



# KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

STADT WAIBLINGEN

12.11.2024

2. Version





**Im Auftrag von:**

Stadt Waiblingen  
Kurze Straße 33  
71332 Waiblingen

07151 / 5001-0  
www.waiblingen.de  
rathaus@waiblingen.de

Vertretung: Herr Oberbürgermeister Sebastian Wolf  
Projektleitung: Abteilung Klimaschutz und Umwelt  
Herr Klaus Läßle, Herr Jeffrey Brencher

**Erstellung des kommunalen Wärmeplans durch:**

Stadtwerke Waiblingen GmbH  
Schorndorfer Straße 67  
71332 Waiblingen

info@stadtwerke-waiblingen.de  
www.stadtwerke-waiblingen.de  
07151 / 131-0

Projektleitung: Abteilung Wärme- und Energieerzeugung  
Frau Mona Marie Helppi, Herr Thomas Pfizenmaier

Mitarbeitende: Büro für Klimaschutz und Energie  
Herr Dipl.-Ing. Uwe Schelling  
Hanweiler Straße 7/3  
71404 Korb

1. Version, Endfassung / Beschlussfassung, Waiblingen, Dez. 2023
2. Version, Erste Überarbeitung / Beschlussfassung, Waiblingen, Nov. 2024

Dieser Plan wurde im Auftrag der Stadt Waiblingen erstellt. Alle Änderungen oder Ergänzungen dürfen nur durch die Stadt Waiblingen selbst oder von ihr beauftragte Personen oder Unternehmen durchgeführt werden und sind ausdrücklich mit Datum zu kennzeichnen. Eine Veröffentlichung oder eine Nutzung insbesondere im kommerziellen Sinn (z.B. Verwenden von Inhalten für Präsentationen oder Websites) ist nur nach vorheriger, schriftlicher Genehmigung der Stadt Waiblingen erlaubt.

© Stadt Waiblingen. Alle Rechte vorbehalten.



## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Energetische Bestandsanalyse.....</b>	<b>7</b>
1.1.	Vorgaben .....	7
1.1.1.	Gemeindestruktur .....	7
1.1.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz.....	7
1.1.3.	Räumlich aufgelöster Wärmebedarf .....	7
1.2.	Ergebnisse.....	8
1.2.1.	Gemeindestruktur .....	8
1.2.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz.....	15
1.2.3.	Räumlich aufgelöster Wärmebedarf .....	16
1.2.3.1.	Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger.....	17
1.2.3.2.	Verbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften.....	18
1.2.3.3.	Verbrauchsdaten der Energieträger.....	18
1.2.3.4.	Aggregation der Daten zum Gesamtwärmebedarf .....	28
1.2.4.	Gebäudetypen und Baualtersklassen.....	32
1.2.4.1.	Gebäudetypen .....	32
1.2.4.2.	Baualtersklassen.....	33
1.2.5.	Aktuelle Versorgungs- und Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude.....	34
1.2.5.1.	Beheizungsstruktur der Kernstadt und der Ortschaften.....	34
1.2.5.2.	Bestehende und geplante Wärmenetze.....	36
1.2.5.3.	Bestehende und geplante Gasnetze.....	38
1.2.5.4.	Bestehende und geplante Heizzentralen .....	39
1.2.5.5.	Bestehende und geplante KWK-Anlagen .....	41
1.2.5.6.	Gebiete mit hohen Anteilen Wärmepumpen und Stromspeicherheizung .....	42
1.2.5.7.	Beschlossene, noch nicht umgesetzte, Projekte der Wärmeversorgung.....	43
1.2.5.8.	Bestehendes Glasfasernetz und Ausbaupläne .....	44
<b>2.</b>	<b>Potenzialanalyse .....</b>	<b>46</b>
2.1.	Potenziale Gebäudeenergieeffizienz	46
2.1.1.	Darstellung des Wärmebedarfes für 2030 und 2040 .....	47
2.1.1.1.	Wohngebäude .....	48
2.1.1.2.	Nichtwohngebäude .....	48
2.1.1.3.	Gemischt genutzte Gebäude .....	50



2.1.2.	Energieeinsparung nach Sektoren bis 2030 und 2040 .....	54
2.2.	Erneuerbarer Wärme, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung	57
2.2.1.	Biomasse.....	57
2.2.1.1.	Status quo Biomasse in Waiblingen .....	58
2.2.1.2.	Biomassepotenzialfläche .....	61
2.2.1.3.	Potenziale aus der Forstwirtschaft.....	63
2.2.1.4.	Landwirtschaft.....	65
2.2.1.5.	Potenziale aus organischen Siedlungsabfällen.....	70
2.2.2.	Geothermie .....	70
2.2.2.1.	Potenzial oberflächennahe Geothermie .....	71
2.2.2.2.	Potenziale der Geothermie .....	73
2.2.2.3.	Tiefengeothermie .....	75
2.2.3.	Umweltwärme aus Gewässern.....	77
2.2.4.	Solarthermie.....	78
2.2.4.1.	Dachflächen von Wohngebäuden .....	83
2.2.4.2.	Freiflächen - Solarthermische Großanlagen für Wärmenetze .....	85
2.2.5.	Abwärme-Potenziale aus Industrie, Gewerbe und Abwasser .....	90
2.2.5.1.	Abwärmepotenzial in Industrie und Gewerbe .....	90
2.2.5.2.	Abwärmepotenzial kommunale Abwässer.....	90
2.2.6.	Standorte für KWK-Wärme aus erneuerbaren Energien.....	93
2.3.	Erneuerbarer Stromquellen für Wärmeanwendungen	94
2.3.1.	Photovoltaik .....	94
2.3.2.	Windkraft.....	99
2.3.3.	Wasserkraft .....	101
2.3.4.	KWK-Standorte .....	105
3.	Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040 .....	106
3.1.	Vorgaben .....	106
3.1.1.	Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs .....	107
3.1.2.	Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung.....	108
3.1.3.	Zukünftige Entwicklung der Nutzung Erneuerbarer Energien.....	111
3.1.4.	Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs.....	112
3.2.	Basis-Zielszenario.....	112
3.2.1.	- Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs .....	112



3.2.2.	Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung.....	114
3.2.3.	Zukünftige Entwicklung der Nutzung Erneuerbarer Energien.....	115
3.2.4.	Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs.....	116
3.2.5.	Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040.....	116
3.3.	Zielszenario A.....	118
3.3.1.	Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs .....	118
3.3.2.	Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung.....	119
3.3.3.	Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs.....	120
3.3.4.	Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040.....	120
3.4.	Zielszenario B.....	122
3.4.1.	Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs .....	122
3.4.2.	Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung.....	123
3.4.3.	Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs.....	124
3.4.4.	Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040.....	124
3.5.	Zielszenario C.....	126
3.5.1.	Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs .....	126
3.5.2.	Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung.....	127
3.5.3.	Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs.....	128
3.5.4.	Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040.....	128
3.6.	Zielszenario D.....	130
	Die gesetzliche Aufgabe durch § 27 Kommunale Wärmeplanung im Landesgesetz KlimaG BW, ist die Klimaneutralität in der Wärmeversorgung bis 2040. ....	130
3.6.1.	Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs .....	131
3.6.2.	Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung.....	132
3.6.3.	Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs.....	132
3.6.4.	Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040.....	132
3.7.	Vergleich der Zielszenarien. ....	134
	Im Vergleich der Zielszenarien mit dem Ist-Zustand sieht man am Energieverbrauch für Wärme deutlich die erforderlichen Verbrauchsreduktionen. Die an sich identischen Bemühungen im Wärmeschutz des Basis-Zielszenarios und des Zielszenarios B erfordern eine Verbrauchsreduktion von rund 44%. Bei den Szenarien A, C und D sind gar Einsparungen in Höhe von 64% zu erreichen.....	134
3.8.	Versorgungsstruktur Zielszenario 2040 .....	136
<b>4.</b>	<b>Eignungsgebiete .....</b>	<b>137</b>



4.1.	Kriterienkatalog	137
4.2.	Übersicht Eignungsgebiete in Waiblingen	138
<b>5.</b>	<b>Maßnahmenkatalog</b>	<b>140</b>
5.1.	Aufbau Maßnahmenkatalog	140
5.2.	Steckbriefe der priorisierten Maßnahmen	141
<b>6.</b>	<b>Wärmewendestrategie</b>	<b>150</b>
6.1.	Strategieformulierung	150
6.1.1.	Strategische Themenfelder	151
6.1.2.	Strategische Ziele	152
6.1.3.	Strategieumsetzung	152
6.1.3.1.	Planung	152
6.1.3.2.	Organisation	153
6.1.3.3.	Ressourcen	153
6.1.3.4.	Steuerung	153
6.1.3.5.	Kommunikation	154
6.1.4.	Strategieevaluation	154
6.2.	Vorbild Stadtverwaltung	155
6.2.1.	Vision klimaneutrale Wärmewende	155
6.2.2.	Klimaneutrale öffentliche Gebäude	155
6.2.3.	Organisationsstruktur	156
6.3.	Stadt als verlässlichen Partner	156
6.3.1.	Die Stadt als Kümmerner	156
6.3.2.	Bürgerbeteiligung	157
6.3.3.	Stadtwerke als Experten	157
6.4.	Verpasste Chancen und Zukunftsoptionen	157
6.4.1.	No-regret	158
6.4.2.	Chancen nutzen	158
6.4.3.	Lock-in-Maßnahmen vermeiden	158
6.4.4.	Zukunftsoptionen verfolgen	158
6.4.5.	Graue Energie mitdenken - Modernisierung statt Neubau	159
<b>7.</b>	<b>Öffentlichkeitsbeteiligung</b>	<b>161</b>
7.1.	Gesetzlicher Hintergrund	161
7.2.	Umsetzung in Waiblingen	161



Anhang Kriterien Eignungsgebiete .....	<b>164</b>
Anhang Beheizungsoptionen.....	<b>168</b>
Anhang Stadtteilsteckbriefe .....	<b>170</b>
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	<b>187</b>



# 1. Energetische Bestandsanalyse

## 1.1. Vorgaben

Grundlage für eine kommunale Wärmeplanung ist eine Bestandsaufnahme des Wärmebedarfs der vorhandenen Gebäude und der Energieinfrastruktur sowie die Identifikation von Wärmequellen.

Die Vorgaben bei der Erstellung der kommunalen Wärmepläne in Baden-Württemberg sind:

- Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und der daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen
- Erhebung der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie
- Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude

Die Gliederung der Unterkapitel richtet sich nach dem Muster-Leistungsverzeichnis zur Vergabe und Ausschreibung von kommunalen Wärmeplänen der KEA-BW.

### 1.1.1. Gemeindestruktur

Die kommunale Wärmeplanung bezieht sich auf die gesamte Fläche der Stadt Waiblingen, was auch Gewerbe- und Industriegebiete einschließt. Für die Analyse von geografisch isolierten Teilorten bieten sich getrennte Untersuchungen zu Eignungsgebieten für Wärmenetze an.

### 1.1.2. Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt Waiblingen für das Jahr 2019 wurde von der Energieagentur Rems-Murr im Auftrag der Stadt Waiblingen mit Hilfe des Software-Tools BICO2BW erstellt<sup>1</sup>.

Für die Beurteilung der Ist-Situation und die Entwicklung von Klimaschutzziele muss der Ist-Stand bei Wärmeverbrauch und Treibhausgas-Emissionen ermittelt werden. Für die Erstellung dieser Bilanz sind zwei Herangehensweisen möglich. In einem Bottom-Up Verfahren wird zuerst der räumlich aufgelöste Wärmebedarf ermittelt und daraus in einem folgenden Schritt die Verbrauchskennzahlen für das gesamte Gebiet der Kommune ermittelt. Einen schnelleren Gesamtüberblick erhält man durch Anwendung eines Top-Down Verfahrens. Dazu werden Verbrauchswerte für das gesamte Gemeindegebiet erhoben, ohne dabei auf die räumliche Verteilung einzugehen.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz wird aufgeschlüsselt nach den Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD), Industrie und kommunale Einrichtungen sowie nach Energieträger.

Die Nutzung erneuerbarer Energien und effizienter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sollte dabei genauer untersucht werden. Die installierte Leistung und die Wärmeerzeugung lokaler Erzeugungsanlagen können dazu herangezogen werden.

### 1.1.3. Räumlich aufgelöster Wärmebedarf

---

<sup>1</sup> Energieagentur Rems-Murr: CO<sub>2</sub>-Bilanz Waiblingen – Bezugsjahr 2019



Ein wichtiges Ziel der Bestandsanalyse ist die Ermittlung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs in Form einer Karte der Wärmebedarfsdichten für das gesamte Gebiet einer Kommune. Die Wärmedichte ist ein wichtiger Indikator für die Eignung von Gebieten für eine zentrale Wärmeversorgung mit Wärmenetzen oder dezentralen Einzelheizungen.

Bei der Darstellung der Karten wurden öffentlich zugängliche Quellen mit eingebunden.

Dabei wird ein georeferenzierter Gebäudedatensatz<sup>2</sup> genutzt, der alle amtlich erfassten Gebäude Deutschlands abbildet. Mit den Gebäudedaten stehen gebäudescharfe Attribute (Umrissgeometrie, Basishöhe, Dachform, Einwohnerzahl, Energiebezugsfläche, Gebäudealtersklasse, Gebäudegrundfläche, Gebäudehöhe, Gebäudeoberfläche, Gebäudenutzung, Gebäudetyp, Gebäudeumrissgeometrie, Gebäudevolumen, Stockwerksanzahl, Vermögenswert und Wohnfläche) zur Verfügung, mit denen sich ein Bild über die energetische Situation in Waiblingen zeichnen lässt.

## 1.2. Ergebnisse Gemeindestruktur

Die Stadt Waiblingen gliedert sich in die Kernstadt mit Geschäftszentrum, umliegender Wohnbebauung und eingestreute und am Rand angesiedelte Misch- und Gewerbegebieten.

Neben der Kernstadt besteht Waiblingen aus den Ortsteilen Beinstein, Bittenfeld, Hegnach, Hohenacker und Neustadt.

Die Einwohnerzahl ist seit 2020 von 51.556 Einwohner um 7,9% auf 55.604 Einwohner im Jahr 2019 gewachsen.<sup>3</sup>

Die Siedlungsfläche wuchs im gleichen Zeitraum um 13,4% von 848 ha auf 961 ha.<sup>4</sup>

### 1.2.1.1. Kartierung der Ortslagen

Die Darstellung der Siedlungsentwicklung zeigt die zeitliche Entwicklung der Siedlungsbereiche seit 1930. Aus der Kartierung der Ortslagen können grobe Angaben zum Baualter und damit möglichen Sanierungsstand der Gebäude in den Quartieren abgeleitet werden. Die Informationen sind zudem hilfreich für zielgerichtete Kampagnen zur Energieberatung.

Die Siedlungsbereiche werden entsprechend der Baualtersklasse<sup>5</sup> der im Gebiet errichteten Gebäude zugeordnet und alternativ nach dem Datum des Inkrafttretens des Bebauungsplans.

---

<sup>2</sup> fullHAUSde Gebäudedaten von Geomer; basierend auf den amtlichen LoD2 Daten

<sup>3</sup> Statistisches Landesamt; [Bevölkerung, Gebiet und Bevölkerungsdichte - Statistisches Landesamt Baden-Württemberg \(statistik-bw.de\)](https://www.statistik-bw.de/Bevoelkerung-Gebiet-und-Bevoelkerungsdichte)

<sup>4</sup> Ebd. [Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche - Statistisches Landesamt Baden-Württemberg \(statistik-bw.de\)](https://www.statistik-bw.de/Entwicklung-der-Siedlungs-und-Verkehrsflaeche)

<sup>5</sup> Datenherkunft: Geomer / Mikro-Zensus 2011 – Statistisches Landesamt

Die Gebäudealtersklasse wird aus amtlichen Daten abgeleitet und steht in Form einer Baualtersklassenwahrscheinlichkeit zur Verfügung.

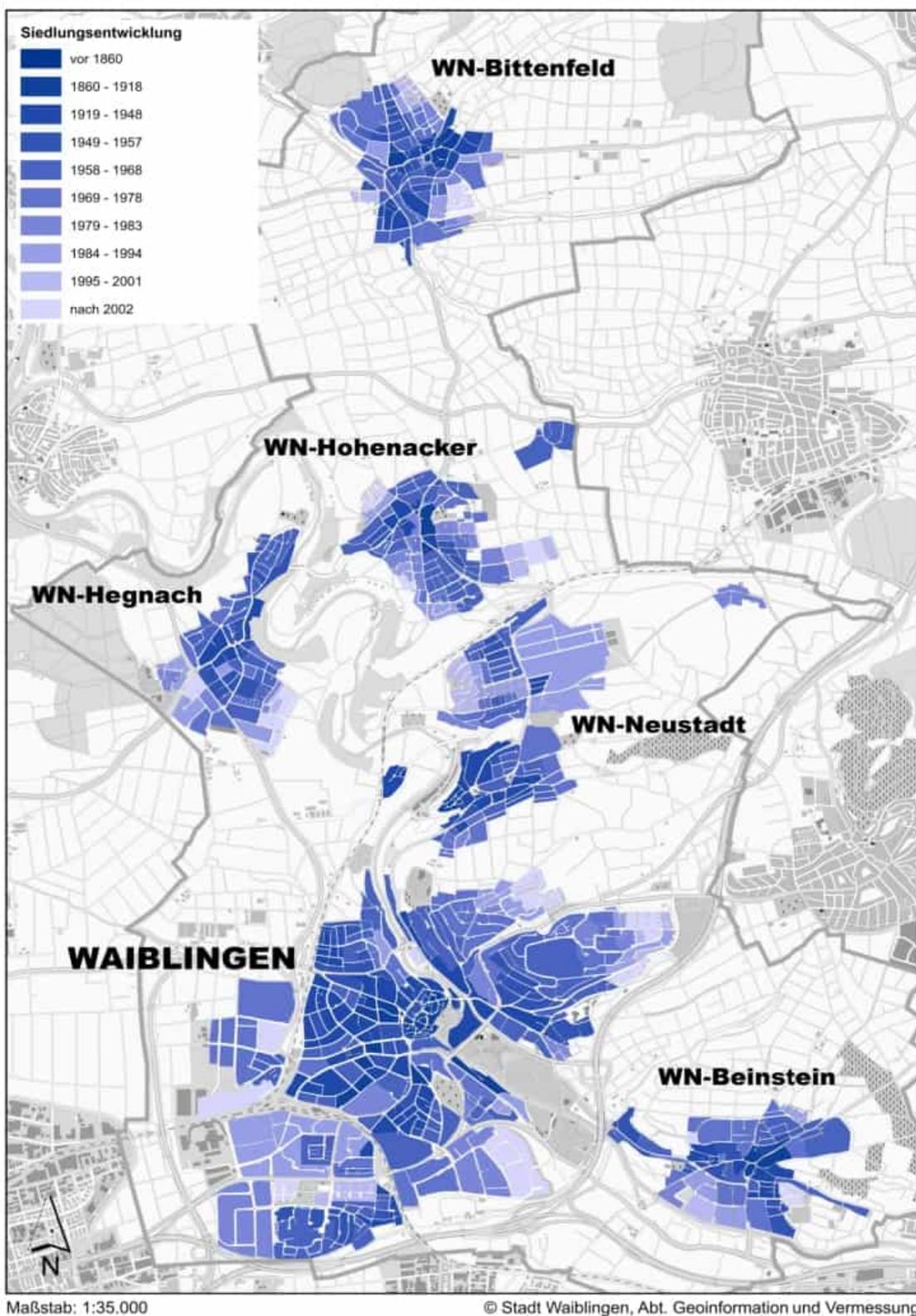


Abbildung 1: Siedlungsentwicklung Altersklasse auf Baublockebene; Quelle: Geoportal Waiblingen



Die farbliche Abstufung der Siedlungsgebiete orientiert sich weitgehend nach dem Datum des Inkrafttretens der jeweiligen Verordnung zur Energieeinsparung an Gebäuden.<sup>6</sup> Weitere Altersklassen wurden für die Gebäude vor 1978 festgelegt.<sup>7</sup>

1.2.1.2. Wohnfläche je Wohnung

Die Angabe der Wohnfläche je Wohnung liefert ein erstes Bild über die Wohnverhältnisse in der Stadt.

	Jahr	2011	2013	2015	2017	2019
<b>Wohnungen</b>	Anzahl	23.922	24.295	24.621	24.945	25.231
<b>Wohnfläche</b>	qm	2.098.843	2.141.515	2.179.524	2.215.516	2.242.269
Wohnfläche pro Wohnung	qm/WE	87,7	88,1	88,5	88,8	88,9

Tabelle 1: Wohnfläche pro Wohnung<sup>8</sup>

Zwischen 2011 und 2019 sind die Anzahl der Wohnungen um rund 6% gestiegen. Die Wohnfläche hat sich im gleichen Zeitraum um 7,5% erhöht. Die Wohnfläche je Wohnung stieg von 87,7 auf 88,9 m<sup>2</sup>. Sie liegt noch unter dem Landesdurchschnitt von 96,6 m<sup>2</sup> und dem Bundesdurchschnitt vom 92,3 m<sup>2</sup>.

	2011 - 2019	Waiblingen	Baden-Württ.	Deutschland
<b>Wohnungen</b>	Steigerung [%]	5,95%	5,47%	6,84%
<b>Wohnfläche</b>		7,51%	6,54%	8,21%
Wohnfläche pro Wohnung		1,47%	1,01%	1,29%

Tabelle 2: Steigerungen der Wohnfläche im Vergleich (Waiblingen/Baden-Württemberg/Deutschland)<sup>9</sup>

Der Wohnflächenzuwachs je Wohnung ist jedoch in Waiblingen stärker als im Land und im Bund.

Der Trend zu größeren Wohnflächen führt tendenziell zu einem höheren Verbrauch. Diesem Trend wirken jedoch der immer bessere energetische Standard bei Neubauten und die Sanierung der Altbauten teilweise entgegen.

1.2.1.3. Hauptnutzungsart der Gebiete

Ein Kriterium für eine mögliche Gebietsabgrenzung ist die Siedlungs- und Nutzungsstruktur. Die räumlich aufgelöste Darstellung der Nutzungsarten der Gebäude (Wohngebäude, Gewerbegebäude, Mischnutzung, öffentliche Gebäude) und die Darstellung der Gebietstypen (Wohngebiet, Mischgebiet, Gewerbegebiet) kann Aufschluss dafür geben, welche Verbrauchsprofile in den aufgezeigten Gebieten dominieren.

Die Bodenrichtwertzonen sind entsprechend des durchschnittlichen Lagewerts des Bodens für eine Mehrheit von Grundstücken gebildet und orientiert sich u. a. auch nach der Nutzung.

<sup>6</sup> Wärmeschutzverordnung WSchV 1977 / WSchV 1984 / WSchV 1995 / Energieeinsparverordnung EnEV 200

<sup>7</sup> Vor 1860 / 1860 – 1918 / 1919 – 1948 / 1949 – 1957 / 1958 – 1968 / 1969 - 1978

<sup>8</sup> Quelle: Statistisches Landesamt

<sup>9</sup> Quellen: Statistisches Landesamt/Statistisches Bundesamt

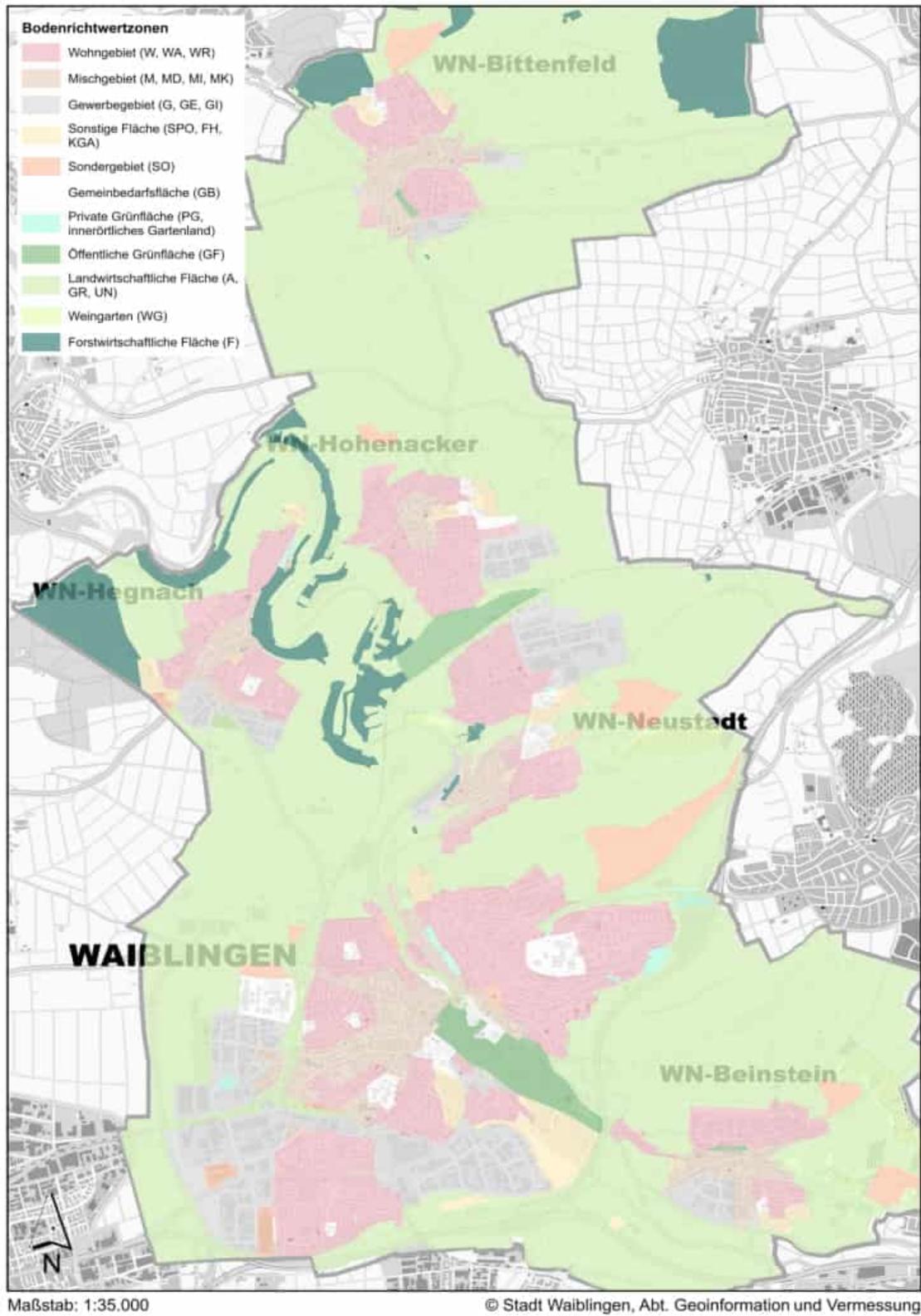


Abbildung 2: Darstellung der Gebietstypen anhand der Bodenrichtwertzonen; Quelle: Geoportal Waiblingen

1.2.1.4. Flächendichte Wohnen



Bei der Entscheidungsfindung zu Planung und Bau von Fernwärmenetzen spielt die Bebauungsdichte eine nicht unwesentliche Rolle. In Gebieten mit einem geringen Anteil der Grundfläche von Wohngebäuden an der Arealfläche ist ein Wärmenetz oft nicht wirtschaftlich.

Die Flächendichte Wohnen, ausgedrückt als Wohnfläche pro Arealfläche, wurde aus geobasierten Daten ermittelt.<sup>10</sup> Der Wert eignet sich zur ersten Abschätzung der erforderlichen Netzlängen für ein Wärmenetz in Wohngebieten.

Gebiete mit einer hohen Flächendichte an Wohnraum sind meist auch Gebiete mit höheren spezifischen auf die Arealfläche bezogenen Wärmeverbrauchswerten. Hohe Werte treten vor allem in den dicht bebauten Zentren und in Gebieten mit dichtem Geschosswohnungsbau auf.

---

<sup>10</sup> Datenherkunft: Geomer / Mikro-Zensus 2011 – Statistisches Landesamt

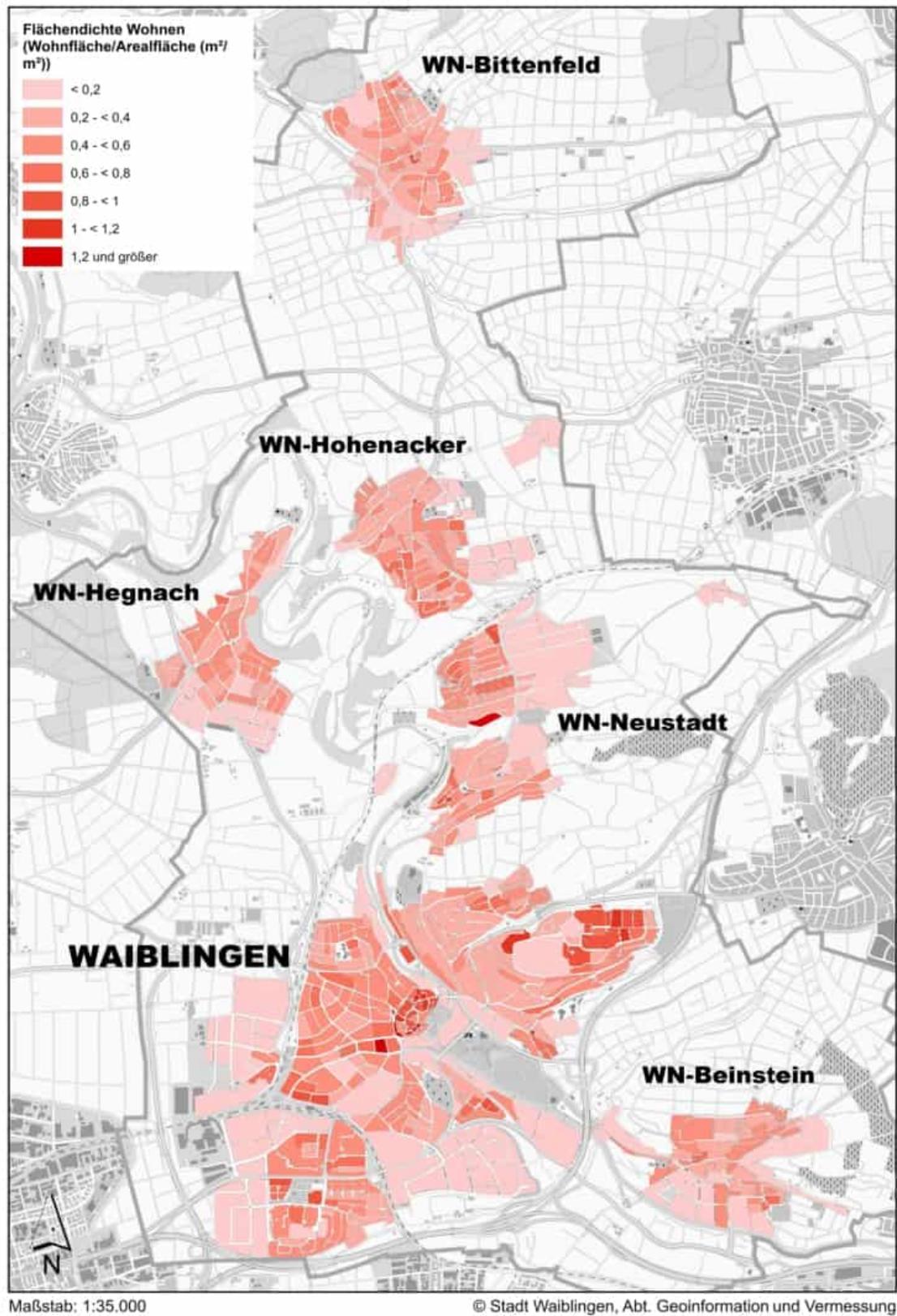


Abbildung 3: Darstellung der Flächendichte Wohnen; Quelle: Geoportal Waiblingen



In Gebieten mit geringer Flächendichte ist mit einem geringeren Wärmeverbrauch zu rechnen. Hier ist es gegebenenfalls sinnvoll, über dezentrale Lösungen nachzudenken. Als alleiniges Kriterium taugt diese Darstellung allerdings nicht, da der Wärmeverbrauch für Nicht-Wohnzwecke keinen Eingang findet.

Ein weiteres Merkmal ist die einwohnerspezifische Wohnfläche pro Wohnung. Statistisch stand jedem Waiblinger Bürger 2019 eine Wohnfläche von 40,3 m<sup>2</sup> zur Verfügung. Dieser Wert hat sich gegenüber 2011 leicht verringert.

	Jahr	2011	2013	2015	2017	2019
<b>Einwohner</b>	Anzahl	51.798	52.845	54.263	55.123	55.604
<b>Wohnfläche</b>	qm	2.098.843	2.141.515	2.179.524	2.215.516	2.242.269
Wohnfläche pro Einwohner	qm/EW	40,5	40,5	40,2	40,2	40,3

Tabelle 3: Wohnfläche pro Einwohner<sup>11</sup>

Die Berechnung und Darstellung der Wohnfläche je Wohnung und je Einwohner sind für einzelne Gebäude nicht möglich, da wohnungsspezifische Daten zur Belegung nicht vorliegen.

Mit Informationen zur Wohnfläche, zum Gebäudetyp, zur Gebäudenutzung und zum Gebäudealter können für jedes Gebäude anhand von Durchschnittswerten individuelle Energiekennzahlen gebildet werden. Die Berechnungen können sich zum Beispiel an den Werten der Deutschen Wohngebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) orientieren.

		Insgesamt	Freistehendes Haus	Doppelhaus-hälfte	Gereihtes Haus	Anderer Gebäudetyp
<b>Waiblingen</b>	Anzahl	24.894	12.422	3.992	7.076	1.404
	Anteil	100%	49,9%	16,0%	28,4%	5,6%

Tabelle 4: Wohnungen nach Gebäudetyp-Bauweise<sup>12</sup>

In Waiblingen finden sich fast die Hälfte aller Wohnungen in freistehenden Gebäuden. Signifikant groß ist auch die Wohnungsanzahl in Reihenhäusern.

Ein Aufschlüsselung nach Ein- und Zweifamilien- sowie Mehrfamilienhäusern wird von der Statistischen Landesamt liefert hier abweichende Zahlen.

		Insgesamt	Einfamilien-gebäude	Zweifamilien-gebäude	Mehrfamilien-gebäude
<b>Gebäude</b>	Anzahl	9.706	4.998	1.987	2.721
	Anteil	100%	51,5%	20,5%	28,0%
<b>Wohnungen</b>	Anzahl	25.231	4.998	3.974	16.259
	Anteil	100%	19,8%	15,8%	64,4%

Tabelle 5: Wohnungen nach Gebäudetyp-Bauweise<sup>13</sup>

<sup>11</sup> Quelle: Statistisches Landesamt

<sup>12</sup> Quelle: Statistisches Bundesamt

<sup>13</sup> Quelle: Statistisches Landesamt



1.2.2. Energie- und Treibhausgasbilanz

Für die Beurteilung der Ist-Situation wurde der Ist-Stand bei Wärmeverbrauch und Treibhausgas-Emissionen ermittelt. Für die Erstellung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt Waiblingen wurde die Energieagentur Rems-Murr im Auftrag der Stadt Waiblingen beauftragt. Diese nutzte für die Erstellung dieser Bilanz das Software-Tool BICO2BW<sup>14</sup>.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz wird aufgeschlüsselt nach den Sektoren:

- private Haushalte
- Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)
- Industrie
- kommunale Einrichtungen<sup>15</sup>.

Die Nutzung erneuerbarer Energien und effizienter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wurde außerhalb der Bilanzierung genauer untersucht. Die installierte Leistung und die Wärmeerzeugung lokaler Erzeugungsanlagen wurden dazu herangezogen.

Wichtige Kennzahlen aus den Ergebnissen der Bilanzierung:

i.	Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Haushalte und kommunalen Liegenschaften pro Kopf <sup>16</sup>	Endenergie: 20,37 MWh/(EW*a) THG-Emissionen: 6,63 t/(EW*a)										
ii.	Endenergiebedarf Wärme Wohngebäude pro Quadratmeter Wohnfläche <sup>17</sup>	178,84 kWh/(m <sup>2</sup> *a)										
iii.	Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte pro Kopf <sup>18</sup>	1.566 kWh/(EW*a)										
iv.	Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen in GHD und Industrie pro Kopf <sup>19</sup>	GHD: 12.009 kWh/(EW*a) Industrie: 22.735 kWh/(EW*a)										
v.	Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern pro Kopf <sup>20</sup>	<table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Wasserkraft</td> <td style="text-align: right;">10,4</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">PV-Anlagen</td> <td style="text-align: right;">187,5</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Biomasse (Strom)</td> <td style="text-align: right;">24,7</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Biomasse (Wärme)</td> <td style="text-align: right;">219,3</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Solarthermie</td> <td style="text-align: right;">72,6</td> </tr> </table>	Wasserkraft	10,4	PV-Anlagen	187,5	Biomasse (Strom)	24,7	Biomasse (Wärme)	219,3	Solarthermie	72,6
Wasserkraft	10,4											
PV-Anlagen	187,5											
Biomasse (Strom)	24,7											
Biomasse (Wärme)	219,3											
Solarthermie	72,6											

<sup>14</sup> Energieagentur Rems-Murr: CO<sub>2</sub>-Bilanz BICO2-BW Waiblingen – Bezugsjahr 2019 (CO<sub>2</sub>-Bilanz)

<sup>15</sup> Der kommunale (öffentliche) Sektor ist üblicherweise im GHD-Sektor verortet, wurde bei BICO2BW und anderen Bilanzierungstools für den kommunale Klimaschutz jedoch zur besseren Darstellung des kommunalen Anteils abgetrennt.

<sup>16</sup> Quelle: CO<sub>2</sub>-Bilanz

<sup>17</sup> Quelle: Geomer und eigene Erhebung

<sup>18</sup> Quelle: CO<sub>2</sub>-Bilanz; Angabe pro Einwohner

<sup>19</sup> Quelle: CO<sub>2</sub>-Bilanz; Angabe pro SV-Beschäftigten

<sup>20</sup> Quelle: CO<sub>2</sub>-Bilanz



	Umweltwärme (inkl. WP-Strom)	66,5
	Sonstige Erneuerbare Wärme	25,2
vi.	Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Strom- und Wärmeerzeugung und am Strom- und Wärmebedarf <sup>21</sup>	Strom: 4,5% <sup>22</sup> /25,9% <sup>23</sup> Wärme: 4,1%
vii.	Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX) pro Kopf	- <sup>24</sup>
viii.	Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung (Wärmepumpen, Direktstrom) <sup>25</sup>	17.439 MWh/a
ix.	Fläche solarthermischer und PV-Anlagen pro Kopf <sup>26</sup>	0,2m <sup>2</sup> /EW
x.	Installierte KWK-Leistung pro Kopf (elektrisch und thermisch) <sup>27</sup>	5.220 kW <sub>el</sub> 7.042 kW <sub>th</sub>
xi.	Installierte Speicherkapazität Strom und Wärme	Strom: 348 kWh <sup>28</sup> Wärme: 460 m <sup>3</sup> <sup>29</sup>
xii.	Anzahl der Hausanschlüsse in Gas- und Wärmenetzen <sup>30</sup>	Erdgas: 5.874 Wärme: 376
xiii.	Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gas- und Wärmenetzen <sup>31</sup>	Erdgas: 149,372 km Wärme: 17,109 km <sup>32</sup>

### 1.2.3. Räumlich aufgelöster Wärmebedarf

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse werden durch die Erstellung von GIS-basierten Datenbanken nutzbar gemacht, um damit Übersichten mit allen relevanten Parametern transparent darstellen zu können.

Die Ermittlung des Wärmebedarfs der vorhandenen Gebäude ist darin ein wichtiges Ziel der Bestandsanalyse. Aus gebäude- oder zählerscharfen Verbrauchsdaten der

<sup>21</sup> Quelle: CO<sub>2</sub>-Bilanz

<sup>22</sup> Anteil an Stromverbrauch 2019

<sup>23</sup> Anteil an Stromerzeugung 2019

<sup>24</sup> Keine Daten verfügbar

<sup>25</sup> Quelle: Stadtwerke Waiblingen; Verbrauchsdaten

<sup>26</sup> BAFA-geförderte Anlagen (MAP) aus Solaratlas.de

<sup>27</sup> Quelle Marktstammdatenregister

<sup>28</sup> Quelle: Amprion-EEG-Einspeiseanlagen

<sup>29</sup> Quelle: Stadtwerke Waiblingen; eigene Anlagen und Contracting-Anlagen

<sup>30</sup> Quelle: Stadtwerke Waiblingen; Verbrauchsdaten

<sup>31</sup> Quelle: Stadtwerke Waiblingen

<sup>32</sup> Quelle: Stadtwerke Waiblingen; Trassenlänge



leitungsgebundenen Energieträgern und der öffentlichen (stadteigenen) Liegenschaften, sowie der Verbrauchsabschätzung unter Zuhilfenahme der Daten aus den digitalen Kkehrbüchern werden Wärmedichtekarten erstellt. Die Wärmedichte ist ein wichtiger Indikator für die Eignung von Gebieten für eine zentrale Wärmeversorgung mit Wärmenetzen oder dezentrale Einzelheizungen.

### 1.2.3.1. Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger

Die Endenergieverbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger für Wohn- und Nichtwohngebäude wurden von den Stadtwerken Waiblingen zusammengestellt. Die Daten liegen für die einzelnen Verbrauchsstellen zählerscharf vor. Adressdaten der Verbrauchsstellen lassen die Verbräuche einzelnen Gebäuden zuordnen.

#### Erdgas

Bei den Verbrauchswerten für Erdgas ist zu berücksichtigen, dass das Erdgas neben der Wärmeerzeugung auch für den Betrieb von Herden und Backöfen verwendet wird. Die dazu verwendete Erdgasmenge ist nicht bekannt. Ebenso ist die Anzahl der eingesetzten Gas-Kochstellen, sofern diese nicht an einem Kamin angebunden sind, nicht registriert.

Zudem wird Erdgas auch zur Erzeugung von Strom als Koppelprodukt in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) eingesetzt. Da die Standorte der KWK-Anlagen bekannt sind, können die Verbräuche für die Erzeugung der einzelnen Koppelprodukte ermittelt werden.

#### Wärme

Die Verbrauchswerte der Fernwärmeversorgung liegen in der Regel gebäudescharf vor. Einige Gebäude werden durch eine gemeinsame Wärmeübergabestation zusammen mit angrenzenden Gebäuden versorgt. Das verhält sich analog zu Gebäudekomplexen, die sich eine gemeinsame Heizung teilen.

#### Strom

Beim Heizen mit Strom wird zwischen zwei Funktionsweisen unterschieden, die sich hinsichtlich des Stromverbrauchs zur Deckung des Wärmebedarfs elementar voneinander abheben.

Elektrowiderstandsheizungen (Elektrodirekt- und Elektrospeicherheizungen) nutzen den Effekt, dass Wärme entsteht, wenn leitfähige Materialien von elektrischer Energie durchflossen werden. Die gesamte elektrische Energie wird dabei in Wärmeenergie umgewandelt.

Elektro-Wärmepumpenheizungen nutzen den Strom als Antriebsenergie für den geschlossenen Arbeitsprozess in einer Wärmepumpe (Kreisprozess eines Zweiphasengemisches), bei dem Wärme aus einem Reservoir mit niedrigerer Temperatur aufgenommen und als Nutzwärme mit höherer Temperatur auf das Heizsystem übertragen wird. Die Nutzwärmemenge ist dabei ein Vielfaches der eingesetzten elektrischen Energiemenge.

Die Identifizierung des jeweiligen Heizsystems erfolgt meist durch den gewählten Stromtarif. Da es jedoch keine Verpflichtung zum Abschluss eines speziellen Wärmestromtarifs gibt, sind die Daten zum Stromverbrauch zu Heizzwecken lückenhaft.



Der Verbrauch mobiler Elektrodirektheizgeräte (Steckergeräte) wie Heizlüfter, Konvektoren oder Infrarotheizungen wird üblicherweise vom Haushaltsstromzähler erfasst.

Elektrospeicherheizungen wie Nachtspeicheröfen oder Blockspeicher haben dagegen häufig einen eigenen Stromtarif. Jedoch werden auch manche dieser Anlagen zusammen mit dem Verbrauch weiterer Geräte des Haushaltes in der sogenannten gemeinsamen Messung betrieben. Diese Anlagen können nicht erfasst werden.

Bei einer getrennten Messung, wenn der installierte Stromzähler ausschließlich den Verbrauch der Elektrospeicherheizungen misst, ist der Verbrauch dagegen erfassbar.

Wärmepumpen werden üblicherweise an eigene Zähler angeschlossen und mit einem Wärmepumpentarif abgerechnet. Allerdings ist auch der Betrieb von Wärmepumpen möglich, die an den vorhandenen Haushaltsstromzähler angeschlossen sind.

	Getrennte Messung	Gemeinsame Messung
<b>Elektrodirektheizung</b>	-	nicht erfasst
<b>Elektrospeicherheizung</b>	erfasst	
<b>Wärmepumpe</b>	erfasst	

Tabelle 6: Erfassung von Verbräuchen für Strom zu Heizzwecken

#### 1.2.3.2. Verbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften

Die Wärmeverbräuche der städtischen Liegenschaften liegen gebäude- bzw. objektscharf vor. Sie wurden vom Energiemanagement der Stadt Waiblingen zur Verfügung gestellt und im geographische Informationssystem eingepflegt.

Daten anderer öffentlichen Gebäude liegen dann zähler- bzw. gebäudescharf vor, wenn diese durch leitungsgebundene Energieträger versorgt werden.

#### 1.2.3.3. Verbrauchsdaten der Energieträger

In den Aufzeichnungen der Bezirksschornsteinfeger (digitales Kkehrbuch) sind in Waiblingen 18.275 Feuerstätten verzeichnet.

Davon sind rund ein Drittel (6011) Einzelfeuerstätten wie Kachel- und Grundöfen, Raumheizer, offene Kamine, Kaminöfen und Kamineinsätze, Herde, Vorratswasserheizer aber auch Dunkelstrahler, Backöfen und Räucheranlagen in meist gewerblicher Anwendung.

Rund zwei Drittel aller Feuerstätten (12.264) wird zur zentralen Beheizung von Gebäuden oder Anlagen eingesetzt.

Als häufigste Feuerstättenart kommen in Waiblingen Heizkessel zum Einsatz. In nennenswerter Anzahl sind auch Raumheizer, Umlaufwassererhitzer, Kombi-Warmwassererwärmer, Kachelöfen mit und ohne Heizeinsatz, Durchlaufwasserheizer, Lufterwärmer, offene Kamine und Kamineinsätze installiert.

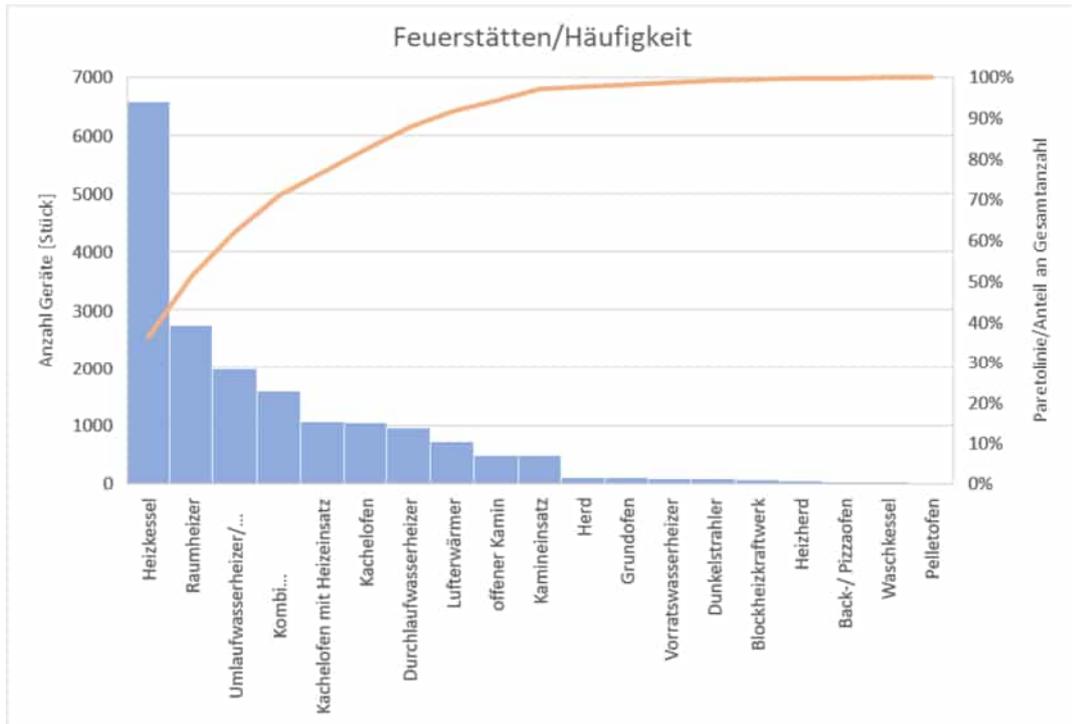


Abbildung 4: Feuerstätte nach Art und Häufigkeit; Quelle: Digitale Kkehrbücher/Eigene Auswertung<sup>33</sup>

Auch hinsichtlich der installierten Leistung führen Heizkessel das Feld an. Sie bilden mit rund 400 MW ca. 71% der Gesamtleistung. Umlauf- und Kombiwasserheizer, Durchlauferhitzer für die Warmwasserbereitung sowie Raumheizer bilden mit einem Gesamtanteil von rund 20% das nachfolgende Feld.

Derzeit sind in Waiblingen 61 Blockheizkraftwerke mit einer Wärmeleistung von ca. 5,4 MW installiert, die mehrheitlich Erdgas als Energieträger nutzen. Sie machen damit 1% der gesamten installierten Leistung aus.<sup>34</sup>

<sup>33</sup> Das Paretdiagramm zeigt, dass die meisten Anlagen nur einer kleinen Anzahl unterschiedlicher Bauarten zuzuordnen sind. Die sechs häufigsten Bauarten (Heizkessel, Raumheizer, Umlaufwasserheizer bzw. Thermen, Kombiwassererwärmer und Kachelöfen mit und ohne Warmwasserwärmetauscher) stellen bereits 90% der Gesamtfeuerstättenzahl dar – abzulesen an der gelb dargestellten Paretolinie.

<sup>34</sup> Quelle: Marktstammdatenregister (MStDR)

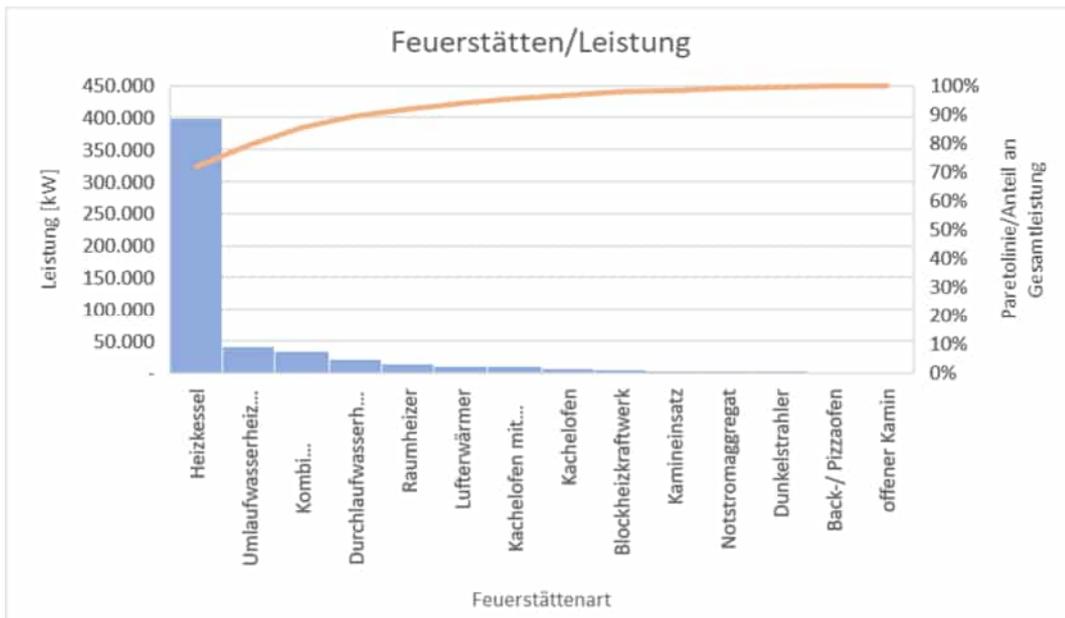


Abbildung 5: Feuerstätte nach Art und Leistung; Quelle: Digitale Kkehrbücher/Eigene Auswertung<sup>35</sup>

Nach Auswertung der Baulter von Feuerstätten im Stadtgebiet ist anzunehmen, dass bis 2030 die Hälfte der Feuerungsanlagen erneuert werden müssen (Baulter vor 2005).

Hinsichtlich der installierten Leistung der Heizkessel zeigt sich die Lage noch dramatischer. Hier weist ein Anteil von knapp zwei Drittel der Gesamtleistung ein Baujahr vor 2005 auf.

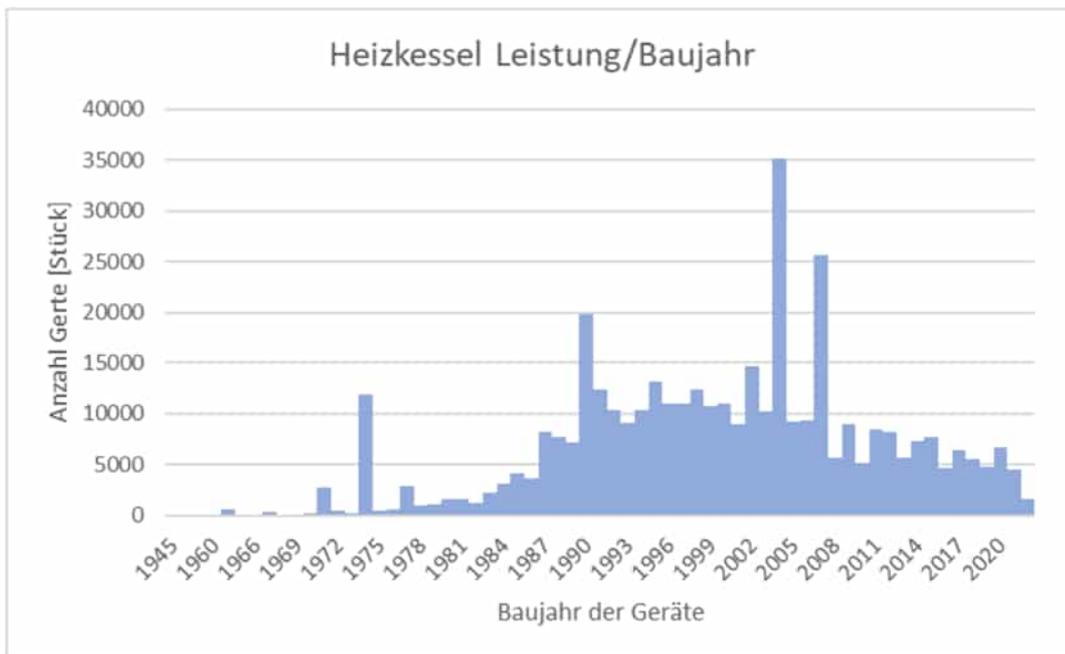


Abbildung 6: Heizkessel nach Baujahr und Leistung; Quelle: Digitale Kkehrbücher/Eigene Auswertung

In Waiblingen wird noch fast ausschließlich mit fossilen Energieträgern geheizt.

<sup>35</sup> Das Pareto-Diagramm zeigt, dass ein großer Teil der Gesamtleistung aller Anlagen nur einer kleinen Anzahl unterschiedlicher Feuerstättenarten zuzuordnen ist. Die vier häufigsten Bauarten (Heizkessel, Umlaufwasserheizer bzw. Thermen, Kombiwassererwärmer und Durchlaufwasserheizer) stellen bereits 90% der Gesamtleistung dar – abzulesen an der gelb dargestellten Paretolinie.

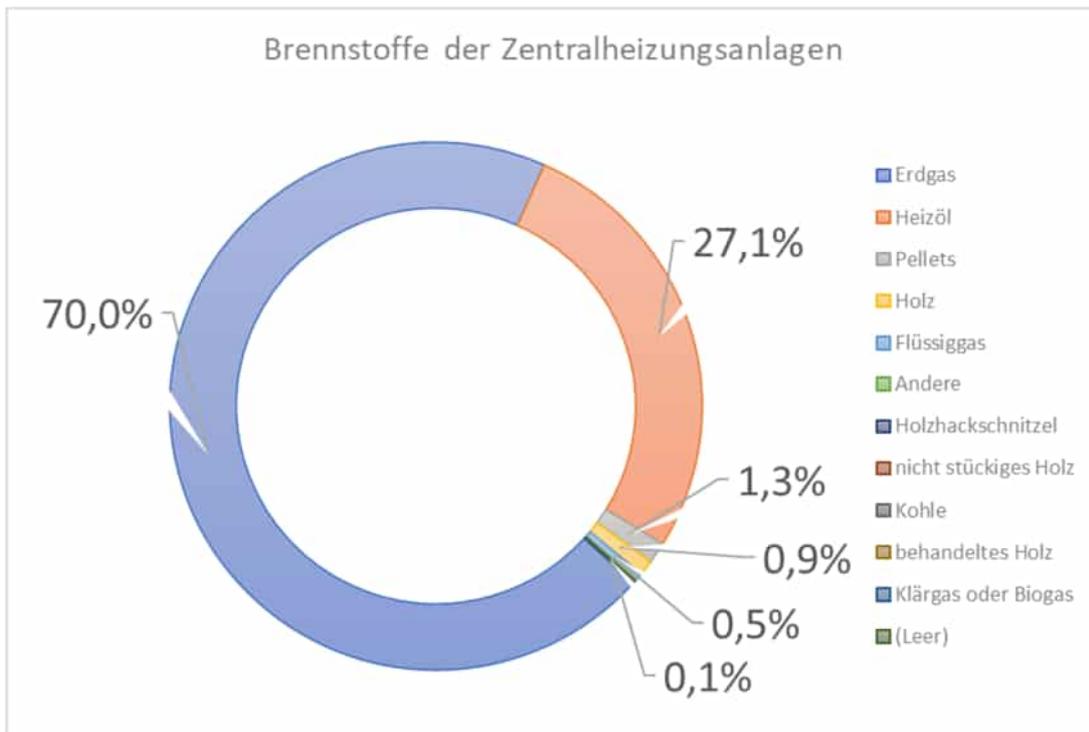


Abbildung 7: Brennstoffe der Zentralheizungsanlagen; Quelle: Digitale Kkehrbücher/Eigene Auswertung

Erdgas

Mit einer Nennleistung von 346,9 MW macht die Gasheizung gut 62% der insgesamt in der Stadt installierten Leistung aller Feuerstätten aus.

Erdgas ist mit 70% auch wichtigster Energieträger in der zentralen Wärmeversorgung von Gebäude oder Wohnungen. Die zentrale Beheizung nimmt dabei den größten Teil ein.

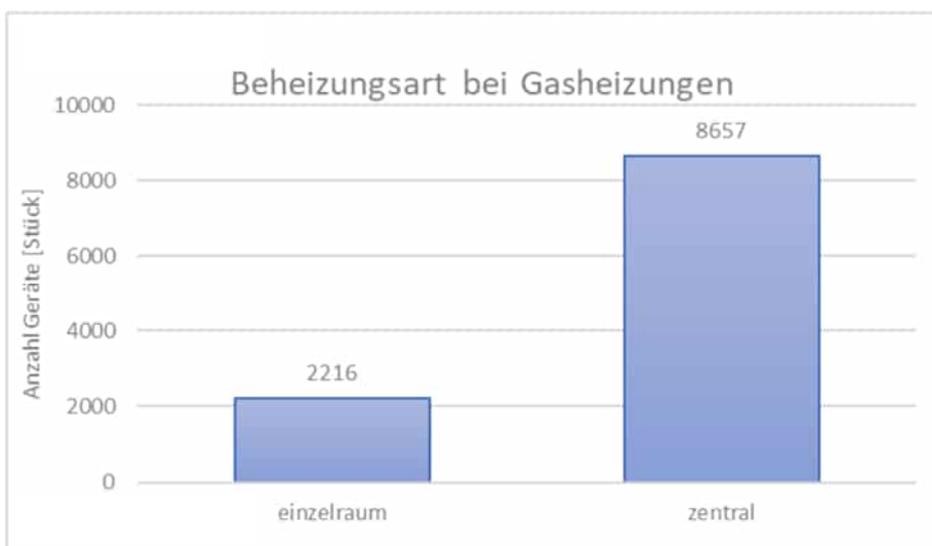


Abbildung 8: Beheizungsart bei Gasheizungen

Gebäude mit Einzelraumfeuerstätten liegen immer dann vor, wenn keine zentrale Heizungsinfrastruktur vorhanden ist.



Mit 17,5% sind Raumheizgeräte (RH) die drittstärkste Feuerstättenart bei Gasheizgeräten. Weiter verbreitet sind nur Heizkesselanlagen (HK) und Umlaufwasserheizer (UW). Kombi-Warmwassererwärmer (KW) sind neben Durchlaufwasserheizer (DW) ebenfalls in nennenswerter Anzahl installiert. Letztere finden Anwendung in der Warmwasserbereitung und werden umgangssprachlich als Durchlauferhitzer bezeichnet.

In kleinerer Anzahl mit weniger als jeweils 300 Geräten sind Gas-Heizeinsätze für Kachelöfen (KH), Lufterwärmer (LE), Dunkelstrahler (SD), Vorratswasserheizer (VW) Backofen (BA), Blockheizkraftwerk (BH) und Herde (HD; HE) installiert.

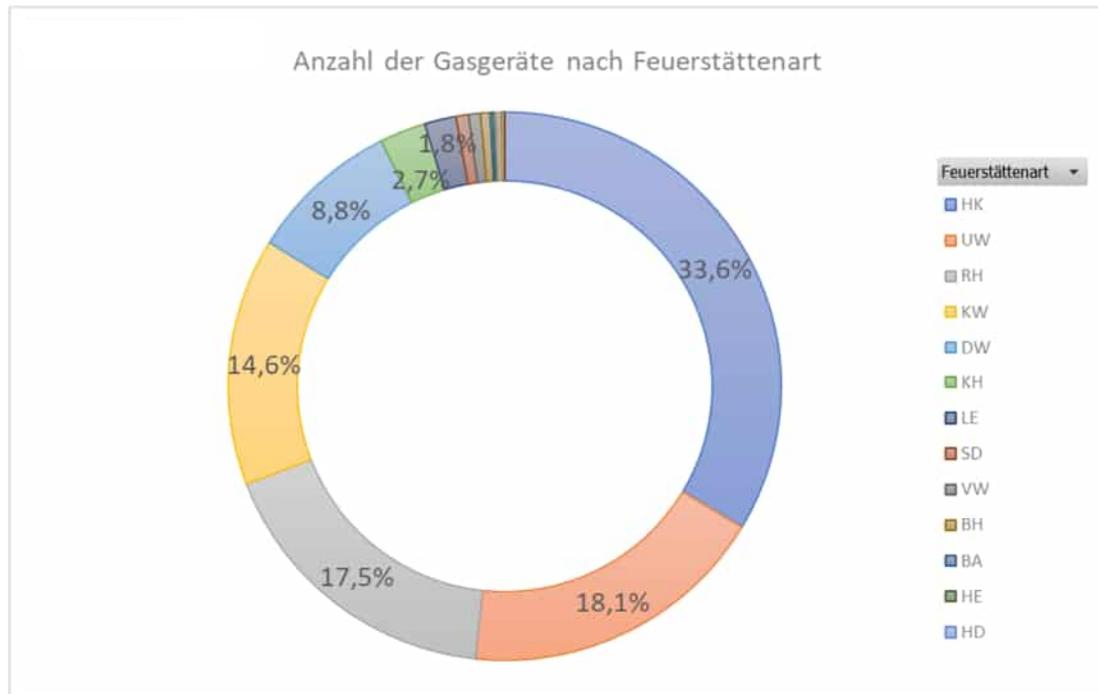


Abbildung 9: Gasgeräte nach Feuerungsart

Die Leistungsdaten der Gas-Wärmeerzeuger können mit den auf einzelne Adressen aggregierten Verbrauchsdaten der Gaszähler (Verbrauchsstellen) abgeglichen werden. Entsprechend den Feuerstättenarten können so durchschnittliche Vollbenutzungsstunden abgeleitet werden. Diese liegen in der Regel weit unter den in der Literatur und in Normen<sup>36</sup> angeführten Werten.

### Heizöl

Heizöl ist mit einer installierten Leistung von 181,1 MW der zweitwichtigste Energieträger in der Wärmeversorgung. Der Leistungsanteil beträgt für Ölgeräte rund 32%. Rund 3.500 Öl-Heizkessel, Lufterhitzer und Kachelöfen mit Heizeinsätzen sind in Waiblinger Gebäuden installiert.

Im Wesentlichen werden Gebäude oder Wohnungen mit Ölheizungen zentral versorgt. Einzelraumheizungen machen nur einen untergeordneten Anteil aus. Mehr als 3.300 zentrale Wärmeerzeuger stehen rund 250 Einzelraumgeräten gegenüber.

<sup>36</sup> Z. B. VDI 2067 Blatt 2

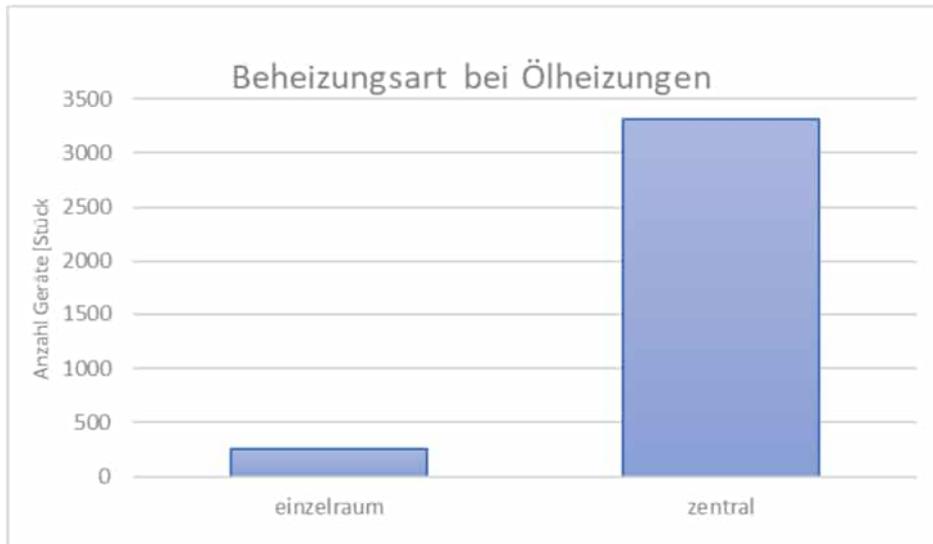


Abbildung 10: Beheizungsart bei Ölheizungen

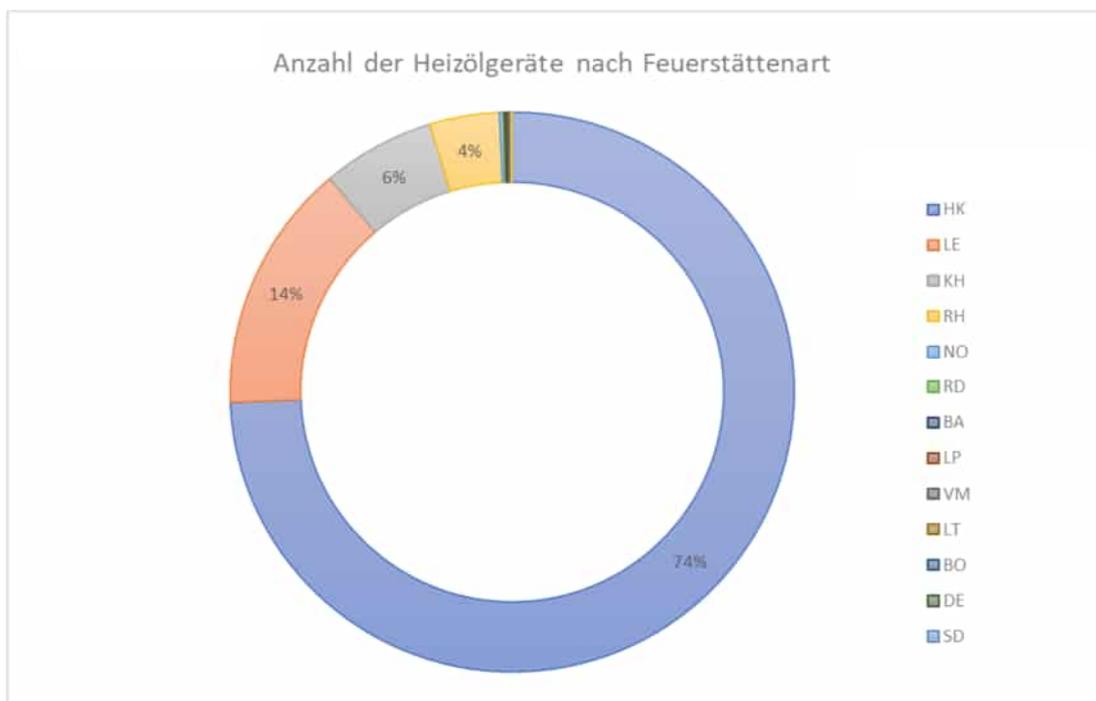


Abbildung 11: Heizölgeräte nach Feuerungsart<sup>37</sup>

Über die Feuerstättenart und die ermittelten realen Vollebenutzungsstunden kann der Gesamt-Heizölverbrauch abgeschätzt werden.

