ankerkunden
V14	Holzheim	694	600	21.591	24.503	Einzelheizungsgebiet	- geringe Wärmelinien-dichte - kaum Ankerkunden - kein Abwärmepotenzial
V15	Ursenwang	356	279	13.250	41.376	Wärmenetzgebiet	- geplantes Wärmenetz
V16	Sankt Gotthard	130	120	4.035	4.055	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - keine Ankerkunden - geringe Wärmelinien-dichte
V17	Manzen	309	295	11.266	11.445	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - kaum Ankerkunden - mittlere Wärmelinien-dichte
V18	Südstadt	568	303	19.463	35.784	Wärmenetzgebiet	- Abwärmepotenzial - Ankerkunden - teilweise hohe Wärmelinien-dichte

Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Kürzel:	Quartier:	Anzahl Gebäude:	Davon Wohngebäude:	Endenergieverbrauch (in MWh/a)		Eignungsgebiet	Begründung:
				Wohngebäude	Gesamt		
V19	Bartenbach außerhalb	5	4	207	207	Einzelheizungsgebiet	-kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - keine kommunalen Ankerkunden - geringe Wärmelinien-dichte
V20	Klinikpark	232	147	3.749	24.450	Wärmenetzgebiet	- Abwärmepotenzial - Ankerkunden - hohe Wärmelinien-dichte
V21	Jebenhausener Straße	429	414	11.486	11.813	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - kaum Ankerkunden - geringe Wärmelinien-dichte
V22	Klinik am Eichert	446	368	8.187	21.032	Wärmenetzgebiet	- Abwärmepotenzial vorhanden - relativ hohe Wärmelinien-dichte - Ankerkunden - Wärmenetz vorhanden
V23	Jebenhausen	882	826	20.539	22.370	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - keine Ankerkunden - geringe Wärmelinien-dichte
V24	Bezgenriet	250	221	7.549	7.737	Einzelheizungsgebiet	-kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - keine kommunalen Ankerkunden - geringe Wärmelinien-dichte
V25	Schopfleberg	245	244	7.850	7.850	Einzelheizungsgebiet	-kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - keine kommunalen Ankerkunden - geringe Wärmelinien-dichte
V26	Göppingen West	285	274	8.643	8.643	Einzelheizungsgebiet	-kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - keine kommunalen Ankerkunden - geringe Wärmelinien-dichte - theoretisch Freiflächen verfügbar

Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Kürzel:	Quartier:	Anzahl Gebäude:	Davon Wohngebäude:	Endenergieverbrauch (in MWh/a)		Eignungsgebiet	Begründung:
				Wohngebäude	Gesamt		
V27	Faurndau	927	838	5.988	27.920	Einzelheizungsgebiet	-kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - kaum Ankerkunden - geringe Wärmeliniendichte - theoretisch Freiflächen verfügbar
V28	Haier	378	360	15.099	17.432	Einzelheizungsgebiet	- kein Abwärmepotenzial - kein bestehendes/geplantes Nahwärmenetz - wenig Ankerkunden vorhanden - nur teilweise höhere Wärmedichte

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 4.5 stellt eine räumliche Übersicht der Eignungsgebiete dar. Hierbei steht die Farbe Orange für Wärmenetzgebiete, die Farbe Blau steht für Einzelheizungsgebiete.

Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

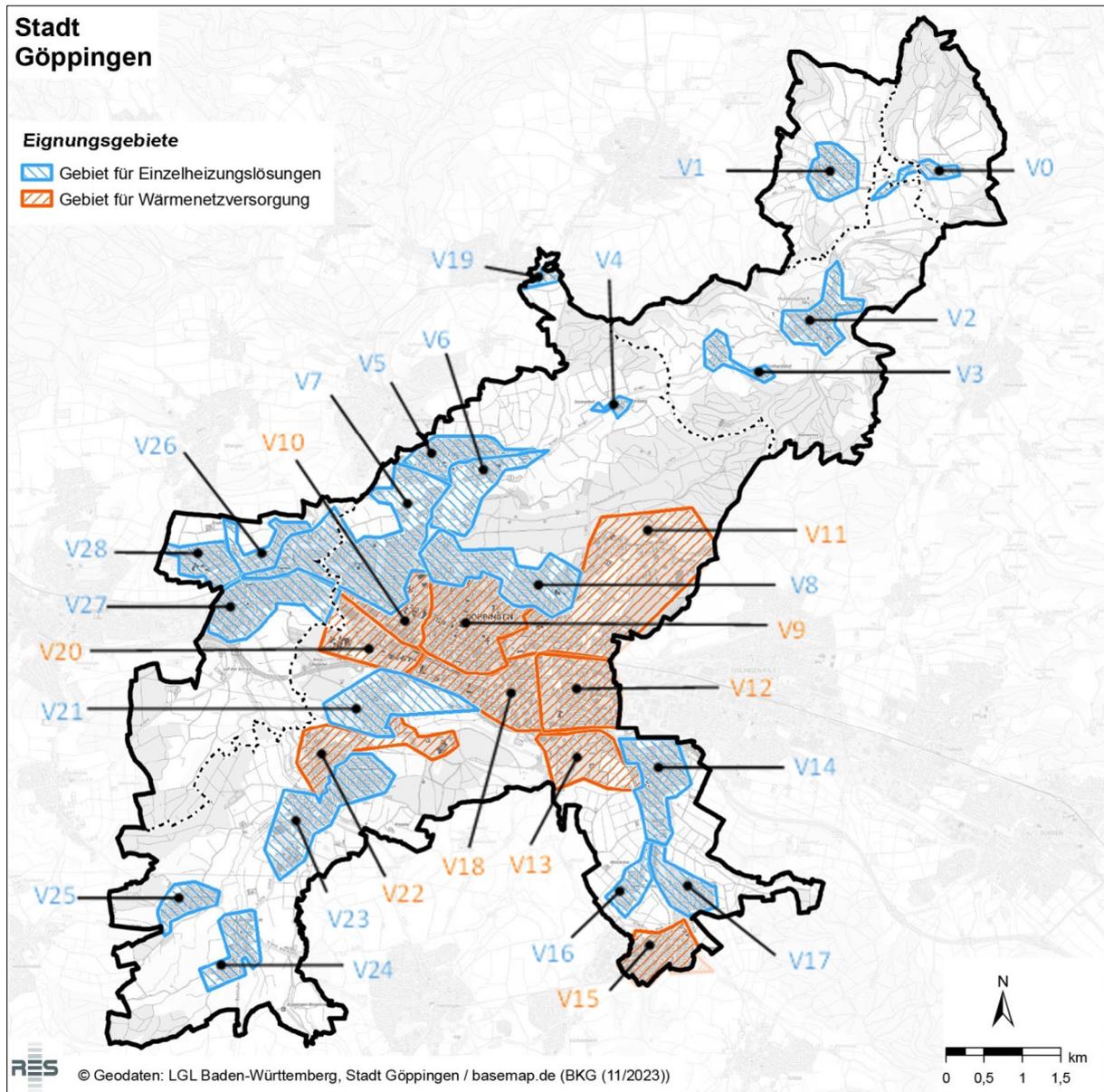


Abbildung 4.5: Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen

Quelle: Eigene Darstellung

4.3.2.2. Weitere Maßnahmen, die nicht im Rahmen der Wärmeplanung stattfinden

Für eine Steigerung der Aussagekraft sind weitere Maßnahmen und Aktivitäten vonnöten, die jedoch außerhalb des Rahmens der kommunalen Wärmeplanung angesiedelt sind. Im Folgenden werden die entsprechenden Punkte näher erläutert:

1. **Optimierung der Quartierseinteilung und der Annahmen:** Hierbei wird eine Präzisierung der Investitionskosten angestrebt, unter Einbeziehung zusätzlicher Faktoren, um die Genauigkeit der Planung zu verbessern.

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

---

2. **Abgrenzung von einzelnen Gebäuden in Gebieten:** Eine genauere Abgrenzung und Identifikation einzelner Gebäude innerhalb der Eignungsgebiete tragen dazu bei, spezifische Anforderungen und Potenziale besser zu berücksichtigen.
3. **Festlegung von Prioritäten:** Eine strategische Festlegung von Prioritäten ermöglicht eine fokussierte Umsetzung, beispielsweise basierend auf strukturellen Veränderungen oder anderen bedeutsamen Kriterien.
4. **Durchführung von Sensitivitätsanalysen:** Die Sensitivitätsanalysen dienen dazu, die Auswirkungen von Unsicherheiten und variablen Parametern auf die Ergebnisse der Wärmeplanung zu untersuchen. Dies ermöglicht eine bessere Einschätzung der Robustheit der getroffenen Annahmen und Empfehlungen.

