



## Endbericht Kommunale Wärmeplanung Selb

Kommunale Wärmeplanung Selb

Stadt Selb

# Kontakt



Fichtner GmbH & Co. KG  
Sarweystraße 3  
70191 Stuttgart

[www.fichtner.de](http://www.fichtner.de)



**Dr. Daniel Zech**

+49 (711) 8995 1409

[daniel.zech@fichtner.de](mailto:daniel.zech@fichtner.de)

Fichtner GmbH & Co. KG  
Standort Stuttgart



Energieversorgung  
Selb-Marktredwitz  
GmbH  
Gebr.-Netzsch-Str. 14  
95100 Selb

[www-esm-selb.de](http://www-esm-selb.de)

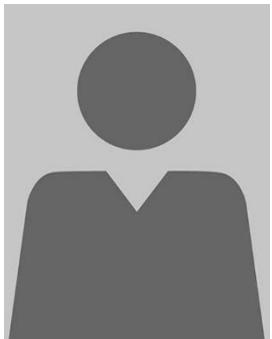


**Felix Langnau**

+49 9287/802-200

[felix.langnau@esm-selb.de](mailto:felix.langnau@esm-selb.de)

Energieversorgung Selb-Marktredwitz  
GmbH



**Dominic Blechschmidt**

+49 9287/802-416

[dominic.blechschmidt@esm-selb.de](mailto:dominic.blechschmidt@esm-selb.de)

Energieversorgung Selb-Marktredwitz  
GmbH

# Freigabevermerk

	Name	Unterschrift	Funktion	Datum
Erstellt:	Dr. Daniel Zech		Projektleiter	14.11.2025
Geprüft:	Dr. Daniel Zech		Projektleiter	14.11.2025
Freigegeben:	Dr. Achim Stuible		Projektbereichsleiter	17.11.2025

## Revisionsverzeichnis

Rev.	Datum	Änderungsstand	Fichtner Dok.-Nr.	Erstellt	Geprüft	Freigegeben
0	17.11.2025	Finale Fassung	CJTWXEVU55T6-1059462840-2643 / v0.1	Zech	Zech	Stuible

## Disclaimer

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber von Fichtner und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Fichtner haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	5
Abbildungsverzeichnis.....	7
1 Einführung .....	8
1.1 Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung in der Wärmewende.....	8
1.2 Zielsetzung und Ablauf der kommunalen Wärmeplanung.....	8
1.3 Gebäudeenergiegesetz (GEG).....	10
1.4 Ausgangssituation der Stadt Selb .....	11
1.5 Erläuterung zur Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung.....	12
2 Beteiligung .....	13
3 Bestandsanalyse .....	14
3.1 Datenerhebung, und -aufbereitung.....	14
3.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur .....	14
3.3 Energieinfrastruktur .....	16
3.4 Wärmebedarf und -verbrauch.....	18
3.5 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme .....	20
3.6 Beispielprojekt im Untersuchungsgebiet.....	21
4 Potenzialanalyse.....	22
4.1 Energieeinsparung durch Sanierung.....	22
4.2 Sektorkopplungstechnologien .....	24
4.2.1 Wärmepumpen.....	24
4.2.2 Stromdirektheizungen .....	25
4.2.3 Power-to-Heat .....	25
4.3 Erneuerbare Energien.....	26
4.3.1 Solarenergie.....	26
4.3.2 Geothermie .....	27
4.3.3 Windenergie .....	29
4.3.4 Biomasse .....	31
4.3.5 Wasserstoff und grüne Gase .....	32
4.4 Abwärme .....	35

4.4.1	Flusswasserwärme .....	35
4.4.2	Abwasserkanäle und Kläranlagen .....	35
4.4.3	Industrielle Abwärme .....	36
<b>5</b>	<b>Zielszenario .....</b>	<b>40</b>
5.1	Pfade für die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung .....	40
5.2	Grundlagen und Annahmen zur Erstellung des Zielszenarios.....	42
5.3	Bewertung der Eignung der Wärmeversorgungsarten der Teilgebiete .....	43
5.4	Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete.....	44
5.4.1	Wärmenetzgebiet .....	44
5.4.2	Prüfgebiete.....	47
5.4.3	Gebiete für die dezentrale Versorgung .....	47
5.5	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial.....	49
<b>6</b>	<b>Strategie und Maßnahmen .....</b>	<b>50</b>
6.1	Strukturelle Maßnahmen auf Kommunalebene .....	50
6.1.1	Verfestigung der Administration.....	51
6.1.2	Kommunale Sanierungskonzepte erstellen.....	52
6.2	Wärmenetzausbau und Transformation der Wärmeversorgung.....	52
6.2.1	Machbarkeitsstudie Wärmenetzaufbau .....	53
6.2.2	Netzverdichtung und Ausbau.....	54
6.2.3	Dezentrale Energiedienstleistungen .....	55
6.2.4	Potenzialerschließung unvermeidbarer Abwärme .....	55
6.2.5	Ausbau Biogasversorgung .....	56
6.3	Öffentliche Maßnahmen auf Bürgerebene .....	57
6.3.1	Sanierung von Bestandsgebäuden .....	57
6.3.2	Informationskampagne zu dezentralen Wärmeversorgungsarten .....	59
6.3.3	Übergangslösungen bei Versorgungsartwechseln .....	60
6.4	Umsetzungsstrategie der Kommunalen Wärmeplanung .....	61
6.4.1	Verfestigungsstrategie .....	62
6.4.2	Controlling, Steuerung und Ausführung .....	63
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>65</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht und allgemeiner Ablauf einer Kommunalen Wärmeplanung.....	9
Abbildung 2: Anzahl Gebäude nach Typ.....	15
Abbildung 3: Anzahl Gebäude nach Baualtersklasse.....	15
Abbildung 4: Siedlungsstruktur nach Typ.....	15
Abbildung 5: Lage der Stadt Selb und ihre Stadtteile .....	16
Abbildung 6: Altersstruktur dezentraler Wärmeerzeuger (Feuerstätten).....	17
Abbildung 7: Berechnung Wärmebedarf je Gebäude (nach Institut für Wohnen und Umwelt, IWU).....	19
Abbildung 8: Wärmebedarf nach Versorgungsstruktur, gemittelt 2021 - 2023 (GWh/a).....	19
Abbildung 9: Wärmekataster: Darstellung der Flächenwärmedichte .....	20
Abbildung 10: Darstellung der Wärmeliniendichten pro Straßenzugmeter .....	20
Abbildung 11: Relative Einsparungen auf Baublockebene (zukunftsweisendes Szenario). ....	23
Abbildung 12: Grundsätzliches Prinzip einer Wärmepumpe (Quelle: eigener Entwurf).....	25
Abbildung 13: Photovoltaik Potenziale für Freiflächen. Quelle: Bayerischer Energieatlas .....	26
Abbildung 14: Einsatzmöglichkeiten der Geothermie. Quelle: Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik. ....	27
Abbildung 15: Geothermiepotenziale in Selb. Quelle: Bayerischer Energieatlas .....	28
Abbildung 16: Flächeneignung Windenergie. Quelle: Bayerischer Energieatlas .....	29
Abbildung 17: Arten von Waldflächen rund um Selb. Quelle: Bayerischer Energieatlas .....	32
Abbildung 18: Aktueller Planungsstand des deutschen Wasserstoffkernnetzes. Quelle: FNB Gas .....	33
Abbildung 19: Abwasserwärmepotenziale in Selb. ....	36
Abbildung 20: Mögliche industrielle Abwärmequellen in Selb. ....	37
Abbildung 21: Energieträger- und Technologiemix im zukunftsweisenden Szenario bis 2045 .....	41
Abbildung 22: Energieträger- und Technologiemix im konventionellen Szenario bis 2045 .....	41
Abbildung 23: Definierte Wärmenetzgebiete im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. ....	45
Abbildung 24: Gebiete mit bestehendem Wärmenetz oder hohem Wärmenetzpotenzial .....	46
Abbildung 25: Gebiete für die dezentrale Einzelversorgung in der Stadt Selb. ....	48
Abbildung 26: Dezentral versorgte Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial (zukunftsweisendes Sanierungsszenario) .....	49

# 1 Einführung

## 1.1 Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung in der Wärmewende

Bis 2045 soll Deutschland klimafreundlich heizen. Auch die Wärmeversorgung der Stadt Selb soll zukünftig effizient und kostengünstig ohne den Einsatz fossiler Energien gestaltet werden. Die geordnete Weiterentwicklung der Wärmeversorgung und der dafür notwendigen Infrastruktur sowie die Bereitstellung der erforderlichen Flächen für die Nutzung erneuerbarer Energien sind ohne Wärmeplanung vor Ort kaum möglich.

Hierfür schreibt das Wärmeplanungsgesetz (WPG) eine lokale Wärmeplanung für alle Städte und Gemeinden in Deutschland vor, um die Klimaziele im Jahr 2045 zu erreichen. Das Wärmeplanungsgesetz ist gemeinsam mit der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes am 1. Januar 2024 in Kraft getreten.

Ziel des WPG ist eine flächendeckende Wärmeplanung in Deutschland. Das Bundesgesetz verpflichtet alle Kommunen, einen Wärmeplan bis spätestens 30. Juni 2028 vorzulegen; Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern müssen dies bis zum 30. Juni 2026 erarbeitet haben (§ 4 Abs. 2 WPG). Der Wärmeplan dient als Orientierungshilfe und hat keine rechtliche Außenwirkung. Er begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten (§ 23 Abs. 4 WPG). Das WPG fordert in § 30 den Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien in neuen Wärmenetzen sowie in § 31 die vollständige Klimaneutralität in Wärmenetzen bis 2045. Fossile Wärmeerzeuger, wie beispielsweise Erdgas-KWK-Anlagen, sind darin nicht vorgesehen. Diese Vorgaben werden in der kommunalen Wärmeplanung von Selb berücksichtigt.

Die kommunale Wärmeplanung wird die Grundlagen für eine klimafreundliche und sozialverträgliche Wärmeversorgung schaffen. Das gilt einerseits in Gebieten mit Wärmenetzen und andererseits dort, wo Einzellösungen zum Einsatz kommen. Außerdem muss sie für alle Bürgerinnen und Bürger transparent aufzeigen, wie die Transformation bzw. der Umbau der Wärmeversorgung erfolgen soll.

## 1.2 Zielsetzung und Ablauf der kommunalen Wärmeplanung

Die grundlegende Zielsetzung dieses kommunalen Wärmeplans, ist die langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung der Stadt Selb. Der kommunale Wärmeplan zeigt dafür den aktuellen Sachstand der Wärmeversorgung sowie verschiedene Perspektiven der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energiequellen, unvermeidbarer Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung auf Basis Erneuerbarer Energien auf.

Von der Bestandsanalyse ausgehend ist entsprechend den Anforderungen aus dem Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze ein mit den städtischen Beschlusslagen vereinbartes, treibhausgasneutrales Zielszenario für 2045 mit den voraussichtlichen Zwischenzielen 2030, 2035 und 2040 zu entwickeln.

Die Bestands- & Potenzialanalyse bilden die erste Phase der kommunalen Wärmeplanung ab. Im Rahmen der Bestandsanalyse wird eine Ist-Situation der aktuellen Wärmenachfrage und der Energieversorgung der Stadt Selb aufgenommen. Hierzu gehören die Erhebung von Daten zum Wärmebedarf und -verbrauch, Beheizungsstrukturen, Gebäudesanierungszuständen, sowie Gas- und Wärmenetzen. Die Potenzialanalyse

stellt lokale, erneuerbare Wärmeversorgungsoptionen und Abwärme potenziale sowie Effizienzmaßnahmen auf, die im Untersuchungsgebiet nutzbar gemacht werden können.



Abbildung 1: Übersicht und allgemeiner Ablauf einer Kommunalen Wärmeplanung.

Darauf aufbauend werden Zielszenarien und Entwicklungspfade für das aktuell gültige Treibhausgasminderungsziel erarbeitet und die dazu gehörige räumlich aufgelöste zukünftige Versorgungsstruktur je Betrachtungsgebiet beschrieben. Dies gelingt durch die Ermittlung von Eignungsgebieten für Wärmenetze und Einzelversorgung sowie die Aufstellung klimafreundlicher und wirtschaftlich tragfähiger Wärmeversorgungs- und Technologiekonzepte.

Die Bestands- & Potenzialanalyse und das Zielszenario bilden die Basis für die Wärmewendestrategie. Im Rahmen der Wärmewendestrategie werden neben einem Transformationspfad zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans ein Maßnahmenkatalog, Umsetzungsprioritäten und ein Zeitplan für die nächsten Jahre aufgestellt.

Gleichzeitig muss der kommunale Wärmeplan auch zu den übrigen Zielen der Stadtentwicklung passen. Deswegen ist ein Abgleich mit bereits formulierten Zielen und Maßnahmen der Stadt und weiteren Energie- und Infrastrukturplanungen erforderlich.

Das Controlling-Konzept wird einen Rahmen für die kontinuierliche Prüfung der Effekte aus der Maßnahmenumsetzung schaffen. Weiterhin dient das Controlling dazu, die wesentlichen Rahmenbedingungen im Blick zu behalten. Bei sich ändernden Rahmenbedingungen kann es notwendig sein, Potenzialanalyse, Zielszenario und Maßnahmenkatalog anzupassen.

Das Verstetigungskonzept umfasst die Darstellung von notwenigen Organisationsstrukturen sowie die Zuweisung von Verantwortlichen oder Zuständigkeiten innerhalb der Strukturen der Stadt und der Stadtwerke. Das Ziel ist eine effiziente Umsetzung des kommunalen Wärmeplans inklusive Fortschreibung der Zielsetzung durch die Stadt mit Unterstützung der Energieversorgung Selb-Marktredwitz.

Um die Auftraggeberin und die relevanten Akteure (Fachabteilungen der kommunalen Verwaltung, Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Selb, Planungsbetroffene, Stadtrat) über den Stand der kommunalen Wärmeplanung zu informieren und zu beteiligen, werden im Rahmen der Akteursbeteiligung zu definierten Meilensteinen Wärmeworkshops mit Facharbeitsgruppen und den relevanten Akteuren durchgeführt.

Das Ziel der Kommunikationsstrategie ist es, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung weitreichend zu kommunizieren und einen gemeinsamen Konsens sowie Informationsflüsse zwischen den Beteiligten und betroffenen Parteien sicherzustellen.

### Wärmenetze für die Wärmewende

Warum ist der Ausbau von Wärmenetzen wichtig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung?

**Effizienzsteigerung:** Durch den Einsatz von Wärmenetzen wird die Effizienz bei der Wärmeerzeugung erhöht. Anstatt dezentral in jedem Gebäude Wärme zu erzeugen, können mehrere Gebäude über ein zentrales Wärmenetz mit Wärme aus einer Erzeugungsanlage oder Abwärme versorgt werden.

**Nutzung erneuerbarer Energien:** Wärmenetze ermöglichen die effiziente Einbindung erneuerbarer Energien wie Biomasse, Solarthermie oder Geothermie. Großanlagen zur Wärmeerzeugung können eine höhere Auslastung erreichen und somit die Kosten für erneuerbare Energien senken.

**Flexibilität:** Wärmenetze bieten die Möglichkeit, verschiedene Wärmequellen miteinander zu kombinieren, um eine kontinuierliche Wärmeversorgung sicherzustellen.

**Reduktion von CO2-Emissionen:** Durch den Ausbau von Wärmenetzen können fossil befeuerte Heizsysteme durch klimafreundlichere Alternativen ersetzt werden. Dies verringert die CO2-Emissionen und trägt zur Erreichung der Klimaziele bei.

**Skalierbarkeit:** Wärmenetze können je nach Bedarf (in Abhängigkeit der Verfügbarkeit erneuerbarer Erzeugungspotenziale) erweitert oder reduziert werden, was eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit auf lokale Gegebenheiten ermöglicht.

## 1.3 Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) wurde am 8. September 2023 vom Bundestag verabschiedet und trat am 1. Januar 2024 in Kraft. Ziel des GEG 2024 ist es, energetische Anforderungen an beheizte oder klimatisierte Gebäude umzusetzen. Sowohl Neubauten als auch Bestandsgebäude müssen anteilig – und langfristig vollständig – mit erneuerbarer Energie beheizt werden.

Ab dem 1. Juli 2028 dürfen in allen Städten, darunter auch Selb, nur noch Heizungsanlagen installiert werden, die mindestens 65 % der bereitgestellten Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen (§ 71 Abs. 1 GEG 2024). In allen Städten gilt diese Pflicht spätestens nach dem 30. Juni 2028. Konventionelle Gas- und Ölheizungen dürfen ab diesem Zeitpunkt nicht mehr eingebaut werden. Reparaturen und der Weiterbetrieb bestehender Anlagen (z. B. Gasheizungen) bleiben jedoch erlaubt. Für komplexe Heizsysteme, wie Etagenheizungen, gelten besondere Übergangsfristen, die bis zu 13 Jahre betragen können (§ 71I GEG 2024).

Heizungen in Neubauten müssen ab dem 1. Januar 2024 die Vorgaben des § 71 Abs. 1 GEG 2024 erfüllen. Für Neubauten, die Baulücken schließen, gelten dieselben Fristen wie für Bestandsgebäude – in Selb also ab dem 30. Juni 2028.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz nennt folgende Optionen, um den Anteil erneuerbarer Energien zu erfüllen:

- Anschluss an ein Wärmenetz
- Wärmepumpe
- Biomasseheizung (z. B. Holz, Pellets)
- Stromdirektheizung (nur in sehr gut gedämmten Gebäuden)
- Hybridheizungen (z. B. Wärmepumpe kombiniert mit Gas- oder Biomasseheizung)
- Solarthermie (falls der gesamte Wärmebedarf gedeckt wird)
- Gasheizungen mit mindestens 65 % nachhaltigem Biomethan oder biogenem Flüssiggas

Die Fristen des GEG sind mit denen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) abgestimmt, jedoch unabhängig vom Fortschritt der Wärmeplanung in einzelnen Kommunen. Selb muss bis zum 30. Juni 2028 einen Wärmeplan vorlegen (§ 4 Abs. 2 WPG). Ab dem 1. Juli 2028 gilt das GEG auch dann, wenn die Wärmeplanung noch nicht abgeschlossen sein sollte.

In Selb wurden bislang keine verbindlichen Entscheidungen zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen getroffen. Daher gelten aktuell weder die Übergangsfristen nach § 71j GEG 2024 noch finanzielle Ansprüche, die bei ausbleibendem Netzbau entstehen könnten. Diese Regelungen greifen erst, wenn beispielsweise ein Energieversorgungsunternehmen den Bau eines Wärmenetzes zusichert und entsprechende Verträge geschlossen werden.

Das GEG 2024 stellt somit eine klare und verbindliche Grundlage für die Wärmewende dar, mit dem Ziel, fossile Heiztechnologien schrittweise durch klimafreundliche Alternativen zu ersetzen.

### **Abgrenzung zum Wärmeplanungsgesetz**

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) regelt die Anforderungen an die energetische Ausstattung von Einzelgebäuden, insbesondere den Einsatz erneuerbarer Energien für Heizsysteme. Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) hingegen legt den Fokus auf die strategische, kommunale Planung der Wärmeversorgung. Es dient der flächendeckenden Dekarbonisierung von Wärmenetzen und verpflichtet Städte und Gemeinden, Wärmeplane zu erstellen, die klimafreundliche Infrastrukturen fördern.

Während das GEG direkte Vorgaben für Eigentümer enthält, ist das WPG ein Instrument der übergeordneten Planung ohne rechtliche Auswirkung auf Einzelpersonen.

## **1.4 Ausgangssituation der Stadt Selb**

Die Stadt Selb hatte im Bereich der kommunalen Wärmeplanung bereits wichtige Vorarbeiten geleistet. So lag ein Teilenergienutzungskonzept für das Schulzentrum sowie perspektivisch für den Stadtteil Vorwerk vor, dessen Umsetzung bereits vorbereitet wird. Zudem besteht im Stadtgebiet ein kleineres, privat betriebenes Wärmenetz und mehrere Gebäude der Stadtverwaltung werden bereits dezentral über moderne Wärmelösungen versorgt. Der Großteil des Stadtgebiets war jedoch bislang nicht planerisch erfasst, sodass die kommunale Wärmeplanung einen zentralen Baustein für zukünftige Strategien zur sicheren und nachhaltigen Wärmeversorgung der Bevölkerung darstellt.

## 1.5 Erläuterung zur Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung

Laut Wärmeplanungsgesetz ist die kommunale Wärmeplanung eine rechtlich unverbindliche strategische Fachplanung. Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen. Der Wärmeplan hat keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.

Wärmenetzbetreiber bzw. Energieversorger müssen den kommunalen Wärmeplan allerdings bei ihrer Planung berücksichtigen. Bei der Erstellung von Dekarbonisierungs-Fahrplänen oder Transformationsplänen nach dem Wärmeplanungsgesetz, müssen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung ebenfalls beachtet werden.

Darüber hinaus muss die städtische Verwaltung den Wärmeplan bei ihrer Bauleitplanung berücksichtigen. Für die Ausweisungsentscheidung von Versorgungsgebieten nach WPG §26 muss ebenfalls der kommunale Wärmeplan zugrunde gelegt werden.

## 2 Beteiligung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden sowohl Bürgerinnen und Bürger als auch unterschiedliche Akteure von den Fortschritten und den Ergebnissen informiert und am Prozess beteiligt. Die Partizipation dient dazu, breite Akzeptanz der Ergebnisse zu schaffen und Bereitschaft bei der Umsetzung der Wärmewende zu fördern.

In Selb werden im Rahmen der Akteursbeteiligung entsprechende Formate zur Einbindung der einzelnen Akteure durchgeführt. Die relevanten Akteursgruppen sind:

- Stadtrat / kommunalpolitische Gremien
- Verwaltung
- Energieversorger
- Industrie / Großverbraucher / Abwärme-Lieferanten
- Wohnungswirtschaft
- Landwirtschaft
- Öffentlichkeit

In jeder der o.g. Akteursgruppen wurden Interessen und Ziele im Kontext der KWP als auch deren Rolle und Einfluss auf die KWP berücksichtigt.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Selb fanden insgesamt drei Workshops mit Vertretern der Stadt, der ESM Selb-Marktredwitz, der Firma Fichtner sowie den weiteren oben genannten lokalen Akteuren statt. Der erste Workshop diente als konstituierende Sitzung zur Vorstellung des Fahrplans und zur Formulierung von Erwartungen und Wünschen der Beteiligten. Im zweiten Workshop wurden die Zwischenergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse präsentiert. Die Teilnehmer brachten dabei ihr lokalspezifisches Wissen zu vorhandenen Potenzialen ein und bereiteten gemeinsam die Grundlage für einen konkreten Maßnahmenkatalog vor. Der dritte Workshop widmete sich der Vorstellung des vorläufigen Abschlussberichts und des Maßnahmenkatalogs. Durch die abschließende Einbindung der lokalen Akteure sollte eine möglichst hohe Akzeptanz in der Öffentlichkeit und eine praxisnahe Umsetzung der Wärmeplanung erreicht werden.

## 3 Bestandsanalyse

Die Basis der Wärmeplanung für die Stadt Selb ist die Analyse und Bewertung des Wärmebedarfs sowie der vorhandenen Energieinfrastruktur. Die Bestandsanalyse beginnt mit der Erhebung von Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypologien, der Versorgungsstrukturen von Gas- und Wärmennetzen und dem Verbrauch von Gas, Fernwärme und anderen Energieträgern. Darauf aufbauend werden der Wärmebedarf und -verbrauch sowie die daraus resultierenden THG-Emissionen im Bereich Wärme bestimmt.