Biomasse (Holz, Holzhackschnitzel oder Holzpellet)

Holz wird in unterschiedlichen Formen zur Wärmeerzeugung verwendet. Neben Schnittholz aus Wald oder Obstbau kommen Holzpellets oder Hackschnitzeln hinzu. Die

<sup>37</sup> Abkürzungen: HK – Heizkessel; LE – Lufterwärmer; KH – Kachelofen mit Heizeinsatz; RH – Raumheizer; NO – Notstromaggregat; RD – Hochdruckreiniger; BA – Back-/ Pizzaofen; LP – Luftprozessanlagen; LT – Lufttrockner; BO – Brennofen; DE – Destille; SD – Dunkelstrahler



größten bekannten Holzverbrennungsanlagen sind im Kreisberufschulzentrum Waiblingen und in der Friedensschule im Ortsteil Neustadt installiert.

Detailliertere Untersuchungen zu privaten Holzheizungsanlagen wurden anhand der Daten der Bezirksschornsteinfeger erstellt.

Insgesamt ist eine Leistung von 30,7 MW und damit 5,5% der gesamten Nennleistung installiert. Überwiegend werden damit jedoch nur einzelnen Räume beheizt. Zumeist finden sich Holzheizanlagen auch als weitere Feuerstelle in Verbindung mit fossilen Feuerungsanlagen.

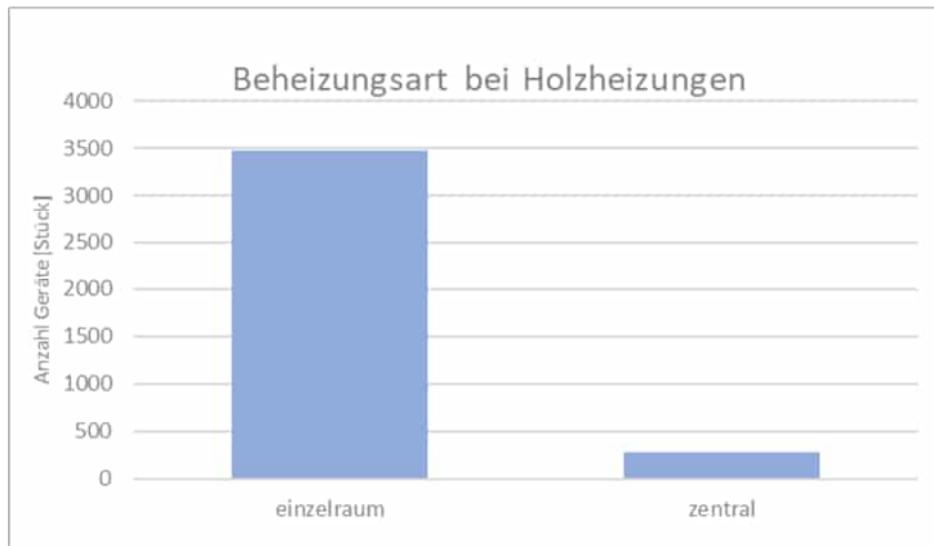


Abbildung 12: Beheizungsart bei Holzheizungen

Nur 280 der mit Holz oder Holzprodukten befeuerte Feuerstätten sind für die zentrale Beheizung der Gebäude oder Wohnungen vorgesehen.

Auch bei der Vielzahl der Feuerstättenarten unterscheidet sich der Energieträger zu den fossilen Energien. Kaminöfen (KO), Raumheizgeräte (RH) und Kachelöfen mit Heizeinsätzen (KH), offene Kamine (OK), Kamineinsätze (KE) und Grundöfen (GO) machen beinahe 90% der installierten Geräte aus. Heizkessel (HK) sind nur mit 7,2% vertreten.

In kleinerer Anzahl, mit weniger als jeweils 100 Geräten sind Herde (HD; HE) Waschkessel (WK), Pelletöfen (PO), Räucheranlagen (RA), Vorratswasserheizer (VW) Backöfen (BA), Lufterhitzer (LE) und Spezialfeuerstätten wie Destillen (DE), Bratpfannen (BP) und Brennöfen (BO) installiert.

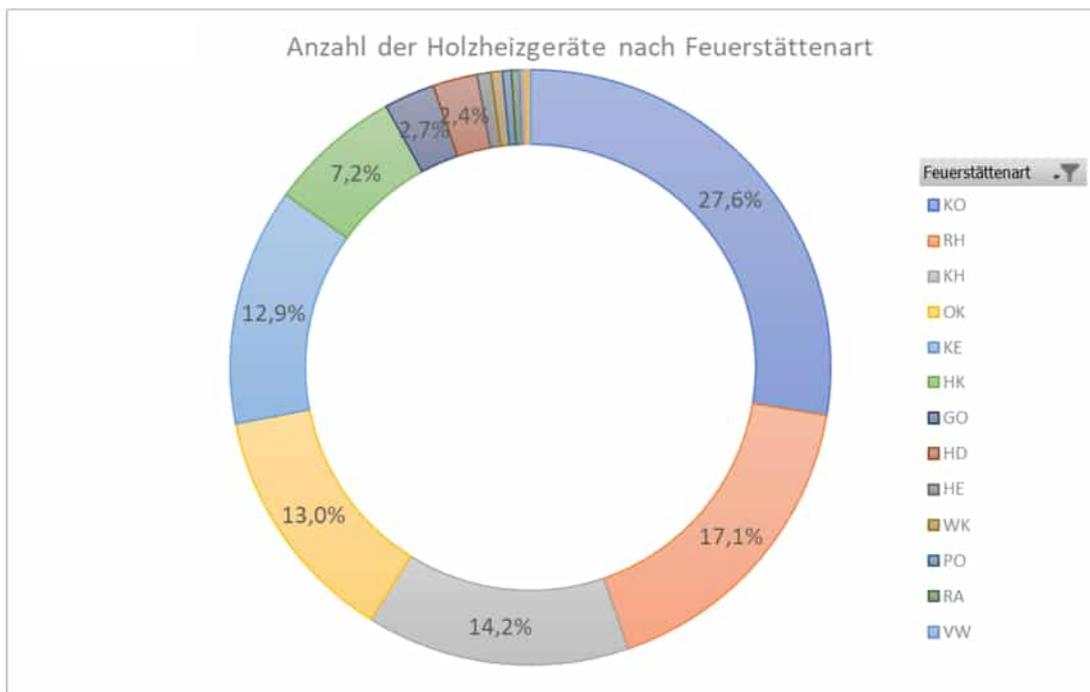


Abbildung 13: Holzheizgeräte nach Feuerungsart<sup>38</sup>

Die weitaus überwiegende Anzahl (94,6%) der Holzfeuerstätten werden mit Stückholz befeuert. Mit 5,1% machen Holzpelletanlagen einen weitaus geringeren Anteil aus. Holz hackschnitzelanlagen, Anlagen, die mit Sägespänen, behandeltem Holz oder Reißig befeuert werden, sind nur in kleinen Stückzahlen vertreten.



Abbildung 14: Anlagen für Holzbrennstoff nach Anzahl

<sup>38</sup> Abkürzungen: KO – Kachelofen; RH – Raumheizer; KH – Kachelofen mit Heizeinsatz; OK – offener Kamin; KE – Kamineinsatz; HK – Heizkessel; GO – Grundofen; HD/HE – Herd; WK – Wasserführender Kamin; PO – Pelletofen; RA – Räucheranlage?; VW – Vorratswasserheizer/Badeofen



Betrachtet man die Anlagenleistung, so haben Anlagen, die mit Holzpellets, behandeltem Holz oder Holzhackschnittel betrieben werden, einen höheren Anteil.

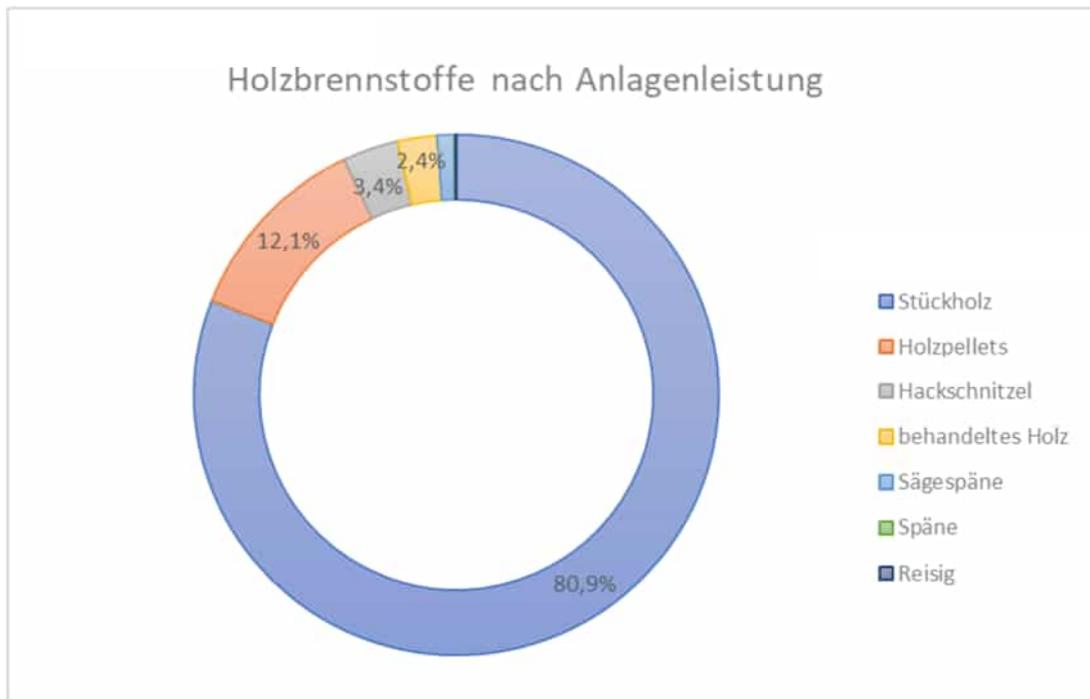


Abbildung 15: Anlagen für Holzbrennstoff nach Leistung

Sonstige (Kohle, Klärgas, sonstige Gase, sonstige nachwachsende Rohstoffe)

Die Anzahl an Feuerstätten, die sonstige Brennstoffe verfeuern, sind zahlenmäßig gering. Insgesamt fallen in diese Gruppe lediglich 79 Anlagen.

Insgesamt ist in dieser Gruppe eine Leistung von 2,8 MW und damit 0,5% der gesamten Nennleistung installiert. Überwiegend werden damit jedoch nur einzelnen Räume beheizt.

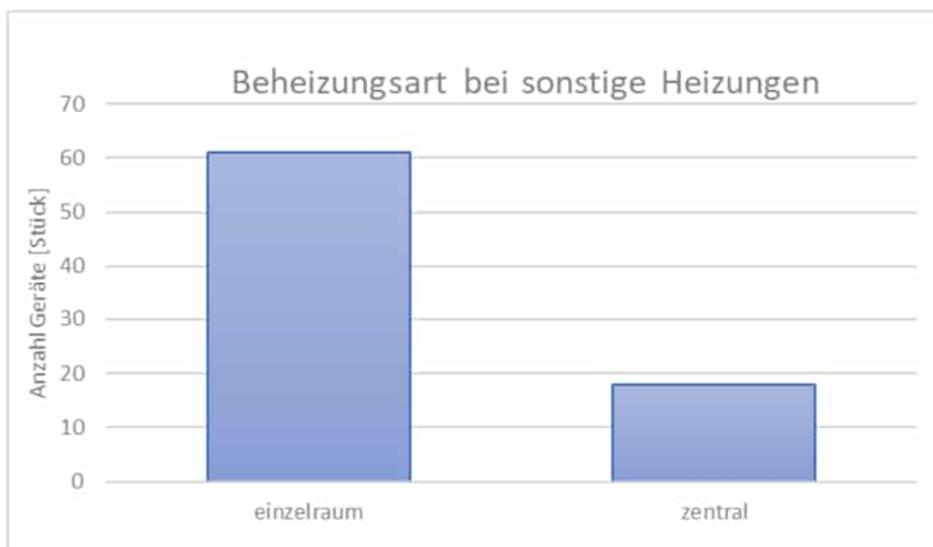


Abbildung 16: Beheizungsart bei anderen Heizungen



Kohle wird in unterschiedlicher Art und Form in rund der Hälfte der Anlagen meist in Einzelraumfeuerungen verwendet. Einen weiteren größeren Block bilden mit 40% Anlagen, die mit nicht näher spezifizierten, sonstigen nachwachsenden Rohstoffen befeuert werden.

Drei Anlagen stechen wegen deren hohen Nennleistungen hervor. Die drei Anlagen machen allein 88% der Gesamtnennleistung dieser Gruppe aus. Dies ist die Klärgasanlage an der Kläranlage Waiblingen, eine mit Steinkohlekoks betriebene Anlage und eine nicht näher bezeichnete Anlage, die mit sonstigen Gasen betrieben wird.

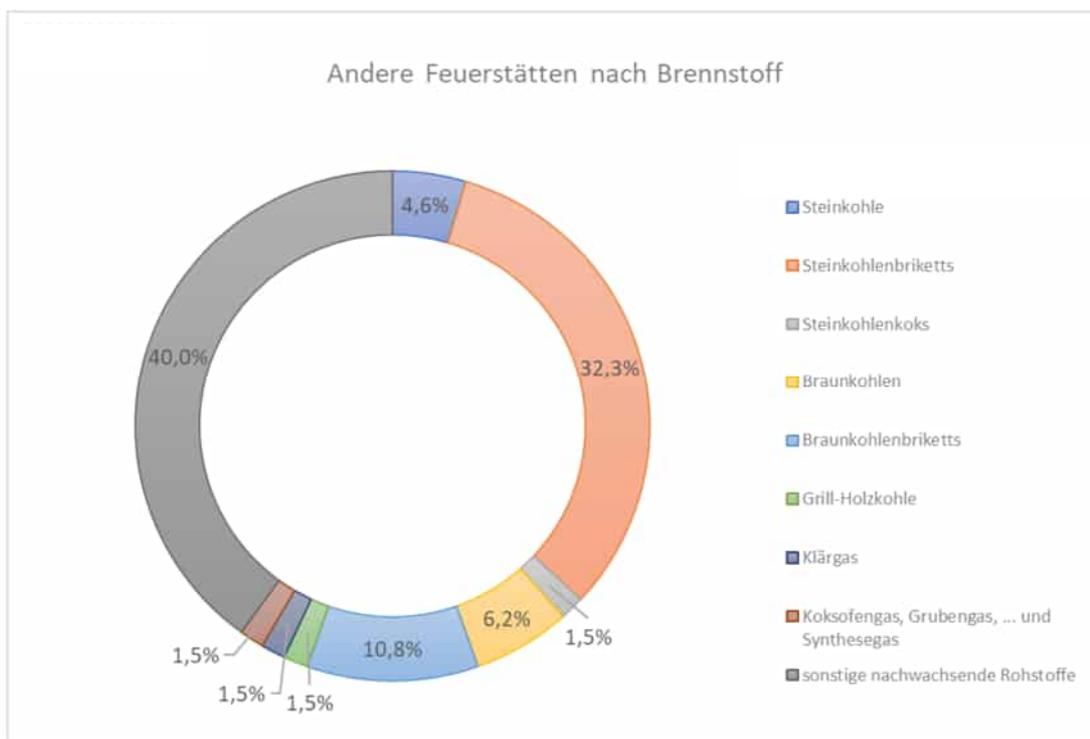


Abbildung 17: Anlagen für andere Brennstoff nach Brennstoffart

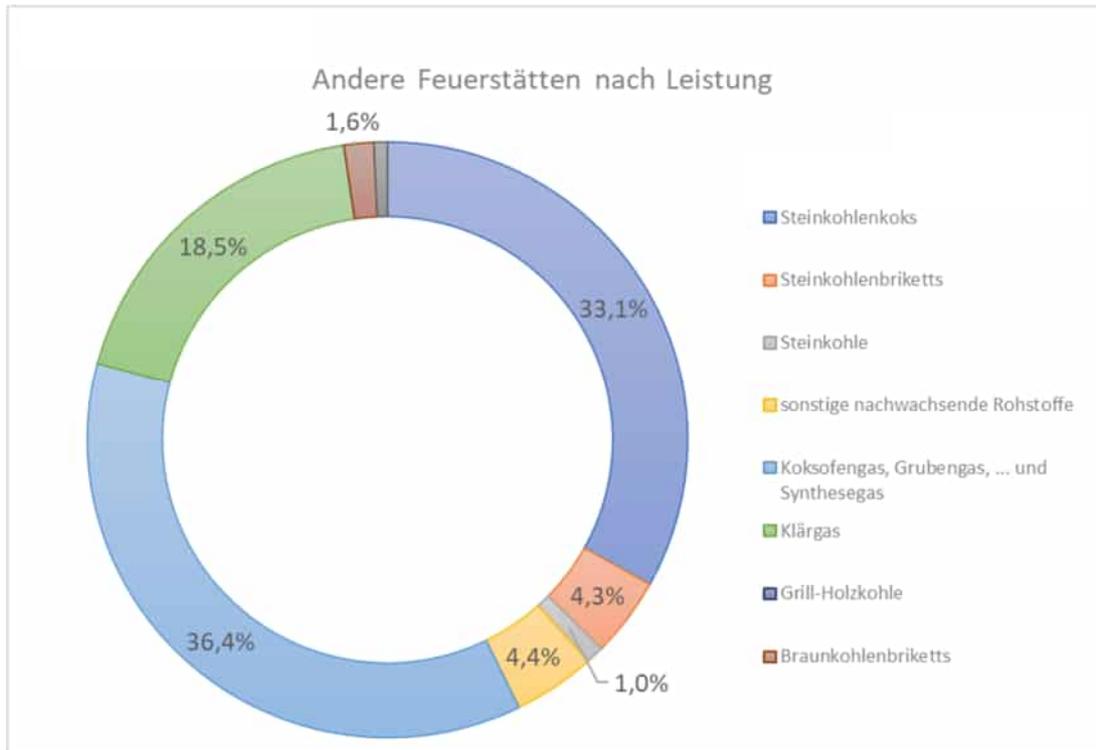


Abbildung 18: Anlagen für andere Brennstoff nach Leistung

### Solarthermie

Die Angaben zu Solarkollektorflächen liegen nicht gebäudescharf vor, so dass keine Verbrauchswerte dieser Wärmeerzeugungstechnologie ermittelt werden können.

#### 1.2.3.4. Aggregation der Daten zum Gesamtwärmebedarf

Die Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energiedaten und der städtischen Gebäude lassen in Verbindung mit den Anlagendaten der elektronischen Kehrbücher der Bezirksschornsteinfegermeister eine gebäudescharfe Erfassung der Verbräuche zu.

Bei der Darstellung der Wärmedichten werden aus Datenschutzgründen Gebäude in Baublöcke von mindestens fünf Gebäuden zusammengefasst. Ein Baublock in einem Siedlungsgebiet wird dabei vom Wege- und Straßennetz oder von topographischen Gegebenheiten umschlossen und setzt sich aus mehreren direkt aneinandergrenzenden Grundstücken zusammen.

In den Karten werden die Gebäudegruppen entsprechend ihrem Wärmedichtewert farblich gekennzeichnet.

Bei Gebäuden mit Wohnnutzung kann der Wärmeverbrauch auf die Wohnfläche bezogen werden. Gebiete mit hoher Wärmedichte pro Wohnfläche sind tendenziell als Sanierungsgebiete einzustufen.

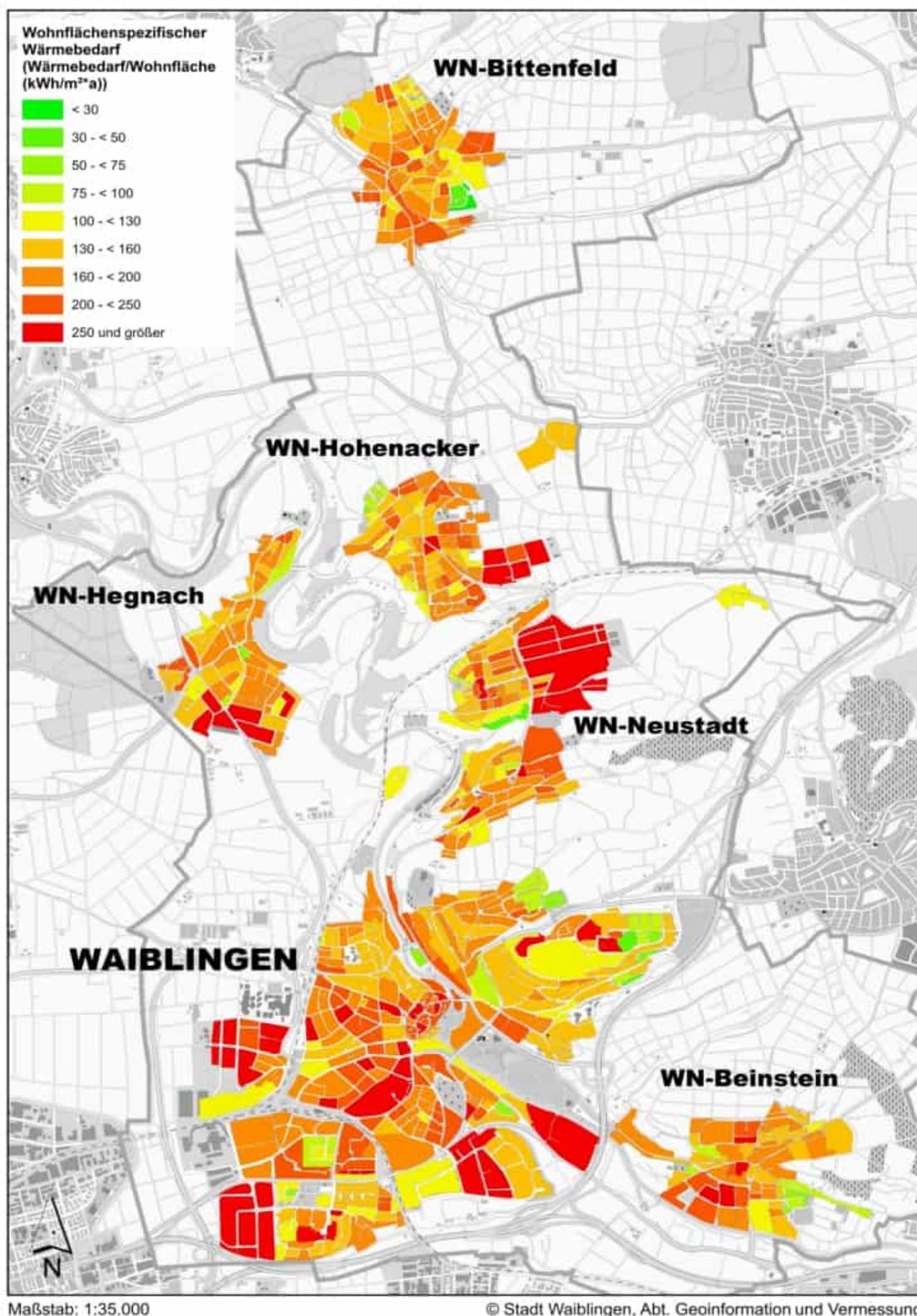


Abbildung 19: Wohnflächenspezifischer Wärmebedarf [kWh/(m<sup>2</sup>\*a)] ; Quelle: Geoportal Waiblingen

Aus gebäudescharfen Werten des Wärmeverbrauchs kann eine Wärmedichtekarte generiert werden, bei der der Wärmeverbrauch auf die Arealfläche bezogen wird. Hierzu wird zunächst die Summe des Wärmeverbrauchs einer Gebäudegruppe gebildet. Diese



Summe wird durch die Summe der Flurstücksflächen der beteiligten Gebäude geteilt und damit werden die Wärmedichten in  $\text{MWh}/(\text{ha} \cdot \text{a})$  angezeigt.

In dieser Darstellung sind Wohngebäude, Nicht-Wohngebäude und Gebäude mit Mischnutzung enthalten.

Die Wärmedichte ist ein wichtiger Indikator für die Eignung von Gebieten für eine zentrale Wärmeversorgung mit Wärmenetzen oder dezentralen Einzelheizungen.

Wie niedrig die Wärmedichte in einem Siedlungsgebiet sein darf, damit das entsprechende Gebiet noch als Eignungsgebiet für ein Wärmenetz ausgewiesen werden kann, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Klimaschutz- und Wirtschaftlichkeitsaspekte sind hierbei zu berücksichtigen und untereinander abzuwägen. Die vorgenommene Klassifizierung der Wärmebedarfsdichten kann dabei nur Anhaltspunkte für die Festlegung von Eignungsgebieten für Wärmenetze oder Einzelheizungen bieten.

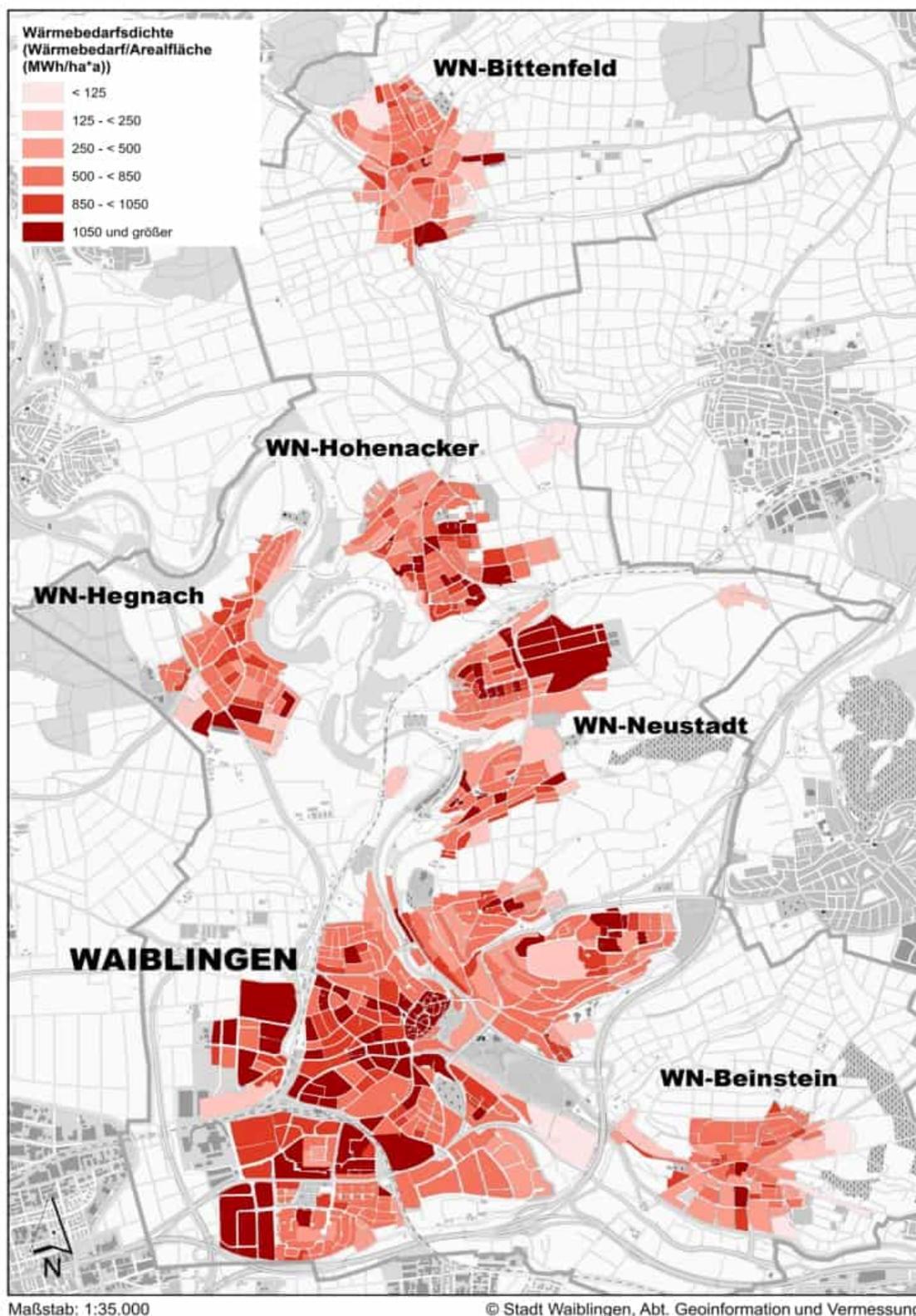


Abbildung 20: Wärmebedarfsdichte [MWh/(ha\*a)]; Quelle: Geoportal Waiblingen

Wohngebäude haben mit beinahe 79% den größten Anteil an der Anzahl der Gebäude. Deren Wärmeverbrauch macht dagegen nur knapp über die Hälfte des Gesamtwärmeverbrauchs aus. Bei allen anderen Gebäudearten ist dies umgekehrt. Knapp



15% an Gewerbegebäuden sind für 28% des Wärmeverbrauchs verantwortlich. Bei gemischt genutzten Gebäuden zu Wohn- und Gewerbebezwecken ist der Wärmeverbrauchsanteil mit 8,4% genau doppelt so hoch, wie der Gebäudeanteil mit 4,2%. Den öffentlichen Gebäuden ist ein Wärmeverbrauchsanteil von 6,6% zuzuschreiben, obwohl sie nur 2% der Gebäude einnehmen. Nur bei Industriegebäuden ist das Verhältnis noch schlechter. Hier sind 0,5% des Gebäudeanteils für 4,4% des Verbrauchs verantwortlich.

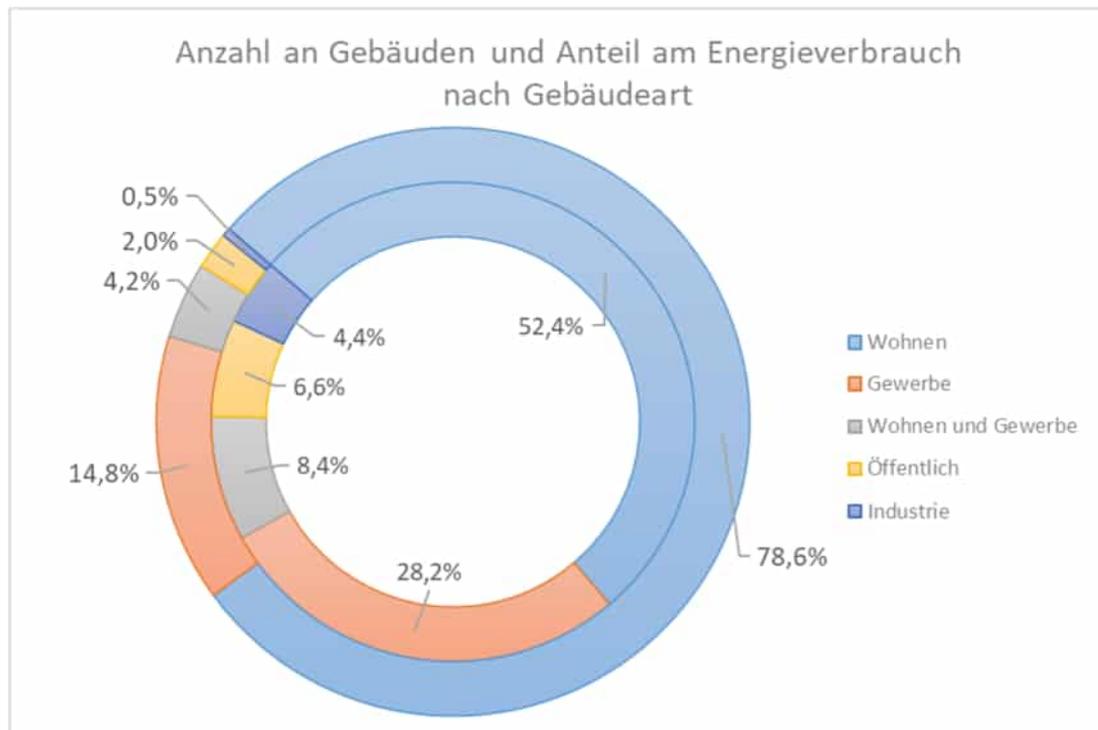


Abbildung 21: Anzahl der Gebäude (Außenring) und Anteil am Wärmeenergieverbrauch (Innenring) nach Gebäudeart; Quelle: Eigene Auswertung

Da für Nichtwohngebäude keine Energiebezugsflächen vorliegen, können keine Rückschlüsse zur Flächeneffizienz des Wärmeverbrauchs dieser Gebäudeart gezogen werden.

#### 1.2.4. Gebäudetypen und Baualtersklassen

Aufgrund des hohen Anteils am Wärmeverbrauch kommt den Bestandsgebäuden eine besondere Bedeutung zu. Die Energieeffizienz von Gebäuden korreliert mit einer Reihe von Parametern, unter anderem dem Jahr der Errichtung, der Gebäudegröße und Nachbarsituation, der Typ und das Alter des Wärmeversorgungssystems. Natürlich ist auch zu berücksichtigen, ob bereits Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt wurden. Sind diese typologischen Informationen bekannt, ist es möglich, ein Gebäude energetisch einzuordnen.

##### 1.2.4.1. Gebäudetypen

In der amtlichen Gebäudestatistik sind 23.969 Gebäude registriert. Dabei wurde jeder Bauantrag zu einem Gebäude separat erfasst. Anbauten an Gebäude zählen demnach als eigene Gebäude.



Die Gebäude lassen sich in die Gebäudegruppen Wohngebäude, Nichtwohngebäude, gemischt genutzte Gebäude und sonstige Gebäude subsumieren. Unter den sonstigen Gebäuden, die nahezu die Hälfte aller Gebäude umfassen, befinden sich zum überwiegenden Teil Gebäude ohne Wärmeverbrauch. Dies sind Garagen, Gartenhäuser, Schuppen und Scheunen, Bushaltestellen usw.. Diese Gebäudegruppe muss bei der Wärmeplanung nicht weiter betrachtet werden.

Bei den Wohngebäude erfolgt eine Unterscheidung der Größenklassen meist in Ein- und Zweifamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser (kleine und große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser).

	GEBÄUDE		WOHNUNGEN		WÄRMEVERBAUCH <sup>39</sup>	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	GWh/a	Anteil
<b>Einfamilienhäuser</b>	<b>4.998</b>	51,5%	4.998	19,8%	159,2	34,6%
<b>Zweifamilienhäuser</b>	<b>1.978</b>	20,5%	3.974	15,8%	53,1	11,5%
<b>Mehrfamilienhäuser</b>	<b>2.721</b>	28,0%	16.259	64,4%	248,2	53,9%
<b>Gesamt</b>	<b>9.706</b>		25.231		460,4	

Tabelle 7: Wohngebäude in Waiblingen<sup>40</sup>

Der überwiegende Teil der Wohnungen befindet sich in Mehrfamilienhäusern.

#### 1.2.4.2. Baualtersklassen

In Waiblingen sind rund 60 Prozent der Wohngebäude vor 1979 und damit weitestgehend ohne verpflichtende Berücksichtigung von Energieeffizienzstandards der ersten Wärmeschutzverordnung erbaut worden. Das Baualter ist ein wichtiges Merkmal, da sich jeder Bauepoche allgemein übliche Konstruktionsweisen zuordnen lassen. Auch finden sich für gewisse Zeiträume typische Anteile an Bauteilflächen wie z. B. Fenstergrößen die den Heizwärmebedarf beeinflussen.

In Gebieten mit vornehmlicher Bebauung vor dem Jahr 2002 werden Effizienzpotenziale der Dämmung im Durchschnitt hoch sein und rechtfertigen weitere kommunale und private Anstrengungen.

JAHR	WOHNGEBÄUDE	
	Anzahl	Anteil
<b>Baujahr vor 1919</b>	711	7,3%
<b>Baujahr 1919 bis 1948</b>	1.031	10,6%
<b>Baujahr 1949 bis 1978</b>	4.866	50,2%
<b>Baujahr 1979 bis 1986</b>	918	9,5%
<b>Baujahr 1987 bis 1990</b>	396	4,1%
<b>Baujahr 1991 bis 1995</b>	439	4,5%
<b>Baujahr 1996 bis 2000</b>	540	5,6%
<b>Baujahr 2001 bis 2004</b>	350	3,6%
<b>Baujahr 2005 bis 2008</b>	266	2,7%

<sup>39</sup> Datenquelle Wärmeverbrauch aus eigenen Berechnungen

<sup>40</sup> Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg – Regionaldaten für 2019.



Baujahr 2009 und später | 171 | 1,8%

Tabelle 8: Altersklassen der Wohngebäude

In einer Untersuchung aus dem Jahr 1998<sup>41</sup> wurden die Gebäude der Stadt Waiblingen (Kernstadt inklusive Ortschaften) hinsichtlich Gebäudetyp und Baualtersklasse analysiert.

Dabei wurde das Potenzial der Energieeinsparung anhand der Gebäudetypisierung analysiert.

GEBÄUDETYP <sup>42</sup>		EFH	REH	RMH	KMH	KMEH	KMMH	GMH
BAUALTERSKLASSE		[Anzahl]						
A	bis 1859	1134	-	-	115	-	-	-
B	1860 - 1918	895	-	-	84	-	-	-
C	1919 - 1948	672	-	-	248	111	23	-
D	1949 - 1957	1074	616	273	204	111	13	1
E	1958 - 1968	610	387	215	100	95	18	14
F	1969 - 1978	130	128	62	39	51	12	61
G	1979 - 1983	155	127	129	73	121	22	88
H	1984 - 1994	54	34	26	31	14	5	18

Tabelle 9: Baualtersklassen und Gebäudetypen nach ZSW 1998

### 1.2.5. Aktuelle Versorgungs- und Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude

#### 1.2.5.1. Beheizungsstruktur der Kernstadt und der Ortschaften

Der Anteil der verwendeten Energieträgern unterscheidet sich nach Ortslage. In der Kernstadt und den Ortsteilen Neustadt, Hohenacker und Beinstein nimmt Erdgas einen hohen Anteil an den verwendeten Energieträgern ein. In Hegnach und Bittenfeld dominiert Heizöl.

<sup>41</sup> ZSW (Böhnisch): Gebäudetypologie Waiblingen. 1998

<sup>42</sup> EFH: Freistehende Wohngebäude mit 1 bis 2 Wohnungen; 1 oder 2geschossig  
 REH: Wohngebäude mit 1 bis 2 Wohnungen als Doppelhaus oder Eckhaus einer Gebäudereihe; 2 oder 3geschossig  
 RMH: Wohngebäude mit 1 bis 2 Wohnungen als Mittelhaus einer Gebäudereihe; 2 oder 3geschossig  
 KMH: Kleines freistehendes Mehrfamilienhaus mit 3 bis 12 Wohnungen ; 2 bis 4geschossig  
 KMEH: Kleines Mehrfamilienhaus mit 3 bis 12 Wohnungen als Doppelhaus oder Eckhaus einer Gebäudereihe; 2 bis 4geschossig  
 KMMH: Kleines Mehrfamilienhaus mit 3 bis 12 Wohnungen als Mittelhaus einer Gebäudereihe; 2 bis 4geschossig  
 GMH: großes Mehrfamilienhaus mit mehr als 12 Wohnungen; 4 bis 8geschossig



Die Kernstadt hat derzeit alleinig einen nennenswerten Anteil an mit Fernwärme versorgten Gebäuden. In den Ortsteilen Hegnach, Bittenfeld und Beinstein sind merkbare Holzanteile erkennbar.

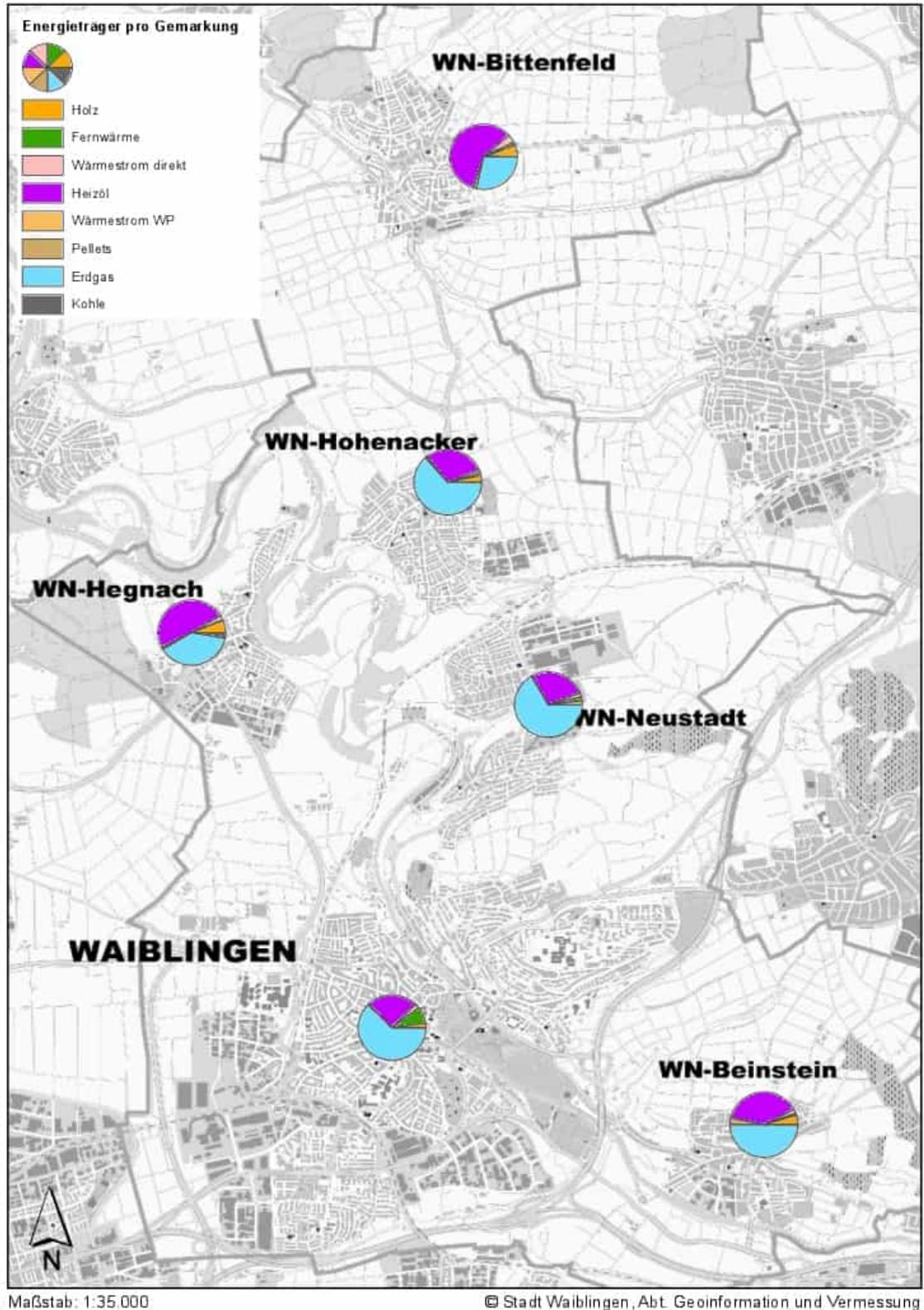


Abbildung 22: Beheizungsstruktur nach Energieträgern in Waiblingen; Geoportal Waiblingen



#### 1.2.5.2. Bestehende und geplante Wärmenetze

Die Stadtwerke Waiblingen betreiben in der Kernstadt und den Ortschaften insgesamt sieben separate Wärmenetze und einige kleinere Arealnetze.

- Das in räumlicher Ausdehnung größte davon umfasst den Bereich von der Kläranlage im Norden der Kernstadt bis zur Innenstadt. Es versorgt große öffentliche Gebäude wie beispielsweise Bürgerzentrum, Hallenbad, Polizei, Landratsamt und Rathaus. Zudem werden einige private Wohn- und Nichtwohngebäude versorgt.
- Ein weiteres Wärmenetz existiert auf der Korber Höhe im nordwestlichen Bereich der Kernstadt. Dort werden neben dem Salier-Schulzentrum die Gebäude des Wohnbaugebietes Korber Höhe II versorgt.
- Ein Wärmenetz, an dem das Staufer-Schulzentrum, das Arbeitsamt und weitere Gebäude angeschlossen sind, befindet sich unweit des Kernstadtzentrums an der oberen Mayenner Straße.
- Vom Standort der Stadtwerke aus werden neben dem eigenen Verwaltungsgebäude weitere Wohngebäude an der Schorndorfer Straße und Im hohen Rain mit Wärme aus einer Grundwasserwärmepumpe, KWK-Anlagen und Erdgas beheizt.
- Am östlichen Stadtausgang befindet sich ein kleines Arealnetz, an dem Freizeiteinrichtungen wie Freibad, Rundsporthalle und Vereinsheime angeschlossen sind.
- Der Rötspark, ein 2011 beschlossenes Neubaugebiet im Südwesten der Kernstadt, wird von einem Wärmenetz versorgt, das teilweise auch mit Sonnenenergie gespeist wird.
- In der in den 1960er Jahren errichteten Schofersiedlung besteht seit Baubeginn ein Fernwärmenetz, das mehrere Reihenhäuser, Geschosswohnungsbau und ein Hochhaus versorgt.
- Nach dem Umbau von Elektrofußbodenheizung auf ein wasserführendes System werden die einzelnen Gebäude der Friedensschule in Neustadt von einer gemeinsamen Heizungsanlage (Holzhackschnitzel; Erdgas) beheizt.
- Ein kleines Arealnetz versorgt weiter nördlich das neu errichtete Feuerwehrgebäude, das Hallenbad Neustadt, die Gemeindehalle und ein Vereinsheim.
- Im Zentrum des 2017 erschlossenen Wohngebiets Bittenfeld Berg-Bürg werden mehrere Geschosswohngebäude über ein Wärmenetz beheizt.

Neben den Wärmenetzen, die von den Stadtwerken betrieben werden, gibt es weitere private Arealnetze in Unternehmen. Auch die Landkreistochtergesellschaft RMIM betreibt ein Wärmenetz an der Kreisberufschulzentrum, das auch die benachbarten Gebäude des Berufsbildungswerkes versorgt. Dieses Netz wird mit Holzhackschnitzel in Verbindung mit Erdgas betrieben.

Zum Zeitpunkt der Erstellung der KWP werden Erweiterungen in den Wärmenetzen Korber Höhe, Freibad Waiblingen und Friedensschule Neustadt, sowie Neuerrichtungen in Hohenacker und am Waiblinger Tor untersucht.

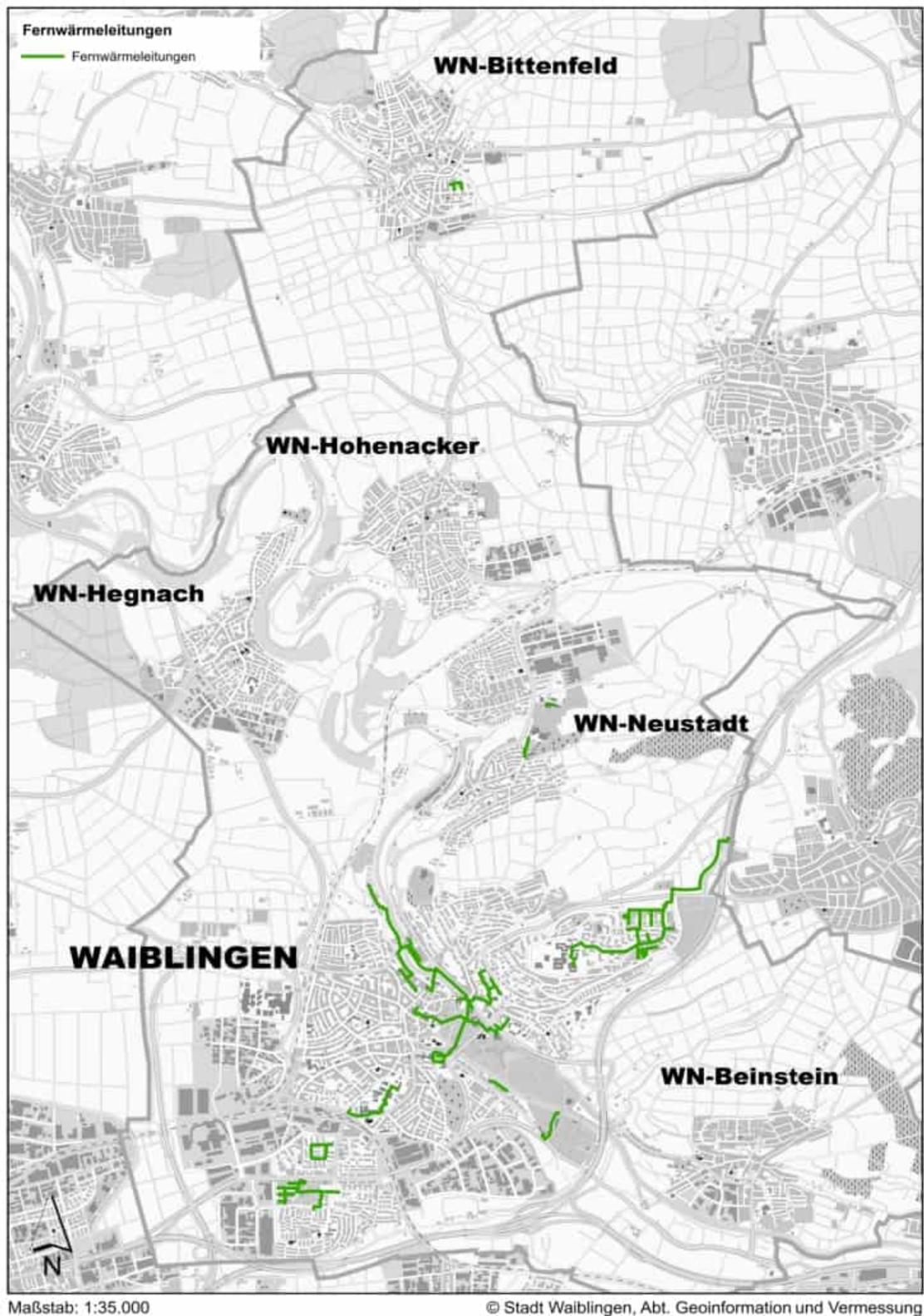


Abbildung 23: Wärmenetze in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen



1.2.5.3. Bestehende und geplante Gasnetze



Abbildung 24: Gasnetz in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen

Die kartographische Darstellung ist aus Datenschutzgründen verpixelt.



Das gesamte besiedelte Stadtgebiet von Waiblingen, mit samt seinen Ortschaften ist vom Erdgasnetz der Stadtwerke durchzogen. Einzelne Quartiere sind allerdings ohne Erdgasinfrastruktur.

Neuerrichtungen oder Erweiterungen von Gasnetzen sind derzeit nicht in Planung.

1.2.5.4. Bestehende und geplante Heizzentralen

Die Heizzentralen der Wärmenetze werden zumeist mit KWK-Technik auf Basis Erdgas betrieben. In einigen Fällen werden auch erneuerbare Energien wie Klärgas- und Holzhackschnitzelkessel, Wärmepumpen oder Solarthermieranlagen eingesetzt.

	WÄRMEERZEUGUNG	WÄRMELIEFERUNG FERNWÄRME
	Technik bzw. Energieträger	[MWh/a]
<b>Kläranlage</b>	Erdgas- BHKW/Klärgaskessel	10.800
<b>Korber Höhe 2</b>	Erdgas-BHKW	10.400
<b>Stauferschule</b>	Erdgas-BHKW	3.350
<b>Rötepark</b>	Erdgas- BHKW/Solarthermie	2.600
<b>Stadtwerke</b>	Erdgas- BHKW/Wärmepumpe	900
<b>Freibad</b>	Erdgas-BHKW	750
<b>Schofersiedlung</b>	Erdgas-BHKW	1.500
<b>Friedenschule</b>	Holzhackschnitzel/Erdgas	1.200
<b>Hallenbad Neustadt</b>	Erdgas-BHKW	950
<b>Berg-Bürg</b>	Erdgas-BHKW, Solarthermie	350

Tabelle 10: Heizzentralen in Waiblingen

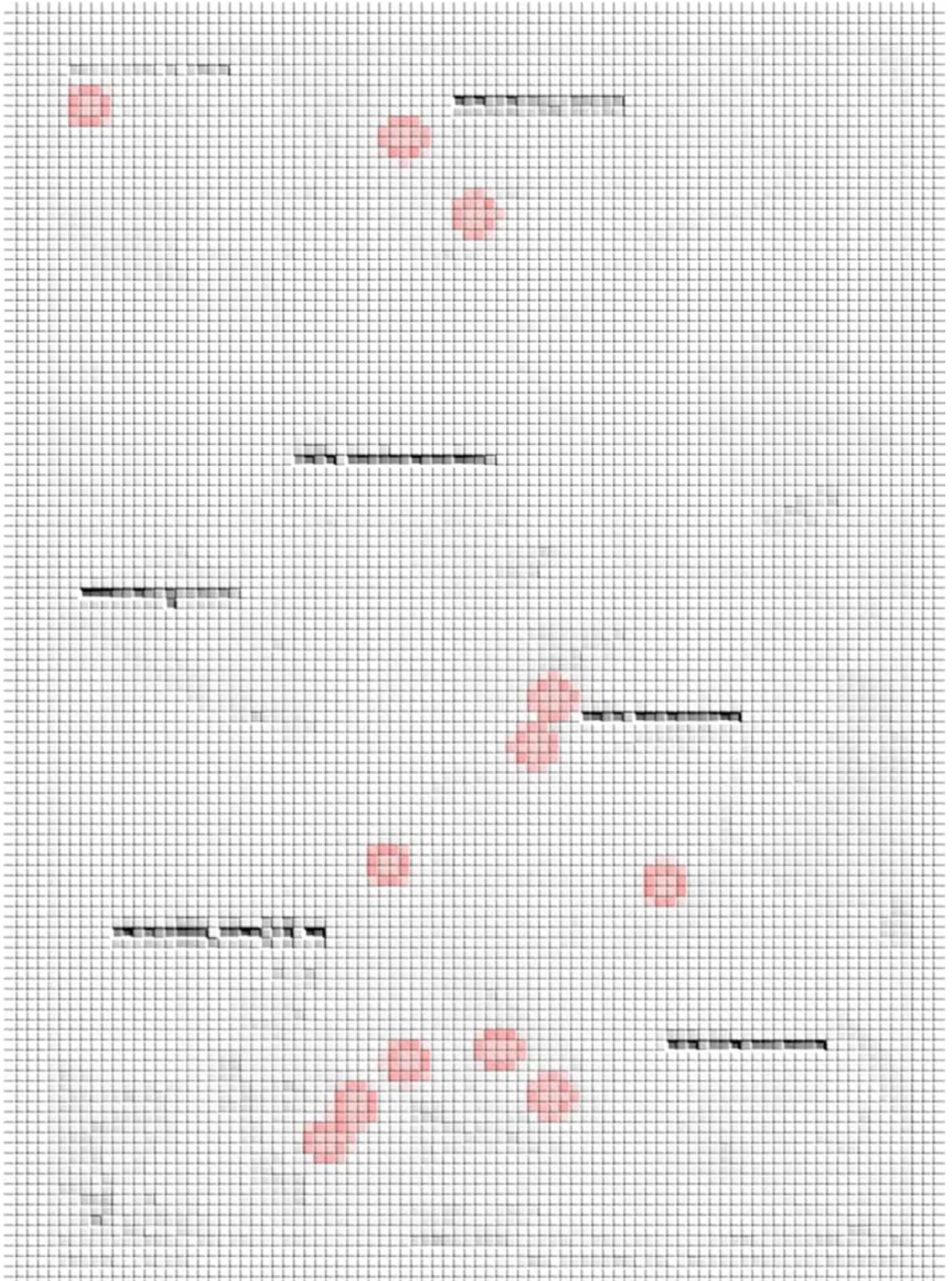


Abbildung 25: Heizzentralen  $\geq 100$  kW in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen

Die kartographische Darstellung ist aus Datenschutzgründen verpixelt.



1.2.5.5. Bestehende und geplante KWK-Anlagen

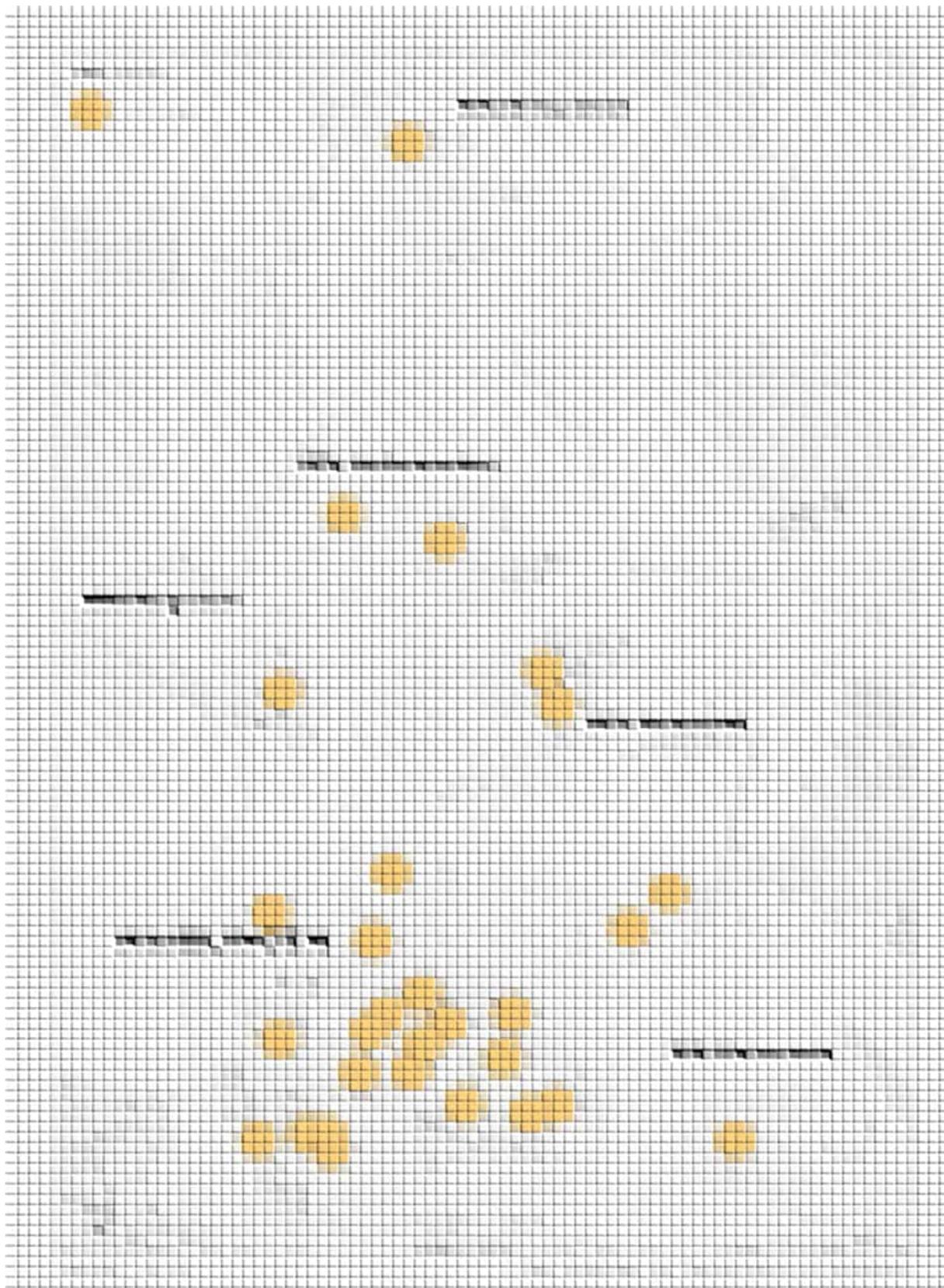


Abbildung 26: KWK-Anlagen in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen

Die kartographische Darstellung ist aus Datenschutzgründen verpixelt.



Von den Blockheizkraftwerken aus den Daten der Bezirksschornsteinfeger finden sich 78 im Marktstammdatenregister. Wiederum 24 dieser Anlagen werden von den Stadtwerken Waiblingen betrieben. Die größte Anlage mit 1,2 MW<sub>el</sub> und 1,3 MW<sub>th</sub> speist Wärme ins Fernwärmenetz in der Korber Höhe ein.

Verzeichnet sind auch einige Anlagen größerer Unternehmen in der Stadt.

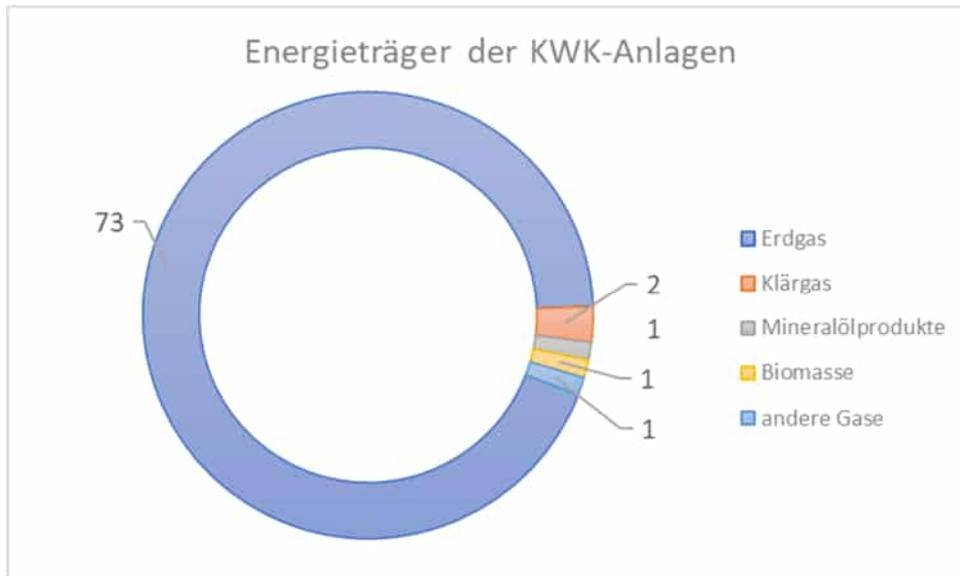


Abbildung 27: Energieträger der KWK-Anlagen

Die überwiegende Mehrheit sind Erdgas-BHKW. An den beiden Klärwerken wird zudem Klärgas in Wärme und Strom umgewandelt.

#### 1.2.5.6. Gebiete mit hohen Anteilen Wärmepumpen und Stromspeicherheizung

Bislang können rund 2,3% des Wärmeverbrauchs auf den Energieträger Strom zurückgeführt werden. Bei Wohngebäuden beträgt der Anteil 3,5%.

Überwiegend kommen dabei Stromspeicherheizungen zum Einsatz. Diese sind vereinzelt in Wohn- und Nichtwohngebäuden aus allen Baualterklassen installiert. Gebiete mit einem Verbrennungsverbot sind Hotspots von elektrischen Speicherheizungen. Diese finden sich auf der Korber Höhe (Salierstraße, Stauferstraße, Schwalbenweg), in Bittenfeld (Mühlweingärten, Schönblickstraße, Sonnenweg) und in Neustadt (Kinglestalstraße, Trollingerweg, Hauflerweg sowie Bühlweg und Bangertstraße).

Wärmepumpen sind vor allem in den jüngst entwickelten Wohngebieten vertreten. In älteren Baugebieten finden sich vereinzelt Anlagen.

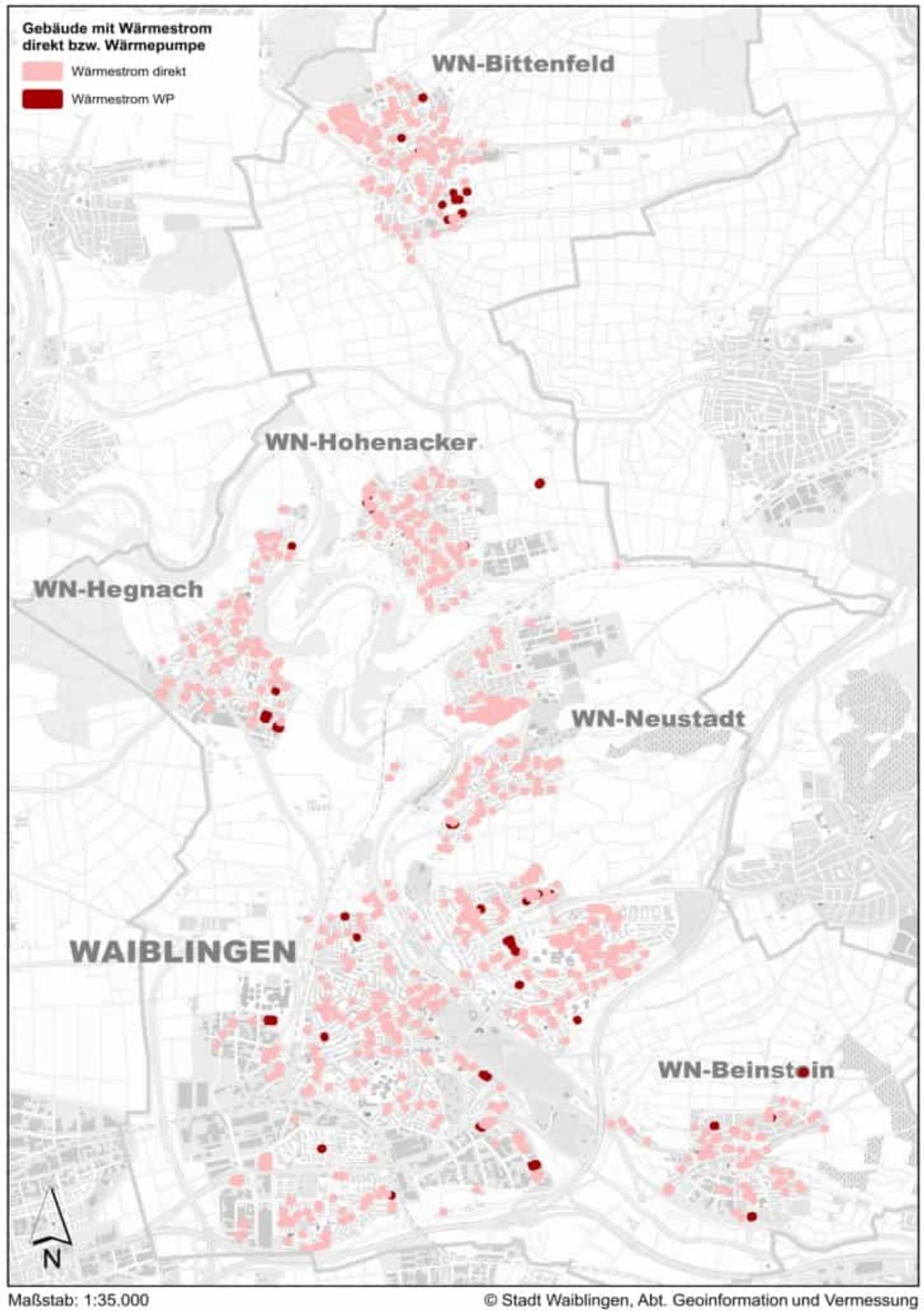


Abbildung 28: Strombeheizte Gebäude (Stromdirektheizungen und Wärmepumpen)

1.2.5.7. Beschlossene, noch nicht umgesetzte, Projekte der Wärmeversorgung



Zum Zeitpunkt der kommunalen Wärmeplanung wurden bisher keine weiteren Projekte der Wärmeversorgung beschlossen.

### 1.2.5.8. Bestehendes Glasfasernetz und Ausbaupläne

In Waiblingen gibt es keine einheitliche Versorgung der Haushalte mit Glasfaser. Es gibt verschiedene Anbieter mit unterschiedliche Angaben zu deren Ausbauszenarien und Zeitplänen.

Die Leitungswege des Glasfasernetzbetreibers Stadtwerke Waiblingen sind bekannt. Die Daten der anderen Anbieter sind lediglich in Form von Anlaysen der Gebietsabdeckung vorhanden.



Abbildung 29: Glasfasernetz in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen

Die kartographische Darstellung ist aus Datenschutzgründen verpixelt.



## 2. Potenzialanalyse

Bei der Potenzialanalyse unterscheidet man nach theoretischem, technischem, wirtschaftlichem und erschließbarem Potenzial.<sup>43</sup>

- Technisches Potenzial: Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Beachtung vorhandener Beschränkungen nutzbar ist. Die Beschränkungen können u.a. technischer, struktureller oder gesetzlicher Natur sein.
- Wirtschaftliches Potenzial: Anteil am technischen Potenzial, der wirtschaftlich erschließbar ist. Aufgrund vielseitiger Betrachtungsweisen und ständiger Veränderungen ist es nur schwer quantifizierbar.
- Erschließbares Potenzial: Anteil am technischen Potenzial, das nutzbar ist. Aufgrund von Rahmenbedingungen kann dieses kleiner oder größer als das wirtschaftliche Potenzial sein. Wie beim wirtschaftlichen Potenzial bestehen auch beim erschließbaren Potenzial erhebliche Unsicherheiten

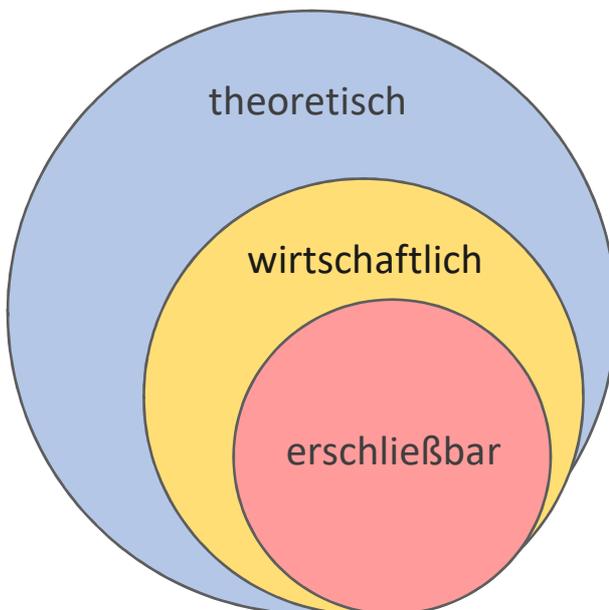


Abbildung 30: Definition der Potenzialbegriffe

### 2.1. Potenzielle Gebäudeenergieeffizienz

Um das Ziel einer langfristig klimaneutralen Wärmeversorgung erreichen zu können, sollten vier Handlungsfelder im Vordergrund stehen, die sich in ihrem Wirken ergänzen:

- Reduzierung des Gebäude-Wärmebedarfs, insbesondere durch die energetische Modernisierung des älteren Gebäudebestands
- Höchste energetische Standards bei Neubauten
- Verminderung des Bedarfs an industrieller Prozesswärme

<sup>43</sup> Definitionen nach Kaltschmitt, 2001



- Effiziente Deckung des restlichen Wärmebedarfs durch klimaneutrale Brennstoffe – mittel- und langfristig auf Basis erneuerbarer Energieträger.