Diese zusätzlichen Schritte fördern eine detailliertere und genauere Planung im Hinblick auf die Wärmeentwicklung und bieten die Möglichkeit, auf Veränderungen oder unvorhergesehene Einflüsse flexibel zu reagieren.

### **4.3.3. Beheizungsstruktur nach Anteilen der Energieträger**

Die folgende Abbildung zeigt das Zielphoto 2040 mit dem Zwischenziel 2030, wie sich die Wärmeversorgung in Richtung regenerativer Erzeugung weiterentwickelt.

Die geplanten Einsparmaßnahmen sind ebenfalls ersichtlich und Bestandteil der gesamten Planung.

Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Zielphoto der Wärmewendestrategie 2030 und 2040 und Darstellung des Istzustandes im Jahr 2020

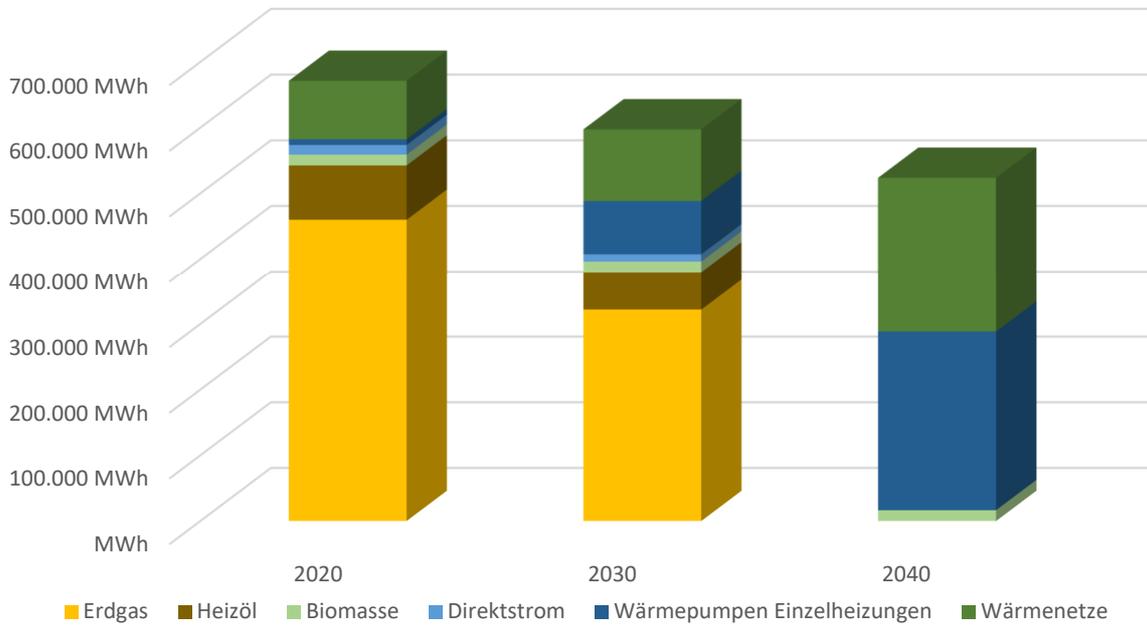


Abbildung 4.6: Zielphoto Wärmewendestrategie 2030 und 2040

Der Anteil an Wärme, die über Einzelheizungen erzeugt wird, liegt gemäß dem Zielphoto bei ca. 55 %, während der Anteil an Wärmenetzen auf 45 % steigt.

**4.3.3.1. Dezentrale Wärmeversorgung (Einzelheizungen)**

Es ist vorgesehen, dass in den Eignungsgebieten für Einzelheizung die meisten Gebäude über Wärmepumpen, entweder über Luft oder wo technisch möglich und genehmigungsfähig, über Erdwärmesonden versorgt werden. Es wird einen geringen Anteil an Biomasseanlagen (v. a. Pelletkessel) geben, sofern diese ab dem Jahr 2040 aus Gründen des Umweltschutzes nicht stillgelegt werden müssen.

**4.3.3.2. Zentrale Wärmeversorgung (Wärmenetze)**

Im Jahr 2040 ist geplant, dass ca. 45 % des Stadtgebietes mit Fernwärme versorgt wird. Die Zusammensetzung der Fernwärme in Abhängigkeit der eingeplanten Energieträger zeigt das folgenden Kuchendiagramm:

### Zusammensetzung Energieträger Wärmenetze im Jahr 2040

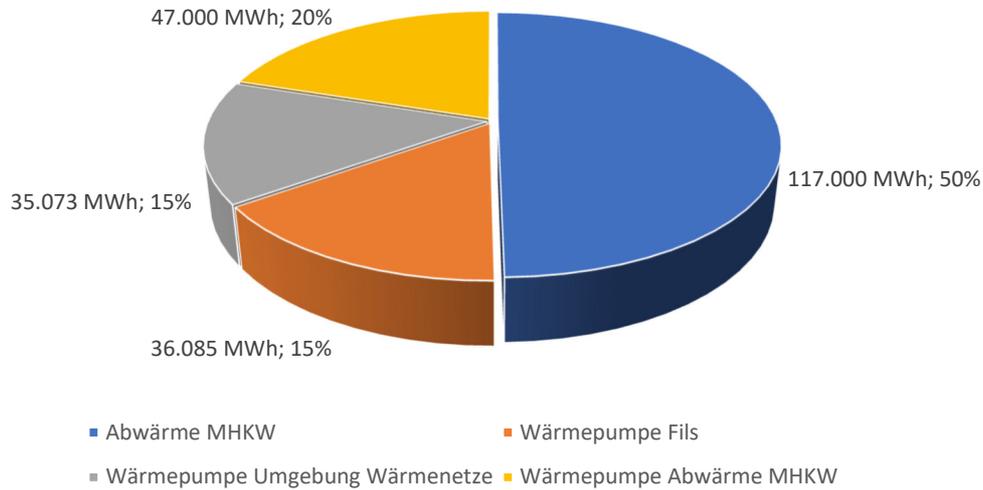


Abbildung 4.7: Zusammensetzung Energieträger der Wärmenetze im Jahr 2040

Die in den vorigen Kapiteln aufgezeigten Wärmepotenziale sind in diesem Szenario entsprechende berücksichtigt.

#### 4.3.4. Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Im abschließenden Schritt erfolgte die Berechnung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern. Hierzu wurde zunächst die Verteilung der Energieträger durch die Zusammenführung der Ergebnisse aus der Potenzialanalyse und den Resultaten der Eignungsgebiete für dezentrale und zentrale Wärmeversorgung dargestellt. Anschließend erfolgte eine Multiplikation mit dem projizierten Endenergieverbrauch unter Verwendung der genannten Energieträger.

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Tabelle 4.4: Wärmeverbrauch Ist-Situation in MWh/a differenziert nach Energieträgern und Sektoren

Projizierter Wärmeverbrauch nach Energieträgern 2020 (MWh/a)	Heizöl	Erdgas	Wärme-netz	Syntheti-sche Brenn-stoffe	Solarther-mie	Bio-masse	Wärme-pumpe	Direkt-strom
Private Haushalte	82.655	242.121	67.983	0	0	16.501	8.740	14.369
GHD	0	61.443	4.370	0	0	0	0	175
Industrie	0	118.497	1.482	0	0	0	0	0
Kommune	0	37.769	15.146	0	0	0	0	44
<b>Summe</b>	<b>82.655</b>	<b>459.830</b>	<b>88.981</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16.501</b>	<b>8.740</b>	<b>14.589</b>

Tabelle 4.5: Beheizungsstruktur Ist-Situation mit Anteilen der Energieträger in Prozent

Beheizungsstruktur Anteil 2020 (in %)	Heizöl	Erdgas	Wärme-netze	Syntheti-sche Brenn-stoffe	Solarther-mie	Bio-masse	Wärme-pumpe	Direkt-strom
Private Haushalte	100,0%	52,7%	76,4%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	98,5%
GHD	0,0%	13,4%	4,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%
Industrie	0,0%	25,8%	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Kommune	0,0%	8,2%	17,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%

Tabelle 4.6: Projizierter Wärmeverbrauch 2040 in MWh/a differenziert nach Energieträgern und Sektoren

Projizierter Wärmeverbrauch nach Energieträgern 2040 (MWh/a)	Heizöl	Erdgas	Wärme-netz	Synthetische Brennstoffe	Solarther-mie	Bio-masse	Wärme-pumpe	Direkt-strom
Private Haushalte	0	0	151.461	0	0	16.501	195.229	0
GHD	0	0	23.116	0	0	0	24.516	0
Industrie	0	0	42.029	0	0	0	44.281	0
Kommune	0	0	18.552	0	0	0	7.928	0
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>235.158</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16.501</b>	<b>271.953</b>	<b>0</b>

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Tabelle 4.7: Beheizungsstruktur 2040 mit Anteilen der Energieträger in Prozent

Beheizungsstruktur Anteil 2040 (in %)	Heizöl	Erdgas	Wärme-netze	Syntheti-sche Brenn-stoffe	Solarther-mie	Bio-masse	Wärme-pumpe	Direkt-strom
Private Haushalte	0,0%	0,0%	64,4%	0,0%	0,0%	100,0%	71,8%	0,0%
GHD	0,0%	0,0%	9,8%	0,0%	0,0%	0,0%	9,0%	0,0%
Industrie	0,0%	0,0%	17,9%	0,0%	0,0%	0,0%	16,3%	0,0%
Kommune	0,0%	0,0%	7,9%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%

Weiter werden in den folgenden Tabellen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs an Wärme dargestellt, in welchem deutlich erkennbar ist, dass der Endenergieverbrauch deutlich um ca. 63 % im Jahr 2040 wegen des großen Anteils an Wärmepumpen und damit der Nutzung der Umweltwärme sinkt.