Ein wesentliches Ziel der Bestandsanalyse ist die Ermittlung des Energiebedarfs, der auf den Wärmesektor zurückzuführen ist. Für die anschließende Potenzialanalyse stellen diese Ergebnisse die wesentliche Grundlage dar, um Abschätzungen des zukünftigen Wärmebedarfs und der potenziellen Wärmedeckungsanteile ableiten zu können.

### 3.1 Datenerhebung, und -aufbereitung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden unter Einhaltung aller datenschutzrechtlichen Vorgaben eine Vielzahl von Daten ausgewertet. Dazu zählen unter anderem gebäudescharfe Informationen der Bestandsbebauung (z.B. Gebäudetyp, Nutzung, Fläche, Baujahr), Energieversorger (z.B. Verbrauch Gas, Fernwärme und Leitungsdaten), und Marktstammdatenregister (z.B. Standort KWK- und PV-Anlagen).

Eine wesentliche Grundlage für die kommunale Wärmeplanung in Selb sind die Datensätze des Bayerischen Landesamt für Statistik und vom bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. Diese Datensätze wurden im Rahmen eines Kurzgutachten zur kommunalen Wärmeplanung Selb erarbeitet und stellen gebäudescharfe Informationen zur Bestandsbebauung und Wärmebedarfe zur Verfügung. Alle Daten werden in der Folge bereinigt und auf Plausibilität geprüft, um eine fehlerlose Weiterverwendung zu gewährleisten. Schließlich werden weitere Randbedingungen aus der Akteurseinbindung berücksichtigt (z.B. Baugenossenschaften). Relevante Informationen aus den Schornsteinfegerdaten (z.B. Straßenscharfe Informationen über dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen nach Art der Wärmerzeuger einschließlich eingesetztem Energieträger) wurden in Selb vom Bayerischen Landesamt für Statistik zur Verfügung gestellt.

Die Aufbereitung und Bearbeitung der Daten erfolgt mit Hilfe von QGIS, einem Open-Source Geographischen-Informationssystem (GIS).

### 3.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

In diesem Kapitel werden die der kommunalen Wärmeplanung zugrunde gelegten Gebäudeinformationen erläutert. Für die Umsetzung einer Wärmeplanung sind geobasierte Informationen über die Bestandsbebauung unabdingbar.

Ebenfalls wird die Lage der Stadt gezeigt sowie ihre für diese Dokumentation vorgenommene Untergliederung in Teilgebiete vorgestellt (vgl. Abbildung 5). Diese sind Selb, Lauterbach, Wildenau, Plößberg i.OFr., Selb-Plößberg, Erkersreuth, Vielitz, Kappel, Längenau, Dürrewiesen, Steinselb, Spielberg, Heidelheim, Oberweißenbach, Mittelweißenbach, Unterweißenbach, Stopfersfurth, Selber Vorwerk, Neuhof und Silberbach.

Bei der Aufbereitung werden Geobasisinformationen zu Bestandsgebäuden zusammengesetzt, topologisch geprüft und mit Informationen aus weiteren Quellen ergänzt. Die Gebäudeinformationen beinhaltet Baualtersklassen, Gebäudetyp und die Zuweisung von Nutzungskategorien zu den verschiedenen Gebäuden. Im Stadtgebiet von Selb haben ca. 5.045 Gebäude einen Wärmebedarf. Davon sind etwa 87% Wohngebäude, 12% Gebäude aus Industrie und Gewerbe und der Rest entfällt auf öffentliche Gebäude. Abbildung 2, Abbildung 3 und Abbildung 4 fassen wesentliche Ergebnisse der Gebäudetypologie zusammen.<sup>1</sup>

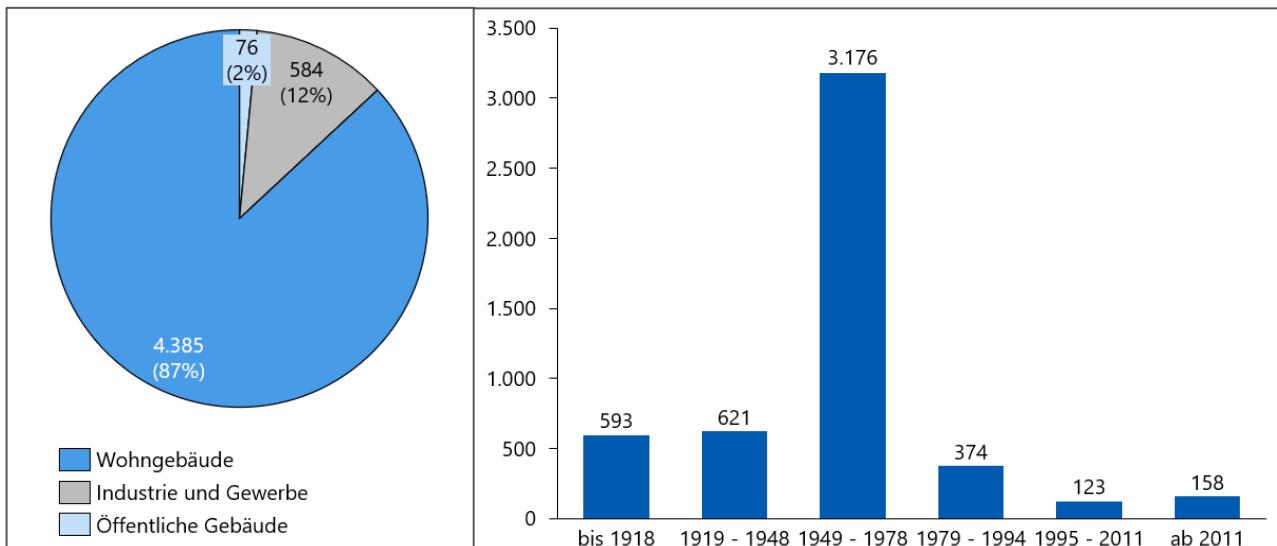


Abbildung 2: Anzahl Gebäude nach Typ.

Abbildung 3: Anzahl Gebäude nach Baualtersklasse.

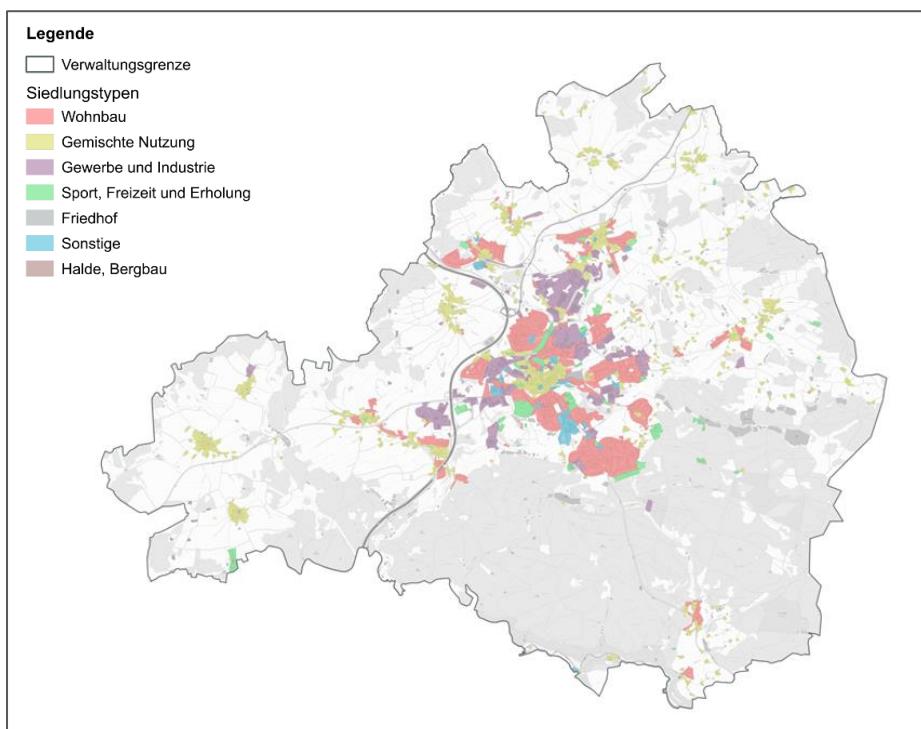


Abbildung 4: Siedlungsstruktur nach Typ.

<sup>1</sup> Eigene Darstellungen, basierend auf den Datensätzen des Bayerischen Landesamt für Statistik und des bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

## Denkmalschutz

Für die Umsetzung einer möglichen energetischen Sanierung ist die Kenntnis über das Vorliegen einer Vorgabe für Denkmalschutz eine wichtige Information. Steht ein Gebäude unter Denkmalschutz, kann es zu erheblichem Mehraufwand bei der Sanierung kommen.

## Eigentümerstruktur

Die Eigentümerverhältnisse im Gebäude sind eine für die Entwicklung von netzbasierten Versorgungskonzepten wertvolle Information. Dies liegt darin begründet, dass die Realisierbarkeit von potenziellen Wärmenetzen signifikant erleichtert wird, wenn hierfür wenige Eigentümer mit großem Mehrfamilien-Gebäudebestand anzuschließen sind (z.B. Baugenossenschaften, Unternehmen, institutionelle Eigentümer). Das Vorhandensein von sogenannten Ankerkunden (hoher Verbrauch) ist bedeutend für die gesicherte Wärmeabnahme, für die wirtschaftliche Rentabilität und damit auch für die Realisierungswahrscheinlichkeit.

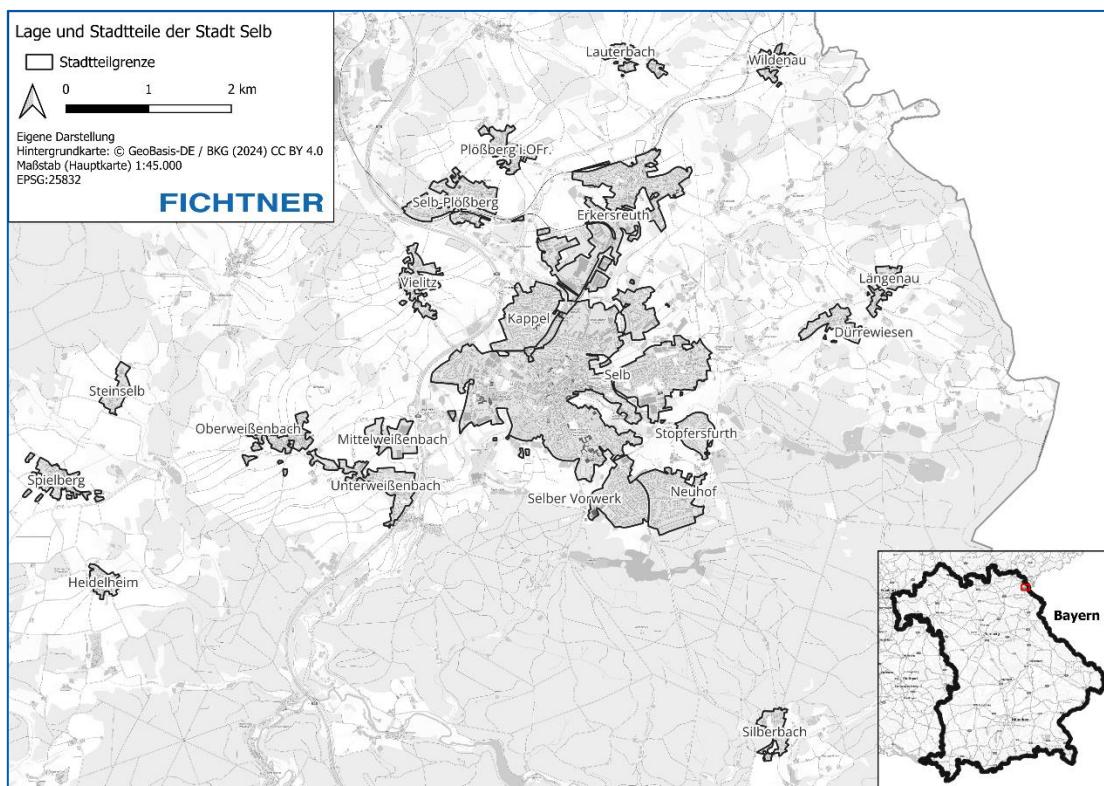


Abbildung 5: Lage der Stadt Selb und ihre Stadtteile

## 3.3 Energieinfrastruktur

Die Energieversorgung Selb-Marktredwitz (ESM) ist mit den Hauptaufgaben der Strom-, Gas-, Wasser-, und Wärmeversorgung der Kernversorger in Selb. Die ESM betreibt die Gas- und Wärmeinfrastruktur in der Stadt, welche nachfolgend kurz beschrieben wird.

### Nahwärmennetz

Die ESM betreibt neben ihrem firmeneigenen Nahwärmennetz einen weiteren Wärmeverbund zwischen dem Seniorenheim und der Schule in der Innenstadt von Selb. Die Nahwärme für das innenstadtliegende Nahwärmennetz wird derzeit vollständig über ein BHKW und Erdgas erzeugt.

## Gas-Netzgebiet

Die ESM ist für den Betrieb eines ca. 313 Kilometer umfassenden Gasverteilnetzes zuständig, das nicht nur die zentralen Stadtteile von Selb, sondern auch die umliegenden 9 Gemeinden versorgt. Alle für die Gasversorgung notwendigen Anlagen sind im Besitz der ESM und decken verschiedene Druckstufen, einschließlich Hoch-, Mittel- und Niederdruck, ab. Die Ferngas Netzgesellschaft mbH fungiert als vorgelagerter Netzbetreiber für die ESM. Über diese Kopplungspunkte wird das Erdgas in einem weitverzweigten System an etwa 11.400 Kunden verteilt.<sup>2</sup>

## Dezentrale Erzeugung und Feuerstätten

Eine Auswertung der Kaminkehrerdaten in Selb weist folgende Altersverteilung der dezentralen Feuerstätten, welche in Abbildung 6 veranschaulicht wird. Das durchschnittliche Alter der Feuerstätten im Untersuchungsgebiet liegt etwa bei 31 Jahren. Die dunkelroten Straßenzüge auf der Karte zeigen jene Feuerstätten, welche mehr als 30 Jahre alt sind. Hier lässt sich ein anstehender Wechsel der Wärmeerzeugung vermuten. Die orangenen Straßenzüge zeigen die Feuerstätten mit einem Alter zwischen 20 und 30 Jahren, die Feuerstätten an den gelben Straßenzügen sind zwischen 10 und 20 Jahre alt. Der restliche Anteil der Feuerstätten (grüne Straßenzüge) sind weniger als 10 Jahre alt bezogen auf das Jahr 2025.

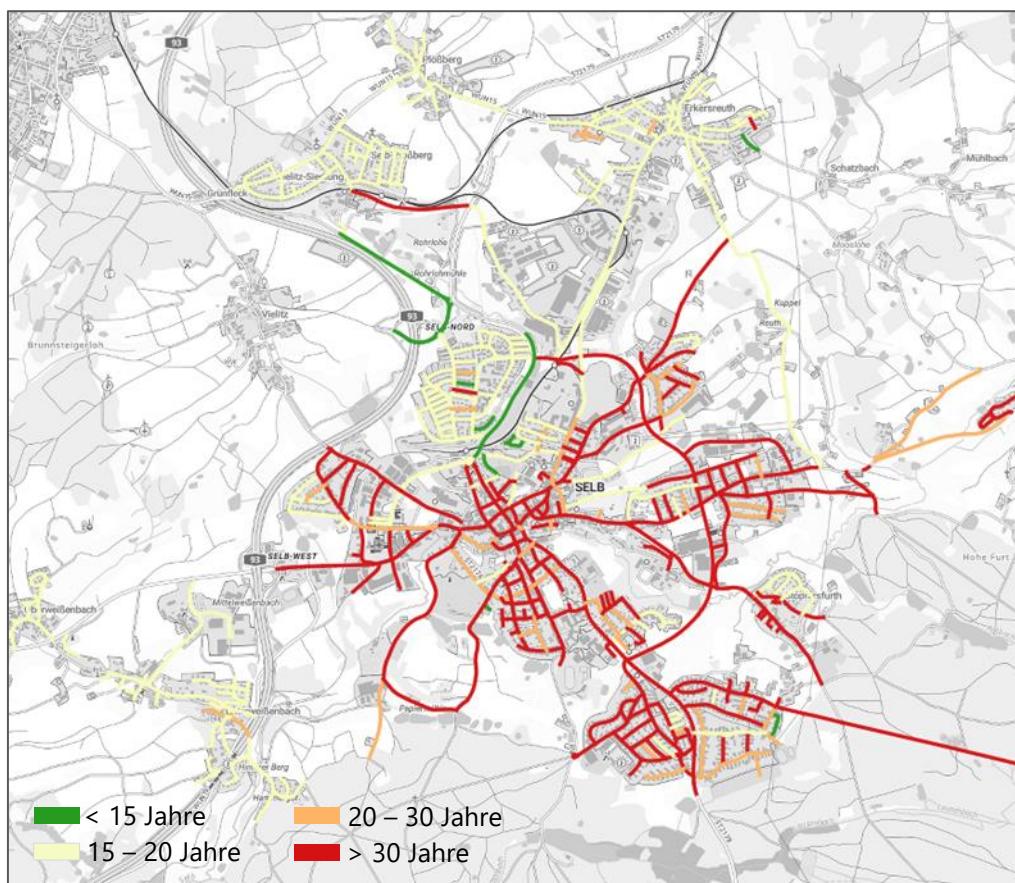


Abbildung 6: Altersstruktur dezentraler Wärmeerzeuger (Feuerstätten).

<sup>2</sup> [Produkte – ESM Selb](#)

## 3.4 Wärmebedarf und -verbrauch

### Abgrenzung Begriff „Bedarf“ und „Verbrauch“

Im Wärmesektor werden die Begriffe „Bedarf“ und „Verbrauch“ häufig synonym verwendet, obwohl sie unterschiedlich definiert sind. Um Missverständnisse zu vermeiden, wird im Folgenden eine klare Abgrenzung vorgenommen:

**Energiebedarf:** Ein berechneter Wert, der auf Grundlage von Gebäudedaten sowie standardisierten Randbedingungen (z. B. Außentemperaturen, Raumtemperaturen, Nutzerverhalten) ermittelt wird. Dieser Ansatz wird beispielsweise im Energiebedarfsausweis verwendet, um die benötigte Wärmemenge unter idealisierten Bedingungen zu berechnen und Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

**Energieverbrauch:** Ein gemessener Wert, der die tatsächlich im Gebäude benötigte Wärmemenge widerspiegelt. Unterschiede zum Bedarf können durch abweichendes Nutzerverhalten, wie andere Raumtemperaturen oder Anwesenheitszeiten, entstehen. Dies wird im Energieverbrauchsausweis berücksichtigt.

Bei der kommunalen Wärmeplanung ist es oft nicht möglich, einheitlich auf Verbrauchs- oder Bedarfsdaten zurückzugreifen. Während für einige Energieträger reale Verbrauchsdaten vorliegen, müssen für andere aufgrund fehlender systematischer Erfassung Bedarfswerte berechnet werden. Daher wird folgende Nomenklatur verwendet:

**Endenergieverbrauch/Wärmeverbrauch:** Die gemessene oder, falls nicht verfügbar, berechnete Energiemenge eines Brennstoffs oder Energieträgers in kWh, die direkt vor dem Eintritt in den Wärmeerzeuger bereitgestellt wird. Hierbei wird auch Umweltwärme (z. B. bei Wärmepumpen) einbezogen. Dies entspricht dem „Energieverbrauch“ der Heizungsanlage.

**Endenergiebedarf/Wärmebedarf:** Die Wärmemenge, die nach der Wärmeerzeugung im Gebäude zur Verfügung steht. Verluste, beispielsweise durch Leitungen, sind hier noch nicht abgezogen. Dies entspricht dem „Energiebedarf“ des Gebäudes. Man spricht auch von der Netto-Nutzwärme.

### Berechnung des Wärmebedarfs

Durch gebäudescharfe Betrachtung des Wärmebedarfs ergibt sich der spezifische Gesamtwärmebedarf des Untersuchungsgebiets.

Der Wärmebedarf pro Gebäude ergibt sich aus der beheizten Fläche und dem Heiz- und Brauchwasserwärmebedarf pro m<sup>2</sup>. Dieser Wärmebedarf wird mit Gas-, Wärme-, und Stromverbrauchsdaten abgeglichen, um die Werte zu plausibilisieren.

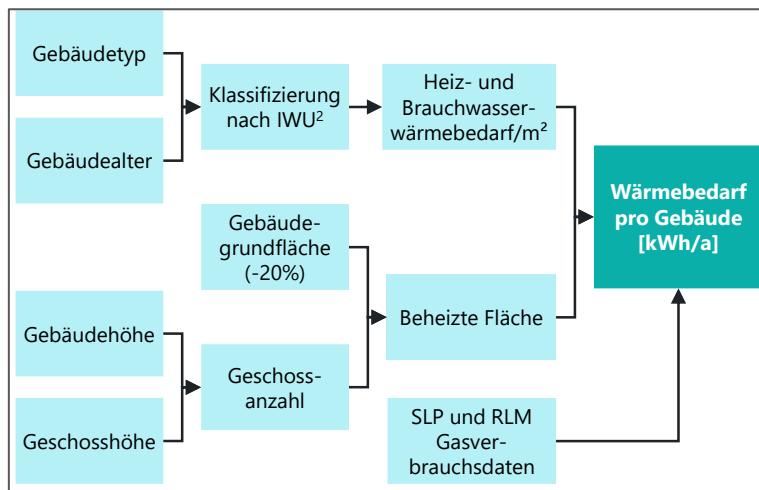


Abbildung 7: Berechnung Wärmebedarf je Gebäude (nach Institut für Wohnen und Umwelt, IWU).

Der Wärmebedarf des gesamten Untersuchungsgebietes (Stadt Selb) liegt bei etwa 273 GWh pro Jahr, welcher überwiegend mit Erdgas (51%) und mit Heizöl (33%) versorgt wird. Ein weiterer Anteil von 12% wird von Holz bzw. Holzpellets gedeckt. Der restliche Anteil wird durch Nahwärme, Strom und Wärmepumpen versorgt. Abbildung 8 zeigt den Wärmebedarf nach Versorgungsstruktur bzw. Energieträger (gemittelt für die Jahre 2021 bis 2023 in GWh/a).

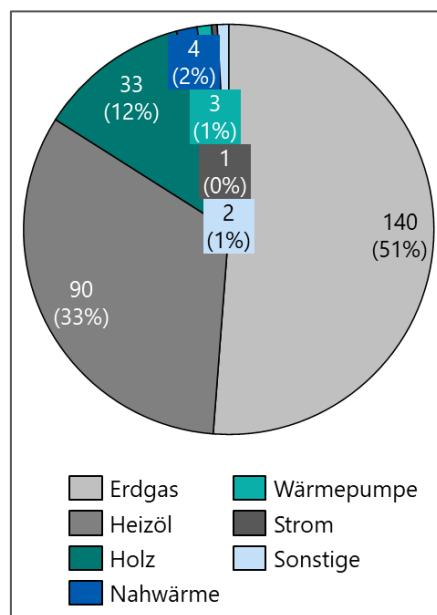


Abbildung 8: Wärmebedarf nach Versorgungsstruktur, gemittelt 2021 - 2023 (GWh/a).

Der Wärmebedarf eines Gebäudes wird stark vom Baujahr bzw. der Baualtersklasse beeinflusst, da ältere Gebäude meist weniger energieeffizient gebaut wurden. Gebäude, die vor den 1970er Jahren errichtet wurden, weisen häufig einen hohen Wärmebedarf auf, da sie schlecht gedämmt sind und oft veraltete Fenster und Heizsysteme besitzen. Ab 1978 wurden durch die erste Wärmeschutzverordnung Mindestanforderungen an die Wärmedämmung eingeführt, was den Energieverbrauch senkte. Neubauten, besonders seit der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 und des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2020, sind deutlich effizienter. Sie weisen eine bessere Wärmedämmung und oft dreifach verglaste Fenster auf, wodurch ihr Wärmebedarf deutlich geringer ist.