2.1.1. Darstellung des Wärmebedarfes für 2030 und 2040

Eine wichtige Schlüsselrolle kommt der Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden zu. Um die angestrebten Klimaziele erreichen zu können, muss der auf den Gebäudebereich entfallende Anteil des Energiebedarfs deutlich gesenkt werden.

Die Analyse des aktuellen Wärmebedarfs und möglicher Wärmeüberschüsse auf der Gemarkung Waiblingen ermöglicht es, Aussagen über die Einsparpotenziale der Wärmeversorgung in Waiblingen treffen zu können. Hierzu wurde die aktuelle Situation der vorhandenen Wärmeinfrastruktur analysiert und der Energiebedarf mit aktuellen Verbrauchszahlen abgeglichen. Die Informationen aus Bestandsanalyse liefern dazu den Grundstock. Ausgangspunkt einer solchen Abschätzung sind das Gebäudealter und ein Überblick zum durchschnittlichen Effizienzstandard. Mithilfe der Gebäudetypologie kann dann das Effizienzpotenzial abgeschätzt werden.

Die Ermittlung der Einsparpotenziale im Bereich der Wärmeversorgung im Allgemeinen umfasst die Versorgung der Wohn- und Nichtwohngebäude sowie die Wärme, die für Produktionsprozesse benötigt wird.

Der Technikkatalog der KEA-BW gibt dabei Einsparraten für Wohngebäude entsprechend der Baualtersklasse vor.

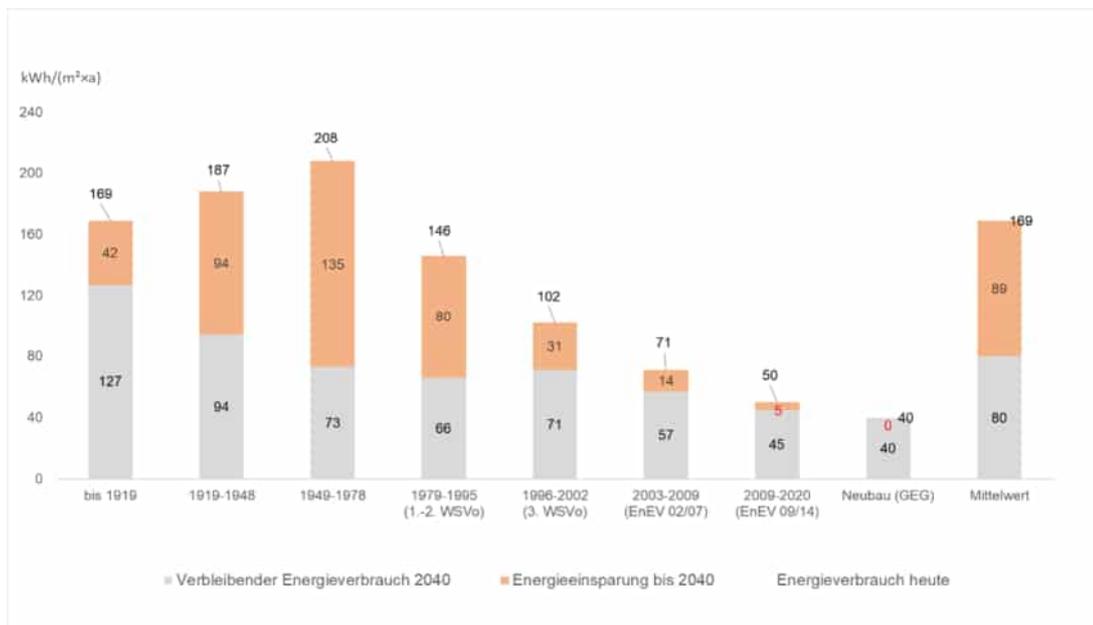


Abbildung 31: Flächenbezogener Endenergieverbrauch für Wohngebäude nach Altersklassen-Ist-Stand (teilsaniert) und energetischer Sanierung mit Ziel 2040<sup>44</sup>

Auf Grundlage dieser Effizienzpotenziale kann eingeschätzt werden, wie sich der Wärmebedarf in den nächsten Jahren entwickeln könnte. Dafür werden die Effizienzpotenziale bis 2040 auf die dazwischenliegenden Jahre fortgeschrieben.

<sup>44</sup> KEA: Technikkatalog V 1.1 (6 Flaechenbezogener\_Endenergieverbrauch\_Ist\_2040\_v1.1)



Da die Sanierungsgründe und -anlässe sich bei Nichtwohngebäuden und gemischt genutzten Gebäuden deutlich von denen bei Wohngebäuden unterscheiden, müssen diese Gebäudearten differenziert betrachtet werden.

#### 2.1.1.1. Wohngebäude

Im Gebäudebereich können die Energieeffizienzpotenziale erheblich gesteigert werden. Dabei sind vier Aspekte ausschlaggebend:

- Dämmung der Gebäudehülle
- Einsatz effizienter Fenster oder anderer Fassadenbauteile
- Luftdichte Herstellung von Gebäuden in Zusammenspiel mit dem Einsatz hocheffizienter Lüftungstechnik
- Anpassung und Optimierung des Nutzerverhaltens

Eine wichtige Kenngröße für die Effizienz der Gebäudehülle ist der so genannte U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) der Bauteile. Bei Fenstern und anderen transparenten Bauteilen spielt darüber hinaus der Grad der Durchlässigkeit für Solarstrahlung eine große Rolle. Bei der Kühlung von Gebäuden kann der Sonnenenergieeintrag eine maßgebliche Größe sein.

Die Gebäudehülle umfasst die Außenwände, die in der Regel über 40 Prozent der Außenfläche ausmacht. Die Dächer bzw. die obersten Geschossdecken machen dabei 27 Prozent und die erdreichberührten Bauteile 22 Prozent (im Kellerbereich) aus, sowie die Fenster zehn Prozent. Dabei variieren die jeweiligen Anteile in Abhängigkeit des Gebäudetyps und der Baualtersklasse.

BAUALTERSKLASSE	2030	2035	2040
vor 1860	12,4%	18,6%	24,9%
1860 - 1918	12,4%	18,6%	24,9%
1919 - 1948	25,1%	37,7%	50,3%
1949 - 1957	32,5%	48,7%	64,9%
1958 - 1968	32,5%	48,7%	64,9%
1969 - 1978	32,5%	48,7%	64,9%
1979 - 1983	27,4%	41,1%	54,8%
1984 - 1994	27,4%	41,1%	54,8%
1995 - 2001	15,2%	22,8%	30,4%
2002 und jünger	7,9%	11,8%	15,7%

Tabelle 11: Prozentuale Wärmeeinsparung bei Wohngebäuden<sup>45</sup>

#### 2.1.1.2. Nichtwohngebäude

Eine energetische Einschätzung des Gebäudebestandes von Nichtwohngebäuden ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die wichtigsten Faktoren sind hier die energetische Qualität der Gebäudehülle und die im Gebäude installierten haustechnischen Anlagen. Zudem hat die Nutzung der Gebäude einen großen Einfluss auf den Energieverbrauch. Mit

<sup>45</sup> Entspr. Technikatalog V 1.1



der Nutzung gekoppelt sind die in Nichtwohngebäuden auftretenden inneren Wärmelasten durch Beleuchtung, technische Ausstattung (z. B. Büroarbeitsplätze oder Maschinen und Anlagen) und Personen, die wiederum den Wärmebedarf der Gebäude beeinflussen.

Die derzeitige Datenlage im Nichtwohngebäudebestand lässt selbst auf Bundesebene keine zuverlässigen, fachlich fundierte Aussagen über die energetische Qualität der Nichtwohngebäude zu. Die Ergebnisse verschiedener Forschungsvorhaben reichen nicht für eine verlässliche Aussage zum Sanierungsstand der bestehenden Gebäude aus.<sup>46</sup>

Zur Anlagentechnik liegen die Daten aus den elektronischen Kkehrbüchern für die installierten Feuerungsanlagen vor. Da in Nichtwohngebäuden jedoch unter Umständen auch Produktionswärme und -kälte erzeugt werden - was zudem andere Anforderungen an die Resilienz der Wärmeversorgung stellt – muss die Anlagentechnik hinsichtlich der technischen Einsparpotenziale differenziert betrachtet werden.

Auch die Eigentümer- und Nutzerstruktur bei den Nichtwohngebäuden beeinflussen die erzielbaren Einsparpotenziale. Leider lassen sich diese Strukturen derzeit auch nicht fundiert beschreiben.<sup>47</sup>

Studien weisen bei einer konsequenten Erschließung der Potenziale im Wärmebereich im Sektor GHD eine Bedarfsreduktion von 56% bis zum Jahr 2050 aus.<sup>48</sup> Die real erzielbaren Einsparwerte werden diese Werte jedoch vermutlich deutlich unterschreiten.<sup>49</sup>

BAUALTERSKLASSE	2030	2035	2040
vor 1860	12,4%	18,6%	24,9%
1860 - 1918	12,4%	18,6%	24,9%
1919 - 1948	18,9%	28,3%	37,7%
1949 - 1957	24,3%	36,5%	48,7%
1958 - 1968	19,5%	29,2%	38,9%
1969 - 1978	17,8%	26,8%	35,7%
1979 - 1983	13,7%	20,5%	27,4%
1984 - 1994	13,7%	20,5%	27,4%

<sup>46</sup> Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO2-Minderungspotenzialen. BMVBS-Online-Publikation Nr. 27/2013

<sup>47</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Energieeffizienzstrategie Gebäude. Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. 2015

<sup>48</sup> Greenpeace e.V. (Hrsg.): Klimaschutz: Der Plan. Energiekonzept für Deutschland. 2015; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO2-Minderungspotenzialen. BMVBS-Online-Publikation Nr. 27/2013

Dirlich, S. et al.: Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude. BMVBS-Online-Publikation 16/2011 2011a]

Bettgenhäuser, K. et al.: Entwicklung eines Referenzszenarios im Gebäudebereich für das Gesamtziel „40 % CO2-Einsparung bis 2020“, 2011

Schomann et al.: Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010. 2011

<sup>49</sup> Auf Basis der bisherigen Entwicklungen im GHD-Sektor liegen die durchschnittlichen Einsparungen bis 2050 bei rund 42%.



1995 - 2001	3,8%	5,7%	7,6%
2002 und jünger	2,0%	2,9%	3,9%

Tabelle 12: Prozentuale Wärmeeinsparung bei Nicht-Wohngebäuden<sup>50</sup>

2.1.1.3. Gemischt genutzte Gebäude

Wird ein Gebäude teils für betriebliche Zwecke und teils für Wohnzwecke genutzt, kann aus den statistischen Daten nur die Zuordnung zu gemischt genutzten Gebäuden erfolgen. Anteile, der für Wohnzwecke oder zu Nichtwohnzwecke genutzten Flächen, liegen nicht vor.

Zu diesen Gebäudearten liegen keine Erkenntnisse bezüglich Sanierungsraten und -umfang vor. In Fachkreisen wird angenommen, dass die erzielbaren Einsparungen zwischen denen von Wohn- und Nichtwohngebäuden liegen.

BAUALTERSKLASSE	2030	2035	2040
vor 1860	12,4%	18,6%	24,9%
1860 - 1918	12,4%	18,6%	24,9%
1919 - 1948	22,0%	33,0%	44,0%
1949 - 1957	28,4%	42,6%	56,8%
1958 - 1968	26,0%	38,9%	51,9%
1969 - 1978	25,2%	37,7%	50,3%
1979 - 1983	20,5%	30,8%	41,1%
1984 - 1994	20,5%	30,8%	41,1%
1995 - 2001	9,5%	14,2%	19,0%
2002 und jünger	4,9%	7,4%	9,8%

Tabelle 13: Prozentuale Wärmeeinsparung bei gemischt genutzten Gebäuden<sup>51</sup>

<sup>50</sup> Entspr. Technikkatalog V 1.2

<sup>51</sup> Entspr. Technikkatalog V 1.2

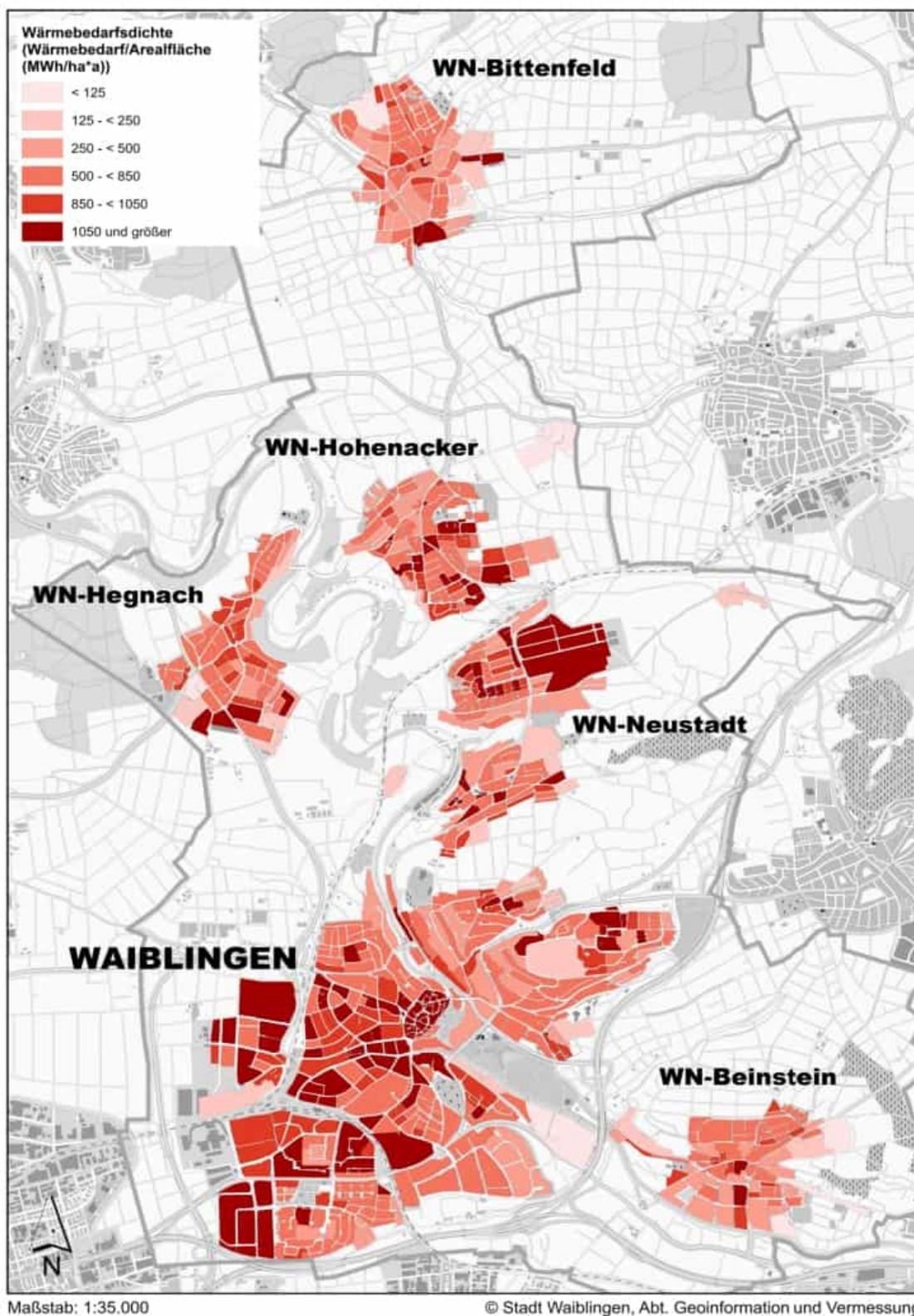


Abbildung 32: Wärmebedarfsdichte Ist-Zustand

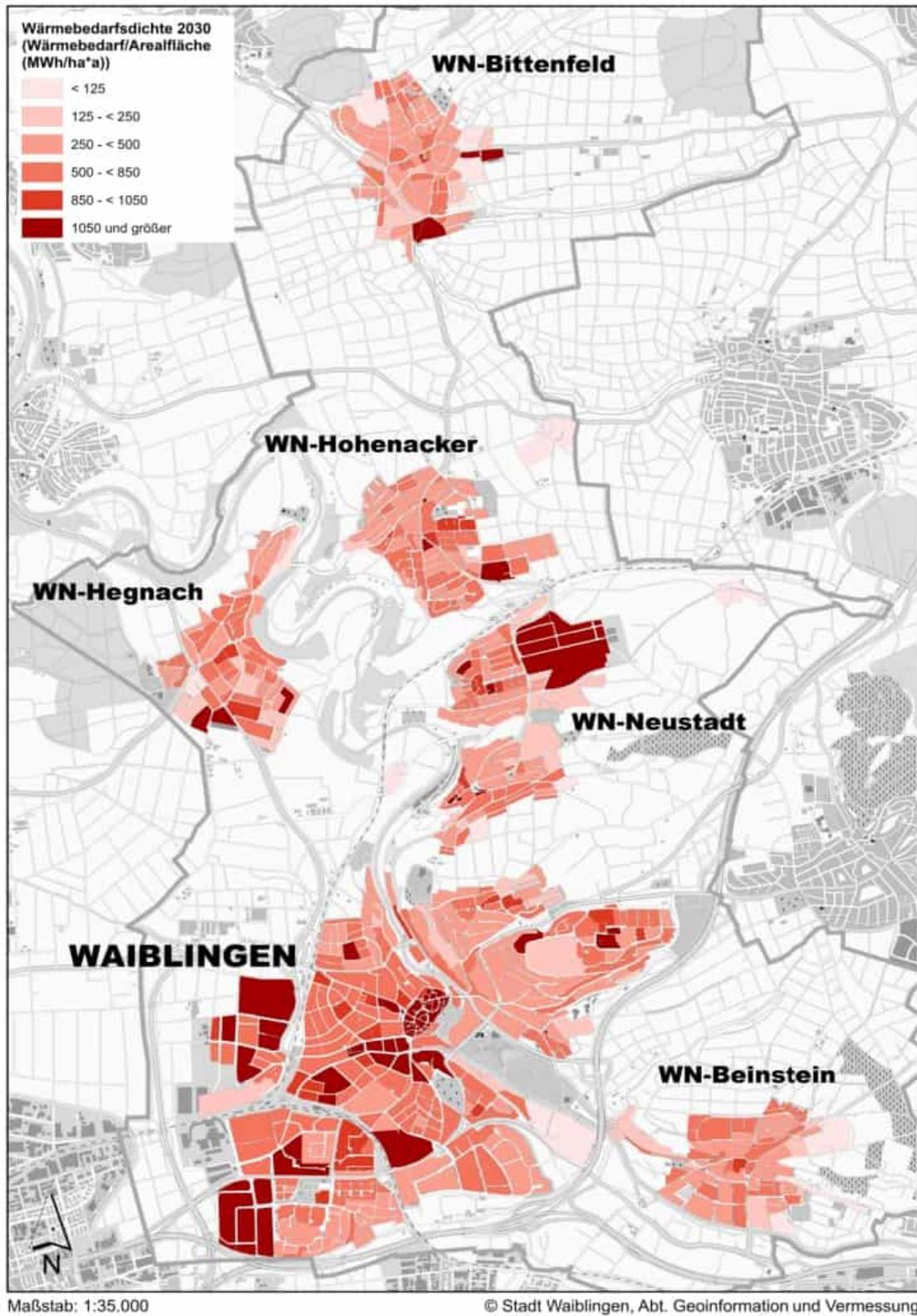


Abbildung 33: Wärmebedarfsdichte 2030

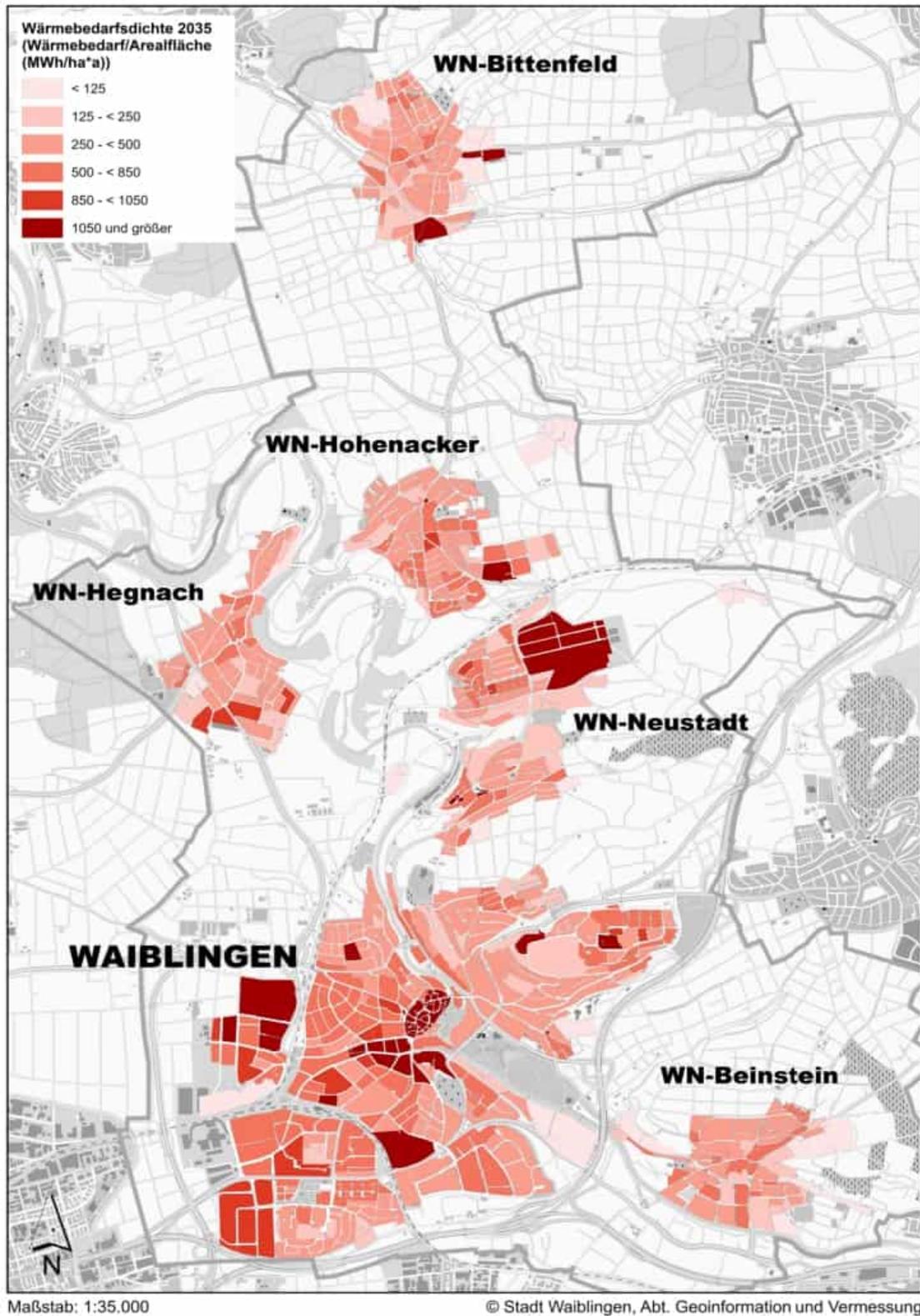


Abbildung 34: Wärmebedarfsdichte 2035

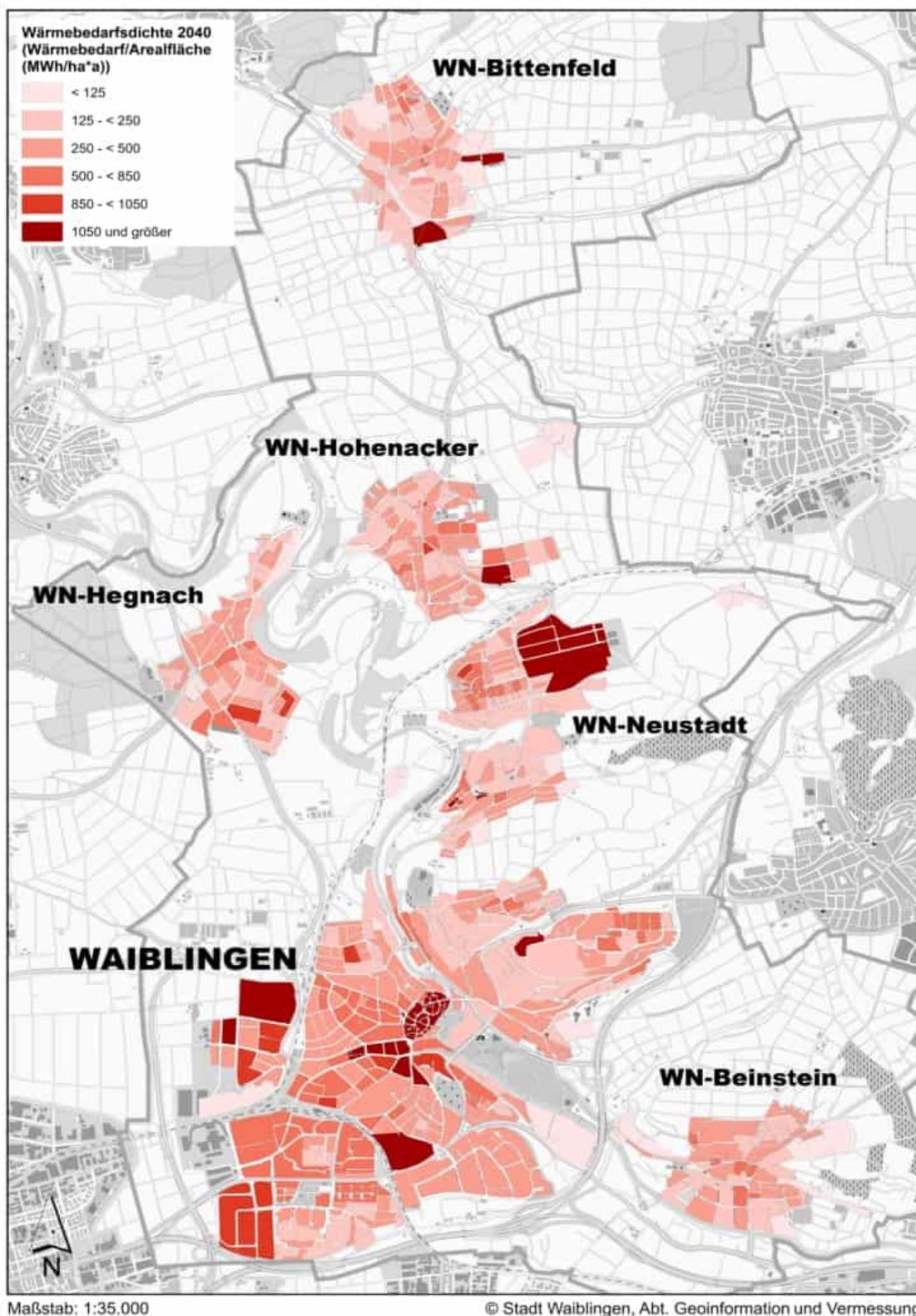
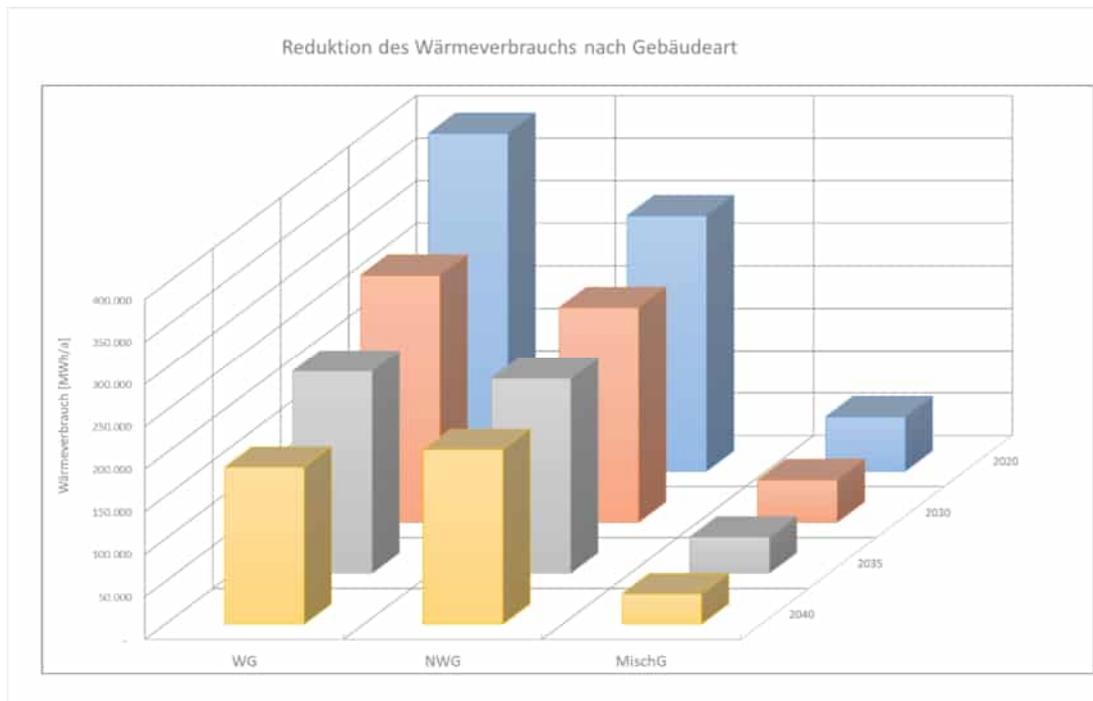


Abbildung 35: Wärmebedarfsdichte 2040

2.1.2. Energieeinsparung nach Sektoren bis 2030 und 2040



Die Szenarien versprechen eine Reduktion des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude um 26,8% (bis 2030) und um 40% (bis 2035) und 54% (bis 2040). Bei den Nichtwohngebäuden wird eine Einsparung bis 2030 um 15,9%, bis 2035 um 24% und bis 2040 um 32% prognostiziert. Die Reduktionsquoten bei gemischt genutzten Gebäuden liegen bis 2030 bei 22%, bis 2035 bei 33% und bis 2040 bei 44%.

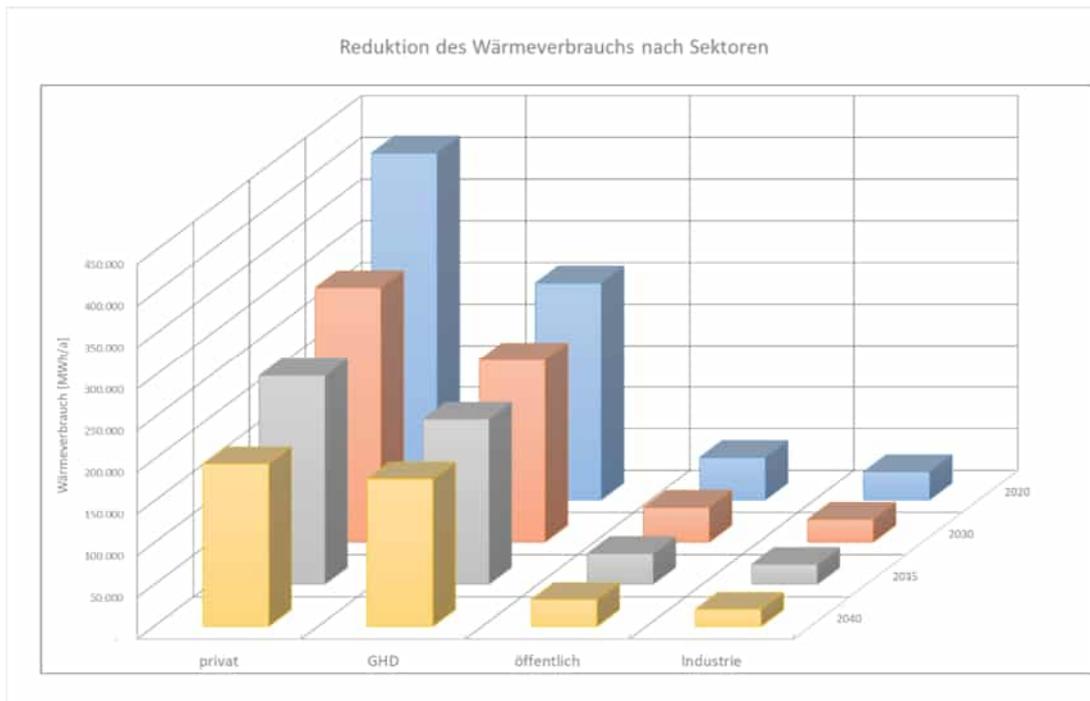


Die Zuordnung auf die Sektoren zeigt, dass der private Sektor den größten Anteil an den Verbrauchseinsparungen leisten wird. Bis 2040 wird über sich der Wärmeverbrauch von rund 397 GWh auf 184 GWh mehr als halbieren. Für die Zwischenschritte 2030 und 2035 werden Einsparungen gegenüber 2020 von 26% respektive 40% erwartet.

Das Gewerbe (GHD) fällt die Tendenz weniger stark aus. Von rund 291 GWh in 2020 bleiben 2040 noch gut 152 GWh Wärmeverbrauch. Die Einsparungen betragen 2030 rund 16%, 2035 rund 24% und 2040 in etwa 32%.

Bei öffentlichen Gebäuden wird eine stärkere Verantwortung hinsichtlich des Erreichens der Klimaziele erwartet. Trotzdem werden die Einsparungen mit 18% bis 2030, 27% bis 2035 und 36% bis 2040 nicht die des privaten Sektors erzielen. Der Verbrauch sinkt entsprechend von 50 GWh auf 32 GWh.

In der Industrie sind die Einsparungen tendenziell etwas höher. Die Einsparungen betragen 2030 rund 19%, 2035 rund 29% und 2040 in etwa 39%.



Rund 55% des Wärmeverbrauchs entfällt derzeit auf private Haushalte. Öffentliche Liegenschaften halten einen Anteil am Wärmeverbrauch von 7%. Dem Sektor GHD sind 34% der Verbräuche zuzuordnen und das verarbeitende Gewerbe (Industrie) verbraucht die restlichen 4%.

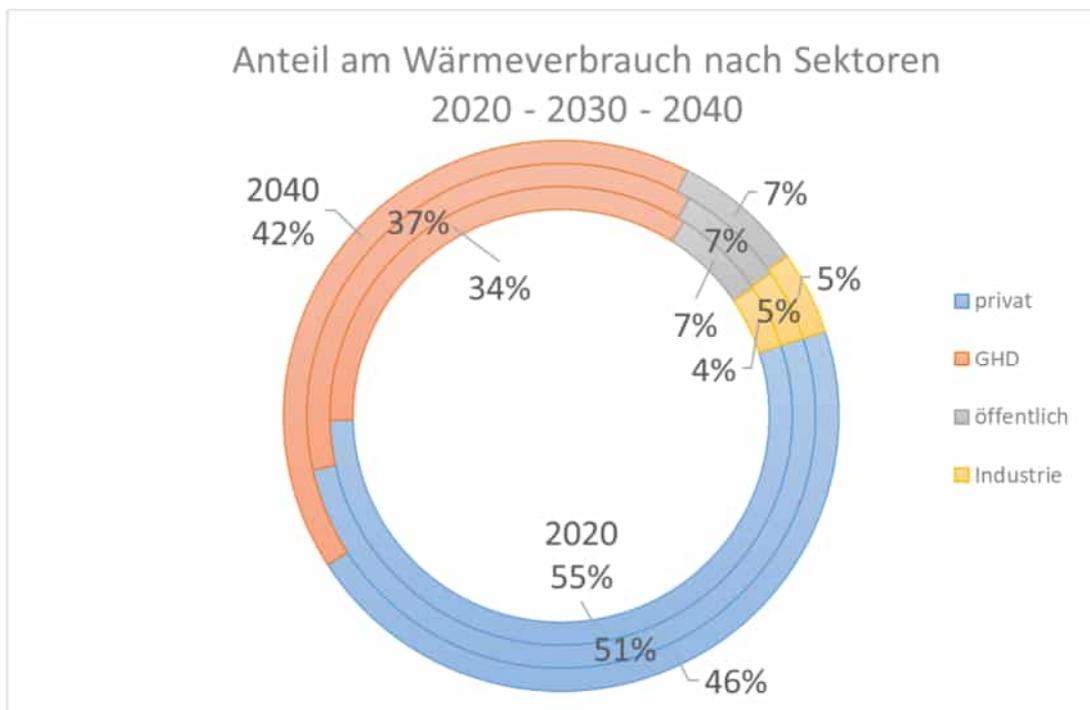


Abbildung 36: Wärmeverbrauch für 2020, 2030 und 2040 nach Sektoren (innerer Ring 2020; mittlerer Ring 2030; äußerer Ring 2040)



Entsprechend der Szenarien wird der Verbrauchsanteil des privaten Sektors auf 46% abnehmen. Gleichzeitig wird der Anteil des Gewerbes auf 42% zunehmen. Auch bei der Industrie sind Zuwächse auf 5% prognostiziert.

## 2.2. Erneuerbarer Wärme, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung

In der Potenzialanalyse Erneuerbare Energien werden alle verfügbaren regenerativen Energieträger mit ihrem wirtschaftlich nutzbaren Potenzial für die Gewinnung von Wärme- und Strom erfasst. Die derzeitige Nutzung dieses Potenzials wird ebenfalls ermittelt. Aus dem noch nicht genutzten Potenzial kann die Emissionsminderung des CO<sub>2</sub>-Äquivalents ermittelt werden.

Die ermittelten Werte beziehen sich in der Regel auf das technische Energiepotenzial.

### 2.2.1. Biomasse

Biomassepotenzial ist ein Begriff, der zur Abschätzung möglicher Beiträge der Biomasse am Energie- oder Rohstoffmarkt verwendet wird. Als Zielgröße gibt das Biomassepotenzial an, welche Anbauflächen oder Rohstoffmengen in einer Region zur Nutzung als nachwachsende Rohstoffe zur Verfügung stehen. Für die Berechnung von Biomassepotenzialen existieren derzeit jedoch keine standardisierten Qualitäts- bzw. Mindestanforderungen.

Die Frage, wie hoch das Bioenergiepotenzial ist und in welchem Umfang dies überhaupt genutzt werden kann, ist nicht eindeutig zu beantworten. Das Potenzial ist beträchtlich, insgesamt aber begrenzt. Der verstärkte Einsatz von Bioenergie birgt zudem Risiken: Einerseits bestehen Nutzungskonkurrenzen zu der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln sowie der Herstellung von Produkten und Materialien aus Biomasse. Zudem können Ökosysteme und die Qualität von Böden und Gewässern beeinträchtigt sowie die Artenvielfalt gefährdet werden. Beim Anbau von Energiepflanzen können darüber hinaus Treibhausgasemissionen entstehen, die den Beitrag der Bioenergie zum Klimaschutz erheblich schmälern würden. Art und Ausmaß dieser Risiken hängen von den eingesetzten Rohstoffen ab. Die geringsten Risiken birgt der Einsatz von Rest- und Abfallstoffen<sup>52</sup>, wobei hier die Akzeptanz von angrenzenden Nutzern ein kritischer Faktor sein kann.

Soll Biomasse verstärkt energetisch genutzt werden, gibt es dafür zwei Möglichkeiten: Entweder es gelingt, die landwirtschaftlichen Erträge von Energiepflanzen erheblich zu steigern. Die andere Möglichkeit besteht darin, den Biomassebedarf in anderen Nutzungsbereichen zu reduzieren. Das größte Potenzial dafür bietet eine Umstellung der Ernährungsweise auf überwiegend pflanzliche Produkte.<sup>53</sup>

Da beide Wege der Zielverfolgung aufgrund der internationalen Verflechtungen im Holz- und Agrarrohstoffhandel nicht regional gesondert betrachtet werden können, erübrigt sich es, Potenziale beim Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung zu erfassen.

Ein gut quantifizierbares Potenzial mit geringen sozialen und ökologischen Risiken bilden Rest- und Abfallstoffe. Im Gegensatz zu Holz und Agrarprodukten werden Rest- und Abfallstoffe

---

<sup>52</sup> Klepper, G./Thran, D.: Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik. Potenziale – Technologien – Zielkonflikte (Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft), München 2019.

<sup>53</sup> ebd.



nicht international gehandelt, da ein Transport über weite Strecken aufgrund ihrer geringen Energiedichte nicht wirtschaftlich ist. Gelänge es in Deutschland, bisher nicht erschlossene Potenziale an Rest- und Abfallstoffen zu erschließen, stünden etwa 200 bis 340 Terawattstunden zur Verfügung. Diese könnten je nach Entwicklung des Energieverbrauchs etwa 9 bis 17 Prozent des Primärenergiebedarfs decken. Durch eine Kaskadennutzung kann Holz zunächst stofflich, am Ende der Lebensdauer der Produkte dann energetisch verwertet werden. Auf diese Weise kann Biomasse insgesamt effizienter genutzt und eine Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Nutzung abgefedert werden.<sup>54</sup>

2.2.1.1. Status quo Biomasse in Waiblingen

Bodennutzung

Waiblingen hat eine Gemarkungsfläche von 4.275 ha. Der Anteil der Vegetationsfläche liegt mit 2.782 ha bei rund 65%. Auf landwirtschaftliche Flächen fallen dabei 2.093 ha und 643 ha sind bewaldet.

NUTZUNGSART	BODENFLÄCHE <sup>55</sup>	
	in [ha]	Anteil in [%]
<b>Siedlungsfläche</b>	<b>947</b>	<b>22,2</b>
Wohnbaufläche	458	10,7
Industrie- und Gewerbefläche	228	5,3
Tagebau, Grube, Steinbruch	2	0
Fläche gemischter Nutzung	70	1,6
Fläche besonderer funktionaler Prägung	69	1,6
Sport-, Freizeit, und Erholungsfläche	87	2
Friedhof	12	0,3
<b>Verkehr</b>	<b>507</b>	<b>11,9</b>
Straßenverkehr, Weg, Platz	472	11
Straßenverkehr	301	7
Weg	160	3,7
Platz	11	0,3
Bahnverkehr	35	0,8
<b>Vegetation</b>	<b>2.782</b>	<b>65,1</b>
Landwirtschaft	2.093	49
Wald	643	15
Gehölz	15	0,3
Unland/Vegetationslose Fläche	31	0,7
<b>Gewässer</b>	<b>39</b>	<b>0,9</b>
Fließgewässer	38	0,9
<b>Bodenfläche insgesamt</b>	<b>4.275</b>	<b>100</b>

<sup>54</sup> ebd.

<sup>55</sup> Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg



*Tabelle 14: Bodennutzung in Waiblingen*

Die Vegetationsflächen werden zu 75% landwirtschaftlich genutzt. Der Anteil der Waldfläche beträgt 23%.

#### Nutzung biogener Brennstoffe

Für die Erzeugung von Wärme und Strom aus Biomasse sind verschiedene Einsatzstoffe möglich. Die wichtigsten sind nachfolgend aufgeführt:

- Pflanzen und Pflanzenbestandteile und die aus Pflanzen oder Pflanzenbestandteilen hergestellten Energieträger.  
Das energetisch genutzte Holz kann in den Heizungen und Kaminen von Privathäusern verheizt werden. In diesem Falle wird in handliche Scheite zerkleinertes Brennholz benutzt, welches meist direkt aus dem Wald kommt, oder seit wenigen Jahren auch in Baumärkten erhältlich ist. Möglich ist jedoch auch eine vorherige Veredlung zu Hackschnitzel, Holzpellets oder Holzbriketts. Auch zur Herstellung von Holzkohle und Holzgas wird Energieholz eingesetzt.

Im Jahr 2015 betrug der Anteil fester biogener Brennstoffe am Endenergieverbrauch bei der Wärmeerzeugung in Waiblingen ca. 12 GWh und damit rund 2,4%<sup>56</sup> des lokalen Wärmeverbrauchs. Der größte Teil davon wird in traditionellen Anlagen wie Kaminöfen, Kachelöfen, Kamine, Beistellherde und sonstige Einzelfeuerstätten verbraucht.

- Bioabfälle und Nebenprodukte aus der Landwirtschaft  
Die Verwertung von Bioabfällen hat sich inzwischen als wichtiger Bestandteil der Abfallverwertung etabliert. Bioabfälle repräsentieren in Deutschland 30 bis 40 Prozent des Siedlungsabfallaufkommens. In Waiblingen werden in der Biotonne Pflanzenabfälle und Essensreste aus den Haushalten gesondert gesammelt. Diese Abfälle werden im Rems-Murr-Kreis zentral in der Biovergärungsanlage in Backnang-Neuschöntal energetisch verwertet.

Über die energetische Nutzung von Nebenprodukten aus der Landwirtschaft in Waiblingen liegen keine Daten vor.

- Landschaftspflegegut  
Als Landschaftspflegematerial gelten alle Materialien, die bei Maßnahmen anfallen, die vorrangig und überwiegend den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes dienen und nicht gezielt angebaut wurden.

Über die energetische Nutzung von Landschaftspflegegut in Waiblingen liegen keine Daten vor.

- Altholz und Restholz aus Betrieben der Holzbe- und -verarbeitung und der Holzwerkstoffindustrie

<sup>56</sup> Vgl. CO<sub>2</sub>-Bilanz Waiblingen (Datenstand 2019)



Aufgrund der unterschiedlichen Herkünfte von Althölzern kann Altholz in unterschiedlichem Maß mit Fremdstoffen belastet sein. Aus diesem Grund wird das Holz in § 2 Nr. 4 AltHolzV in vier Altholzkategorien aufgeteilt:

A I – naturbelassenes Holz, das lediglich mechanisch bearbeitet wurde,

A II – verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel,

A III – Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel,

A IV – mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle, sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I bis A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz.

In der energetischen Nutzung ist Altholz vor allem durch die Verbrennung in Biomasseheizwerken oder Biomassekraftwerken zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme relevant. Dabei darf entsprechend der Altholzklassifizierung A-I-Holz in allen Anlagengrößen verfeuert werden, während A-II- bis A-IV-Holz nur in Anlagen über 1 MW Feuerungswärmeleistung genutzt werden kann. Bei A-II-Holz ist zusätzlich eine Verbrennung in Kleinf Feuerungsanlagen der Holzverarbeitenden Industrie genehmigt. A-III- und A-IV-Holzverbrennungen erfordern umfangreiche Abgasreinigungstechnologien, die über die Bundes-Immissionsschutzverordnung (17. BImSchV) geregelt werden und die eine wirtschaftliche Verbrennung aufgrund des hohen technischen Aufwandes erst ab 10 MW Feuerungswärmeleistung ermöglichen.

- Durch anaerobe Vergärung erzeugtes Biogas  
Biogas wird in Biogasanlagen hergestellt, wozu sowohl Abfälle als auch nachwachsende Rohstoffe vergoren werden. Ausgangsstoffe sind biogene Materialien wie:
  - vergärbare, biomasse-haltige Reststoffe wie Klärschlamm, Bioabfall oder Speisereste
  - Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist)
  - bisher nicht genutzte Pflanzen sowie Pflanzenteile (beispielsweise Zwischenfrüchte, Pflanzenreste und dergleichen).
  - gezielt angebaute Energiepflanzen

In Biogasanlagen hergestelltes Biogas wird oftmals direkt vor Ort oder im engeren räumlichen Zusammenhang in so genannten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) gleichzeitig zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Nach einer umfassenden Biogasaufbereitung kann jedoch auch eine Einspeisung in das Erdgasnetz erfolgen. Nach Aufbereitung auf Erdgasqualität kann Biogas auch als Treibstoff in Kraftfahrzeugmotoren genutzt werden.

Im Jahr 2015 trug die Nutzung von Biogas bzw. Klärgas in Waiblingen mit 852 MWh rund 0,3 % zur Brutto-Stromerzeugung bei. Hier handelt es sich um die



Nutzung des Klärgases der Kläranlage Waiblingen. Die 1.560 MWh an Wärme aus Klärgas entsprechen einem Anteil von rund 0,3% am Gesamtwärmebedarf.

Zur Erfüllung des EWärmeG kann auch die Nutzung von Biogas oder Bioöl in Gas- oder Ölbrennwertkesseln einen Teil beitragen. Dazu muss Biomethan vom Netzbetreiber eingespeist werden. Eine entsprechende Einspeisungsanlage ist auf Waiblinger Gemarkung nicht vorhanden. Von außen zugeführte Biomethanmengen, wie die von den Stadtwerken abgegebenen 2.100 MWh Bioerdgas, werden in der Potenzialbetrachtung nicht gezählt.

### 2.2.1.2. Biomassepotenzialfläche

Das Potenzial für Biomasse, die standortunabhängig eingesetzt werden kann, ist nicht lokal begrenzt und wird daher nicht explizit berechnet. Hier soll lediglich darauf hingewiesen werden, inwieweit ein Ausbau der Biomasseproduktion und -nutzung auf Waiblinger Gemeindefläche theoretisch möglich ist.

In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, dass die energetische Nutzung von Biomasse, speziell die Nutzung von Anbaubiomasse, umstritten ist, da Nutzungskonflikte sowie Luftbelastungen z.B. durch Geruchsbildung damit einhergehen.

Für die zugrunde liegende Analyse des wirtschaftlichen Potenzials werden keine lokalen Biomassepotenziale zugrunde gelegt. Biomasse sollte nur dann eingesetzt werden, wenn die Effizienzpotenziale ausgeschöpft sind, andere Optionen nicht zur Verfügung stehen und ein energiewirtschaftlicher Mehrwert entsteht (z. B. Nutzung von Restholz oder Biomasseabfall).

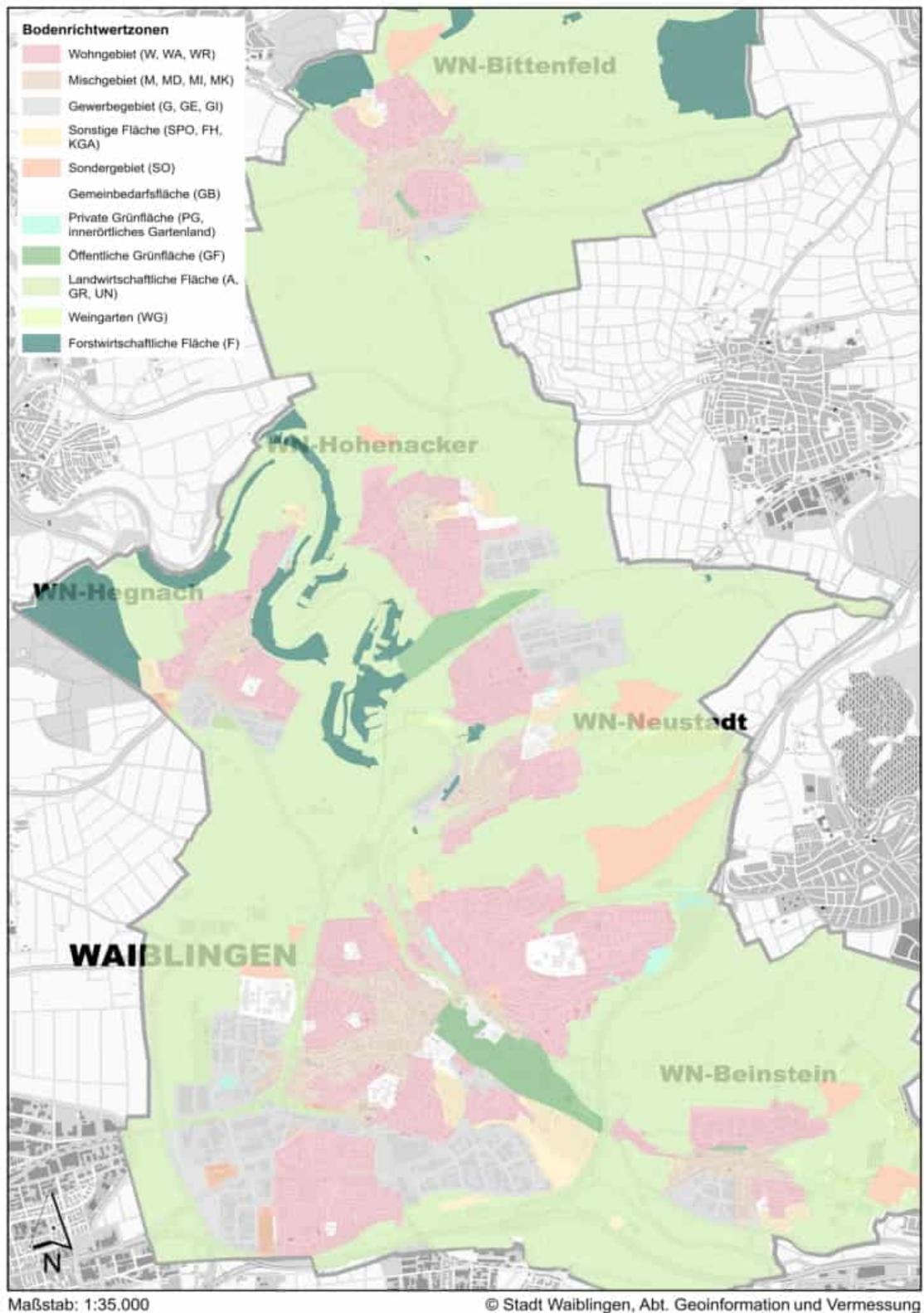


Abbildung 37: Biomassepotenzialfläche; Quelle: Geoportal Waiblingen<sup>57</sup>

<sup>57</sup> Anmerkung: Der Stadtwald ist in diesem Kartenausschnitt nicht vollständig abgebildet.



2.2.1.3. Potenziale aus der Forstwirtschaft

Die steigende Nachfrage nach Holzbrennstoffen hat im In- und Ausland teilweise zu einer Intensivierung der Waldnutzung geführt. So ist beispielweise die Zunahme der Holzentnahme in Afrika im Wesentlichen durch die Nutzung als Brennstoff getrieben.<sup>58</sup>

Durch die stark gestiegenen Ölpreise ist die Nachfrage nach Brennholz auch in Waiblingen sehr groß. Doch auch in heimischen Wäldern kann eine verstärkte Nutzung von Holz (insbesondere Waldrestholz) die Funktionen des Ökosystems beeinträchtigen und die Regenerationskapazitäten der Wälder übersteigen, so dass das Prinzip der Nachhaltigkeit nicht mehr gewährleistet ist. Laut den Richtlinien des FSC-Zertifizierungssystems<sup>59</sup> darf die planmäßige, jährliche Holznutzung im Durchschnitt des Planungszeitraums die nachhaltig nutzbaren Holz mengen nicht übersteigen.

Die Waiblinger Waldflächen werden vom Forstrevier Buoher Höhe bewirtschaftet. Diese führt alle zehn Jahre eine Inventur durch und bestimmt den Nachhaltshiebsatz. Der Nachhaltshiebsatz ist die Menge Holz, die jährlich nachhaltig genutzt werden kann. Für den Zeitraum von 2014 bis 2023 wurde dieser auf 30.700 fm festgelegt. Für 2019 ist eine Einschlagmenge von 3.200 fm geplant.

DISTRIKT	BEZEICHNUNG	MENGE [fm]
1	Hinterer Stadtwald	1000
2	Vorderer Stadtwald	1920
3	Beinsteiner Wald	0
4-7	Bittenfelder Wald	280
8+9	Hohenacker	0
10	Erbach	0
11	Hegnach	0
13	Gauchhalde	0
1-7	Zufällige Nutzung	0
<b>Gesamter Einschlag</b>		<b>3.200</b>

Tabelle 15: Holzeinschlag in Waiblingen

Die Sortimente von 1.950 fm Nadelholz und 1.250 fm Laubholz teilen sich folgendermaßen auf:

SORTIMENT	MENGE [fm]
<b>Stammholz</b>	1380
<b>Industrieholz</b>	750
<b>Brennholz</b>	750
<b>Nadelderbholz</b>	180
<b>Laubderbholz</b>	160

Tabelle 16: Holzsortimente Mengen

<sup>58</sup> State of the World's Forest. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011

<sup>59</sup> Forest Stewardship Council (FSC)



Das Brennholz wird an private Endverbraucher entweder als "Brennholz lang" oder als Flächenlos (Reisschlag) abgegeben. "Brennholz lang" sind ganze Stämme, die aus der Waldfläche herausgezogen und an befahrbaren Waldwegen abgelegt wurden. Die Stämme sind bereits ausgeastet und müssen nur noch auf die gewünschte Länge abgesägt und gespalten werden. Ein Flächenlos ist ein abgegrenzter Bereich im Wald, dessen Grenzen optisch markiert sind. In diesem Bereich kann der Brennholzkunde den nach dem Holzeinschlag dort verbliebenen Schlagraum (Äste, Baumgipfel, zerbrochene Stammteile) selbst aufarbeiten.

**Die Energieholzmenge in Waiblingen beträgt mit 750 Fm in etwa 1.500 MWh pro Jahr, was einem Anteil von rund 1% am Gesamtwärmebedarf der Stadt entspricht. Zählt man das Derbholz dazu kommen weitere 690 MWh Energiemenge dazu.**

Um die Menge an Energieholz zu steigern, kommen im Wesentlichen drei Ansätze zum Tragen:

- **Nutzungserhöhung**

Die Erhöhung der Einschlagsmenge ist grundsätzlich als nachhaltig zu sehen, solange der laufende jährliche Zuwachs nicht überschritten wird. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch die Altersverteilung der Wälder. Im Jungwald sollen Vorräte aufgebaut werden, in alten Waldbeständen kann auch eine kurzfristige Nutzung über dem laufenden jährlichen Zuwachs nachhaltig sein. Ein weiteres Kriterium ist auch die Baumartenzusammensetzung. Die Klimaänderungen werden sich auch bei den Bäumen bemerkbar machen. Häufiger vorkommenden Trockenperioden, Starkniederschläge und Sturmereignisse werden sich auch auf die Wälder und die Baumartenzusammensetzung auswirken. Zudem ist eine Zunahme der Stressfaktoren durch Schadinsekten wahrscheinlich. Unter Berücksichtigung der Klimaszenarien muss der Wald gegen diese Risiken vorbereitet werden.

In den Waiblinger Wäldern ist eine Nutzungssteigerung nicht möglich, ohne den Nachhaltigkeitsgrundsatz zu verletzen.

- **Sortimentsverschiebung**

Der Anteil an Stammholz, Industrieholz, Energieholz sowie Derbholz ist in den Hiebsätzen festgelegt. Durch eine Verschiebung von einem in ein anderes Sortiment kann eine Erhöhung der Energieholzmenge erfolgen, ohne dass eine Nutzungserhöhung vollzogen wird. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist eine Verschiebung von Stamm- und Industrieholzmengen in das Energieholzsortiment jedoch nicht vorteilhaft.

- **Agroforstwirtschaft und Kurzumtrieb**

Mit dem Begriff Agroforstwirtschaft werden Landnutzungssysteme bezeichnet, bei denen Bäume oder Sträucher mit Ackerkulturen oder Tierhaltung so auf einer Fläche kombiniert werden, dass zwischen den verschiedenen Komponenten ökologische und ökonomische Vorteilswirkungen entstehen. Als Urform des Agroforsts gilt die klassische Streuobstwiese.

Die Agroforstwirtschaft kann zu Bereitstellung von stark nachgefragten holzartigen Bioenergieträgern auf landwirtschaftlichen Flächen beitragen und auch die Biodiversität fördern. Für den Anbau eignen sich besonders Pappeln, aber auch Weiden und Robinien. Beim Kurzumtrieb kann die erste Ernte nach drei bis vier Jahren



erfolgen. Die Bäume sind dann bis zu sechs Meter hoch und bieten Schutz vor Wind und Sonne. Nach der Ernte treiben die Bäume wieder aus und sind nach weiteren drei bis vier Jahren wieder erntereif. Das Holz lässt sich als Brennstoff in Form von Holzhackschnitzeln verwerten.

Durch eine Kaskadennutzung kann Holz zunächst stofflich, am Ende der Lebensdauer der Produkte dann energetisch verwertet werden. Auf diese Weise kann Biomasse insgesamt effizienter genutzt und eine Konkurrenz zwischen einzelnen Nutzungsoptionen verringert werden.

#### 2.2.1.4. Landwirtschaft

Die landwirtschaftlich genutzten Flächen untergliedern sich in 77% Ackerland, 20% Dauergrünland und je 1,5% Obstanlagen und Rebland<sup>60</sup>.

Die Betrachtung der Potenziale aus der Landwirtschaft fokussiert sich auf die folgenden Bereiche:

- Energiepflanzen aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus der Viehhaltung sowie
- Biomasse aus Dauergrünland und Landschaftspflege

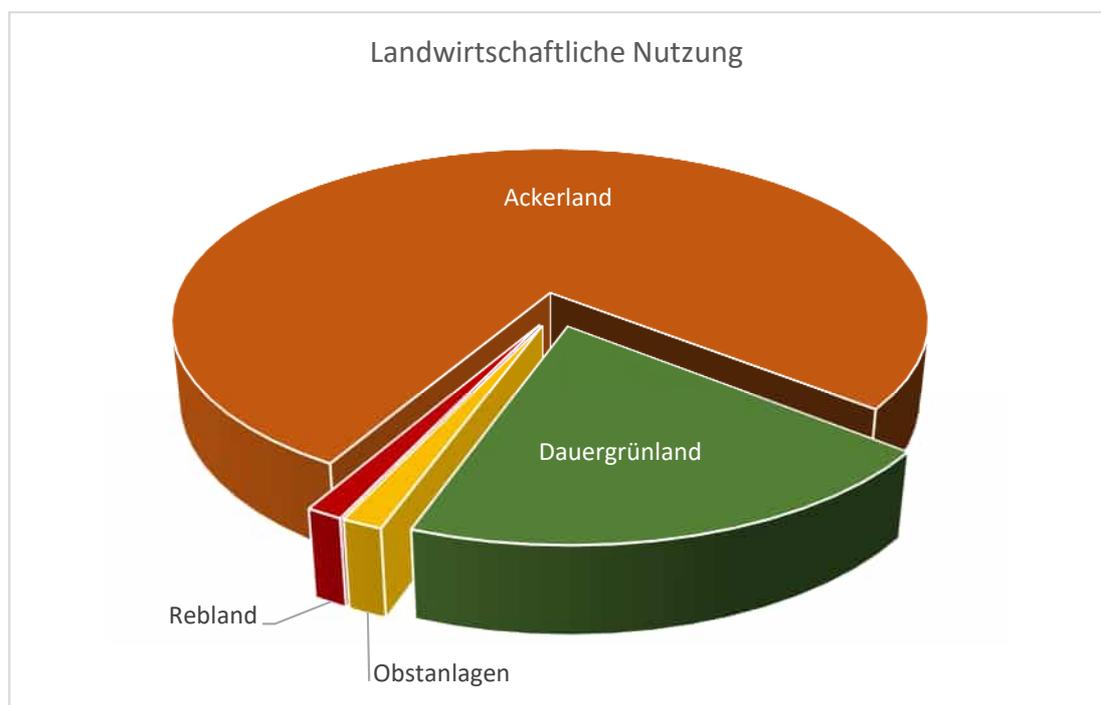


Abbildung 38: Nutzungsanteil landwirtschaftlich genutzter Flächen in Waiblingen

- Energiepflanzen auf Ackerflächen  
Das Umweltbundesamt hält den Anbau von Biomasse zum alleinigen Zweck einer energetischen Nutzung für nicht vertretbar – insbesondere wegen

<sup>60</sup> Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg



Nutzungskonkurrenzen um Anbauflächen und negativen Auswirkungen auf Wasser, Boden, Biodiversität und Naturschutz.<sup>61</sup>

Die energetische Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen stellt insbesondere in Ballungsregionen eine Verschärfung der ökologisch bereits vorher ungünstigen Situation dar. Bei Anbau-Biomasse für Energiezwecke ist zudem zu beachten, dass ihre Flächeneffizienz im Vergleich zu allen anderen Erneuerbaren Energien relativ gering und ihr Beitrag zum Klimaschutz im Vergleich zu anderen Möglichkeiten ineffizient ist.

Demgegenüber sind alternative Energiepflanzenkulturen sowie Anbausysteme wie Mischkulturen, Gehölzstreifen und Kurzumtriebsplantagen (KUP) hinsichtlich Agrarbioidiversität, Erosionsschutz und Bodenfruchtbarkeit deutlich günstigere Kulturen.

Jenseits der Biomasse aus potenziell konfliktreichem und inputintensivem Anbau sind andere Quellen von energetisch nutzbarer Biomasse deutlich weniger kritisch, z.T. können Synergieeffekte genutzt werden. Hierunter fallen biogene Rest- und Abfallstoffe, Landschaftspflegematerial und Sonderkulturen. Der Begriff Abfallbiomasse umfasst in diesem Kontext landwirtschaftliche Reststoffe, Grünschnitt aus der Landschaftspflege und Naturschutzmaßnahmen, Siedlungsabfälle und Abfälle aus der Nahrungsmittel-verarbeitenden-Industrie [...] sowie Ernterückstände. Die Nutzung dieser Materialien ist kaum mit gravierenden ökologischen und sozioökonomischen Auswirkungen verbunden.<sup>62</sup>

Eine Bewirtschaftung im Kurzumtrieb bedeutet bei der Gewinnung von Energieholz Umtriebszeiten von zwei bis vier Jahren. Vorhandene Nährstoffe aus einer landwirtschaftlichen Vorkultur wirken sich positiv auf die Nährstoffbilanz aus, wodurch in den ersten Jahren kein Düngereinsatz notwendig ist.

- Reststoffe aus Ackerflächen

Zahlreiche Biomassepotenzialstudien präsentieren z. T. unterschiedliche Ergebnisse von der gleichen Biomasse.<sup>63</sup> Eine Standardisierung von Biomassepotenzialberechnungen existiert bislang nicht. Insbesondere im Bereich der biogenen Reststoffe hat hierzu die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe Vorschläge erarbeitet.

In Deutschland fallen jährlich ca. 215 Millionen Tonnen landwirtschaftlicher Reststoffe an. Davon sind durchschnittlich ca. 30 Millionen Tonnen Stroh, die bisher nur in sehr geringen Mengen energetisch genutzt werden. Unter Stroh werden Ernterückstände von Getreide-, Ölsaaten- und Körnermaiskulturen verstanden. Zwischen 8 und 13 Millionen Tonnen Stroh könnten jährlich genutzt werden, ohne die Humusbilanz von Ackerflächen zu gefährden oder in Konkurrenz mit anderen Nutzungen zu treten.<sup>64</sup> Das höchste Potenzial für THG-Einsparungen ergibt sich bei der Verwendung in einem

---

<sup>61</sup> Umweltbundesamt (2012): Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen, Dessau-Roßlau

<sup>62</sup> ebenda

<sup>63</sup> Vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR): Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen – Status quo in Deutschland, Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe | Band 36

<sup>64</sup> Thrän, D.: Forschungsvorhaben im Bereich "Bioenergiesysteme" im Rahmen des Kompetenzfelds "Nachhaltigkeit von Bioenergie-Technologien".



Heizkraftwerk. Die hinsichtlich der THG-Vermeidungskosten ist die thermische Verwendung am effizientesten.

Stroh ist grundsätzlich auch für eine stoffliche Verwendung geeignet, insbesondere im Baubereich (Dämmung, Trockenbaumaterial).

In übergreifenden Studien<sup>65</sup> wird Beitrag zur Bedarfsdeckung bei Stroh ausschließlich zur Herstellung von Ethanol und zur vollständigen Verwendung im Kraftstoffbereich (bis 2030) bzw. als Grundstoff für die Chemische Industrie (bis 2050) angenommen.

In Waiblingen sind etwa 77% (ca.1.007. ha) der landwirtschaftlichen Nutzfläche Ackerland.

Die nachhaltigen Strohpotenziale sind abhängig vom Strohaufkommen in der Landwirtschaft, den Standortbedingungen sowie den Bewirtschaftungsformen. Die absoluten Mengen können nicht quantifiziert werden, da diese Daten weder auf Gemeindeebene nicht erfasst noch abgeschätzt werden konnten.

- Reststoffe aus der Viehhaltung

Bei der Nutztierhaltung fallen erhebliche Mengen an Reststoffen an. Neben tierischen Exkrementen in Form von Mist und Gülle sind dies auch Futtermittelrückstände und Einstreu. Tierische Exkremente werden zur energetischen Verwertung in Biogasanlagen eingesetzt. Aus technischer Sicht sind sie leicht zu verarbeiten. Gegenüber der direkten Ausbringung als Dünger und der Lagerung unvergorener Gülle, bietet die Vergärung Vorteile. Bei der Direktverwertung wird Methan freigesetzt. Durch die Verwertung in einer Biogasanlage wird die Gülle ausgefault und das entstehende Methan verbrannt, wodurch seine klimaschädliche Wirkung deutlich reduziert wird. Die Gärreste können schließlich als Dünger auf dem Acker ausgebracht werden. Dabei sind die Nährstoffe besser pflanzenverwertbar, als wenn die Gülle direkt ausgebracht wird.