Tabelle 4.8: Endenergieverbrauch Ist-Situation in MWh/a differenziert nach Energieträgern und Sektoren

Projizierter End-energieverbrauch nach Energieträ-gern 2020 (MWh/a)	Heizöl	Erdgas	Wärme-netz	Syntheti-sche Brenn-stoffe	Solarther-mie	Bio-masse	Wärme-pumpe	Direkt-strom
Private Haushalte	94.463	295.926	67.983	0	0	20.626	2.497	14.369
GHD	0	75.097	4.370	0	0	0	0	175
Industrie	0	144.830	1.482	0	0	0	0	0
Kommune	0	46.162	15.146	0	0	0	0	44
<b>Summe</b>	<b>94.463</b>	<b>562.015</b>	<b>88.981</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20.626</b>	<b>2.497</b>	<b>14.589</b>

Tabelle 4.9: Projizierter Endenergieverbrauch 2040 in MWh/a differenziert nach Energieträgern und Sektoren

Projizierter End-energieverbrauch nach Energieträ-gern 2040 (MWh/a)	Heizöl	Erdgas	Wärme-netz	Syntheti-sche Brenn-stoffe	Solarther-mie	Bio-masse	Wärme-pumpe	Direkt-strom
Private Haushalte	0	0	92.113	0	0	20.626	86.796	0
GHD	0	0	14.795	0	0	0	12.269	0
Industrie	0	0	27.179	0	0	0	22.462	0
Kommune	0	0	11.397	0	0	0	5.508	0
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>145.484</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20.626</b>	<b>127.036</b>	<b>0</b>

## Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

In der folgenden Tabelle lässt sich die Treibhausgasreduzierung darstellen. Es wird ebenfalls aufgezeigt, dass auch durch eine regenerative Wärme- und Stromerzeugung CO<sub>2</sub> emittiert wird und eine völlige Treibhausgasreduktion bei dieser Bilanzierungsmethodik nicht möglich ist (Emissionsfaktoren gemäß BICO<sub>2</sub>\_BW, inkl. Äquivalente und Vorketten).

Der Grund hierfür liegt darin, dass die Emissionsfaktoren für regenerative Energieträger zwar niedriger sind als bei fossilen Brennstoffen und sich durch den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien, wie etwa Photovoltaikanlagen, in den nächsten Jahren noch verbessern werden. Dennoch erreichen auch diese Faktoren keinen Nullwert, da selbst bei der Erzeugung und Bereitstellung regenerativer Energie Emissionen entlang der Vorketten und durch Herstellung, Betrieb und Wartung der Anlagen anfallen.

Insgesamt lässt sich bei diesem Szenario eine gleichmäßige Treibhausgasreduzierung über alle Sektoren hinweg von ca. 83 % erreichen.

Tabelle 4.10: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren (in Tonnen/Jahr) bis 2040

CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]			
Sektor	2020	2030	2040
Kommunale und öffentlich genutzte Gebäude	15.376	8.979	2.393
GHD und Industrie	56.352	41.381	9.167
Private Haushalte	126.355	81.505	21.971
<b>Gesamtsumme</b>	<b>198.083</b>	<b>131.865</b>	<b>33.531</b>

Quelle: Eigene Darstellung

#### **4.3.5. Zwischenfazit klimaneutrales Zielszenario**

Die umfassende Untersuchung der Eignungsgebiete für Wärmenetze, die Analyse des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern und die Berechnung der Treibhausgasminderung bilden solide Grundlagen für die Entwicklung von nachhaltigen Maßnahmen zur Erreichung der klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 in der Stadt Göppingen. Der Fokus lag auf einer ganzheitlichen Betrachtung, die sowohl energetische als auch ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigt.

Dieser methodische Ansatz ermöglicht es der Stadt Göppingen, auf einer fundierten Basis erste Entscheidungen zu treffen, die eine nachhaltige und zukunftsorientierte Entwicklung gewährleisten.

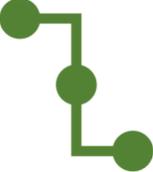
## **5. Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog**

Im abschließenden Schritt der kommunalen Wärmewendestrategie wurde ein Transformationspfad zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans erstellt, der detaillierte Maßnahmen, Umsetzungsprioritäten und einen Zeitplan für die kommenden Jahre enthält. In enger Abstimmung mit relevanten Akteuren wie den Energieversorgungsunternehmen und der Stadt selbst wurden fünf konkrete Maßnahmen erarbeitet, die darauf abzielen, die erforderliche Energieeinsparung zu realisieren und die zukünftige Energieversorgungsstruktur aufzubauen.

### **5.1. Vorgehensweise**

Basierend auf den vorangegangenen Analysen wurden diverse Maßnahmen für unterschiedliche Handlungsfelder konzipiert. Hierbei wurden die folgenden Handlungsfelder in Betracht gezogen: Dekarbonisierung der bestehenden Wärmenetze (WN), Abwasserwärmennutzung (AW), Nutzung von saisonalen Wärmespeichern (WS), Ausbau der Erneuerbaren Energien (EE) sowie Steigerung der Sanierungsrate (SR). In mehreren Abstimmungsrunden mit den betroffenen Stakeholdern wurden sieben konkrete Maßnahmenprioritäten festgelegt. Nachfolgende Tabelle stellt nochmals die Einteilung der Maßnahmen anhand der Handlungsfelder dar.

Tabelle 5.1: Handlungsfelder Maßnahmen

<p><b>Handlungsfeld 1:</b></p> 	<p><b>Dekarbonisierung der bestehenden Wärmenetze (WN)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- WN-1: Vertragsverhandlungen zwischen MHWK, Landkreis und den Stadtwerke Göppingen zum Abschluss eines Fernwärmeliefervertrags</li> <li>- WN-2: Anschluss des Wärmenetzes in Ursenwang an das Müllheizkraftwerk</li> </ul>
<p><b>Handlungsfeld 2:</b></p> 	<p><b>Abwasserwärmenutzung (AW)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AW-1: Prüfung der Abwasserwärmenutzung für das ehemalige Kleemann-Areal in Faurndau</li> </ul>
<p><b>Handlungsfeld 3:</b></p> 	<p><b>Aufbau von Wärmespeichern (WS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- WS-1: Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines Wasserwärmespeichers auf der Gemarkung Göppingens</li> </ul>
<p><b>Handlungsfeld 4:</b></p> 	<p><b>Ausbau der Erneuerbare Energien (EE)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EE-1: Ausbau der PV-Leistung durch PV-Freiflächenanlage am Sachsentobel und Carport-PV auf dem Freibad-Parkplatz</li> </ul>
<p><b>Handlungsfeld 5:</b></p> 	<p><b>Steigerung der Sanierungsrate (SR):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SR-1: Reduzierung des Energiebedarfs städtischer Gebäude (Sanierung HoGy, Sanierung ASS)</li> <li>- SR-2: Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung der Bevölkerung im Bereich Wärmewende</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

## 5.2. Entwickelte Maßnahmen-Prioritäten

### 5.2.1. Handlungsfeld 1: Dekarbonisierung der bestehenden Wärmenetze

#### 5.2.1.1. WN-1: Vertragsverhandlungen zwischen MHKW, Landkreis und den Stadtwerke Göppingen zum Abschluss eines Fernwärmeliefervertrags

##### **Beschreibung:**

##### **Maßnahme:**

Die bestehenden Wärmenetze decken gegenwärtig rund 10 Prozent des Wärmebedarfs in Göppingen. Das Müllheizkraftwerk, das sich zu Teilen auf der Gemarkung der Stadt Göppingen befindet, erzeugt erhebliche Mengen an unvermeidbarer Abwärme, von der derzeit ein beträchtlicher Anteil ungenutzt bleibt. Um die vorhandenen Wärmenetze zu dekarbonisieren, ist es vorgesehen, die unvermeidbare Abwärme aus dem Müllheizkraftwerk zu nutzen. Dies erfordert die Schaffung geeigneter Voraussetzungen. In einem ersten Schritt bedarf es vertraglicher Rahmenbedingungen, die sicherstellen, dass die Abwärme des MHKW langfristig effektiv genutzt werden kann. Hierfür sind Gespräche zur Vertragsgestaltung zwischen dem Betreiber des Müllheizkraftwerks (EEW), dem Landkreis und den Stadtwerken Göppingen mit dem Ziel des Abschlusses eines Fernwärmeliefervertrags vorgesehen.