## 3.5 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme

### Wärmekataster

Auf Basis der oben beschriebenen Informationen und Eingangsdaten wurde ein datenschutzkonformes gebäudescharfes Wärmekataster für das Untersuchungsgebiet erstellt. Die gebäudescharfen, modellierten Wärmebedarfe werden zur Erstellung des Wärmekatasters auf einen Hektar aggregiert. Somit lassen sich flächenbezogene Hotspots identifizieren, in denen hohe Wärmdichten herrschen.

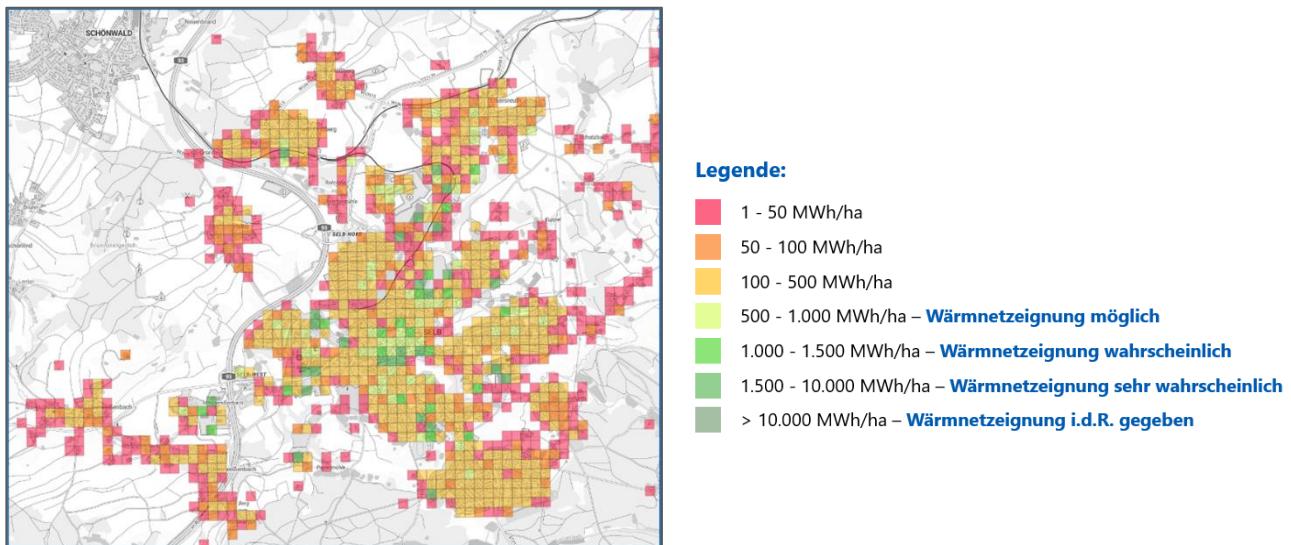


Abbildung 9: Wärmekataster: Darstellung der Flächenwärmendichte

### Wärmeliniendichten

Zur Erstellung von Liniendichten wurden die Wärmebedarfe der Gebäude auf Straßenzüge aggregiert und auf einen Straßenmeter bezogen. Je größer die Liniendichte, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine leitungsgebundene Wärmeversorgung wirtschaftlich tragfähig ist.

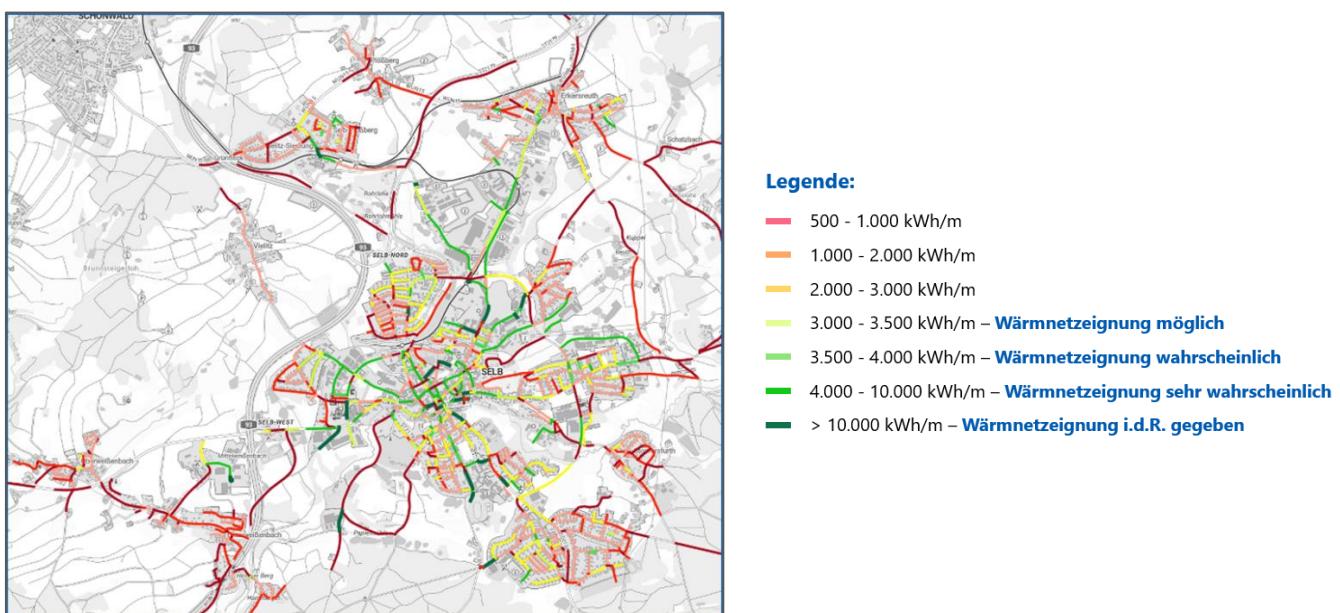


Abbildung 10: Darstellung der Wärmeliniendichten pro Straßenzugmeter

## 3.6 Beispielprojekt im Untersuchungsgebiet

### Grüne Nahwärme für das Jahnareal<sup>3</sup>

Das Interesse an künftigen zentralen Wärmelösungen für ganze Quartiere in Selb ist groß. Mehr als 90 Gäste waren zur Informationsveranstaltung im Vorium erschienen. Eingeladen waren Eigentümerinnen und Eigentümer von Anwesen im Wohnareal Jahnstraße mit den Straßenzügen: Förster-, Heide-, Max-Reger-, Sand- und Zeppelinstraße und Vertreter der Verwaltungen der dortigen Schulen und Mehrfamilienhäuser. Klaus Burkhardt, (zwischenzeitlich ehemaliger) Geschäftsführer der ESM, stellte den anwesenden Besuchern das Konzept für das Areal rund um das Schulzentrum vor.

„Ausgangspunkt für unseren Planungsansatz hier war, dass die Heizungsanlagen im Schulzentrum bereits ein beträchtliches Alter erreicht haben und die Aufwandsträger, die Stadt Selb und der Landkreis Wunsiedel, eine Lösung zur CO<sub>2</sub>-freien Wärmeversorgung ihrer dortigen Liegenschaften gesucht haben“, erklärte Klaus Burkhardt. Von der Versorgung über eine Nahwärmezentrale, die mit Holzhackschnitzeln betrieben werden soll, könnten nicht nur die Schulen profitieren, sondern auch die Eigentümer im angrenzenden Areal, erläuterte der ESM-Geschäftsführer den Ansatz. „Damit würden die Eigentümerinnen und Eigentümer von Gebäuden auch auf sehr einfache und komfortable Weise die Anforderungen des neuen Gebäudeenergiegesetzes erfüllen“, betonte er. Ziel der Informationsveranstaltung war es, in einer sehr frühen Planungsphase ein Stimmungsbild der Anwohner zu erhalten.

---

<sup>3</sup> Quelle: Website der ESM, [Nahwärmekonzept Jahnareal – ESM Selb](#)

## 4 Potenzialanalyse

Im Folgenden wird auf die Potenziale hinsichtlich der Senkung des Wärmebedarfs durch Sanierung sowie unterschiedliche Potenziale für Erneuerbare Energien und Abwärme im Stadtgebiet Selb eingegangen. Insbesondere in urbanen Räumen sind Potenziale für Erneuerbare Energien rar und es ist entscheidend, dass Energie eingespart wird. Denn je weniger Energie verbraucht wird, desto einfacher lässt sich der gesamte Anteil durch erneuerbare Energien decken.

### 4.1 Energieeinsparung durch Sanierung

Energetische Sanierungen bieten erhebliche Potenziale zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Emissionen. Die energetische Sanierung der Gebäudehülle auf einem möglichst hohen energetischen Standard ist ein wesentlicher Schritt, um Wärmeverluste zu minimieren. Durch den Austausch von Fenster und Türen gegen moderne, energieeffiziente Modelle kann der Wärmeverlust weiter verringert werden.

Das Potenzial der durch Sanierung erreichbaren Steigerung der Energieeffizienz ist nur erreichbar, wenn die Sanierungstiefe ausgereizt wird. Klimafreundliche Wärmeerzeuger können oft auch in schlecht gedämmten Gebäuden eingebaut und betrieben werden. Trotzdem ist es wichtig, vor der Installation einer neuen Heizung den Zustand der Gebäudehülle zu überprüfen. Die Vorteile von klimafreundlichen Niedertemperatur-Heizsystemen wie Wärmepumpen kommen besonders dann zum Tragen, wenn das Gebäude einen niedrigen Wärmebedarf hat und die Heizung mit niedrigen Vorlauftemperaturen betrieben werden kann ( $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ). Bei höheren Temperaturen steigt der Stromverbrauch der Wärmepumpe deutlich an. Auch neue Wärmenetze sind auf niedrige Vorlauftemperaturen ausgelegt, daher erfordert der Anschluss an ein solches Netz ebenfalls eine Sanierung der Gebäudehülle.

Die Sanierungsrate spiegelt den relativen Anteil der sanierten Gebäude pro Jahr wider, zeigt aber nicht auf, was im Einzelnen und in welchem Umfang konkret umgesetzt wurde. Die Sanierungstiefe hingegen weist auf, welcher energetische Standard, also welche Energieeinsparung bezogen auf die Fläche (je  $\text{m}^2$ ), pro Sanierung erreicht wurde. Energieeinsparungen bei Gebäudesanierung sind relativ und maßgeblich abhängig von Gebäudetyp und Baualtersklasse.

#### Sanierungsszenarien

Für die Ableitung des künftigen Wärmebedarfs wurden zwei Gebäudesanierungsszenarien untersucht. Die Nachfrageszenarien beinhalten ein konventionelles und ein zukunftsweisendes Szenario. Die Sanierungsszenarien werden nach beispielhaften baulichen Maßnahmen zur energetischen Modernisierung des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) definiert<sup>4</sup>.

Im konventionellen Szenario wird eine Sanierungsrate von 1% pro Jahr, im zukunftsweisenden Szenario von 2% pro Jahr angenommen. Die Sanierungstiefe wird im Gebäude- und Sanierungsmodell abhängig von Gebäudetyp und Baualtersklasse berechnet. Je nach Ist-Zustand des Gebäudes und Sanierungsszenario kann ein spezifischer Wärmeverbrauch erreicht werden.

---

<sup>4</sup> Deutsche Wohngebäudetypologie: Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden.  
Quelle: [https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015\\_IWU\\_LogaEtAl\\_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf)

Die konventionelle Sanierung entspricht der praktischen Umsetzung, wenn die Mindeststandards der Energieeinsparverordnung 2014 eingehalten werden.

Die zukunftsweisende Sanierung orientiert sich an dem heute technisch bzw. baupraktisch realisierbaren Techniken, entspricht damit den für Passivhäusern üblichen Dämmstandards.

Die Entwicklung des Wärmebedarfs ist je nach Szenario sehr unterschiedlich. In einem zukunftsweisenden Szenario sinkt der Wärmebedarf gegenüber dem IST-Zustand um 18 % bis 2045, während er in einem konventionellen Szenario nur 3 % abnimmt.

Sanierungsszenario	Anzahl sanierte Wohngebäude	Bedarf Zieljahr	Reduktion von Ist-Zustand
Konventionell	~ 920	265 GWh	3 %
Zukunftsweisend	~ 1680	225 GWh	18 %

Tabelle 1: Modellierung zukünftiger Wärmebedarf und Reduktion ggü. Ist-Zustand.

Anhand des Gebäudemodells für Baualtersklassen und Gebäudearten können die Energieeinsparungen räumlich abgebildet werden. Relative Einsparungen im zukunftsweisenden Szenario sind je Baublock Abbildung 10 zu entnehmen.

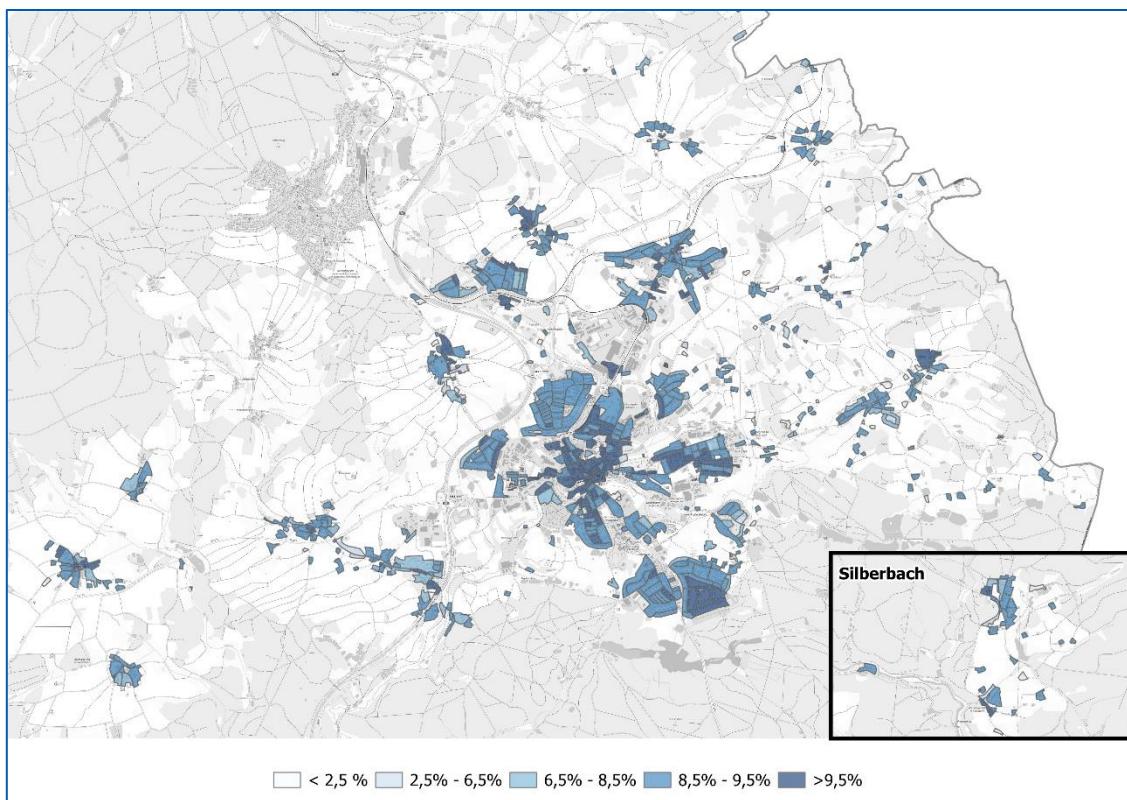


Abbildung 11: Relative Einsparungen auf Baublockebene (zukunftsweisendes Szenario).

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, sind die Sanierungspotenziale im Innenstadtgebiet aufgrund der Bebauungsdichte und des höheren durchschnittlichen Baualters, am höchsten.

Sanierungshemmnisse sind nach wie vor hohe Investitionskosten, geringe Mieterakzeptanz, Kostensteigerungen und die beschränkte Möglichkeit zur energetischen Sanierung von Fachwerk oder Gebäuden aus der Gründerzeit, Erhaltungsgebieten und Denkmalschutzobjekten.

## 4.2 Sektorkopplungstechnologien

Sektorkopplung bedeutet die Verbindung verschiedener Bereiche wie Strom, Wärme und Mobilität. Sektorkopplungstechnologien im Sinne der Wärmeplanung sind vorwiegend Wärmepumpen und Stromdirektheizungen (Elektroheizungen).

### 4.2.1 Wärmepumpen

Wärmepumpen nutzen die vorhandene Wärme aus der Umgebung - wie die Luft, das Erdreich oder Grundwasser - und machen sie nutzbar zum Heizen von Gebäuden. Dabei gibt es verschiedene Faktoren, die beeinflussen, wie effizient eine Wärmepumpe arbeitet:

- Temperaturunterschied: Je kleiner der Unterschied zwischen der Temperatur der Wärmequelle (z.B. Außenluft) und der gewünschten Raumtemperatur, desto effizienter ist die Wärmepumpe.
- Kompressor: Das ist das Herzstück der Wärmepumpe, das dafür sorgt, dass die Wärme transportiert wird. Moderne Kompressoren sind effizienter und können Energie sparen.
- Wärmeübertrager: Hier wird die Wärme von einem Medium auf ein anderes übertragen, zum Beispiel von der Luft auf das Heizsystem im Haus. Gut gestaltete Wärmeübertrager verbessern die Effizienz der Wärmepumpe.

Die Leistung von Wärmepumpen wird anhand von zwei Kennzahlen bewertet: der Leistungszahl (COP) und der Jahresarbeitszahl (JAZ):

- COP (Coefficient of Performance): Diese Zahl gibt an, wie effizient die Wärmepumpe bei einer bestimmten Außentemperatur und einer eingestellten Raumtemperatur Wärme liefert. Ein höherer COP-Wert bedeutet eine höhere Effizienz.
- Jahresarbeitszahl: Diese Zahl gibt an, wie effizient die Wärmepumpe über das ganze Jahr arbeitet, also unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturen in den verschiedenen Jahreszeiten. Ein höherer JAZ-Wert steht ebenfalls für eine höhere Effizienz.

Der Unterschied zwischen großen und kleinen Wärmepumpen liegt hauptsächlich in der Kapazität und der Nutzungsart. Große Wärmepumpen sind für größere Gebäude, Wärmenetze oder industrielle Zwecke konzipiert. Sie sind komplexer und benötigen mehr Wartung. Kleine Wärmepumpen sind dagegen für einzelne Wohnhäuser oder kleinere Anwendungen gedacht und sind einfacher in der Handhabung und Installation.

Zusammengefasst hängt die Effizienz einer Wärmepumpe von der richtigen Auswahl und Einstellung der o.g. Faktoren ab. Die grundsätzliche Funktionsweise ist in Abbildung 11 dargestellt.

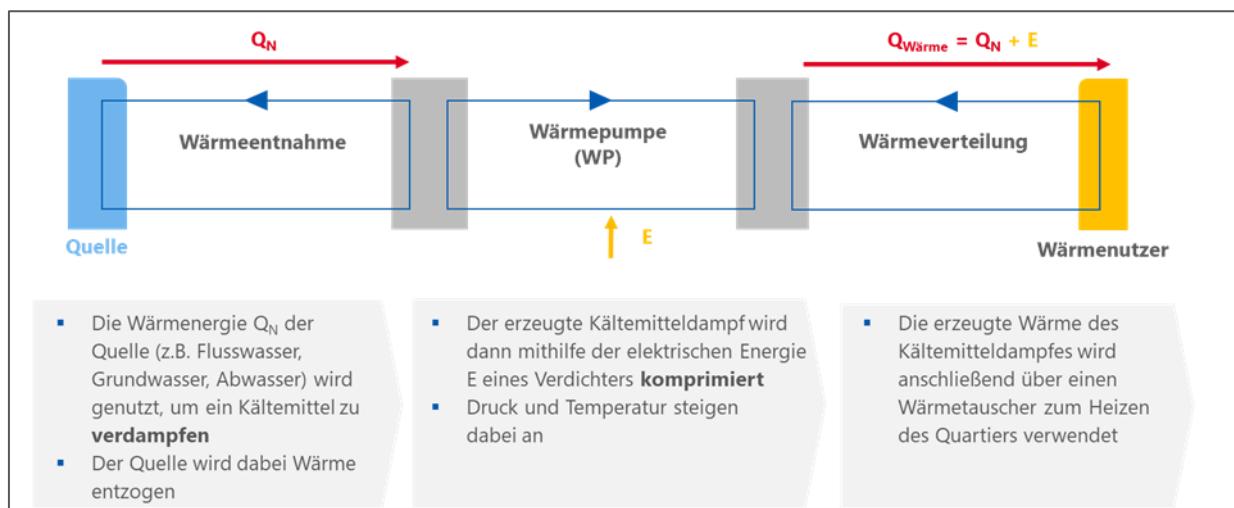


Abbildung 12: Grundsätzliches Prinzip einer Wärmepumpe (Quelle: eigener Entwurf).

#### 4.2.2 Stromdirektheizungen

In Wohngebäuden können Stromdirektheizungen in Form von elektrischen Raumheizern, Durchlauferhitzern oder speziellen Elektroheizkörpern eingesetzt werden. Sie sind besonders in Gebieten ohne Zugang zu einem Gas- oder Wärmenetznetz oder dort sinnvoll, wo der Einbau einer Zentralheizung nicht möglich oder zu kostspielig ist.

In Perioden des Übergangs von fossilen zu erneuerbaren Energien können Stromdirektheizungen als flexible und vergleichsweise preiswerte Option dienen, um ältere Heizsysteme zu ersetzen oder zu ergänzen. In Kombination mit anderen Systemen wie Wärmepumpen oder Biomasseheizungen können Elektroheizungen zur Lastspitzenabdeckung in sehr kalten Perioden oder zur Nutzung von Überschussstrom verwendet werden.

Da Strom, verglichen mit Fernwärme oder Gas, ein teurer Energieträger ist, lohnt sich der dezentrale Einbau typischerweise nur in sehr energieeffizienten Gebäuden oder zur Bereitstellung von Warmwasser.

Falls Stromdirektheizungen zur Versorgung eines Wärmenetzes dienen, ist zu beachten, dass eine direkte Verbindung zwischen Wärmeerzeuger und Stromerzeuger notwendig ist und Stromzertifikate nicht ausreichend sind, um den Strom als klimaneutral gelten zu lassen.

#### 4.2.3 Power-to-Heat

Power-to-Heat bezeichnet die Erzeugung von Wärme durch den Einsatz elektrischer Energie, meistens aus überschüssiger erneuerbarer Stromproduktion. Die Wärmeproduktion kann entweder mittels Elektrokesseln oder mithilfe von Wärmepumpen erfolgen. Üblicherweise sind Power-to-Heat-Anlagen als Hybridsysteme gestaltet und verfügen zusätzlich über einen konventionellen Wärmeerzeuger, der mit chemischen Brennstoffen wie Holz oder Erdgas betrieben wird. Bei Stromüberschüssen kann die Wärmegewinnung elektrisch erfolgen, während in der Grundlast das konventionelle Heizsystem genutzt wird. Um die Flexibilität zu steigern, werden Power-to-Heat-Anlagen oft mit Wärmespeichern kombiniert. In der Regel erfolgt die Einspeisung in lokale oder regionale Fernwärmennetze, doch Power-to-Heat-Anlagen können auch einzelne Gebäude oder große Industrieanlagen direkt mit Wärme versorgen. Die Wärme kann direkt über Widerstands-Heißwasserkessel oder Elektroden-Heißwasserkessel erzeugt

werden. Diese Verfahren kommen beispielsweise in Wärmenetzen zur Versorgung von Heizsystemen und zur Warmwasserbereitung sowie in Wärmespeichern zum Einsatz.