Entscheidend für den Betrieb einer Biogasanlage ist, dass eine ausreichende Menge an Gülle und Mist zur Verfügung steht.

Die Viehhaltung in Waiblingen ist in den letzten Jahren um über 50% zurückgegangen. Von 43 Betrieben mit 1.048 Großvieheinheiten im Jahr 1999 sank die Zahl bis 2016 auf 17 Betriebe mit 520 Großvieheinheiten<sup>66</sup>. Einzig im Bereich der Pferdehaltung sind Zuwächse zu verzeichnen.

Zur Bestimmung des energetisch Nutzbaren Biomassepotenzials aus Exkrementen und Einstreu werden Rinder, Schweine und Hühner berücksichtigt.

**Insgesamt können in Waiblingen rund 5.300 m<sup>3</sup> Biogas aus den Reststoffen der Viehhaltung erzeugt werden. Diese entsprechen einer Energiemenge von rund 26,6 MWh pro Jahr.**

- Biomasse aus Dauergrünland und Landschaftspflege

In Waiblingen sind etwa 20 % (ca.259. ha) der landwirtschaftlichen Nutzfläche Dauergrünland. Dies sind zumeist extensiv bewirtschaftete Streuobstwiesen in denen

<sup>65</sup> Umweltbundesamt (2017): Den Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestalten, Dessau-Roßlau

<sup>66</sup> Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg



holziges und halmgutartiges Schnittgut anfällt. Ähnliches Material fällt auch bei der Landschaftspflege in Natur- und Landschaftsschutzgebieten, in gesetzlich geschützten Biotopen sowie in FFH-Gebieten sowie entlang von Straßen, Bahnlinien und am Uferbereich an.

Landschaftspflegematerial sowohl aus der freien Landschaft als auch aus kommunalen und privaten Grünflächen bietet ein Biomassepotenzial an, welches aus energetischer Sicht sowohl als Festbrennstoff als auch als Biogassubstrat eingesetzt werden kann.<sup>67</sup>

Zur Potenzialabschätzung werden Trockenmassewerte herangezogen. Für den Frischmassewert können die Erträge mit fünf multipliziert werden. Dahinter steht die Annahme, dass der Trockenmasseanteil bei 20 Prozent liegt, tatsächlich kann der Anteil auch bei 15 oder 30 Prozent liegen. Daher ist der Frischmasseertrag eine verhältnismäßig ungenaue Richtzahl zur Ertragsbestimmung.

Für die Nutzung der Biomasse wird bei halmartigen Erträgen eine Nutzung in einer Biovergärungsanlage angenommen. Holzartige Erträge werden über Hackschnitzel verwertet.

- Verkehrsgrün

Im Rahmen der Straßen- und Betriebsunterhaltung ist die Pflege der zur Straße gehörenden Rasenflächen, Gehölzpflanzungen und Bankette notwendig. Dabei fällt bei Mäharbeiten und bei der Gehölzpflege Biomasse an. Die Potenziale für das Verkehrsgrün werden über die Straßenfläche berechnet. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass innerstädtische Verkehrsflächen deutlich weniger Grünflächen an den Straßenrändern aufweisen. Die Straßenlänge in Waiblingen beträgt ca. 460 km innerörtliche Straßen und 50 km außerörtliche Straßen.

Die Berechnungen der theoretischen Biomassenpotenziale aus Verkehrsgrün werden auf Basis von Ertragskennzahlen aus der Literatur berechnet.<sup>68</sup>

- Uferbereich

Entlang von Fließgewässern muss im Zuge der Gewässerunterhaltung von Zeit zu Zeit die holzartige und halmgutartige Biomasse zurückgeschnitten werden. Die Potenzialermittlung im Bereich Uferbegleitgrün erfolgt anhand Ertragskennzahlen, da keine konkreten Informationen zum Mengenaufkommen vorliegen. Die Pflegeflächen von 0,2 ha Gehölz und 0,6 ha Rasenfläche je Uferkilometer werden bei der Ermittlung von den spezifischen Ertragszahlen berücksichtigt

- Streuobstwiesen

Streuobstwiesen prägen die Landschaft in Waiblingen entscheidend. Allerdings nimmt das Interesse an der Bewirtschaftung der Streuobstwiesen stetig ab. Gleichzeitig soll aber die Landschaft in ihrem Bestand erhalten werden. Neue Untersuchungen, Forschungs- und Pilotprojekte haben gezeigt, dass auch

---

<sup>67</sup> Kaltschmitt, M. et al (Hrsg.): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. 2. Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

<sup>68</sup> Rilling, S.: Potenzialanalyse zum theoretischen Biomasseaufkommen aus Landschaftspflegematerial, Rottenburg, 2013 Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Energetische Verwertung von Grünabfällen aus dem Straßenbetriebsdienst. Bergisch Gladbach, Dezember 2006



ökologisch wertvolle Landschaften wie Streuobstwiesen ohne negative Nebeneffekte wirtschaftlich nutzbar sind.<sup>69</sup>

Bei den Pflegemaßnahmen wird zwischen Baumschnitt und Mahd der Wiesen unterschieden. Bei der Ermittlung der Biomassenpotenziale aus Streuobstwiesen werden Ertragskennzahlen aus der Literatur herangezogen.

- **Grünland**  
Unter Grünland wird die freie, nicht intensiv landwirtschaftliche Fläche wie Feld- und Windschutzhecken, Gebüsch, Gehölzaufwuchs aber auch die Wiesen auf Schutzgebieten verstanden. Grünflächen, die dem Natur- oder Landschaftsschutz unterliegen, müssen aufgrund administrativer Vorgaben in regelmäßigen Abständen geschnitten werden, um die Ziele der Unterschutzstellung zu erreichen.
- **Grünanlagen**  
Kommunale Grünflächen sind Friedhöfe, Sportflächen, Parkanlagen, Grünstreifen, Freibäder, Spielplätze, Schulen und Sportplätze. Diese werden je nach dem zugrunde liegenden Pflegekonzept mehrfach im Jahr gemäht. Die anfallende Biomasse gilt als kommunaler Grünabfall. Der Anteil an Grünabfällen ist vegetationsbedingt und liegt im Zeitraum von Mai bis November deutlich höher als in den Wintermonaten. Die Eigenschaften der Abfälle variieren zudem stark, von holzartig im Frühjahr und Herbst bis halmgutartig durch Rasenschnitt im Sommer. Derzeit wird kommunaler Grünschnitt überwiegend als Abfallprodukt betrachtet und aus Kostengründen zum Zweck der Nährstoffrückführung vor Ort belassen oder kompostiert.

Für die halmgutartige Biomasse wird der Ertrag an Biogas mit 450 m<sup>3</sup> pro Tonne Trockenmasse angenommen<sup>70</sup>. Der genannte Wert ist ein Durchschnittswert, der flächenspezifisch zum Teil stark schwanken kann.

---

<sup>69</sup> Öko-Institut: Bioenergie und Naturschutz: Sind Synergien durch die Energienutzung von Landschaftspflegeresten möglich? Darmstadt, 2007

<sup>70</sup> Dunkelberg, E. et al.: Leitfaden für die Nutzung kommunaler, halmgutartiger Reststoffe in Mikrobiogasanlagen und Bestandsanlagen. Zentrum für Erneuerbare Energien, Freiburg, 2011

Vgl. auch: <https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/Biogasausbeuten-verschiedener-Substrate>



BEREICH	BEZUGSGRÖÖZE	ANFALL		MENGE	
		holz [t <sub>TM</sub> / km] [t <sub>TM</sub> / ha]	halmgut [t <sub>TM</sub> / km] [t <sub>TM</sub> / ha]	holz [t <sub>TM</sub> ]	halmgut [t <sub>TM</sub> ]
Innerörtliche Straßen	460	0,15	0,2	69	92
Außerörtliche Straßen	50	2	2	100	100
Schienenwege	9	2	2	18	18
Ufer	12	0,5	3	6	36
Streuobst-wiesen	132	1,5	5	198	660
Grünland	85	0,2	7	17	595
Grünanlagen	90	1,5	8	135	720
<b>Gesamt</b>				543	2221

Tabelle 17: Anfall holz- und halmgutartiger Biomasse aus der Pflege von Straßenbegleitgrün

Insgesamt können in Waiblingen rund 1.000.000 m<sup>3</sup> Biogas aus halmgutartiger Biomasse der Landschaftspflege erzeugt werden. Diese entsprechen einer Energiemenge von rund 5.000 MWh pro Jahr.

Die thermisch nutzbare Energiemenge der holzartigen Erträge betragen mit 530 t in etwa 2.700 MWh pro Jahr.

#### 2.2.1.5. Potenziale aus organischen Siedlungsabfällen

Aufgrund der in Deutschland geltenden Entsorgungs- und Verwertungspflicht sind die ungenutzten Potenziale im Bereich Siedlungsabfälle und industrielle Reststoffe gering bzw. nicht vorhanden.

Alle organischen Abfälle aus den Haushalten werden im Rems-Murr-Kreis bereits in der Biovergärungsanlage in Backnang-Neuschöntal energetisch verwertet.

Die Vergärungsanlage arbeitet im Trockenverfahren mit kontinuierlicher Beschickung der Gärbehälter. Das entstehende Biogas in einer Jahresmenge von rund 4,3 Mio. Norm-Kubikmeter wird in zwei Blockheizkraftwerken mit einer Nennleistung von jeweils 800 kW<sub>eI</sub> zu Strom, Wärme und Kompostdünger gewandelt. Die Gesamterzeugung an elektrischem Strom beträgt rund 10,2 Mio. kWh pro Jahr. Die beim Betrieb der Gasmotoren anfallende thermische Energie von rund 10 Mio. kWh pro Jahr wird zum überwiegenden Teil zur Trocknung von Klärschlamm an die benachbarte Klärschlamm-trocknungsanlage geliefert. Das feste Gärgut wird zu Fertigkompost verarbeitet, den anfallenden flüssigen Gärrest nehmen landwirtschaftliche Betriebe aus der Umgebung ab bringen diesen auf Ackerflächen aus.

#### 2.2.2. Geothermie

Geothermie kann durch verschiedene technische Verfahren genutzt werden. Prinzipiell wird bei der Geothermie zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie unterschieden.



Insgesamt gibt es in der Bundesrepublik 37 Anlagen in Betrieb, die das tiefe geothermische Potenzial nutzen. Der Anteil an der Stromerzeugung von 0,162 TWh am Gesamtstromverbrauch liegt bei unter 0,1%. Bei der Wärmeerzeugung aus tiefer Geothermie entspricht der Anteil unter 0,3%.<sup>71</sup> In Baden-Württemberg liegt dieser bei 0,4%.<sup>72</sup>

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie ist dagegen verbreitet. Diese nutzt den Untergrund bis zu einer Tiefe von ca. 400 m und Temperaturen bis 25°C für das Beheizen und Kühlen von Gebäuden. Hierzu wird die Wärme aus dem Erdreich und oberflächennahem Gestein oder aus dem Grundwasser gewonnen. 2017 betrug der Anteil an Geothermieanlagen in neu gebauten Gebäuden 7,8%, bei Wohngebäuden rund 10,5%.<sup>73</sup>

Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie werden in den Energiebilanzen nicht separat aufgeführt. Es werden lediglich Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von Umweltwärme im Allgemeinen, d.h. mit Nutzung von Luft, Grundwasser oder oberflächennaher Geothermie mit 1.345 GWh und einem Anteil von 7,5% an der Wärmeerzeugung in Baden-Württemberg benannt.<sup>74</sup>

Die geologischen Verhältnisse für die geothermische Nutzung von warmen und heißen Tiefenwässern (mit einem wirtschaftlich interessanten Temperaturniveau über 40 °C) sind im Rems-Murr-Kreis nicht günstig einzuschätzen.<sup>75</sup> Auf eine Betrachtung dieses Potenzials wird daher verzichtet.

#### 2.2.2.1. Potenzial oberflächennahe Geothermie

Geothermische Energie ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde.<sup>76</sup> Sie steht generell überall und jederzeit zur Verfügung und ist bei sachgerechter Bewirtschaftung praktisch unerschöpflich. Das nutzbare Potenzial der oberflächennahen Geothermie hat neben Einschränkungen infolge der Auswirkungen von Bohrungen oder Umweltrisiken auch Restriktionen auf der Abnehmerseite.

Folgende Sachverhalte schränken die Nutzung von Geothermie ein:

- Bergrechtliche Aspekte
- Regelungen des Lagerstättengesetzes
- Wasserwirtschaftliche Aspekte

Bei der Planung und der Durchführung der Bohrung sind geologische und hydrogeologische Verhältnisse zu beachten. Um Kenntnisse über das oberflächennahe geothermische Potenzial zu erlangen, hat das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau das Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) erstellt. Mit Hilfe der darin befindlichen Karten kann herausgefunden werden, wie hoch die zu erwartende spezifische Wärmeentzugsleistung am Standort ist.

---

<sup>71</sup> Quelle: Statistisches Jahrbuch 2018 - Kapitel 22 Energie

<sup>72</sup> Quelle: ZSW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017. Erste Abschätzung, Stand April 2018

<sup>73</sup> Quelle: Destatis: Baugenehmigungen / Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, 2017

<sup>74</sup> Quelle: ZSW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017. Erste Abschätzung, Stand April 2018

<sup>75</sup> Vgl. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie: Kreisweites integriertes Klimaschutzkonzept für den Rems-Murr-Kreis, 2012. Quelle: Schellschmidt & Stober 2008

<sup>76</sup> VDI-Richtlinie 4640



In weiten Teilen der Stadt Waiblingen ist mit mittlerer Effizienz von Bohrsonden zu rechnen.

Die KEA-BW stellt Daten zur Abschätzung des Erdwärmesonden-Potenzials zur Verfügung. Die Daten wurden in Zusammenarbeit mit der Universität Groningen, dem Institut für Gebäude- und Energiesysteme IGE an der Hochschule Biberach und dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau erstellt.

Die Daten sind jedoch aufgrund pauschaler, vereinfachter Annahmen nicht geeignet für die Planung von konkreten Einzelvorhaben, z.B. im Zuge der Genehmigungsplanung.

In Gebieten, in denen Erdwärmesonden-Bohrungen aufgrund von komplexen geologischen Verhältnissen und möglicher Gefahren im Einzelfall zu beurteilen sind, wurde kein Potenzial berechnet (Ausnahme bilden Teilflächen dieser Gebiete, in denen eine unkritische Bohrtiefe angegeben werden kann). Die geologischen Daten haben eine Unschärfe und sind nicht flurstücksscharf.

Die methodischen Grundlagen zur landesweiten Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials geben hierzu und der nachfolgenden Kartendarstellung weiteren Aufschluss.<sup>77</sup>

---

<sup>77</sup> KEA-BW: Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für Gemeinden in Baden-Württemberg. Karlsruhe, November 2023

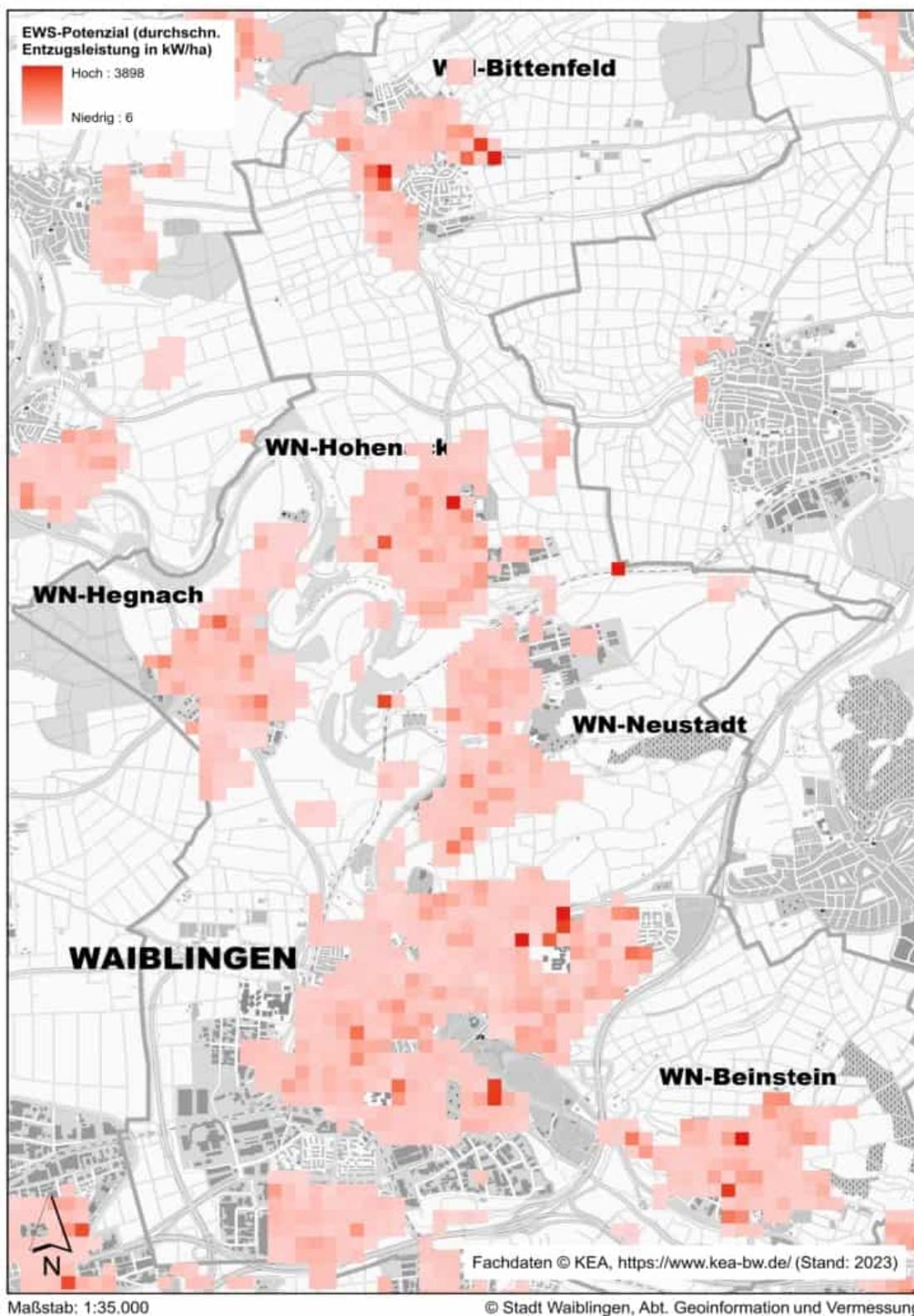


Abbildung 39: Erdwärmesondenpotenzial (EWS-Potenzial); Quelle: KEA-BW; Darstellung: Geoportal Waiblingen

2.2.2.2. Potenziale der Geothermie



In Waiblingen bestehen teils schwierige geologische und hydrogeologische Verhältnisse. Bohrtiefenbegrenzungen sind besonders häufig. Das Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) weist Bohrtiefenbegrenzungen in weiten Teilen der Kernstadt, in Beinstein, Neustadt und von Bittenfeld aus.

Unter bestimmten hydrogeologischen Voraussetzungen kann z.B. bei Bohrarbeiten das Grundwasser über die Erdoberfläche ansteigen. Dies geschieht, wenn das Grundwasser im Untergrund artesisch gespannt ist. Derartige Verhältnisse sind im Talbereich der Rems häufig. Beim Antreffen von artesisch gespanntem Grundwasser muss das Anbringen von Erdwärmesonden abgestimmt werden.

Aus Gründen des Grundwasserschutzes dürfen Erdwärmesonden in Wasserschutzgebieten grundsätzlich nicht gebohrt werden. In Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sind Erdwärmesondenanlagen mit wassergefährlichen Wärmeträgerflüssigkeiten nicht genehmigungsfähig.

Die Leistung einer oberflächennahen Geothermieanlage hängt vor allem vom Wärmebedarf und Temperaturniveau des zu beheizenden Gebäudes ab. Mit den einzelnen oberflächennahen geothermischen Nutzungssystemen lässt sich fast immer der jeweilige Wärmebedarf eines Wohnhauses decken. Jedoch ist nicht jedes System überall einsetzbar.

- Erdwärmekollektoren benötigen grundsätzlich große unbeschattete und versickerungsoffene Areale, die vor allem im dicht besiedelten, städtischen Bereich kaum zur Verfügung stehen.
- Erdwärmesonden benötigen zwar weniger Platz, einzelne Bohrungen können sich jedoch gegenseitig beeinflussen, sodass auch hier Abstände zueinander eingehalten werden müssen. Um zu verhindern, dass sich benachbarte Erdwärmeeinrichtungen gegenseitig beeinflussen, sollte die Temperaturänderung auf dem eigenen Grundstück weitgehend räumlich abklingen. Daher wird ein Mindestabstand zur Grundstücksgrenze von mindestens 5,0 m bzw. 6,0 m empfohlen. Bei einer Vielzahl benachbarter Erdwärmesondenanlagen in Wohngebieten sollten die gegenseitige Beeinflussung ermittelt und die Abstände und die Tiefen der Sonden optimiert werden.

Allgemein ist zu berücksichtigen, dass beim Einsatz der Erdwärme im Sinne einer effizienten Energienutzung das Gesamtsystem der Heizungsanlage betrachtet werden sollte. Dies bedeutet, dass die Vorlauftemperatur der Heizkreise möglichst niedrig gehalten wird. Zu erreichen ist dies durch einen guten Wärmeschutz der Gebäudehülle und großen Heizflächen. In Neubauten muss dies in den Planungen berücksichtigt werden. Bestandsgebäude sollten zunächst energetisch saniert und damit auf einen guten energetischen Stand gebracht werden. Hierdurch können die Voraussetzungen für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen und damit auch von geothermischen Anlagen deutlich verbessert werden. Zudem sind sofortige Energieeinsparungen möglich.

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie ist durch Faktoren begrenzt, die sowohl auf der Wärmequellenseite als auch auf Seiten der Wärmesenken liegen. Die Begrenzungen für das Potenzial sind dabei teilweise situationsbedingt. Bei der



Wärmequelle sind die Begrenzungen durch die Baudichte gegeben, da bei kleinen Grundstückszuschnitten Mindestabstände eventuell nicht eingehalten werden können und sich Erdsonden dann gegenseitig beeinflussen können.<sup>78</sup> Gegenmaßnahmen wären hier z. B. die Rekuperation des Erdreichs durch thermische Solaranlagen.

**All diese Aspekte lassen es wenig hilfreich erscheinen, das theoretische Potential der oberflächennahen Geothermie als Energiequelle zu berechnen, da immer eine Einzelfallbetrachtung notwendig ist.**

#### 2.2.2.3. Tiefengeothermie<sup>79</sup>

Bei der tiefen Geothermie wird geothermische Energie über Tiefbohrungen erschlossen und direkt genutzt. Die tiefe Geothermie beginnt bei einer Tiefe von mehr als 400 m und einer Temperatur über 20 °C. Üblich ist allerdings, von tiefer Geothermie erst bei Tiefen über 1000 m und bei Temperaturen über 60 °C zu sprechen. Die Temperaturverteilung im Untergrund wird beeinflusst durch

- konduktiven Wärmetransport im Gestein
- konvektiven Wärmetransport durch fließendes Grundwasser.

In Deutschland werden die Nutzungssysteme der tiefen Geothermie in hydrothermale und petrothermale Systeme untergliedert.

Bei den hydrothermalen Systemen wird überwiegend warmes bzw. heißes Grundwasser aus tief liegenden Aquiferen genutzt. In Baden-Württemberg werden in Abhängigkeit von der Tiefenlage Grundwassertemperaturen bis ca. 160 °C erreicht. Die Nutzung erfolgt meist direkt, ggf. über Wärmetauscher zur Speisung von Nah- und Fernwärmenetzen, zur landwirtschaftlichen bzw. industriellen Wärmenutzung oder für Thermalbäder bzw. für balneologische Zwecke. Prinzipiell ist ab ca. 100 °C eine Verstromung mittels zusätzlicher Technologien möglich. Sie ist jedoch erst ab etwa 120 °C mit nennenswertem elektrischem Wirkungsgrad wirtschaftlich.

Bei den petrothermalen Systemen erfolgt überwiegend eine Nutzung der im Gestein gespeicherten Energie, wobei die Durchlässigkeit und damit die natürliche Grundwasserführung des Gesteins niedrig ist. Zu den petrothermalen Nutzungssystemen gehören die so genannten „Enhanced geothermal Systems“ (EGS, alte Bezeichnung: Hot-Dry-Rock-System, HDR) und tiefe Erdwärmesonden. EGS sind primär zur Stromerzeugung vorgesehen, tiefe Erdwärmesonden ausschließlich für Heizzwecke.

Eine Zukunftsoption für eine Wärmeversorgung ohne klimaschädliches Kohlendioxid ist die Wärme aus tieferen Schichten des Erdmantels. Das Potenzial der tiefen Geothermie wird in Deutschland erst in Anfängen genutzt. Generell nimmt die Temperatur überall mit der Tiefe zu. Die Region Stuttgart liegt jedoch nicht in einem Gebiet mit besonders hoher thermischen Dichte. Das Potenzial kann hier allenfalls geschätzt werden. Daher sind hier erstmals nur Sondierungen notwendig.

---

<sup>78</sup> Vgl. Kübert, M.: Erdwärmesonden und Grenzabstände. Fachgespräch Erdwärme 2008

<sup>79</sup> Quelle: <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/tiefe-geothermie>

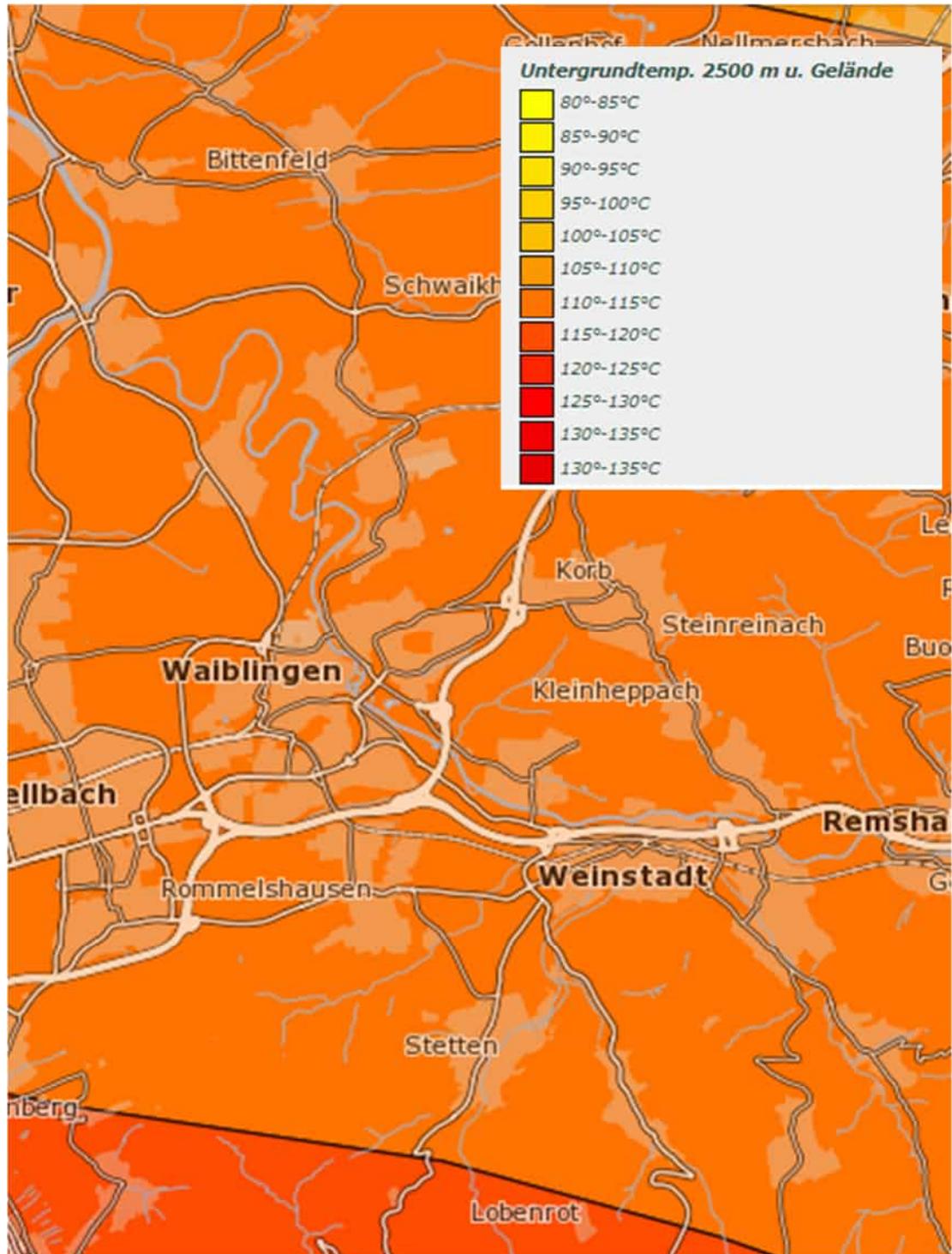


Abbildung 40: Untergrundtemperatur in 2500 m unter Geländeniveau; Quelle: LGRB-Kartenviewer



### 2.2.3. Umweltwärme aus Gewässern

Umgebungswärme umfasst die aus Oberflächengewässern entnommene und technisch nutzbar gemachte Wärme ein. Die Energiequelle ist jedoch zu kalt, um sie zum Heizen von Gebäuden unmittelbar nutzen zu können, weshalb Wärmepumpen eingesetzt werden. Für den Betrieb von Wärmepumpen zu Heiz- oder Kühlzwecken werden verschiedene Möglichkeiten der Wärmequellennutzung unterschieden:

- Direkt. Montage des Wärmepumpenkondensators im Gewässer.
- Indirekt: Ein Wärmetauscher wird in das Gewässer eingebracht und über Verankerungen an der Gewässersohle und am Uferbereich befestigt.
- Flusswasserentnahme: Wasser wird dem Fluss entnommen und nach Wärmeentnahme unterhalb wieder eingeleitet.

Obwohl die Wintertemperaturen in Oberflächengewässern niedrig sind, kann mit einer modernen Wärmepumpe Wasser auf über 60°C erwärmt werden. Daher kann das Wasser von Flüssen zum Heizen oder Kühlen verwendet werden. So verursachte Temperaturänderungen haben jedoch Auswirkungen und können in einem Fließgewässer zu einer kilometerlangen Wärme/Kältefahne führen. Die Errichtung und der Betrieb von Wärmetauscheranlagen in oberirdischen Gewässern sind nur mit einer wasserrechtlichen Erlaubnis zulässig.

Wärmetauscher werden in Verbindung mit Wärmepumpen zu Heizzwecken betrieben und können dann zu einer Absenkung der Gewässertemperatur führen, die von der Wärmeentzugsleistung der Wärmetauscheranlage und dem Abfluss im Gewässer abhängt. Die Gewässertemperatur ist ein wesentlicher gewässerökologischer Faktor. Abweichungen vom natürlichen Temperaturgeschehen nach oben und nach unten beeinflussen das Ökosystem.

Die in Gewässern gespeicherte und potentiell nutzbare Wärmeenergie hängt im Wesentlichen von der Wassertemperatur und dem Durchfluss ab. Die Wassertemperatur folgt in ihrem Verlauf dem der Lufttemperatur. Aus diesem Grund unterliegt auch sie jahreszeitlichen Schwankungen. Der Wärmeentzug ist rechtlich nicht beschränkt. Grundsätzlich kann eine moderate Abkühlung der Oberflächengewässer als positiv beurteilt werden, da sie die Auswirkungen des Klimawandels zumindest teilweise kompensieren.

Die Wärmenutzung im Winter ist vor allem durch die Effizienz des thermodynamischen Zyklus limitiert<sup>80</sup>. Auch wenn die Wärmenutzung einer Wärmequelle mit tiefer Temperatur möglich ist, benötigen solche Systeme generell eine Wassertemperatur von rund 3°C bis 5°C, damit die Wärmepumpen mit einer zufriedenstellenden Effizienz betrieben werden können.

An der Rems sind die Temperaturen am durchschnittlich 10 Tagen im Jahr unter 4°C.<sup>81</sup>

Für die thermische Nutzung der Rems wird angenommen, dass sich die Temperatur bei der verfügbare Abflussmenge von 0,88 m<sup>3</sup>/s (Schüttelgraben) bzw. 0,945 (Neustadt) um - 2 K verändert. Pro Kubikmeter Wasserentnahme pro Stunde kann eine thermische Leistung von 4,5 bis 7 kW aus dem Flusswasser erreicht werden. Die Maximalleistung ergibt sich damit zu 3,7 MW bzw. 4 MW pro Jahr.

<sup>80</sup> Gaudard et al.: Thermische Nutzung von Oberflächengewässern. Aqua&Gas No.5, 2017

<sup>81</sup> Quelle: Daten- und Kartendienst der LUBW

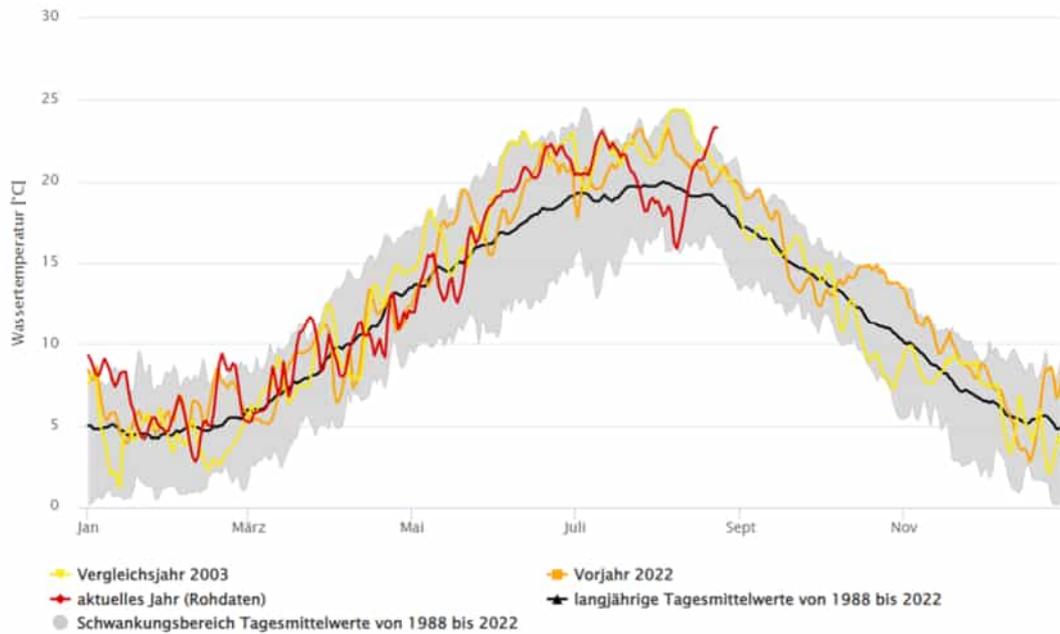


Abbildung 41: Jahresgang der Tagesmittelwerte der Rems (Neustadt); Quelle: LUBW

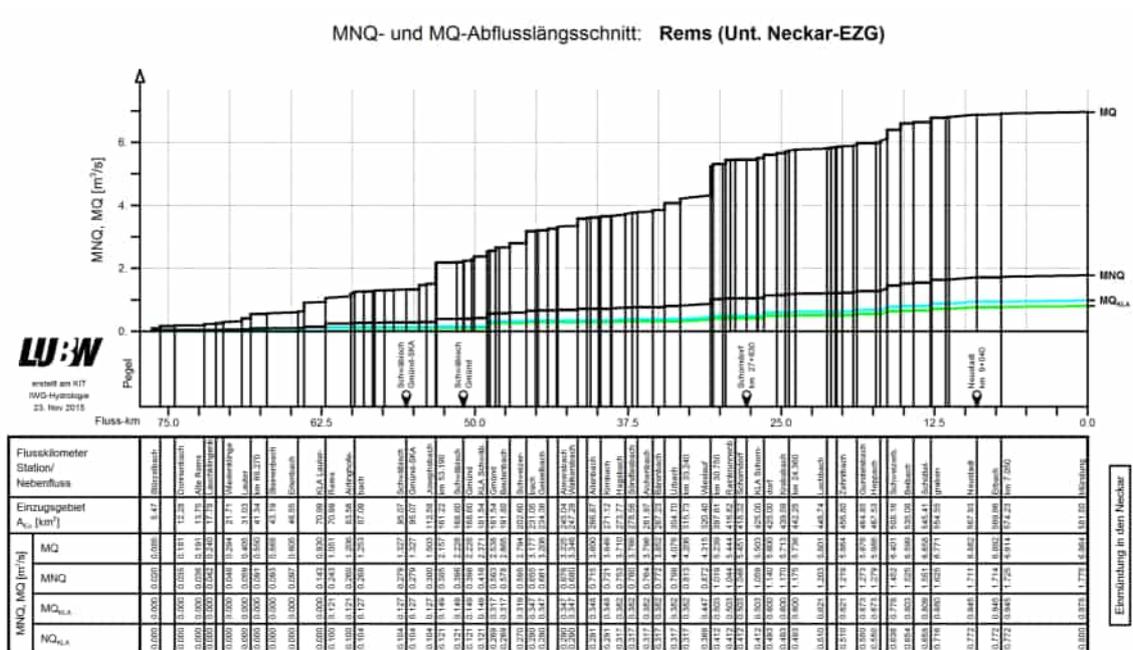


Abbildung 42: Abflusslängsschnitt der Rems

Das gewässerseitige Potenzial entspricht der aus dem Fluss extrahierbaren thermischen Energie. Bei Wärmenutzung kommt ein zusätzlicher Teil der Wärme von der elektrischen Energie der Wärmepumpe. Bei einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 250 Tagen im Jahr und einem gewichteten COP von 4,5 lässt sich das Wärmepotenzial des Remswassers somit auf rund 27 GWh/a errechnen. Dies entspricht in etwa 4% des Waiblinger Wärmeverbrauchs.

### 2.2.4. Solarthermie

Für die Bewertung des Einsatzes Erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung wurden Datenquellen aus dem Solaratlas Baden-Württemberg ausgewertet. Dieser enthält sämtliche



solarthermischen Anlagen, die im Rahmen des Marktanreizprogramm in Waiblingen gefördert wurden. Dabei gilt es zu beachten, dass nur Anlagen enthalten sind, die tatsächlich eine Förderung erhalten haben.

Die Angaben zu Solarkollektorflächen liegen nicht adressscharf vor, so dass hier nur eine Auswertung auf PLZ-Ebene vorgenommen werden kann. Anhand der bundesdeutschen Entwicklung wird noch eine Ergänzung um Anlagen vorgenommen, die nicht gefördert werden und daher in der Datenbank nicht enthalten sind (rund 25%).

In der Wärmebereitstellung versorgen solarthermische Anlagen bundesweit mit annähernd 9.000 MWh rund 0,7% der benötigten Energie. Für Baden-Württemberg lieferten im Jahr 2017 Solarthermieanlagen 1.719 GWh Wärme mit einem Anteil am Gesamtwärmeverbrauch von 1,2%.<sup>82</sup> Dieser Wert ist seit einigen Jahren stabil.

Mit dem EWärmeG verabschiedete das Land Baden-Württemberg 2007 das in Deutschland erste Landesgesetz seiner Art. Ziel ist, den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung zu erhöhen. Das 2015 novellierte EWärmeG schreibt vor, dass bei einem Heizungsanlagen austausch in bestehenden Wohn- und Nichtwohngebäuden 15% des Wärmeenergiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden muss oder entsprechende Ersatzmaßnahmen geleistet werden müssen. Aus der Evaluation des Gesetzes<sup>83</sup> geht hervor, dass der Anteil der Solarthermie über den gesamten Zeitverlauf des EWärmeG sukzessive abnimmt. Es zeigt sich zudem, dass die Solarthermie gerne in Kombination mit anderen Erfüllungsoptionen (z.B. Biogas-Beimischung, Dämmung oder SFP) verwendet wird. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass zahlreiche Verpflichtete mit reinen Trinkwasseranlagen den geforderten 15 % Pflichtanteil nicht erreichen und somit eine weitere Erfüllungsoption benötigen, um auf den gesetzlichen Pflichtanteil zu kommen.<sup>84</sup> Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass das wirtschaftliche Potenzial der Solarthermie aufgrund günstigerer konkurrierender Systeme derzeit eher kleiner wird.

Zum Umfang der Solarthermieanlagen in Waiblingen stehen keine gesicherten Erkenntnisse zur Verfügung. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Anteile an der Wärmeversorgung denen von Baden-Württemberg entsprechen.

Bei einem Gesamtwärmebedarf von rund 762 GWh/a und einem solaren Deckungsanteil von 1,2% werden in Waiblingen rund 9.150 MWh solare Wärme erzeugt. Mit der Annahme, dass dies hauptsächlich Trinkwarmwasseranlagen sind, die einen durchschnittlichen jährlichen Energieertrag von 400 kWh pro Quadratmeter Aperturfläche erzielen, sind rund 22.900 m<sup>2</sup> Kollektorflächen auf den Wohngebäuden (hauptsächlich selbst genutzte Ein- und Zweifamilienhäuser) installiert.

Der Energieatlas Baden-Württemberg zeigt Daten und Karten für die Installation von Solaranlagen auf Dachflächen von Gebäuden und Bauwerken sowie die Nutzung von Freiflächen für PV-Anlagen.

---

<sup>82</sup> Quelle: Hrsg. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2019. Stand Oktober 2020

<sup>83</sup> Pehnt, M. et al.: Evaluation des Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) Endbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Heidelberg, 2018

<sup>84</sup> ebd.



Für den Energieatlas Baden-Württemberg wurde 2012 eine landesweit flächendeckende Modellrechnung zur Eignung der Hausdächer für die Photovoltaiknutzung durchgeführt.<sup>85</sup> Die Angaben im Energieatlas beziehen sich auf die Nutzung zur Stromerzeugung. Grundsätzlich können diese Flächen auch zur Nutzung für die Gewinnung von Wärme verwendet werden.

Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein, aus den hochaufgelösten Laserscandaten errechnetes, digitales Oberflächenmodell. Das Modell ermöglicht die genaue Berechnung der solaren Einstrahlung und Abschattung durch umliegende Gebäude und Vegetation. Verschattete Dachflächenbereiche, die für die Nutzung von Solarenergie ungeeignet sind, werden dadurch in der Potenzialanalyse berücksichtigt.

Die Art der Gebäudenutzung hat einen Einfluss auf die Ausschöpfung des technischen Dachflächenpotenzials. So ist zum Beispiel bei Gewerbe- und Industriegebäuden der Anteil von Flachdächern hoch, was eine Aufständigung der Module notwendig macht. Dadurch wird die potenziell nutzbare Fläche verkleinert. Im Energieatlas wird differenziert in

- Wohngebäude
- Kombinierte Wohn- und Nichtwohngebäude
- Büro- und Verwaltungsgebäude
- Gebäude mit sozialer oder gemeinschaftlicher Nutzung
- Gebäude mit gewerblicher Nutzung
- Sonstige Gebäude

Das Dachflächenpotenzial für den Energieatlas wurde zusätzlich nach der Nutzung der Gebäude aufgeschlüsselt. Somit haben Wohngebäude einen Anteil von 43% am Dachflächenpotenzial, kombinierte Wohn- und Geschäftsgebäude 6%, Büro- und Verwaltungsgebäude 18% und Gebäude mit sozialer oder gemeinschaftlicher Nutzung 9%, Gebäude mit gewerblicher Nutzung 19% und sonstige Gebäude 5%.

---

<sup>85</sup> vgl. Energieatlas Baden-Württemberg. <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflachen/hintergrundinformationen>

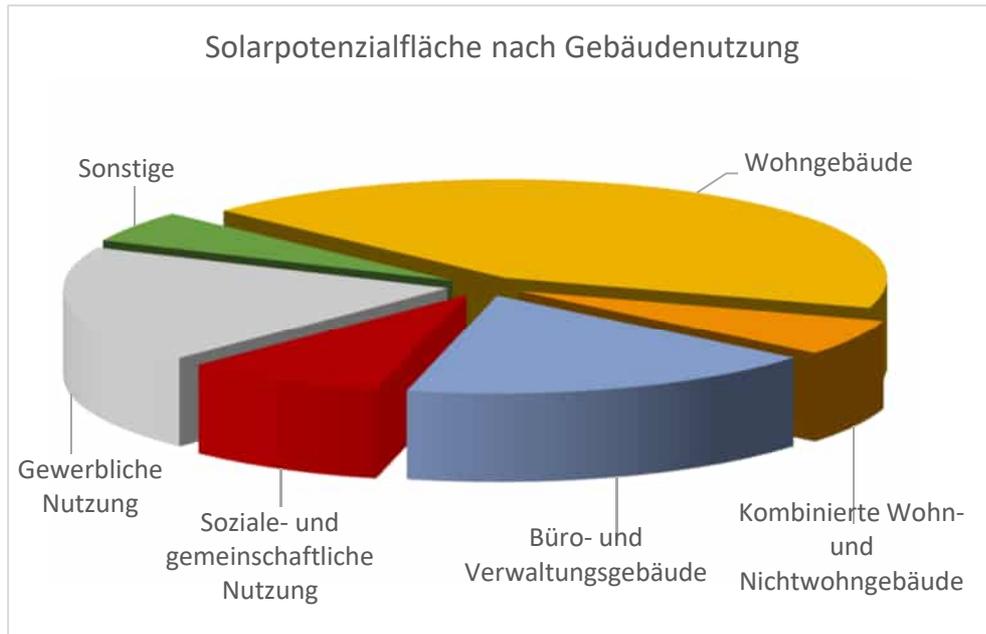


Abbildung 43: Solarpotenzialfläche nach Gebäudenutzung

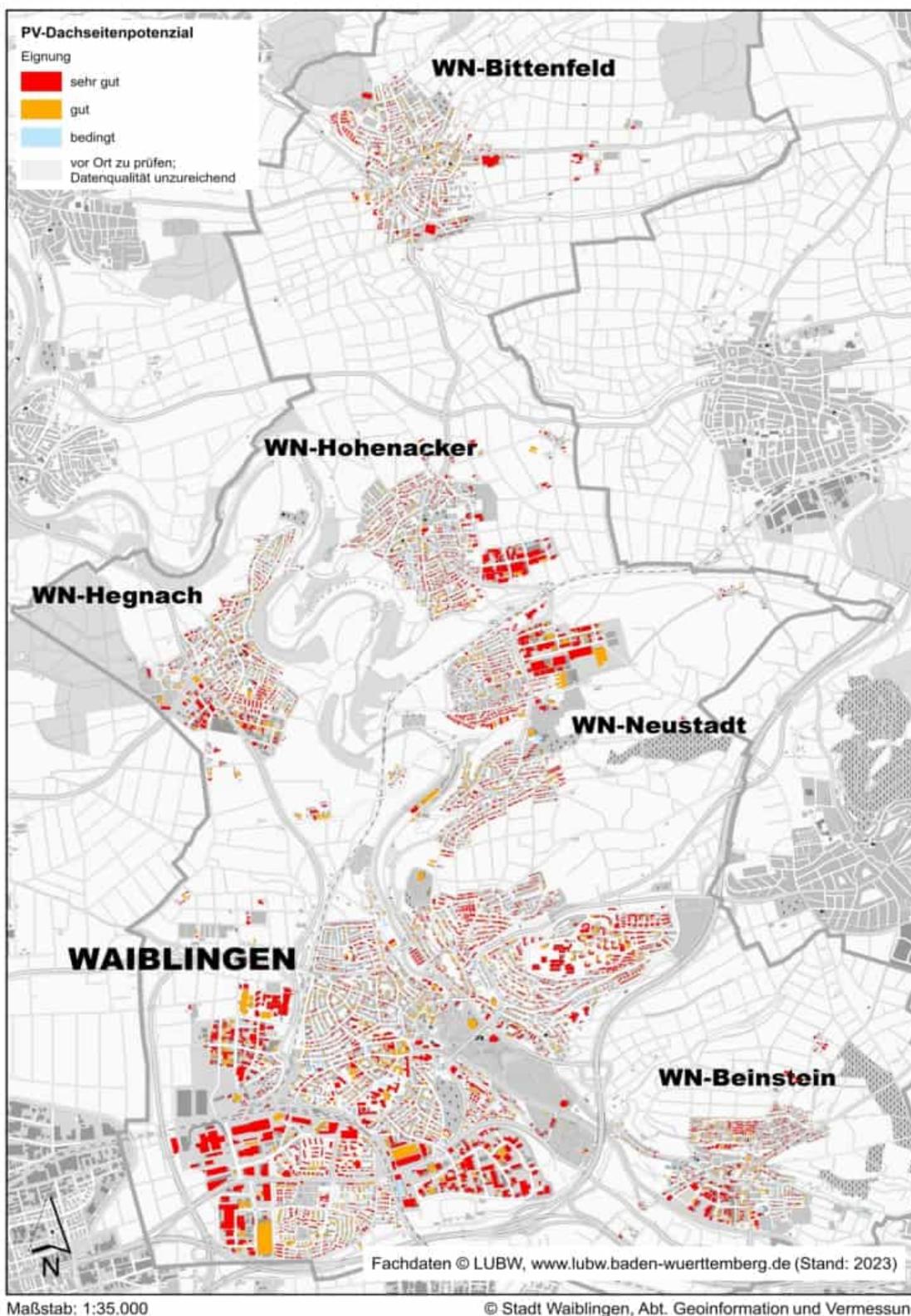


Abbildung 44: Solares Dachflächen zur Solarenergienutzung

Die Karte zeigt, welche Dachflächen in Waiblingen für Solarenergienutzung geeignet sind. Vier Eignungsstufen werden unterscheiden:

- sehr gut geeignet: 95 - 100 % der maximal nutzbaren Einstrahlungsenergie



- gut geeignet: 80 - 94 % der maximal nutzbaren Einstrahlungsenergie
- bedingt geeignet: 75 - 79 % der maximal nutzbaren Einstrahlungsenergie
- vor Ort zu prüfen: < 75 % der maximal nutzbaren Einstrahlungsenergie

#### 2.2.4.1. Dachflächen von Wohngebäuden

Der Energieatlas Baden-Württemberg berechnet die Daten und Karten nur für die Installation von Photovoltaik-Modulen auf Dachflächen von Gebäuden und Bauwerken. Direkte Rückschlüsse für die Nutzung der Flächen für Solarthermie-Anlagen können daraus nicht gezogen werden.

Aufgrund der Vielzahl und der sehr stark voneinander abweichenden Aggregationsebenen der Eingangsdaten ist es nicht möglich, ein einzelnes in sich geschlossenes integrales Modell für die Potenzialermittlung aufzustellen. Hinsichtlich der solarthermisch substituierbaren Energiemenge, d. h. wie viel fossile Energie durch den Einsatz von Solarthermieanlagen eingespart werden kann, ist die Höhe des Endenergieverbrauchs ausschlaggebend. Diese hängt vom energetischen Zustand des Gebäudes und der klimatischen Lage ab. Der gewählte Ansatz zur Potenzialbestimmung berücksichtigt zudem den Energiebedarf der Gebäude für Raumwärme und Warmwasser.

Mit 51,6 Prozent stellen Gebäude mit einer Wohneinheit den größten Anteil der in Waiblingen vertretenen Gebäudetypen. Darunter fallen Einfamilienhäuser, Doppelhaushälften und Reihenhäuser. Weitere 20,6 Prozent sind Zweifamiliengebäude. Insbesondere für diese Gebäudetypen zeigt sich ein großes solarthermisches Potenzial, welches vielfach noch nicht erhoben wurde.

In Baden-Württemberg sind 15,8% aller Einfamilienhäuser mit einer solarthermischen Anlage versehen.<sup>86</sup>

Der Größte Teil der Wohnungen liegt demgegenüber in Mehrfamiliengebäuden. Durch differenzierte Eigentums- und Mietverhältnisse ist dieser Gebäudetyp für die Erschließung des solarthermischen Potenzials schwieriger.

Rund 74,3% der Gebäude werden von Zentralheizungen versorgt, bei denen eine solarthermische Anlage prinzipiell möglich ist, sofern die Heizungsanlage auch die Warmwasserbereitung einschließt. Aussagen dazu sind in den elektronischen Kheirbüchern nicht erhoben.

Die Potenzialermittlung der substituierbaren Energiemengen erfolgt getrennt für solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. Ziel der Anlagen ist es, hohe solarthermische Deckungsanteile zu erzielen.

Der Warmwasserbedarf eines Gebäudes hängt im Wesentlichen von der Belegungszahl, dem personenspezifischen Warmwasserverbrauch und dem Temperaturniveau ab. Diese Werte liegen jedoch als statistische Werte nicht vor. Für die Berechnung werden flächenspezifische Werte in Abhängigkeit des Gebäudetyps angesetzt. Hiermit wird unterstellt, dass größere Gebäude eine höhere Personenbelegung und damit einen höheren Wert für den Warmwasserbedarf aufweisen.<sup>87</sup> Der solarthermisch

---

<sup>86</sup> Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2018

<sup>87</sup> Vgl. Conradini, R. Regional differenzierte Solarthermie-Potenziale für Gebäude mit einer Wohneinheit. Dissertation, München 2013



substituierbare Endenergieanteil für die Warmwasserbereitstellung wird für die einzelnen Gebäudekategorien jeweils pauschal angesetzt. Bei Mehrfamiliengebäuden ist der Deckungsanteil geringer, da hier spezielle Regelungen zur Vermeidung von Legionellen in den meisten Fällen vorgeschrieben sind, durch die das Temperaturniveau in der Anlage erhöht werden muss, und damit den solaren Deckungsanteil einschränken.

	EFH UND ZFH [kWh/m <sup>2</sup> a]	MFH [kWh/m <sup>2</sup> a]
WW-Bedarf	12,7	13,8
Solarthermisch substituierbarer Anteil	9,8	8,3

Tabelle 18: Warmwasserbedarf von Wohngebäuden nach Gebäudeart

Für die solarthermische Heizungsunterstützung ist es nicht möglich Standardwerte anzugeben, da der Deckungsgrad wesentlich gebäudeseitig bestimmt wird. Hier spielen die Heizzeiten eine erhebliche Rolle. Wenn die Wärmenachfrage und das solare Strahlungsangebot stark divergieren, sinkt der solare Deckungsanteil. Bei gut gedämmten Gebäuden mit geringem spezifischen Wärmebedarf muss in der Übergangszeit wenig geheizt werden. Damit verlieren konventionell konzipierte Solarthermieanlagen einen großen Anteil ihres Einsparpotenzials. Als Näherung kann der spezifische Wärmeverbrauch herangezogen werden. Unter der Annahme von Sanierungstätigkeiten, wird sich der Wärmeverbrauch über die Jahre ändern, weshalb dies ebenfalls berücksichtigt werden muss.

SPEZ. WÄRMEVERBRAUCH <sup>88</sup>	2020	2030	2035	2040
unter 50 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
50 – 100 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	7,0%	5,0%	0,0%	0,0%
100 – 150 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	9,0%	7,5%	5,0%	0,0%
150 – 200 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	11,5%	10,0%	7,5%	5,0%
Über 200 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	12,5%	12,5%	10,0%	7,5%

Tabelle 19: Solarer Deckungsanteil in Abhängigkeit des spezifischen Wärmeverbrauchs und dem Sanierungsfortschritt

Insgesamt ergibt sich folgende Übersicht über das Solardachpotenzial für Solarthermie in Waiblingen:

WÄRMEVERBRAUCHREDUKTION	2020	2030	2035	2040
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
Warmwasser	15.260	15.260	15.260	15.260
Raumwärme	61.410	45.450	38.960	32.470
Gesamt	76.670	60.710	54.220	47.730

Tabelle 20: Solarer Deckungsanteil in Abhängigkeit des spezifischen Wärmeverbrauchs und dem Sanierungsfortschritt

Mit solarthermischen Anlagen könnten derzeit rund 76.700 MWh Wärme für Raumheizung und Warmwasser bei knapp drei Viertel aller Gebäude erzeugt werden. Der mögliche Anteil der Solarthermie am Gesamtwärmebedarf liegt bei 10,1%. Insgesamt wird dazu eine Kollektorflächen von 191.700 m<sup>2</sup> benötigt. Bisher ist dieses Potenzial erst zu 7% ausgenutzt.

<sup>88</sup> Spezifischer, auf die Energiebezugsfläche bezogener Wärmeverbrauch im Ist-Zustand



#### 2.2.4.2. Freiflächen - Solarthermische Großanlagen für Wärmenetze

Zur kostengünstigen und großtechnischen Integration der Solarthermie bietet sich die Nutzung in Wärmenetzen an. Solarthermische Großanlagen werden in Verbindung mit Wärmenetzen betrieben und speisen parallel zu anderen Wärmeerzeugern die Wärme in ein Fernwärmenetz ein.

Üblicherweise deckt die thermische Solaranlage den Sommerbedarf und dient damit hauptsächlich zur Trinkwassererwärmung während der Sommermonate. . In Verbindung mit Wärmepumpen kann auch außerhalb der Zeiten hoher Sonneneinstrahlung weitere Wärme aus dem System entnommen werden.

Mit einem Wärmespeicher kann die Anlage sowohl zur Trinkwassererwärmung als auch zur Heizwärmebereitstellung dienen. Den Rest der benötigten Wärme stellen weitere Wärmeerzeuger bereit, beispielsweise ein Biomasseheizkessel, eine KWK-Anlage oder Wärmepumpen. Die Kollektorfelder werden auf Freiflächen installiert oder in Gebäudedachflächen integriert. Die Auslegung der Solaranlage richtet sich im Wesentlichen nach dem angestrebten solaren Deckungsanteil am jährlichen Gesamtwärmebedarf. Meist deckt die Solarwärme allerdings nur einen Teil des Wärmebedarfs, üblich ist ein solarer Deckungsgrad von etwa 5 % bis gut 50 %. Solare Großanlagen haben unter allen erneuerbaren Energien der größten Energieertrag pro Fläche. Der spezifische Flächenwirkungsgrad liegt bei der energetischen Nutzung von Biomasse bei rund 2% bis 3%, für Photovoltaikanlage bei rund 20%. Solarthermische Großanlagen können dagegen Flächenwirkungsgrade in der Größenordnung von 40% bis 50% erzielen.

Eine der größten Herausforderungen liegt im Flächenbedarf großer Solarthermieanlagen. Es müssen geeignete und günstige Flächen möglichst in Orts- oder Heizwerksnähe gefunden werden. Aufgrund von Energieverlusten der Wärmeleitung und hohen Kosten für den Bau müssen solarthermische Großanlagen innerhalb weniger Kilometer zu den Wärmeverbrauchern errichtet werden und sehen damit in Flächenkonkurrenz zu anderen Belangen. Dies erfordert ein sorgfältiges und strukturiertes Vorgehen bei der Projektentwicklung.

Das Raumordnungsgesetz des Bundes und die Landes-Planungsgesetze enthalten keine gesonderten Vorgaben zur Steuerung für Freiflächen-Solaranlagen. Bei den allgemeinen Vorgaben zur Konkretisierung von Raumordnungsplänen findet man einige Präzisierungen:<sup>89</sup>

- Die Versorgung u.a. mit Infrastrukturen der Daseinsvorsorge ist zu gewährleisten
- Räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist dadurch Rechnung zu tragen, dass die räumlichen Voraussetzungen für den Ausbau erneuerbarer Energien geschaffen werden

---

<sup>89</sup> Vgl. Hamburg Institut Research gemeinnützige GmbH (Hrsg.): Planungs- und Genehmigungsleitfaden für Freiflächen-Solarthermie in Baden-Württemberg, 2016



- Sichere Standorte und Trassen für Infrastruktur sind festzulegen, wozu auch Versorgungsinfrastruktur zählt (Regelungen möglich und sinnvoll gem. § 8 Abs. 5 S. 1 Nr. 3 lit. b) ROG

**Zum Potenzial solarthermische Großanlagen können Aussagen erst durch die Entwicklung von Szenarien erfolgen, die gleichfalls den Ausbau der Wärmenetze und entsprechende Flächenerschließungen betrachten.**

Für Freiflächen-Solaranlagen müssen geeignete Standorte gefunden werden. Die Potenzialkarte der LUBW zeigt dazu als benachteiligt eingeschätzte Flächen oder Flächen an Gleis- und Straßenränder mit solarer Eignung. Diese Darstellung ist auf Grundlage der Bedingungen im Rahmen des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes für den Betrieb von Freiflächen-Photovoltaikanlagen entwickelt worden. Daher dürfen diese Flächen nicht als exklusiv betrachtet werden. Auch außerhalb dieser Flächenkulisse können geeignete Gebiete für Freiflächen-Solaranlagen vorkommen.

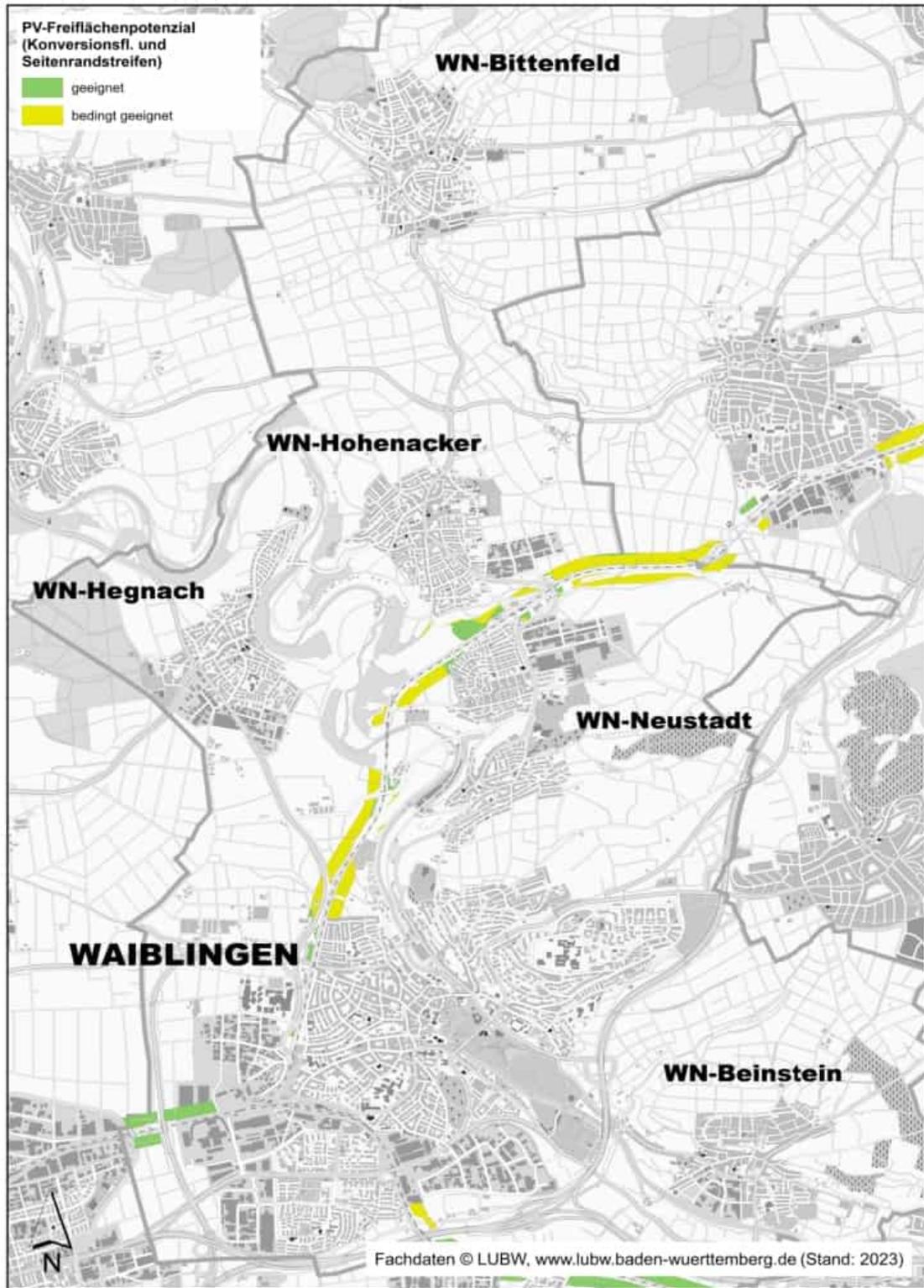
Solarthermie-Freiflächenanlagen müssen auf allen Planungsebenen ausdrücklich und zusätzlich zu Photovoltaik-Anlagen adressiert werden.<sup>90</sup>

Daher bietet es sich an, eine strukturierte Flächenanalyse mit dem Ziel der Priorisierung potentieller Flächen für erneuerbare Energiegewinnung durchführen. Dazu sollten Tabu- und Positiv-Kriterien identifiziert werden, sodass Bereiche als Ausschluss- und Eignungsflächen herausgefiltert werden können. Im Anschluss können die verbleibenden Positiv-Bereiche näher betrachtet und geeignete Flächen hervorgehoben werden.<sup>91</sup>

---

<sup>90</sup> Siehe auch HIR Hamburg Institut Research und Solites: Freiflächen-Solarthermie in der Raumplanung – Grundsatzpapier. <https://www.solare-waermenetze.de/documents/freiflaechen-solarthermie-in-der-raumplanung-grundsatzpapier/>

<sup>91</sup> Zur strukturierten Flächenanalyse siehe auch: Landsberg: Flaschenhals Fläche. Vortrag im Rahmen der Berliner Energietage 2023.



Maßstab: 1:35.000

© Stadt Waiblingen, Abt. Geoinformation und Vermessung

Abbildung 45: Solarfreiflächenpotenzial, Quelle: Geoportal Waiblingen

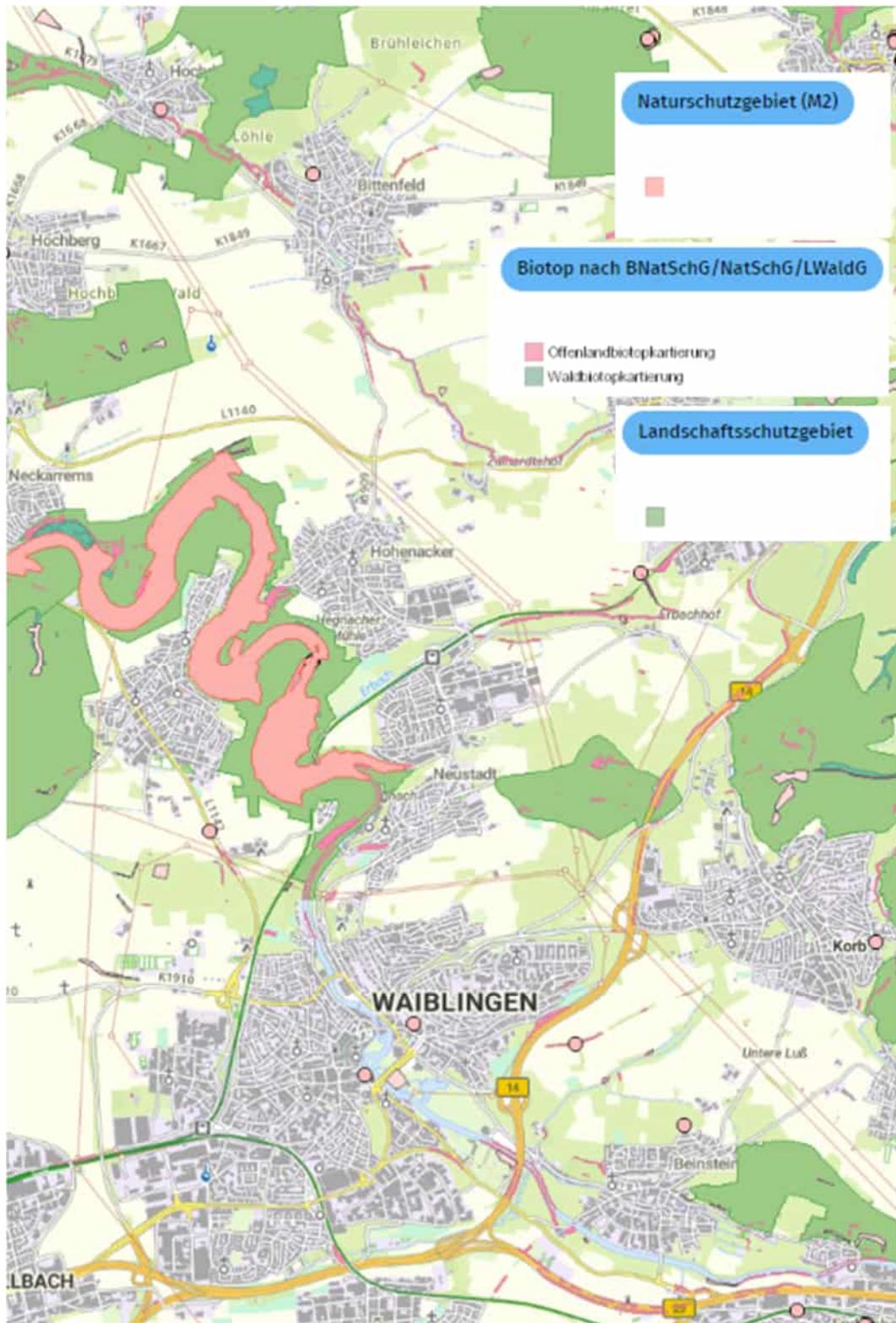


Abbildung 46: Mögliche Ausschlussbereiche Natur- und Landschaftsschutzgebiete; Quelle: Geoportal BW

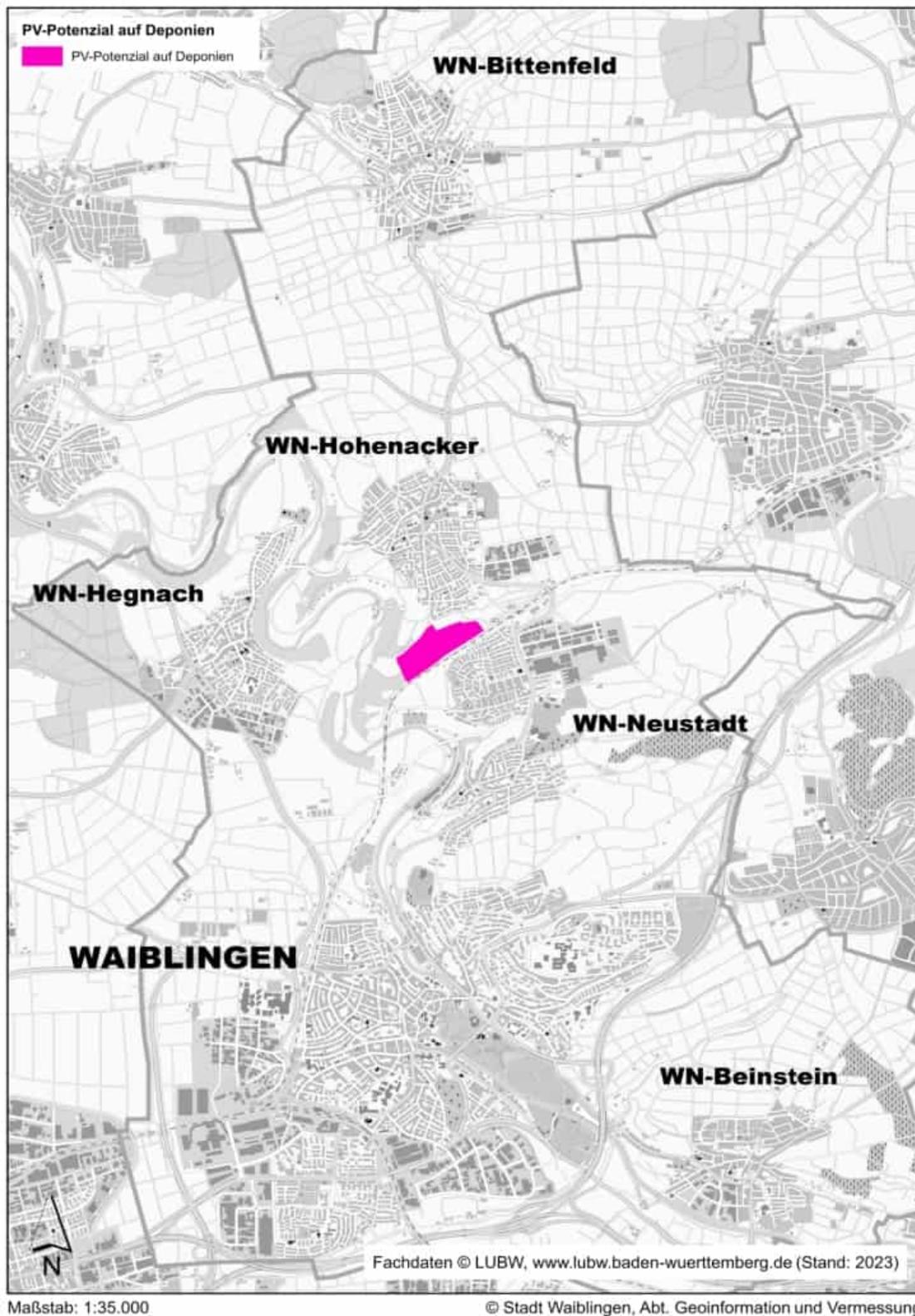


Abbildung 47: Mögliche Solar-Eignungsfläche ehemalige Deponie Erbach; Quelle: Geoportal Waiblingen

Zusammen mit der notwendigen Nähe zu geplanten Wärmenetzen müssen Standorte für Solarthermie geprüft und gesichert werden.