##### **Nächste Schritte:**

1. **Auftakttreffen:** Zu Beginn sollte ein Dialog mit den Vertragsbeteiligten (MHKW, Landkreis und Stadtwerke Göppingen) initiiert werden, um sämtliche essenzielle Parameter für den Fernwärmeliefervertrag zu erörtern und zu klären.
2. **Dokumentensichtung:** Eine gründliche Überprüfung der bestehenden Unterlagen, einschließlich technischer Spezifikationen, rechtlicher Voraussetzungen und finanzieller Parameter, sollte vorgenommen werden.
3. **Definition der Vertragsparameter:** Klare Festlegung der Liefermodalitäten, einschließlich der Wärmemenge, Lieferzeiten, Qualität der gelieferten Wärme, um eine langfristige Lieferung der Abwärme sicherzustellen.
4. **Festlegung der Vertragsdauer:** Bestimmung der Laufzeit des Vertrags und Festlegung von Bedingungen für eine mögliche Verlängerung oder Kündigung.
5. **Preisverhandlungen:** Verhandlung der Preise für die Fernwärme unter Berücksichtigung von variablen Kosten, Investitionen, Instandhaltungskosten und Gewinnmargen.

## Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

6. **Rechtliche Überprüfung:** Eine eingehende rechtliche Überprüfung des Vertragsentwurfs, um sicherzustellen, dass er den geltenden Gesetzen und Vorschriften entspricht und die Interessen beider Parteien angemessen schützt.
7. **Vertragsunterzeichnung, Implementierung und Monitoring:** Nach Vertragsabschluss erfolgt die Umsetzung des Fernwärmelieferungsvertrags.

### Spezifizierung:

- **CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial:** Mehrere Tonnen/Jahr
- **Beginn:** Kurzfristig
- **Dauer:** Langfristig
- **Initiator:** Stadtwerke Göppingen
- **Akteur\*innen:** Stadtwerke Göppingen, Landkreis, Müllheizkraftwerk
- **Priorität:** Sehr hoch
- **Personeller Aufwand:** Gering-mittel
- **Finanzieller Aufwand:**

5.2.1.2. WN-2: Anschluss des Wärmenetzes in Ursenwang an das Müllheizkraftwerk

<b>Gebietsbeschreibung – Status quo:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Gebiets-Nr.:</b> V15</li> <li>- <b>Geographische Verortung:</b> Ursenwang</li> <li>- <b>Fläche:</b> 594.327 m<sup>2</sup></li> <li>- <b>CO<sub>2</sub>-Emissionen:</b> 3.000 Tonnen/a</li> <li>- <b>Endenergiebedarf insgesamt</b> 41.376 MWh/ Jahr</li> <li>- <b>Anzahl der Gebäudeanschlüsse:</b> 288</li> </ul>
<b>Beschreibung:</b>	
<p><b>Maßnahme:</b></p> <p>Das bislang ungenutzte Abwärmepotenzial des Müllheizkraftwerks kann als bedeutsame Wärmequelle klassifiziert werden und durch ihre Integration in das bestehende Fernwärmenetz der Stadtwerke Göppingen (SWG) sinnvoll erschlossen werden. Dies erfordert die Verlegung von Wärmeleitungen vom Müllheizkraftwerk (MHKW) zu den bereits existierenden Wärmenetzen, die als sogenanntes "Wärme-Backbone" bezeichnet werden. Eine begrenzte Erweiterung der Wärmenetze in direkt an die Hauptleitungen angrenzenden Gebieten ist möglich, wodurch potenziell etwa 20 Prozent des Wärmebedarfs zukünftig über das MHKW-Wärmenetz gedeckt werden könnten.</p> <p>Der Ausbau des Wärmenetzes in Richtung Ursenwang erscheint als eine mögliche Realisierungsoption. Ursenwang zeichnet sich durch eine Konzentration von Mehrfamilienhäusern mit einem erheblichen Wärmebedarf aus, wodurch der Ausbau des Wärmenetzes in diesem Bereich als sinnvoll betrachtet wird. Eine präzise Festlegung der Zeitplanung, Ausbaustufen und Gebietsabgrenzung erfordert eine koordinierte Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren, darunter Straßensanierungen, Breitbandausbau, Quartiersentwicklungen, Heizungserneuerungen potenzieller Ankerkunden und andere relevante Instanzen.</p> <p>Die initiale Fernwärmeleistung, die in einem ersten Schritt abgeleitet werden kann (ca. 10 MW), wird durch den vorhandenen Heizkondensator beim Müllheizkraftwerk (MHKW) gesichert, welcher Dampf aus der Dampfturbine der thermischen Restabfallverwertungsanlage</p>	

## Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

entnimmt. Zusätzlich könnten durch die Nutzung von "echter Abwärme" entlang der Prozesskette im MHKW weitere 10 bis 15 MW an Niedertemperaturabwärme mithilfe einer Wärmepumpe erschlossen werden. Zudem könnten durch Effizienzmaßnahmen im Zuge des Neubaus der Klinik Wärmemengen freigesetzt werden, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung genutzt werden könnten.

### Nächste Schritte:

1. **Beauftragung einer Machbarkeitsstudie:** Die Erkenntnisse aus dem Projekt Ursenwang sollen in den weiteren Ausbau des „Backbone“ Richtung Stauferpark unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte einfließen.
2. **Gebietsabgrenzung:** Präzise Definition der Ausbau-Parameter durch Berücksichtigung geographischer, infrastruktureller und sozioökonomischer Kriterien.
3. **Projektinitiierung und Planung:** Einrichtung eines Projektteams, Erstellung eines detaillierten Plans und Identifizierung erforderlicher Ressourcen.
4. **Umsetzung:** Realisierung der identifizierten Maßnahmen.

### Spezifizierung:

- **CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial:** Mehrere Tonnen/Jahr
- **Beginn:** Kurz- Mittelfristig
- **Dauer:** 2040
- **Initiator:** Wärmenetzbetreiber
- **Akteur\*innen:** Wärmenetzbetreiber, Stadt, Gebäudeeigentümer\*innen
- **Priorität:** Sehr hoch
- **Personeller Aufwand:** Vorwiegend bei den Wärmenetzbetreibern
- **Finanzieller Aufwand:** Mio.-Beträge. Dem stehen zeitversetzt Einnahmen aus dem Wärmeverkauf gegenüber.

## 5.2.2. Handlungsfeld 2: Abwasserwärmenutzung

### 5.2.2.1. Prüfung der Abwasserwärmenutzung für das ehemalige Kleemann-Areal in Faurndau

<b>Gebietsbeschreibung – Status quo:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Gebiets-Nr.:</b> V27</li> <li>- <b>Geographische Verortung:</b> Faurndau</li> <li>- <b>Fläche:</b> 880.094 m<sup>2</sup></li> <li>- <b>CO<sub>2</sub>-Emissionen:</b> 7.600 Tonnen/a</li> <li>- <b>Endenergiebedarf insgesamt</b> 28.026 MWh/ Jahr</li> <li>- <b>Anzahl der Gebäudeanschlüsse:</b> 844</li> </ul>
<b>Beschreibung:</b>	
<p><b>Maßnahme:</b></p> <p>In Göppingen wurde bereits frühzeitig das Potenzial der Abwasserwärme als eine nachhaltige Energiequelle erkannt. Aktuell erfolgt die Versorgung von drei bedeutenden Gebäuden, nämlich der Kreissparkasse, Teamviewer und Schuler, sowohl mit Wärme im Winter als auch mit Kälte im Sommer durch die Nutzung von Abwasserwärme.</p> <p>Als wesentliche Maßnahme der kommunalen Wärmeplanung wird angestrebt, im Umfeld von Abwasserhauptsammelkanälen, die Abwasserwärme durch den Ausbau kleinerer Wärmenetze weiter zu nutzen und zu erschließen. Dieser Ansatz ermöglicht eine effiziente und umweltfreundliche Nutzung von Energiequellen, während gleichzeitig lokale Gebäude mit einem nachhaltigen Heiz- und Kühlkonzept versorgt werden können.</p> <p>Explizit ist eine Prüfung der Abwasserwärmenutzung für das Kleemann-Areal in Faurndau geplant.</p> <p><b>Nächste Schritte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Bestandsaufnahme und Analyse:</b> Erfassung der bestehenden Abwasserinfrastruktur und Analyse der geografischen Gegebenheiten des ehemaligen Kleemann-Areals.</li> <li>2. <b>Potenzialermittlung:</b> Quantifizierung des Abwasserwärmenutzungspotenzials auf dem ehemaligen Kleemann-Areal (Abwassermengen, Temperaturprofile und die Identifizierung möglicher Wärmeabnehmer*innen).</li> </ol>	

## Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

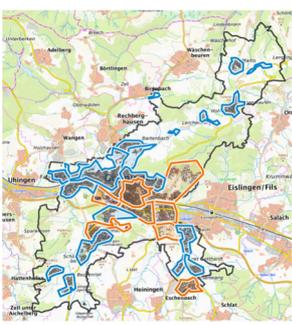
3. **Beauftragung einer technischen und wirtschaftlichen Machbarkeitsstudie:** Bewertung der technischen Realisierbarkeit unter Berücksichtigung ingenieurtechnischer Aspekte sowie Analyse der Kosten und Einsparungen, inklusive Investitions- und Betriebskosten.
4. **Umweltverträglichkeitsprüfung:** Bewertung der Umweltauswirkungen und Einhaltung von Umweltstandards.
5. **Genehmigungsprüfung:** Klärung rechtlicher Rahmenbedingungen und Einholung erforderlicher Genehmigungen.
6. **Erarbeitung eines Umsetzungskonzepts und Umsetzung der Maßnahme**

### Spezifizierung:

- **CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial:** Bisher unbekannt – Ergebnisse im Rahmen der Untersuchungen
- **Beginn:** Kurzfristig
- **Initiator:** Stadtwerke
- **Akteur\*innen:** Stadtwerke, Stadtentwässerung Göppingen
- **Priorität:** Sehr hoch

### 5.2.3. Handlungsfeld 3: Machbarkeitsstudie Wärmespeicher

#### 5.2.3.1. Machbarkeitsstudie für einen Wasserwärmespeichers auf der Gemarkung Göppingens

<b>Gebietsbeschreibung – Status quo:</b>	
	<p>Gesamte Gemarkung der Stadt Göppingen</p>
<b>Beschreibung:</b>	
<p><b>Maßnahme:</b></p> <p>Ein erheblicher Anteil, der im Sommer durch Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen erzeugten Energie wird als elektrischer Strom genutzt, jedoch entstehen dabei Stromspitzen, die nicht sofort vor Ort verwendet werden können. Um diese Überschussenergie zu speichern und in den Wintermonaten abzurufen, ist die Implementierung eines Wasser-Wärmespeichers auf der Gemarkung Göppingen angedacht.</p> <p>Wasser-Wärmespeicher sind technologische Einrichtungen, die überschüssige Wärmeenergie, insbesondere in Form von warmem Wasser, speichern können. Die Auswahl von Wasser als Medium für den Wärmespeicher ist aufgrund seiner hohen spezifischen Wärmekapazität und der effizienten Wärmeübertragungseigenschaften besonders vorteilhaft.</p> <p>Der Wasser-Wärmespeicher dient als "Energietank", der die im Sommer erzeugte Wärme absorbiert und für die winterliche Nutzung bereithält. Die Planung des Wasser-Wärmespeichers erfordert eine detaillierte Analyse. Die Umsetzung eines solchen Speichers trägt zur Reduzierung der saisonalen Diskrepanz zwischen Energieerzeugung und -nachfrage bei, was zu einer effizienteren Nutzung erneuerbarer Energiequellen und einer verbesserten Energieversorgung führt.</p> <p><b>Nächste Schritte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Standortanalyse:</b> Identifikation geeigneter Standorte in Göppingen, unter Berücksichtigung von infrastrukturellen, geologischen und topografischen Gegebenheiten.</li> </ol>	

## Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

2. **Beauftragung einer technischen und wirtschaftlichen Machbarkeitsstudie:** Prüfung der technischen Umsetzbarkeit, Dimensionierung des Speichers und Auswahl der Speichertechnologie. Analyse der Kosten, Einsparungen und Fördermittel, um die Wirtschaftlichkeit des Projekts zu bewerten.
3. **Bewertung ökologische Auswirkungen:** Bewertung der Umweltauswirkungen und Entwicklung von Maßnahmen zur Minimierung von Umwelteinflüssen.
4. **Einleitung eines Genehmigungsverfahrens**
5. **Detailplanung:** Erstellung einer detaillierten Planung und Festlegung von technischen Spezifikationen, Bauzeitplänen und Budgetierung.
6. **Ausschreibung, Vergabe, Bau und Umsetzung:** Bau und Umsetzung: Realisierung des Wasser-Wärmespeichers

### Spezifizierung:

- **CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial:** Bisher unbekannt – Ergebnisse im Rahmen der Untersuchungen
- **Beginn:** Mittelfristig
- **Initiator:** Stadtwerke
- **Akteur\*innen:** Stadtwerke, Stadtentwässerung Göppingen
- **Priorität:** Hoch

## 5.2.4. Handlungsfeld 4: Ausbau der Erneuerbaren Energien

### 5.2.4.1. EE-1: Ausbau der PV-Leistung durch PV-Freiflächenanlage am Sachsentobel und Carport-PV auf dem Freibad-Parkplatz

<b>Gebietsbeschreibung – Status quo:</b>	
	<p>Auf beiden Deponien und den Flächen zwischen den Deponien können bis zu 40.400 Module installiert werden, wobei die maximale Anlagengröße etwa 16,6 MWp beträgt.</p>
<b>Beschreibung:</b>	
<p><b>Maßnahme:</b></p> <p>Für den effizienten Betrieb von Wärmepumpen sind erhebliche Energiemengen erforderlich, die in Zukunft treibhausgasneutral erzeugt werden müssen. In diesem Zusammenhang sind eine umfassende Analyse und optimale Nutzung der Potenziale von Windenergie, Photovoltaik, Solarthermie und Geothermie von entscheidender Bedeutung, da sie erheblich zur nachhaltigen Wärmeerzeugung beitragen können.</p> <p>Auf kommunaler Ebene sind gezielte Maßnahmen erforderlich, um die Installation und Nutzung von Solaranlagen zu fördern. Das übergeordnete Ziel besteht darin, das volle Potenzial der Solarenergie, sowohl für die Strom- als auch die Wärmeerzeugung, optimal auszuschöpfen.</p> <p>Zusätzlich zur Implementierung von Solaranlagen auf kommunalen Gebäuden sollte auch die Nutzung vorhandener Freiflächen für den Ausbau von Solarfreiflächenanlagen intensiviert werden. Konkret ist der Ausbau der Photovoltaik-Leistung durch eine PV-Freiflächenanlage am Sachsentobel geplant. Des Weiteren soll auf dem Carport des Freibad-Parkplatzes eine großflächige PV-Anlage installiert werden (ca. 600 kWp).</p>	

## Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

Diese geplanten Maßnahmen tragen nicht nur dazu bei, die Nutzung erneuerbarer Energien zu maximieren, sondern minimieren auch den ökologischen Fußabdruck der Wärmepumpen, indem sie auf umweltfreundliche Energiequellen umstellen.

### Nächste Schritte:

1. **Detaillierte Analyse der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit:** Analyse der Kosten, Einsparungen Leistung für die beiden PV-Anlagen. (Einspeiseanfrage sowie Flächensicherung bereits eingeleitet)
2. **Festlegung eines Betreibermodells inkl. Finanzierung**
3. **Ausschreibung und Vergabe**
4. **Bau und Umsetzung**
5. **Inbetriebnahme und Monitoring**

### Spezifizierung:

- **CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial:** Mehrere Tonnen/Jahr
- **Beginn:** Kurzfristig
- **Dauer:** Unbefristet
- **Initiator:** Stadt Göppingen, Energieversorger
- **Akteur\*innen:** Stadt, Energieversorger, ggf. Energiegenossenschaften (abhängig vom Betreibermodell)
- **Priorität:** Sehr hoch
- **Personeller Aufwand:** Gering
- **Finanzieller Aufwand:** Abhängig vom gewählten Betreibermodell. Investitionen stehen zeitversetzt Einnahmen aus dem Solarverkauf gegenüber.