## 4.3 Erneuerbare Energien

Im folgenden Kapitel werden die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung in Selb dargestellt.

### 4.3.1 Solarenergie

Aus Sonnenenergie lässt sich mit Photovoltaik Strom und mit Solarthermie Wärme erzeugen. Für beide Technologien kommen Dachflächen und vorhandene Freiflächen am Rande der Stadt in Betracht. Die Sonneneinstrahlung ist stark jahreszeitenabhängig, sodass neben der potenziellen Erzeugung zusätzliche thermische Speicher zur gesicherten Wärmeversorgung notwendig wären.

Das Gesamtpotenzial zur Nutzung der Dachflächen für Solarthermie wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung überschlägig anhand von Daten des Bayerischen Energieatlas abgeschätzt. Das gesamte theoretisch vorhandene Potenzial im Stadtgebiet liegt bei geeigneten Dächern für die Installation von PV-Modulen bei einer elektrische Gesamtleistung von etwa 92 GWh und bei Solarthermie zusätzlich von 20 GWh. Neben den zahlreichen zur Verfügung stehenden Dachflächen bieten sich auch Gebäudefassaden zur Installation von Photovoltaik bzw. Solarthermie an. Fassaden stellen die größten Flächen eines Gebäudes dar. Das Gesamtpotenzial bei Fassaden konnte im Rahmen der Studie nicht erfasst werden.

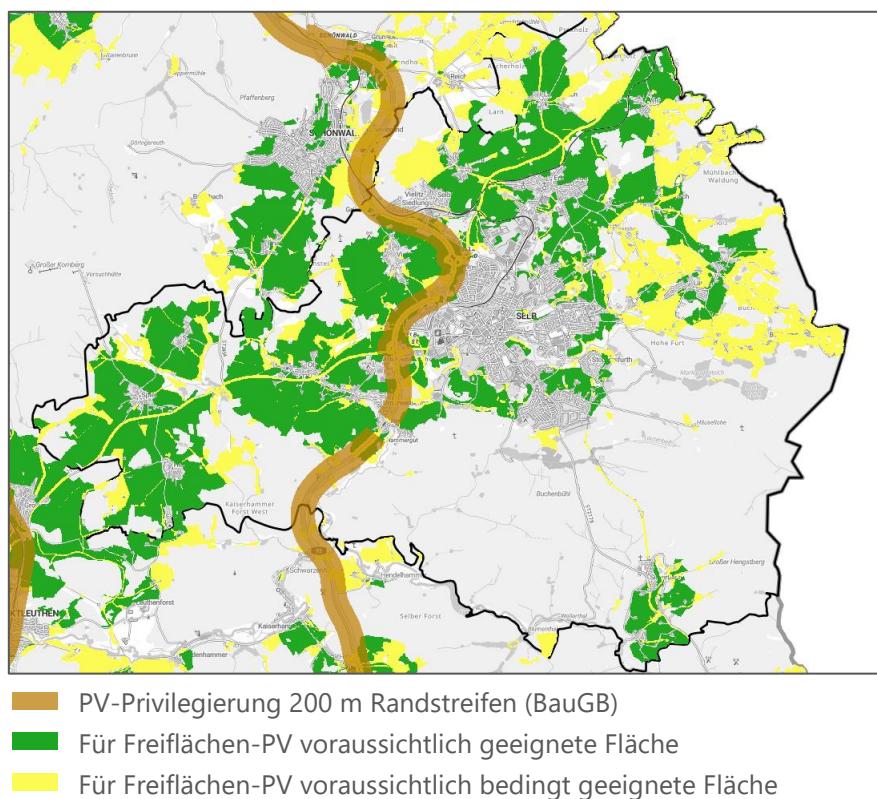


Abbildung 13: Photovoltaik Potenziale für Freiflächen. Quelle: Bayerischer Energieatlas

### 4.3.2 Geothermie

Bei der Nutzung von Erdwärme kann zwischen tiefer, mitteltiefer und oberflächennaher Geothermie unterschieden werden.

Tiefe Geothermie bezeichnet die Nutzung von Wärme durch Bohrungen in mehrere Kilometer Tiefe. Dabei werden verschiedene Ansätze zur Nutzung von tiefer Geothermie unterschieden:

- Zunahme der Temperatur im Erdreich mit steigender Tiefe
- Verfügbarkeit von wasserführenden Schichten in großer Tiefe
- Durchlässigkeit von Gesteinsschichten für eingepresstes Wasser, das erwärmt werden soll.

Von oberflächennaher Geothermie wird bis zu einer Bohrtiefe von ca. 400m gesprochen. Bis zu dieser Tiefe kann von Temperaturen bis ca. 15 °C ausgegangen werden. Diese Erdwärme kann nur durch Wärmepumpen nutzbar gemacht werden. Solche Anlagen sind in Deutschland bisher nur bei Einzelobjekten installiert und nicht für die Versorgung von Wärmenetzen. Nachteilig ist der hohe notwendige Platzbedarf für die Bohrungen, den es typischerweise nicht in dicht besiedelten Gebieten gibt, wo die notwendige Abnehmerdichte herrscht.

Hydrothermale Geothermie nutzt heiße Thermalwässer, die durch natürliche Poren-, Kluft- und Bruchsysteme im Untergrund fließen. Ähnlich wie bei der Wasserversorgung werden sie durch Tiefbrunnen erschlossen. Solche hydrothermalen Systeme sind technisch ausgereift und kommen bereits an vielen Orten erfolgreich kommerziell zum Einsatz.

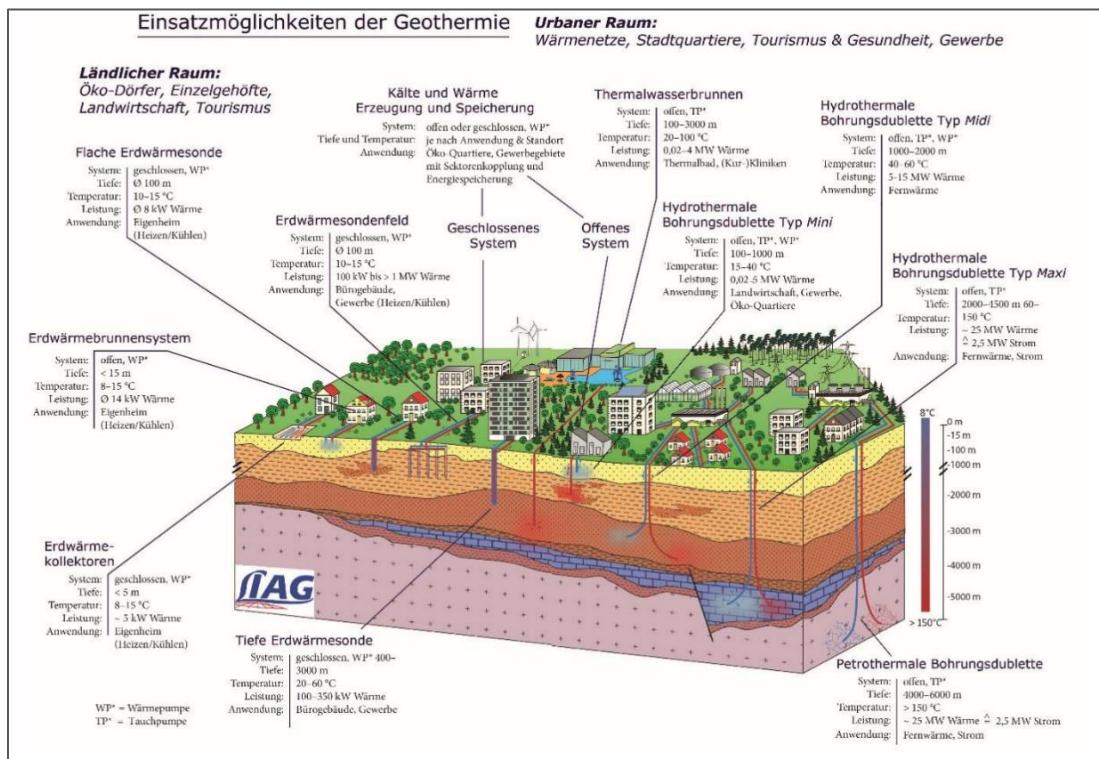


Abbildung 14: Einsatzmöglichkeiten der Geothermie. Quelle: Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik.

Petrothermale Systeme hingegen sind an hydraulisch leitfähige Kluft-Strukturen im kristallinen Untergrund gekoppelt. Diese Systeme nutzen die Wärme aus großen Tiefen (beispielsweise 200 °C in 5 km Tiefe) und führen Wasser als Wärmeübertragungsmedium von der Oberfläche ein. Die hierfür erforderlichen Technologien befinden sich noch in der Forschung und Entwicklung, finden jedoch bereits vereinzelt kommerzielle Anwendung, wie beispielsweise im Oberrheingraben.

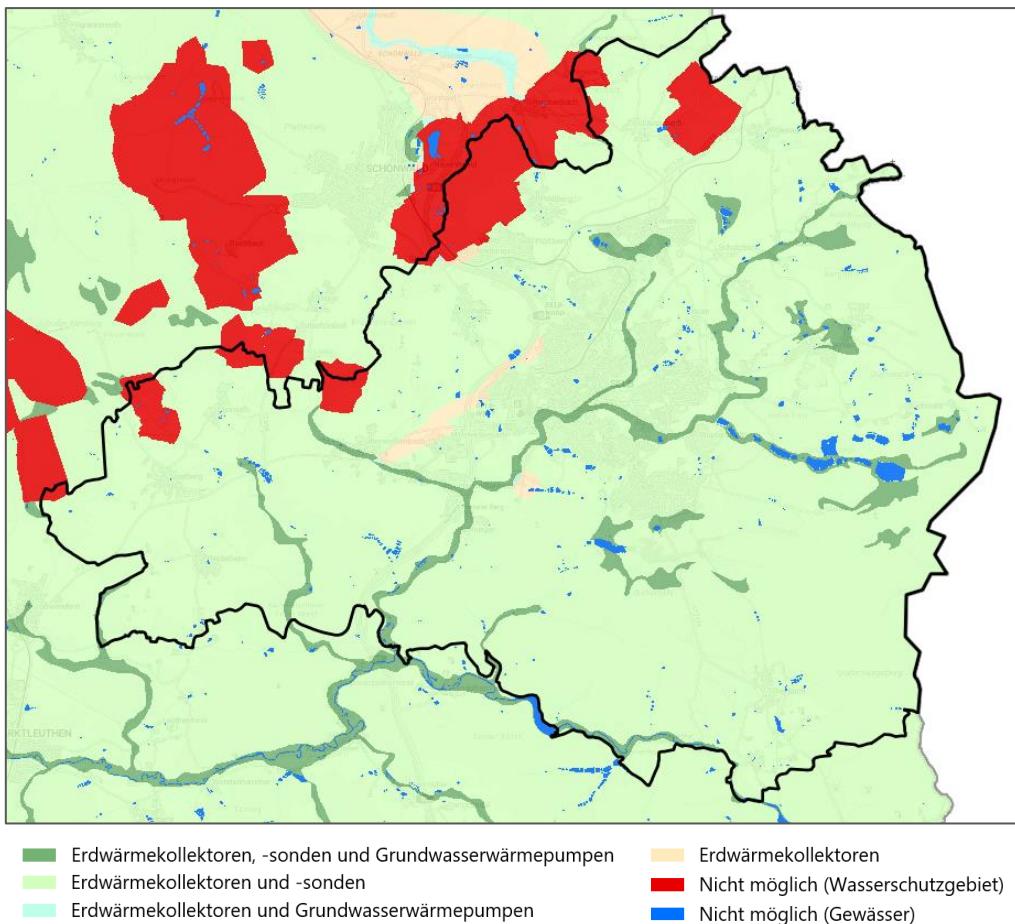


Abbildung 15: Geothermiepotenziale in Selb. Quelle: Bayerischer Energieatlas

Abbildung 15 zeigt die oberflächennahe Geothermiepotenziale in Selb, welche über Erdwärmekollektoren,-sonden und Grundwasserwärmepumpen nutzbar gemacht werden können. Bohrungen sind aufgrund der vorliegenden Felsstrukturen oft nicht möglich.

Die Geothermiepotenziale wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung grob überschlagen. Verwendet wurden die geologisch-hydrogeologische Grundlagenlagendaten, welche beim Bayerischen Landesamt für Umwelt zur Verfügung standen. Für das Stadtgebiet Selb ergeben sich folgende oberflächennahe Geothermiepotenziale:

- Erdwärmekollektoren: 363 GWh/a
- Grundwasserwärmepumpe: 6 GWh/a
- Erdwärmesonden: 695 GWh/a

Es wird keine Gewähr für die Inhalt, Vollständigkeit und Richtigkeit der Karten und Potenzial übernommen. Genehmigungsrechtliche Belange sowie das tatsächlich nutzbare Potenzial sind immer durch Rücksprachen bzw. detaillierte Erhebungen zu verifizieren.

### 4.3.3 Windenergie

Windkraft stellt die wirtschaftlichste und effektivste Form erneuerbarer Energie dar und zeichnet sich durch eine hohe Energieausbeute pro Flächeneinheit aus. Überschüssiger Strom, der normalerweise abgeregelt würde, kann stattdessen effizient über Power-to-Heat-Systeme in Wärme umgewandelt werden, was eine nachhaltige Nutzung der erzeugten Energie fördert.

Die Nutzung von Windkraft ist allerdings mit Herausforderungen verbunden, insbesondere ihrer Variabilität und Witterungsabhängigkeit, was dazu führt, dass keine garantie Grundlast bereitgestellt werden kann. Der Betrieb von Windkraftanlagen erfordert zudem einen hohen Platzbedarf, der ihre Implementierung in bestimmten Gebieten einschränkt.

Abbildung 18 stellt die Flächeneignung und ausgewiesene Vorranggebiete für Windenergieanlagen dar. Die geeigneten Flächen sind bereits durch Bestandsanlagen entwickelt, so dass weitere Potenziale für Windenergie im Stadtgebiet sehr beschränkt sind.

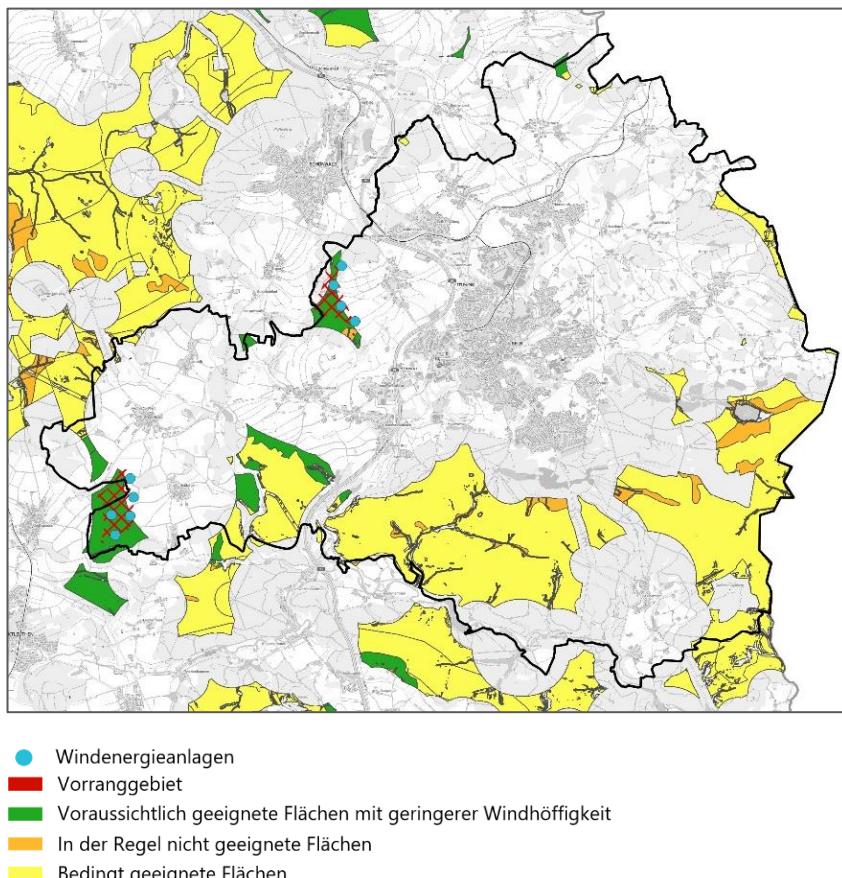


Abbildung 16: Flächeneignung Windenergie. Quelle: Bayerischer Energieatlas



#### 4.3.4 Biomasse

Der Begriff Biomasse bezieht sich im Allgemeinen auf organische Materialien, die aus pflanzlicher oder tierischer Herkunft stammen. Hierzu gehören beispielsweise Holz, Stroh, Gras, Mais, Raps, Holzabfälle, Gülle und Reststoffe aus der Lebensmittelproduktion. Aufgrund des hohen Kohlenstoffgehaltes von organischen Materialen, weisen diese nach deren Trocknung grundsätzlich gute Brenneigenschaften auf. Im Rahmen der KWP wird typischerweise von holzartiger Biomasse ausgegangen.

Holz wird typischerweise in zwei verschiedenen Formen eingesetzt: Hackschnitzel und Pellets. Holzhackschnitzel sind ein Brennstoff aus kleinen Holzstücken, die aus Waldrestholz oder Holzresten hergestellt werden. Diese fallen bei der Waldbewirtschaftung und bei der Holzverarbeitung, in der Landwirtschaft und in der Landschaftspflege sowie in der Restholz- bzw. Gebrauchtholzaufbereitung in erheblichen Mengen an, und haben keine sinnvolle Verwendung in einer stofflich-technischen Nutzung.

Die Befeuerung mit Pellets bietet im Vergleich zu Scheitholz oder Hackgut diverse Vorteile. Zum einen haben Pellets den geringsten Wasser- und Aschegehalt, wodurch eine möglichst effiziente Verbrennung gegeben ist. Zum anderen haben Pellets die geringsten Feinanteile. Hierdurch wird die Staubbildung minimiert und eine gleichmäßige Verbrennung der Pellets gewährleistet. Zwar gelten für die Pellet-Lagerung höhere Anforderungen als bei Hackgut oder Scheitholz, jedoch sind diese bei gleicher Brennstoffmasse platzsparender.

Allerdings existieren auch Bedenken hinsichtlich der Nachhaltigkeit von Biomasse und Hackschnitzeln. Die gezielte Erzeugung von Biomasse für spezielle Energiezwecke kann zu Konkurrenz um Flächen für Nahrungsmittelanbau und zum Verlust von Wäldern und anderen wichtigen Ökosystemen führen. Daher ist es wichtig, sicherzustellen, dass die Biomasse aus nachhaltigen Quellen stammt und dass die Produktion und Verbrennung der Biomasse in einer umweltfreundlichen und effizienten Weise erfolgt.

Der große Vorteil bei der Nutzung von Biomasse ist, dass sie als standortunabhängig bzgl. der Wärmequelle gesehen werden kann. Falls genehmigungsrechtlich einem Bau nichts entgegensteht, kann Biomasse an jeden Ort transportiert werden.

Die Errichtung von zentralen Heizwerken in der Nähe von Wohngebäuden unterliegt den Vorschriften der Bundes-Immissionsschutzverordnung (BlmSchV). Diese Verordnung verlangt die Einhaltung von Grenzwerten für Emissionen wie Feinstaub und Stickoxide, was den Einsatz von Filtertechniken und kontinuierlicher Überwachung bedeutet. Auch Lärmschutzmaßnahmen sind notwendig, um die Geräuschbelastung durch den Betrieb zu minimieren. Mögliche Standorte für zentrale Heizwerke sind daher vorrausichtlich nicht in den dicht besiedelten Wohngebieten zu finden, sondern an Standorten die ausreichend Abstand von Wohngebäuden haben.

Der Stadt Selb stehen insgesamt ca. 65.000 Festmeter Holz pro Jahr zur Verfügung. Diese stammen aus dem Bayrischen Staatswald, aus den Privatwäldern und dem Forstrevier Rehau-Selb. Das Energiepotenzial aus forstwirtschaftlicher Biomasse wird auf rund 130 Gigawattstunden pro Jahr geschätzt.

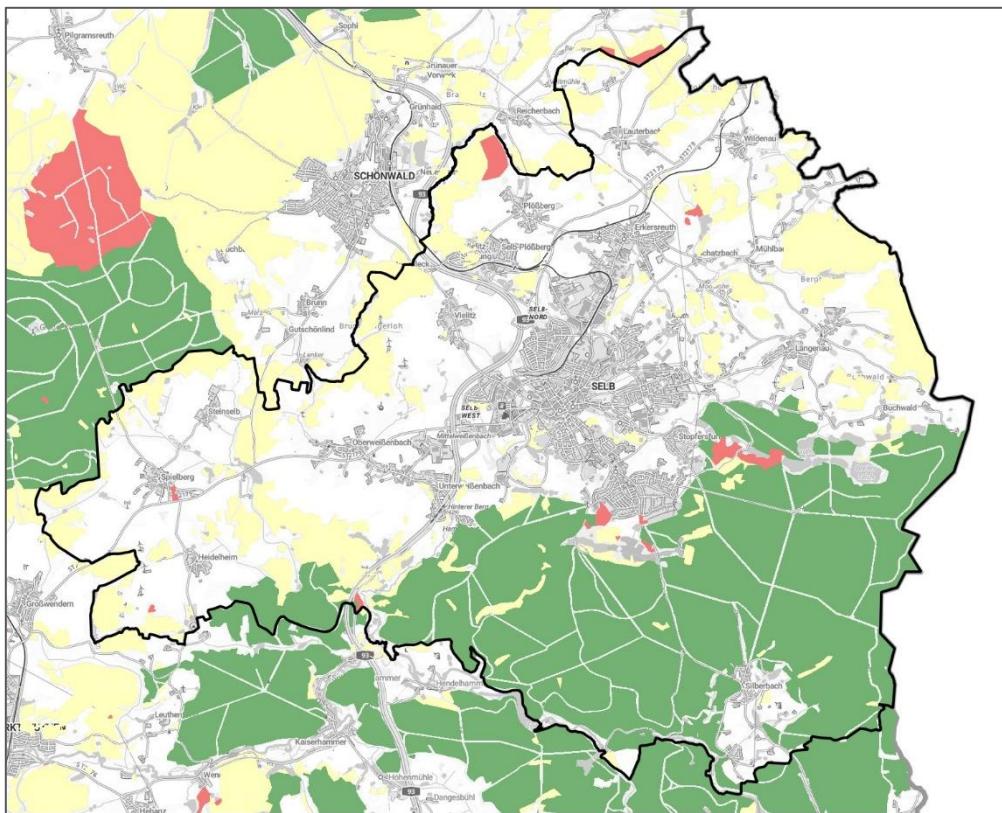


Abbildung 17: Arten von Waldflächen rund um Selb. Quelle: Bayerischer Energieatlas

#### 4.3.5 Wasserstoff und grüne Gase

BHKW und Kessel können perspektivisch mit Biomethan oder Wasserstoff (nach Umrüstung) betrieben werden. Mengen und Preise sind derzeit allerdings nicht seriös abschätzbar. Das Biomethan steht dabei zusätzlich in Konkurrenz mit anderen Anwendungen, z.B. im Verkehr und vor allem für Industrieprozesse. Bei einer Beschaffung im Markt ist zu berücksichtigen, dass aufgrund des GEG und der dortigen Anforderungen für private Haushalte eine Marktsituation entstehen kann, die zu sehr hohen Biomethanpreisen führt. Zusätzlich wird die Nachfrage im gewerblichen und industriellen Sektor steigen.