### 2.2.5. Abwärme-Potenziale aus Industrie, Gewerbe und Abwasser

Aus den Bereichen Gewerbe, Industrie und kommunalem Abwasser kann unter Umständen Abwärme zur Einspeisung in ein Wärmenetz eingebunden werden. Zur Datenerhebung der Abwärme in Unternehmen stellt die KEA-BW ein Formular bereit, anhand dessen die verbrauchsstärksten Unternehmen in Waiblingen ihr Abwärmepotenzial einschätzen sollen.

#### 2.2.5.1. Abwärmepotenzial in Industrie und Gewerbe

Die Unternehmen mit dem höchsten Energieverbrauch wurden aufgefordert, Daten zum Energieverbrauch, zur Energieerzeugung und zu möglicher Abwärme zu melden. Nicht alle Betriebe sind dieser Aufforderungen nachgekommen und haben für ihre jeweiligen Standorte auf Waiblinger Gebiet die Daten geliefert.

Insgesamt haben die Betriebe einen Endenergieverbrauch von rund 140 GWh/a. Davon werden rund 44 GWh/a zur Wärmeversorgung verwendet. Die quantifizierte Abwärmemenge liegt bei rund 12 GWh/a, wobei diese hauptsächlich im Niedertemperaturbereich (unter 60°C) vorliegt.

Nach Angaben der Datenlieferanten fällt die Abwärme saisonal oder auch im Tagesverlauf schwankend an.

Die Erschließung der theoretischen Abwärmepotenziale erfordert eine detaillierte Analyse. Die zeitliche Verfügbarkeit, die räumlichen Nutzungsmöglichkeiten sowie die finanziellen Auswirkungen sind bisher nur unzureichend bekannt. Zudem stehen betriebliche Energieeffizienzaspekte im Gegensatz zu einer externen Nutzung der derzeit vorhandenen Energiemengen.

#### 2.2.5.2. Abwärmepotenzial kommunale Abwässer

Das Potenzial an Abwärme im Abwasser ist um ein Vielfaches grösser als das Potenzial an Klärgas. Wenn das Abwasser beim Wärmeentzug um lediglich 1 Kelvin abgekühlt wird, lässt sich aus 1 m<sup>3</sup> Abwasser rund 1,5 kWh Wärme gewinnen. Aus dem gleichen m<sup>3</sup> Abwasser kann etwa 0,05 m<sup>3</sup> Klärgas erzeugt werden. Dies entspricht einem Energieinhalt von rund 0,3 kWh.<sup>92</sup>

Abwasserwärme kann entweder aus der Kanalisation oder auf der Kläranlage gewonnen werden.

Bei der Wärmenahme vor Kläranlage muss der Einfluss der Abkühlung auf den Klärbetrieb berücksichtigt werden. Voraussetzung ist, dass in einem Kanalisationsabschnitt ein genügendes Wärmeangebot für den Einsatz einer Wärmepumpe vorhanden und der Einbau von Wärmetauschern möglich ist.

Die Nutzung von Abwasserwärme kommt in der Regel für mittlere Trockenwetterabflussmengen ab 15 l/s und in Kanälen mit einem Innendurchmesser von mindestens 800 mm in Frage. In diesen Kanalisationen können einerseits die Wärmetauscher sicher eingebaut und gewartet werden, andererseits verfügen sie in der Regel über ein ausreichendes Wärmeangebot im Abwasser. Der Kanalabschnitt mit dem

---

<sup>92</sup> EnergieSchweiz: Wärmenutzung aus Abwasser – Leitfaden für Inhaber, Betreiber und Planer von ARA und Kanalisationen. 2004



Wärmetauscher sollte möglichst gerade sein. Je nach Größe der Anlage sind Abschnitte zwischen 20 bis 150 m Länge nötig.

Für die Wirtschaftlichkeit einer Abwasser-Wärmepumpe ist grundsätzlich von zentraler Bedeutung, dass große Gebäude mit niedrigen Vorlauftemperaturen angeschlossen werden und die Distanz vom Ort der Wärmeentnahme bis zum Abnehmer möglichst klein ist („warme“ Fernwärme bis 200 m, „kalte“ Fernwärme bis über 1 km).

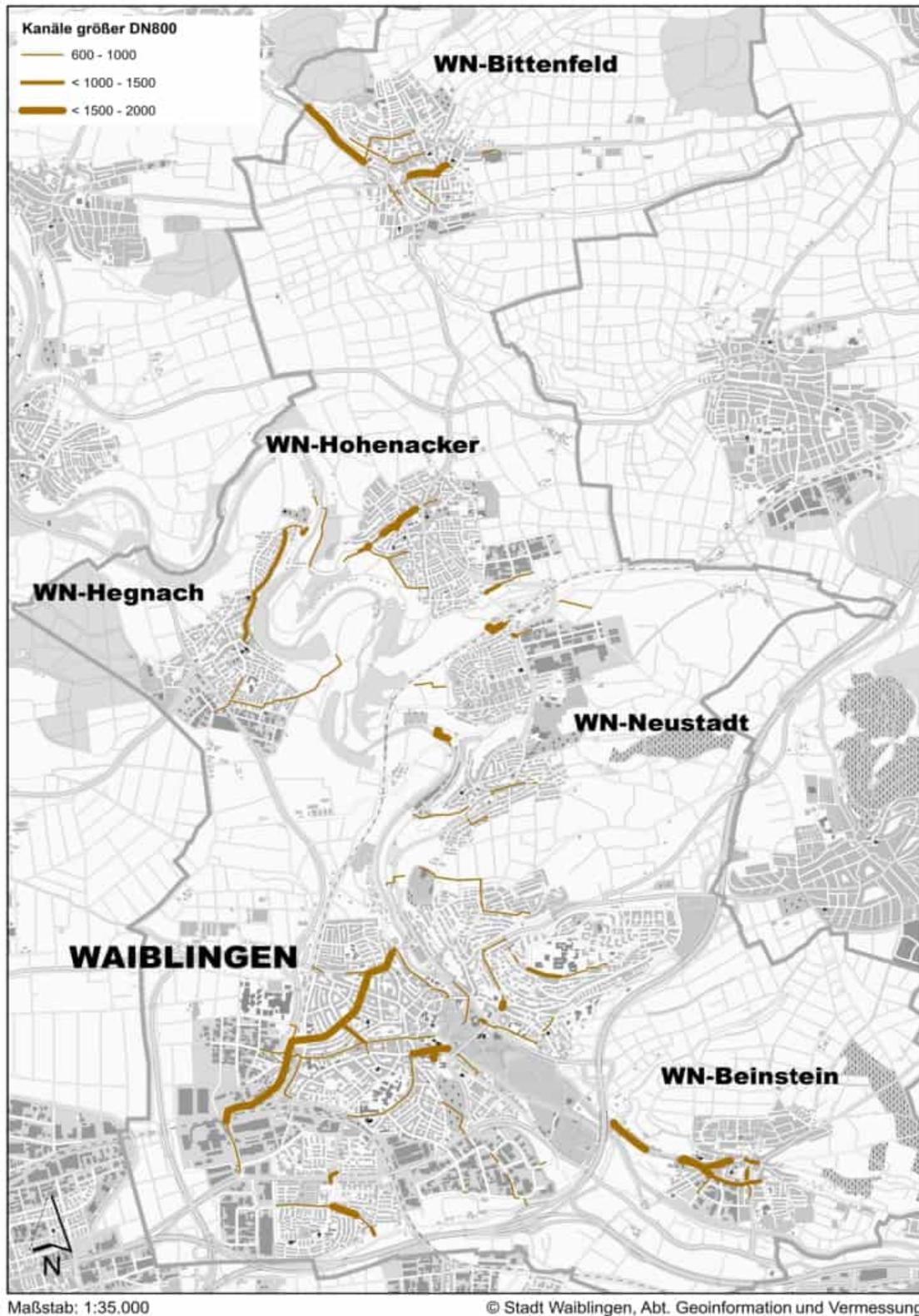


Abbildung 48: Abwasserkanäle; Quelle: Geoportal Waiblingen

Abwasser im Ausfluss der Kläranlage ist im Winter durchschnittlich 10 bis 12 °C warm, im Sommer zwischen 17 und 20 °C. Damit kann es für den Einsatz einer Wärmepumpe genutzt werden. Dem geklärten Wasser werden ungefähr vier Grad Wärme entzogen,



bevor es die Anlage verlässt. Damit sorgt eine Anlage zur Abwasserwärmerückgewinnung dafür, dass vor allem in den Sommermonaten nicht zu viel warmes Wasser in die Rems eingeleitet wird.

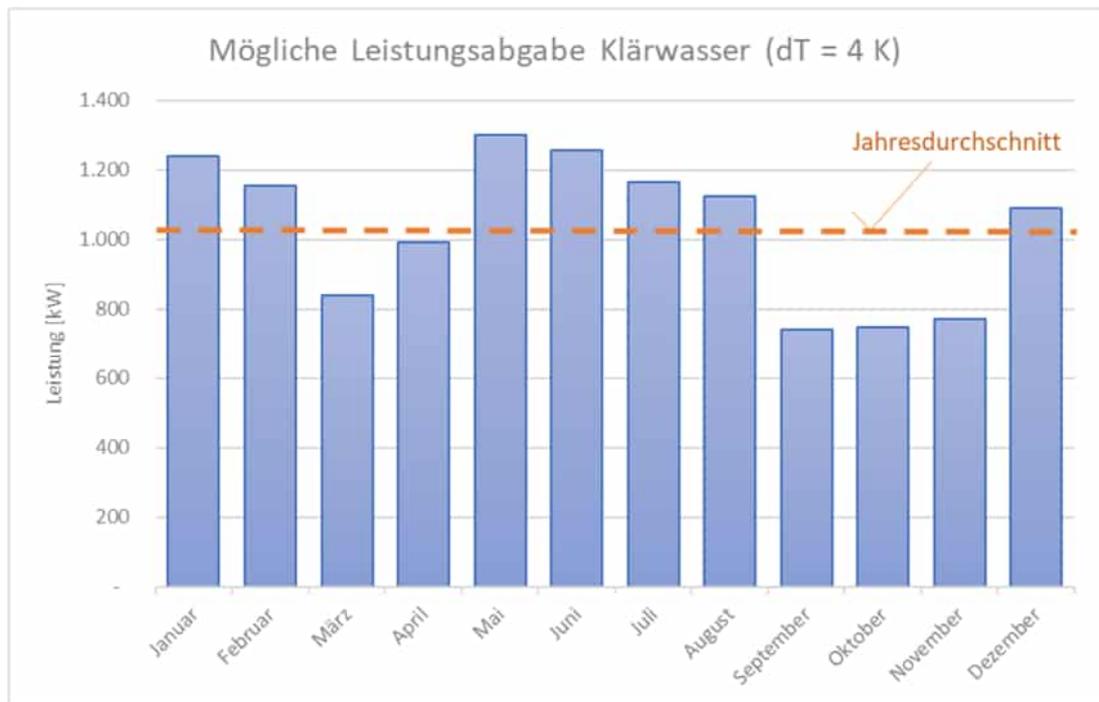


Abbildung 49: Mögliche Leistungsabgabe des geklärten Abwassers der Kläranlage Waiblingen

Das Potenzial der aus dem Abwasser im Ausfluss der Kläranlage extrahierbaren thermischen Energie beträgt insgesamt rund 9 GWh.

Das theoretische Potenzial ist aufgrund des periodisch auftretenden Niederschlagswassers eingeschränkt. Zudem sind räumliche und zeitliche Einschränkungen zu berücksichtigen. Zum einen hat die Distanz von Wärmequelle zu Wärmesenke einen wesentlichen Einfluss auf das nutzbare Potenzial. Zum anderen trägt die zeitliche Variation des Trinkwarmwasser- und Räumwärmebedarfs im Jahresverlauf dazu bei, dass weniger Energie tatsächlich genutzt werden kann.<sup>93</sup> Dadurch können nur rund 50% bis 70% der theoretischen Potenzials tatsächlich verwertet werden.

Bei der Wärmenutzung kommt ein Teil der Wärme von der elektrischen Energie der Wärmepumpe hinzu. Bei einem gewichteten COP von 4,5 lässt sich das Wärmepotenzial des Ablaufwassers der Kläranlage somit auf rund 6 bis 8 GWh/a errechnen.

#### 2.2.6. Standorte für KWK-Wärme aus erneuerbaren Energien

Zu KWK-Wärme aus erneuerbaren Energien ist auf Waiblinger Gebiet die Kläranlage Esple in Waiblingen-Hegnach zu nennen.

<sup>93</sup> BMU: Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende? 2018

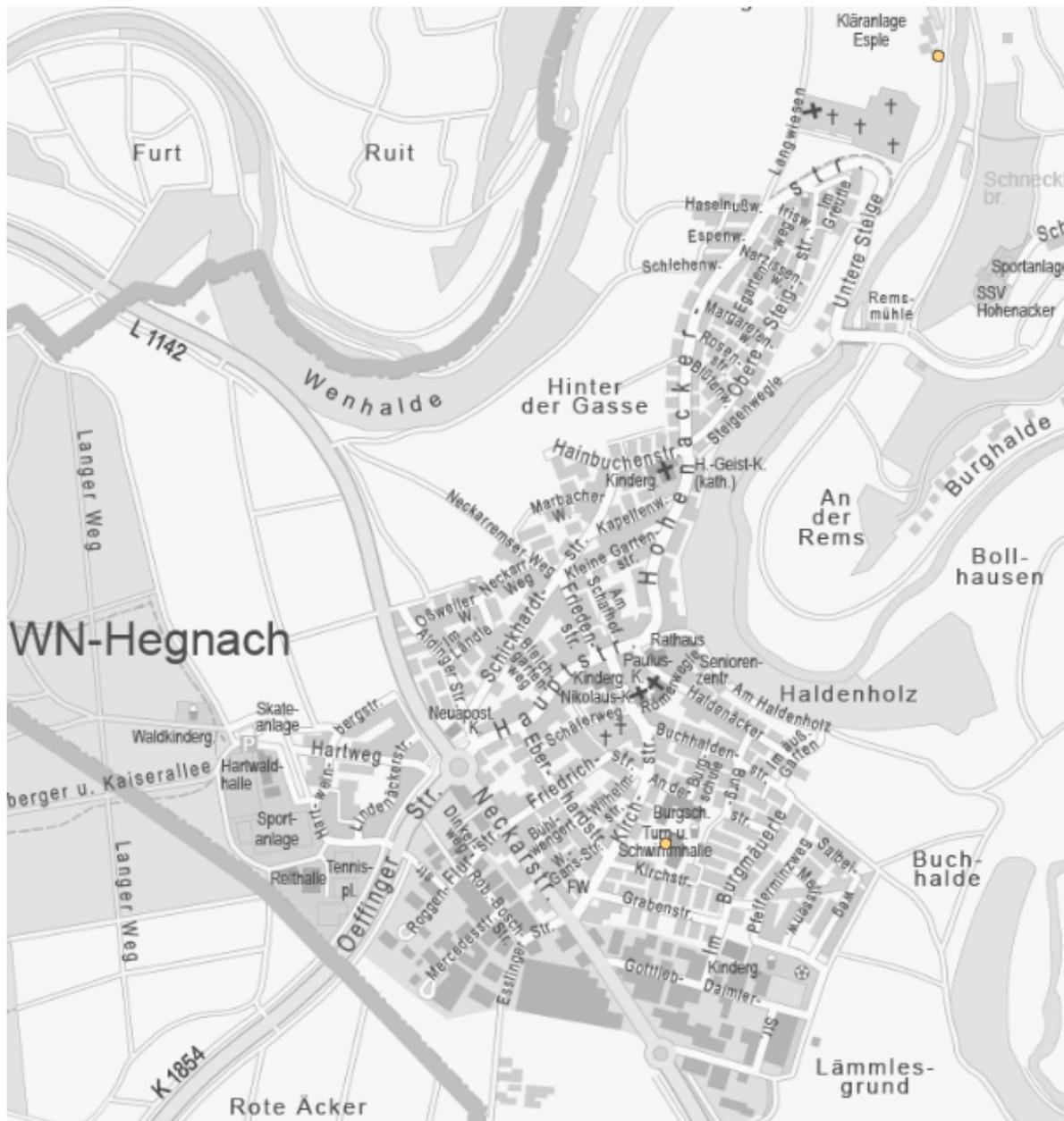


Abbildung 50: Mögliche KWK-Wärme Kläranlage Esple; Quelle: Geoportal Waiblingen

### 2.3. Erneuerbarer Stromquellen für Wärmeanwendungen

Die Umwandlung überschüssigen regenerativen Stroms in Wärme durch große Wärmepumpen, stellt ein weiteres Potenzial zur Wärmeerzeugung dar. Hierfür werden die Einzelpotenziale der erneuerbaren Stromerzeugung betrachtet.

#### 2.3.1. Photovoltaik

Auf dem Gemarkungsgebiet von Waiblingen sind Solartechnikanlagen fast ausschließlich auf Gebäuden installiert.

Die bestehenden Photovoltaikanlagen in Waiblingen sind im Marktstammdatenregister öffentlich einsehbar. Bis Ende 2019 war eine Photovoltaikleistung von 11,6 MW<sub>p</sub> installiert.



Seither wurden bis Ende 2022 weitere 8 MW<sub>p</sub> gemeldet, sodass mit einer Leistung von 19,6 MW<sub>p</sub> auf den Waiblinger Dächern Solarstrom erzeugt wird.

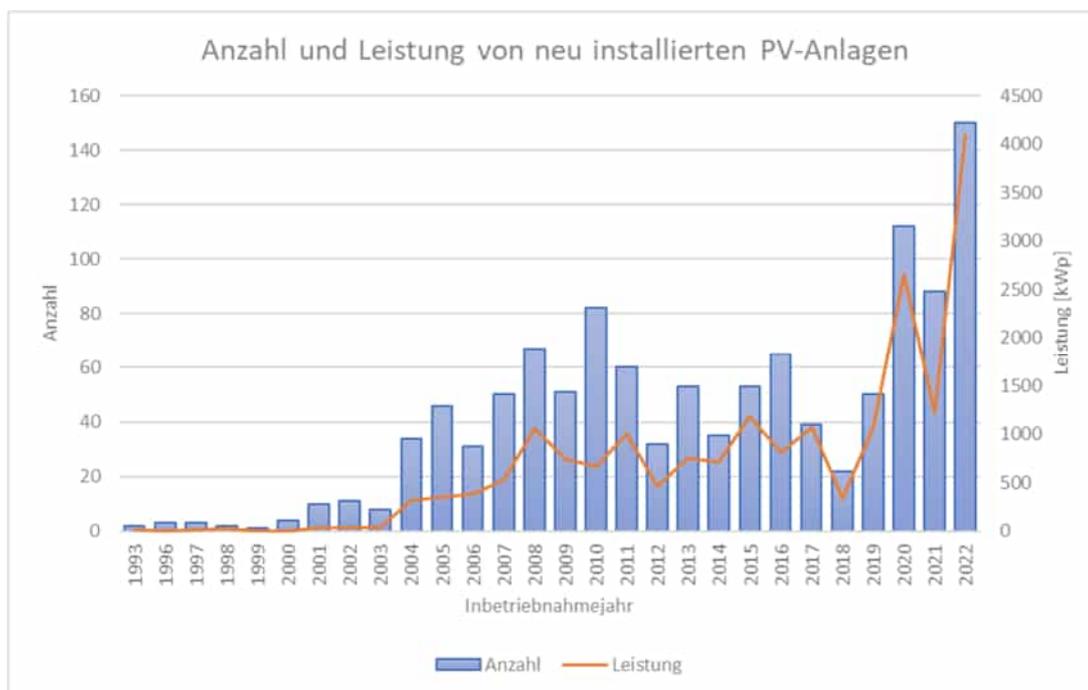


Abbildung 51: Entwicklung Anzahl und Leistung der installierten PV-Anlagen

	LEISTUNG [kW <sub>p</sub> ]	ERTRAG <sup>94</sup> [MWh/a]
Installierte Anlagen	19.560 <sup>95</sup>	17.389
Installierbare Anlagen	188.552 <sup>96</sup>	179.690
Potenzialnutzung	10,4%	9,7%

Tabelle 21: Ausnutzung des Photovoltaikpotenzials auf Dachflächen

Die Berechnung der Dachflächen für Waiblingen, die für eine Nutzung der Photovoltaik potenziell geeignet sind, ergab eine mögliche Stromproduktion von rund 188,6 GWh/a. Davon wurden bisher nur etwa 9,7% ausgeschöpft. Bezogen auf die installierte Leistung liegt der Ausnutzungsgrad bei 10,4%. Insgesamt ist auf Waiblinger Dächern Platz für eine PV-Leistung von 188.552 kW<sub>p</sub>.

Freiflächenanlagen sind in Waiblingen nicht bekannt. In den EEG-Anlagenstammdaten der im Marktstammdatenregister verzeichneten Anlagen mit erneuerbaren Energieträgern (außer PV-Anlagen, die auf, an oder in einem Gebäude oder einer sonstigen baulichen Anlage angebracht sind), sind keine Anlagen für Waiblingen veröffentlicht.

Neben der Erschließung des solaren Dachflächenpotenzials, sollte auch der Ausbau der Freiflächen-Photovoltaik weiter vorgebracht werden. Die Entscheidung, ob auf Freiflächen Solaranlagen gebaut werden können, liegt innerhalb der kommunalen Planungshoheit. Freiflächenanlagen benötigen als nicht privilegierte Vorhaben im Außenbereich einen

<sup>94</sup> hochgerechnete Werte

<sup>95</sup> Anlagen im MStDR bis 12/2022

<sup>96</sup> Solarpotenzial auf Dächern; LUBW; Anlagen größer 2 kW<sub>p</sub> mit Erträgen über 800 kWh/kW<sub>p</sub>



Bebauungsplan. Flächen für Solarparks werden in der Regel aus Gebieten mit Sondernutzung ausgewiesen. Sie sind von ihrer Eigenart und ihren Auswirkungen her keine Gewerbe- oder Siedlungsflächen, sondern eine besondere Form der Landnutzung. Pro Hektar können etwa 400.000 bis 500.000 Kilowattstunden Strom im Jahr erzeugt werden.

Für Freiflächenanlagen sah das EEG als zulässige Flächenkulisse vor allem Konversionsflächen und Seitenrandstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen vor. Zudem können durch die Freiflächenöffnungsverordnung auch Acker- und Grünlandflächen in sogenannten benachteiligten Gebieten bei den bundesweiten Ausschreibungen bezuschlagt werden. Auf den Gemarkungen von Bittenfeld, Hegnach, Hohenacker und Neustadt liegen Teilflächen, die als benachteiligtes Gebiet<sup>97</sup> eingestuft sind.

Bei der Potenzialanalyse wurden Seitenrandstreifen entlang der Schienenstrecken berücksichtigt nach dem EEG 2017 berücksichtigt. Die EEG-Novelle 2023 erweitert die Flächenkulisse für PV-Freiflächenanlagen dahingehend, dass der Abstandsbereich von 100 m zu Schienenwegen auf 500 m vergrößert wird. Dieser Sachverhalt konnte durch die zeitliche Überschneidung nicht mehr berücksichtigt werden.

Als Ergebnis der Potenzialberechnung wurden Flächen identifiziert, die für die Nutzung durch Freiflächen-Photovoltaikanlagen geeignet bzw. bedingt geeignet sind. Insgesamt sind in Waiblingen knapp 57,5 ha Potenzialfläche vorhanden. Davon wurden ca. 30,1 ha als "bedingt geeignet" eingestuft, d.h. diese Flächen sind auch von einem weichen Restriktionskriterium belegt, liegen also z.B. innerhalb eines Landschaftsschutzgebiets. 27,4 ha gelten als geeignet<sup>98</sup>.

Zudem sind auch landwirtschaftliche Flächen zur Nutzung für spezielle PV-Anlagen verstärkt in der Diskussion. Das als Agri-PV bezeichnete Verfahren erlaubt die gleichzeitige Nutzung von Flächen für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion und die PV-Stromproduktion. Agri-PV deckt ein breites Spektrum in der Intensität und Art landwirtschaftlicher Nutzung und im Mehraufwand für den PV-Anlagenbau ab. Dieses Spektrum reicht vom Anbau von Sonderkulturen und intensiven Ackerkulturen mit speziellen PV-Montagesystemen bis zu extensiver Beweidung mit marginalen Anpassungen auf der PV-Seite. Damit steigert Agri-PV die Flächeneffizienz und ermöglicht den Ausbau der PV-Leistung bei gleichzeitigem Erhalt fruchtbarer Ackerflächen für die Landwirtschaft oder in Verbindung mit der Schaffung

<sup>97</sup> Benachteiligte Gebiete, die sich aus der Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 (ABl. (EU) L 347, S. 487 in der Fassung der Delegierten Verordnung (EU) 2021/1017 vom 15. April 2021 (ABl. L 224, S. 1) ergeben, sind seit dem 1. Januar 2023 mit Inkrafttreten des EEG 2023 ebenfalls erfasst (vgl. § 3 Nr. 7 Buchst. b EEG 2023). Diese Erweiterung gilt nunmehr für alle Solaranlagen mit Inbetriebnahme ab diesem Stichtag und für ausschreibungspflichtige Solaranlagen, wenn diese nach dem 1. Januar 2023 an einem Gebotstermin in der Ausschreibung teilgenommen haben (vgl. § 100 Abs. 1 EEG 2023).

Der Begriff ist im EU-Landwirtschaftsrecht die Basis für „Zahlungen wegen naturbedingter Benachteiligungen in Berggebieten und in anderen benachteiligten Gebieten zur dauerhaften Nutzung landwirtschaftlicher Flächen und damit zur Erhaltung des ländlichen Lebensraums sowie zur Erhaltung und Förderung von nachhaltigen Bewirtschaftungsformen“. Hierzu gehören Berggebiete und Gebiete, in welchen die Aufgabe der Landnutzung droht und der ländliche Lebensraum erhalten werden muss.

Diese Gebiete haben folgende Nachteile:

- schwach ertragfähige landwirtschaftliche Flächen,
- als Folge geringer natürlicher Ertragfähigkeit deutlich unterdurchschnittliche Produktionsergebnisse,
- eine geringe oder abnehmende Bevölkerungsdichte, wobei die Bevölkerung überwiegend auf die Landwirtschaft angewiesen ist.

<sup>98</sup> Die Kriterien zur Eignung oder Nichteignung von Flächen sind im Geoportale des Rems-Murr-Kreises hinterlegt. <https://www.geoportale-remmurrkreis.de>



artenreicher Biotop. Vorteile sind das riesige Flächenpotenzial, die Kosten, die günstiger sind als für kleine PV-Dachanlagen und der Zusatznutzen für die Landwirtschaft u. a. durch Schutz vor Hagel-, Frost- und Dürreschäden. Herausforderungen bestehen noch bei zuverlässigen Prognosen der landwirtschaftlichen Erträge, der Optimierung des Anlagendesigns hinsichtlich der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung und der Sicherung der landwirtschaftlichen Hauptnutzung für Agri-PV mit Tierhaltung.<sup>99</sup> Aus diesen Gründen kann noch keine Potenzialabschätzung dieser Anwendung für das Waiblinger Gebiet gemacht werden.

Nachfolgend werden die Potenzialflächen nach EEG<sup>100</sup> in einer Karte dargestellt. Die einzelnen Flächen sind dabei entsprechend ihrer Eignung (geeignet bzw. bedingt geeignet) unterschiedlich eingefärbt.

---

<sup>99</sup> Fraunhofer ISE: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/agri-photovoltaik-agri-pv.html>

<sup>100</sup> Entspricht dem Stand des EEG 2021

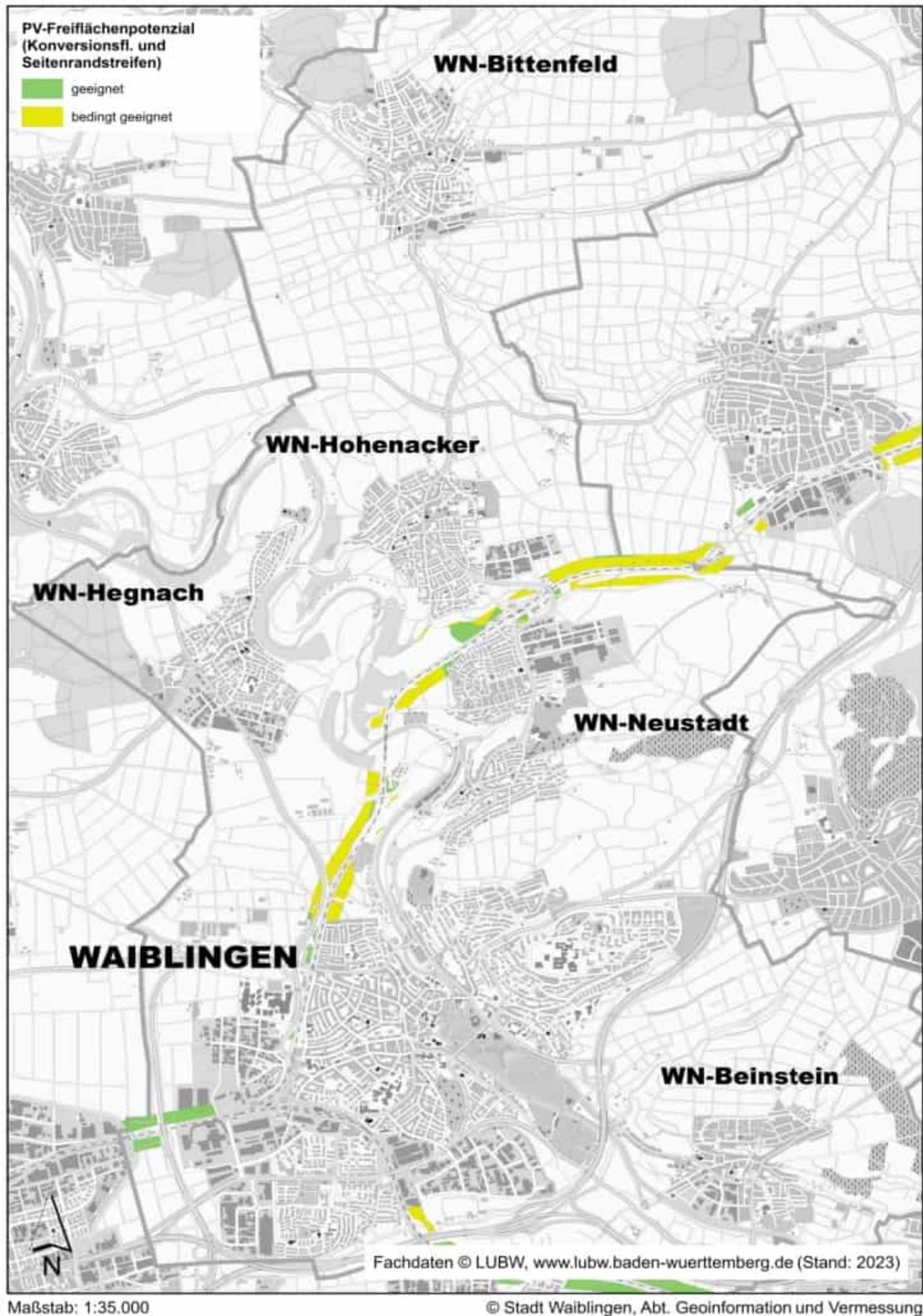


Abbildung 52: PV-Freiflächenpotenzial; Quelle: Geoportal Waiblingen

Die ermittelten Potenziale geben einen strategischen Überblick über die Nutzungsmöglichkeiten der Photovoltaik auf Freiflächen. Wegen der im Einzelfall zu berücksichtigenden rechtlichen, technischen und infrastrukturbedingten Belange ist eine auch



nur annähernd vollständige Ausschöpfung des dargestellten Flächenpotenzials nicht zu erwarten.

	FLÄCHE [ha]
<b>geeignete Flächen</b>	30,1
davon Grünland mit Baumbestand, Streuobst oder Kleingärten	2,1
davon erwartbares Bauland	3,3
Nettofläche	24,7
<b>bedingt geeignete Flächen</b>	27,4
davon Grünland mit Baumbestand, Streuobst oder Kleingärten	7,4
Nettofläche	20,0

Tabelle 22: Freiflächenpotenzial für Fotovoltaik EEG-Anlagen

	FLÄCHE [ha]	LEISTUNG <sup>101</sup> [kW <sub>p</sub> ]	ERTRAG <sup>102</sup> [MWh/a]
<b>geeignete Flächen (netto)</b>	24,7	11.700	11.100
<b>bedingt geeignete Flächen</b>	20,0	9.500	9.000
<b>Summe</b>	44,7	21.200	20.100

Tabelle 23: Installierbare Photovoltaikleistung auf Freiflächen (EEG-Anlagen)

Die Ermittlung der Freiflächen für Waiblingen, die für eine Nutzung als Solarpark potenziell geeignet sind, ergab eine mögliche Stromproduktion von rund 20 GWh/a.

	LEISTUNG <sup>103</sup> [kW <sub>p</sub> ]	ERTRAG <sup>104</sup> [MWh/a]
<b>Dachanlagen</b>	188.552	179.400
<b>Freiflächenanlagen</b>	21.200	20.100
<b>Summe</b>	209.752	199.500

Tabelle 24: Photovoltaikpotenzial Gebäude- und Freiflächen

Das theoretische Solartechnikpotenzial in Waiblingen beträgt damit rund 200 GWh pro Jahr, was rund 73% am Gesamtstrombedarf der Stadt im Jahr 2019<sup>105</sup> entspricht.

### 2.3.2. Windkraft

Auf dem Gemarkungsgebiet von Waiblingen sind bisher keine Windkraftanlagen installiert.

Der Energieatlas Baden-Württemberg zeigt Daten und Karten zu bestehenden Windkraftanlagen und ermittelten Potenzialflächen. Die Karte der Potenzialflächen zeigt

<sup>101</sup> Mögliche Installierbare Leistung

<sup>102</sup> hochgerechnete Ertragswerte

<sup>103</sup> Mögliche Installierbare Leistung

<sup>104</sup> hochgerechnete Ertragswerte

<sup>105</sup> Stromverbrauch 2019: 273 GWh; Quelle: CO2-Bilanz Waiblingen



Flächen, die sowohl hinsichtlich ihrer rechtlichen Nutzung als auch hinsichtlich ihrer Windhöffigkeit für Windenergieanlagen geeignet oder bedingt geeignet sind.

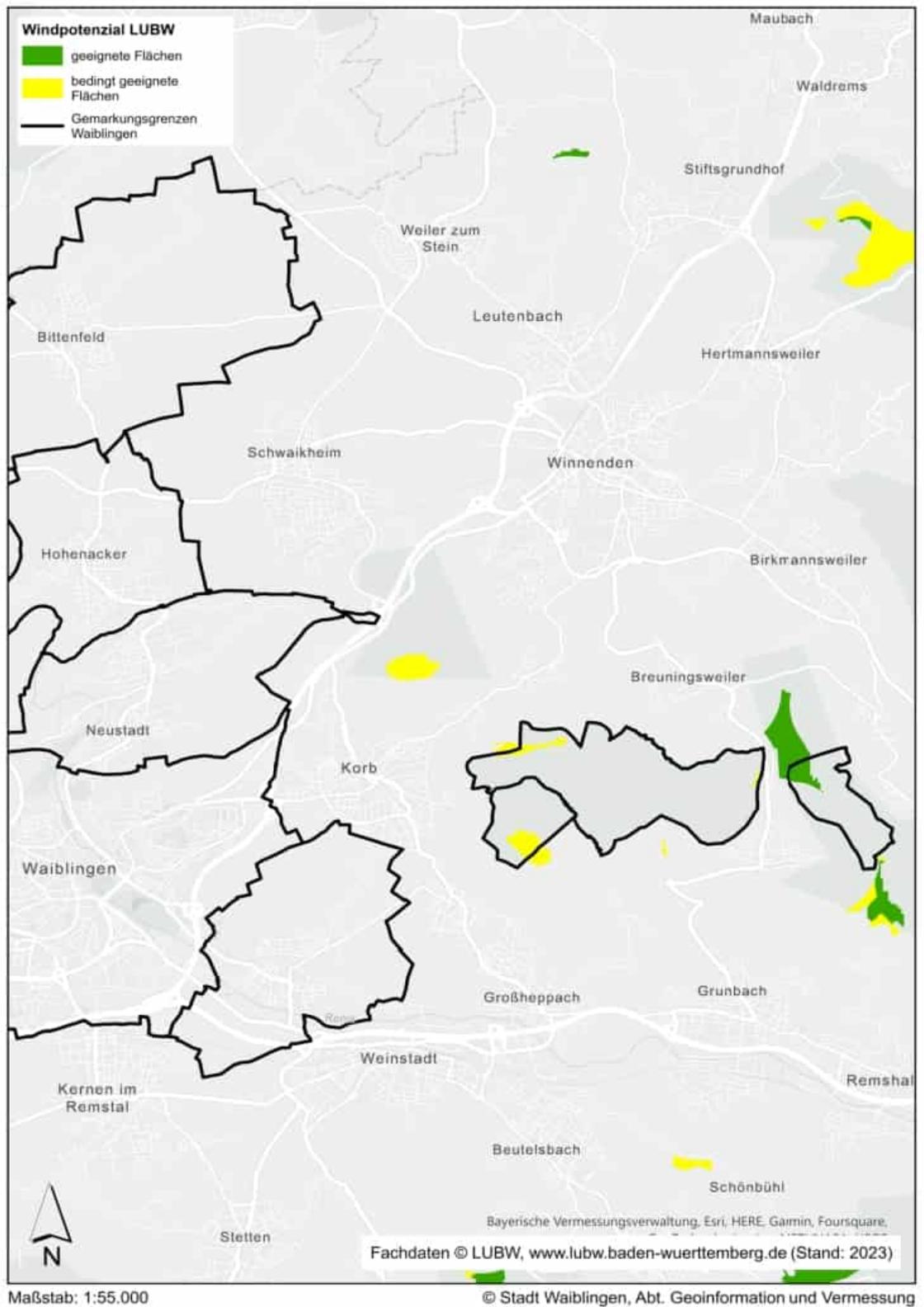


Abbildung 53: Potenzialflächen Windkraft für Waiblingen



Bei der Ermittlung der Potenzialflächen für die Windenergienutzung und bei der Berechnung des sich ergebenden möglichen Energieertrags wurde weitgehend der Kriterienkatalog des Windenergieerlasses angewendet. Kriterien zu regionalplanerischen Festlegungen wie z. B. Grünzüge, Erholungswälder mit Rechtsverordnung oder Restriktionen wie der Richtfunk sind dabei nicht berücksichtigt.

In der Kartendarstellung sind für Waiblingen Potenzialflächen auf der Buocher Höhe aufgeführt. Das Gebiet ist eine Exklave der Stadt Waiblingen auf einem Höhenzug oberhalb der Gemeinden Korb, Remshalden und Weinstadt.

Der flächendeckende regionale Grünzug in der Region Stuttgart erfordert eine Festlegung von Vorranggebieten zur Windenergienutzung. Mit der Festlegung von Vorranggebieten soll der Ausbau der Windenergienutzung gesteuert werden. Bei der Entwicklung des Regionalplans wurden potenziell geeignete Gebiete durch die Regionalversammlung bestimmt. In der Teilfortschreibung des Regionalplans für die Region Stuttgart zur Festlegung von Vorranggebieten für regionalbedeutsame Windkraftanlagen ist die genannte Potentialfläche enthalten.<sup>106</sup>

Inwiefern die identifizierte Potenzialfläche tatsächlich entwickelbar ist, das ist nach erfolgter Fortschreibung des Regionalplans weiter zu untersuchen.

**Es ergibt sich ein theoretisches Windkraftpotenzial in Waiblingen von rund 90.000 MWh pro Jahr.**

### 2.3.3. Wasserkraft

Auf dem Gemarkungsgebiet von Waiblingen sind fünf Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 340 kWh installiert<sup>107</sup>.

NAME DER ANLAGE	ANLAGENDATEN		
	Fallhöhe	Mittlerer Abfluss des Gewässers	Installierte Leistung
	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[kW]
<b>Geheime Mühle T 12 Waiblingen-Beinstein</b>	2,56	6,658	77
<b>Hahn`sche Mühle T 13 Waiblingen</b>	1,30	6,882	21
<b>Häckermühle T 15 Waiblingen</b>	3,50	6,882	138
<b>Hegnach Mühle T 18 Waiblingen-Hohenacker</b>	2,40	6,964	42
<b>Vogelmühle T 19 Waiblingen-Hohenacker</b>	1,67	6,964	53

*Tabelle 25: Wasserkraftanlagen in Waiblingen*

Insgesamt wurden in den Wasserkraftwerken zwischen 760 MWh/a und 1.000 MWh/a Strom hergestellt.

<sup>106</sup> Die Regionalversammlung der Region Stuttgart ist derzeit in der Überarbeitung der Windflächen. Der hier angegebene Sachstand weist nicht den aktuellen Stand aus.

<sup>107</sup> Quelle: Energieatlas Baden-Württemberg. Gemeinsames Internet-Portal des Umweltministeriums und der LUBW



Daneben sind folgende Bauwerke verbaut:<sup>108</sup>

NAME DER ANLAGE	ANLAGENDATEN		
	Fallhöhe	Mittlerer Abfluss des Gewässers	Installierte Leistung
	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[kW]
<b>Rienzhofer Mühle T 57 Waiblingen-Bittenfeld außer Betrieb</b>	4,91	0,267	9
<b>AB Winn.-Breunlingsw. / Gew. Waldwiesen</b>	0	0,091	
<b>AB Waibl.-Hohenacker / Helpertswiesen</b>	0	0,022	
<b>SS Waiblingen / Bachstraße</b>	0	0,351	
<b>SB Waibl.-Bittenfeld / Schillerstr.</b>	0	0,351	
<b>SS Waib.-Bittenfeld/Ortsende</b>	0	0,351	
<b>AB Waiblingen / Am Kätzenbach</b>	1	0,008	

Tabelle 26: Bauwerke in Fließgewässer in Waiblingen

Zur Ermittlung des Ausbaupotenzials der Wasserkraft in Waiblingen wurde auf eine Studie zum Ausbaupotenzial der Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars zurückgegriffen, die im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg erstellt wurde.<sup>109</sup> Die im Rahmen dieser Studie ermittelten Potenziale für einzelne Standorte wurden mittels eines standardisierten Verfahrens errechnet. Zur Ermittlung der Wasserkraftpotenziale wurden an fischökologischen Erfordernissen orientierte standardisierte Festlegungen zu ökologischen Abflüssen getroffen, insbesondere anhand des Wasserkrafterlasses Baden-Württemberg.

Aus den Untersuchungsergebnissen wurde der mögliche Stromertrag in MWh/a je Wasserbauwerk berechnet. Dabei wurden technische, ökonomische und ökologische Faktoren berücksichtigt.

NAME DER ANLAGE	ANLAGENDATEN		
	Installierbare Leistung	Mögliche Volllaststunden	Mögliche Jahresarbeit
	[kW]	[h]	[MWh/a]
<b>Geheime Mühle T 12 Waiblingen-Beinstein</b>	118	4512	531
<b>Hahn`sche Mühle T 13 Waiblingen</b>	61	4550	280
<b>Häckermühle T 15 Waiblingen</b>	176	4695	826
<b>Hegnach Mühle T 18 Waiblingen-Hohenacker</b>	115	4569	524
<b>Vogelmühle T 19 Waiblingen-Hohenacker</b>	80	4569	365

<sup>108</sup> ebenda

<sup>109</sup> Heimerl, S., et al.: Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele. 2016


**Rienzhofer Mühle T 57 Waiblingen-  
Bittenfeld**

9

753

7

Tabelle 27: Wasserkraftpotenzial

Die mögliche zusätzliche Jahresarbeit berechnet sich durch die potenzielle theoretische Jahresarbeit im Ausbauzustand und der theoretischen Jahresarbeit im Istzustand:

NAME DER ANLAGE	THEORETISCHE ERTRÄGE		
	Ist- Zustand <sup>110</sup>	Ausbau- zustand <sup>111</sup>	Möglicher Zuwachs
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
Geheime Mühle T 12 Waiblingen- Beinstein	347	531	184
Hahn`sche Mühle T 13 Waiblingen	96	280	184
Häckermühle T 15 Waiblingen	648	826	178
Hegnach Mühle T 18 Waiblingen- Hohenacker	192	524	332
Vogelmühle T 19 Waiblingen-Hohenacker	242	365	123
Rienzhofer Mühle T 57 Waiblingen- Bittenfeld	0	7	7
<b>Summe</b>	1525	2526	1001

Tabelle 28: Möglicher Zuwachs der Erträge bei der Wasserkraft

Da die Jahresarbeit im Ist-Zustand gegenüber dem errechneten theoretischen Wert rund 46% niedriger liegt, müssen die Errechneten Werte um diesen Anteil korrigiert werden.

	ERWARTBARE ERTRÄGE		
	Ist- Zustand	Ausbau- zustand	Möglicher Zuwachs
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
<b>Summe theoretischer Erträge</b>	1525	2526	1001
<b>Mittelwert 2012 – 2015</b>	829	-	-
<b>Summe erwartbarer Erträge</b>	-	1373	544

Tabelle 29: Erwartbare Erträge bei der Wasserkraft

Das Wasserkraftpotenzial in Waiblingen beträgt etwa 1.400 MWh pro Jahr, was einem Anteil von rund 0,5 % am Gesamtstrombedarf der Stadt entspricht. Das Ausbaupotenzial beträgt rund 540 MWh.

Die Ausbaupotenziale aller Anlagen werden unter wirtschaftlicher Betrachtung bei den derzeit herrschenden Rahmenbedingungen als grenzwertig angesehen.

<sup>110</sup> Die theoretische Jahresarbeit im Ist-Zustand berechnet sich nach der installierten Leistung und der Vollbenutzungsstunden.

<sup>111</sup> Die theoretische Jahresarbeit im Ausbau-Zustand berechnet sich nach der installierbaren Leistung und der Vollbenutzungsstunden.

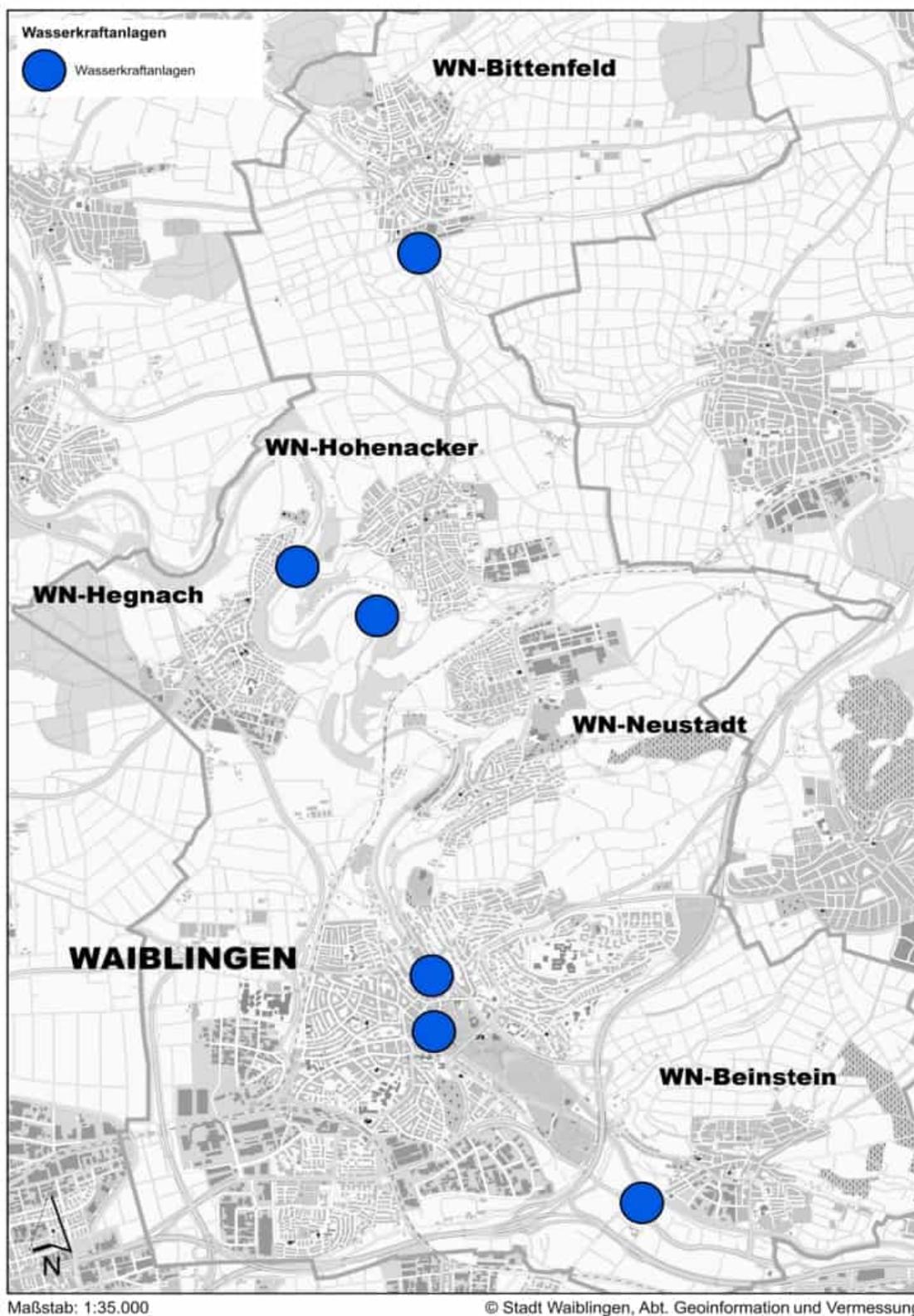


Abbildung 54: Wasserkraftanlagen in Waiblingen;



### 2.3.4.KWK-Standorte

Weitere KWK-Standorte aus Erneuerbaren Energiequellen werden in Zukunft bei der Wärmeerzeugung in Fernwärmegebieten gesehen. Die derzeit bei der Fernwärmeerzeugung betriebenen fossilen KWK-Anlagen müssen langfristig mit Brennstoffen aus erneuerbaren Energien versorgt werden. Hier bieten sich Power-to-X-Brennstoffe an.

Mit „Power-to-X“ werden Verfahren bezeichnet, mit denen unter Verwendung von Strom aus erneuerbaren Quellen über die Umwandlung von Wasser in Wasserstoff, gasförmige und flüssige Kohlenwasserstoffverbindungen synthetisiert werden. Für die Wärmeerzeugung und gleichzeitige Stabilisierung der Stromversorgung können KWK-Anlagen in Wärmenetzen über die bestehenden Erdgas-Netze mit PtX-Gasen versorgt werden.



### 3. Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2040

Als Grundlage für die weitere Strategie auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung werden Zielszenarien erstellt. Diese weisen den Weg, auf welcher Route die gesetzten Ziele erreicht werden können.

Angesichts der erheblichen Unsicherheiten im Betrachtungszeitraum bis 2040 wäre die Modellierung eines einzelnen zentralen klimaneutralen Zielszenarios wenig sinnvoll. Deshalb werden diverse Szenarien modelliert, um auf Basis des derzeitigen Wissensstands die Bandbreite möglicher Transformationspfade, sowie deren jeweilige Vor- und Nachteile abzubilden.

Auf diese Weise sollen möglichst robuste Handlungsempfehlungen für den weiteren Transformationsprozess des Energiesystems abgeleitet werden. Durch den Vergleich verschiedener Szenarien lassen sich beispielsweise Entwicklungen erkennen, die weitgehend unabhängig von einem spezifischen Szenario sind bzw. in nahezu allen plausiblen Szenarien zu beobachten sind. Solche robusten Entwicklungen können somit aus heutiger Sicht als in jedem Fall sinnvolle Maßnahmen (sogenannte No-regret-Maßnahmen) eingeordnet werden.

Umgekehrt können mit Szenarien auch potenzielle Lock-in-Effekte identifiziert werden, die mit bestimmten Entscheidungen verbunden sind. Ein Lock-in-Effekt bezeichnet eine Situation, in der nach einer Entscheidung für einen bestimmten Transformationspfad, nicht mehr ohne weiteres auf einen alternativen Pfad gewechselt werden kann. In diesem Fall werden möglicherweise Investitionen getätigt, die sich im Nachhinein als nicht zielführend erweisen.

#### 3.1. Vorgaben

Bei der Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios muss sich der kommunale Wärmeplan an den im Klimaschutzgesetz festgelegten Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg orientieren.

Die Entwicklung der Zielbilder erfolgt nach folgender Methodik:

- Nachbildung des heutigen Gebäudebestandes (Wohn- und Nichtwohngebäude) aus der Ist-Analyse.
- Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs im Gebäudebereich für die Jahre 2030, 2035 und 2040 unter Berücksichtigung einer unterstellten Entwicklung der energetischen Sanierung.
- Entwicklung der zukünftigen Deckung des Wärmebedarfs im Gebäudebereich für die Jahre 2030, 2035 und 2040 unter Berücksichtigung einer unterstellten Entwicklung der Heizungserneuerung.
- Annahmen zur zukünftigen Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung für die Jahre 2030, 2035 und 2040.
- Entwicklung eines Zukunftsbildes des Gebäudebereichs im Jahr 2040 mit den vorangestellten Entwicklungen hinsichtlich Endenergiereduktion und EE-Anteil am Endenergieträgermix.
- Entwicklung von zielkonformen Zukunftsbildern, die sich in den Zieldimensionen „Wärmebedarfsreduktion“ und „Endenergieträgermix“ unterscheiden.



### 3.1.1. Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs

Für die Modellierung der zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs wird ein Energiebilanzmodell erstellt. Die Grundlage dafür ist der aktuelle Wärmebedarf bzw. der aktuelle Zustand des teilsanierten Bestands von Waiblingen. Dieses Verfahren definiert zunächst den typischen Wärmebedarf der Gebäude aus dem erfassten Energieverbrauch. Anhand von Wärmebedarfsentwicklungsszenarien wird der zukünftige Wärmebedarf unter Berücksichtigung von möglichen Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen abgeschätzt.

Zur Berechnung der Zielszenarien wurde der energetische Zustand im Gebäudebestand auf die Zieljahre 2040 bzw. 2035 sowie auf den Meilenstein 2030 modelliert. Von besonderem Interesse im Hinblick auf das Wärmeversorgungskonzept sind die jährlichen energetischen Sanierungsraten des Wärmeschutzes. Für den bundesdeutschen Gebäudebestand beträgt der Gesamtwert der energetischen Sanierungsrate des Wärmeschutzes (gemittelt über alle Bauteile) zu 0,79%/a bis 0,84%/a<sup>112</sup>.

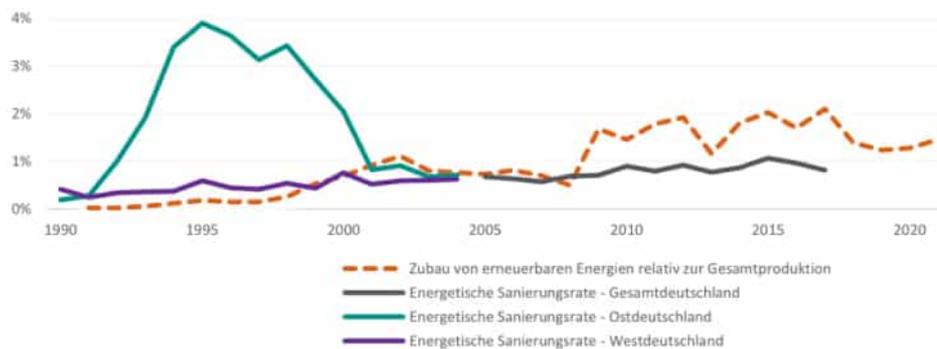


Abbildung 55: Entwicklung der energetischen Sanierungsrate in Deutschland (Quelle: ista Deutschland; eigene Berechnungen des DIW)

Das Modell für die Beschreibung der mittleren energetischen Modernisierungsraten des Gebäudebestandes stützt sich insbesondere auf den Technikkatalog der KEA<sup>113</sup>. Dabei wurden die Gebäudeklassen unterschieden, wobei acht Baualtersklassen berücksichtigt sind. Die Analysen wurden nach Wohngebäuden, Wohn- und Geschäftsgebäuden, Geschäftsgebäuden, Industriebauten und öffentlichen Gebäuden differenziert ausgeführt.

<sup>112</sup> BMVBS-Online-Publikation 13/2013: Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele des Energiekonzepts im Gebäudebereich

<sup>113</sup> Technikkatalog KEA; 6 Flaechenbezogener\_Endenergieverbrauch\_Ist\_2040\_v1.1

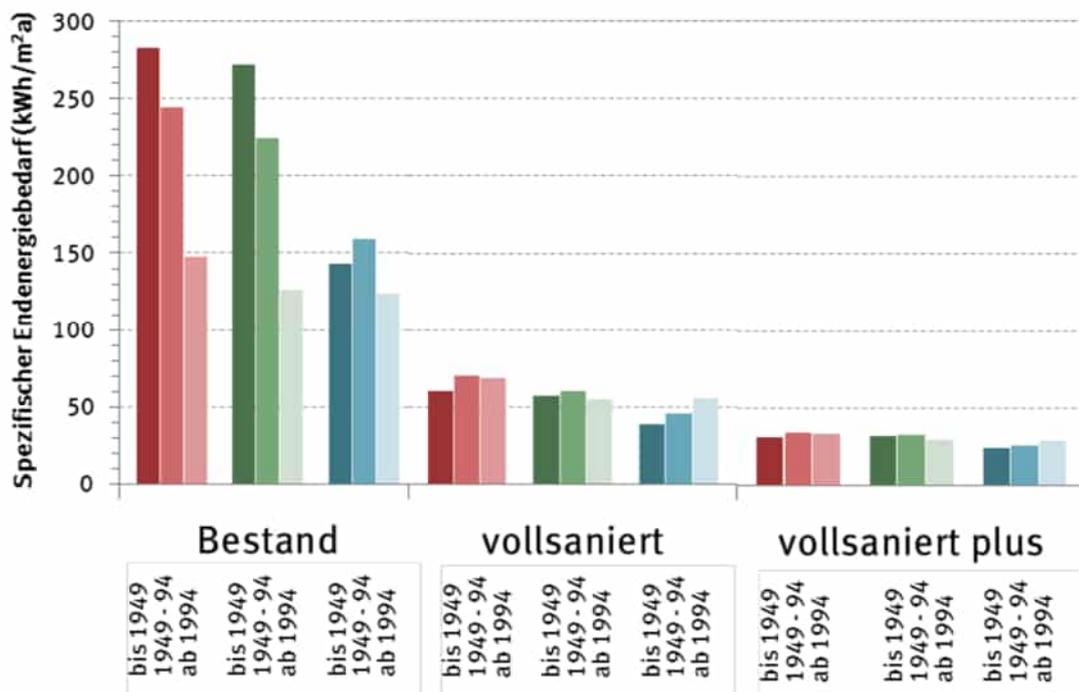


Abbildung 56: Endenergiebedarf Heizwärme und TWW bei den Wärmeschutzstandards im Bestand, „vollsanziert“ und „vollsanziert plus“. (Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISE)

Die energetische Modernisierung von Gebäuden unterliegt einer Vielzahl verschiedener Restriktionen. Diese resultieren beispielsweise durch den Denkmalschutz. Die Dämmrestriktionen führen dazu, dass nicht alle Gebäude energetisch saniert werden können. Zudem werden Gebäude in der Regel erst ab einem Alter von über 25 bis 30 Jahren erstmals saniert. Dem wird Rechnung getragen, indem nach Gebäudetyp und Baualtersklasse unterschiedliche Sanierungsraten angewandt werden.

### 3.1.2. Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung

Bei den heute üblichen gebäudeindividuellen Wärmeversorgungskonzepten herrscht ein Wettbewerb zwischen leitungsgebundenen Energieträgern – wie Erdgas oder Strom – nicht-leitungsgebundenen Fest- und Flüssigbrennstoffen – wie Erdöl, Flüssiggas und Pellets – und weiteren Erneuerbaren Energien – wie Solarthermie oder auch Geothermie.

In der zukünftigen Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung wird im verdichteten Bereich auch die Fernwärme eine größere Rolle spielen.

Das Wärmeversorgungskonzept muss eine sinnvolle Kombination sein aus

- Wärmenetzen/Wärmeverbundlösungen sowie
- Einzellösungen für Erzeugungsanlagen in Privathaushalten, kommunalen Liegenschaften und Unternehmen.

Hinsichtlich der notwendigen Infrastrukturmaßnahmen in Wärmenetzen muss auch die Zukunft betrachtet werden. Dabei muss berücksichtigt werden, in wieweit das Wärmenetz noch wirtschaftlich ist, wenn sich der Wärmebedarf auf Grund von energetischen Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen reduziert.



3.1.2.1. Wärmenetze

In Hinblick auf die zukünftige Verteilung der Versorgungstechniken wurde angenommen, dass bezogen auf den Ist-Zustand ein erheblicher Ausbau der Fernwärme erfolgt. Der Anschlussgrad von Gebäuden an das Fernwärmenetz wird dementsprechend höher.

Geeignete Quartiere für Wärmenetze lassen sich mit Hilfe eines Kriterienrasters finden. Solche Merkmale sind etwa Gebäudeart, Baualtersklasse, Bebauungsdichte, installierte Energieinfrastruktur, Sanierungsstand und Eigentümerstruktur.

Eine ausreichend tragbare Kennzahl zur Auswahl von Wärmenetz-Vorranggebieten liefert die Wärmebedarfsdichte. Diese ist definiert als Wärmebedarf in Kilowattstunden pro Jahr (kWh/a), geteilt durch die Quartiersfläche. Sie lässt Rückschlüsse auf den Aufwand zur Wärmelieferung via Wärmenetz zu. Aufgrund der notwendigen langfristigen Betrachtungsweise ist die Wärmebedarfsdichte zudem abhängig von der Entwicklung der Gebäudeeffizienz und der Integration von Wärmepotenzialen. So mindern zum Beispiel energetische Sanierungen oder die dezentrale Nutzung von Solarthermie am Gebäude den Wärmebedarf. Da Wärmenetze immer mit hohen Investitionen in die Wärmeinfrastruktur zusammenhängen, muss dies in die Entscheidung für ein Wärmenetz-Vorranggebiet eingerechnet werden.

Grundsätzlich können Aussagen zur Eignung von Versorgungsoptionen anhand der Siedlungstypen gemacht werden. Dabei ist jedoch sowohl die große Bandbreite der Siedlungstypen als auch die Varianz der Versorgungsoptionen nicht vollständig abgebildet. Dadurch kommt es zu einer Großzahl von Zuordnungen, die kein eindeutiges Ergebnis beinhalten.

Versorgungsoptionen		Wärmee- netzung	Luft- Wärmepumpe	Erd- Wärmepumpe	Wärmepumpe Abwasserkanal- Wärmepumpe	Grundwasser- Wärmepumpe	Solarthermie- Netzung	Hydriehörsung	Solarthermie- Hydriehörsung	Solarthermie- Netzung	EE-Geb Energieeffizienz eingeschränkt verfügbar	Wärmenetz	Individuelle Quartier- lösungen
Technische Einseitigkeit der Versorgungsoptionen		Lage, Aus- richtung, An- schluss	Versorgungs- temperatur, Lärm, GWP, Kältemittel	Versorgungs- temperatur, Fläche, Grundstück, GWP, GWP, Kältemittel	Versorgungs- temperatur, Fläche, Grundstück, Kältemittel, Mindestgröße	Versorgungs- temperatur, GWP, Kältemittel, Fläche	Fläche, Dach, Platzbedarf, Speicher	Platzbedarf	Platzbedarf, Dachfläche, Platzbedarf, Speicher	Wirkungsgrad, Energieeffizienz eingeschränkt verfügbar	Energieeffizienz eingeschränkt verfügbar	Netzgebunden	Individuelle Quartier- lösungen
Siedlungstyp	Einschränkung abhängig vom Siedlungstyp												
Ein- und Zweifamilienhäuser	Grundstückliche, Flächen- bedarf, Orientierung	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Ein- und Zweifamilienhäuser in verdichteter Bebauung	Grundstückliche, Flächen- bedarf, Orientierung	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Historische Stadtkerne	Hohe Individualität, Grund- stückliche, Raumbedarf, Orientierung	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Gewerbe	Hohe Individualität, Grund- stückliche, Flächen- bedarf, Orientierung	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Offene Ländert, Bebauung	Hohe Individualität	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Reisepark	Kompakte, dichte Bauweise, hoher Energieeffizienz	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

Legende: ++ = sehr gut, ++ = gut, ++ = mäßig, ++ = wenig gut

Abbildung 57: Wärmeversorgungsoptionen von Siedlungstypen. (Quelle: Stadtwerke Waiblingen)

3.1.2.2. Einzellösungen

In Gebieten ohne Wärmenetze sind die einzelnen Gebäudeeigentümer nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) in der Pflicht, eine nachhaltige Wärmeversorgung zu realisieren. Die technischen Möglichkeiten eines Gebäudes, der energetische Standard, die Nutzer und ihre Anforderungen beeinflussen bei Einzellösungen die Wahl des Energieträgers bzw. des Wärmeerzeugers.



Wärmepumpen kommen mit heute angebotener Technologie nicht nur für Niedrigtemperaturgebäude in Frage. So können bei der bedarfsgerechten Planung neben sanierten Bestandsgebäuden und energieeffizienten Neubauten mit einem geringen Wärmebedarf und einem niedrigen Temperaturniveau, auch un- oder teilsanierte Gebäude, die deutlich höhere Temperaturen benötigen, durch Wärmepumpen versorgt werden. Die Einschränkungen für die Verwendung von Wärmepumpen liegen hingegen mehr auf Seiten der Zugänglichkeit von Wärmequellen (wie z. B. Erdreich, Abwärme, Grundwasser oder Außenluft).

Eine weitere Restriktion besteht hinsichtlich der Verwendung von Holzbrennstoffen in der zukünftigen Einzelversorgung der Gebäude mit Wärme. Das Potenzial nachhaltiger, holzartiger Reststoffe (inkl. Industrierestholz und Altholz) ist beschränkt<sup>114</sup>. Zur thermischen Versorgung der Gebäude steht also nur eine geringe Energiemenge zur Verfügung. Der Anteil an Pelletheizungen in Gebieten mit dezentraler Versorgung wird daher nur moderat zunehmen.