## 5.2.5. Handlungsfeld 5: Steigerung der Sanierungsrate

### 5.2.5.1. SR-1: Reduzierung des Energiebedarfs städtischer Gebäude (Sanierung HoGy, Sanierung ASS)

#### **Beschreibung:**

##### **Maßnahme:**

Die energetische Optimierung des städtischen Gebäudebestands in Göppingen stellt eine zentrale Maßnahme dar, um den künftigen Energiebedarf für Heizung und Stromversorgung erheblich zu reduzieren. Dieser Ansatz verfolgt das Ziel, nachhaltige Maßnahmen zu implementieren und eine höhere Energieeffizienz zu erreichen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde die Sanierung der städtischen Gebäude, insbesondere des Hohenstaufen-Gymnasiums Göppingen (HoGY) und der Albert-Schweitzer-Schule Göppingen (ASS), als bedeutende Maßnahme festgelegt.

Die energetischen Sanierungen haben das übergeordnete Ziel, den Energieverbrauch von Gebäuden zu minimieren. Dies wird durch die Implementierung effizienterer Heiz- und Kühlsysteme sowie die Verbesserung der Dämmung realisiert, was zu einer erheblichen Senkung des Energiebedarfs führt. Die Effektivität dieser Maßnahmen zeigt sich nicht nur in langfristigen Kosteneinsparungen durch reduzierte Energiekosten, sondern auch in der Amortisation der Investitionen in moderne, energieeffiziente Technologien im Laufe der Zeit.

##### **Nächste Schritte:**

1. **Gebäudeanalyse:** Detaillierte Analyse der Hohenstaufen-Gymnasiums (HoGY) und Albert-Schweitzer-Schule (ASS), um den aktuellen Zustand der Infrastrukturen zu verstehen (abgeschlossen).
2. **Durchführung einer Energiebedarfsberechnung (abgeschlossen)**
3. **Entwicklung eines Sanierungskonzeptes/ eines Sanierungsfahrplans (abgeschlossen):** Erstellung eines umfassenden Sanierungskonzepts, inklusive Maßnahmen, Priorisierung und Zeitplan (Fokus auf die Einbindung nachhaltiger Energiequellen sowie Erreichen eines guten Effizienzhausstandards)
4. **Prüfung und Beantragung von Fördermitteln – (teilweise beantragt)**
5. **Ausschreibung und Auftragsvergabe:**
6. **Umsetzung der Maßnahmen**

## Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

---

### Spezifizierung:

- **CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial:** bis zu 50 Prozent gegenüber dem jetzigen Stand
- **Beginn:** Kurzfristig
- **Dauer:** ca. 5 Jahre
- **Initiator:** Stadt Göppingen
- **Akteur\*innen:** Stadt Göppingen, Energieberater
- **Priorität:** Sehr hoch
- **Personeller Aufwand:** hoch
- **Finanzieller Aufwand:** hoch

### 5.2.5.2. SR-2 Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung der Bevölkerung im Bereich Wärmewende

#### **Beschreibung:**

##### **Maßnahme:**

Die aktuelle Sanierungsrate liegt bei etwa 1 Prozent. Um diese zu erhöhen, sind neben finanziellen Anreizen von Bund und Land auch begleitende Maßnahmen erforderlich, um die Eigentümer\*innen für die Wärmewende zu sensibilisieren.

Die Öffentlichkeitsarbeit spielt eine entscheidende Rolle bei der Sensibilisierung der Bevölkerung im Kontext der Wärmewende. Diese Maßnahme beinhaltet die strategische Kommunikation von Informationen und Zielen, um Bewusstsein, Verständnis und aktive Teilnahme an nachhaltigen Wärmeprojekten zu fördern. Mögliche Schlüsselemente umfassen die Durchführung von Informationsveranstaltungen, die Darstellung von Erfolgsgeschichten sowie die Schaffung von Plattformen für Bürgerbeteiligung, Workshops und Schulungen.

Die gezielte Öffentlichkeitsarbeit und Sensibilisierung könnten als effektiver Ansatz dienen, um die Sanierungsquote in bestimmten Stadtteilen zu steigern und somit den Wärmebedarf zu reduzieren.

##### **Nächste Schritte:**

1. **Analyse:** Untersuchung der Informationsbedürfnisse und Einstellungen der Bevölkerung.
2. **Zielgruppenidentifikation:** Festlegung von zielgruppenspezifischen Kommunikationsstrategien.
3. **Strategieentwicklung:** Ausarbeitung einer umfassenden Kommunikationsstrategie für verschiedene Medien.
4. **Bürger\*innenbeteiligung:** Schaffung von Plattformen für aktive Bürgerbeteiligung, wie Foren und Workshops.
5. **Partnerschaften:** Aufbau von Kooperationen.
6. **Informationsmaterial:** Entwicklung leicht verständlicher Materialien, darunter Broschüren, Flyer und Online-Ressourcen.
7. **Veranstaltungen:** Organisation von Informationsveranstaltungen und Workshops für direkten Austausch.

## Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

8. **Monitoring:** Kontinuierliche Überwachung der Effektivität, basierend auf Feedback und Anpassung der Strategie.

### Spezifizierung:

- **CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial:** Indirekte Wirkung
- **Beginn:** Kurzfristig
- **Dauer:** Unbefristet
- **Initiator:** Stadt Göppingen
- **Akteur\*innen:** Stadt Göppingen, Arbeitsgruppen, lokale Organisationen, Energieagentur, sonstige Referenten etc.
- **Priorität:** Hoch
- **Personeller Aufwand:** Vorwiegend bei der Stadt Göppingens sowie den externen Referenten
- **Finanzieller Aufwand:** Niedriger fünfstelliger Betrag

## 6. Auswertung und Diskussion

Die Gleichzeitigkeit von Energienachfrage und Energieerzeugung bezieht sich auf die zeitliche Übereinstimmung zwischen dem Bedarf an Energie und der Verfügbarkeit von erzeugter Energie. Die Gleichzeitigkeit zwischen dem Wärmebedarf und der Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien spielt eine entscheidende Rolle bei der Integration nachhaltiger Wärmequellen in das Energieversorgungssystem.

Die Herausforderung besteht darin, die Schwankungen und intermittierenden Eigenschaften bestimmter erneuerbarer Energien, wie z. B. Solar- und Windenergie, mit den konstanten Anforderungen des Wärmebedarfs in Einklang zu bringen.

Effiziente Energiespeicherung, intelligente Regelungstechnologien und ein integriertes Energiemanagement spielen hierbei eine entscheidende Rolle. Durch die Implementierung solcher Lösungen kann die Gleichzeitigkeit zwischen Wärmebedarf und erneuerbarer Wärmeenerzeugung optimiert werden, was zu einer nachhaltigeren und effizienteren Wärmeversorgung führt.

### 6.1. Mögliches Szenario für eine autarke Wärmeversorgung

Bei der Auswertung der Lastgangdaten, sowohl des Wärmeverbrauchs wie auch der potenziellen regenerativen Stromerzeugung für die erforderlichen Wärmepumpen zeigte sich folgender saisonale Wärmeverbrauch:

Deckung des Wärmeverbrauchs  
Betrachtungsjahr 2020

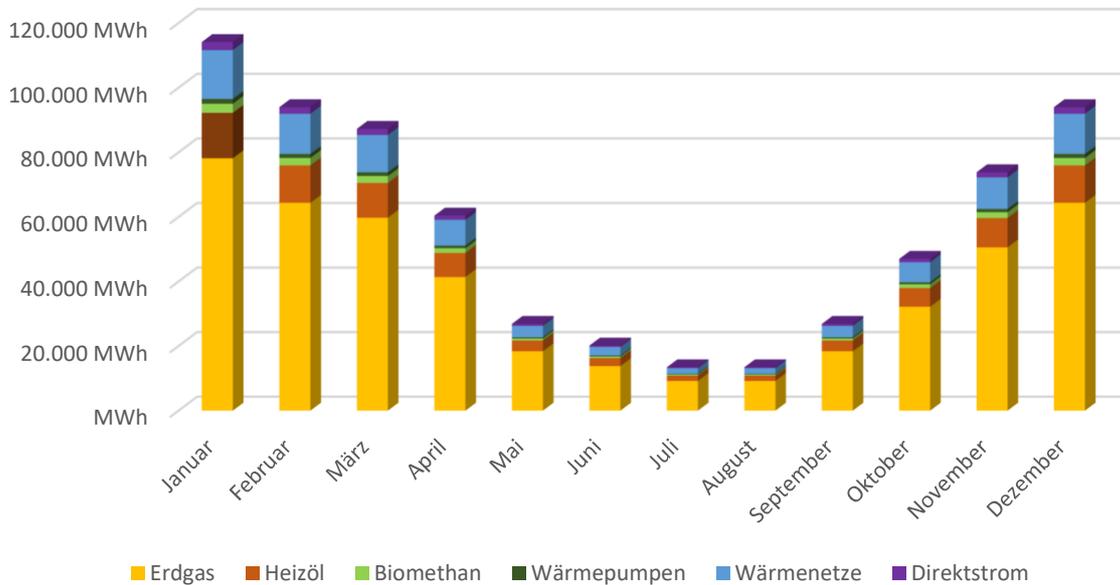


Abbildung 6.1: Lastgang des Wärmeverbrauchs mit den Energieträgern im Jahr 2020

Quelle: Eigene Darstellung

Es ist mit der folgenden Abbildung offensichtlich, dass insbesondere in den Wintermonaten das potenzielle Angebot an PV-Strom ohne entsprechenden Zubau an zusätzlichen regenerativen Stromerzeugern (vor allem Windkraftanlagen) nicht ausreichen wird, um die gestiegene Anzahl von Wärmepumpen ausreichend mit grünem Strom zu versorgen.