In Deutschland werden derzeit verschiedene Projekte zur Schaffung einer wasserstoffgeeigneten Infrastruktur durchgeführt. Diese Projekte umfassen die Umrüstung von Transportpipelines in ganz Deutschland, um Wasserstoff langfristig in den meisten Regionen Deutschlands verfügbar zu machen. Abbildung 20 zeigt den derzeitigen Planungsstand des H<sub>2</sub>-Kernnetzes. In der Nähe von Selb ist ein Wasserstoff-Kernnetz-Abschnitt geplant, welches ab 2032 in Betrieb genommen werden soll.



Abbildung 18: Aktueller Planungsstand des deutschen Wasserstoffkernnetzes. Quelle: FNB Gas

Unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Wasserstoff bestehen verschiedene Nutzungsalternativen. Der Wasserstoff kann in Gaskraftwerken, BHKW oder Brennstoffzellen eingesetzt werden, in denen gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt werden kann. Weiterhin besteht die Möglichkeit, Wasserstoff in neuen Gaskesseln einzusetzen oder bestehende umzurüsten, um Spitzenlast und Redundanzen bereitzustellen.

Die Verfügbarkeit von Wasserstoff ist derzeit hinsichtlich der Zeitachse nicht absehbar, zumal auf der Abnehmerseite eine Reihe von ebenfalls zu dekarbonisierenden Prozessen in Konkurrenz zur Strom- und Wärmeversorgung stehen. Die dezentrale Nutzung ist in Anbetracht der perspektivisch hohen Kosten und der geringen Verfügbarkeit von Wasserstoff als kritisch zu sehen.

Grüner Wasserstoff und andere grüne Gase bieten auch einen möglichen Ansatz für eine dezentrale Wärmeversorgung, durch die das vorhandene Gasverteilernetz in Selb weiter genutzt werden kann. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Selb wurde das Potenzial von Biogas und Biomethan als einheimische, erneuerbare Energiequelle untersucht. Ziel ist die Bewertung, in welchem Umfang biogene Reststoffe aus Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und kommunalen Quellen zur klimaneutralen Wärmeversorgung beitragen können.

Das Stadtgebiet Selb ist geprägt durch eine ländlich strukturierte Umgebung mit landwirtschaftlich genutzten Flächen und einer im Umland bereits vorhandenen Biogas-Infrastruktur, insbesondere im Landkreis Wunsiedel i. Fichtelgebirge. Diese regionalen Voraussetzungen bieten eine solide Basis für die Einbindung biogener Energieträger in die zukünftige kommunale Wärmeversorgung.

Die Untersuchung erfolgte auf Grundlage verfügbarer Landnutzungsdaten, Anlagenregisterdaten der Bundesnetzagentur, regionaler Stoffstromanalysen sowie Rückmeldungen lokaler Akteure (Landwirte, Energieversorger, Abfallwirtschaft, Zweckverbände).

Ergebnisse in Kurzform:

- Im direkten Umfeld der Stadt Selb befinden sich mehrere landwirtschaftliche Betriebe mit Gülleanfall, Silomaisanbau und anderen Substraten, die grundsätzlich zur Biogaserzeugung geeignet sind
- Im Stadtgebiet selbst ist die Errichtung neuer großflächiger Biogasanlagen aufgrund begrenzter Flächen und Emissionsschutzaflagen eher eingeschränkt, jedoch bestehen Kooperationsmöglichkeiten mit bestehenden Anlagen im Umland (z. B. Richtung Marktleuthen, Thierstein, Wunsiedel)
- Das theoretische Rohstoffpotenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen und biogenen Abfällen im Stadt- und Nahbereich Selb (10 km Umkreis) wird auf ca. 25–35 GWh/a geschätzt. Dieses Potenzial könnte – bei optimierter Nutzung und Aufbereitung – einen Beitrag von etwa 5–10 % des derzeitigen Wärmebedarfs der Stadt decken
- Besonders relevant ist die Nutzung von Gülle, Mist und Grünschnitt als nachhaltige Substrate, da sie keine zusätzlichen Anbauflächen beanspruchen und zur Emissionsminderung in der Landwirtschaft beitragen

### Technologische und infrastrukturelle Optionen für grüne Gase

Nutzung von Biomethan im Wärmenetz

- Eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Option besteht in der Einspeisung von aufbereitetem Biomethan in das bestehende Gasnetz der Energieversorgung Selb-Marktredwitz (ESM)
- Biomethan könnte insbesondere in dezentralen Spitzenlast- oder Hybrid-Heizzentralen zum Einsatz kommen, um fossiles Erdgas schrittweise zu ersetzen

Direkte Wärmenutzung aus Biogasanlagen

- Eine weitere Möglichkeit besteht in der Abwärmenutzung bestehender Biogasanlagen im Umland, etwa zur Versorgung von Gewerbebetrieben oder Ortsteilen mit Nahwärme
- Hierzu wäre eine Kopplung über Wärmetransportleitungen oder eine Nutzung in gemeinsamen Energieprojekten mit Landwirten oder privaten Betreibern denkbar

Erweiterung durch Power-to-Gas-Konzepte

- Langfristig kann Biogas in Kombination mit Elektrolyse und CO<sub>2</sub>-Rückverwertung zu synthetischem Methan (Power-to-Methane) weiterentwickelt werden. Diese Technologie kann helfen, Überschussstrom aus Photovoltaik und Windkraft regional zu speichern und sektorenübergreifend zu nutzen

Das Biogaspotenzial im kommunalen Umfeld von Selb ist moderat, aber strategisch bedeutsam. Durch die Nutzung bestehender Anlagen, die verstärkte Kooperation mit regionalen Erzeugern und eine gezielte Integration in die Wärmeinfrastruktur kann Biogas langfristig als Brückentechnologie im Rahmen der kommunalen Wärmewende dienen.

Eine vertiefte Machbarkeitsstudie zur regionalen Biomethanbereitstellung und Abwärmenutzung wird empfohlen, um technische, wirtschaftliche und ökologische Potenziale präziser zu quantifizieren (vgl. Kap. 6.2.5).

## 4.4 Abwärme

### 4.4.1 Flusswasserwärme

In Selb spielt die Nutzung der Flusswasserwärme keine wesentliche Rolle, da es keinen Fluss mit einem hohen Volumenstrom gibt. Die saisonalen Temperaturunterschiede und der damit einhergehende schlechte Wirkungsgrad ist im Allgemeinen eine Herausforderung, d.h. wenn der Wärmebedarf im Winter besonders hoch ist, sind die Flusstemperaturen minimal. Tendenziell vorteilhaft ist die Abkühlung der Gewässer durch den Einsatz von Flusswasserwärmepumpen. Da die Temperatur in Gewässern zunimmt, kann eine moderate Abkühlung der Fließgewässer bezogen auf die Gewässerökologie in vielen Fällen als grundsätzlich positiv beurteilt werden.

### 4.4.2 Abwasserkanäle und Kläranlagen

Abwasserkanäle und Kläranlagen bieten ein Potenzial für die kommunale Wärmeplanung, da sie kontinuierlich verfügbare Wärmequellen darstellen, die lokal und nachhaltig genutzt werden können. Abwasser, das aus Haushalten und Industrie stammt, hat eine relativ konstante Temperatur, die je nach Jahreszeit zwischen 10 und 20 °C liegt. Diese Wärme kann mit Hilfe von Wärmerückgewinnungssystemen Heizenergie oder Warmwasser für Gebäude und Fernwärmennetze bereitstellen.

Ab einem Jahresmittelwert des täglichen Trockenwetterabflusses von mindestens 15 l/s kann von einer ausreichenden Kapazität an Abwasser ausgegangen werden, die es lohnt näher zu untersuchen. Herausforderungen sind unter anderem eine Temperaturabsenkung im Abwasserkanal und eine starke Standortabhängigkeit. Der bauliche Zustand und die Veränderung der Hydraulik sind zudem zu berücksichtigen.

Die technische Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen erfolgt über im Kanal installierte Wärmetauscher. Diese entziehen dem Abwasser thermische Energie, die anschließend von Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gebracht wird. Die erzeugte Wärme kann entweder direkt vor Ort genutzt oder in ein bestehendes Wärmenetz eingespeist werden. In Frage kommen Kanäle mit hohem Abwasserfluss und stabilen Temperaturen, um eine gleichmäßige Wärmeausbeute auch an trockenen Sommertagen sicherzustellen. Zusätzlich sollten die Systeme so dimensioniert werden, dass sie den Einfluss auf die Abwasserströmung und die Klärprozesse minimieren.

Kläranlagen bieten ein weiteres bedeutendes Potenzial. Während des Klärprozesses wird das Abwasser in verschiedenen Stufen behandelt, bei denen ebenfalls thermische Energie entsteht. Besonders interessant ist das gereinigte Abwasser, das in der Regel eine Temperatur von 8 bis 12 °C aufweist, sowie die Wärme, die bei der Faulung von Klärschlamm entsteht. Mithilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen kann auch hier die Energie effizient genutzt werden.

In Selb kommen hierfür Hauptwassersammler, die Kläranlage und Abwasser der Textilveredelung Drechsel in Frage (siehe Abbildung 21). Der Hauptwassersammler hat im Mittel einen Durchfluss von 8,84 l/s mit

einer Durchschnittstemperatur von 12,8 °C. Der gemittelte Abflusswert der Kläranlage beträgt 9.500 m<sup>3</sup>/d und ein Temperaturniveau von ca. 12 °C.

Eine detaillierte Quantifizierung weiterer Abwärme potenziale konnte bisher nicht erfolgen und muss in weiteren, detaillierteren Untersuchungen vorgenommen werden.



Abbildung 19: Abwasserwärmepotenziale in Selb.

#### 4.4.3 Industrielle Abwärme

Unvermeidbare Abwärme z.B. aus der Industrie kann in ein Wärmenetz eingebunden werden. Dabei wird zwischen Hochtemperatur- und Niedertemperaturabwärme unterschieden.

Von Hochtemperaturabwärme spricht man, wenn die Abwärmtemperatur (weit) oberhalb der Rücklauftemperatur liegt. Gasförmige Abwärme z.B. Rauchgase aus Verbrennungs- oder Verhüttungsprozessen können typischerweise nur eingebunden werden, wenn das Temperaturniveau entsprechend groß ist, da nur dann Wärmetauscherflächen klein genug bleiben. Flüssige Abwärmeträger können bereits bei kleineren Temperaturdifferenzen ab ca. 20 °C genutzt werden.

Niedertemperaturabwärme bezeichnet Abwärme, deren Temperaturniveau unterhalb der Rücklauftemperatur liegt. Somit ist kein direkter Wärmeübergang von dem Abwärmestrom auf die Fernwärme möglich. Mögliche zuverlässige Abwärmequellen mit niedrigen Temperaturniveaus sind Abwasserströme aus der Kläranlage und Abwärme aus Rechenzentren.

Folgende Fragen müssen bei der Anbindung von unvermeidbarer Abwärme berücksichtigt werden:

- Fällt die Wärme kontinuierlich oder diskontinuierlich an? Bei der technischen Umsetzung wird womöglich zusätzlich ein Wärmespeicher benötigt.
- Passt der zeitliche/saisonale Anfall der Wärme zum Wärmebedarf? Bsp. steht Abwärme aus Klimaanlagen v.a. im Sommer an, wenn der Wärmebedarf gering ist.
- Wie wird die Abwärmennutzung durch andere Anlagen abgesichert, um Fernwärme zuverlässig bereitzustellen?
- Wie kann die langfristige Verfügbarkeit der Abwärmelieferung abgesichert werden?
- Welche Möglichkeiten gibt es zur Diversifizierung der Abwärmennutzung durch eine größere Anzahl von Quellen mit kleinem Anteil an der WärmeverSORGUNG?

Rechenzentren v.a. im Großraum Frankfurt und in Berlin stehen heutzutage im Fokus von Untersuchungen zur Einbindung von Abwärme. Bei Industriebetrieben muss abgewogen werden, ob eine langfristige Lieferung von Wärme an diesem Standort gewährleistet werden kann. Die Errichtung von Anlagen zur Sicherung ist immer unvermeidbar.

Es ist zu beachten, dass die Effizienzsteigerung des Abwärme-produzierenden Prozesses immer Vorrang hat vor der Abwärmennutzung. In den aktuellen Förderprogrammen wird bei Abwärmennutzung der Nachweis der unvermeidbaren Abwärme gefordert. Dies bedeutet, dass der Prozess bereits auf dem aktuellen Stand der Technik ist.



Abbildung 20: Mögliche industrielle Abwärmequellen in Selb.

Abbildung 22 zeigt identifizierte industrielle Abwärmequellen in Selb, welche im Folgenden gelistet und kurz beschrieben werden. Im Rahmen von Unternehmensbefragungen wurden die Abwärmepotenziale bewertet.

Unternehmen

Bewertung Abwärmepotenziale

BHS tabletop Aktiengesellschaft	Abwärme über Ofenabluft Abwärmemenge: ca. 0,66 GWh/a Temperaturbereich: >=110 °C
KYOCERA Fineceramics Europe GmbH	Abwärmemenge: 3,6 - 3,7 GWh/a Temperaturbereich: 25 - 60 °C
NETZSCH Feinmahltechnik GmbH	Abwärme über Kompressor Abwärmemenge: ca. 0,02 GWh/a Temperaturbereich: 25 - 60 °C
SI-KA-TEC GmbH engineering coating	Abwärme über technische Nachverbrennung Abwärmemenge: ca. 6,9 GWh/a Temperaturbereich: >=110 °C
Textilveredelung Drechsel GmbH	Abwärme über Abwasser, Spannrahmen und Kesselhaus Abwärmemenge: ca. 5,2 GWh/a Temperaturbereich: 25 - >=110 °C

Tabelle 2: Industrielle Abwärmepotenziale Selb. Quelle: Plattform für Abwärme (BAFA)



## 5 Zielszenario

Der nachfolgend beschriebene angestrebte Entwicklungspfad für die zukünftige Wärmeversorgung des geplanten Gebiets hat zum Ziel, bis spätestens 2045 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Die Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete stellt dar, welche Art der Wärmeversorgung gemäß den Kriterien des § 18 des Wärmeplanungsgesetzes für die Meilensteine 2030, 2035, 2040 und schließlich das Zieljahr 2045 am besten geeignet ist.

### 5.1 Pfade für die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung

Nachfolgend werden zunächst die für die Entwicklung des Zielszenarios notwendigen Parameter erläutert und anschließend zwei Zielszenarien vorgestellt. Für eine holistische Analyse werden - zusätzlich zum Rückgang des Wärmebedarfes aus Energieeinsparungen durch effizienzsteigernde Sanierungen - weitere Einsparpotenziale betrachtet.

#### Wärmebedarf

Entsprechend Kapitel 4.1 ist für die Stadt Selb von einem moderaten Rückgang des Wärmebedarfs bis 2045 auszugehen. Bei einer Sanierungsrate von 1 % und einer vom Gebäudetyp und der Baualtersklasse abhängigen Sanierungstiefe sinkt der Wärmebedarf um rd. 3 %. Im zukunftsweisenden Szenario mit 2 % Sanierungsrate sind es hingegen 18 % Rückgang im Vergleich zur heutigen Situation (vgl. Abschnitt 4.1)

Der Neubau sowie der Abriss von Gebäuden kann in der Zeit bis zum Erreichen des Zieljahres zu einem Mehr- oder Minderbedarf führen. Da zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des kommunalen Wärmeplans keine relevanten Pläne zum Abriss oder Rückbau von Quartieren vorlagen, die eine signifikante Änderung des Wärmebedarfes rechtfertigen, wird dieser Effekt vernachlässigt. Der Anstieg des Wärmebedarfs durch Neubautätigkeiten ist aufgrund aktueller hoher Dämmstandards ebenso vernachlässigbar, diese Gebäude sind zudem besonders gut für die Versorgung mittels Wärmepumpen geeignet.

Dem globalen Klimawandel ist ein deutlich messbarer Anstieg der Durchschnittstemperatur immanent, der mit einer Verkürzung der Heizperiode und letztendlich einer allgemeinen Reduzierung des Raumwärmebedarfes einhergeht. Durch regionale Unterschiede ist dieser Effekt allerdings laut (Hausl, 2018) nur grob schätzbar und hängt stark von den lokalen Gegebenheiten und der tatsächlichen Klimaentwicklung ab, sodass Effekte aus dieser Entwicklung aufgrund der Unsicherheiten in dieser Planungsphase nicht weiter berücksichtigt werden. Die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfes sollte aber bei den kommenden Überarbeitungen des Wärmeplans mit dieser heutigen Perspektive abgeglichen und gegebenenfalls angepasst werden.

Tabelle 3: Zentrale Kennwerte Bedarfsszenarien.

Szenario	Wärmebedarf heute	Wärmebedarf 2045	Reduktion ggü. IST
<b>Konventionell</b>		265 GWh	3 %
<b>Zukunftsweisend</b>	274 GWh	225 GWh	18 %

## Zukünftiger Energieträger- und Technologiemix

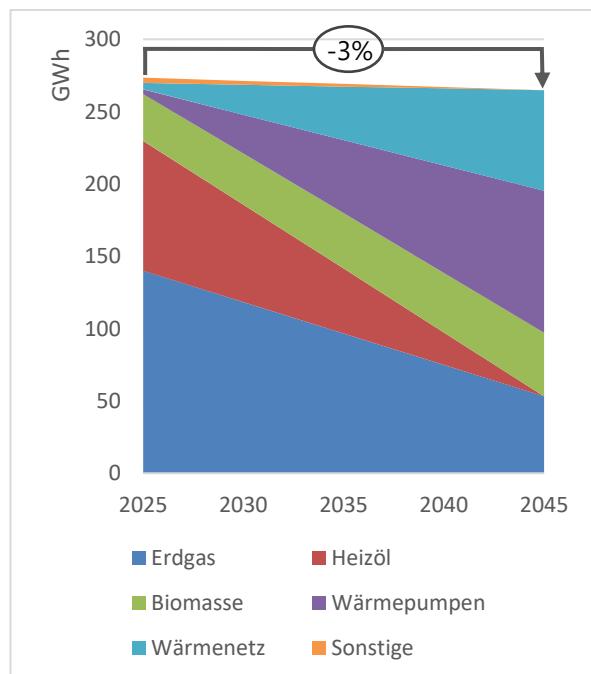
Die Entwicklung des Energieträger- und Technologiemix für die Wärmeversorgung der Stadt Selb wird sich in den kommenden Jahren und Jahrzehnten weiterentwickeln müssen, um das übergeordnete Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045 erreichen zu können. Diese Entwicklung wird von drei maßgeblichen Trends geprägt sein:

- Rückgang der Erdgasversorgung
- Elektrifizierung der Wärmeversorgung durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen
- Ausbau der Wärmenetzinfrastruktur (Ausbau von Bestandswärmenetzen sowie Neubau weiterer Wärmenetze)

Entsprechend wird die heutige Dominanz des Energieträgers Erdgas in den nächsten Jahren immer weiter abnehmen und der Anteil der Fern- bzw. Nahwärme aus unvermeidbarer Abwärme und erneuerbaren Wärmequellen sowie dezentrale Individuallösungen aus Umgebungsluft und Geo- bzw. Solarthermie zunehmen. Diese Entwicklungen führen in letzter Konsequenz auch zum gewünschten Rückgang der Treibhausgasemissionen. Die nachfolgenden Abbildungen geben einen Eindruck über die für die Zielerreichung notwendigen Verschiebungen im Energieträger- bzw. Technologiemix. Für die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 werden beispielhafte Energieträgermixe in den zwei Sanierungsszenarien dargestellt (vgl. Abbildung 22 und Abbildung 21). Neben der Notwendigkeit zum Ausbau der Fern- und Nahwärme in Siedlungsgebieten mit entsprechend hoher Wärmedichte wird vor allem die große Bedeutung der Nutzung von Umgebungsluft deutlich. Dies betrifft vor allem Gebiete der dezentralen Wärmeversorgung, die nicht über Wärmenetze und perspektivisch auch nicht mehr durch eine Gasinfrastruktur versorgt werden.

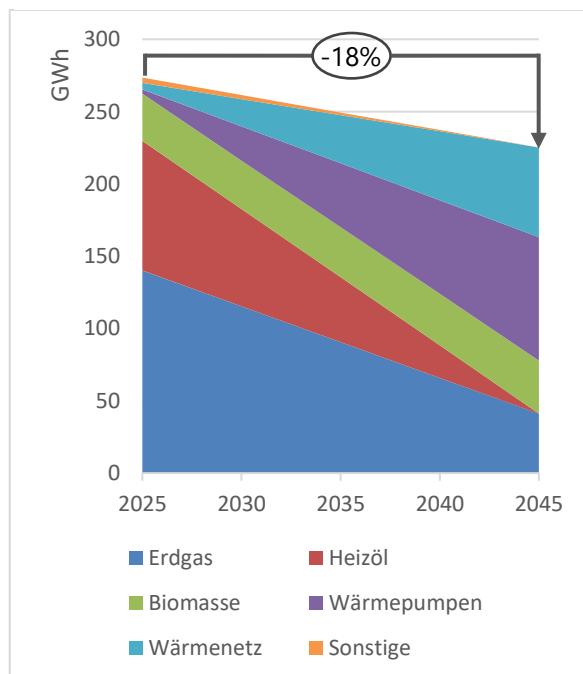
Auf die theoretisch zukünftige Nutzung von Wasserstoff in Teilgebieten der heutigen Erdgasinfrastruktur wird in Abschnitt 5.4.2 eingegangen.

Abbildung 22: Energieträger- und Technologiemix im konventionellen Szenario bis 2045



Maßgebliches Zielszenario

Abbildung 21: Energieträger- und Technologiemix im zukunftsweisenden Szenario bis 2045



Über die Ergebnisse der Bedarfsanalyse, welche ausführlich im Kapitel 3.4 dieses Berichtes beschrieben wurden, konnten Gebiete in der Stadt Selb identifiziert werden, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit bis 2045 eine Wärmenetzeignung besitzen, da diese Gebiete einen entsprechenden Wärmebedarf aufweisen. Die Herleitung einer Wärmenetzeignung anhand unterschiedlicher Indikatoren, ist im nachfolgenden Kapitel 5.3 beschrieben. Der Ausbau der Wärmenetze ist eine der zentralen Säulen im Zielszenario für die Wärmeversorgung der Stadt Selb. Er erfolgt in erster Linie durch Erschließung des Nachverdichtungspotenzials als auch des Erweiterungspotenzials der Wärmenetze.

Als Nachverdichtung wird in diesem Kontext ganz allgemein der Anschluss von Gebäuden an die Fernwärmeversorgung bezeichnet, die in Gebieten mit bereits vorhandener Fernwärmeinfrastruktur liegen. Dies betrifft beispielsweise Gebäude in einer Straße mit existierendem Fernwärmennetz, kann aber auch bedeuten, dass in eine Straße Fernwärmeleitungen eingebracht werden, wenn das existierende Netz angrenzt und eine entsprechend hohe Wärmedichte vorhanden ist. Da das Bestandsnetz räumlich sehr klein ist und das Anschlusspotenzial bereits gut ausgeschöpft wurde, ist eine Nachverdichtung kaum möglich.

Ein substanzielles Potenzial liegt im Aufbau von Nahwärmennetzen im Süden wie im Norden der Stadt (vgl. Abschnitt 5.4.1). Dort existieren Gebiete mit hoher Wärmedichte (insb. Objekte der Wohnungswirtschaft) und es wird daher empfohlen, in einem nächsten Planungsschritt zum einen die Möglichkeiten zum Aufbau von Nahwärmennetzen, zum anderen identifizierte erneuerbare Wärmepotenziale genauer zu prüfen.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen kein nennenswertes Nachverdichtungspotenzial, dafür allerdings ein Erweiterungspotenzial von gut 130 GWh.