Solarthermische Wärmeversorgung wird im Wesentlichen in Form von solarthermischen Hybridheizungen machbar sein. Zwar gibt es realisierte Projekte zur Vollversorgung von Gebäuden mit Solarthermie (Konzept Sonnenhaus). Doch auch hierbei ist vorgesehen, in sonnenarmen Winterzeiten den Speicher bei Bedarf über eine redundante Zusatzenergiequelle nachzuheizen<sup>115</sup>.

Stromdirektheizungen sind nach dem GEG nur unter bestimmten Bedingungen erlaubt<sup>116</sup>. Die Ausnahmeregelung für selbstbewohnte Ein- und Zweifamilienhäuser lässt prinzipiell

<sup>114</sup> Das Umweltbundesamt beziffert die in Deutschland zur energetischen Nutzung verfügbare nachhaltige Reststoff-Holzmasse auf 6,7 Mio. t. UBA Texte 115/2019: BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor)

<sup>115</sup> Sonnenhaus-Institut: Was ist ein Sonnenhaus? ([www.sonnenhaus-institut.de](http://www.sonnenhaus-institut.de))

<sup>116</sup> GEG 2024 – Synopse / § 71d Anforderungen an die Nutzung einer Stromdirektheizung

(1) Eine Stromdirektheizung darf in einem zu errichtenden Gebäude zum Zweck der Inbetriebnahme nur eingebaut oder aufgestellt werden, wenn das Gebäude die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz nach den §§ 16 und 19 um mindestens 45 Prozent unterschreitet.

(2)

1 Eine Stromdirektheizung darf in ein bestehendes Gebäude zum Zweck der Inbetriebnahme nur eingebaut oder aufgestellt werden, wenn das Gebäude die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz nach den §§ 16 und 19 um mindestens 30 Prozent unterschreitet.

2 Wenn ein bestehendes Gebäude bereits über eine Heizungsanlage mit Wasser als Wärmeträger verfügt, ist der Einbau einer Stromdirektheizung nur zulässig, wenn das Gebäude die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz nach den §§ 16 und 19 um mindestens 45 Prozent unterschreitet.

3 Die Einhaltung der Anforderungen nach den Sätzen 1 und 2 ist durch eine nach § 88 berechnete Person nachzuweisen.

4 Der Nachweis ist von dem Eigentümer mindestens zehn Jahre aufzubewahren und der nach Landesrecht zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

(3) Absatz 2 ist nicht beim Austausch einer bestehenden einzelnen Einzelraum-Stromdirektheizung anzuwenden.

(4) Die Absätze 1 und 2 sind nicht anzuwenden

1 auf eine Stromdirektheizung in einem Gebäude, in dem ein dezentrales Heizungssystem zur Beheizung von Gebäudezonen mit einer Raumhöhe von mehr als 4 Metern eingebaut oder aufgestellt wird und

2 in einem Wohngebäude mit nicht mehr als zwei Wohnungen, von denen der Eigentümer eine Wohnung selbst bewohnt.



zwar einen hohen Anteil dieser Versorgungsoption zu, dies geht jedoch zu Lasten der damit verbundenen hohen Energiekosten.

Gasförmige Energieträger wie aus Biomasse hergestellte Biogase, aber auch der mittels Power-to-Gas-Technologie produzierte grüne Wasserstoff oder synthetisches Methan sind heute und auch mittelfristig kaum in ausreichenden Mengen verfügbar, um in der Wärmeversorgung von Einzelgebäuden eine größere Rolle zu spielen. Biogase werden derzeit hauptsächlich in unmittelbarer Nähe ihrer Erzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zu (Öko-)Strom und Wärme transformiert. Ein kleinerer Anteil wird als Bio-Methan in das Gasnetz eingespeist. Die Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz wird derzeit ebenfalls praktiziert. Im Moment dürfen in ein gewöhnliches Gasnetz maximal 10% Wasserstoff beigemischt werden. Für eine Versorgung mit Wasserstoff muss die Gasinfrastruktur auf einen höheren Anteil umgebaut werden. Dies schließt neben den reinen Infrastruktureinrichtungen auch sämtliche angeschlossene Verbraucher ein.

### 3.1.3. Zukünftige Entwicklung der Nutzung Erneuerbarer Energien

Um Klimaziele im Wärmebereich erreichbar zu machen, sind zwei Säulen von besonderer Bedeutung.

- Die Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude reduziert den Nutzenergiebedarf und führt dabei auch – ungeachtet des eingesetzten Energieträgers – zu geringeren THG-Emissionen.
- Hinzu kommt eine Abkehr von kohlendioxidlastigen Energieträgern auf solche, die aufgrund ihrer Erzeugung oder Verwendung geringere THG-Emissionen verursachen. Neben den klassischen erneuerbaren Wärmequellen wie Biomasse und Solarthermie sind insbesondere die Wärmebereitstellung durch Wärmepumpen maßgeblich, die Umwelt-, Umgebungs- oder Abwärme mit Hilfe von (erneuerbarem) Strom in Wärme transferieren.

Reduktion des Nutzenergiebedarfs um x% bezogen auf das Ausgangsjahr 2008 ->

	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
0%	10%	4%	-1%	-7%	-12%	-18%	-23%	-29%	-34%	-40%	-45%	-51%	-56%	-62%	-67%	-73%	-78%	-84%	-89%	-95%	-100%
5%	4%	-1%	-6%	-11%	-16%	-22%	-27%	-32%	-37%	-43%	-48%	-53%	-58%	-63%	-69%	-74%	-79%	-84%	-90%	-95%	-100%
10%	-1%	-6%	-10%	-15%	-20%	-25%	-30%	-35%	-40%	-45%	-50%	-55%	-60%	-65%	-70%	-75%	-80%	-85%	-90%	-95%	-100%
15%	-7%	-11%	-16%	-21%	-25%	-30%	-35%	-39%	-44%	-49%	-53%	-58%	-63%	-67%	-72%	-77%	-81%	-86%	-91%	-95%	-100%
20%	-12%	-16%	-21%	-25%	-30%	-34%	-38%	-43%	-47%	-52%	-56%	-60%	-65%	-69%	-74%	-78%	-82%	-87%	-91%	-96%	-100%
25%	-18%	-22%	-26%	-30%	-34%	-38%	-42%	-46%	-51%	-55%	-59%	-63%	-67%	-71%	-75%	-79%	-84%	-88%	-92%	-96%	-100%
30%	-23%	-27%	-31%	-35%	-38%	-42%	-46%	-50%	-54%	-58%	-62%	-65%	-69%	-73%	-77%	-81%	-85%	-88%	-92%	-96%	-100%
35%	-29%	-32%	-36%	-39%	-43%	-46%	-50%	-54%	-57%	-61%	-64%	-68%	-71%	-75%	-79%	-82%	-86%	-89%	-93%	-96%	-100%
40%	-34%	-37%	-41%	-44%	-47%	-51%	-54%	-57%	-60%	-64%	-67%	-70%	-74%	-77%	-80%	-84%	-87%	-90%	-93%	-97%	-100%
45%	-40%	-43%	-46%	-49%	-52%	-55%	-58%	-61%	-64%	-67%	-70%	-73%	-76%	-79%	-82%	-85%	-88%	-91%	-94%	-97%	-100%
50%	-45%	-48%	-51%	-53%	-56%	-59%	-62%	-64%	-67%	-70%	-73%	-75%	-78%	-81%	-84%	-86%	-89%	-92%	-95%	-97%	-100%
55%	-51%	-53%	-55%	-58%	-60%	-63%	-65%	-68%	-70%	-73%	-75%	-78%	-80%	-83%	-85%	-88%	-90%	-93%	-95%	-98%	-100%
60%	-56%	-58%	-60%	-63%	-65%	-67%	-69%	-71%	-74%	-76%	-78%	-80%	-82%	-85%	-87%	-89%	-91%	-93%	-96%	-98%	-100%
65%	-62%	-63%	-65%	-67%	-69%	-71%	-73%	-75%	-77%	-79%	-81%	-83%	-85%	-87%	-88%	-90%	-92%	-94%	-96%	-98%	-100%
70%	-67%	-69%	-70%	-72%	-74%	-75%	-77%	-79%	-80%	-82%	-84%	-85%	-87%	-88%	-90%	-92%	-93%	-95%	-97%	-98%	-100%
75%	-73%	-74%	-75%	-77%	-78%	-79%	-81%	-82%	-84%	-85%	-86%	-88%	-89%	-90%	-92%	-93%	-95%	-96%	-97%	-99%	-100%
80%	-78%	-79%	-80%	-81%	-82%	-84%	-85%	-86%	-87%	-88%	-89%	-90%	-91%	-92%	-93%	-95%	-96%	-97%	-98%	-99%	-100%
85%	-84%	-84%	-85%	-86%	-87%	-88%	-88%	-89%	-90%	-91%	-92%	-93%	-93%	-94%	-95%	-96%	-97%	-98%	-98%	-99%	-100%
90%	-89%	-90%	-90%	-91%	-91%	-92%	-92%	-93%	-93%	-94%	-95%	-95%	-96%	-96%	-97%	-97%	-98%	-98%	-99%	-99%	-100%
95%	-95%	-95%	-95%	-95%	-96%	-96%	-96%	-96%	-97%	-97%	-97%	-98%	-98%	-98%	-98%	-99%	-99%	-99%	-99%	-100%	-100%
100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%

EE-Anteil zur Deckung des Endenergiebedarfs

Abbildung 58: Reduktion des nicht-erneuerbaren Anteils der Primärenergie bis 2050 als Funktion der Reduktion des Nutzenergiebedarfs und des Anteils der erneuerbaren Energien am Endenergiebedarfs (Quelle: UBA Climate-Change 26/2017: Klimaneutraler Gebäudebestand 2050)

Beide Säulen tragen eine Teillast der erforderlichen Reduktion der THG-Emissionen im Gebäudesektor. Dabei können unterschiedliche Kombinationen letztendlich zum gleichen Ziel führen.



In einem treibhausgasneutralen Energiesystem wird Strom aus erneuerbaren Energien zukünftig die wichtigste Energieform sein<sup>117</sup>. Auch im Sektor Wärme wird zunehmend erneuerbarer Strom für den Betrieb von Wärmepumpen eingesetzt. Um auch lokal einen Teil dieser Energie zu schöpfen, muss vor Ort ein starker Ausbau der Windenergie und der Photovoltaik erfolgen. Allerdings ist der Beitrag der Photovoltaik zur Stromerzeugung im Winter gering. Da auch der Wind nicht kontinuierlich weht, sind zudem Wasserstoffkraftwerke (z. B. KWK in Wärmenetzen und größeren Wärmeverbrauchern) erforderlich, um auch in solchen Zeiten die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Großes Potenzial und eine gute Ergänzung zur Wärmepumpe liegen in der Solarthermie, die im großen Stil eingesetzt werden sollte. Die Solarthermie spielt vor allem im Niedrigtemperaturbereich eine große Rolle und unterstützend in den Übergangsmonaten.

Die Ausweitung lokal und nachhaltig erzeugter Bioenergie ist nur in geringen Anteilen machbar.

### 3.1.4. Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs

Trotz Einsparungen bei klassischen Stromverbrauchern (z.B. Beleuchtung) wird der Strombedarf langfristig steigen. Maßgeblich dafür ist die Verwendung von Strom in den Sektoren Verkehr und Wärme.

### 3.2. Basis-Zielszenario - Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs

Ausgangspunkt für die Modellierung des Wärmebedarfs in den Jahren 2040 und 2035 bildet der Technikkatalog der KEA. Dieser stützt sich wiederum auf eine Studie im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums zum Sanierungsbedarf im Gebäudebestand<sup>118</sup>.

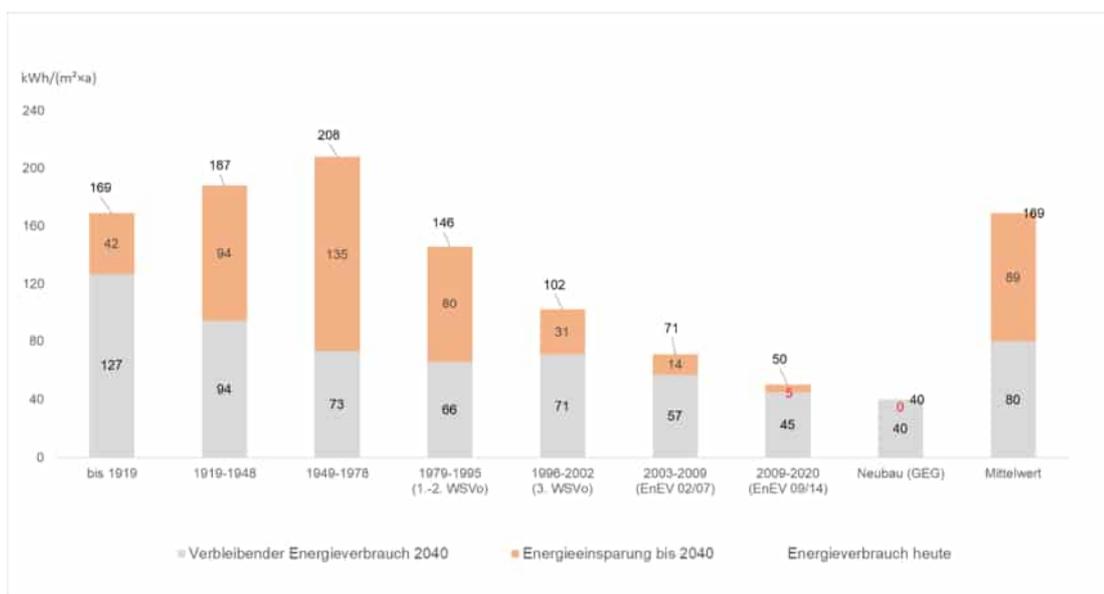


Abbildung 59: Flächenbezogener Endenergieverbrauch für Wohngebäude nach Altersklasse im Ist-Stand (teilsaniert) und energetischer Sanierung mit Ziel 2040. (nach BMWi, 2014)

<sup>117</sup> BMWi-Langfristszenarien, 2013

<sup>118</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2014: Sanierungsbedarf im Gebäudebestand.



Darin sind flächenbezogene Energieverbräuche für unterschiedliche Altersklassen im Ausgangsjahr sowie der verbliebene Energieverbrauch und die Energieeinsparungen bis 2040 angegeben. Aus diesen Daten lassen sich jährliche absolute sowie relative Einsparungen errechnen.

3.2.1.1. Wohngebäude

Für Wohngebäude liegen die Zahlen explizit vor. Bei den Wohngebäuden reduziert sich der Wärmeverbrauch infolge energetischer Sanierungen im Durchschnitt der Altersklassen um 2,25%/a. Der gewichtete Durchschnittswert der Wärmereduktion liegt bei 2,68%/a.

Dies entspricht einer Sanierungsrate von rund 3%/a bis 4%/a.

Bei den am häufigsten vertretenen Gebäudealter (1949 bis 1978) liegt die Wärmeverbrauchsreduktion sogar bei 3,25%/a.

Wohngebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
<b>vor 1860</b>	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
<b>1860-1918</b>	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
<b>1919-1948</b>	4,70	2,51%	25,1%	37,7%	50,3%
<b>1949-1957</b>	6,75	3,25%	32,5%	48,7%	64,9%
<b>1958-1968</b>	6,75	3,25%	32,5%	48,7%	64,9%
<b>1969-1978</b>	6,75	3,25%	32,5%	48,7%	64,9%
<b>1979-1983</b>	4,00	2,74%	27,4%	41,1%	54,8%
<b>1984-1994</b>	4,00	2,74%	27,4%	41,1%	54,8%
<b>1995-2001</b>	1,55	1,52%	15,2%	22,8%	30,4%
<b>2002 u. jünger</b>	0,48	0,79%	7,9%	11,8%	15,7%

Tabelle 30: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Basisszenario)

3.2.1.2. Nichtwohngebäude

Für den Nichtwohngebäudebereich ist der Umfang der Sanierungen - im Gegensatz zu den Wohngebäuden - nicht einmal in groben Zügen in der Fachliteratur beschrieben.

Rückschlüsse aus der vergangenen Entwicklung des Nichtwohngebäudebestands und der aktuellen Modernisierungsdynamik können aus diesen Quellen nur unzureichend gezogen werden.

Stärker als bei Wohngebäuden, bei denen die Eigentümerstruktur zu einer höheren Bereitschaft zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen führt, hängt die Motivation der Akteure bei Investitionsentscheidungen hauptsächlich von rechtlichen, volks- und betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab.<sup>119</sup>

Für Nichtwohngebäude wurde daher eine geringere Verbrauchsreduktion zu Grunde gelegt. Diese liegt im Durchschnitt bei rund 1,5%/a. Hier liegt die Sanierungsrate bei rund 2%/a.

<sup>119</sup> Vgl. IWU: Schlussbericht Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude. 2022



Nichtwohngebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1860-1918	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1919-1948	3,76	2,01%	20,1%	30,2%	40,2%
1949-1957	5,06	2,43%	24,3%	36,5%	48,7%
1958-1968	4,39	2,11%	21,1%	31,6%	42,2%
1969-1978	4,05	1,95%	19,5%	29,2%	38,9%
1979-1983	2,20	1,51%	15,1%	22,6%	30,1%
1984-1994	2,00	1,37%	13,7%	20,5%	27,4%
1995-2001	0,62	0,61%	6,1%	9,1%	12,2%
2002 u. jünger	0,12	0,20%	2,0%	2,9%	3,9%

Tabelle 31: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Basisszenario)

### 3.2.1.3. Gemischt genutzte Gebäude

Gemischt genutzte Gebäude sind eine noch selten beschriebene Gebäudeform, die von Betriebsgebäuden mit Eigentümer- oder Hausmeisterwohnung bis zu Mehrfamiliengebäuden mit Gewerbenutzung reichen.

Die Verbrauchsreduktion dieser Gebäudeart wurde zwischen Wohn- und Nichtwohngebäude angesiedelt. Sanierungsraten ergeben sich zwischen 2%/a und 3%/a.

Gemischt genutzte Gebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1860-1918	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1919-1948	4,23	2,26%	22,6%	33,9%	45,2%
1949-1957	5,91	2,84%	28,4%	42,6%	56,8%
1958-1968	5,57	2,68%	26,8%	40,2%	53,5%
1969-1978	5,40	2,60%	26,0%	38,9%	51,9%
1979-1983	3,10	2,12%	21,2%	31,8%	42,5%
1984-1994	3,00	2,05%	20,5%	30,8%	41,1%
1995-2001	1,09	1,06%	10,6%	16,0%	21,3%
2002 u. jünger	0,30	0,49%	4,9%	7,4%	9,8%

Tabelle 32: Endenergieverbrauchsreduzierung gemischt genutzte Gebäude bis 2040 (Basisszenario)

### 3.2.2. Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung

Für die Wärmewende im Gebäudebestand ist es entscheidend, wie schnell ein Wechsel zu anderen Energieträgern mit geringeren THG-Emissionen stattfindet. Bisher ist die Dynamik, mit der fossile Brennstoffe durch regenerative Energieträger ersetzt werden, weit davon entfernt, die ambitionierten Ziele des Klimaschutzes im Gebäudebestand erreichen zu können.



Insgesamt werden in etwa 2,3 % der Gebäude pro Jahr die Wärmeerzeugungsanlagen modernisiert. Allerdings werden bei der Modernisierung der Wärmeerzeuger überwiegend die gleichen Energieträger weiterverwendet, die auch zuvor schon eingesetzt wurden.

Mit dem GEG 2023 sollte sich dieser Trend ändern. Mit einer moderaten Steigerung der Modernisierungsdynamik könnte das Gros der Wärmeerzeuger bis zum Jahr 2040 noch einmal ausgetauscht und auf die Verwendung erneuerbarer Energien ausgerichtet werden.

Allerdings bestehen in der Nutzergesellschaft noch Unsicherheiten hinsichtlich der Eignung, der Verlässlichkeit und der Kosten alternativer Systeme.

Für die Festlegung eines Energieträgermix im Basispfad wurden daher neben den ermittelten Potenzialen auch Einschätzungen von Experten bezüglich der sozioökonomischen Entwicklungen hinsichtlich der Heizungserneuerung berücksichtigt.

Sektor	fossil	Wärme- netze	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
<b>Private Haushalte</b>	40	30	7	15	8	0
<b>GHD</b>	55	15	5	20	5	0
<b>Industrie</b>	20	10	10	20	15	25
<b>Öffentliche Gebäude</b>	0	90	-	7	3	0

*Tabelle 33: Beheizungsstruktur 2040 (Basisszenario)*

### 3.2.3. Zukünftige Entwicklung der Nutzung Erneuerbarer Energien

Bei der zukünftigen Nutzung Erneuerbarer Energien bei der Einzelversorgung von Gebäuden spielt vor allem die Solarenergie eine größere Rolle.

Die direkte Nutzung solarer Strahlungsenergie für Wärmeanwendungen wie Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung wird neben der Einspeisung in Wärmenetze in der Industrie und im Gewerbe eine zunehmend größere Rolle spielen.

Privathaushalte und öffentliche Gebäude werden eher Solarsysteme in das Gebäudeversorgungskonzept integrieren, die Strom herstellen – also Photovoltaik. Dies wird jedoch die zukünftige Erhöhung der allgemeinen Strombezugsmengen zur Wärmebereitstellung nicht wesentlich abmildern, da Photovoltaikstrom während der Heizperiode im Herbst und Winter nicht ausreichend erzeugt werden kann.

Strom aus Windkraftanlagen könnten hierbei einen nennenswerten Deckungsanteil leisten.

Auch bei Biomasse wird sich ein ähnlicher Trend abzeichnen. Hier ist auch damit zu rechnen, dass Umweltanforderungen an die Verbrennung verschärft werden und kleinere Anlagen einen Kostennachteil dadurch erfahren. Das aktuelle Bemühen von Politik und Wissenschaft



ist jedenfalls, die energetische Nutzung von Holz im Sinne der Nachhaltigkeit der Holznutzung oder auch der Emissionsvermeidung insgesamt zu begrenzen.

Eine Erzeugung von synthetischen Brennstoffen für die Wärmeerzeugung ist nur zeitweise bei Überschussstrom aus EE-Anlagen sinnvoll. Der zeitliche Rahmen wird sich dabei höchstwahrscheinlich auf einige Stunden im Sommer beschränken. Dies wirkt sich negativ auf das Kostensystem der Energieträger aus: Damit werden sich synthetische Brennstoffe vermutlich lokal nicht wettbewerbstauglich erzeugen lassen.

### 3.2.4. Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs

Durch den Einsatz elektrischer Wärmeerzeugungssysteme wird sich der Stromverbrauch deutlich erhöhen. Entsprechend dem im Basisszenario gewählten Durchdringungsgrad der Wärmepumpen bei der Heizungserneuerung und dem Sanierungsgeschehen ist bei einer gewichteten Jahresarbeitszahl der Systeme von 3,3 ein Strommehrverbrauch von rund 16,5 GWh/a zu erwarten.

### 3.2.5. Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040

Die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen (THG) erfolgt entsprechend der anzusetzenden Endenergiemenge der jeweiligen Energieträger. Die Betrachtung der THG-Emissionen inkl. Vorketten bringt es mit sich, dass auch den erneuerbaren Energien THG-Emissionen zuzurechnen sind. Für Wärme aus Solarthermie beträgt der spezifische Emissionsfaktor nach dem Technikkatalog der KEA beispielsweise 13 g CO<sub>2</sub>-Äquivalente/kWh.

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Private Haushalte	232.341	30.571	12.228	15.286	15.286	-	305.712
GHD	164.106	21.881	6.564	21.881	4.376	-	218.808
Industrie	20.787	2.079	4.157	6.236	4.157	4.157	41.574
Öffentliche Geb.	-	24.425	-	1.900	814	-	27.139
<b>Gesamt</b>	<b>417.234</b>	<b>78.956</b>	<b>22.950</b>	<b>45.302</b>	<b>24.633</b>	<b>4.157</b>	<b>593.233</b>

Tabelle 34: Energiebilanz Wärme 2030 (Basisszenario)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Private Haushalte	77.944	58.458	13.640	29.229	15.589	-	194.860
GHD	132.565	17.675	5.303	17.675	3.535	-	176.754
Industrie	6.463	3.231	3.231	6.463	4.847	8.078	32.314
Öffentliche Geb.	-	18.538	-	1.442	618	-	20.597
<b>Gesamt</b>	<b>216.972</b>	<b>97.902</b>	<b>22.174</b>	<b>54.809</b>	<b>24.589</b>	<b>8.078</b>	<b>424.524</b>



Tabelle 35: Energiebilanz Wärme 2040 (Basisszenario)

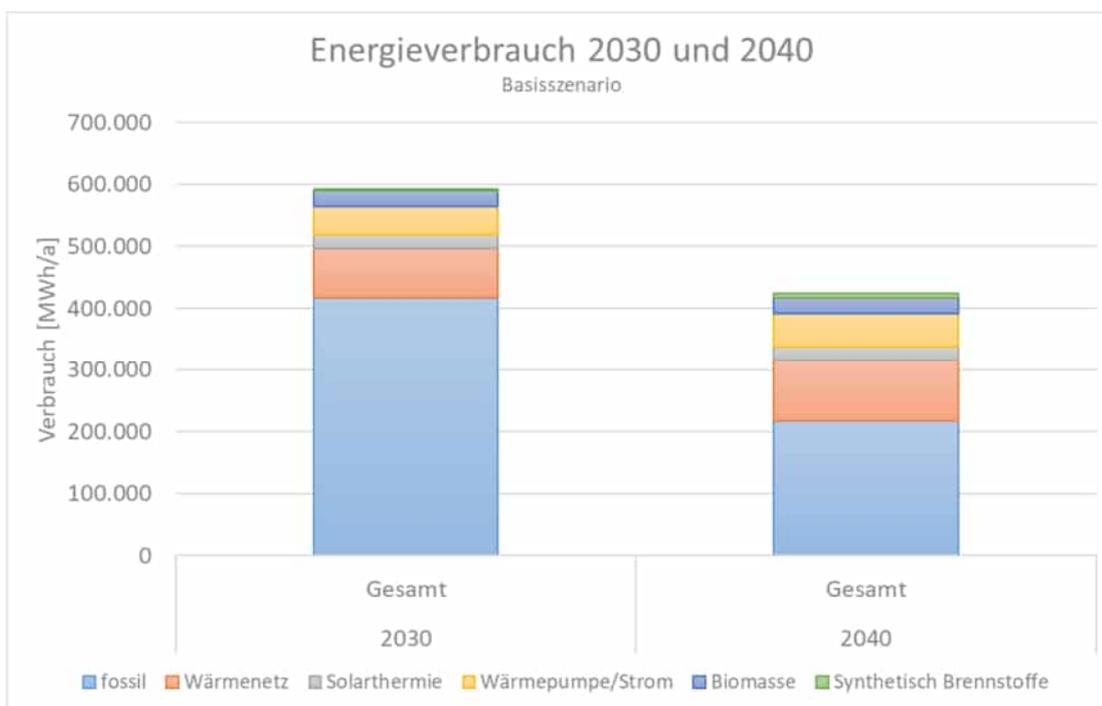


Abbildung 60: Energiebilanz 2030 und 2040 (Basisszenario)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t(CO <sub>2</sub> )]						
Private Haushalte	59.572	1.270	156	430	336	-	61.765
GHD	42.077	909	84	616	96	-	43.781
Industrie	5.330	86	53	175	91	150	5.886
Öffentliche Geb.	-	1.015	-	53	18	-	1.086
<b>Gesamt</b>	<b>106.979</b>	<b>3.279</b>	<b>293</b>	<b>1.275</b>	<b>542</b>	<b>150</b>	<b>112.518</b>

Tabelle 36: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Basisszenario)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t(CO <sub>2</sub> )]						
Private Haushalte	19.985	2.366	174	805	343	-	23.673
GHD	33.990	715	68	487	78	-	35.338
Industrie	1.657	131	41	178	107	253	2.366
Öffentliche Geb.	-	750	-	40	14	-	804
<b>Gesamt</b>	<b>55.632</b>	<b>3.962</b>	<b>283</b>	<b>1.510</b>	<b>541</b>	<b>253</b>	<b>62.180</b>

Tabelle 37: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Basisszenario)

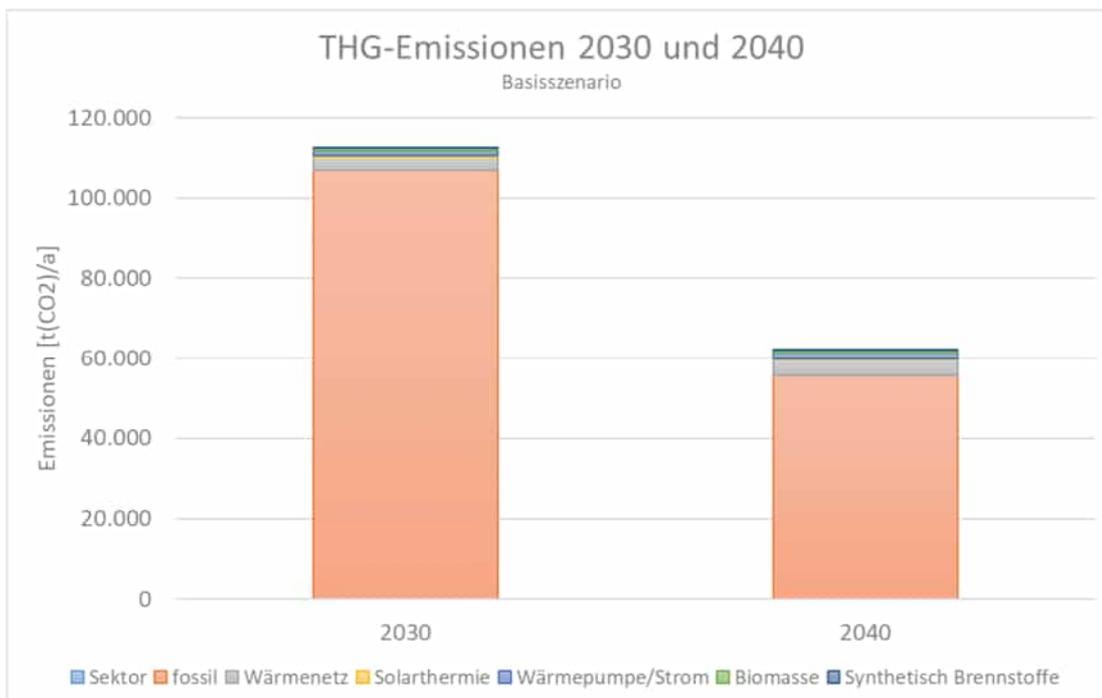


Abbildung 61: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Basisszenario)

### 3.3. Zielszenario A

Das Zielszenario A unterscheidet sich zum Basisszenario durch eine weitere Erhöhung des Wärmeschutzes.

#### 3.3.1. Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs

Wohngebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,74%	17,4%	26,1%	34,8%
1860-1918	2,10	1,74%	17,4%	26,1%	34,8%
1919-1948	4,70	3,52%	35,2%	52,8%	70,0%
1949-1957	6,75	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1958-1968	6,75	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1969-1978	6,75	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1979-1983	4,00	3,84%	38,4%	57,5%	76,7%
1984-1994	4,00	3,84%	38,4%	57,5%	76,7%
1995-2001	1,55	2,13%	21,3%	31,9%	42,5%
2002 u. jünger	0,48	1,10%	11,0%	16,5%	22,0%

Tabelle 38: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario A)



Nichtwohngebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	2,24%	22,4%	33,6%	44,7%
1860-1918	2,10	2,24%	22,4%	33,6%	44,7%
1919-1948	3,76	3,62%	36,2%	54,3%	70,0%
1949-1957	5,06	4,38%	43,8%	65,7%	80,0%
1958-1968	4,39	3,80%	38,0%	57,0%	75,9%
1969-1978	4,05	3,50%	35,0%	52,6%	70,1%
1979-1983	2,20	2,71%	27,1%	40,7%	54,2%
1984-1994	2,00	2,47%	24,7%	37,0%	49,3%
1995-2001	0,62	1,09%	10,9%	16,4%	21,9%
2002 u. jünger	0,12	0,35%	3,5%	5,3%	7,1%

Tabelle 39: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario A)

Gemischt genutzte Gebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,99%	19,9%	29,8%	39,8%
1860-1918	2,10	1,99%	19,9%	29,8%	39,8%
1919-1948	4,23	3,62%	36,2%	54,3%	70,0%
1949-1957	5,91	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1958-1968	5,57	4,28%	42,8%	64,3%	80,0%
1969-1978	5,40	4,15%	41,5%	62,3%	80,0%
1979-1983	3,10	3,40%	34,0%	51,0%	67,9%
1984-1994	3,00	3,29%	32,9%	49,3%	65,8%
1995-2001	1,09	1,70%	17,0%	25,5%	34,0%
2002 u. jünger	0,30	0,79%	7,9%	11,8%	15,7%

Tabelle 40: Endenergieverbrauchsreduzierung gemischt genutzte Gebäude bis 2040 (Zielszenario A)

### 3.3.2. Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung

Sektor	fossil	Wärme- netze	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Private Haushalte	40	30	7	15	8	0
GHD	55	15	5	20	5	0
Industrie	20	10	10	20	15	25
Öffentliche Gebäude	0	90	-	7	3	0

Tabelle 41: Beheizungsstruktur 2040 (Zielszenario A)



3.3.3. Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs

Durch den geringeren Wärmebedarf bei gleich bleibendem Durchdringungsgrad der Wärmepumpen bei der Heizungserneuerung wird sich der Stromverbrauch nicht so stark erhöhen, wie im Basisszenario. Entsprechend den Annahmen im Zielszenario A entsteht ein Strommehrverbrauch von rund 10,6 GWh/a.

3.3.4. Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Private Haushalte	232.341	30.571	12.228	15.286	15.286	-	305.712
GHD	164.106	21.881	6.564	21.881	4.376	-	218.808
Industrie	20.787	2.079	4.157	6.236	4.157	4.157	41.574
Öffentliche Geb.	-	24.425	-	1.900	814	-	27.139
<b>Gesamt</b>	<b>417.234</b>	<b>78.956</b>	<b>22.950</b>	<b>45.302</b>	<b>24.633</b>	<b>4.157</b>	<b>593.233</b>

Tabelle 42: Energiebilanz Wärme 2030 (Zielszenario A)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Private Haushalte	77.944	58.458	13.640	29.229	15.589	-	194.860
GHD	132.565	17.675	5.303	17.675	3.535	-	176.754
Industrie	6.463	3.231	3.231	6.463	4.847	8.078	32.314
Öffentliche Geb.	-	18.538	-	1.442	618	-	20.597
<b>Gesamt</b>	<b>216.972</b>	<b>97.902</b>	<b>22.174</b>	<b>54.809</b>	<b>24.589</b>	<b>8.078</b>	<b>424.524</b>

Tabelle 43: Energiebilanz Wärme 2040 (Zielszenario A)

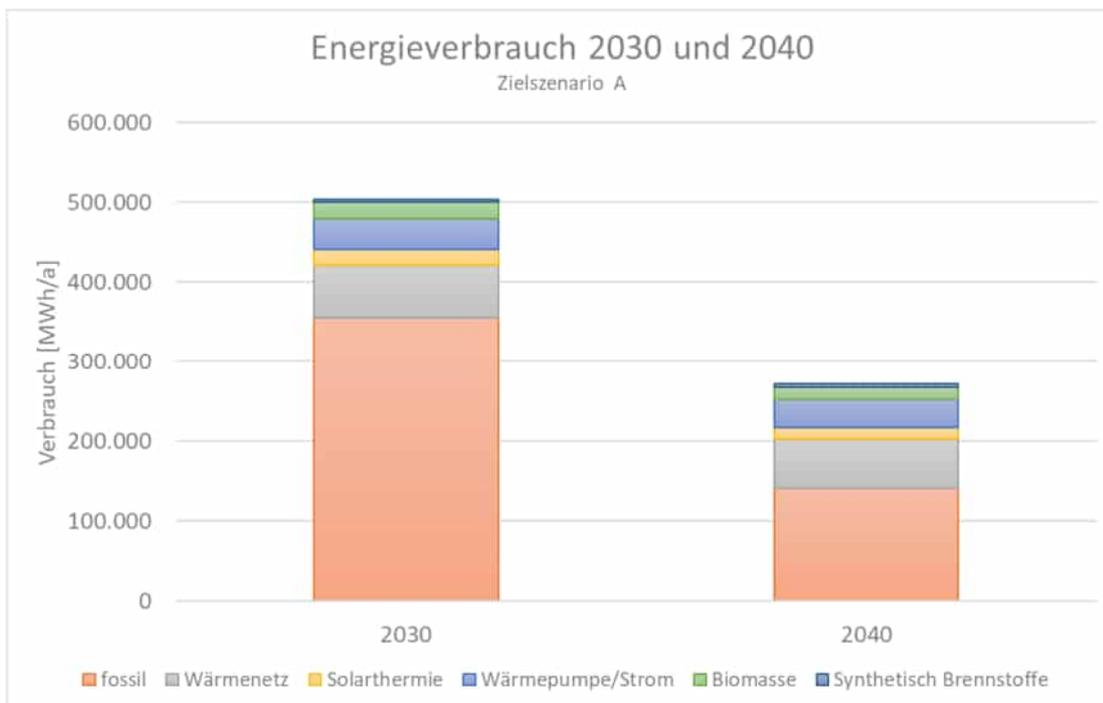


Abbildung 62: Energiebilanz 2030 und 2040 (Zielszenario A)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t(CO <sub>2</sub> )]						
Private Haushalte	50.767	1.082	133	367	287	-	52.635
GHD	35.987	777	72	527	82	-	37.445
Industrie	4.380	71	44	144	75	123	4.837
Öffentliche Geb.	-	819	-	43	14	-	876
<b>Gesamt</b>	<b>91.134</b>	<b>2.749</b>	<b>248</b>	<b>1.081</b>	<b>459</b>	<b>123</b>	<b>95.794</b>

Tabelle 44: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Zielszenario A)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t(CO <sub>2</sub> )]						
Private Haushalte	13.241	1.568	115	534	227	-	15.685
GHD	22.146	466	44	317	51	-	23.025
Industrie	910	72	23	98	59	139	1.300
Öffentliche Geb.	-	369	-	20	7	-	396
<b>Gesamt</b>	<b>36.298</b>	<b>2.475</b>	<b>182</b>	<b>968</b>	<b>343</b>	<b>139</b>	<b>40.405</b>

Tabelle 45: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Zielszenario A)

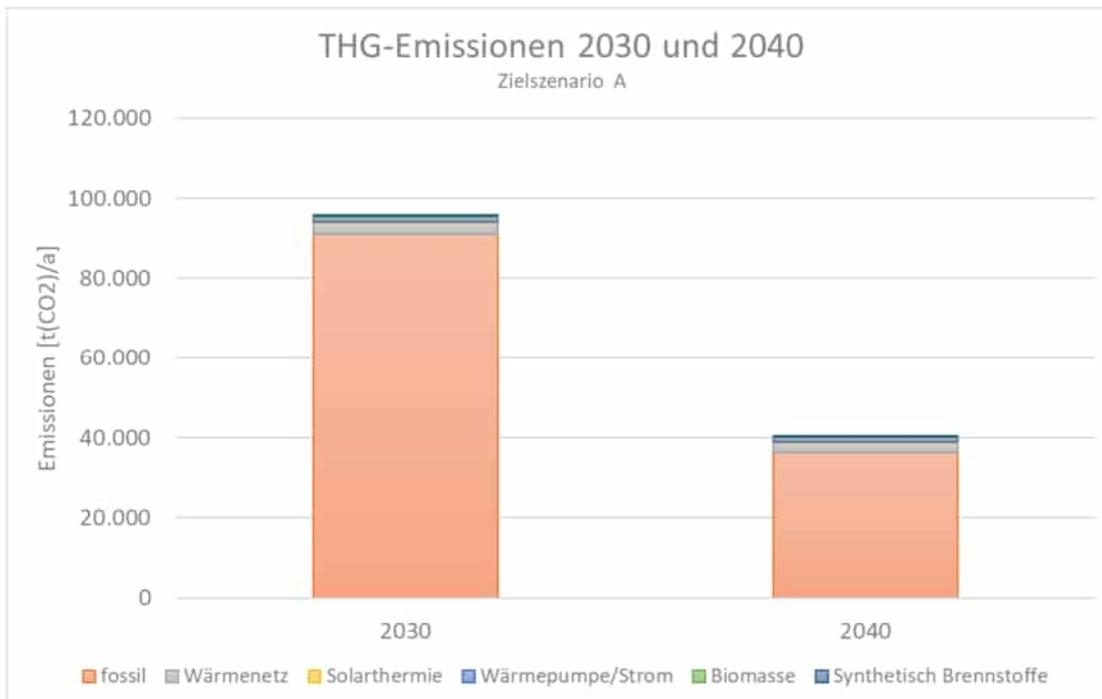


Abbildung 63: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Zielszenario A)

3.4. Zielszenario B Das Zielszenario B unterscheidet sich zum Basisszenario durch geringeren Einsatz fossiler Energien und den verstärkten Wechsels zu Wärmepumpen.

3.4.1. Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs

	Wohngebäude				
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1860-1918	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1919-1948	4,70	2,51%	25,1%	37,7%	50,3%
1949-1957	6,75	3,25%	32,5%	48,7%	64,9%
1958-1968	6,75	3,25%	32,5%	48,7%	64,9%
1969-1978	6,75	3,25%	32,5%	48,7%	64,9%
1979-1983	4,00	2,74%	27,4%	41,1%	54,8%
1984-1994	4,00	2,74%	27,4%	41,1%	54,8%
1995-2001	1,55	1,52%	15,2%	22,8%	30,4%
2002 u. jünger	0,48	0,79%	7,9%	11,8%	15,7%

Tabelle 46: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario B)



Nichtwohngebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1860-1918	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1919-1948	3,76	2,01%	20,1%	30,2%	40,2%
1949-1957	5,06	2,43%	24,3%	36,5%	48,7%
1958-1968	4,39	2,11%	21,1%	31,6%	42,2%
1969-1978	4,05	1,95%	19,5%	29,2%	38,9%
1979-1983	2,20	1,51%	15,1%	22,6%	30,1%
1984-1994	2,00	1,37%	13,7%	20,5%	27,4%
1995-2001	0,62	0,61%	6,1%	9,1%	12,2%
2002 u. jünger	0,12	0,20%	2,0%	2,9%	3,9%

Tabelle 47: Endenergieverbrauchsreduzierung Nichtwohngebäude bis 2040 (Zielszenario B)

Gemischt genutzte Gebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1860-1918	2,10	1,24%	12,4%	18,6%	24,9%
1919-1948	4,23	2,26%	22,6%	33,9%	45,2%
1949-1957	5,91	2,84%	28,4%	42,6%	56,8%
1958-1968	5,57	2,68%	26,8%	40,2%	53,5%
1969-1978	5,40	2,60%	26,0%	38,9%	51,9%
1979-1983	3,10	2,12%	21,2%	31,8%	42,5%
1984-1994	3,00	2,05%	20,5%	30,8%	41,1%
1995-2001	1,09	1,06%	10,6%	16,0%	21,3%
2002 u. jünger	0,30	0,49%	4,9%	7,4%	9,8%

Tabelle 48: Endenergieverbrauchsreduzierung gemischt genutzte Gebäude bis 2040 (Zielszenario B)

### 3.4.2. Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung

Sektor	fossil	Wärme- netze	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Private Haushalte	20	30	7	35	8	0
GHD	35	20	3	40	2	0
Industrie	10	10	12	25	15	28
Öffentliche Gebäude	0	90	0	7	3	0

Tabelle 49: Beheizungsstruktur 2040 (Zielszenario B)



3.4.3. Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs

Durch den höheren Durchdringungsgrad der Wärmepumpen bei der Heizungserneuerung wird sich der Stromverbrauch gegenüber dem Basisszenario stark erhöhen. Entsprechend den Annahmen im Zielszenario B entsteht ein Strommehrverbrauch von rund 44,7 GWh/a.

3.4.4. Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040

Sektor	fossil	Wärme- netz	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Private Haushalte	183.427	39.743	18.343	45.857	18.343	-	305.712
GHD	164.106	21.881	6.564	21.881	4.376	-	218.808
Industrie	20.787	2.079	4.157	6.236	4.157	4.157	41.574
Öffentliche Geb.	-	24.425	-	1.900	814	-	27.139
<b>Gesamt</b>	<b>368.320</b>	<b>88.127</b>	<b>29.064</b>	<b>75.873</b>	<b>27.690</b>	<b>4.157</b>	<b>593.233</b>

Tabelle 50: Energiebilanz Wärme 2030 (Zielszenario B)

Sektor	fossil	Wärme- netz	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Private Haushalte	38.972	58.458	13.640	68.201	15.589	-	194.860
GHD	61.864	35.351	5.303	70.702	3.535	-	176.754
Industrie	3.231	3.231	3.878	8.078	4.847	9.048	32.314
Öffentliche Geb.	-	18.538	-	1.442	618	-	20.597
<b>Gesamt</b>	<b>104.067</b>	<b>115.578</b>	<b>22.820</b>	<b>148.423</b>	<b>24.589</b>	<b>9.048</b>	<b>424.524</b>

Tabelle 51: Energiebilanz Wärme 2040 (Zielszenario B)

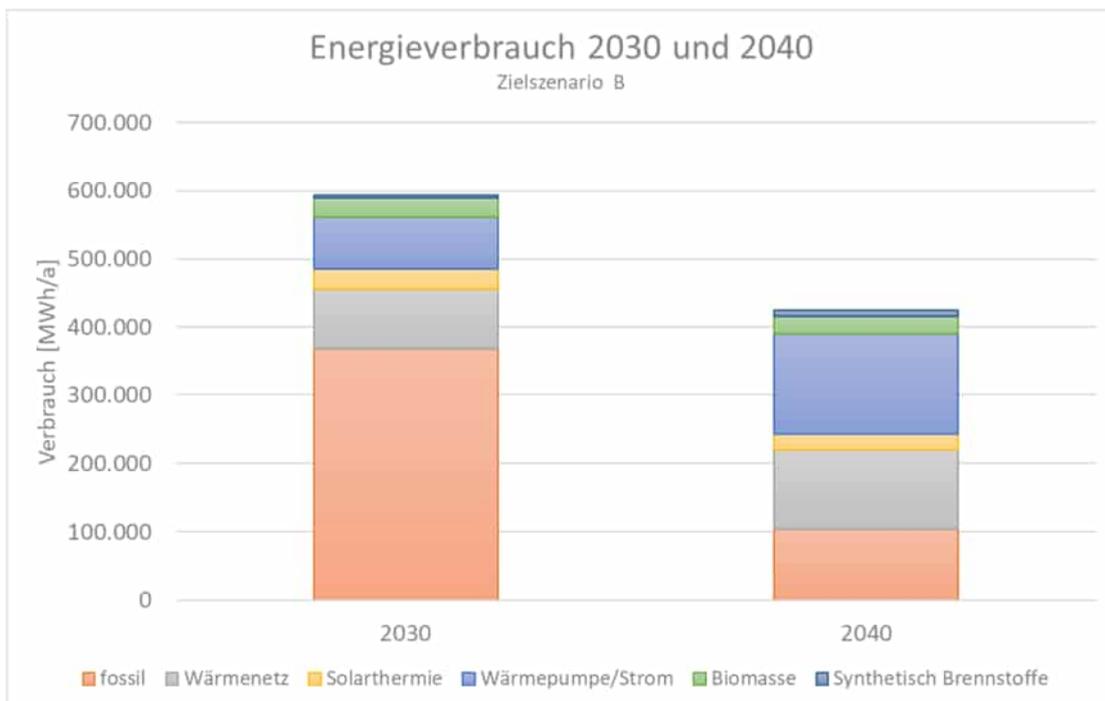


Abbildung 64: Energiebilanz 2030 und 2040 (Zielszenario B)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t(CO <sub>2</sub> )]						
Private Haushalte	47.031	1.651	234	1.290	404	-	50.610
GHD	42.077	909	84	616	96	-	43.781
Industrie	5.330	86	53	175	91	150	5.886
Öffentliche Geb.	-	1.015	-	53	18	-	1.086
<b>Gesamt</b>	<b>94.437</b>	<b>3.660</b>	<b>371</b>	<b>2.135</b>	<b>609</b>	<b>150</b>	<b>101.363</b>

Tabelle 52: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Zielszenario B)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t(CO <sub>2</sub> )]						
Private Haushalte	9.992	2.366	174	1.879	343	-	14.754
GHD	15.862	1.431	68	1.948	78	-	19.386
Industrie	829	131	50	223	107	283	1.621
Öffentliche Geb.	-	750	-	40	14	-	804
<b>Gesamt</b>	<b>26.683</b>	<b>4.677</b>	<b>291</b>	<b>4.089</b>	<b>541</b>	<b>283</b>	<b>36.564</b>

Tabelle 53: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Zielszenario B)

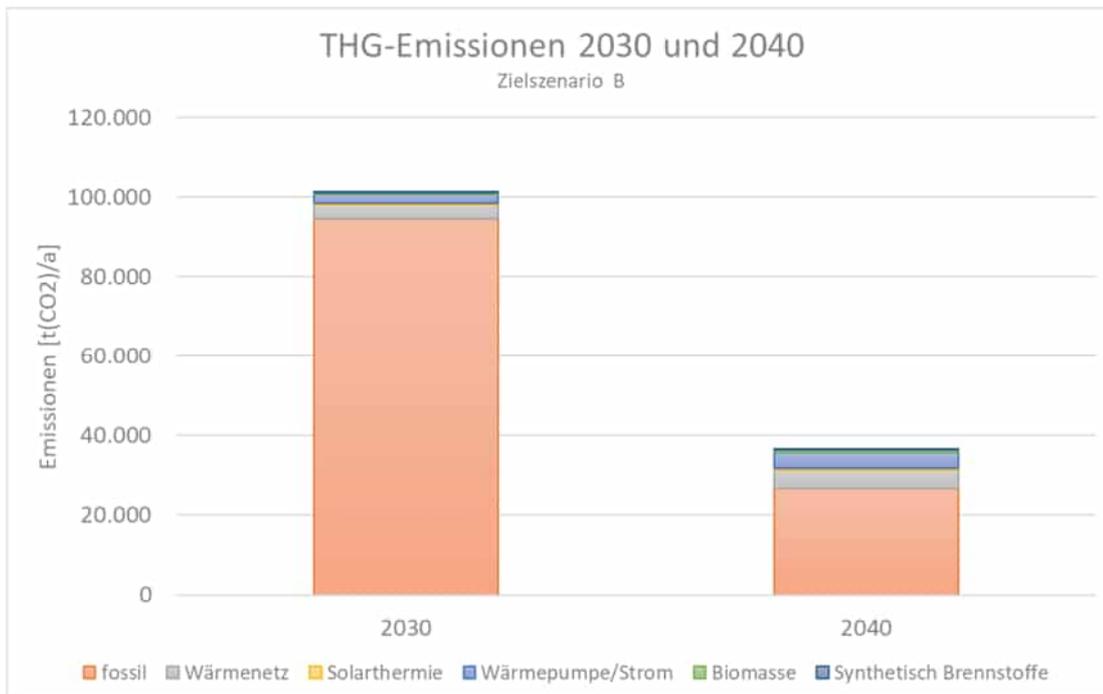


Abbildung 65: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Zielszenario B)

### 3.5. Zielszenario C

Mit dem Zielszenario C wird eine Kombination aus den Szenarien A und B vorgestellt, in dem sowohl der Wärmeschutz verstärkt betrieben wird, als auch die Umstellung auf EE-Wärme forciert ist.

#### 3.5.1. Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs

	Wohngebäude				
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,74%	17,4%	26,1%	34,8%
1860-1918	2,10	1,74%	17,4%	26,1%	34,8%
1919-1948	4,70	3,52%	35,2%	52,8%	70,0%
1949-1957	6,75	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1958-1968	6,75	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1969-1978	6,75	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1979-1983	4,00	3,84%	38,4%	57,5%	76,7%
1984-1994	4,00	3,84%	38,4%	57,5%	76,7%
1995-2001	1,55	2,13%	21,3%	31,9%	42,5%
2002 u. jünger	0,48	1,10%	11,0%	16,5%	22,0%

Tabelle 54: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C)



Nichtwohngebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	2,24%	22,4%	33,6%	44,7%
1860-1918	2,10	2,24%	22,4%	33,6%	44,7%
1919-1948	3,76	3,62%	36,2%	54,3%	70,0%
1949-1957	5,06	4,38%	43,8%	65,7%	80,0%
1958-1968	4,39	3,80%	38,0%	57,0%	75,9%
1969-1978	4,05	3,50%	35,0%	52,6%	70,1%
1979-1983	2,20	2,71%	27,1%	40,7%	54,2%
1984-1994	2,00	2,47%	24,7%	37,0%	49,3%
1995-2001	0,62	1,09%	10,9%	16,4%	21,9%
2002 u. jünger	0,12	0,35%	3,5%	5,3%	7,1%

Tabelle 55: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C)

Gemischt genutzte Gebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,99%	19,9%	29,8%	39,8%
1860-1918	2,10	1,99%	19,9%	29,8%	39,8%
1919-1948	4,23	3,62%	36,2%	54,3%	70,0%
1949-1957	5,91	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1958-1968	5,57	4,28%	42,8%	64,3%	80,0%
1969-1978	5,40	4,15%	41,5%	62,3%	80,0%
1979-1983	3,10	3,40%	34,0%	51,0%	67,9%
1984-1994	3,00	3,29%	32,9%	49,3%	65,8%
1995-2001	1,09	1,70%	17,0%	25,5%	34,0%
2002 u. jünger	0,30	0,79%	7,9%	11,8%	15,7%

Tabelle 56: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C)

3.5.2. Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung

Sektor	fossil	Wärme- netze	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Private Haushalte	20	30	7	35	8	0
GHD	35	20	3	40	2	0
Industrie	10	10	12	25	15	28
Öffentliche Gebäude	0	90	0	7	3	0

Tabelle 57: Beheizungsstruktur 2040 (Zielszenario C)



3.5.3. Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs

Bei Zielszenario C sind zwei gegenläufige Tendenzen am Werk. Der höhere Wärmeschutz und der daraus resultierende geringere Verbrauch führt zu weniger Energieeinsatz auch beim Strom, die stärkere Verwendung von Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung hat dagegen den gegenteiligen Effekt. Gegenüber heute entsteht im Zielszenario C ein Strommehrverbrauch von rund 29 GWh/a.

3.5.4. Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Private Haushalte	156.315	33.868	15.631	39.079	15.631	-	260.525
GHD	140.355	18.714	5.614	18.714	3.743	-	187.140
Industrie	17.083	1.708	3.417	5.125	3.417	3.417	34.166
Öffentliche Geb.	-	19.715	-	1.533	657	-	21.906
<b>Gesamt</b>	<b>313.752</b>	<b>74.006</b>	<b>24.662</b>	<b>64.451</b>	<b>23.448</b>	<b>3.417</b>	<b>503.736</b>

Tabelle 58: Energiebilanz Wärme 2030 (Zielszenario C)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Private Haushalte	25.822	38.733	9.038	45.188	10.329	-	129.109
GHD	40.308	23.033	3.455	46.067	2.303	-	115.166
Industrie	1.775	1.775	2.130	4.438	2.663	4.971	17.752
Öffentliche Geb.	-	9.126	-	710	304	-	10.140
<b>Gesamt</b>	<b>67.905</b>	<b>72.667</b>	<b>14.623</b>	<b>96.403</b>	<b>15.599</b>	<b>4.971</b>	<b>272.168</b>

Tabelle 59: Energiebilanz Wärme 2040 (Zielszenario C)

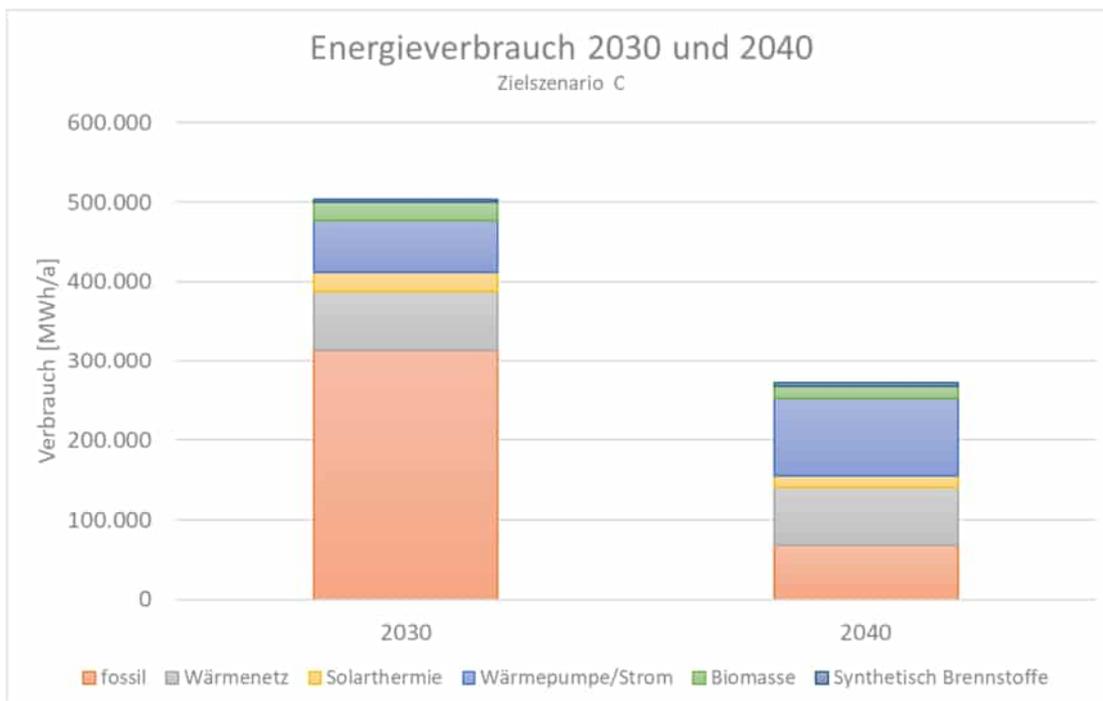


Abbildung 66: Energiebilanz 2030 und 2040 (Zielszenario C)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t(CO <sub>2</sub> )]						
Private Haushalte	40.079	1.407	200	1.100	344	-	43.129
GHD	35.987	777	72	527	82	-	37.445
Industrie	4.380	71	44	144	75	123	4.837
Öffentliche Geb.	-	819	-	43	14	-	876
<b>Gesamt</b>	<b>80.446</b>	<b>3.074</b>	<b>315</b>	<b>1.814</b>	<b>516</b>	<b>123</b>	<b>86.287</b>

Tabelle 60: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Zielszenario C)

Sektor	fossil	Wärme-netz	Solar-thermie	Wärme-pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t(CO <sub>2</sub> )]						
Private Haushalte	6.621	1.568	115	1.245	227	-	9.776
GHD	10.335	932	44	1.269	51	-	12.631
Industrie	455	72	27	122	59	155	890
Öffentliche Geb.	-	369	-	20	7	-	396
<b>Gesamt</b>	<b>17.411</b>	<b>2.941</b>	<b>187</b>	<b>2.656</b>	<b>343</b>	<b>155</b>	<b>23.693</b>

Tabelle 61: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Zielszenario C)

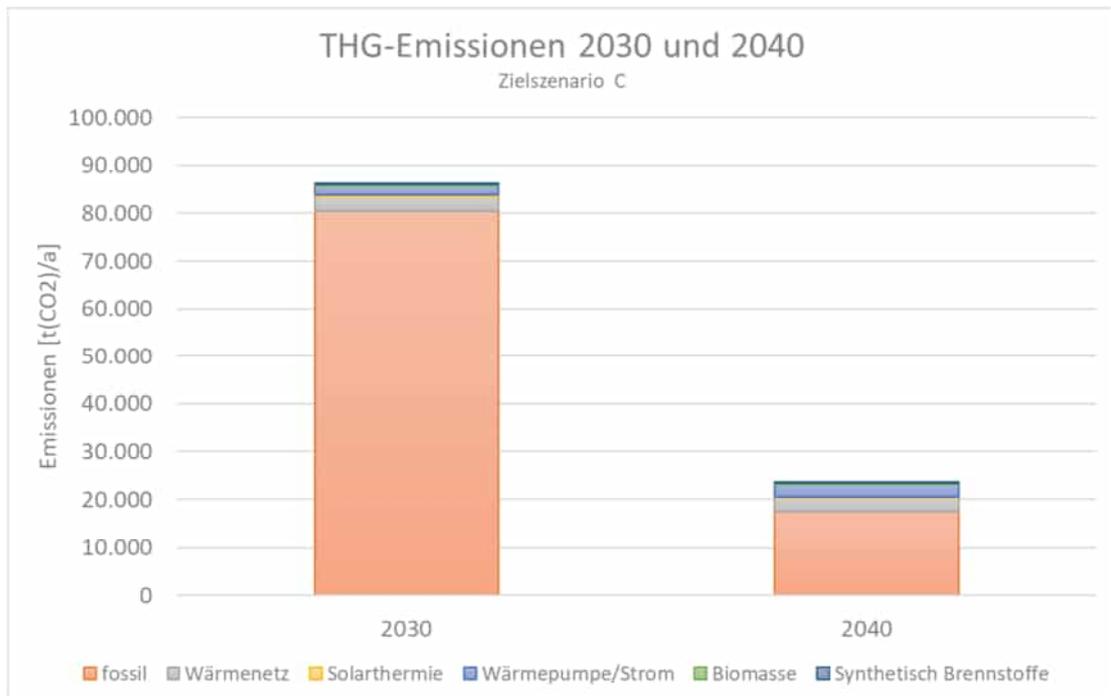


Abbildung 67: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Zielszenario C)

### 3.6. Zielszenario D

Die gesetzliche Aufgabe durch § 27 Kommunale Wärmeplanung im Landesgesetz KlimaG BW, ist die Klimaneutralität in der Wärmeversorgung bis 2040. Aufbauend auf das vorab dargestellte Zielszenario C, in dem ein Rest an fossilen Energieträgern verbleibt, und das somit noch nicht vollständig zur gesetzlichen Klimaneutralität in der Wärmeversorgung bis 2040 führt, wird im Zielszenario D mit einem verstärkten Einsatz von synthetischen, aus und mit erneuerbaren Energien hergestellten flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffverbindungen, sogenannten Power-to-X-Brennstoffen (PtX), der Zielpfad zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 in der Wärmeversorgung dargestellt.

Im "Power-to-X"-(PtX)-Verfahren wird elektrischer Strom in Brenn- und Kraftstoffe (Power-to-Gas, Power-to-Liquid), in Rohstoffe für die Industrie (Power-to-Chem) oder in andere Energieformen (Power-to-Heat) umgewandelt. Zur Herstellung von Brenn- und Kraftstoffen, sowie von chemischen Rohstoffen, wird zunächst aus Wasser mit Hilfe von Strom Wasserstoff gewonnen. Dieser kann entweder direkt genutzt werden, bspw. als Reduktionsmittel in der Stahlindustrie, oder in einem nächsten Schritt unter Einsatz von CO<sub>2</sub> beispielsweise zu gasförmigen (beispielsweise Methan) oder flüssigen (beispielsweise Kerosin) Kohlenwasserstoffen weiterverarbeitet werden. Die Produkte unterscheiden sich grundsätzlich nicht von herkömmlichen fossil oder auf Basis von Biomassen gewonnenen Kraftstoffen.

Da die Wärmeerzeugung mit PtX-Produkten höchstwahrscheinlich preislich weit höher liegen wird als die Alternativen, ist auch mit einer Verschiebung bei der Verteilung der Energieträger zur Wärmeerzeugung zu rechnen. Im Privatsektor kann sich dies mit einer verstärkten Nutzung der Solarthermie zur unterstützenden Wärmeerzeugung äußern.

Die Parameter der Verringerung des Wärmebedarfs bleiben gegenüber dem Zielszenario C konstant.



3.6.1. Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs

Wohngebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,74%	17,4%	26,1%	34,8%
1860-1918	2,10	1,74%	17,4%	26,1%	34,8%
1919-1948	4,70	3,52%	35,2%	52,8%	70,0%
1949-1957	6,75	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1958-1968	6,75	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1969-1978	6,75	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1979-1983	4,00	3,84%	38,4%	57,5%	76,7%
1984-1994	4,00	3,84%	38,4%	57,5%	76,7%
1995-2001	1,55	2,13%	21,3%	31,9%	42,5%
2002 u. jünger	0,48	1,10%	11,0%	16,5%	22,0%

Tabella 62: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C und D)

Nichtwohngebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	2,24%	22,4%	33,6%	44,7%
1860-1918	2,10	2,24%	22,4%	33,6%	44,7%
1919-1948	3,76	3,62%	36,2%	54,3%	70,0%
1949-1957	5,06	4,38%	43,8%	65,7%	80,0%
1958-1968	4,39	3,80%	38,0%	57,0%	75,9%
1969-1978	4,05	3,50%	35,0%	52,6%	70,1%
1979-1983	2,20	2,71%	27,1%	40,7%	54,2%
1984-1994	2,00	2,47%	24,7%	37,0%	49,3%
1995-2001	0,62	1,09%	10,9%	16,4%	21,9%
2002 u. jünger	0,12	0,35%	3,5%	5,3%	7,1%

Tabella 63: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C und D)

Gemischt genutzte Gebäude					
	Verbrauchsreduzierung				
	[kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	[%/a]	2030	2035	2040
vor 1860	2,10	1,99%	19,9%	29,8%	39,8%
1860-1918	2,10	1,99%	19,9%	29,8%	39,8%
1919-1948	4,23	3,62%	36,2%	54,3%	70,0%
1949-1957	5,91	4,54%	45,4%	68,1%	80,0%
1958-1968	5,57	4,28%	42,8%	64,3%	80,0%
1969-1978	5,40	4,15%	41,5%	62,3%	80,0%
1979-1983	3,10	3,40%	34,0%	51,0%	67,9%
1984-1994	3,00	3,29%	32,9%	49,3%	65,8%
1995-2001	1,09	1,70%	17,0%	25,5%	34,0%
2002 u. jünger	0,30	0,79%	7,9%	11,8%	15,7%

Tabella 64: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C und D)



3.6.2. Differenzierung der Energieträger zur Wärmeerzeugung

Sektor	fossil	Wärme- netze	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
<b>Private Haushalte</b>	0%	30%	12%	35%	8%	15%
<b>GHD</b>	0%	20%	3%	40%	2%	35%
<b>Industrie</b>	0%	10%	12%	25%	15%	38%
<b>Öffentliche Gebäude</b>	0%	90%	0%	7%	3%	0%

Tabelle 65: Beheizungsstruktur 2040 (Zielszenario D)

3.6.3. Zukünftige Entwicklung des Strombedarfs

Wie bei Zielszenario C entsteht gegenüber dem derzeitigen Stand ein Strommehrverbrauch von rund 29 GWh/a. Nicht eingerechnet ist dabei allerdings der Stromeinsatz zur Erzeugung der PtX-Produkte, da dieser nicht im Stadtgebiet anfällt. Dies ist damit begründet, dass die Umwandlung von EE-Strom in Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe andernorts wirtschaftlicher erfolgen kann. Notwendig sind dafür lokale und zeitliche Stromüberschüsse aus EE-Anlagen, die in dieser Anzahl und Leistung auf dem räumlich begrenzten Stadtgebiet Walblings nicht realisierbar sind.

Die Herstellung und Verwendung von Wasserstoff und anderen PtX-Produkten mit hohen Umwandlungsverlusten verbunden, bedarf also sehr viel Energie. Der bei der Wärmeversorgung über PtX-Produkte beim Zielszenario D erforderliche externe Strombedarf wird auf 400 bis 500 GWh/a geschätzt.