Weiterhin stellt auch der Ausbau der Wärmenetze, die mit der unvermeidbaren Wärme aus dem MHKW beliefert werden, ein wichtiger Bestandteil der zukünftigen Wärmeversorgung dar.

### Regenerative Stromerzeugung 2020

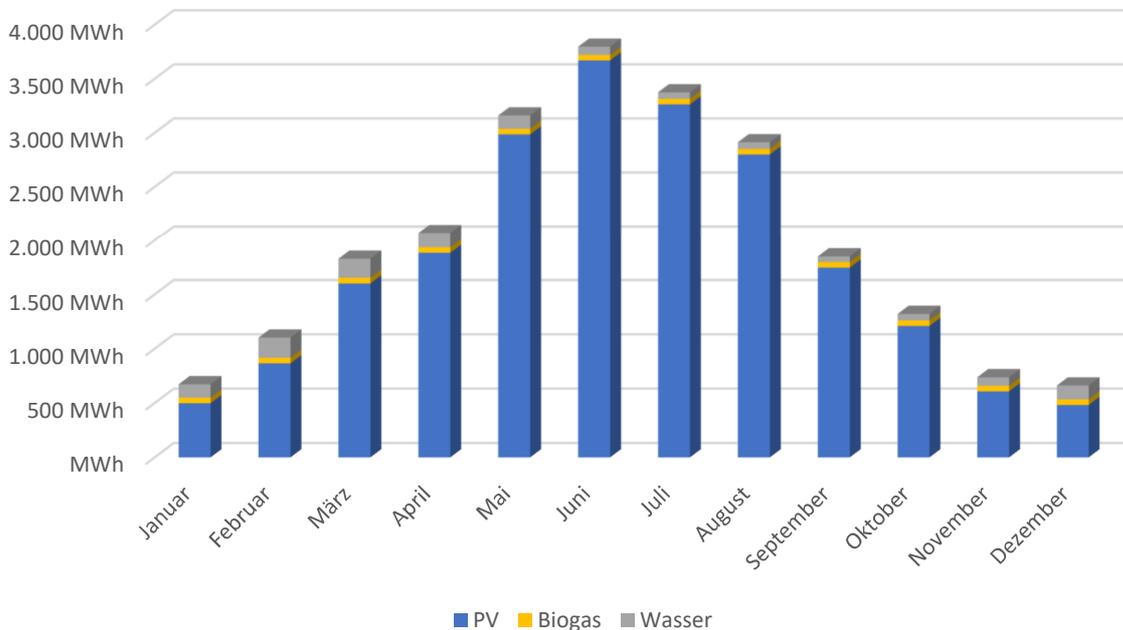


Abbildung 6.2: Regenerative Stromerzeugung im Jahr 2020

Quelle: Eigene Darstellung

Daher wurde ein Modellansatz simuliert, der die Überschussproduktion im Sommer und zusätzlichen Windstrom nutzen könnte, um über Speichermedien wie Wasserstoff und/oder saisonale Warmwasserspeicher (WW-Speicher) auch im Winter genügend Wärme zu erzeugen oder vorzuhalten. Obwohl dies ein theoretischer Ansatz ist und mit erheblichen finanziellen und technischen Herausforderungen verbunden ist, zeigt die Simulation auf, unter welchen Rahmenbedingungen dies möglich erscheint.

In diesem Szenario sind zusätzliche Strommengen für den Betrieb der Wärmepumpen erforderlich, die durch den Ausbau von PV-Strom auf Dächern sowie durch Freiflächenanlagen und neue Windkraftanlagen erzeugt werden können. Die Potenziale hierfür wurden untersucht und als ausreichend bewertet.

Falls die hierfür erforderlichen Kapazitäten von ca. 70.000 MWh an Windstrom und ca. 130.000 MWh (entspricht ca. 65 % des Potenzials an Dachflächen) mit PV-Strom realisiert werden, lässt sich die regenerative Stromerzeugung gemäß der folgenden Abbildung darstellen, wodurch sich die Stadt Göppingen dann wärmetechnisch autark aufstellen könnte.

### Regenerative Stromerzeugung 2040

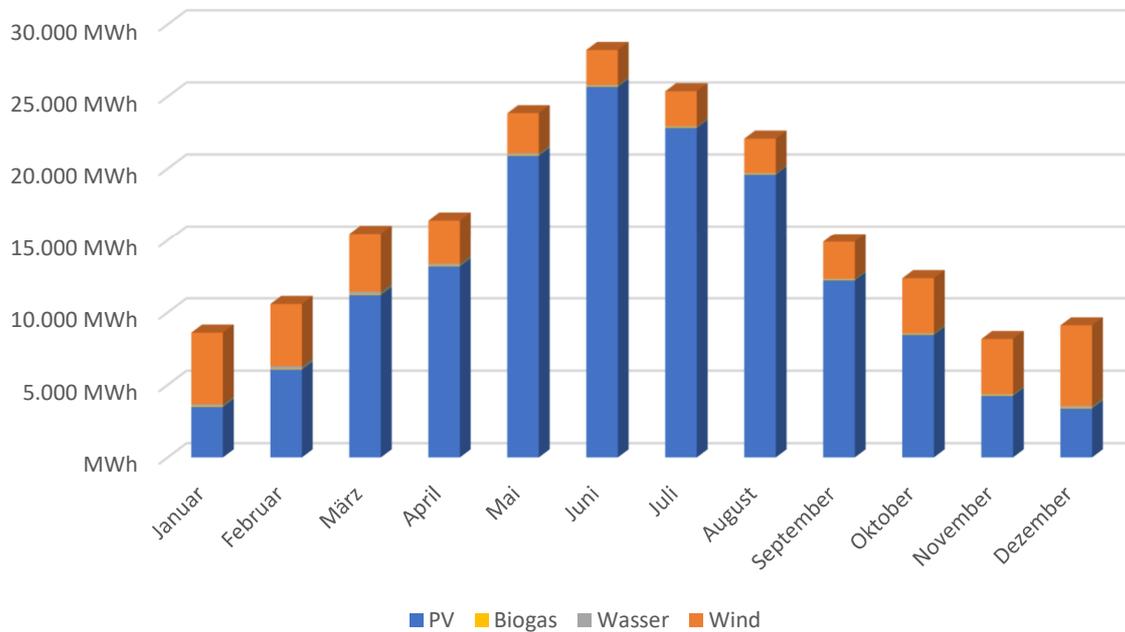


Abbildung 6.3: Regenerative Stromerzeugung im Jahr 2040

Quelle: Eigene Darstellung

Es ist in Verfassern bewusst, dass durch die E-Mobilität natürlich noch ein weiterer Bedarf an grünem Strom auftreten wird, der durch die Bereitstellung von ausreichend grünem Strom bedient werden muss. Diese Betrachtung ist aber kein fundamentaler Bestandteil der Wärmeplanung, sondern muss separat geplant und bearbeitet werden.

Ebenfalls sind die Verteilnetze in Göppingen weiterhin zu modernisieren und auszubauen, damit auch diese den neuen Anforderungen an ausreichender Leistungskapazität genügen, um die erforderlichen Strommengen für Wärmepumpen und E-Mobilität sicher und zuverlässig zur Verfügung zu stellen.