## 5.2 Grundlagen und Annahmen zur Erstellung des Zielszenarios

Die Entwicklung eines Zielszenarios basiert auf grundlegenden Annahmen und Voraussetzungen. Zum Zeitpunkt der Planerstellung für das Zieljahr 2045 sind dies die im Folgenden genannten:

- Wasserstoff wird bis 2045 technisch und wirtschaftlich nicht in den Mengen verfügbar sein, die notwendig sind, um private Einzelheizungen damit zu betreiben. Die Nutzung wird auf die Sektoren Verkehr und Industrie (bspw. Hochtemperaturprozesse) sowie möglicherweise temporär eine geringfügige Beimischung in das Erdgasnetz beschränkt sein.
- Biomethan wird in den letzten verbleibenden Gebieten mit einer Gasinfrastruktur in bedarfsdeckender Menge verfügbar sein und über diese Infrastruktur bereitgestellt.
- Der Anteil von bereits erneuerbarer Energieversorgung eines Haushaltes bleibt erneuerbar und wird nicht wieder fossil.
- Die Nachverdichtung und Erweiterung von Wärmenetzen im Bestand wird von einer Transformation der bestehenden Fernwärmeverzeugung in Richtung erneuerbaren Energien (Geothermie, Biomasse, Abwärme, große Wärmepumpen) begleitet.
- Die heutigen Anschlüsse bleiben zu 100% bestehen.

## 5.3 Bewertung der Eignung der Wärmeversorgungsarten der Teilgebiete

Die Einteilung des beplanten Gebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ist eines der zentralen Elemente der Wärmeplanung. Ziel ist es, jene Wärmeversorgungsart zu identifizieren, die sich für die Versorgung eines bestimmten Teilgebiets besonders eignet.

Die Einteilung des beplanten Gebietes in Teilgebiete ist in Kapitel 3.2 beschrieben und in Abbildung 5 dargestellt. Für jedes dieser Teilgebiete wurde jeweils eine Bewertung der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten, des Realisierungsrisikos sowie der kumulierten Treibhausgasemissionen entsprechend dem KWW-Leitfaden vorgenommen. Auf dieser Basis werden in Kapitel 5.4 die Teilgebiete in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete final eingeteilt.

*Tabelle 4: Eignungsbewertung jeder Wärmeversorgungsart nach KWW-Leitfaden für die Teilgebiete mit Wärmenetzpotenzial*

Teilgebiet Kappel, Erkersreuth, Selb und Selber Vorwerk			
Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoff	dezentrale Versorgung
Voraussichtliche Wärmegestehungskosten	Mittel	Hoch	Mittel
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Mittel
Mögliche Gesamtbewertung der Eignung	wahrscheinlich geeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich geeignet

*Tabelle 5: Eignungsbewertung jeder Wärmeversorgungsart nach KWW-Leitfaden für die Teilgebiete ohne Wärmenetzpotenzial*

Teilgebiet Lauterbach, Wildenau, Plößberg i.OFr., Selb-Plößberg, Vielitz, Dürrewiesen, Längenau, Steinselb, Spielberg, Heidelheim, Oberweißenbach, Mittelweißenbach, Unterweißenbach, Stopfersfurth, Neuhof und Silberbach			
Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoff	dezentrale Versorgung
Voraussichtliche Wärmegestehungskosten	Hoch	Hoch	Mittel
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Mittel
Mögliche Gesamtbewertung der Eignung	Sehr wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

## 5.4 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete

In den folgenden Abschnitten wird auf die unterschiedlichen Gebietstypen Wärmenetzgebiete, Prüfgebiete sowie dezentrale Versorgungsgebiete eingegangen.

### 5.4.1 Wärmenetzgebiet

Die Integration und der Ausbau von Wärmenetzen sind wesentlich für die Zukunft der kommunalen Wärmeplanung. Der Auf- und Ausbau von Wärmenetzen kann eine effiziente, kostengünstige und umweltfreundliche Option zur Wärmeversorgung bieten und Städte beim Erreichen ihrer langfristigen Energie- und Klimaziele unterstützen. Nachfolgend sind einige allgemeine Vorteile benannt, die auch für die Stadt Selb Gültigkeit besitzen:

**Effizienzsteigerung:** Durch den Einsatz von Wärmenetzen wird die Effizienz bei der Wärmeerzeugung erhöht. Anstatt dezentral in jedem Gebäude Wärme zu erzeugen, können mehrere Gebäude über ein zentrales Wärmenetz mit Wärme aus einer Erzeugungsanlage oder Abwärme versorgt werden.

**Nutzung erneuerbarer Energien:** Wärmenetze ermöglichen die effiziente Einbindung erneuerbarer Energien wie Biomasse, Solarthermie oder Geothermie. Großanlagen zur Wärmeerzeugung können eine höhere Auslastung erreichen und somit die Kosten für erneuerbare Energien senken.

**Flexibilität:** Wärmenetze bieten die Möglichkeit, verschiedene Wärmequellen miteinander zu kombinieren, um eine kontinuierliche Wärmeversorgung sicherzustellen.

**Reduktion von CO2-Emissionen:** Durch den Ausbau von Wärmenetzen können fossil befeuerte Heizsysteme durch klimafreundlichere Alternativen ersetzt werden. Dies verringert die CO2-Emissionen und trägt zur Erreichung der Klimaziele bei.

**Skalierbarkeit:** Wärmenetze können je nach Bedarf erweitert oder reduziert werden, was eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit auf lokale Gegebenheiten ermöglicht.

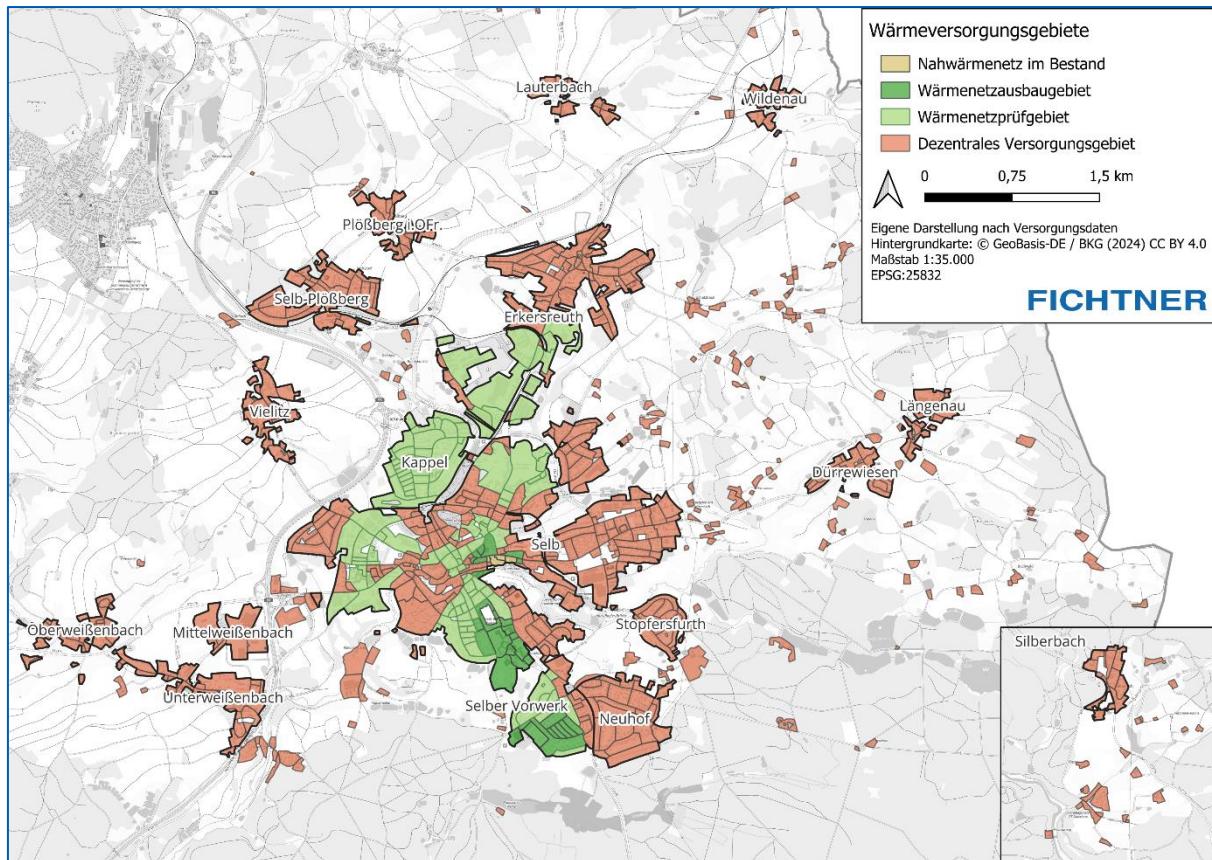
Die Ausgangssituation für die Nutzung und den Ausbau der Fernwärme sind in Selb herausfordernd, aber technisch-wirtschaftlich darstellbar. In einem kleinen Teil der Innenstadt existiert bereits eine Fernwärme-Infrastruktur (vgl. Kapitel 3.3).

Abbildung 23 zeigt zentrale Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse für den Auf- und Ausbau von Wärmenetzen in der Stadt Selb. Sie ist strukturiert und enthält eine Klassifizierung von Wärmeversorgungsgebieten nach unterschiedlichen Prüfkriterien. Im Mittelpunkt steht die Frage: Wo lohnt sich der Ausbau von Wärmenetzen? Zur Beantwortung dieser Frage wurden nachfolgende Kriterien für die Gesamtstadt erhoben und die Ergebnisse bewertet:

- Wärmeverbrauch: Wie viel Wärme wird in der Stadt Selb in den einzelnen Stadtteilen und Quartieren benötigt?
- Wärmedichte: Wie hoch ist die Wärmedichte in den Stadtteilen und Quartieren?
- Erneuerbare Energien und Abwärme: Wo können erneuerbare Energien und Abwärme sinnvoll genutzt werden?

- Technik: Welche Wärmeerzeugungstechnologie passt zu welchem Gebiet und den dort vorhandenen Potenzialen?

Abbildung 23: Definierte Wärmenetzgebiete im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.



- Kosten: Wie entwickelt sich der Preis von Wasserstoff und mit welchen Gestehungskosten ist für die Stadtwerke sowie für den Verbraucher zu rechnen?
- Risiko: Welche Risiken birgt die Investitionsentscheidung in eine spezifische Wärmeversorgungsinfrastruktur hinsichtlich Bau, vorgelagerter Infrastruktur, Verfügbarkeit der einzusetzenden Energieträger und Systemrobustheit?
- Emissionen: Wie hoch sind die kumulierten Treibhausgasemissionen im Verlauf des Zielszenarios (Start- bis Zieljahr) für eine bestimmte Wärmeversorgungsart?

Die Abbildung gibt einen Überblick über die strategischen Planungen der Wärmenetzversorgung in Selb. Sie zeigt, welche Gebiete bereits durch ein Wärmenetz versorgt sind und welche Gebiete sich für eine Erweiterung oder den Aufbau neuer Wärmenetze eignen. Folgende Gebiete werden ausgewiesen:

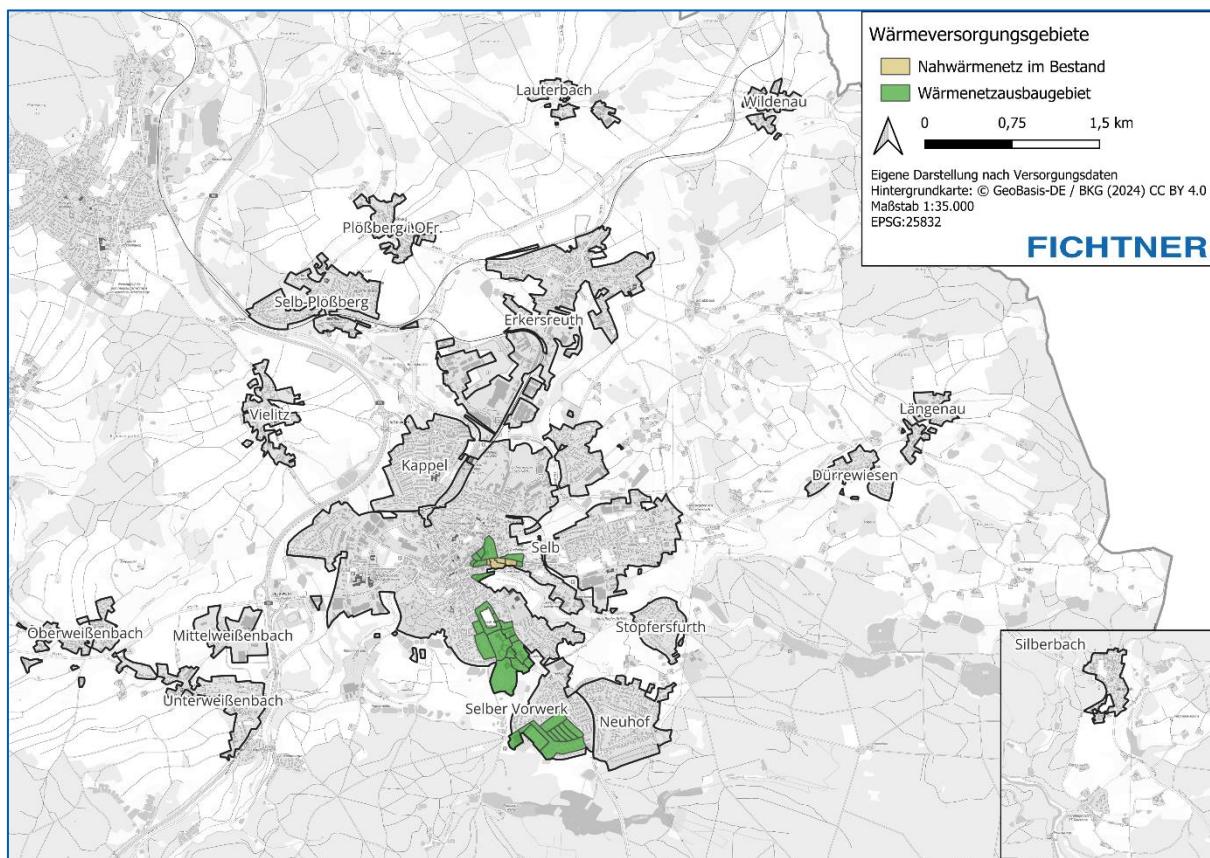
- Bestehende Wärmenetze und Netzverdichtungsgebiete
- Gebiete für die Erweiterung bestehender Wärmenetze bzw. Ausbau neuer Wärmenetze

Alle anderen Gebiete sind für den Aufbau von Wärmenetzen nur bedingt bzw. nicht geeignet. Dort muss individuell auf andere Versorgungslösungen zurückgegriffen werden.

Die Darstellung trägt zur Entscheidungsfindung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bei, indem eine klare Visualisierung der bestehenden und potenziellen Wärmeversorgungsgebiete angeboten wird.

Aussagen zur Anschlussquote werden im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung nicht getätigt. Der Wärmeplan hat keine rechtliche Außenwirkung und dementsprechend sind keine einklagbaren Rechte oder Pflichten begründet (vgl. Kapitel 1.5). Den Wärmenetzbetreibern und den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern ist es damit selbst überlassen, zu entscheiden, welche Wärmeversorgung angeboten bzw. gewählt wird.

Abbildung 24: Gebiete mit bestehendem Wärmenetz oder hohem Wärmenetzpotenzial



## 5.4.2 Prüfgebiete

Ein „Prüfgebiet“ ist laut WPG ein geplantes Teilgebiet, das zum jetzigen Zeitpunkt nicht in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet eingeteilt werden kann. Dies kann daran liegen, dass die notwendigen Informationen für eine Einteilung noch nicht ausreichend bekannt sind oder dass ein großer Teil der dort ansässigen Letztverbraucher zukünftig auf andere Weise mit Wärme versorgt werden soll, beispielsweise durch Wasserstoff ( $H_2$ ) oder Biomethan gemäß § 28 WPG.

### Wasserstoff

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung können die Unsicherheiten in Bezug auf die Verfügbarkeit von  $H_2$ , insbesondere hinsichtlich der Menge, des Zeitpunkts und der Kosten, nicht verbindlich aufgeklärt werden. Diese Faktoren beeinflussen die Wirtschaftlichkeit für den Kunden und die zukünftigen Netzbetreiber, sodass derzeit keine klaren Aussagen zu zukünftigen  $H_2$ -Gebieten getroffen werden können.

Grundsätzlich gilt, dass der Einbau und Betrieb von fossilen Erdgasheizungen (welche auf  $H_2$  umrüstbar sind) gestattet ist, sobald ein verbindlicher Fahrplan des Netzbetreibers vorliegt. Dieser Fahrplan muss die Umstellung auf  $H_2$  innerhalb eines festgelegten Zeitrahmens sicherstellen (§ 71K GEG). Sollte der Netzbetreiber den erforderlichen  $H_2$  nicht bereitstellen können, wird er regresspflichtig gegenüber den Kunden.

Aufgrund dieser Regelung und der existierenden Unsicherheiten bzgl. der Verfügbarkeit von  $H_2$ , konzentriert sich die aktuelle kommunale Wärmeplanung darauf, lediglich Prüfgebiete aufzuzeigen, die insbesondere die Versorgung mit  $H_2$  betreffen. Dadurch sollen potenzielle Versorgungswege und Strategien ermittelt werden, die in den kommenden Plananpassungen mit dem dann aktuellen Kenntnisstand – vor allem auch zur industriellen Nutzung von  $H_2$  – abgeglichen und entsprechend aktualisiert werden.

### Biomethan

Prüfgegenstand sind die Wirtschaftlichkeit aus Sicht der potenziellen Kunden, die Möglichkeit der Transformation der vorhandenen Erdgasinfrastruktur in den Prüfgebieten und rechtliche Rahmenbedingungen.

Aktuell befinden sich in Selb keine konkreten Prüfgebiete auf eine Biomethanversorgung. Den Annahmen in Kapitel 5.2 folgend wird perspektivisch allerdings der gesamte verbleibende Bedarf an Erdgas der Stadt Selb durch eine Versorgung mit Biomethan gedeckt und langfristig ersetzt.

## 5.4.3 Gebiete für die dezentrale Versorgung

Eingangs sei zu erwähnen, dass eine dezentrale Einzelversorgung grundsätzlich überall im Stadtgebiet und somit beispielsweise auch innerhalb von Wärmenetzgebieten möglich ist.

Abbildung 25 gibt einen Überblick über Gebiete für die dezentrale Einzelversorgung in Selb. Sie ist in verschiedene Bereiche gegliedert, um relevante Informationen und Optionen für eine dezentrale Wärmeversorgung darzustellen. Die Darstellung soll eine erste Orientierung für die Bürgerinnen und Bürger bieten. Im Einzelfall ist zu prüfen, welche Versorgungsoptionen für ein konkretes Gebäude sinnvoll und wirtschaftlich sind. Zudem erfolgt eine weitere Konkretisierung der Planung in den nächsten Fortschreibungen des Wärmeplans.

Viele Gebäude in Selb werden auch in Zukunft nicht an ein Wärmenetz angeschlossen. Sie liegen in Gebieten, die für die Erschließung durch Wärmenetze, beispielsweise aufgrund zu geringer Wärmedichte, nicht wirtschaftlich sind. Insgesamt betrifft das rd. 3.200 Wohngebäude und damit fast drei Viertel der Wohngebäude in der Stadt. In rd. 36 % aller dezentral versorgten Gebäude wird derzeit Erdgas zum Heizen genutzt.

Zukünftig sollen diese Gebäude weiterhin durch dezentrale Einzelversorgung beheizt werden, es ist davon auszugehen, dass überwiegend Wärmepumpen zum Einsatz kommen werden. Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle ist parallel dazu entscheidend, da sie den Wärmebedarf senkt und den Einsatz moderner Heizsysteme wirtschaftlicher macht. Eine Reduzierung des Wärmebedarfs dieser Gebäude durch energieeffiziente Sanierungen würde zudem die Realisierung der Wärmewende unterstützen. Dies umfasst die Installation von modernen Wärmeerzeugungsanlagen und die Verbesserung der Gebäudehüllen. Diese Maßnahmen sind langfristig angelegt und sollten fortlaufend zur Erreichung der Zielsetzung bis zum Jahr 2045 umgesetzt werden.

Es gibt verschiedene Förderprogramme wie BAFA-Zuschüsse, um die Anschaffung von beispielsweise Wärmepumpen und Gebäudesanierungen zu unterstützen. Weitere Beratungsangebote stehen über die Stadt Selb, die Landesenergieagentur und die Verbraucherzentralen bereit.

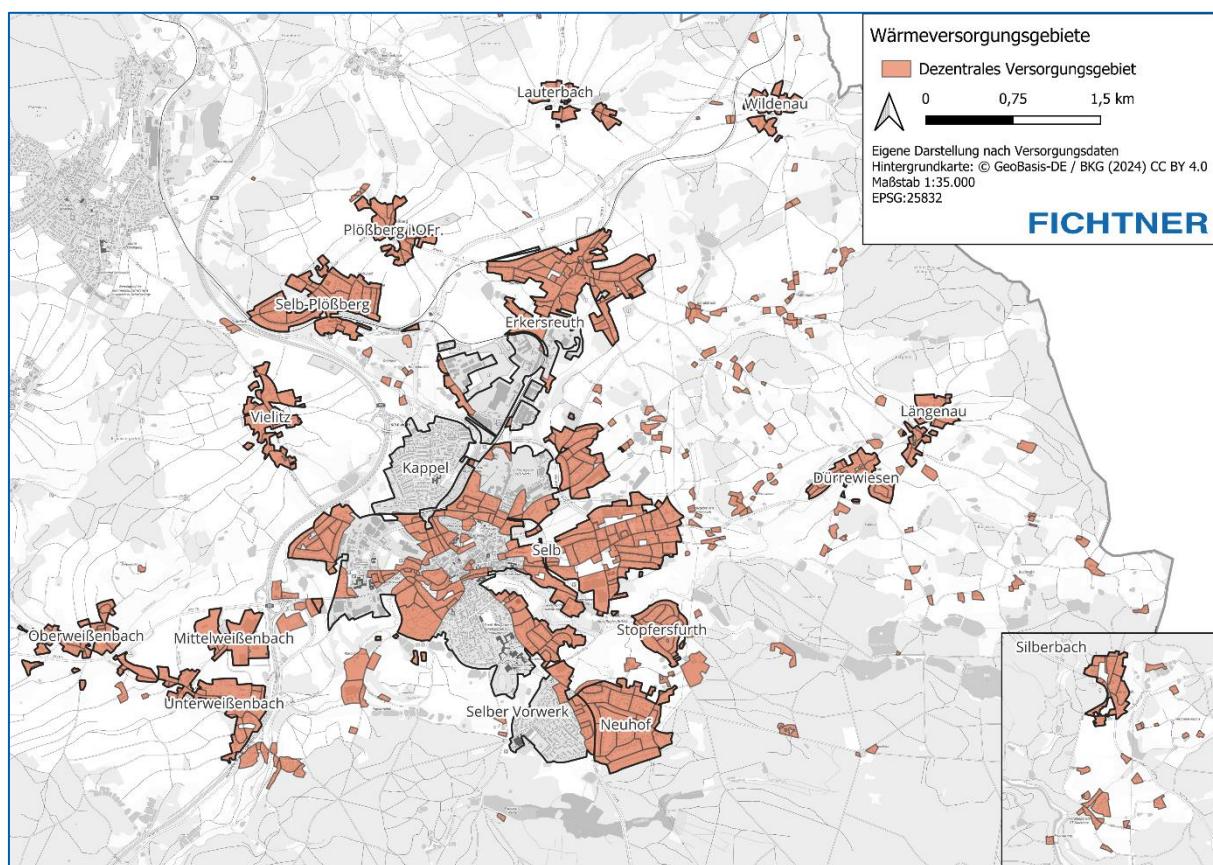


Abbildung 25: Gebiete für die dezentrale Einzelversorgung in der Stadt Selb.