3.6.4. Energie- und Treibhausgasbilanz für 2030 und 2040

Sektor	fossil	Wärme- netz	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
<b>Private Haushalte</b>	156.315	33.868	15.631	39.079	15.631	-	260.525
<b>GHD</b>	140.355	18.714	5.614	18.714	3.743	-	187.140
<b>Industrie</b>	17.083	1.708	3.417	5.125	3.417	3.417	34.166
<b>Öffentliche Geb.</b>	-	19.715	-	1.533	657	-	21.906
<b>Gesamt</b>	313.752	74.006	24.662	64.451	23.448	3.417	503.736

Tabelle 66: Energiebilanz Wärme 2030 (Zielszenario C und D)



Sektor	fossil	Wärme- netz	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Private Haushalte	-	38.733	15.493	45.188	10.329	19.366	129.109
GHD	-	23.033	3.455	46.067	2.303	40.308	115.166
Industrie	-	1.775	2.130	4.438	2.663	6.746	17.752
Öffentliche Geb.	-	9.126	-	710	304	-	10.140
<b>Gesamt</b>	-	72.667	21.078	96.403	15.599	66.420	272.168

Tabelle 67: Energiebilanz Wärme 2040 (Zielszenario D)

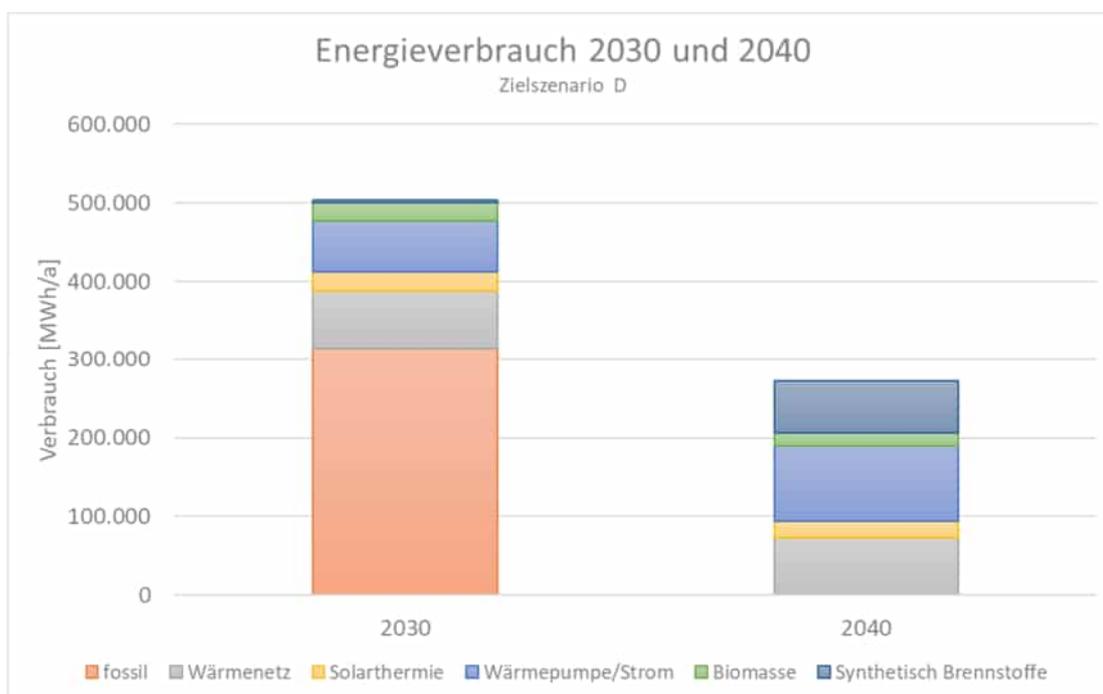


Abbildung 68: Energiebilanz 2030 und 2040 (Zielszenario D)

Sektor	fossil	Wärme- netz	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t <sub>CO2</sub> ]	[t <sub>CO2</sub> ]	[t <sub>CO2</sub> ]	[t <sub>CO2</sub> ]	[t <sub>CO2</sub> ]	[t <sub>CO2</sub> ]	[t <sub>CO2</sub> ]
Private Haushalte	40.079	1.407	200	1.100	344	-	43.129
GHD	35.987	777	72	527	82	-	37.445
Industrie	4.380	71	44	144	75	123	4.837
Öffentliche Geb.	-	819	-	43	14	-	876
<b>Gesamt</b>	80.446	3.074	315	1.814	516	123	86.287

Tabelle 68: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Zielszenario C und D)



Sektor	fossil	Wärme- netz	Solar- thermie	Wärme- pumpe Strom	Biomasse	Synthetisch	Gesamt
	[t(CO <sub>2</sub> )]	[t(CO <sub>2</sub> )]	[t(CO <sub>2</sub> )]	[t(CO <sub>2</sub> )]	[t(CO <sub>2</sub> )]	[t(CO <sub>2</sub> )]	[t(CO <sub>2</sub> )]
Private Haushalte	-	1.568	198	1.245	227	605	3.843
GHD	-	932	44	1.269	51	1.260	3.556
Industrie	-	72	27	122	59	211	491
Öffentliche Geb.	-	369	-	20	7	-	396
<b>Gesamt</b>	-	2.941	269	2.656	343	2.077	8.286

Tabelle 69: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Zielszenario D)

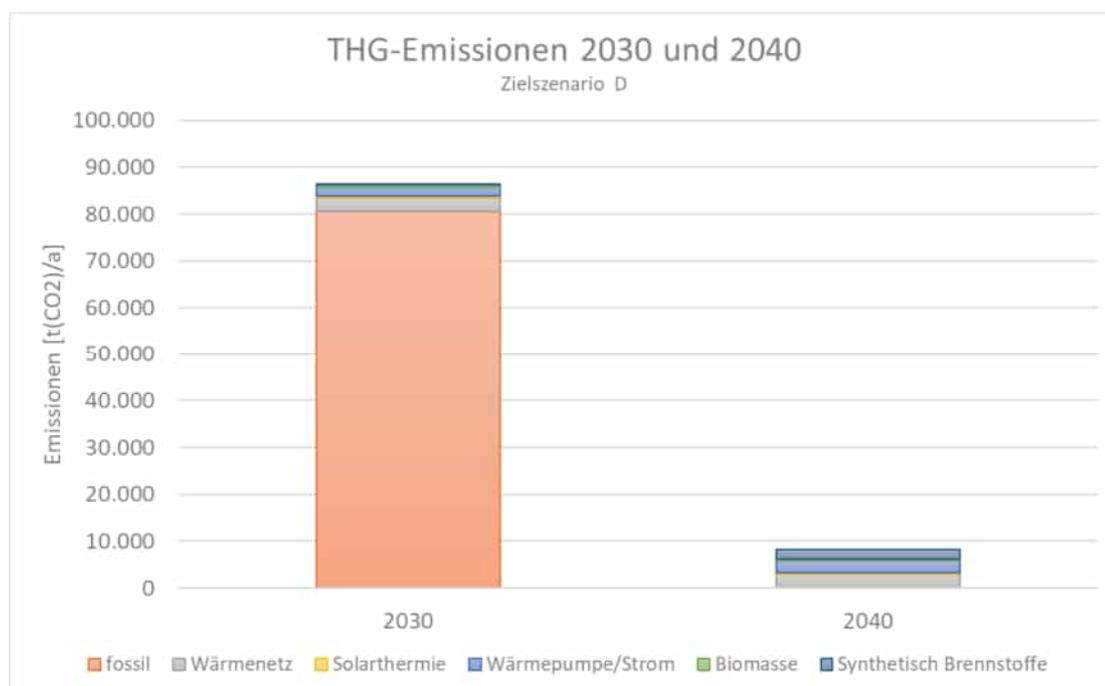


Abbildung 69: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Zielszenario C)

### 3.7. Vergleich der Zielszenarien.

Im Vergleich der Zielszenarien mit dem Ist-Zustand sieht man am Energieverbrauch für Wärme deutlich die erforderlichen Verbrauchsreduktionen. Die an sich identischen Bemühungen im Wärmeschutz des Basis-Zielszenarios und des Zielszenarios B erfordern eine Verbrauchsreduktion von rund 44%. Bei den Szenarien A, C und D sind gar Einsparungen in Höhe von 64% zu erreichen.

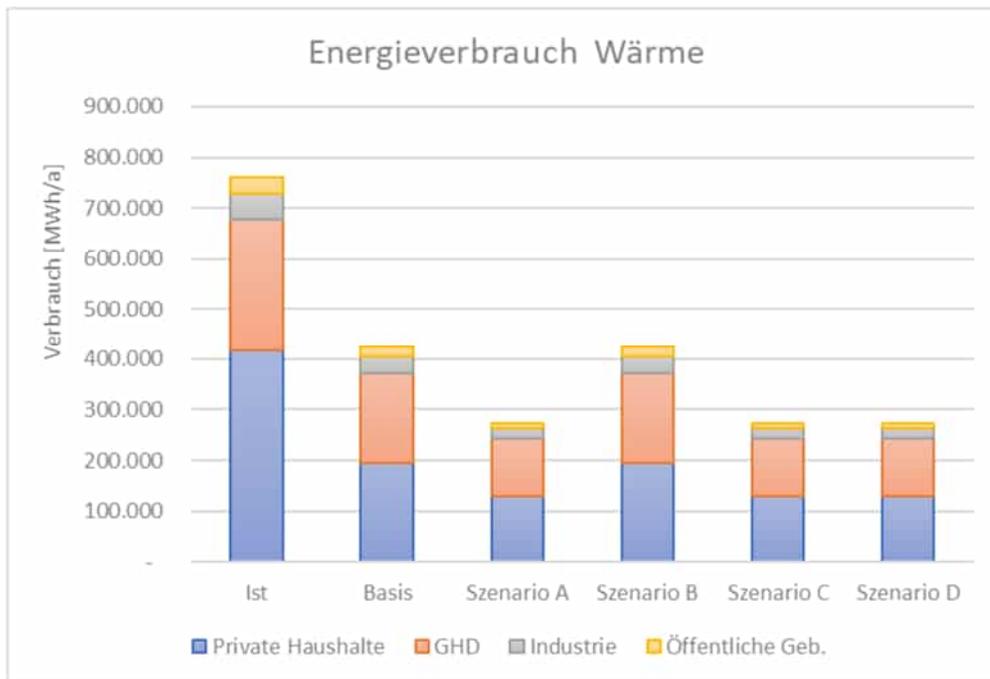


Abbildung 70: Vergleich des Energieverbrauchs Wärme der Zielszenarien

Im Hinblick auf die Treibhausgasemissionen führt das Basisszenario zu einer Reduzierung der THG-Emissionen von knapp 53%. Das Szenario A erreicht eine Verringerung des Ausstoßes an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten von 79%. Mit rund 81% ist das Zielszenario B leicht über diesem Wert. Das kombinierte Zielszenario C reicht mit einer THG-Reduktion von 88% noch nicht aus, um THG-Neutralität zu erreichen. Erst mit der vollständigen Abkehr von fossilen Energien in der Wärmeerzeugung, was mit dem Ersatz von Heizöl und Erdgas durch PtX-Produkte möglich ist, erreicht Zielszenario D mit einer Treibhausgasreduktion von rund 96% den höchsten Wert und erzielt damit THG-Neutralität.

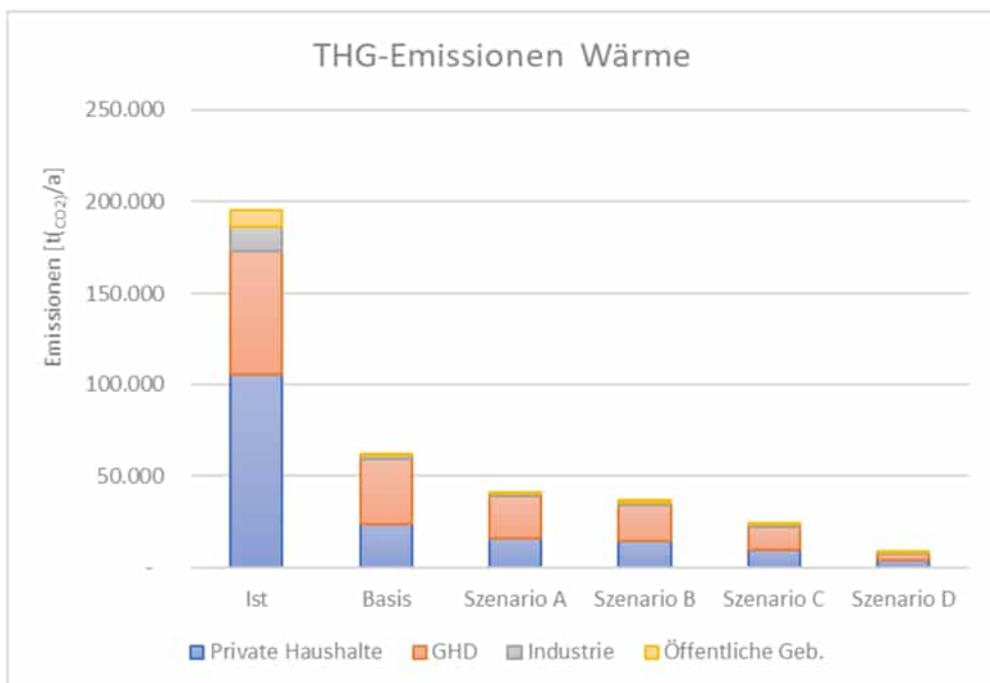


Abbildung 71: Vergleich der THG-Emissionen Wärme der Zielszenarien



### 3.8. Versorgungsstruktur Zielszenario 2040

Gemäß Landesgesetzgebung muss die Wärmeversorgung in Waiblingen bis 2040 klimaneutral sein. Die vorherigen Ergebnisse haben gezeigt, dass das am ehesten mit dem Zielszenario C bzw. D erreicht werden kann.

Es fällt aber auf, dass der dafür notwendige Ausbau mehr als ambitioniert, fast schon unrealistisch scheint. Insbesondere wird bei dem Szenario davon ausgegangen, dass Privathaushalte und Industrie genauso ambitioniert an den Klimazielen arbeiten. Inwiefern diese Annahme realistisch ist, bleibt anzuweifeln, da die Stadt Waiblingen diese Aktivitäten nur indirekt beeinflussen kann.

Daher sollte in jedem Fall in Erwägung gezogen werden, dass Kompensationsmaßnahmen notwendig werden können, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Außerdem ist anzunehmen, dass der hohe Investitionsbedarf von Kommune, Industrie, Bürgerinnen und Bürger und die private Wohnungswirtschaft vor massive Herausforderungen stellen wird.

Deutlich ist, dass eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2040 nur erreicht werden kann, wenn alle Akteure an einem Strang ziehen und bereits ab diesem Moment mehr Anstrengungen unternommen werden, als der theoretische Pfad annimmt.



## 4. Eignungsgebiete

Bei der klimaneutralen Wärmeversorgung 2040 wird nach zwei Versorgungsstrukturen unterschieden. Dafür werden sogenannte Eignungsgebiete definiert. Diese werden unterschieden nach Gebieten, die dezentral über Einzelheizungen versorgt werden (Eignungsgebiete für Einzelheizungen) und Gebieten, die zentral über Wärmenetze (Eignungsgebiete für Wärmenetze) versorgt werden können. Den Eignungsgebieten wird ein hoher Stellenwert beigemessen, da sie für den Anwender der kommunalen Wärmeplanung als erster Indikator für die strategischen Entwicklungen (z.B. städtebauliche Maßnahmen, Heizungserneuerungen) dienen können.

Für diese Eignungsgebiete werden dann Maßnahmen entwickelt, die bei der Entwicklung dieser Eignungsgebiete hilfreich sein können.

### 4.1. Kriterienkatalog

Für die Zuordnung der Baublöcke zu den Eignungsgebieten werden aus den Ergebnissen der Bestandsanalyse und weiteren Faktoren Kriterien gebildet. Kriterien können neben messbaren Kennzahlen auch aus sozioökonomischen Faktoren gebildet werden.

Die wichtigsten Kriterien sind die Wärmebedarfsdichte, Sanierbarkeit, Gebäude- und Siedlungsstruktur sowie die Wirtschaftlichkeit. Nicht alle Kriterien lassen sich eindeutig dem einen oder dem anderen Eignungsgebiet zuweisen. Manchmal sind Schwellenwerte anzunehmen oder tiefere Untersuchungen durchzuführen.

Insgesamt wurden für Waiblingen 23 Kriterien definiert. Die Auflistung mit Erläuterung der Kriterien sind im Anhang beigefügt.

Nachfolgend dargestellt sind die wichtigsten Kriterien dem jeweiligen Eignungsgebiet zugeordnet.

Eignungsgebiet Einzelheizung	Eignungsgebiet Wärmenetz
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freistehende Ein- und Zweifamilienhäuser</li> <li>- Viel Außenfläche um Gebäude</li> <li>- Geringer Wärmebedarf</li> <li>- Gute Sanierbarkeit der Gebäude</li> <li>- Gewerbegebiete mit geringer Heizwärmeabnahme und großen Entfernungen zu Nachbargebäuden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschosswohnungsbau</li> <li>- Solitärbebauung</li> <li>- Ankerkunden</li> <li>- Wirtschaftlicher Betrieb muss möglich sein</li> <li>- Hoher Wärmebedarf  <math>&gt; 850 \frac{MWh}{ha*a}</math> für Bestandsgebiete  <math>&gt; 1.050 \frac{MWh}{ha*a}</math> für Neubaugebiete</li> <li>- Historische Ortskerne mit geringer Sanierbarkeit und sehr verdichteter Bauweise</li> </ul>

Für die Zuordnung zu den jeweiligen Eignungsgebieten wurde außerdem festgelegt, dass mindestens zwei Kriterien zutreffen müssen.



### 4.2. Übersicht Eignungsgebiete in Waiblingen

Nachfolgend sind die Ergebnisse für die Stadt Waiblingen dargestellt. Dabei wurden die Eignungsgebiete für Einzelheizungen in der Farbe lila und die Eignungsgebiete für Wärmenetze in der Farbe Grün dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass sowohl der Kernstadt als auch den Teilorten jeweils mögliche Eignungsgebiete für beide Versorgungsstrukturen zugeordnet wurden.

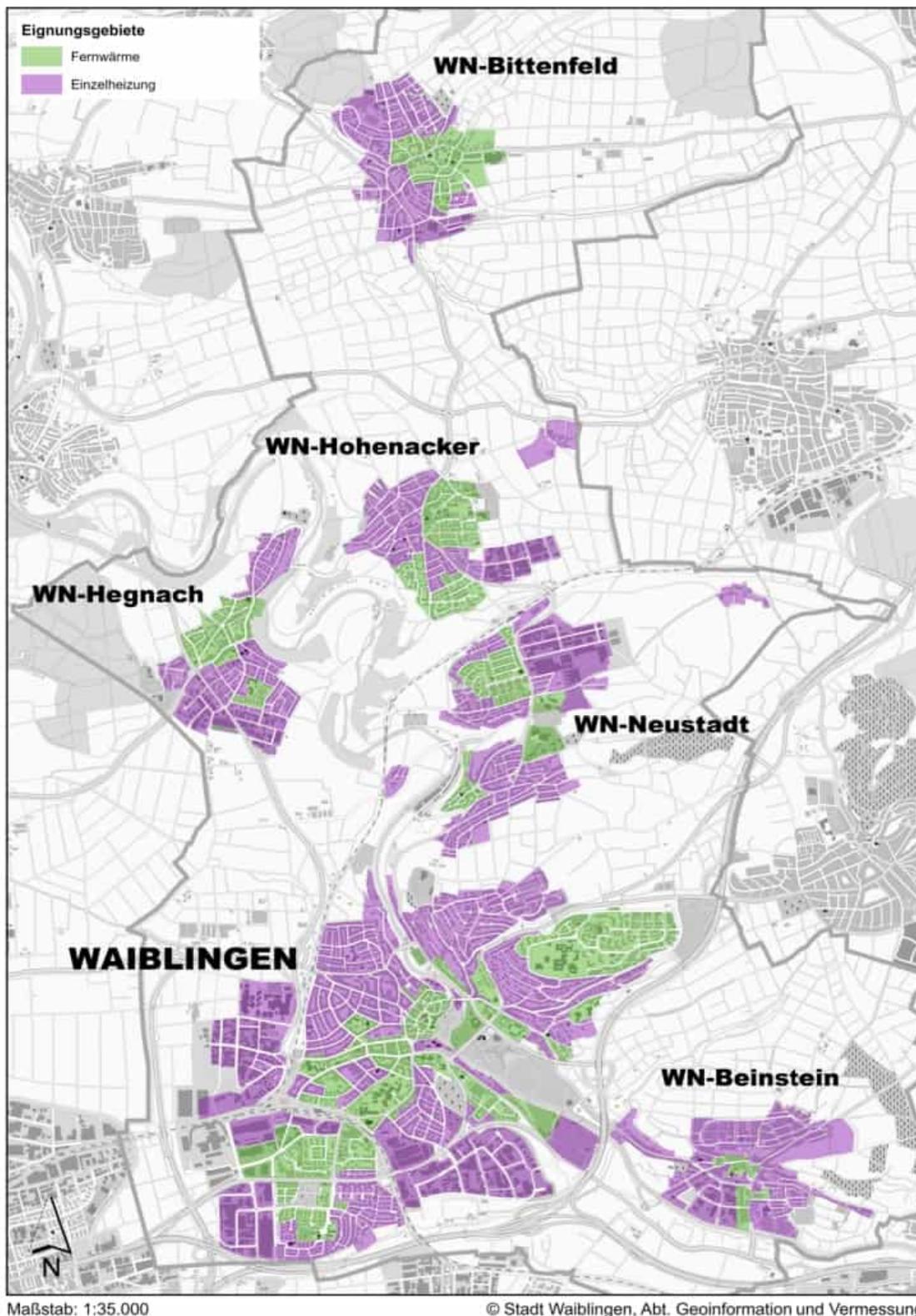


Abbildung 72: Eignungsgebiete Wärmenetze und dezentral mit Einzelheizungen versorgte Gebiete; Geoportal Waiblingen



## 5. Maßnahmenkatalog

### 5.1. Aufbau Maßnahmenkatalog

Mit dem Maßnahmenkatalog werden die theoretischen Inhalte des kommunalen Wärmeplans in einen praktischen Leitfaden zur Umsetzung und Zielerreichung überführt. Basierend auf den Erkenntnissen aus Bestands- und Potenzialanalyse, sowie den Ergebnissen der Zielszenarien und der identifizierten Eignungsgebiete werden zahlreiche Maßnahmen abgeleitet, mit denen eine klimaneutrale Wärmeerzeugung in Waiblingen vorangetrieben werden soll.

Der Maßnahmenkatalog bildet gemeinsam mit der Wärmewendestrategie die Grundlage für die zukünftige Arbeit von Stadtverwaltung und städtischen Energieversorgern, aber auch Privathaushalten, Gewerbe und Industrie. Konkret wurden 36 verschiedene Maßnahmen identifiziert, wobei die gesamte Bandbreite des Wärmewendeprozesses angesprochen wird.

Die Maßnahmen wurden in Abhängigkeit von ihrem Schwerpunkt in vier Rubriken unterteilt. Die Rubriken sind: Planung und Umsetzung, Kommunikation, Organisation und Kompensation. Gleichzeitig wurden die Maßnahmen noch Kategorien zugewiesen, um die Wirkung der jeweiligen Maßnahme im Wärmewendeprozess zu veranschaulichen.

#### 5.1.1. Wärmeverbrauch

Der wichtigste Baustein für die Wärmewende ist die Reduktion des Wärmeenergiebedarfs durch Gebäudeeffizienz und Energieeinsparung. Daher sollten zuerst alle Bemühungen unternommen werden, mit denen der Wärmeverbrauch der Gebäude reduziert werden kann. Neben der Anpassung des Nutzerverhalten liegen die größten Chancen in der Gebäudesanierung. Allerdings ist die Gebäudesanierung Sache des Eigentümers, weshalb es ein großes Einsparpotenzial gibt, auf das die Stadt nicht aktiv Einfluss nehmen kann. Aus diesem Grund wurden Maßnahmen identifiziert, mit denen die Eigeninitiative der Eigentümer gefördert werden soll, um diese Potenziale im Bereich der privaten Haushalte zu erschließen. Parallel dazu wurden Maßnahmen identifiziert, die den Wärmeverbrauch der kommunalen Gebäude nachhaltig reduzieren soll.

#### 5.1.2. Erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung

Die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Strom- und Wärmeerzeugung sind die Voraussetzung für die Klimaneutralität der Kommune. Manche Erzeugungstechnologien kommen bisher kaum oder gar nicht zum Einsatz. Es ist daher von großer Bedeutung, diese Potenziale genauer zu untersuchen und langfristig zu erschließen. Dafür sind besondere Fachgutachten notwendig. Außerdem sind zukünftig Erneuerbare bei der Wahl der Beheizung unerlässlich. Die Maßnahmen dieser Kategorie zielen darauf ab, unter dem Grundsatz der Technologieoffenheit, schnellstmöglich zukunftsfähige Anlagentechnik einsetzen zu können.

#### 5.1.3. Grundlagen

Viele Prozesse, die durch die kommunalen Wärmeplanung angestoßen werden sollen, bedürfen ein paar Grundlagen, für eine erfolgreiche Umsetzung. So lassen sich ohne Fachleute oder die notwendigen Kenntnisse Projekte nur schwerlich realisieren. Ebenso ist eine kontinuierliche Abstimmung der Prozesse, sowie ein Monitoring der Maßnahmen und der Zielerreichung unablässlich.



5.1.4. Fernwärme oder individuelle Wärmeversorgung

Durch das Ausweisen der Eignungsgebiete werden zukünftig besondere Lösungsansätze für beide Arten notwendig sein. Es sind somit individuelle Maßnahmen für die Gebiete mit Einzelversorgung oder Gebiete mit Wärmenetzen notwendig.

5.2. Steckbriefe der priorisierten Maßnahmen

Gemäß Leitfaden der KEA-BW sind mindestens fünf Maßnahmen zu identifizieren, die mit einem besonderen Maß an Aufmerksamkeit prioritär behandelt und im Zuge dessen, innerhalb der nächsten fünf Jahre, beginnend ab dem Veröffentlichungszeitraum des kommunalen Wärmeplans, begonnen werden sollen. Die Stadt Waiblingen hat sich explizit dafür ausgesprochen, Maßnahmen auszuwählen, mit denen die gesamte Wertschöpfungskette hin zu einer klimaneutralen Kommune bedient werden kann. Daher ist es auch ein großes Anliegen, fünf zu priorisierende Maßnahmen auszuwählen, die einen breiten Adressatenkreis ansprechen und eine Beteiligung verschiedener Akteure ermöglichen können.

Nr.	Rubrik	Kategorie	Dauer	Kosten
1	Kommunikation	Grundlage	Fortlaufend	€
<p>Zentrale Website mit umfangreichen Informationen und Hilfestellungen für Bürger</p>				
<p><b>Ziel:</b>                  Alle Informationen rund um die kommunale Wärmeplanung müssen leicht zugänglich und in verständlicher Weise dargestellt werden. Im Umfeld der kommunalen Wärmeplanung gibt es viele artverwandte Inhalte und Informationen z.B. zu Förderangeboten oder Ansprechpartnern, die für die Umsetzung der Ziele wichtig sind. Mit der zentralen Website soll sichergestellt werden, dass die Durchführung von Maßnahmen nicht am Mangel vorliegender Information scheitert. Dabei sollen je nach Nutzergruppe verschiedene Schwerpunkte abgebildet werden, da davon auszugehen ist, dass sich die Interessen von Industrie und Gewerbe gegenüber Privathaushalten durchaus unterscheiden.</p>				
<p><b>Inhalte, z.B.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergebnisse der Wärmeplanung</li> <li>- Ansprechpartner</li> <li>- Informationen zu Beratungsangeboten</li> <li>- Information zu Förderangeboten</li> <li>- Informationen zum Umsetzungsvorhaben</li> <li>- Regelmäßige Statusberichte über den Fortschritt</li> </ul>				
<b>Beteiligte, z.B.:</b>		Stadtverwaltung Waiblingen		



Nr.	Rubrik	Kategorie	Dauer	Kosten
2	Organisation	Grundlagen	Fortlaufend	€
<p>Koordinator/ -in Wärmewende</p>				
<p><b>Hintergrund:</b>                      Die kommunale Wärmewende ist ein strategisches Instrument zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Dabei will, die Stadt Waiblingen bis 2035 klimaneutral sein. Das Land Baden-Württemberg hat sich dieses Ziel für 2040 gesetzt. Um diese Ziele zu erreichen ist es unerlässlich die Wärmewende zielgerichtet und koordiniert voranzutreiben. Viele Themen liegen dabei im Verantwortungsgebiet der Stadtverwaltung oder können von dieser in Form von Angeboten und Vorgaben gepusht werden. Das kann nur mit einer zentralen Anlaufstelle funktionieren, die den ganzen Prozess im Überblick behält und eine entsprechende Steuerungsfunktion inne hat.</p> <p>Dafür soll ein/e Koordinator /-in Wärmewende eingesetzt werden. Diese Stelle könnte in Form einer Stabstelle bei der Spitze der Stadtverwaltung angesiedelt werden.</p>				
<p><b>Aufgaben:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Steuerung von Informationsbereitstellung rund um Wärmewende</li> <li>- Zentrale Anlaufstelle intern und extern</li> <li>- Etablierung Steuerungsgruppe zur Wärmewende in Waiblingen</li> <li>- Kommunales Förderprogramm erarbeiten</li> <li>- Detaillierte Potenzialuntersuchung z.B. Erneuerbare (Geothermie)</li> <li>- Monitoring über Umsetzung der Maßnahmen</li> <li>- Ansprechpartner für Land und Bund</li> <li>- Monitoring der Zielerreichung</li> <li>- Informationsbereitstellung zu Förderprogrammen</li> <li>- Abgleich Klimaaktionsplan und Wärmeplan</li> <li>- Fortschreibung Wärmeplan und Anpassung an Wärmeplanungsgesetz auf Bundesebene</li> </ul>				
<p><b>Herausforderungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachkräftemangel</li> <li>- Besetzung schnellstmöglich</li> <li>- sinnvolle organisatorische Zuordnung</li> </ul>				
<p><b>Beteiligte, z.B.:</b></p>		<p>Stadtverwaltung Waiblingen</p>		



Nr.	Rubrik	Kategorie	Dauer	Kosten
3	Planung und Umsetzung	Fernwärme	mind. 7 Jahre	€€€€
	Heizzentrale und Wärmenetz Hohenacker Rechbergstraße			
	<p><b>Hintergrund:</b>                      Errichtung eines Wärmenetz zur Versorgung der Lindenschule, Gemeindehalle, Bürgerhaus mit Feuerwehr und der geplanten Neubauten (Kindergarten und Wohnen) mit Wärme für die Beheizung und Warmwasser.</p> <p>In diesem Zusammenhang soll die angrenzende Wohnbebauung ebenfalls an die Fernwärme angeschlossen werden. Das betroffene Gebiet ist als Eignungsgebiet für ein Wärmenetz ausgewiesen.</p>			
	<p><b>Ziel:</b>                      Die Wärmezeugung soll auf Basis von mindestens 65 Prozent erneuerbaren Energien erfolgen. Dafür sollen verschiedene Energieträger zum Einsatz kommen. Bei der Erzeugung soll ein besonderes Augenmerk auf die Einbindung solarer Potenziale gelegt werden. Die Wärmezeugungsanlage soll westlich der Lindenschule in Hohenacker errichtet werden.</p>			
	<p><b>Herausforderungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoher Finanzierungsbedarf</li> <li>- Hoher Flächenbedarf</li> <li>- Lange Umsetzungsdauer durch Förderprozess, Verfügbarkeit von Material und Handwerkern</li> <li>- Dadurch ggf. Verlust von Anschlussnehmern aufgrund von vorzeitiger Heizungssanierung</li> </ul>			
	<b>Beteiligte, z.B.:</b>	Stadtwerke Waiblingen GmbH Ingenieurbüros / Fachfirmen für Energiedienstleistungen Stadtverwaltung Waiblingen		



Nr.	Rubrik	Kategorie	Dauer	Kosten
4	Planung und Umsetzung	Fernwärme	3 Jahre	€€
<p>Transformationspläne Bestandswärmenetze</p>				
<p><b>Hintergrund:</b>                      Die Stadtwerke Waiblingen GmbH betreibt auf Waiblinger Gemarkung sieben Wärmenetze, drei Arealnetze und einige dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen. Der Anteil fossiler Energieträger an der Wärmeerzeugung liegt derzeit bei 94 Prozent. Um bis zu einem bestimmten Zeitpunkt klimaneutral zu werden, müssen also alle Bestandsnetze sukzessive transformiert und von fossilen Energieträgern auf Erzeugung aus erneuerbaren Energien umgestellt werden.</p> <p>Die Fahrpläne für solche Vorhaben werden Transformationspläne genannt. Sie zeigen auf, wie Wärmenetze in vorgegebenen Zeithorizonten dekarbonisiert und bis 2045 klimaneutral betrieben werden können. Dabei geben Sie konkrete Maßnahmen und Umsetzungsvorschläge an.</p> <p>Transformationspläne sind außerdem eine Voraussetzung, wenn ein Wärmenetzbetreiber Förderungen des von der BAFA bereitgestellten Förderprogramms "Bundesförderung für effiziente Wärmenetze" in Anspruch nehmen möchte.</p>				
<p><b>Ziel:</b>                      Für die sieben bestehenden Wärmenetze sollen in den nächsten drei Jahren Transformationspläne erstellt werden. Diese Transformationspläne sollen als Planungsgrundlage dienen und für zukünftige Investitionsentscheidungen im Fernwärmebereich herangezogen werden.</p>				
<p><b>Herausforderung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfügbarkeit von Fachfirmen</li> <li>- Bewilligung der Förderzusage / Förderfähigkeit</li> <li>- Hohe Kosten / Wirtschaftlichkeit</li> <li>- Verlängert Projekt-Umsetzungszeitraum</li> </ul>				
<p><b>Beteiligte, z.B.:</b></p>		<p>Stadtwerke Waiblingen GmbH                      Ingenieurbüros und Fachfirmen für                      Energiedienstleistungen</p>		



Nr.	Rubrik	Kategorie	Dauer	Kosten
5	Organisation	Grundlagen / Wärmeverbrauch / Individuelle Wärmeversorgung	Fortlaufend	€€
Energieberatergutscheine für individuelle vor-Ort-Beratung bei Privathaushalten				
<p><b>Hintergrund:</b>                      Der Großteil des Wärme-Endenergiebedarfs kann auf private Haushalte zurückgeführt werden. Nicht alle Haushalte werden im Zuge der kommunalen Wärmeplanung Eignungsgebieten für Wärmenetze zugewiesen und müssen sich somit unabhängig von den Wärmenetzplanungen um ihre zukünftige Beheizungsart bemühen. Neben der Frage nach der zukünftigen Beheizungsart sollten außerdem Sanierungspotentiale der Gebäude untersucht werden. Mediale Informationsangebote oder Pauschale Beratungsangebote reichen in der Regel nicht aus, für eine ganzheitliche, Systemische Sanierung und ersetzt keine individuelle Beratung vor Ort. Eine professionelle Energieberatung ist darüber hinaus unerlässlich, wenn man Förderungen in Anspruch nehmen möchte.</p>				
<p><b>Ziel:</b>                      Energetische Sanierung von Gebäude und Heizsystem soll für alle Haushalte attraktiv und finanziell bewältig bar möglich sein. Gleichzeitig soll dadurch das Fachwissen zur Verfügung gestellt und genutzt werden können, das nötig ist, um eine systemische Sanierung voranzutreiben. Bei den Maßnahmen stehen Effizienz und Nachhaltigkeit im Vordergrund.                       Die Energieberatergutscheine stellen nur einen Baustein dar, der im Rahmen eines kommunalen Förderkatalogs angeboten werden soll. Weitere Fördermechanismen sind vorgesehen.</p>				
<p><b>Herausforderungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finanzielle Realisierung</li> <li>- Verfügbarkeit von Energieberatern</li> <li>- Organisatorische Abwicklung</li> </ul>				
<b>Beteiligte, z.B.:</b>		Stadtverwaltung Waiblingen Energieagentur Rems-Murr Energieberater / -innen		



XX. Übersicht Maßnahmenkatalog

Nr.	Rubrik	Kategorie	Maßnahme	Adressat	Beteiligte, z.B.:	Ziel
1	Kommunikation	Grundlagen	Zentrale Website mit umfangreichen Informationen und Hilfestellungen für Bürger	Stadt Waiblingen	Abt. Klimaschutz und Umwelt	
2	Organisation	Grundlagen	Koordinator/ -in Wärmewende	Stadt Waiblingen		<p>Prio-Aufgabe: Etablierung der Steuerungsgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommunales Förderprogramm erarbeiten</li> <li>- Zentrale Anlaufstelle intern und extern</li> <li>- Etablierung Steuerungsgruppe</li> <li>- Detaillierte Potenzialuntersuchung</li> <li>- Umsetzung der Maßnahmen</li> <li>- Ansprechpartner Land</li> <li>- Monitoring Zielerreichung</li> <li>- Informationsbereitstellung zu Förderprogrammen</li> <li>- Abgleich Klimaaktionsplan und Wärmeplan</li> </ul>
3	Planung und Umsetzung	Fernwärme	Heizzentrale und Wärmenetz Hohenacker Rechbergstraße	Stadtwerke Waiblingen GmbH	Abteilungen Klimaschutz und Umwelt Stadtplanung Tiefbau	Errichtung eines Wärmenetz zur Versorgung der Lindenschule, Gemeindehalle, Bürgerhaus mit Feuerwehr und angrenzender Wohnbebauung mit Wärme für die Beheizung und Warmwasser.
4	Planung und Umsetzung	Fernwärme	Transformationspläne Bestandswärmenetze	Stadtwerke Waiblingen GmbH		Aufzeigen eines Transformationspfads zur Klimaneutralität, Fördervoraussetzung BEW
5	Organisation	Grundlagen / Wärmeverbrauch / Individuelle Wärmeversorgung	Energieberatungsgutschein für individuelle vor Ort Beratung	Stadt Waiblingen		<p>Prio-Förderung: Energieberatergutschein für individuelle vor-Ort-Beratung</p> <p>In Verbindung mit kommunalem Förderprogramm</p>
6	Planung und Umsetzung	Erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung	Heizungserneuerung in städt. Gebäuden in dezentral versorgten Gebieten	Stadt Waiblingen	Abt. Hochbau / Gebäudemanagement Nutzer	Schnelle CO <sub>2</sub> -Reduktion bei städt. Gebäuden außerhalb von Fernwärme-Eignungsgebieten

# KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG WAIBLINGEN



7	Planung und Umsetzung	Individuelle Wärmeversorgung	Quartierskonzepte / Wärmeinseln ausbauen	Stadt Waiblingen	Abt. Hochbau / Gebäudemanagement Stadtwerke Städtische Wohnungsbaugesellschaft Bauträger	Planung von Inselnetzen rund um städtische (Groß-)Verbraucher oder Quartierskonzepte in Neubau- / Sanierungsprojekten
8	Planung und Umsetzung	Wärmeverbrauch	Sanierungsstrategie für einen klimaneutralen kommunalen Gebäudebestand	Stadt Waiblingen	Hochbau / Gebäudemanagement	Die Zielrichtung für den kommunalen Gebäudebestand sollte ein klimaneutraler Bestand bis 2030, zumindest vor 2035 sein.  Identifizierung von 5 Leuchtturmprojekten städtischer Sanierungsprojekte. Vorbildwirkung und Reduzierung Eigenverbrauch der Stadt Waiblingen.
9	Planung und Umsetzung	Fernwärme	Heizzentrale und Wärmenetz Fronackerstraße	Stadtwerke Waiblingen GmbH	Abteilungen Klimaschutz Stadtplanung Tiefbau	Errichtung eines Wärmenetz zur Versorgung des Kreisberufsschulzentrum sowie der Bebauung entlang der Fronackerstraße bis zur Querspange mit Wärme für die Beheizung und Warmwasser.
10	Planung und Umsetzung	Fernwärme	Untersuchung "Kapazität" Bestandsnetze	Stadtwerke Waiblingen GmbH		Ermittlung der freien Versorgungskapazitäten an den gewachsenen Netzen Korber Höhe und Kläranlage zur Ermittlung des Verdichtungs- und freien Anschlusspotenzials.
11	Planung und Umsetzung	Grundlagen	Gebäudesteckbriefe städtische Gebäude	Stadt Waiblingen	Abt. Hochbau / Gebäudemanagement	- Effizienz Gebäude - Zustand - Energieverbrauch - Nutzung - CO2 Einsparpotenzial
12	Planung und Umsetzung	Erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung	Definition Eignungsgebiete Ausbau Stromnetz	Stadtwerke Waiblingen GmbH		Bestandsanalyse, Zieldefinition
13	Planung und Umsetzung	Erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung	Ausbau PV und Windkraft zur Wärmeerzeugung aus Strom	Stadt Waiblingen	Stadtwerke Waiblingen GmbH	Wärmeerzeugung durch erneuerbaren Strom
14	Planung und Umsetzung	Erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung	Gutachten Fluss- und Abwasserwärmepotenzial	Stadt Waiblingen		Ermittlung erneuerbaren Wärmepotenzials
15	Planung und Umsetzung	Erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung	Gutachten Geothermiefpotenzial	Stadt Waiblingen		Potenzial der Untergrundwärme erfassen (evtl. zusammen mit umliegenden Städten bzw. Region Stuttgart)
16	Planung und Umsetzung	Individuelle Wärmeversorgung	Lenkung der Wärmeversorgung durch städtebauliche Verträge, Bauverträge und Rahmenplanung	Stadt Waiblingen	Abt. Stadtplanung	Schnellere Umsetzung von Effizienzmaßnahmen im privaten Sektor.

# KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG WAIBLINGEN



17	Planung und Umsetzung	Fernwärme	Heizzentrale und Wärmenetzerweiterung Neustadt Friedensschule	Stadtwerke Waiblingen GmbH	Abteilungen Klimaschutz Stadtplanung Tiefbau	Erweiterung des Wärmenetz Friedensschule zur Versorgung der Neubebauung Rathaus Neustadt und Balatonareal, sowie angrenzender Gebäude mit Wärme für die Beheizung und Warmwasser. Außerdem Ertüchtigung der Heizzentrale durch EE.
18	Planung und Umsetzung	Fernwärme	Heizzentrale und Wärmenetzerweiterung Schorndorferstraße	Stadtwerke Waiblingen GmbH	Abteilungen Klimaschutz Stadtplanung Tiefbau	Errichtung eines Wärmenetz zur Versorgung der Neubebauung Kindergarten und Wohngebäude Schorndorferstraße, sowie weiterer Gebäude mit Wärme für die Beheizung und Warmwasser.
19	Planung und Umsetzung	Fernwärme	Heizzentrale und Wärmenetz Waiblinger Tor	Stadtwerke Waiblingen GmbH	Abteilungen Klimaschutz Stadtplanung Tiefbau hy.waiblingen	Errichtung eines Wärmenetz zur Versorgung der Wohnsiedlung Beim Wasserturm, angrenzendem Gewerbe und Karchersiedlung, sowie angrenzender Gebäude mit Wärme für die Beheizung und Warmwasser.  In Verbindung mit Aufbau einer Wasserstofftankstelle durch hy.waiblingen.
20	Kommunikation	Wärmeverbrauch	Entwicklung bzw. Initiierung ganzheitlicher Sanierungsbegleitung	Stadt Waiblingen	Abt. Klimaschutz und Umwelt Energieagentur Rems-Murr (EARM)	Hilfestellung für Gebäudeeigentümer bei der Planung und Umsetzung von energetischen Sanierungen anbieten.
21	Kommunikation	Wärmeverbrauch	Serielle Sanierung initiieren	Stadt Waiblingen	Abt. Klimaschutz und Umwelt Energieagentur Rems-Murr (EARM)	Pilotquartiere definieren und Transformation anstoßen.
22	Kommunikation	Wärmeverbrauch	Sanierungsoffensive der kommunalen Wohnungsbestände	Stadt Waiblingen	Abteilungen Hochbau / Gebäudemanagement Klimaschutz und Umwelt Nutzer	Städtische Gebäude als Vorbilder für die Wärmewende sanieren.
23	Kommunikation	Grundlagen	Informationen zu den Maßnahmen	Stadt Waiblingen	Abt. Klimaschutz und Umwelt	Infoveranstaltung, Pressearbeit, Ansprechstelle intern und extern
24	Kommunikation	Grundlagen	Informationen über zielgruppenorientierte Kanäle bereitstellen (Flyer, Social Media, Print, Infostände)	Stadt Waiblingen	Abt. Klimaschutz und Umwelt	Infos zum Stand der Wärmeplanung, Förderungen, Veranstaltungen und Umsetzungshilfen
25	Kommunikation	Wärmeverbrauch	Erstellung von Energieleitlinien zur Sensibilisierung des Nutzerverhaltens	Stadt Waiblingen	Städtische Wohnungsbaugesellschaft	Schulung der Nutzer Veränderung der Flächennutzungskonzepte (z.B. Raumbedarf pro Kopf reduzieren um zu beheizende Fläche zu reduzieren)

# KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG WAIBLINGEN



26	Kommunikation	Grundlagen	Information der Energieberater über die Wärmeplanung und aktuelles Vorgehen	Stadt Waiblingen	Abt. Klimaschutz und Umwelt Energieagentur Rems-Murr (EARM)	Fachleute instruieren
27	Kommunikation	Grundlagen	Infostand für Messe (Bau, Energie, Umwelt; Immo)	Stadt Waiblingen	Abt. Klimaschutz und Umwelt Energieagentur Rems-Murr (EARM)	Nutzer ansprechen
28	Organisation	Grundlagen	Etablierung einer Steuerungsgruppe zur Strategiefestlegung	Stadt Waiblingen	Dezernenten und GF Eigenbetriebe	
29	Organisation	Grundlagen	Kommunale Förderprogramme auflegen	Stadt Waiblingen		Anreizschaffung und Motivation für Umsetzung individueller Maßnahmen (z.B. Heizungserneuerungen und Sanierungen) insbesondere in Eignungsgebieten Einzelversorgung.
30	Organisation	Grundlagen	Vertiefung der Wärmeplanung	Stadt Waiblingen		Strategiefestlegung
31	Organisation	Grundlagen	Monitoring Energieleitlinien	Stadt Waiblingen		
32	Kompensation	Erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung	Offensive für Dachflächen-PV	Stadt Waiblingen	Abt. Klimaschutz und Umwelt Energieagentur Rems-Murr (EARM)	Schnellerer Ausbau von lokaler erneuerbarer Stromerzeugung.
33	Kompensation	Erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung	Beteiligung Solarpark, Windpark	Stadt Waiblingen	Stadtwerke Waiblingen GmbH	
34	Kompensation		Untersuchung von Möglichkeiten zur Kompensation auf naturnahen Flächen	Stadt Waiblingen	Abt. Klimaschutz und Umwelt	
35	Organisation	Grundlagen	AZUBI-Förderung für Betriebe im Heizungsbaufachgewerbe	Stadt Waiblingen	Fachinnung Heizungsbau	Anreize schaffen, damit mehr Auszubildende für Fachberufe im Umfeld der Heizung / Wärmeerzeugung gewonnen und gehalten werden können. Schafft Fachkräfte für die Umsetzung der ganzen Sanierungen und Heizungsbaumaßnahmen.
36	Organisation	Grundlagen	Klausurtagung für Gemeinderäte zur Kompetenzentwicklung Wärmewende	Stadt Waiblingen	Gemeinderäte	Schulung der Bürgervertretung zur Sensibilisierung und Befähigung bei Entscheidungsprozessen und Ausübung ihrer Rolle.

## 6. Wärmewendestrategie

Die wichtigsten Stellglieder bei der Transformation zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung sind die Gebäudesanierung und die Dekarbonisierung der Versorgungstechnik, zu der auch der Aus- und Umbau der zentralen Wärmeversorgung zu zählen ist. Die weiter oben entwickelten Zielbilder beschreiben die mögliche Bandbreite auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung von Waiblingen.

Die Zielszenarien unterscheiden sich dabei in der Intensität der Anwendung der Stellglieder. Aus dem ungenügenden Trefferbereich des Basisszenarios, das eine ambitionierte aber auch als realistisch eingestufte Dynamik, sowohl bei der Sanierung als auch bei Heizungsumbau aufzeigt, folgt, dass hier eine große Herausforderung auf die Stadt zukommt.

Einiges spricht dafür, den Rand des Zielkorridors anzusteuern, der durch ein hohes Maß an Energieeffizienz gekennzeichnet wird. Jede Kilowattstunde an Energieverbrauch, die durch Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle eingespart wird, verringert den Druck auf den Ausbau erneuerbarer Energien, der vor allem im Strombereich kaum lokal zu decken ist. Neben dem Ausbau von Windkraft und Photovoltaik zur direkten Nutzung des Stromes betrifft dies auch die erforderlichen Speicher- und Umwandlungstechnologien.

Die Transformation des Gebäudesektors wird nur dann erfolgreich sein, wenn alle Hebel durch politische und gesellschaftliche Intervention angesteuert werden.

Freiwilligkeit, Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen und ein ausgewogener Mix aus bestehenden und ggf. neuen Instrumenten in Gestalt politisch und gesellschaftlich akzeptierter Anreizsysteme, Vorgaben und Informationen stehen im Mittelpunkt der Debatte und können eine konsensgestützte Umsetzung durch die Gebäudeeigentümer ermöglichen.

Politischer Handlungsbedarf lässt sich in Hinblick auf folgende Aspekte ableiten:

- Verstärkung der Anstrengungen, die darauf abzielen, auf Ebene der Gebäudeeigentümer die energetische Sanierungsrate signifikant zu erhöhen.
- Regulatorischer Vorgaben für den Umstieg bestehender Heizsysteme auf (min. 65%) Erneuerbare Energien (Frühzeitige Erfüllung des Bundes-Wärmeplanungsgesetzes).
- Motivation der Gebäudeeigentümer zur frühzeitigen Sanierung der Wärmeerzeuger mit Wechsel zu Erneuerbaren Energien.
- Gleichzeitig ist durch geeignete Instrumente darauf hinzuarbeiten, dass die Akteure auf dem Sanierungsmarkt das steigende Volumen an notwendiger Sanierungsaktivität erbringen können.
- Die Etablierung eines regelmäßigen Monitorings über die Sanierungsaktivität.

### 6.1. Strategieformulierung

Die kommunale Wärmeversorgung so umzustellen, dass sie bis spätestens im Jahr 2040 keine Treibhausgase mehr verursacht, bedarf einer langfristig angelegten Strategie. Die klimaneutrale Wärmeversorgung 2040 stellt innerhalb der zu entwickelnden Strategie die Vision – das Zielbild – dar.



Gerade für eine große Herausforderung, wie sie der strukturelle Wandel zur klimaneutralen Wärmeversorgung darstellt, ist die strategische Herangehensweise sinnvoll, wenn nicht sogar zwingend.

Die Strategie der Stadtverwaltung bestimmt, was und warum etwas zu tun ist. Die Strategieformulierung soll zu konsistenten Verhaltensmustern über Ebenen, Funktion und Zeit hinweg beitragen. Sie erfolgt zum Zwecke der Auseinandersetzung mit den identifizierten strategischen Themen.

### 6.1.1. Strategische Themenfelder

Zu dieser angestrebten Situation bis spätestens 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu errichten, wurden Zielszenarien entwickelt und dementsprechend Themen definiert, die die Realisierung der Vision beeinflussen.

Als Themenfelder (Fernwärmeausbau, Gebäudesanierung, Erneuerbare Energien u. s. w.) wurden dabei technische Lösungen vorgeschlagen, die zur Zielerreichung beitragen.

Zur langfristigen Problemlösung müssen Politik und Verwaltung strategisch handeln. Mögliche Handlungsoptionen zum Erreichen der Vision „klimaneutrale Wärmeversorgung“ müssen noch analysiert werden. Dies bedarf der Festlegung weiterer Themenfelder, den strategischen Themenfelder. Strategische Themenfelder grenzen die Strategieentwicklung inhaltlich ein und gewährleisten eine entsprechende Priorisierung der Maßnahmen.

Ein großes Themenfeld ist dabei die Steuerbarkeit der Akteure durch die Kommunalverwaltung. Die Vielzahl der Akteure bei der Transformation zur klimaneutralen Wärmeversorgung sind nicht unmittelbar durch die Stadtverwaltung steuerbar. Private Gebäudeeigentümer, Unternehmen, Institutionen oder Organisationen agieren nach ihren eigenen Vorstellungen. Ihr Handeln beeinflusst jedoch größtenteils die Zielerreichung.

Auch innerhalb der Verwaltung sind Hemmnisse vorhanden, die das Erreichen der Ziele gefährden. Eine grundlegende Besonderheit in öffentlichen Verwaltungen ist die Konzentration auf das rechtmäßige Verwaltungshandeln.<sup>120</sup> Sie stellt eine nicht explizit beabsichtigte Standardstrategie der Verwaltung dar, die von gesamtgesellschaftlichen Visionen herausgefordert wird. Führungskräfte haben in diesem Zusammenhang die Aufgabe, die Mitarbeiter zu unterstützen und deren Handeln an den der Vision auszurichten.

Die Gesamtstrategie muss die generelle Ausrichtung und die Aktivitäten der Verwaltung als Ganzes bestimmen. Es hat sich gezeigt, dass Strategien dann erfolgreich sind, wenn für die Integration bereichsübergreifender Themen eine starke Führungskraft oder –gruppe verantwortlich ist.<sup>121</sup>

---

<sup>120</sup> Wutti (2019): Strategieentwicklung in öffentlichen Verwaltungen

<sup>121</sup> Worrall et al. (1998): Managing strategy in local government.



### 6.1.2. Strategische Ziele

Entsprechend den klassischen Ansätzen ergeben sich Ziele und Strategien auf Grundlage der durch die Vision bedingten strategischen Themenfelder. Ziele und Strategie steht in einer ständigen Wechselwirkung zueinander.

Strategische Relevanz beinhaltet Fragestellungen, wie konkrete Leistungen bzw. die damit in Verbindung stehenden Ziele. Bei den Leistungen der Verwaltung werden Handlungs-, Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit sowie die Effektivität der Problemlösung vorausgesetzt.

#### 6.1.2.1. Zieldefinition

Klare und nachvollziehbare Ziele sind für die angestrebte Entwicklung unabdingbar. Die Zieldefinition ist ein wichtiges Instrument um die Entwicklung steuern zu können. Dazu müssen:

- strategische Ziele festgelegt,
- die Zielerreichung aktiv verfolgt und die Ziele eventuell angepasst, und
- Mechanismen zum Zwecke der Steuerbarkeit geschaffen werden.

Wichtig ist dabei auch festzulegen, bis wann das Ziel erreicht werden soll und in welchem Umfang.

#### 6.1.2.2. Zielverfolgung

Wirksam sind Ziele nur, wenn auch entsprechende Kontrollmechanismen zum Einsatz kommen. Das Erreichen oder Verfehlen der Ziele muss feststellbar sein und sich schlussendlich auch auf das Handeln auswirken.

Bei der Konzeption der Zielverfolgung kommen die klassischen Instrumente Kennzahlen und Indikatoren zum Einsatz.

- Kennzahlen sind Instrumente zur Messung und Bewertung der Zielerreichung oder allgemeiner Zustände und Entwicklungen. Sie sollen aufzeigen, ob das operative Handeln mit den strategischen Absichten und Zielen in Einklang sind.
- Indikatoren sind Hilfsgrößen, die direkte Messbar sind und Anhaltspunkte für das Einhalten des Zielpfades liefern.

Ziele und Kennzahlen müssen für die einzelnen Themenfelder definiert und abgestimmt werden.

### 6.1.3. Strategieumsetzung

Ihre Wirksamkeit entfalten Strategien darin, wie sie in das konkrete Handeln einfließen. Strategien sind untrennbar mit einer entsprechenden Umsetzungsplanung zu verknüpfen. Darin müssen konkrete Schritte und Zeitpläne zur Umsetzung der Strategie beschrieben werden.

#### 6.1.3.1. Planung

Eine konkrete Roadmap dient dazu, kurz-, mittel- und langfristige Projekte in einzelne, leichter zu bewältigende Schritte zu strukturieren. Mit deren Hilfe kann ein konkreter Plan



für die Transformation der Wärmeversorgung erarbeitet werden, der den fest gelegten Zeitpunkt zur Erreichung der Klimaneutralität berücksichtigt.

Strategische Planungsentscheidungen können sehr vielfältige Auswirkungen haben. Dies hat dementsprechend Auswirkungen auf die Komplexität der Umsetzungsplanung. Akteure, die durch die Umsetzung der Strategie negativ betroffen sind, zeigen üblicherweise wenig Bereitschaft, diese umzusetzen. Derartige Koordinations- bzw. Überzeugungsprobleme sollten bereits in der Planungsphase gelöst werden.

### 6.1.3.2. Organisation

In vielen Fällen erweist es sich als hilfreich, Lenkungsteams zu installieren, die eine breite Integration innerhalb des internen und evtl. auch externen Akteurskreises sicherzustellen. Eine partizipative Strategieentwicklung durch das Team hilft der Verständigung und dem Austausch in der Organisation.

Ein weiteres Instrument zur Umsetzung ist die Reorganisation bzw. Aufgaben- und Kompetenzverteilung in der Verwaltung und im Verhältnis zu ihrem direkten Umfeld. Veränderungen der Aufgaben-, Kompetenz- und Ressourcenverteilung innerhalb der Verwaltung erfordern jedoch einen Klärungsprozess.

Beteiligungsmöglichkeiten auch externer Akteure erhöhen die Akzeptanz und die Realisierungschancen der Transformationsstrategie maßgeblich.

### 6.1.3.3. Ressourcen

Für die Strategieumsetzung wesentlich ist auch eine angemessene Zuteilung von Ressourcen. Diese sollen die Umsetzung der geplanten Strategie unterstützen. Die Zuteilung finanzieller Mittel ist erfahrungsgemäß ein sehr konfliktreiches Verfahren und braucht dabei entsprechende Vorarbeit und nachvollziehbare Begründungen.

### 6.1.3.4. Steuerung

Die Umsetzung des Transformationsprozesses unter Kontrolle zu haben, ist eine Grundvoraussetzung für das Erreichen der klimaneutralen Wärmeversorgung. Die Steuerung spielt dabei eine zentrale Rolle. Sie bildet daneben die Grundlage für die erfolgreiche Optimierung der Maßnahmen.

Die Steuerung dient der Abstimmung der notwendigen Einzelschritte. Dabei sollen Ressourcen, das heißt Personal und Finanzen, minimal eingesetzt werden, um die gewünschten Ergebnisse zu liefern. Ein Prozess, der ungesteuert läuft, verschenkt sein Potenzial. Dabei soll die Steuerung flexibel und dynamisch eingesetzt werden, um laufend auf Änderungen (rechtlich, technologisch, gesellschaftlich) reagieren zu können.

Die kontinuierliche Erhebung und Bereitstellung von Managementinformationen stellt die bewusste Entwicklung und evtl. notwendige Korrekturen sicher. Die Optimierung der Umsetzung gelingt mit klar messbaren Kennzahlen. Kennzahlen und Indikatoren sind laufend zu erheben damit ein Monitoring bzw. eine Analyse möglich wird.



### 6.1.3.5. Kommunikation

Die Strategie, die Ziele und die Umsetzung müssen intern und extern intensiv kommuniziert werden. Eine visuelle Darstellung ist hierbei sowohl bei der verwaltungsinternen Kommunikation als auch für die breite Öffentlichkeit, hilfreich.

Es gilt, Vertrauen zu schaffen um gemeinsam die Wohn- und Lebensqualität der Menschen zu steigern, unabhängiger von fossilen Energieträgern zu werden und damit die Versorgungssicherheit zu verbessern.

Dies gelingt mit den zehn Grundsätzen zur Klimakommunikation<sup>122</sup>:

Wie man die Tür öffnet:

1. Mit den Werten der Menschen verbinden
2. Vertrauenswürdige Botschafter unterstützen
3. Testen, recherchieren und nicht auf den eigenen Instinkt vertrauen

Wie man die Herzen und Köpfe der Menschen erreicht:

4. Bringen Sie das Klima nach Hause - zeigen Sie Visionen und Lösungen auf
5. Rahmen und Erzählungen überlegt einsetzen
6. Starke Geschichten erzählen und wirkungsvolle Bilder verwenden
7. Stellen Sie genaue Informationen bereit und seien Sie vorsichtig, wenn Sie Unsicherheiten vermitteln.

Wie man Bedenken in Maßnahmen umwandelt:

8. Schaffen Sie Räume für Interaktion
9. Klimaschutz zu einer Frage der sozialen Zugehörigkeit machen
10. Möglichkeiten für sinnvolles persönliches Handeln bieten

### 6.1.4. Strategieevaluation

Die Strategieevaluierung analysiert und bewertet die Handlungs- und Problemlösungsmuster. Evaluationen sind ein Hilfsmittel, um herauszufinden, wie gut geplante Aufgaben erledigt werden bzw. was die Gründe für Erfolg und Misserfolg sind. In einem systematisch geplanten und analytischen Prozess wird untersucht, was in der Vergangenheit getan wurde und was gerade getan wird, mit dem Zweck, die Leistungen in der Zukunft zu verbessern.

Die Grundsätze der Evaluation des strategischen Managements werden wie folgt definiert:

- Steuerungs- und Entwicklungsinstrument für die Zukunft.
- Lern- und Verbesserungsinstrument
- Evaluationsergebnisse müssen veröffentlicht werden und mit geplanten und durchgeführten Maßnahmen verbunden werden.

---

<sup>122</sup> Sippel et al., 2022: Ten Key Principles: How to Communicate Climate Change for Effective Public Engagement



### 6.2. Vorbild Stadtverwaltung

Die Selbstverpflichtung der Verwaltungsführung ist unerlässlich für den weiteren Prozess. Nur mit einem Management, das sich aktiv zu dem Ziel der Klimaneutralität - in der Wärmeversorgung und darüber hinaus - bekennt, lassen sich die weiteren wichtigen Schritte glaubwürdig vertreten.

Die Jahrhundertaufgabe „Wärmewende“ stellt für die Kommune eine fundamentale Herausforderung dar. Heute getroffene Entscheidungen haben langfristige Auswirkungen auf die Lebenswirklichkeit der Bürgerinnen und Bürger der Stadt.

Hier hat die Stadtverwaltung selbst die Aufgabe, Vertrauen zu schaffen und die Bürgerinnen und Bürger auf dem Weg zur Klimaneutralität mitzunehmen.

#### 6.2.1. Vision klimaneutrale Wärmewende

Durch den direkten Kontakt und die Nähe zu den Bürgern, nimmt die Kommune in der Wärmewende eine Sonderrolle ein. Gerade auf kommunaler Ebene als Umsetzungsebene spielen kommunikative Maßnahmen eine wichtige Rolle. Dabei sollte versucht werden, die Vision einer klimaneutralen Wärmeversorgung aufzuzeichnen. Dies ist auch wörtlich zu verstehen, dass die Zukunftsvision für die Stadtgesellschaft in Bildern sichtbar wird. Bilder und Modelle wirken direkter als Worte auf die Menschen ein.

Bürgerinnen und Bürger, sowie die Verantwortlichen in den Unternehmen sollten vermehrt auf der Gefühlsebene angesprochen werden. Die Botschaft sollte lauten, dass der Transformationsprozess zu einer besseren Welt führt. Die sollte Bezug nehmen auf die Bedürfnisse wie Sicherheit, Gerechtigkeit, Unabhängigkeit und Freiheit.

Die derzeitigen politischen Krisen verunsichern die Menschen. Hier kann die Vision einer klimagerechten Zukunft einiges entgegensetzen:

- Unabhängigkeit von importierten Energieträgern wie Erdgas und Rohöl.
- Versorgungssicherheit durch eine größere Diversifizierung der Wärmeerzeugung.
- Gerechtigkeit gegenüber kommenden Generationen, die unter den Klimaveränderungen verstärkt zu leiden haben.
- Erneuerbare Energien sind Instrumente der Freiheit. Sie sind für jeden nutzbar und führen im Gegensatz zu vielen fossilen oder atomaren Energien auch nicht zur Beschneidung der Freiheiten anderer (z. B. Öl-, Gas- oder Uranförderung in indigenen Gebieten).

#### 6.2.2. Klimaneutrale öffentliche Gebäude

Der Klimaschutzpakt zwischen den kommunalen Landesverbänden und dem Land Baden-Württemberg schreibt vor, dass die Kommunen das Ziel einer klimaneutralen Verwaltung bis zum Jahr 2040 anstreben. Eine klimaneutrale Kommunalverwaltung bedeutet nicht nur, die Treibhausgasemissionen der Kommunalverwaltung zu reduzieren. Gleichzeitig nehmen öffentliche Verwaltungen eine Vorbildfunktion ein, indem sie die gesetzlichen Vorgaben zum Maßstab des eigenen Handelns machen.

Eine Schlüsselfunktion kommt dabei den öffentlichen Liegenschaften zu. Diese müssen nicht nur auf THG-emissionsfreie Wärmeträger umgestellt werden. Hier ist es auch erforderlich,



den Gesamtwärmeverbrauch des Gebäudebestandes kontinuierlich entsprechend dem Zielpfad zu senken.

Dies gilt auch für die kommunalen Betriebe und Gesellschaften. Die im direkten Einflussbereich der Stadt liegenden Akteure wie beispielsweise die Wohnbau- oder die Verpachtungsgesellschaft müssen aktiv den Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand gehen.

Ohne das sichtbare Engagement der Stadt und ihrer Betriebe lässt sich eine Selbstverpflichtung der übrigen Stadtgesellschaft nicht glaubwürdig einfordern.

### 6.2.3. Organisationsstruktur

Die Stadt muss alle Möglichkeiten ausnutzen, um die Wärmewende zu beschleunigen. Dies erfordert eine effiziente Organisationsstruktur, die sich durch eine hohe Vernetzung und flache Hierarchien auszeichnet.

Voraussetzung für ein effizientes Vorgehen die der Umsetzung des Wärmeplans ist der Aufbau einer Organisationsstruktur, so dass alle relevanten Aufgaben fachbereichsübergreifend koordiniert und aufeinander abgestimmt werden können. Dazu ist zum einen die Benennung eines Gesamtverantwortlichen erforderlich. Zum anderen ist die Einrichtung einer fachbereichsübergreifenden Arbeitsgruppe Wärmewende empfehlenswert, in denen auch wichtige Akteure außerhalb der Stadtverwaltung mitarbeiten.

Aus der Einbindung verschiedener Fachbereiche und den Veränderungen von Aufgabenfeldern und Zuständigkeiten resultiert ein komplexes Spannungsfeld, welches durch eine frühzeitige Einbindung der verantwortlichen Entscheidungsträger adressiert werden muss.

### 6.3. Stadt als verlässlichen Partner

Eine wichtige Aufgabe der Stadt ist es, lokale Akteure zu vernetzen und gemeinsam mit ihnen Lösungen zu finden. Hier soll die Stadt als verlässlicher Partner den anderen Akteuren zur Seite stehen und diese bei der Verfolgung der städtischen Klimaschutzziele zu beider Nutzen unterstützen.

#### 6.3.1. Die Stadt als Kümmerer

Die Transformation des Wärmeversorgungssystems wird nicht ohne Probleme gehen. Diese können technischer, räumlicher oder finanzieller Art sein.

Eine wichtige Rolle kann die Stadtverwaltung als Anlaufstelle für die Probleme der Bürgerinnen und Bürger mit dem Umbau zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung einnehmen. Die Stadt kann lokale Akteure miteinander vernetzen und gemeinsam mit ihnen Lösungen zur Versorgung generieren. Die weichen Maßnahmen besitzen die größte Wirkungsbreite, da bei einer erfolgreichen Moderation der Kommune auch die größten Effekte erzielt werden können. Durch Informations- und Beratungsangebote wird die Nachfrage nach Klimaschutzdienstleistungen innerhalb der Stadt gestärkt. Neben den positiven Effekten für die Wärmewende wird so auch ein zukunftsorientiertes Handwerk gefördert.



Die Aufgabe muss nicht von vorne herein mit einer hohen Anzahl an personellen Ressourcen einhergehen. Vorstellbar sind auch intelligente Onlinesysteme, über die orts- und zielgerichtete Informationen bereitgestellt werden können.

In Gebieten, die absehbar eine größere Herausforderung in der Wärmewende darstellen, kann die Kommune mit Quartiers- oder Klimaschutzmanager eine moderierende Rolle bei der Umsetzung einnehmen. Übernimmt die Stadt Vernetzungsaufgaben für lokale Akteure können zudem positive Synergieeffekte genutzt werden.

### 6.3.2. Bürgerbeteiligung

Bürgerinnen und Bürger sind nicht nur Energienutzer, sondern besitzen berufsbedingtes und privat erworbenes Know-how und kennen die Möglichkeiten in ihrer Nachbarschaft besser als Externe. Deswegen sollte dieses Wissen langfristig in die Umsetzung der Wärmewende einfließen. Neben diesen Vorteilen sorgt eine Beteiligung auch für eine erhöhte Akzeptanz der Ziele und beschlossenen Maßnahmen.

Bürgerenergiegenossenschaften bieten die Möglichkeit, Energieversorgung zu dezentralisieren und in die Hand der Akteure zu geben, die die Energie nutzen und davon profitieren könnten. Die Akzeptanz von Maßnahmen steigt sich, wenn Bürger von diesen Maßnahmen direkt profitieren und daran Anteil nehmen. Damit können Projekte realisiert werden, die sich für reine Wirtschaftsunternehmen nicht rechnen. Die Vernetzung mit anderen lokalen Akteuren wie den Stadtwerken kann dabei ebenfalls förderlich sein.

### 6.3.3. Stadtwerke als Experten

Die Stadtwerke haben in der Stadtgesellschaft einen guten Ruf als verlässlichen Experten in Sachen Energie- und Wasserversorgung. Auf dieses Renomee sollte aufgebaut und die Stadtwerke als Dienstleister der Wärmeversorgung gestärkt werden.

Doch nicht nur hinsichtlich des bedeutenden Ausbaus der leitungsgebundenen Wärmeversorgung sind die Stadtwerke ein „big player“. Mit zunehmender Elektrifizierung der Sektoren Verkehr und Wärme stellt sich auch hier die Frage nach der zukunftsfähigkeit der Versorgungsstrukturen.

Wichtig ist die flankierende Unterstützung der Stadtwerke durch die Stadtverwaltung. Der Ausbau der Netze kann nicht ohne Einschränkungen auf die Stadtgesellschaft von statten gehen. Dies gilt es frühzeitig als allgemeines Interesse zu kommunizieren.

## 6.4. Verpasste Chancen und Zukunftsoptionen

Die Welt ist ständig im Wandel und niemand weiß, was die Zukunft bringt. Eine Strategie ist, sich so weit wie möglich auf Eventualitäten vorzubereiten, Dinge zu tun, die gewiss nicht schaden und sich heute bietende Chancen zu ergreifen und zukünftige Chancen offen halten.

Der Erhalt von Optionen sollte auf jeden Fall in die Transformationsstrategie mit aufgenommen werden. Da in einigen Bereichen der Wärmeversorgung wie der leitungsgebundenen Gasversorgung noch eine hohe Unsicherheit hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung besteht, sollten Entscheidungen dazu vorerst noch offen gehalten werden.



Im Folgenden sollen die Aspekte benannt werden, die aus heutiger Sicht nicht abschließbar bewertet werden konnten und daher nicht in konkrete Maßnahmen eingeflossen sind.