Ein mögliches Szenario der zukünftigen Wärmeversorgung stellt daher folgende Abbildung dar:

### Deckung des Wärmeverbrauchs Zielszenario 2040

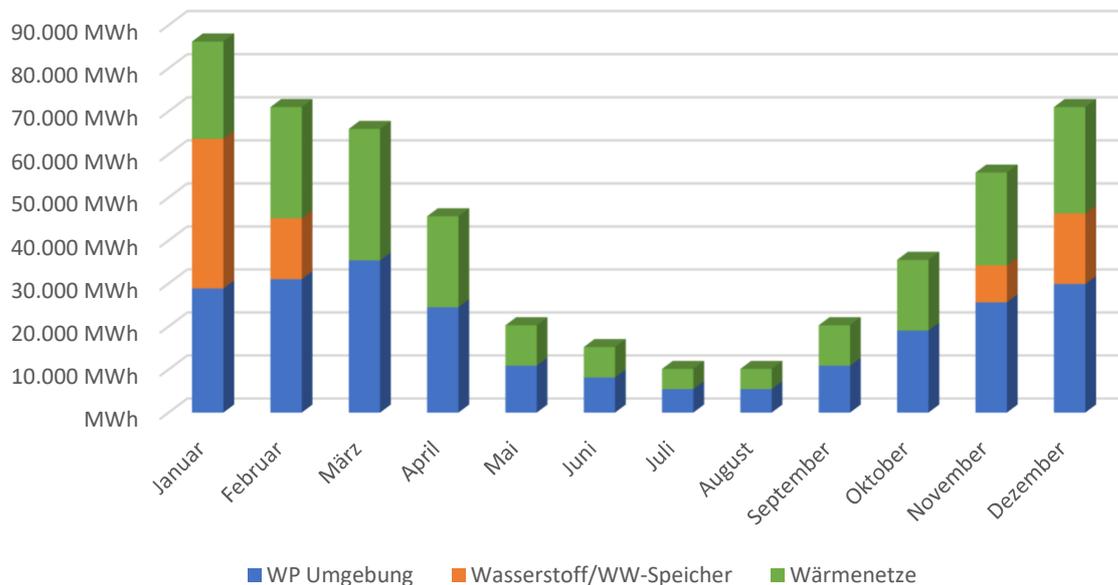


Abbildung 6.4: Potenzielle Wärmeerzeugung im Jahr 2040

Quelle: Eigene Darstellung

Bei dem hier gezeigten Beispielszenario könnte in den Sommermonaten genügend Wasserstoff durch überschüssigen Strom erzeugt werden, der gespeichert und dann im Winter über BHKW oder Wasserstoff-Kessel in Wärme umgewandelt werden könnte.

Ebenfalls wäre es möglich einen Teil der durch die Wärmepumpen im Sommer erzeugten Wärme über saisonale Wärmespeicher im Winter zu nutzen. Eine Machbarkeitsstudie hierzu ist bereits Bestandteil des weiter oben beschriebenen Maßnahmenpakets.

## 6.2. Öffentlichkeitsbeteiligung und kritische Betrachtung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Göppingen wurde am 20.11.2023 eine öffentlichkeitswirksame Informationsveranstaltung zu den erarbeiteten Maßnahmen, Ergebnissen sowie den nächsten Schritten durchgeführt. Alle betroffenen Akteure und Bürgerinnen der Stadt Göppingen hatten somit die Möglichkeit, Anregungen zum aktuellen Stand abzugeben. Die Kommentare, kritischen Betrachtungen und Ideen der Teilnehmerinnen wurden nach der Veranstaltung analysiert, bewertet und in geeigneter Form in den Bericht aufgenommen.

## Auswertung und Diskussion

---

Insgesamt haben 60 Personen an der Veranstaltung teilgenommen, und es gab besonders Rückmeldungen zu den Bereichen:

- Potential Wärmeenergie aus Tiefengeothermie
- Abwärmepotenzial aus dem Müllheizkraftwerk
- Notwendiger Ausbau der Stromnetze

### **6.3. Monitoring und Controlling**

Der vorliegende Bericht und die darin dokumentierten Ergebnisse verdeutlichen, dass die Wärmewende in der Stadt Göppingen mit erheblichen Anstrengungen verbunden ist und einen kontinuierlichen Prozess darstellt. Der Umsetzungsstand der definierten Maßnahmen sowie des kommunalen Wärmeplans insgesamt, müssen in regelmäßigen Abständen überprüft und an aktuelle Gegebenheiten, Erkenntnisse und Entwicklungen angepasst werden. Zur Messung des Umsetzungsstandes können Indikatoren als hilfreiche Messinstrumente genutzt werden, beispielsweise der Anteil erneuerbarer Energien oder die Anzahl umgesetzter Maßnahmen.

Erkenntnisse aus dem Monitoring können für die Weiterentwicklung des Wärmeplans genutzt werden. Maßnahmen können ergänzt, weiterentwickelt oder an neue Rahmenbedingungen wie gesetzliche Grundlagen, technologische Innovationen oder andere Entwicklungen angepasst werden. Durch kontinuierliches Monitoring soll der Fortschritt analysiert, bei Bedarf gegengesteuert und so das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 sichergestellt werden.

Es wird empfohlen, das Monitoring und Controlling des kommunalen Wärmeplans einem festen Zuständigkeitsbereich zuzuordnen und in die Kommunalverwaltung zu integrieren. Regelmäßige Abstimmungen sollten stattfinden. Es wäre ratsam, bereits vor der verpflichtenden Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans im Jahr 2030 eine Zwischenevaluation zum Status quo und den erzielten Maßnahmen vorzunehmen. Dies könnte durch Datenerhebung und die Erstellung einer aktuellen Treibhausgasbilanz im Wärmesektor erfolgen.

## 7. Fazit und Handlungsempfehlung

Der vorliegende Bericht zur kommunalen Wärmeplanung der Stadt Göppingen hat die vier wesentlichen Schritte Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario 2040 und Wärmewendestrategie ausführlich analysiert und die Ergebnisse dargelegt. Im Rahmen dieser Analysen ergeben sich folgende wesentliche Handlungsempfehlungen:

### Bestandsanalyse

Die durchgeführte Bestandsanalyse zeigt, dass ein Großteil der Gebäude in Göppingen energetisch veraltet und unsaniert ist, was ein erhebliches Einsparpotenzial darstellt. Die Mehrheit der Haushalte nutzt derzeit Öl und Gas zur Beheizung, was zu hohen fossilen Energieverbräuchen führt. Die Handlungsempfehlung besteht darin, das enorme energetische Einsparpotenzial durch verstärkte Sanierungsmaßnahmen zu nutzen und einen steilen Absenkpfad in der Treibhausgasbilanzierung durch Energieeinsparung und Umstellung auf erneuerbare Energieträger anzustreben

### Potenzialanalyse

Die bisher ungenutzten Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale sollten erschlossen und weiter ausgebaut werden, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 zu erreichen. Es wird empfohlen, die Sanierungsquoten zu erhöhen und vorhandene Abwärme effizient zu nutzen. Zudem sollten die Potenziale der Solarenergie, sowohl auf Dachflächen als auch auf Freiflächen, intensiver genutzt werden.

### Zielszenario

Das Zielszenario wurde durch fundierte Zonierungsansätze erstellt, die geplante Versorgungsstruktur sowie Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgung aufzeigen. Vorranggebiete für den kurzfristigen Wärmenetzaufbau bis 2030 sowie Gebiete für Einzelheizungen bis 2040 wurden identifiziert. Dabei wird flächendeckend die Wärmepumpe als Heiztechnologie für Einzelheizungen angenommen, während für Wärmenetze unterschiedliche erneuerbare Energiequellen und Abwärmepotenziale genutzt werden sollen

### Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie formuliert einen Transformationspfad zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans, mit ausgearbeiteten Maßnahmen, Umsetzungsprioritäten und Zeitplan für die nächsten Jahre. Fünf konkrete Maßnahmen für die erforderliche Energieeinsparung und den Aufbau der zukünftigen Energieversorgungsstruktur wurden entwickelt. Es

## Fazit und Handlungsempfehlung

---

wird betont, dass für die Umsetzung weitere Detailplanungen, etwa in Form von Machbarkeitsstudien, notwendig sind.

Insgesamt verdeutlichen diese Ergebnisse die Relevanz einer ganzheitlichen Wärmeplanung für die Stadt Göppingen, um eine nachhaltige, klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 zu erreichen. Kontinuierliches Monitoring und eine klare, integrierte Zuständigkeit für die Umsetzung sind dabei essenziell, um den angestrebten Wandel zu gewährleisten und gegebenenfalls Anpassungen an aktuelle Entwicklungen vorzunehmen. Die vorliegenden Erkenntnisse bilden eine solide Grundlage für die weiterführende Umsetzung der Wärmewende in Göppingen.

## Literaturverzeichnis

- Agentur für erneuerbare Energien (2021): Endenergieverbrauch nach Strom, Wärme und Verkehr, online verfügbar unter <https://www.unendlich-viel-energie.de/media-thek/grafiken/endenergieverbrauch-strom-waerme-verkehr>, zuletzt geprüft am 02.06.2023.
- BDEW (2023): Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland, online verfügbar unter [Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland | BDEW](#), zuletzt geprüft am 02.06.2023.
- Institut Wohnen und Umwelt (2022): „TABULA“ – Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern, online verfügbar unter [Institut Wohnen und Umwelt \(IWU\): TABULA](#), zuletzt geprüft am 21.10.2023.
- Umweltbundesamt (2023): Erneuerbare Energien in Zahlen: Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien, online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>, zuletzt geprüft am 02.06.2023.