## 5.5 Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Aus der Bestandsanalyse, den Sanierungsszenarien (hier: zukunftsweisend) in Kapitel 4.1 und der Gebietseinteilung in Kapitel 5.4 lassen sich Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial ableiten. Diese charakterisiert vorrangig ein alter Gebäudebestand, ein hoher (spezifischer) Raumwärmebedarf und eine hauptsächlich dezentrale Versorgung. In der Stadt Selb rücken Teile der Innenstadt, der Osten sowie Ortsbezirke im Norden mit einem hohem Einsparpotenzial in den Fokus (vgl. Abbildung 26). Diese Gebiete besitzen eine geringe Anzahl an geschützten Gebäuden (Denkmalschutz, Ensembleschutz, etc.). Maßnahmen zur Reduktion des Endenergiebedarfs, die im Einklang mit dem Grundsatz „Energieeffizienz an erster Stelle“ besonders geeignet sind, die Transformation zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu unterstützen, werden im Kapitel 6 vorgestellt.

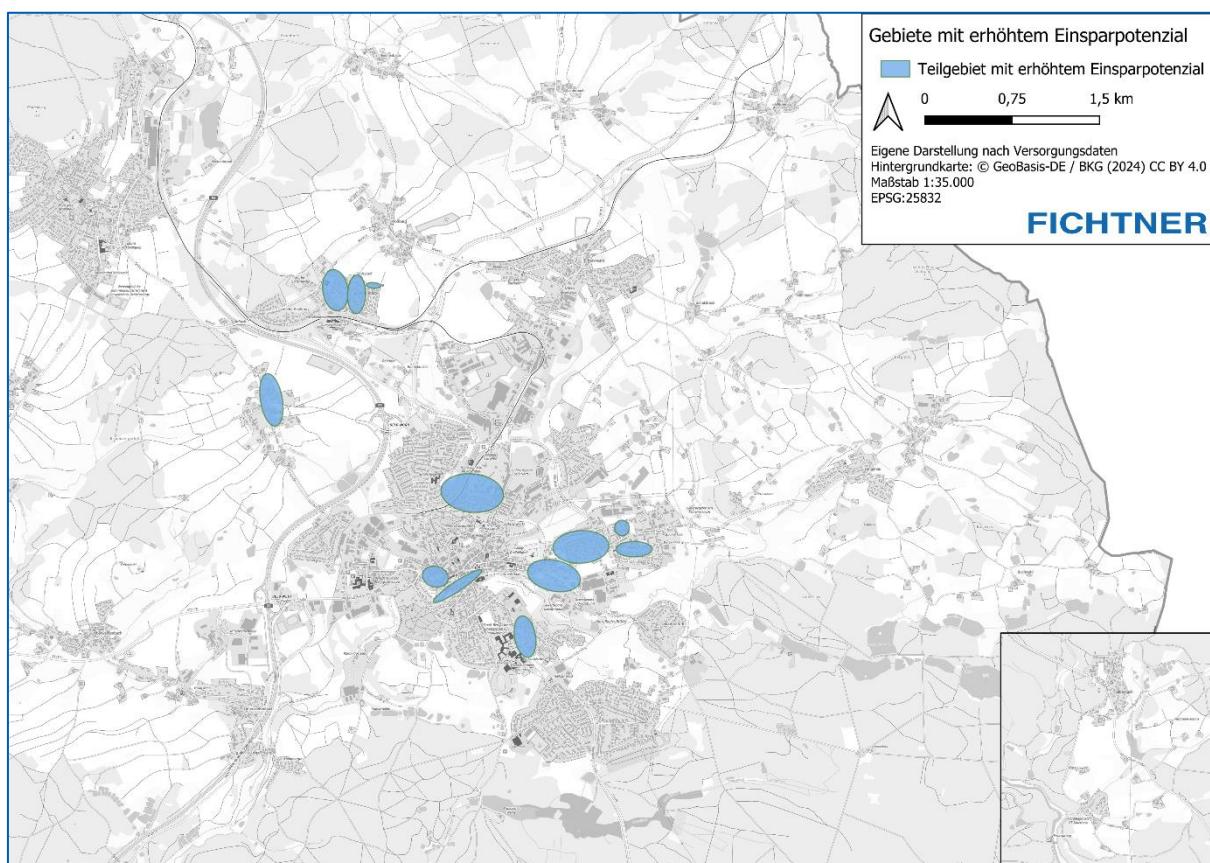


Abbildung 26: Dezentral versorgte Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial (zukunftsweisendes Sanierungsszenario)

## 6 Strategie und Maßnahmen

Die Umsetzungsstrategie ist ein sorgfältig geplanter und priorisierter Maßnahmenplan, der eine Verbindung zwischen den Analysen und Gebietseinteilungen im Wärmeplan und der konkreten Implementierung zielführender Maßnahmen schafft. Dabei wird die Perspektive der verantwortlichen Planungsstelle berücksichtigt, einschließlich ihrer Handlungs- und Entscheidungsspielräume.

Während des gesamten Wärmeplanungsprozesses, von der Eignungsprüfung über die Bestands- und Potenzialanalyse, bis hin zur Erstellung des Zielszenarios inklusive Gebietsausweisung, wurden verschiedene Maßnahmen gesammelt. Im nächsten Schritt wurden die Maßnahmen Themenfeldern zugeordnet, um die Umsetzung zu konkretisieren und die Adressaten der jeweiligen Maßnahme zu benennen. Zudem wurden die Maßnahmen den unterschiedlichen Akteuren zugeordnet (Verantwortlichkeit) sowie THG-Minderungspotenzial und Kosten grob abgeschätzt. Im letzten Schritt erfolgte eine Priorisierung der Maßnahmen.

Die Umsetzungsstrategie ist essenziell für den Erfolg der kommunalen Wärmeplanung. Sie bietet einen klaren Fahrplan für die Umsetzung der identifizierten Maßnahmen und unterstützt die Stadt Selb dabei, ihre Klimaschutzziele zu erreichen und eine nachhaltige Wärmeversorgung für die Zukunft zu gewährleisten.

### 6.1 Strukturelle Maßnahmen auf Kommunalebene

Die Stadt Selb steht vor der Aufgabe, im Rahmen ihrer kommunalen Wärmeplanung proaktive Schritte zur nachhaltigen Energieversorgung zu unternehmen. Als zentraler Akteur innerhalb dieser Planung hat die Kommune die Möglichkeit, durch gezielte Initiativen mit gutem Beispiel voranzugehen, um die Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger für die gemeinschaftlichen Anstrengungen der Energiewende zu erhöhen und eine nachhaltige Energieversorgung zu gewährleisten. Um dieses Ziel zu erreichen, sieht die aktuelle Strategie die Konstituierung eines kompetenten Steuerorgans sowie die Erstellung von Fahrplänen für die Sanierung kommunaler Liegenschaften vor. Diese strategischen Maßnahmen sollen, teilweise als Leuchtturmprojekte, eine dynamisierende Grundlage schaffen, um die Energiewende auf lokaler Ebene effektiv zu meistern.

Durch eine gelungene Umsetzung kann die Stadt Selb als Modell für verantwortungsvolles kommunales Handeln dienen und gleichzeitig das Vertrauen sowie die Unterstützung der Bürger gewinnen. Diese Projekte versprechen nicht nur ökologische Vorteile, sondern auch finanzielle Einsparungen für die Stadt. Indem Selb diese Schritte unternimmt, könnte sie als Vorbild für andere Städte in der Region fungieren, ohne den Blick von ihrem Kernziel – einer nachhaltigen lokalen Wärmeplanung – abzuwenden.

## 6.1.1 Verstetigung in der Administration

Schaffung einer Verwaltungsstelle und eines Kernteams (Wärmestammtisch)		
<b>Kurzbeschreibung der Ausgangssituation</b>		
Die kommunale Wärmeplanung ist geprägt von einer komplexen Akteurslandschaft, die unterschiedliche Interessen und organisatorische Rahmenbedingungen vereint. Um diese Vielfalt effektiv zu koordinieren und die Umsetzung der Wärmeversorgung sicherzustellen, wird eine zentrale Verwaltungsstelle benötigt.		
<b>Kurzbeschreibung der Maßnahme</b>		
Die Einrichtung einer spezialisierten Projektgruppe innerhalb der städtischen Verwaltung ist vorgesehen, um die kommunale Wärmeplanung effizient zu steuern. Diese Gruppe soll aus einer Projektleitung mit Entscheidungskompetenz sowie einem Kernteam zusammengesetzt sein, das Vertreter verschiedener relevanter Fachbereiche umfasst. Je nach den spezifischen Anforderungen und Herausforderungen können zusätzlich interdisziplinäre Facharbeitsgruppen ins Leben gerufen werden, die sich gezielt mit speziellen Fragestellungen befassen. Ein externer Beirat könnte ebenfalls etabliert werden, um strategische Unterstützung und Begleitung durch ausgewählte Akteure von außerhalb der Verwaltung zu bieten.		
<pre>graph TD; Lenkungskreis[Lenkungskreis] --- ProjektgruppeKWP[Projektgruppe KWP]; ProjektgruppeKWP --- Beirat[Beirat]; ProjektgruppeKWP --- Facharbeitsgruppen[Facharbeitsgruppen]</pre>		
<b>Priorität der Maßnahme</b>	Hoch	
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aufbau einer handlungsfähigen Struktur und klare Zuweisung von Kompetenzbereichen</li><li>▪ Sicherstellung der Umsetzung der Wärmeplanung</li></ul>	
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kompetenzbewusstsein der Verantwortlichen</li><li>▪ Strukturiertere und möglichst „geräuschlose“ Arbeit</li><li>▪ Akzeptanz der Wärmewende in der Bürgerschaft</li></ul>	
<b>Best-Practice Beispiele</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ (Deutsche Energie-Agentur (dena), 2023)</li><li>▪ (Deutscher Städtetag, Mai 2024)</li></ul>	
<b>Resultat der Maßnahmen</b>		
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	-	
Umsetzung	Kurzfristig	
Kosten	Gering	
<b>Finanzierungsmöglichkeiten</b>		
<b>Akteure</b>	<b>Verantwortliche</b>	<b>Zielgruppen</b>
Stadt Selb, nachgelagert die Akteure der KWP	Stadt Selb	Akteure im Rahmen der KWP

## 6.1.2 Kommunale Sanierungskonzepte erstellen

Sanierungsfahrpläne für kommunale Liegenschaften		
<b>Kurzbeschreibung der Ausgangssituation</b>		
Viele kommunale Liegenschaften weisen einen hohen Energieverbrauch auf und haben Potenzial für energetische Verbesserungen.		
<b>Kurzbeschreibung der Maßnahme</b>		
Für alle kommunalen Liegenschaften werden individuelle, geförderte Sanierungsfahrpläne erstellt. Diese werden zu einem abgestimmten Gesamtfahrplan zusammengeführt, der mit der Umsetzungsstrategie der kommunalen Wärmeplanung – etwa dem Zeitplan für den Wärmenetzausbau – verzahnt ist.		
<b>Priorität der Maßnahme</b>	Hoch	
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Optimierung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften</li><li>▪ Leuchtturmprojekte der kommunalen Wärmeplanung</li></ul>	
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Anzahl der erstellten und umgesetzten individuellen Sanierungsfahrpläne</li><li>▪ Energieeinsparungen in kommunalen Liegenschaften</li></ul>	
<b>Best-Practice Beispiele</b>	(B.&S.U. Beratungs- und Service-Gesellschaft Umwelt mbH)	
<b>Resultat der Maßnahmen</b>		
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	Hoch	
Umsetzung	Mittelfristig	
Kosten	Je nach Förderung	
<b>Finanzierungsmöglichkeiten</b>	<a href="#">Gebäude und Einrichtungen sanieren und umbauen   KfW</a>	
Akteure	Verantwortliche	Zielgruppe
Stadt Selb, Bauunternehmen	Stadt Selb	Stadt Selb

## 6.2 Wärmenetzausbau und Transformation der Wärmeversorgung

Die Verdichtung und der weitere Ausbau der bestehenden Fernwärmeinfrastruktur in der Stadt Selb, sind die zu priorisierenden Vorgehensweisen in Wärmenetzgebieten mit bestehender Infrastruktur. In Abbildung 24 sind die Gebiete dargestellt, die ein Nachverdichtungs- und Erweiterungspotenzial für die FernwärmeverSORGUNG besitzen. Für den Ausbau hervorzuheben ist vor allem der Süden von Selb und das Gebiet Vorwerk.

Zur Konkretisierung dieser Maßnahmen und der Umsetzungsstrategie, sind Gespräche mit der ESM als verantwortlicher Wärmenetzbetreiber unerlässlich. Ein Abgleich der bisherigen strategischen Ausrichtung der ESM mit den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung sind zu empfehlen und kurzfristig umzusetzen.

Parallel zu diesen Verdichtungs- und Erweiterungsbemühungen ist es wichtig, innovative Wärmelösungen in Regionen ohne direkte Netzversorgung zu fördern. Die Entwicklung und Bereitstellung von dezentralen Energiedienstleistungen gewährleistet auch in diesen Gebieten eine nachhaltige und klimafreundliche

Wärmeversorgung. Dabei bieten lokale Wärmequellen aus unvermeidbarer, industrieller Abwärme ein noch zu erschließendes, nachhaltiges Potenzial, das durch seine Ausschöpfung die Gesamtenergieeffizienz der Stadt Selb steigert.

Des Weiteren besteht mit der Integration von Biomethan in die Wärmeversorgung von Selb eine interessante Möglichkeit zur Nutzung lokaler Potenziale. Biomethan könnte insbesondere in dezentralen Spitzenlast- oder Hybrid-Heizzentralen zum Einsatz kommen, um fossiles Erdgas schrittweise zu ersetzen.

Kombiniert mit einer sorgfältigen Planung und einem strategischen Ansatz, bieten diese Maßnahmen umfassende Möglichkeiten für eine optimierte und nachhaltige Wärmeversorgung in der Stadt Selb.

### 6.2.1 Machbarkeitsstudie Wärmenetzaufbau

Machbarkeitsstudie Wärmenetz (z.B. Vorwerk)	
<b>Kurzbeschreibung der Ausgangssituation</b>	
Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie für Wärmenetze fokussiert sich auf Regionen, die aufgrund ihrer hohen Wärme- und Leitungsdichte besonders geeignet für einen Anschluss an Wärmenetze sind. Zusätzlich zu diesen Gebieten werden auch Bereiche analysiert, in denen bedeutende Wärmepotenziale oder Synergieeffekte mit bestehenden Infrastrukturen (z.B. die Eissporthalle) vorliegen. Diese Ansatzpunkte dienen dazu, die Wirtschaftlichkeit und Effizienz des Netzanschlusses weiter zu steigern und einen optimalen Einsatz der Ressourcen zu gewährleisten.	
<b>Kurzbeschreibung der Maßnahme</b>	
Machbarkeitsstudien sind unerlässlich, um die technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit der Erweiterung von Wärmenetzen zu beurteilen und bestehende Infrastruktur auszubauen. In diesen Studien werden Aspekte wie Wärmequellen, technische Details zum Netzaufbau, Wirtschaftlichkeit und die Akzeptanz analysiert. Sie sind die Grundlage der Förderung von konkreten Maßnahmen nach Modul 2 und 3 durch die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Der Aufbau von Wärmenetzen bietet den Vorteil, dass sich die Anschlussnehmer nicht um den Aufbau/Umstieg auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung kümmern müssen. Dabei soll der Ausbau verstärkt in Stadtteilen mit geeigneter Gebäude- und Abnehmerstruktur umgesetzt werden.	
<b>Priorität der Maßnahme</b>	Hoch
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Effiziente Nutzung begrenzter Ressourcen.</li><li>▪ Versorgung von Gebäuden, in denen eine individuelle Versorgung schwierig ist.</li></ul>
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Förderung der Maßnahme (BEW, Modul 1)</li><li>▪ Darstellung der Wirtschaftlichkeit mit Hilfe der Machbarkeitsstudie</li></ul>
<b>Resultat der Maßnahmen</b>	
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	Hoch
Umsetzung	Kurzfristig
Kosten	Gering
<b>Finanzierungsmöglichkeiten</b>	<a href="#">BAFA - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)</a>
<b>Akteure</b>	<b>Verantwortliche</b>
	<b>Zielgruppe</b>

## 6.2.2 Netzverdichtung und Ausbau

### Netzverdichtung und Ausbau bestehender Wärmenetze

#### Kurzbeschreibung der Ausgangssituation

Weniger als 2% des Wärmebedarfs in Selb wird über das Nahwärmenetz gedeckt. Wie bereits in Kapitel 5.1 erörtert, besteht ein substanzielles Potenzial für den Ausbau der Wärmenetze.

#### Kurzbeschreibung der Maßnahme

Der Ausbau und die Verdichtung des bestehenden Wärmenetzes stellen die bevorzugte Option der Wärmewendestrategie dar. Um die Implementierung dieser Maßnahme zu erleichtern und die Anschlussquote zu erhöhen, ist die Entwicklung geeigneter Fördermaßnahmen erforderlich. Diese sollen Hausbesitzern dabei helfen, ihre Gebäude mit dem erweiterten Wärmenetz zu verbinden. Zudem wird angestrebt, angrenzende Ankerkunden sowie weitere potenzielle Kunden entlang der neu entstehenden Trassen zu erschließen.

<b>Priorität der Maßnahme</b>	Hoch
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Anschlussgrad an die bestehenden Wärmenetze wird erhöht</li> <li>▪ Die Netze im Versorgungsgebiet werden erweitert</li> </ul>
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anschlussbegehren der Gebäudebesitzenden an die Fernwärme</li> <li>▪ Wirtschaftlichkeit sowohl für die Wärmenetzbetreiber als auch für die Gebäudebesitzenden</li> <li>▪ Förderungen durch z. B. BAFA</li> <li>▪ Mitwirkung der Behörden</li> <li>▪ Planungs- und Baudienstleisterkapazitäten</li> <li>▪ Anteil der an das bestehende Wärmenetz angeschlossenen Wärmenutzer</li> <li>▪ Anschlusszahl zusätzlicher Nutzer</li> </ul>

#### Resultat der Maßnahmen

Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	Hoch
Umsetzung	Mittelfristig
Kosten	Mittel

Finanzierungsmöglichkeiten	<a href="#">BAFA - Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)</a>		
Akteure	Verantwortliche	Zielgruppe	
Wärmenetzbetreiber, Stadt Selb, lokales Handwerk	Wärmenetzbetreiber	alle Gebäudebesitzer in den Ausbaugebieten mit einem Anschlussbegehr	

## 6.2.3 Dezentrale Energiedienstleistungen

Dezentrale Energiedienstleistungen		
<b>Kurzbeschreibung der Ausgangssituation</b>		
<p>Ein erheblicher Teil der Kommune kann wirtschaftlich nicht über ein zentrales Wärmenetz versorgt werden. Daher ist es essenziell, auch für diese dezentralen Versorgungsgebiete Lösungen anzubieten, die den Verbrauchern eine klimaneutrale Wärmeerzeugung sicherstellen. Die Entwicklung und Bereitstellung solcher dezentralen Energiedienstleistungen sind notwendig, um eine nachhaltige Energiepolitik zu fördern und die Umstellung auf umweltfreundliche Heizlösungen zu unterstützen.</p>		
<b>Kurzbeschreibung der Maßnahme</b>		
<p>Diese Maßnahme sieht die Implementierung dezentraler Heizlösungen vor, die den Bewohnern in Gebieten ohne Zugang zum Wärmenetz eine klimafreundliche und nachhaltige Wärmeerzeugung ermöglichen. Sie bietet zudem die Möglichkeit einer verbesserten Steuerung der Dekarbonisierung innerhalb des dezentralen Versorgungsgebiets, indem effiziente und umweltfreundliche Technologien eingeführt und deren Nutzung gefördert werden.</p>		
<b>Priorität der Maßnahme</b>	Hoch	
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sicherstellung einer dezentralen, klimagerechten, langfristigen Wärmeversorgung.</li><li>▪ Lokale Wertschöpfung</li></ul>	
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Zahl installierter dezentraler Heizsysteme.</li><li>▪ Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung der Kommune</li></ul>	
<b>Resultat der Maßnahmen</b>		
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	Hoch	
Umsetzung	Mittel- bis Langfristig	
Kosten	Gering	
<b>Finanzierungsmöglichkeiten</b>	Rückfinanzierung aus Einnahmen	
Akteure	Verantwortliche	Zielgruppe
Stadtwerke, lokales Handwerk, Wärmekunden	Stadtwerke	Wärmekunden

## 6.2.4 Potenzialerschließung unvermeidbarer Abwärme

Nutzung von Abwärme aus der Industrie zur Wärmeerzeugung		
<b>Kurzbeschreibung der Ausgangssituation</b>		
<p>Gemäß der Pflicht zur Selbstauskunft beim BAFA wurde das Potenzial von Abwärme aus der Industrie bereits quantisiert, kartiert und priorisiert (vgl. Kapitel 4.4). Um diese wertvolle Ressource für den Ausbau der Wärmenetze effektiv zu nutzen, ist eine weiterführende Abstimmung mit den relevanten Akteuren erforderlich. Diese Zusammenarbeit soll den tatsächlichen Nutzen der industriellen Abwärme klären und ihre Integration in die bestehende Wärmeinfrastruktur ermöglichen.</p>		

### Kurzbeschreibung der Maßnahme

Diese Maßnahme beinhaltet gezielte Treffen mit den Verantwortlichen der technischen Betriebe, die Abwärme erzeugen, um eine gründliche Evaluierung des Abwärmepotenzials durchzuführen. Ein umfassendes Audit wird die Validierung der verfügbaren Abwärme sicherstellen. Des Weiteren erfolgt eine Synchronisierung der gewonnenen Daten mit den internen Wärmenetzplanungen, um eine optimale Integration zu gewährleisten. Abschließend sollen Treffen mit Entscheidungsträgern in den Bereichen Abwärme-Contracting stattfinden, um mögliche Vertrags- und Kooperationsmöglichkeiten zu erkunden und die Nutzung von Abwärme strategisch zu verankern.

<b>Priorität der Maßnahme</b>	Mittel	
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bestätigung und Ausbau der Datenbank der verfügbaren Abwärme</li> <li>▪ Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wärmeversorgern bei der Abwärmenutzung</li> </ul>	
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liste der Abwärmequellen, die durch Machbarkeitsstudien weiter untersucht werden sollen</li> <li>▪ Quantifizierung der tatsächlich nutzbaren Abwärmepotenziale</li> </ul>	
<b>Resultat der Maßnahmen</b>		
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	Hoch	
Umsetzung	Kurzfristig	
Kosten	Gering	
<b>Finanzierungsmöglichkeiten</b>	<a href="#">BAFA - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)</a>	
<b>Akteure</b>	<b>Verantwortliche</b>	<b>Zielgruppe</b>
Wärmenetzbetreiber, Industrievertreter	Wärmenetzbetreiber	Wärmekunden

### 6.2.5 Ausbau Biogasversorgung

#### Biogas in der Innenstadt (Prüfgebiet)

##### Kurzbeschreibung der Ausgangssituation

In der Innenstadt wird gegenwärtig über 50% des Wärmebedarfs durch Gas abgedeckt. Mit der Energiewende und dem Auslaufen der EEG-Förderungen für Biogasanlagen entsteht ein erhöhter Bedarf, Biomethan als umweltfreundliche Alternative in das bestehende Gasnetz einzuspeisen. Dies bietet die Gelegenheit, die vorhandene Infrastruktur für eine nachhaltige Wärmeversorgung zu nutzen und gleichzeitig den Anforderungen der Klimaschutzziele gerecht zu werden.

##### Kurzbeschreibung der Maßnahme

Diese Maßnahme konzentriert sich auf die Entwicklung geeigneter Anschlussmöglichkeiten für Biogas-Anlagen an die bestehenden Erdgasnetze. Ein essentieller Bestandteil ist die Sicherstellung der technischen und infrastrukturellen Bedingungen für die Aufnahme von Biomethan, um eine effiziente und kontinuierliche Einspeisung zu ermöglichen. Zusätzlich wird eine lokale Kostenteilung mit der ESM geprüft, um Projekte mit gemeinsamen Interessen effizienter zu gestalten und die finanziellen Belastungen im Rahmen der Netzanschlüsse gerecht zu verteilen.

<b>Priorität der Maßnahme</b>	Mittel
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Festlegung und Umsetzung eines wirtschaftlich effizienten Einspeiseregimes</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dekarbonisierung der dezentralen Gasversorgung</li> </ul>	
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anzahl der erfolgreich angeschlossenen Biogas-Anlagen und Erhöhung des Biomethananteils</li> <li>▪ Erreichen einer sachgerechten Aufteilung der Netzkosten für Netznutzer</li> </ul>	
<b>Resultat der Maßnahmen</b>		
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	Mittel-Hoch	
Umsetzung	Mittelfristig	
Kosten	Hoch	
<b>Finanzierungsmöglichkeiten</b>	Einspeisemöglichkeiten im Rahmen der gesetzlichen Kostenteilung gemäß GasNZV	
Akteure	Verantwortliche	Zielgruppe
Gasnetzbetreiber, Stadtwerke, Biogaserzeuger	Gasnetzbetreiber	Biogaserzeuger, Gaskunden

## 6.3 Öffentliche Maßnahmen auf Bürgerebene

Die Wärmewende erfordert auch die aktive Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger, um erfolgreich gemeistert zu werden. Im Rahmen dieses Kapitels wird eine Reihe von Maßnahmen präsentiert, die speziell auf die Rolle und die Bedürfnisse der Bürgerinnen und Bürger ausgerichtet sind. Die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden ist dabei ein wesentlicher Hebel zur Erhöhung der Energieeffizienz durch eine Reduktion des Wärmeverbrauchs. Parallel hierzu soll eine Informationskampagne die Bürgerinnen und Bürger über die Vorteile und Möglichkeiten dezentraler Wärmeversorgungssysteme aufklären, um ihre Entscheidungskompetenz zu stärken.

Zudem liegt ein Fokus auf der Entwicklung und Bereitstellung von Übergangslösungen durch den Energieversorger, die die Bürgerinnen und Bürger im Bedarfsfall nutzen können, um den Wechsel zu einer klimaneutralen Wärmeerzeugung zu erleichtern oder im Notfall auf eine unmittelbar verfügbare und flexible Ersatzanlage zurückgreifen zu können.

### 6.3.1 Sanierung von Bestandsgebäuden

Eine intelligente und effiziente Nutzung begrenzter Ressourcen und Energieträger ist sowohl ökologisch als auch ökonomisch unerlässlich. Daher ist die Energie, die eingespart und nicht verbraucht wird, aus Energieeffizienz-Perspektive die „beste“ Energie.

In Kapitel 4.1 wurde ausführlich auf die Bedeutung von Sanierungsmaßnahmen eingegangen und entsprechende Szenarien ausgearbeitet. Rund 87 % der Gebäude mit Wärmebedarf in der Stadt Selb werden zu Wohnzwecken genutzt. Gebäude, die vor den 1970er Jahren errichtet wurden, weisen häufig einen hohen Wärmebedarf auf, da sie schlecht gedämmt sind und oft veraltete Fenster und Heizsysteme besitzen. Um den Wärmeverbrauch zu senken, ist eine umfassende energetische Sanierung der Gebäude unumgänglich. Daher ist neben der Modernisierung der Energieerzeugungsanlagen auch die energetische Sanierung der Gebäudehülle notwendig, da die erneuerbaren Energiequellen begrenzt sind.

Die nachfolgend aufgezeigte Maßnahme zielt darauf ab, die Sanierung von Bestandsgebäuden auch weiterhin als fortlaufende Aufgabe in der Stadt Selb zu verankern. Angesprochen sind sowohl private Hauseigentümerinnen und -eigentümern als auch die Wohnungswirtschaft und die Stadt mit ihren öffentlichen Gebäuden selbst.

Das Ziel der Maßnahme ist die Erhöhung der Sanierungsrate und -tiefe. Daneben dient sie der Sensibilisierung der Bewohner und weiterer zentraler Akteure für die Bedeutung der energetischen Sanierung.

## Energieeffiziente Sanierung bestehender Gebäude

### Kurzbeschreibung der Ausgangssituation

Fast 90 % der Gebäude mit Wärmebedarf werden zu Wohnzwecken genutzt. Gebäude, die vor den 1970er Jahren errichtet wurden, weisen häufig einen hohen Wärmebedarf auf, da sie schlecht gedämmt sind und oft veraltete Fenster und Heizsysteme besitzen.

### Kurzbeschreibung der Maßnahme

Um den Gesamtwärmeverbrauch der Landeshauptstadt zu senken, ist eine umfassende energetische Sanierung der Gebäude unumgänglich. Daher ist neben der Modernisierung der Energieerzeugungsanlagen auch die energetische Sanierung der Gebäudehülle notwendig, da die erneuerbaren Energiequellen begrenzt sind.

<b>Priorität der Maßnahme</b>	Hoch	
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erhöhung der Sanierungsrate und -tiefe.</li><li>▪ Sensibilisierung der Bewohner für die Bedeutung der energetischen Sanierung.</li></ul>	
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Anzahl der renovierten Gebäude</li><li>▪ Energieeinsparungen im Gebäudesektor</li></ul>	
<b>Resultat der Maßnahmen</b>		
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	Hoch	
Umsetzung	Kurzfristig	
Kosten	Hoch	
<b>Finanzierungsmöglichkeiten</b>	<a href="#">BAFA - Energie - Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen</a>	
<b>Akteure</b>	<b>Verantwortliche</b>	<b>Zielgruppe</b>
Stadt Selb, Energieberater, Gebäudebesitzende, lokales Handwerk	Stadt Selb, Gebäudebesitzende	Wärmekundinnen und -kunden

## 6.3.2 Informationskampagne zu dezentralen Wärmeversorgungsarten

Informationskampagne / Förderung von Luft/Wasser-Wärmepumpen		
Kurzbeschreibung der Ausgangssituation		
<p>Luft/Wasser-WP nutzen die Umweltwärme. Die Technologie wurde in den letzten Jahren stark weiterentwickelt und bewährt sich auch im Gebäudebestand. Nicht immer sind umfangreiche energetische Sanierungen notwendig, um mit einer Luft/Wasser-WP ganzjährig zu heizen.</p>		
Kurzbeschreibung der Maßnahme		
<p>Eine Informationskampagne soll die Bevölkerung über sinnvolle Einsatzmöglichkeiten von Luft/Wasser-Wärmepumpen aufklären. Parallel dazu wird die Förderung von Contracting-Angeboten sowie die Einführung eines erschwinglichen Stromtarifs für Wärmepumpen angestrebt, um den Zugang zur Technologie zu erleichtern und ihre Verbreitung zu unterstützen. Zusätzlich wird untersucht, inwiefern Großwärmepumpen in Wärmenetze integriert werden können, um deren Effizienz und Leistungsfähigkeit weiter zu steigern.</p>		
<b>Priorität der Maßnahme</b>	Hoch	
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbesserung des Images von Wärmepumpen in der breiten Bevölkerung</li> <li>▪ Erleichterung des Übergangs zu dieser Technologie</li> </ul>	
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anstieg der Anzahl installierter Luft/Wasser-Wärmepumpen in Bestand und Neubau</li> </ul>	
Resultat der Maßnahmen		
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	Hoch	
Umsetzung	Kurzfristig	
Kosten	Mittel	
<b>Finanzierungsmöglichkeiten</b>	<a href="#">BAFA - Energie - Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen</a>	
Akteure	Verantwortliche	Zielgruppe
Stadt Selb, Energieberater	Stadt Selb	Wärmekundinnen und -kunden

### 6.3.3 Übergangslösungen bei Versorgungsartwechseln

#### Übergangslösung „Mobile Heizzentrale“

##### Kurzbeschreibung der Ausgangssituation

Die Umsetzung einer kommunalen Wärmeplanung kann mit Anschlussverzögerungen einhergehen, die die Kontinuität der Wärmeversorgung beeinträchtigen. In solchen Phasen besteht ein dringender Bedarf an zuverlässigen und flexiblen Lösungen, um die Wärmeversorgung der betroffenen Gebiete während der Übergangszeiten zu sichern und somit Unterbrechungen und Versorgungslücken zu vermeiden.

##### Kurzbeschreibung der Maßnahme

Die Einführung mobiler Heizlösungen dient dazu, die Übergangszeiten effektiv und flexibel zu überbrücken, indem sie als temporäre Wärmeversorgung eingesetzt werden, bis ein Anschluss an das Wärmenetz erfolgen kann. Diese mobilen Einheiten bieten insbesondere bei unerwarteten Heizungsdefekten eine kostengünstige und sofort verfügbare Alternative, die den betroffenen Haushalten gleichzeitig die Möglichkeit eröffnet, zu einem späteren Zeitpunkt einen nahtlosen Anschluss an das Wärmenetz zu realisieren.

<b>Priorität der Maßnahme</b>	Hoch	
<b>Ziele der Maßnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sicherstellung der Wärmeversorgung bei Implementierungsverzögerungen oder in Notfall-Situationen während der Übergangsphasen</li> <li>▪ Sicherung/Erhöhung der Anschlussquote an die geplanten Wärmenetze</li> </ul>	
<b>Erfolgs- und Prozessindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zahl installierter mobiler Heizsysteme im Einsatz</li> <li>▪ Kontinuität der Wärmeversorgung während der Übergangsperioden</li> <li>▪ Erhöhung der Anschlussquote ans Wärmenetz</li> </ul>	
<b>Resultat der Maßnahmen</b>		
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduzierung	Mittel	
Umsetzung	Kurzfristig	
Kosten	Mittel	
<b>Finanzierungsmöglichkeiten</b>	Rückfinanzierung aus direkten und indirekten (höhere Anschlussquote) Einnahmen, ggfs. kommunale Mittel	
<b>Akteure</b>	<b>Verantwortliche</b>	<b>Zielgruppe</b>
Wärmenetzbetreiber	Wärmenetzbetreiber	Wärmekundinnen und -kunden, die ihre Versorgungsart wechseln

## 6.4 Umsetzungsstrategie der Kommunalen Wärmeplanung

Die Umsetzungsstrategie dient als zielorientierter Fahrplan für die Transformation der städtischen Wärmeversorgung in der Stadt Selb und bezieht relevante Akteure aus unterschiedlichen Organisationsebenen ein. Um die übergeordneten Ziele der kommunalen Wärmeplanung in konkrete Maßnahmen zu übersetzen, müssen klare Zeitpläne und eine gezielte Zuteilung von Ressourcen festgelegt werden. Solch eine strategische Planung garantiert, dass alle Maßnahmen innerhalb der finanziellen und zeitlichen Vorgaben durchgeführt werden.

Zentrales Element der Strategie ist die Koordination der Prozesse, die durch den Lenkungskreis als zentrale Abstimmungs- und Koordinationsstelle gewährleistet wird. Der Lenkungskreis hat die Aufgabe, alle Akteure und die Öffentlichkeit kontinuierlich über den Fortschritt und die Veränderungen der Umsetzungsmaßnahmen zu informieren. Rückmeldungen und Anregungen von Bürgern und anderen Stakeholdern werden aufgenommen und fließen in die fortlaufende Anpassung der Umsetzungsplanung ein. Bei speziellen Anliegen oder Herausforderungen können zusätzliche Stakeholder hinzugezogen werden.

Die Strategie gliedert sich in drei übergeordnete Aufgaben:

1. **Information der Bürgerschaft:** Fortlaufende Informationsveranstaltungen und Beratungsangebote fördern die Beteiligung der Bürger und garantieren eine transparente Kommunikation. Themen wie Gebäudesanierung und Heizungstausch werden besonders hervorgehoben.
2. **Koordination der Umsetzung:** Die Zusammenarbeit zwischen den Stadtwerken, verschiedenen Ämtern und Funktionsträgern wird kontinuierlich sichergestellt und vom Kernteam begleitet. Jede Einheit übernimmt spezifische Rollen und Verantwortlichkeiten, um die Gesamtstrategie effizient zu unterstützen.
3. **Technische Umsetzung der erneuerbaren Wärmeversorgung:** Die Strategie umfasst eine Reihe von technischen Initiativen, die darauf abzielen, die Wärmeversorgung in der Stadt klimaneutral und effizient zu gestalten. Dabei werden sowohl bestehende Infrastrukturen optimiert als auch neue Lösungen entwickelt, die den Übergang zu nachhaltigen Energieträgern unterstützen. Durch planvolle Umsetzung und kontinuierliche Anpassung an budgetäre Vorgaben wird sichergestellt, dass die Maßnahmen termingerecht und ressourcenschonend realisiert werden.

Monitoring- und Evaluierungsmechanismen sind Bestandteil der Strategie und werden eingerichtet, um den Fortschritt der Maßnahmen kontinuierlich zu überwachen. Diese Mechanismen helfen dabei, Erfolge zu messen und gegebenenfalls Risiken frühzeitig zu erkennen und zu minimieren.

Durch die systematische und integrierte Vorgehensweise wird sichergestellt, dass die Wärmewende in der Stadt Selb erfolgreich und nachhaltig umgesetzt wird, während gleichzeitig die gesellschaftliche Akzeptanz und aktive Beteiligung gewährleistet sind.

## Bis 2030

- Einrichtung einer Verwaltungsstelle und eines Kernteams nach Maßnahmensteckbrief 6.1.1
- Austausch mit den Wärmenetzbetreibern zum Abgleich und ggfs. Harmonisierung der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung mit der strategischen Ausrichtung der Wärmenetzbetreiber
- Austausch mit dem regionalen Stromnetzbetreiber zum Abgleich und ggfs. Harmonisierung der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung mit dem Regionalszenario Strom
- Informationskampagne, um die Fragen der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zu beantworten und gleichzeitig, um Transparenz zu schaffen, welche Optionen der WärmeverSORGUNG bestehen
- Erstellung von Fahrplänen zur Sanierung kommunaler Liegenschaften, mit gleichzeitiger, proaktiver Kommunikation, die die Sanierungserfolge als Leuchtturmprojekte nutzt, um die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zu animieren, gleichsam Sanierungsmaßnahmen im eigenen Gebäudebestand zu ergreifen
- Ausdehnung von Maßnahmen zum Ausbau und Verdichtung der bestehenden Wärmenetze – mit begleitender, proaktiver Kommunikation zu den Bautätigkeiten
- Beauftragung erster standortspezifischer Machbarkeitsstudien über den Aufbau neuer Wärmenetze und zur Erschließung neuer Wärmequellen über z. B. Geothermie, Wärme aus Abwasser oder unvermeidbarer Abwärme (siehe Maßnahmensteckbrief 6.2.1)
- Eigenverantwortliches Handeln der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer in den dezentralen WärmeverSORGUNGSgebieten

## 2030 bis 2045

- Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung (im Jahr 2030) und Ausarbeitung weiterer Maßnahmen
- kontinuierlich, voranschreitende Planung und Realisierung von Maßnahmen zum Ausbau und Verdichtung der bestehenden Wärmenetze – mit begleitender, proaktiver Kommunikation
- Eigenverantwortliches Handeln der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer in den dezentralen WärmeverSORGUNGSgebieten

### 6.4.1 Verstetigungsstrategie

Die Wärmeplanung stellt eine integrierte Infrastrukturplanung dar, die durch diesen initialen Wärmeplan ins Rollen gebracht wurde. Für eine erfolgreiche Umsetzung ist das aktive Engagement verschiedener Akteure notwendig, unterstützt durch eine langfristig angelegte Kooperationsstruktur. Diese Struktur legt den Fokus nicht nur auf die Ausführung konkreter Maßnahmen, sondern auch auf die strategische Begleitung und kontinuierliche Weiterentwicklung des gesamten Prozesses.

Die Stadtverwaltung als planungsverantwortliche Stelle ist dafür zuständig, die vorgeschlagenen Maßnahmen und die damit verbundenen Prozesse zu initiieren, zu begleiten und zu moderieren. Die ESM fungiert als zentraler Umsetzungspartner für die Stadtverwaltung. Um sicherzustellen, dass die Projektumsetzung effektiv und koordiniert erfolgt und Synergieeffekte optimal genutzt werden, soll ein aktives Arbeitsgremium etabliert werden (siehe Maßnahme 6.1.1). Ergänzend dazu sind regelmäßige

projektbezogene Abstimmungen unter den verantwortlichen Akteuren notwendig, darunter die Fachabteilungen der kommunalen Verwaltung, die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Selb, die betroffenen Planungsbeteiligten und der Stadtrat. Mithilfe gezielter Öffentlichkeitsarbeit wird die Bürgerschaft stets über die Fortschritte informiert.

Die kontinuierliche Kontrolle und Anpassung der Maßnahmen werden im Kapitel 6.4.2 erörtert. Die geplante Fortschreibung des Wärmeplans nach den Fristen des WPG (spätestens alle fünf Jahre) wird durch verbesserte Zugänglichkeit zu Datengrundlagen unterstützt. In einem stadteigenen GIS-System werden die Daten der KWP aufbereitet, um eine fortlaufende Kontrolle, Einschätzung und Steuerung sowie Weiterentwicklung der Maßnahmenumsetzung sicherzustellen. Zusätzlich entsteht so für die Bürgerschaft ein Informationsangebot durch Veröffentlichung dieses digitalen Zwillings der Stadt Selb.

#### 6.4.2 Controlling, Steuerung und Ausführung

Die Steuerung und Überwachung der Umsetzung von Maßnahmen ist ein zentraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Um sicherzustellen, dass die Aktivitäten der Stadt stets an aktuelle Entwicklungen technischer, politischer oder gesellschaftlicher Natur angepasst werden, ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Evaluierung der Maßnahmen bis 2045 unerlässlich. Ein Controlling- und Monitoring-Konzept bildet die Grundlage für eine regelmäßige und systematische Überprüfung der Fortschritte.

Ein zentraler Bestandteil dieser Überwachung ist der Plan-Ist-Abgleich, der regelmäßig durchgeführt wird, um den aktuellen Entwicklungsstand zu ermitteln. So werden relevante Daten zu Infrastrukturen, eingesetzten Energieträgern und Energieverbräuchen erhoben, insbesondere in Gebieten mit geplanter Umstellung der Wärmeversorgung. Diese Daten werden mit den ursprünglichen Planungen verglichen, um frühzeitig Abweichungen und Fortschritte zu identifizieren. Solche regelmäßigen Kontrollen ermöglichen die Erkennung von Defiziten und die Anpassung der Maßnahmen, wo erforderlich.

Das Monitoring und Controlling erfolgen auf drei Ebenen, um die geeigneten Instrumente je nach Projekt oder Teilmaßnahme anzuwenden. Eine jährliche Fortschrittskontrolle auf Projektebene prüft den Bearbeitungsstand („in Planung“, „in Umsetzung“ oder „abgeschlossen“) und hinterfragt anschließend den Status kritisch anhand des Zeitplans, wobei Abweichungen überprüft und die Gründe ausgewertet werden. Nach dem Abschluss eines Projekts wird eine Ergebniskontrolle durchgeführt, um zu bewerten, ob die erwarteten Ergebnisse erreicht wurden. Dabei wird diese Evaluation von unterschiedlichen Indikatoren unterstützt, die aus den Maßnahmen abgeleitet werden können.

Durch diese strukturierte Überwachung und Steuerung wird gewährleistet, dass die Strategieziele eingehalten werden und die Stadt Selb ihre gesteckten Klimaziele erreicht. Insgesamt wird ein pragmatisches, aber effektives Controlling angestrebt, das die Personalressourcen schont und gleichzeitig eine hohe Qualität der Umsetzung sicherstellt.

##### Ansatz zum Controlling

- Zielverfolgung: Top-down vs. Bottom-up und Indikatoren festlegen

Es sind klare Ziele zu definieren und zu formulieren, wie z. B. THG-Reduktion, Ausbau erneuerbarer Energien sowie Auf- und Ausbau von Wärmenetzen mit klimaneutralen Wärmequellen.

Top-down-Verfolgung: Die strategischen Zielsetzungen werden von der Leitung definiert und in den nachgelagerten Organisationsebenen konkretisiert. Damit werden die strategische Ausrichtung und die Kohärenz sichergestellt.

Bottom-up-Verfolgung: Mitarbeitende und Teams definieren operative Ziele, die zur Erreichung der übergeordneten Ziele beitragen. Das fördert die Eigenverantwortung, die Motivation und führt zu einer realitätsnahen Planung.

- Indikatoren festlegen

Es sind messbare Indikatoren bzw. Kennzahlen festzulegen: Strategische Indikatoren (Top-down), wie z. B. THG-Emissionen, Anteil erneuerbarer Energien sowie operative Indikatoren (Bottom-up), wie z. B. Wärmeverbrauch, Anzahl umgesetzter Maßnahmen.

- Datenerfassung und Monitoring

Es ist ein digitales System zu implementieren, das zu kontinuierlichen Erfassung relevanter Daten verwendet werden kann. Der im Rahmen dieses Projektes aufgebaute digitale Zwilling zur Wärmeplanung bildet hierfür die Grundlage. Aus diesem System heraus können regelmäßig Berichte über den Fortschritt der Wärmeplanung erstellt werden. Die Datenerfassung kann automatisiert (ERP-Systeme, CRM, IoT-Sensoren) oder auch manuell (Umfragen, Berichte, Feedbacks) erfolgen.

- Soll-Ist-Vergleich

Abgleich der Zielvorgaben: Die geplanten Maßnahmen und deren Ergebnisse sind mit den tatsächlichen Werten zu vergleichen. Abweichungen und deren Ursache sind zu identifizieren um gezielt gegensteuern zu können.

- Steuerungsmechanismen

Bei Zielabweichungen sind kurzfristig Maßnahmen, wie Optimierung der Prozesse oder Anpassung der Strategie, umzusetzen. Dabei sind auch potenzielle Risiken zu erkennen und geeignete Strategien zu entwickeln, um die Risiken zu minimieren oder zu beseitigen.

- Regelmäßige Evaluierung

Die Wärmeplanung bzw. deren Umsetzung ist periodisch zu bewerten. Das kann interdisziplinär oder durch externe Expertise erfolgen. Erkenntnisse aus der Evaluierung sind zu nutzen, um zukünftige Planungen zu optimieren.

- Berichtssysteme

- Standardisierte Berichte (regelmäßige Standardberichte über den aktuellen Stand der Wärmeplanung und die erzielten Fortschritte) sowie
- Entscheidungshilfen (Berichte als Grundlage für politische Entscheidungen und strategische Ausrichtung der kommunalen Wärmeplanung nutzen).

## 7 Literaturverzeichnis

Deutsche Energie Agentur. (09 2023). Von dena:  
[https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Erste\\_Schritte\\_in\\_der\\_Kommunale\\_Waermeplanung.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Erste_Schritte_in_der_Kommunale_Waermeplanung.pdf) abgerufen

Deutsche Energie-Agentur . (2023). *Erste Schritte in der Kommunalen Wärmeplanung: Die Vorbereitungsphase.* dena.

Hausl, S. P. (2018). *Auswirkungen des Klimawandels auf regionale Energiesysteme.* Dissertation TU München.  
Von <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1381676/1381676.pdf> abgerufen

ISE, F. (2017).