### 6.4.1.No-regret

No-regret-Maßnahmen sind Handlungsoptionen, die auch ohne Bezug auf den Klimawandel ökonomisch, ökologisch und sozial sinnvoll sind. Bei diesen Maßnahmen übersteigt bereits heute der zu erwartende Nutzen die anfallenden Kosten der Maßnahme. Es gibt eine Vielzahl von Maßnahmen, mit denen wir unsere THG-Emissionen reduzieren können. Alle diejenigen Maßnahmen, die sich auch sind ohne Einsparungen an den Klimafolgekosten lohnen, sind No-regret-Maßnahmen.

Eine solche Maßnahme ist zum Beispiel der Ausbau Erneuerbarer Energien. In den meisten Fällen lohnen sich Photovoltaikanlagen oder Solaranlagen zur Warmwasserbereitung mittel- bis langfristig.

### 6.4.2.Chancen nutzen

Im gesamten Gebäudebestand findet eine beträchtliche Bautätigkeit an den Außenwänden statt, ohne dass diese Gelegenheiten dazu genutzt würden, gleichzeitig Wärmedämmung anzubringen. Dies zeigt, dass Kapazitäten im Handwerk für höhere energetische Modernisierungsraten vorhanden sind. Auch im dem Sanitär und Heizungsbereich liegt der Schwerpunkt noch bei Badsanierungen statt der Heizungsmodernisierung. Die Beispiele zeigen auch, dass die Finanzmittel in der Gesellschaft offensichtlich vorhanden sind.

Dies gilt im übrigen auch für die öffentliche Hand, deren Priorität im Hochbaubereich noch immer nicht bei Energieeffizienzmaßnahmen liegen.

### 6.4.3.Lock-in-Maßnahmen vermeiden

Unter dem Lock-in-Effekt versteht man in der Betriebswirtschaft eine Art Abhängigkeitsverhältnis von einem Kunden zu einen Anbieter. Dies ist geprägt von hohen Kosten, die entstehen, damit der Kunde aus dem Abhängigkeitsverhältnis herauskommt. Übertragen auf Transformationsvorgänge sind dies Handlungen, die dazu führen, dass sie einem zukünftiges Handeln nur unter Inkaufnahme von hohen Kosten erlauben.

Lock-in-Maßnahmen sind beispielsweise Wärmenetzinvestitionen in Gebieten, die keine ausreichende langfristige Wärmeabnahme – beispielsweise wegen energetischen Sanierungsmaßnahmen oder Abriss –aufweisen.

Bei der Transformationsumsetzung sollten relevante Aspekten bedacht und verhandelt werden, um nicht in eine Lock-In-Situation zu geraten. Insbesondere sollte dabei auch in die Zukunft gedacht werden.

### 6.4.4.Zukunftsoptionen verfolgen

Im Kontext der Energiewende spricht man von Technologieoffenheit, wenn es darum geht, den Wettbewerb der Energieträger offen zu gestalten. Im konkreten Fall der klimaneutralen Wärmeversorgung heißt dies, Technologien, die heute noch wenig erforscht oder verbreitet sind nicht von vorne herein auszuschließen. Lösungsoptionen zur Dekarbonisierung im



Wärmebereich dürfen im Sinne der Technologieneutralität und Innovationsoffenheit nicht allein mit dem Wissen von heute bewertet werden.<sup>123</sup>

#### 6.4.4.1. Tiefe Geothermie

Eine Zukunftsoption für eine Wärmeversorgung ohne klimaschädliches Kohlendioxid ist die Wärme aus tieferen Schichten des Erdmantels. Das Potenzial der tiefen Geothermie wird in Deutschland erst in Anfängen genutzt. Generell nimmt die Temperatur überall mit der Tiefe zu. Die Region Stuttgart liegt jedoch nicht in einem Gebiet mit besonders hoher thermischen Dichte. Das Potenzial kann hier allenfalls geschätzt werden. Daher sind hier erstmals nur Sondierungen notwendig.

#### 6.4.4.2. Wasserstoff und synthetische Gase

Wasserstoff und andere synthetische Gase werden häufig als Lösungsansätze für die klimaneutrale Umsetzung der Wärmewende ins Spiel gebracht. Dabei stellt sich allerdings auch die Frage, ob Wasserstoff in Wohnhäusern und anderen Gebäuden überhaupt zum Einsatz kommen kann und sollte. Die steigende Zahl an Konkurrenztechnologien, wie z. B. Wärmepumpen, erneuerbare dezentrale Wärme oder grüne Fernwärme, bieten zahlreiche attraktive Alternativen für Neu- und Bestandsbauten.

Allerdings kommen diese Alternativen in manchen Gebieten oder Gebäuden an ihre Grenzen. Dort wo nicht genügend Platz für die Aufstellung einer Wärmepumpe im oder im Umfeld des Gebäudes besteht, kann bei Verfüg- und Bezahlbarkeitein möglicher sinnvoller Einsatzort für Wasserstoff oder andere synthetische Gase vorliegen.

#### 6.4.4.3. Sektorkopplung Strom – Verkehr – Wärme

Um die Klimaziele zu erreichen, braucht es einen ganzheitlichen, sektorübergreifenden Ansatz. Der Begriff Sektorkopplung beschreibt dabei die energietechnische und energiewirtschaftliche Verknüpfung von Strom, Wärme, Mobilität und industriellen Prozessen sowie deren Infrastrukturen.

So wird es in Zukunft notwendig sein, Überschussstrom sinnvoll zu nutzen. Der Wärmebereich – und darin vor allem die Wärmenetze – bieten sich dafür an.

#### 6.4.4.4. Großwärmepumpe:

Das Einsatzfeld großtechnischer Wärmepumpen ist vielfältig. Ebenso wie kleine Wärmepumpen, dienen diese Anlagen der Raumwärmebereitstellung und Raumkühlung sowie der Warmwasserbereitstellung. Der Leistungsbereich reicht vom größeren zweistelligen Kilowatt- bis hin zum zweistelligen Megawattbereich. Als Wärmequellen sind dabei große Wärmepuffer wie Gewässer prädestiniert.

#### 6.4.5. Graue Energie mitdenken - Modernisierung statt Neubau

Vor allem aus Gründen der Nachhaltigkeit ist der Bestand dem Neubau meist vorzuziehen, aber auch aus wirtschaftlicher Sicht rechnet sich die Nutzung bestehender Gebäude. Der vorhandene Bestand erlaubt jedoch kein ungehindertes Bauen. Die Planungs- und Bauleistungen können nur unter Berücksichtigung der vorhandenen Gegebenheiten des

---

<sup>123</sup> bdew, 2017: 10 Thesen zur Sektorkopplung



Bestands erbracht werden. Das Planen und Bauen im Bestand kann insbesondere dann Risiken bergen, wenn eine Aufstockung geplant ist.

Beim Neubau kann bereits bei der Planung die Energieeffizienz mitgedacht werden. Doch neben dem eigentlichen Energieverbrauch des Gebäudes muss auch die sogenannte graue Energie mit einbezogen werden. Dies bezeichnet die Energiemenge, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung des Gebäudes erforderlich ist. In der Bilanz scheidet dabei der Neubau schlechter ab als ein energetisch gut saniertes Bestandsgebäude.



## 7. Öffentlichkeitsbeteiligung

### 7.1. Gesetzlicher Hintergrund

Mit § 27 Kommunale Wärmeplanung Absatz 3 Satz 3 des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) vom 7. Februar 2023 wurden besondere Anforderungen an die Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gestellt. Konkret sind demnach „[...] Die Öffentlichkeit, insbesondere Interessengruppen sowie Vertreterinnen und Vertreter der Wirtschaft, sind möglichst frühzeitig und fortlaufend bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans zu beteiligen.“

Die besonderen Anforderungen der Öffentlichkeitsbeteiligung gelten dabei für Kommunen, bei denen bis zum 11.02.23 noch kein Feststellungsbeschluss vorgelegen hat.

### 7.2. Umsetzung in Waiblingen

Für die Öffentlichkeitsbeteiligung in Waiblingen wurden verschiedene Formate gewählt. Neben Statusberichten in kommunalen Gremien und Arbeitskreisen wurden Informationsveranstaltungen und Workshops für alle Interessierten angeboten. Dabei wurde darauf geachtet, dass alle Akteure über die Veranstaltungen informiert wurden und die Möglichkeit zur Teilnahme gegeben war.

An der Informationsveranstaltung im Bürgerzentrum Waiblingen am 19.09.23 haben rund 80 Interessierte teilgenommen. Bei drei Vorträgen mit anschließender Fragerunde wurden die Teilnehmer über die Grundlagen und den Sinn der kommunalen Wärmeplanung aufgeklärt und haben einen aktuellen Statusbericht sowie einen Fachvortrag zu den Erfüllungsoptionen des ab 01.01.24 gültigen Gebäudeenergiegesetzes erhalten.



Abbildung 73: Impressionen aus der Infoveranstaltung vom 19.09.23

Die beiden Workshops hatten unterschiedliche Schwerpunkte. Im ersten Workshop am 11.10.23 mit rund 30 Teilnehmern wurden Kriterien für Eignungsgebiete identifiziert. Die Teilnehmenden hatten die Möglichkeit, tief in den Erstellungsprozess des Wärmeplans einzutauchen und haben sich anhand von drei Beispielgebieten mit der aktuellen und der zukünftigen Behizungsstruktur



beschäftigt. Dabei lag der Fokus vor allem darauf festzustellen, warum sich ein Gebiet besser für ein Wärmenetz oder eine Einzelversorgungslösung eignet.

Die Ergebnisse wurden dann im darauffolgenden internen Arbeitskreis der Stadtverwaltung verwendet und bewertet. Daraus ist der Kriterienkatalog entstanden, der ebenfalls in diesem Bericht enthalten ist und für die Zurodnung der Eignungsgebiete angewendet wurde.



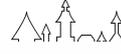
*Abbildung 74: Impressionen aus dem Workshop vom 11.10.23*

Beim zweiten Workshop, an dem rund 15 interessierte Bürger und Akteure teilgenommen haben, wurde intensiv der Aufbau und die Transformation von Wärmenetzen untersucht. Dazu wurden die Teilnehmenden in zwei Gruppen, Kommune und Bürger, eingeteilt und mussten sich aus der jeweiligen Perspektive mit verschiedenen Fragestellungen beschäftigen. Unter anderem mit den Technologien, die zukünftig für die Wärmeerzeugung zur Verfügung stehen und welche Herausforderungen beim Aufbau von Wärmenetzen zu bewältigen sind. Abschließend haben die Teilnehmenden noch gelernt, wie lange es im besten Fall dauert, ein mittleres Wärmenetz mit ca. 5.000 - 6.000 MWh Jahreswärmeerzeugung aufzubauen, nämlich mindestens 7 Jahre.





## Anhang Kriterien Eignungsgebiete



Kriterium	Beschreibung	Eignungsgebiet Wärmernetz	Eignungsgebiet Einzelversorgung	Detail- betrachtung
Denkmalschutz	Viele Gebäude mit Denkmalschutz: Ortskerne, Altstadt; meist geringe Traglast der Dächer, keine Fläche für WP, Sanierbarkeit eingeschränkt. Lösung für einzelne Gebäude u. a. Holzpellet...	x		
Nutzerstruktur	Ist sehr wechselhaft und schwer zu erfassen. Grundlegende Fragen: heizt ein Eigentümer anders als ein Mieter? Gibt es einen Nutzen aus der Erfassung? Information eher in der Detailplanung berücksichtigen.			x
Wärmebedarfsdichte	Ermittlung eines unteren Grenzwertes Anhand der individuellen Häufigkeitsverteilung der Wärmedichten auf Baublockebene und Bewertung der bestehenden Wärmenetze. Empfehlung für konventionelle Wärmenetze: > 1050 -> Eignungsgebiet neue Netze, wenn Erzeugung regenerativ möglich. (Abdeckung von 15% der Baublöcke) > 850 -> Eignungsgebiet Erweiterung Bestandsnetz (Abdeckung von 28% der Baublöcke) Kalte Nahwärme ist aufgrund des geringen Absatzes im Vergleich zum Invest sehr eingeschränkt wirtschaftlich realisierbar.	x		
Flächendichte Wohnen	Nur auf reine Wohngebiete Anwendbar, Verzerrung durch Bezug auf Wohnfläche in Misch- und Gewerbegebieten. Individuelle Bewertung des Grenzwerts Anhand der Häufigkeitsverteilung. Empfehlung für konventionelle Wärmenetze: > 0,6 -> Eignungsgebiet Erweiterung Bestandsnetz (Abdeckung von 14% der Baublöcke) > 0,8 -> Eignungsgebiet neue Netze, wenn Erzeugung regenerativ möglich. (Abdeckung von 5% der Baublöcke)	x		
Topografie	Zum Beispiel Höhenunterschiede innerhalb eines Eignungsgebiets. Technische Realisierbarkeit muss in der Detailbetrachtung erfolgen.			x

Kriterium	Beschreibung	Eignungsgebiet Wärmenetz	Eignungsgebiet Einzelversorgung	Detail- betrachtung
Begrenzte Gebiete	Begrenzung durch z.B. Fluss, Bahnlinie Überrmäßige Steigerung der Kosten für Netzbau und Unterhalt. Evtl. Genehmigungen erforderlich. Berücksichtigung als "negativ Kriterium" zur Eingrenzung eines Eignungsgebiets	x		
Flächenverfügbarkeit für Erzeugung	Energie vs. Landwirtschaft Wenig Fläche in Waiblingen verfügbar, Agri-Solar andenken. Berücksichtigung in der Detailplanung			x
Nähe zum Bestand und Erzeugungskapazität	Bei der Erweiterung von Bestandsnetzen muss immer im gleichen Zug die Verfügbarkeit der Kapazitäten von Erzeugung und Transport berücksichtigt werden.	x		
Ein- und Zweifamilienhäuser, freistehend	Sanierbarkeit und Flächenverfügbarkeit sind relativ hoch, daher ist Einzelversorgung zu bevorzugen		x	
Ein- und Zweifamilienhäuser, verdichtet	Tendenziell geeignet für Wärmenetzausbau, hierfür jedoch Ankerkunden bzw. Erweiterung von Bestandsnetzen erforderlich.	x		
Geschosswohnungsbau, Wohnsiedlung	hohe Wohnflächenverdichtung und somit hoher Wärmebedarf	x		
Gewerbegebiete	Abwärmepotenzial an Verwendung gekoppelt, somit nicht planbar auf große Zeiträume. i.d.R. geringe Wärmeabnahme bezogen auf Transportwege. Einzelfallbetrachtung erforderlich, daher vorrangig Einzelversorgung evtl. mit H2.		x	
Soiltärbebauung wie Schulen und Öffentl. Einrichtungen	Betrachtung für wenige Einzelfälle, da bereits der Großteil Fernwärmeversorgt ist.			x
Geplantes Sanierungsgebiet	z.B. alte Ortskerne. Je nachdem Synergieeffekte möglich mit höheren Fördergeldern z.B. bei Sanierung oder vergünstigtem Netzbau. Kann sich positiv auf beide Varianten auswirken. Ist in der Detailplanung zu berücksichtigen.			x

Kriterium	Beschreibung	Eignungsgebiet Wärmenetz	Eignungsgebiet Einzelversorgung	Detail- betrachtung
Historischer Ortskern	Alter Ortskern, i. d.R. Gebiete mit hohem Denkmalschutzanteil; Grundsätzlich schlecht geeignet für Einzelversorgung, da meistens kleinteilige Bebauung mit wenig Aufstellfläche und eingeschränktem Sanierungspotential. Prinzipiell jedoch auch für Wärmenetze nur bedingt geeignet, da geringer Wärmebedarf im Verhältnis zu Netzkosten. Trotzdem Wärmenetz zu bevorzugen.	x		
Gasnetz Sanierungsgebiet	Wärmenetz ist als Konkurrenz zu betrachten. Beides zusammen unwirtschaftlich. Gasnetze sollen in Zukunft H2 Transportieren.		x	
Gasnetz jung	Gasnetze sollen in Zukunft H2 Transportieren. Im Einzelfall in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu berücksichtigen.		x	
Stromnetz Sanierungsgebiet	Auslegung für Stromheizungen (vorrangig Wärmepumpen)		x	
Wirtschaftlichkeit	Erweiterte Betrachtung der Bedeutung für die Wärmenetzeignung: - Wirtschaftlicher Betrieb der Wärmenetze steht im Vordergrund - Bezahlbare Wärmepreise zur Maximierung der Anschlussquoten - Fördermittel sollen in Anspruch genommen werden können (Bsp. Transformationsplan bei Anschluss im Bestand. - Einzelfallprüfung zur Förderung des Invest, nicht des Betriebs. - Sanierung bleibt Verantwortung des Einzelnen - Umstellbarkeit des Bestands aus technischer und finanzieller Sicht.			x
Emissions- einsparpotenzial	I. d.R. groß bei älteren freistehenden Einzehausbauungen, die für Einzelversorgung geeignet sind. Anschlussquote eher gering anzusetzen, da hohe Individualität. Berücksichtigung bei der Priorisierung der Maßnahmen.			x
Alter Gebäudebestand	Mehrere Faktoren müssen im individuellen Zusammenhang betrachtet werden, wie z.B. Wärmebedarf und Sanierungsfähigkeit.			x
Ankerkunden	Großabnehmer der den Ausbau wirtschaftlich macht und über einen bestimmten Zeitraum sichert. Größte Eignung bei öffentliche Liegenschaften von Stadt, Land und Bund.	x		
Heizungsart	Info wie z.B. Etagenheizung, Stromdirektheizung Einrohrheizung, usw. nicht verfügbar und kann daher nicht gesondert ausgewiesen werden.			x



## Anhang Beheizungsoptionen



Versorgungsoptionen		Biomasse- heizung	Luft- Wärmepumpe	Erde- Wärmepumpe	Wärmepumpe Abwasserkanal- Wärmepumpe	Grundwasser- Wärmepumpe	Solarthermie- Heizung	Hybridheizung	Solarthermie- Hybridheizung	Stromdirekt- heizung	EE-Gas	Wärmennetz	Insestanz / individuelles Quartier- skonzept
Technische Einschränkung der Versorgungsoptionen		Lagerraum, Emissionen, Anlieferung	Versorgungs- temperatur, Lärm, GWP Kältemittel	Versorgungs- temperatur, Fläche Grundstück, Glykol, GWP Kältemittel	Versorgungstem- peratur, GWP Kältemittel, sinnvolle Mindestgröße	Versorgungs- temperatur, GWP Kältemittel, Fläche	Fläche Dach, Platzbedarf Speicher	Platzbedarf	Platzbedarf, Dachfläche, Platzbedarf Speicher	Wirkungsgrad, Energieträger eingeschränkt verfügbar	Energieträger eingeschränkt verfügbar	Netzgebunden	-
<b>Siedlungstyp</b>	<b>Einschränkung abhängig vom Siedlungstyp</b>												
Freistehende Ein- und Zweifamilienhäuser		x	x	x	x	x	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)	-
Ein- und Zweifamilienhäuser in verdichteter Bauweise	Grundstückfläche, Raum- bedarf Brennstofflager (BSL)	(x)	x	x	-	-	-	(x)	-	(x)	(x)	(x)	x
Historische Stadtkerne	Hohe Individualität, Grund- stückfläche, Raumbedarf Brennstofflager (BSL)	-	(x)	-	(x)	-	-	-	-	(x)	(x)	(x)	-
Geschosswohnungsbau, Wohnsiedlung	Hoher Wärmebedarf im Verhältnis zur Grundstücksfläche.	(x)	-	(x)	(x)	(x)	-	(x)	(x)	(x)	(x)	x	(x)
Sozialer Wohnungsbau, Campus	Hohe Individualität	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x
Gewerbe	Hohe Individualität	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x	(x)	(x)	-	-
Offene Landwirt. Bebauung		x	x	x	-	(x)	x	x	x	(x)	(x)	-	-
Neubaquartier	Kompakte, dichte Bauweise, hoher Effizienzgrad	(x)	x	x	(x)	(x)	x	-	x	x	(x)	-	x

**Legende**

x	geeignet unter Umständen
(x)	wenig geeignet
-	



## Anhang Stadtteilsteckbriefe

Für eine zusammenfassende Darstellung der Inhalte der kommunalen Wärmeplanung werden für die Teilbereiche von Waiblingen Stadtteilsteckbriefe erstellt. Je Ortsteil gibt es einen Steckbrief, wobei für die Kernstadt zur Übersichtlichkeit drei Steckbriefe erstellt wurden.

Der Aufbau der Stadtteilsteckbriefe ähnelt dabei den Aufbau der kommunalen Wärmeplanung, sowie die unterschiedlichen Arbeitsphasen. Die Detailinformationen werden im ausführlichen Berichtsteil aufgeführt, wo sie fachlich ausgewertet werden.

Im ersten Teil wird die Siedlungsstruktur und die zeitliche Entwicklung der Stadtteile, die in der Bestandsanalyse erfasst und kartographisch visualisiert wurden, beschrieben. Als zweites wird eine Übersicht über die aktuelle Wärmeversorgungsstruktur des Stadtteils gegeben. Anschließend erfolgt die Auswertung des Sanierungspotenzials der Gebiete. Dafür wird die aktuelle Wärmebedarfsdichte, und die anhand von Sanierungsraten für das Jahr 2040 prognostizierte Wärmebedarfsdichte, nebeneinander dargestellt.

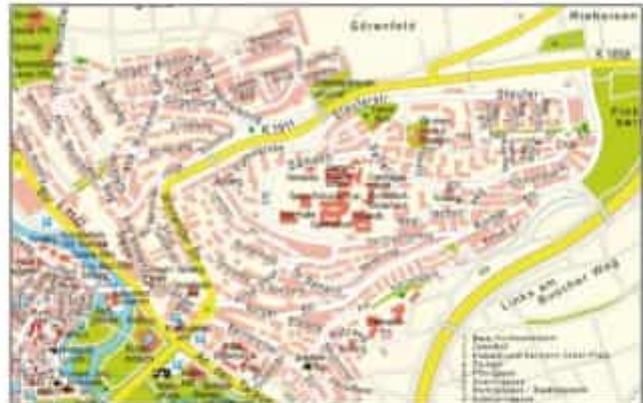
Die zweite Seite der Steckbriefe zeigt zunächst die Einordnung der Teilbereiche in Eignungsgebiete für die erneuerbare Wärmeversorgung mittels Einzelversorgung und Wärmenetz. Für die Zuordnung der Eignungsgebiete wurden die im Bericht aufgeführten Kriterien angewandt. Auf die räumliche Verfügbarkeit von erneuerbaren Potenzialen wird in den Stadtteilsteckbriefen nicht näher eingegangen, da hier in jedem Fall eine detaillierte und auf den Einzelfall bezogene Untersuchung erfolgen muss. Abschließend werden Handlungsoptionen für die Stadtteile dargestellt. Diese enthalten langfristig zu verfolgende Handlungsempfehlungen und sollen den Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung skizzieren.

Im Anschluss werden die folgenden Stadtteilsteckbriefe aufgeführt:

- Waiblingen Nord
- Waiblingen West
- Waiblingen Süd
- WN - Beinstein
- WN - Bittenfeld
- WN - Hegnach
- WN - Hohenacker
- WN - Neustadt

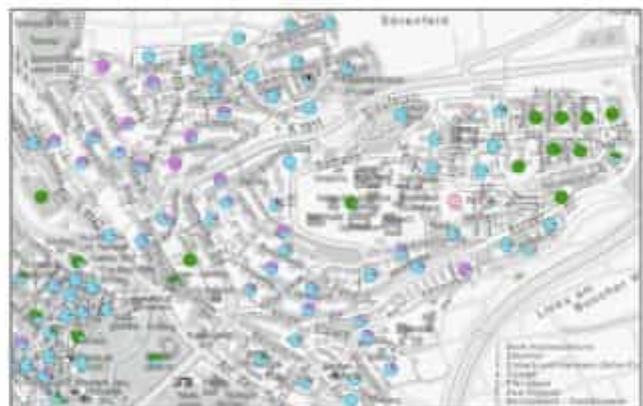
**Siedlungsstruktur**

Geschoßwohnungsbau, 1970 - 2000 sowie Ein- und Zweifamilienhäuser in verdichteter Bauweise im Nordöstlichen Teil.  
 Freistehende Einfamilienhäuser vorwiegend mit Baujahren vor Inkrafttreten der Wärmeschutzverordnungen (WSchV) je näher an der Kernstadt. Nördlich und östlich des Salier-Schulzentrums, Einfamilienhäuser und kleine Mehrfamilienhäuser in verdichteter Bauweise.



**Wärmeversorgungsstruktur**

Bestehendes Wärmenetz "Korber Höhe", welches das Schulzentrum und den neueren Geschosswohnungsbau im Nordosten versorgt.  
 Erdgas- bzw. Stromdirektheizung im älteren Geschosswohnungsbau. Bestehendes Wärmenetz "Kläranlage" versorgt städtische Gebäude und Privatkunden an der Talau und in der Neustädter Straße. Der EFH Bereich wird in älteren Baujahren noch teilweise mit Heizöl und in neueren Baujahren fast ausschließlich mit Erdgas beheizt.



**Wärmebedarfsdichte aktuell und Prognose anhand Sanierungsraten in 2040**



## Eignungsgebiete für die erneuerbare Wärmeversorgung mit Einzelversorgung und Wärmenetz

- Möglichkeiten zur Einzelversorgung verschiedener Siedlungstypen siehe Tabelle Versorgungsoptionen.
- Der Geschloßwohnungsbau nord-westlich und nord-östlich des Schulzentrums sowie die dicht bebauten Reihenhausgebiete mit geringer Platzverfügbarkeit eignen sich für detailliertere Untersuchungen zur Erweiterung des bestehenden Wärmenetz "Korber Höhe".
- Bereiche um das bestehende Wärmenetz "Kläranlage" eignen sich zur detaillierten Untersuchung auf Möglichkeiten der Nachverdichtung und Netzerweiterung.



## Räumliche Verfügbarkeit erneuerbarer Potenziale

- Geothermie: Einzelfalluntersuchung immer erforderlich. Grundsätzliche Eignung zur Nutzung oberflächennaher Geothermie entsprechend der EWS-Potenzialanalyse des Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG): <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Grundwasser: Einzelfalluntersuchung im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Fließgewässer: Einzelfalluntersuchungen im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Abwasserkanal: Kanäle mit Wärmenutzungspotenzial für größere Objekte und Erzeugungsanlagen siehe Kartenwerk. Untersuchung der tatsächlichen Wärmeentzugsleistung im Einzelfall erforderlich.

## Handlungsoptionen

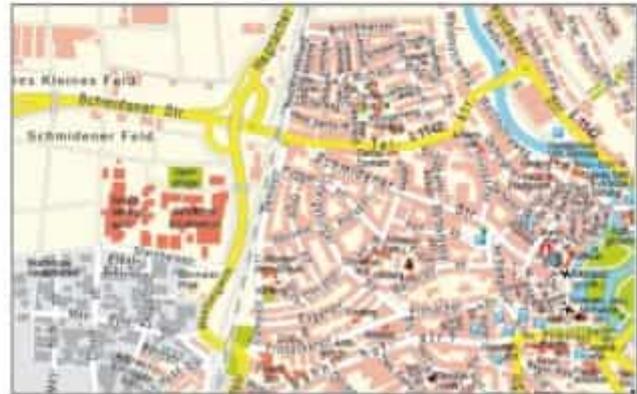
- Die energetische Sanierung des Gebäudebestands fokussieren
- Die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Primärenergieträger beschleunigen
- Sicherung von möglichen Erzeugungsstandorten und Trassenkorridoren
- Transformationsplan für Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze
- Netztemperaturen absenken
- Umsetzung und Erweiterung der Fernwärme-Strategie
- Koordination von Infrastrukturmaßnahmen mit Netzplanung

## Legende

Energieträger	Wärmebedarfsdichte Wärmebedarf/Arealfäche [MWh/ha]	Eignungsgebiete
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Fernwärme</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF8C00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Holz</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFA07A; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Wärmestrom direkt</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #D2B48C; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Pellets</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #800080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Heizöl</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #00CED1; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Erdgas</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #DC143C; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Wärmestrom WP</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #696969; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Kohle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #F0F0F0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &lt; 125</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFC0CB; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 125 - &lt; 250</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFA07A; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 250 - &lt; 500</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF4500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 500 - &lt; 850</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #DC143C; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 850 - &lt; 1050</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #800000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 1050 und größer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Fernwärme</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #800080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Einzelheizung</li> </ul>

**Siedlungsstruktur**

Innenstadtbereich mit historischer Altstadt. Mehrgeschossige dichte Wohn- und Geschäftsbebauung unterschiedlichsten Baualters im Bereich des alten Postplatz. Westlich und nordwestlich der Altstadt begrenzt durch die Bahnlinie, freistehende EFH und kleine MFH vorwiegend mit Baujahren vor Inkrafttreten der Wärmeschutzverordnungen (WSchV). Westlich der Bahnlinie, Gewerbegebiet sowie Schul- und berufliches Bildungszentrum. Teilweise nach verdichtet durch Siedlungskonzepte mit erforderlichem energetischen Standard.



**Wärmeversorgungsstruktur**

Der Wärmebedarf wird zum größten Teil mit Erdgas und ein kleinerer Teil mit Heizöl gedeckt. Das Wärmenetz "Kläranlage" deckt den Wärmebedarf von Teilen der Innenstadt sowie innerstädtische Siedlungskonzepte jüngeren Baualters.



**Wärmebedarfsdichte aktuell und Prognose anhand Sanierungsraten in 2040**



## Eignungsgebiete für die erneuerbare Wärmeversorgung mit Einzelversorgung und Wärmenetz

- Möglichkeiten zur Einzelversorgung verschiedener Siedlungstypen siehe Tabelle Versorgungsoptionen.
- Bereiche um das bestehende Wärmenetz "Kläranlage" eignen sich zur detaillierten Untersuchung auf Möglichkeiten der Nachverdichtung und Netzerweiterung
- Die mehrgeschossige dichte Wohn- und Geschäftsbebauung mit hohem prognostiziertem Wärmebedarf eignet sich für detaillierte Untersuchungen zur Errichtung eines neuen Wärmenetz und der dafür erforderlichen Erzeugungsanlage.



## Räumliche Verfügbarkeit erneuerbarer Potenziale

Geothermie: Einzelfalluntersuchung immer erforderlich. Grundsätzliche Eignung zur Nutzung oberflächennaher Geothermie entsprechend der EWS-Potenzialanalyse des Informationssystem

Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG): <https://isong.lgrb-bw.de/>

Grundwasser: Einzelfalluntersuchung im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.

Fließgewässer: Einzelfalluntersuchungen im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.

Abwasserkanal: Kanäle mit Wärmenutzungspotenzial für größere Objekte und Erzeugungsanlagen siehe Kartenwerk. Untersuchung der tatsächlichen Wärmeentzugsleistung im Einzelfall erforderlich.

## Handlungsoptionen

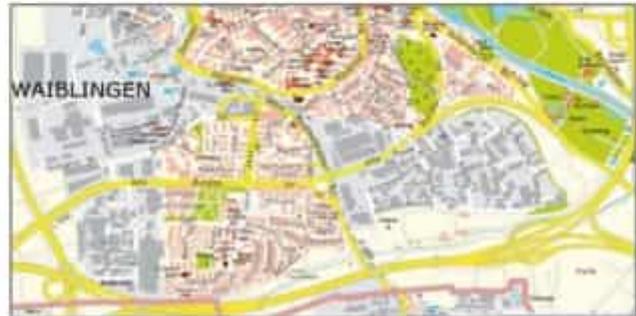
- Die energetische Sanierung des Gebäudebestands fokussieren
- Die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Primärenergieträger beschleunigen
- Umsetzung und Erweiterung der Fernwärme-Strategie
- Sicherung von möglichen Erzeugungsstandorten und Trassenkorridoren
- Transformationsplan für Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze
- Netztemperaturen absenken
- Koordination von Infrastrukturmaßnahmen mit Netzplanung

## Legende

Energieträger	Wärmebedarfsdichte Wärmebedarf/Arealfäche [MWh/ha]	Eignungsgebiete
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> Fernwärme</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Wärmestrom direkt</li> <li><span style="color: purple;">■</span> Heizöl</li> <li><span style="color: red;">■</span> Wärmestrom WP</li> </ul> </div> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">■</span> Holz</li> <li><span style="color: brown;">■</span> Pellets</li> <li><span style="color: cyan;">■</span> Erdgas</li> <li><span style="color: grey;">■</span> Kohle</li> </ul> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: lightpink;">■</span> &lt; 125</li> <li><span style="color: pink;">■</span> 125 - &lt; 250</li> <li><span style="color: red;">■</span> 250 - &lt; 500</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> 500 - &lt; 850</li> <li><span style="color: firebrick;">■</span> 850 - &lt; 1050</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> 1050 und größer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid green; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> Fernwärme</li> <li><span style="border: 1px solid purple; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> Einzelheizung</li> </ul>

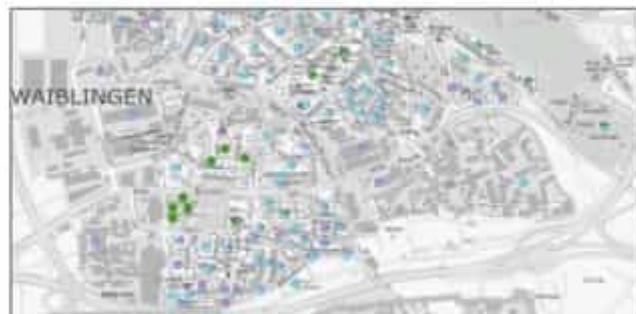
**Siedlungsstruktur**

Mehrgeschossige dichte Wohn- und Geschäftsbebauung unterschiedlichsten Baualters entlang der Verkehrsadern Bahnhof- und Mayenner Straße. Im Osten überwiegend freistehende EFH und kleine MFH vorwiegend vor Inkrafttreten der Wärmeschutzverordnung (WSchV) errichtet. Geschosswohnungsbau der 60er und 80er Jahre südlich der Bahnlinie bis zur alten Bundesstraße. Südlich der alten Bundesstraße kleine MFH und EFH in verdichteter Bauweise der 50er und 60er sowie 90er und 00er Jahren. Ausgedehnte Gewerbegebiete im Osten und Westen begrenzen die Wohngebiete.



**Wärmeversorgungsstruktur**

Größtenteils wird der Wärmebedarf mit Erdgas- und Ölheizungen gedeckt. In den älteren Siedlungsbereichen steigt der Anteil an Ölheizungen. Stromheizungen finden nur vereinzelt Anwendung. Wärmenetze werden im Staufer Schulzentrum, Am Rötspark, in der Schofer-Siedlung, am Freibad und in der Schorndorfer Straße betrieben.



**Wärmebedarfsdichte aktuell und Prognose anhand Sanierungsraten in 2040**



## Eignungsgebiete für die erneuerbare Wärmeversorgung mit Einzelversorgung und Wärmenetz

- Möglichkeiten zur Einzelversorgung verschiedener Siedlungstypen siehe Tabelle Versorgungsoptionen.
- Bereiche um die bestehenden Wärmenetze eignen sich zur detaillierten Untersuchung auf Möglichkeiten der Nachverdichtung und Netzerweiterung.
- Die Wohnsiedlung beim Wasserturm und angrenzende Gewerbeflächen eignen sich für detaillierte Untersuchungen zur Errichtung eines neuen Wärmenetz und der dafür erforderlichen Erzeugungsanlage.



## Räumliche Verfügbarkeit erneuerbarer Potenziale

- Geothermie: Einzelfalluntersuchung immer erforderlich. Grundsätzliche Eignung zur Nutzung oberflächennaher Geothermie entsprechend der EWS-Potenzialanalyse des Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG): <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Grundwasser: Einzelfalluntersuchung im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Fließgewässer: Einzelfalluntersuchungen im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Abwasserkanal: Kanäle mit Wärmenutzungspotenzial für größere Objekte und Erzeugungsanlagen siehe Kartenwerk. Untersuchung der tatsächlichen Wärmeentzugsleistung im Einzelfall erforderlich.

## Handlungsoptionen

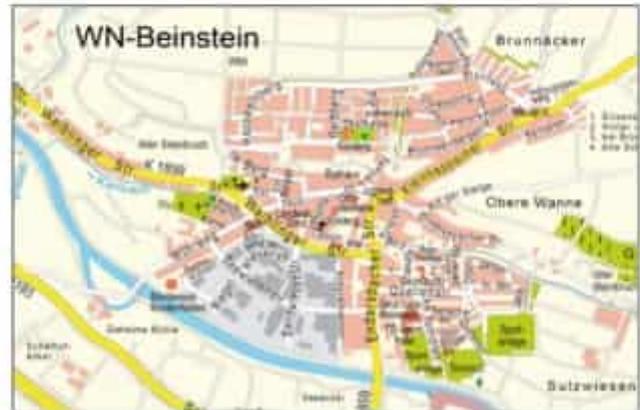
- Die energetische Sanierung des Gebäudebestands fokussieren
- Die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Primärenergieträger beschleunigen
- Sicherung von möglichen Erzeugungsstandorten und Trassenkorridoren
- Koordination von Infrastrukturmaßnahmen mit Netzplanung
- Umsetzung und Erweiterung der Fernwärme-Strategie
- Transformationsplan für Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze
- Netztemperaturen absenken

## Legende

Energieträger	Wärmebedarfsdichte Wärmebedarf/Arealfäche [MWh/ha]	Eignungsgebiete
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> Fernwärme</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Wärmestrom direkt</li> <li><span style="color: purple;">■</span> Heizöl</li> <li><span style="color: red;">■</span> Wärmestrom WP</li> </ul> </div> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">■</span> Holz</li> <li><span style="color: brown;">■</span> Pellets</li> <li><span style="color: cyan;">■</span> Erdgas</li> <li><span style="color: grey;">■</span> Kohle</li> </ul> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: lightpink;">■</span> &lt; 125</li> <li><span style="color: pink;">■</span> 125 - &lt; 250</li> <li><span style="color: red;">■</span> 250 - &lt; 500</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> 500 - &lt; 850</li> <li><span style="color: firebrick;">■</span> 850 - &lt; 1050</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> 1050 und größer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid green; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Fernwärme</li> <li><span style="border: 1px solid purple; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Einzelheizung</li> </ul>

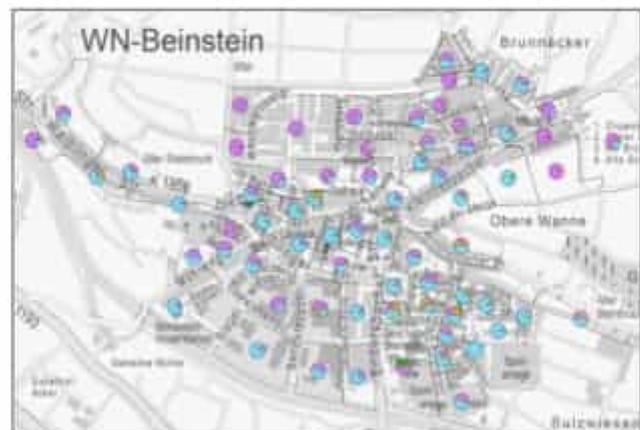
**Siedlungsstruktur**

Alter Ortskern mit EFH und kleinen MFH in verdichteter Bauweise. Im Wohngebiet nördlich des Ortskern sind hauptsächlich freistehende EFH und EFH in verdichteter Bauweise sowie vereinzelte kleine MFH vorwiegend mit Baujahren vor Inkrafttreten der WSchV. An das Gewerbegebiet südlich des Ortskern mit Gebäuden aus den 70er bis 00er Jahren schließt östlich ein Wohngebiet mit MFH aus den 70er und 80er Jahren an. Im süd-östlichen Teil ist die Gemeindegalerie und das Schulgebäude umgeben von EFH und kleinen MFH aus den 50er bis 70er Jahren. Am Ortsrand im Osten ist eine

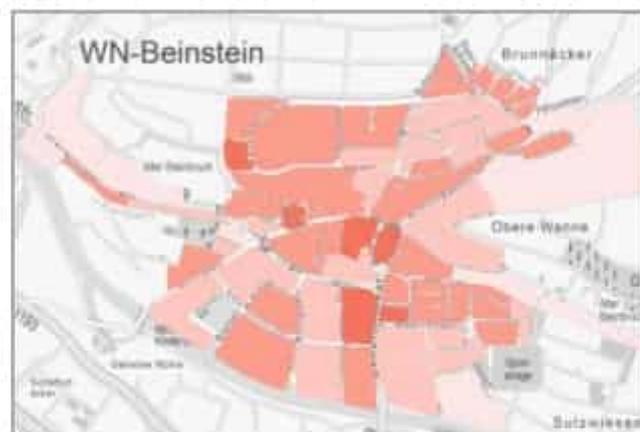
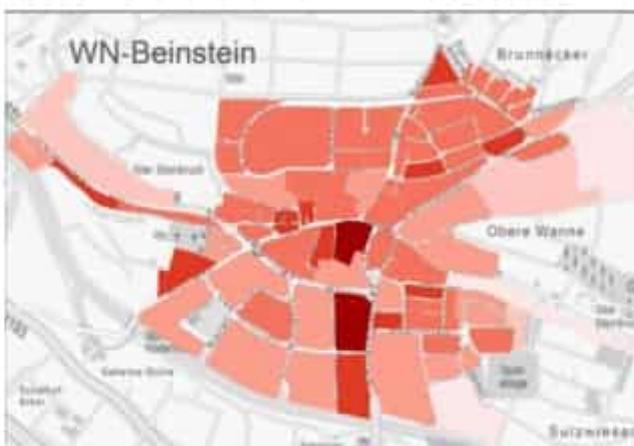


**Wärmeversorgungsstruktur**

Die Wärmebedarfe des Wohngebiets in der nördlichen Hälfte werden größtenteils durch Ölheizungen gedeckt. Im Ortskern und der südlichen Hälfte ist der Anteil an Erdgasheizungen etwas größer wie die Ölheizungen. Vereinzelt sind auch Pelletheizungen zur Beheizung im Einsatz

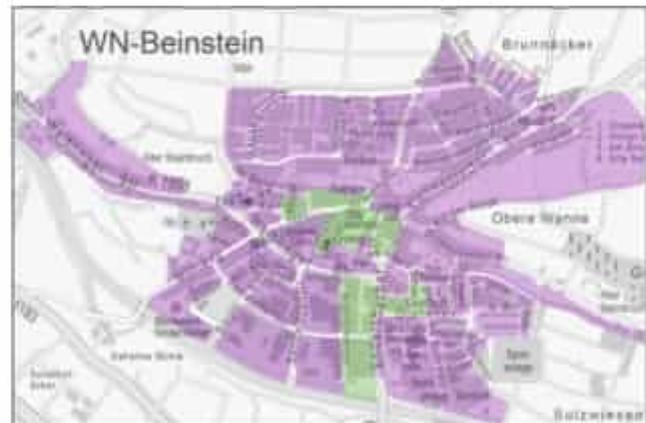


**Wärmebedarfsdichte aktuell und Prognose anhand Sanierungsraten in 2040**



## Eignungsgebiete für die erneuerbare Wärmeversorgung mit Einzelversorgung und Wärmenetz

- Möglichkeiten zur Einzelversorgung verschiedener Siedlungstypen siehe Tabelle Versorgungsoptionen.
- Der dicht bebaute alte Ortskern eignet sich aufgrund der hohen Wärmebedarfsdichte und potenzieller Ankerkunden zur näheren Untersuchung für den Bau eines Wärmenetz.
- Das MFH-Wohngebiet im Süden eignet sich ebenfalls aufgrund der Wärmebedarfsdichte und der Nähe zur Gemeindehalle und dem Schulgebäude zur detaillierten Untersuchung für ein neues Wärmenetz.
- Bei der Untersuchung gilt es die Errichtung der erforderliche Erzeugungsanlage zu berücksichtigen.



## Räumliche Verfügbarkeit erneuerbarer Potenziale

- Geothermie: Einzelfalluntersuchung immer erforderlich. Grundsätzliche Eignung zur Nutzung oberflächennaher Geothermie entsprechend der EWS-Potenzialanalyse des Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG): <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Grundwasser: Einzelfalluntersuchung im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Fließgewässer: Einzelfalluntersuchungen im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Abwasserkanal: Kanäle mit Wärmenutzungspotenzial für größere Objekte und Erzeugungsanlagen siehe Kartenwerk. Untersuchung der tatsächlichen Wärmeentzugsleistung im Einzelfall erforderlich.

## Handlungsoptionen

- Die energetische Sanierung des Gebäudebestands fokussieren
- Die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Primärenergieträger beschleunigen
- Umsetzung und Erweiterung der Fernwärme-Strategie
- Ggf. Sicherung von möglichen Erzeugungsstandorten und Trassenkorridoren
- Koordination von Infrastrukturmaßnahmen mit Netzplanung

## Legende

Energieträger	Wärmebedarfsdichte Wärmebedarf/Arealfäche [MWh/ha]	Eignungsgebiete
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Fernwärme</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF8C00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Holz</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFA07A; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Wärmestrom direkt</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #D2B48C; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Pellets</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #DDA0DD; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Heizöl</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #6495ED; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Erdgas</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #DC143C; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Wärmestrom WP</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #696969; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Kohle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #F0F0F0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &lt; 125</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFC0CB; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 125 - &lt; 250</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFA07A; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 250 - &lt; 500</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF4500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 500 - &lt; 850</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #DC143C; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 850 - &lt; 1050</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #8B0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 1050 und größer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Fernwärme</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #DDA0DD; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Einzelheizung</li> </ul>

**Siedlungsstruktur**

Bittenfeld besteht hauptsächlich aus Wohnbebauung mit freistehenden EFH und verdichteter EFH Bebauung. Im Ortskern finden sich Gebäude aus dem 19. Jahrhundert bis in die 60er Jahre. Im Nordwesten und Südosten wurden Wohngebiete bis in die letzten Jahre neu erschlossen. Wenige Industriegebäude sind im Süden und Osten angesiedelt.

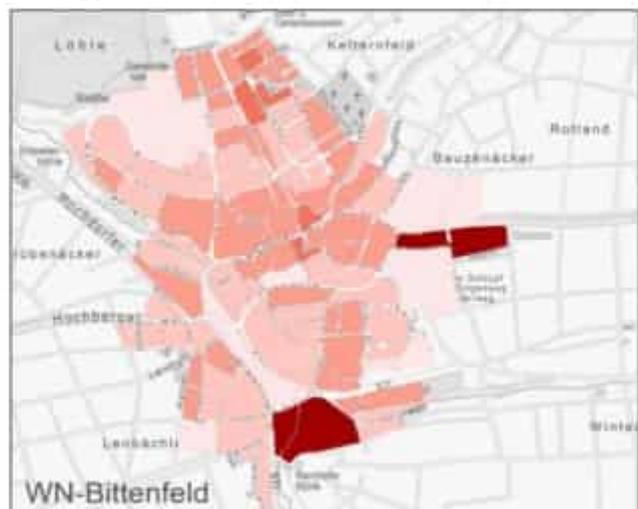
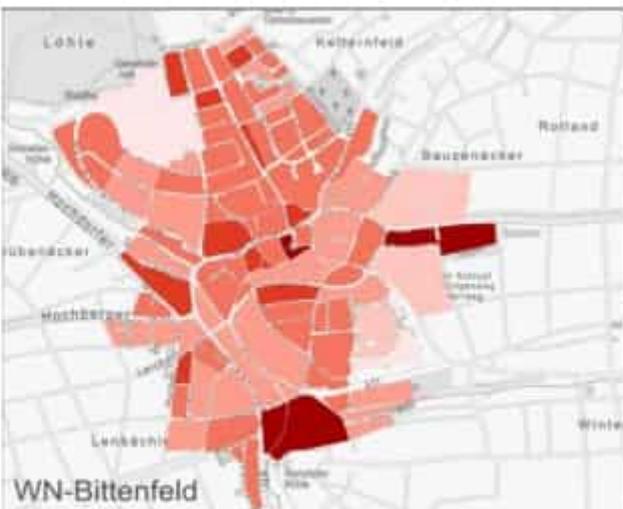


**Wärmeversorgungsstruktur**

In Bittenfeld wird der Wärmebedarf in etwa zur Hälfte mit Heizöl gedeckt. Den zweiten großen Anteil nimmt das Erdgas ein. Holz und Pellets nehmen in wenigen Bereichen einen großen Anteil ein. Auch Stromheizungen kommen in der Wohnsiedlung im äußersten Nordwesten zum Einsatz. Von der Schillerschule wird die Gemeindehalle und das Wald Freibad über ein kleines Arealnetz mit Wärme versorgt.



**Wärmebedarfsdichte aktuell und Prognose anhand Sanierungsraten in 2040**





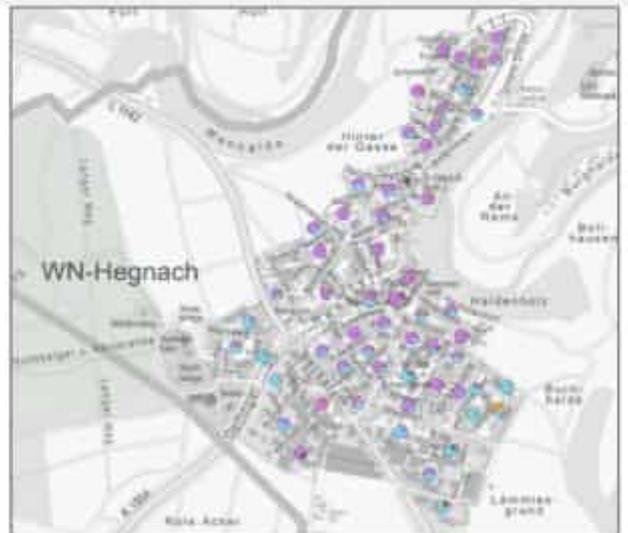
**Siedlungsstruktur**

Nordöstlich der Neckarstraße von dem Wohngebiet um die Burgschule bis in das nördlichste Wohngebiet gibt es eine Mischung der Wohngebäude von EFH in verdichteter Bauweise, freistehenden EFH und kleinen MFH hauptsächlich aus den 50er bis 70er Jahren, im Ortskern auch noch um einiges ältere Gebäude. Das westliche Wohngebiet wurde in den 80er und 90er Jahren errichtet. Das Wohngebiet am östlichen Rand wurde in den 90er und 00er Jahren erschlossen. Das Industrie und Gewerbegebiet im Süden wächst seit den 70er Jahren bis heute.

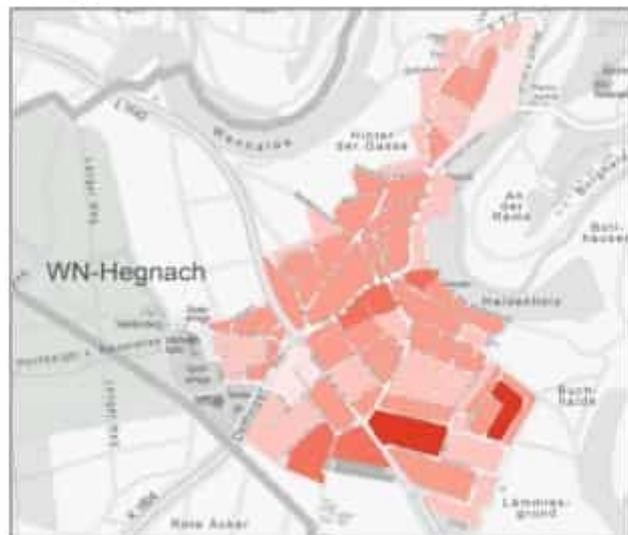
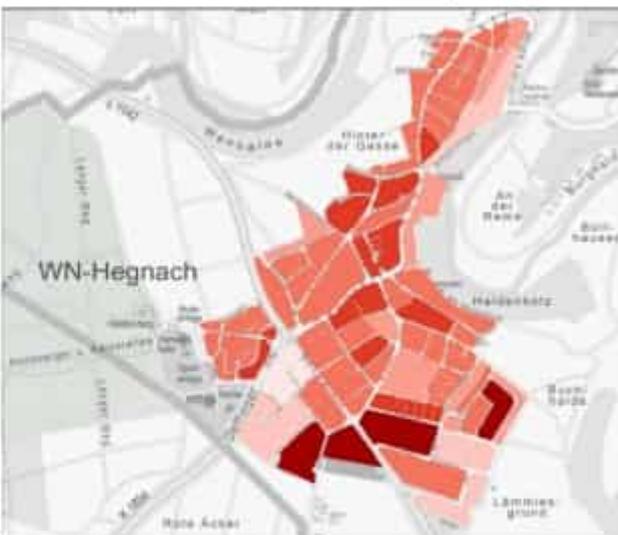


**Wärmeversorgungsstruktur**

Die Wärme wird in großen Teilen aus Heizöl erzeugt. In den jüngeren Siedlungsbereichen kommt vermehrt Erdgas zum Einsatz. Zudem sind einige Holzfeuerungsanlagen in Kombination mit weiteren Wärmeerzeugungsanlagen in einigen Gebäuden vorhanden.



**Wärmebedarfsdichte aktuell und Prognose anhand Sanierungsraten in 2040**



## Eignungsgebiete für die erneuerbare Wärmeversorgung mit Einzelversorgung und Wärmenetz

- Möglichkeiten zur Einzelversorgung verschiedener Siedlungstypen siehe Tabelle Versorgungsoptionen.
- Bereiche um die bestehenden Erzeugungsanlage in der Turn- u. Schwimmhalle eignen sich zur detaillierten Untersuchung auf Möglichkeiten zum Bau eines Wärmenetz und einer Erzeugungsanlage.
- Der alte Ortskern und das nördlich davon gelegene Wohngebiet eignen sich aufgrund der Wärmedichten zur detaillierten Untersuchung für die Errichtung eines neuen Wärmenetzes und der Nähe zu Außenflächen für den Bau einer Erzeugeranlage.



## Räumliche Verfügbarkeit erneuerbarer Potenziale

- Geothermie: Einzelfalluntersuchung immer erforderlich. Grundsätzliche Eignung zur Nutzung oberflächennaher Geothermie entsprechend der EWS-Potenzialanalyse des Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG): <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Grundwasser: Einzelfalluntersuchung im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Fließgewässer: Einzelfalluntersuchungen im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Abwasserkanal: Kanäle mit Wärmenutzungspotenzial für größere Objekte und Erzeugungsanlagen siehe Kartenwerk. Untersuchung der tatsächlichen Wärmeentzugsleistung im Einzelfall erforderlich.

## Handlungsoptionen

- Die energetische Sanierung des Gebäudebestands fokussieren
- Die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Primärenergieträger beschleunigen
- Umsetzung und Erweiterung der Fernwärme-Strategie
- ggf. Sicherung von möglichen Erzeugungsstandorten und Trassenkorridoren
- Koordination von Infrastrukturmaßnahmen mit Netzplanung

## Legende

Energieträger	Wärmebedarfsdichte Wärmebedarf/Arealfäche [MWh/ha]	Eignungsgebiete
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> Fernwärme</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Wärmestrom direkt</li> <li><span style="color: purple;">■</span> Heizöl</li> <li><span style="color: red;">■</span> Wärmestrom WP</li> </ul> </div> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">■</span> Holz</li> <li><span style="color: brown;">■</span> Pellets</li> <li><span style="color: cyan;">■</span> Erdgas</li> <li><span style="color: grey;">■</span> Kohle</li> </ul> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: lightpink;">■</span> &lt; 125</li> <li><span style="color: pink;">■</span> 125 - &lt; 250</li> <li><span style="color: lightcoral;">■</span> 250 - &lt; 500</li> <li><span style="color: coral;">■</span> 500 - &lt; 850</li> <li><span style="color: red;">■</span> 850 - &lt; 1050</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> 1050 und größer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid green; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> Fernwärme</li> <li><span style="border: 1px solid purple; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> Einzelheizung</li> </ul>

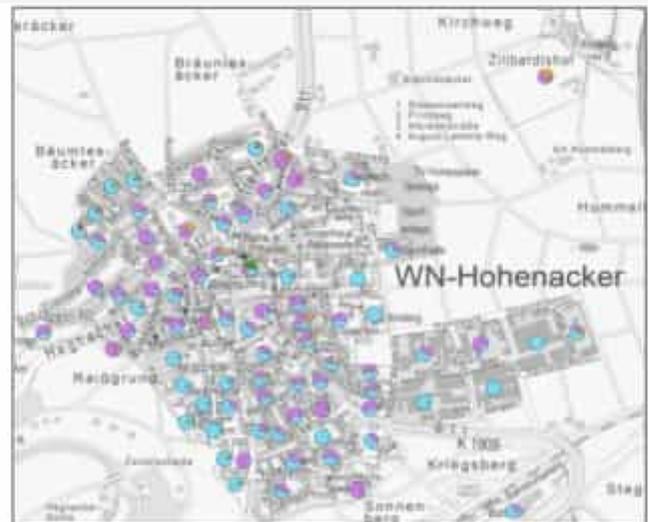
**Siedlungsstruktur**

Vom alten Ortskern, in dem inzwischen ein neuer Gewerbekomplex errichtet wurde, entwickelt sich die Ortschaft über die Jahre stetig nach außen. Im Norden sind Wohngebiete mit dichter EFH und kleiner MFH Bebauung der 20er bis 70er Jahre, im Randbereich wurden Neubaugebiete in den 80er und 00er Jahren weiter entwickelt. Südlich des Ortskern wurden die Wohnsiedlungen von den 50er Jahren im Osten bis in die 00er Jahre im Westen erweitert. Im Osten entwickelt sich das Gewerbegebiet ebenfalls stetig in den Außenbereich. Der Nordosten ist geprägt durch die städtischen Gebäude und Wohnbebauung bis in die 80er Jahr.

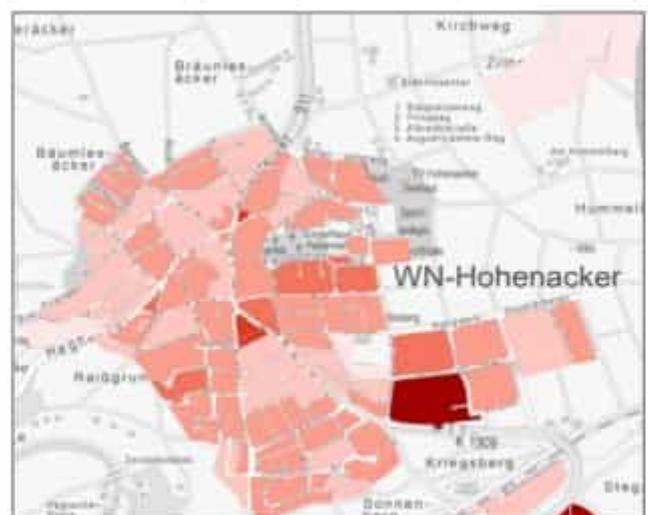
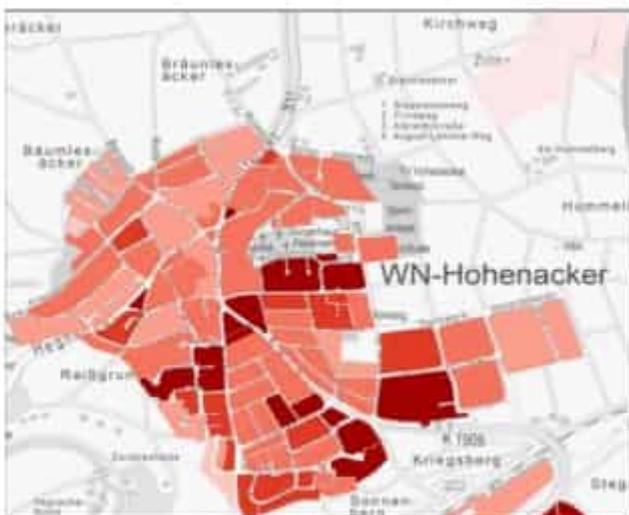


**Wärmeversorgungsstruktur**

Annähernd drei Viertel des Wärmebedarfs werden in Hohenacker mit Erdgas gedeckt. In den älteren Gebäuden kommt häufiger Heizöl zum Einsatz wie in neueren Gebäuden. Stromheizungen sind vereinzelt anzutreffen und Holz sowie Pellets sind ebenfalls in sehr geringen Anteilen vorhanden.



**Wärmebedarfsdichte aktuell und Prognose anhand Sanierungsraten in 2040**



## Eignungsgebiete für die erneuerbare Wärmeversorgung mit Einzelversorgung und Wärmenetz

- Möglichkeiten zur Einzelversorgung verschiedener Siedlungstypen siehe Tabelle Versorgungsoptionen.
- Da die Lindenschule, die Sporthalle, das Bürgerhaus und das Feuerwehrgebäude als städtischer Ankerkern am Rand der Ortschaft liegen und in den angrenzenden Wohngebieten eine hohe Wärmedichte überwiegt, wurde der Bau eines Wärmenetzes und die Errichtung einer neuen Erzeugungsanlage als priorisierte Maßnahme beschlossen.
- Das südliche Wohngebiet eignet sich aufgrund der Wärmedichten der MFH Bebauung und der Lage am Ortsrand zur detaillierten Untersuchung für die Errichtung eines neuen Wärmenetzes mit Erzeugungsanlage.



## Räumliche Verfügbarkeit erneuerbarer Potenziale

- Geothermie: Einzelfalluntersuchung immer erforderlich. Grundsätzliche Eignung zur Nutzung oberflächennaher Geothermie entsprechend der EWS-Potenzialanalyse des Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG): <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Grundwasser: Einzelfalluntersuchung im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Fließgewässer: Einzelfalluntersuchungen im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Abwasserkanal: Kanäle mit Wärmenutzungspotenzial für größere Objekte und Erzeugungsanlagen siehe Kartenwerk. Untersuchung der tatsächlichen Wärmeentzugsleistung im Einzelfall erforderlich.

## Handlungsoptionen

- Die energetische Sanierung des Gebäudebestands fokussieren
- Die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Primärenergieträger beschleunigen
- Planung und Umsetzung der Prio-Maßnahme 3 "Heizzentrale und Wärmenetz Hohenacker Rechbergstraße"
- Koordination von Infrastrukturmaßnahmen mit Netzplanung
- Erweiterung der Fernwärme-Strategie
- Sicherung von möglichen Erzeugungsstandorten und Trassenkorridoren

## Legende

Energieträger	Wärmebedarfsdichte Wärmebedarf/Arealfäche [MWh/ha]	Eignungsgebiete
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> Fernwärme</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Holz</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Wärmestrom direkt</li> <li><span style="color: brown;">■</span> Pellets</li> <li><span style="color: purple;">■</span> Heizöl</li> <li><span style="color: cyan;">■</span> Erdgas</li> <li><span style="color: red;">■</span> Wärmestrom WP</li> <li><span style="color: grey;">■</span> Kohle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: lightpink;">■</span> &lt; 125</li> <li><span style="color: pink;">■</span> 125 - &lt; 250</li> <li><span style="color: lightcoral;">■</span> 250 - &lt; 500</li> <li><span style="color: coral;">■</span> 500 - &lt; 850</li> <li><span style="color: red;">■</span> 850 - &lt; 1050</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> 1050 und größer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green; border: 1px solid black;">■</span> Fernwärme</li> <li><span style="color: purple; border: 1px solid black;">■</span> Einzelheizung</li> </ul>

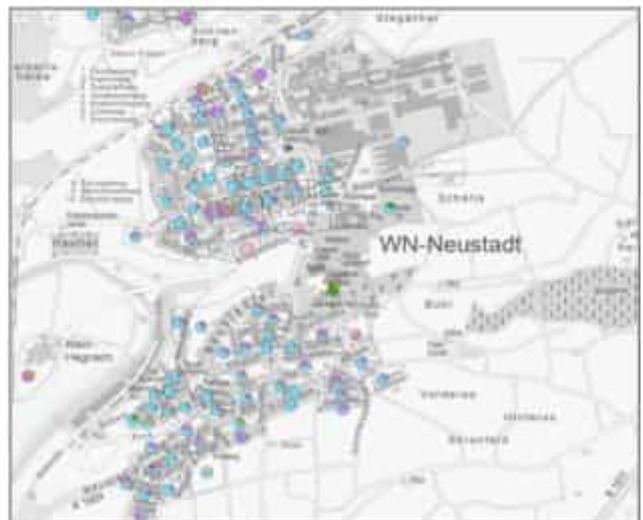
**Siedlungsstruktur**

Neustadt wird durch einen Grünzug in einen nördlichen und einen südlichen Teil getrennt. Bis auf wenige Ausnahmen wurden die EFH und kleinen MFH im südlichen Teil vor den 80er Jahren und im Ortskern auch vor 1900 errichtet. Zwischen den beiden Ortsteilen befinden sich die Schule und weitere städtische Gebäude. Der nordöstliche Teil besteht fast ausschließlich aus Gewerblichen sowie Industriegebäuden. Im Nordwesten ist das Wohngebiet mit EFH und kleinen MFH von den 50er bis in die 00er Jahre gewachsen.

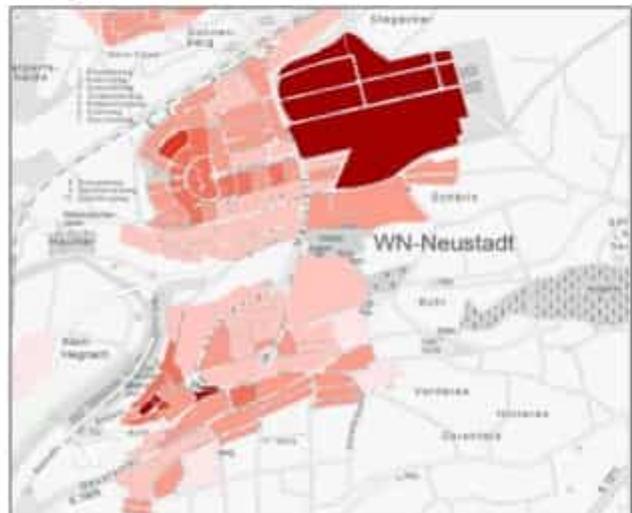
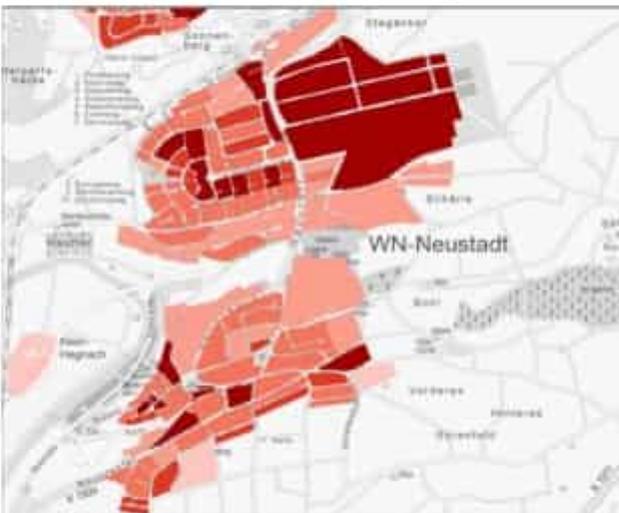


**Wärmeversorgungsstruktur**

Auf dem Gelände der Schule und der Gemeindehalle werden bestehende kleine Wärme-Arealnetze betrieben. Die Wärme wird hauptsächlich mit Erdgas und Heizöl sowie vereinzelt mit Strom erzeugt. Mit dem Energieträger Erdgas werden etwa 75% des Wärmebedarfs in Neustadt gedeckt.

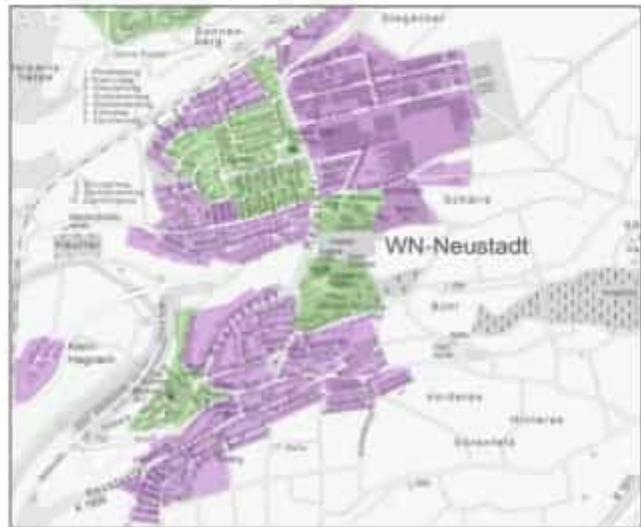


**Wärmebedarfsdichte aktuell und Prognose anhand Sanierungsraten in 2040**



## Eignungsgebiete für die erneuerbare Wärmeversorgung mit Einzelversorgung und Wärmenetz

- Möglichkeiten zur Einzelversorgung verschiedener Siedlungstypen siehe Tabelle Versorgungsoptionen.
- Bereiche um die bestehenden Arealnetze eignen sich zur detaillierten Untersuchung auf Möglichkeiten der Nachverdichtung und Netzerweiterung.
- Der alte Ortskern eignet sich aufgrund der Möglichkeit zur Erweiterung die sich mit einem Anschluss des neuen Rathauses an das bestehende Netz der Friedensschule ergeben könnte und der teilweise hohen Wärmebedarfe.
- Im Norden eignen sich hauptsächlich die Teile des Wohngebiets mit hoher Wärmedichte zur detaillierten Untersuchung für die Errichtung eines



## Räumliche Verfügbarkeit erneuerbarer Potenziale

- Geothermie: Einzelfalluntersuchung immer erforderlich. Grundsätzliche Eignung zur Nutzung oberflächennaher Geothermie entsprechend der EWS-Potenzialanalyse des Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG): <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Grundwasser: Einzelfalluntersuchung im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Fließgewässer: Einzelfalluntersuchungen im Zuge von Standortuntersuchungen erforderlich.
- Abwasserkanal: Kanäle mit Wärmenutzungspotenzial für größere Objekte und Erzeugungsanlagen siehe Kartenwerk. Untersuchung der tatsächlichen Wärmeentzugsleistung im Einzelfall erforderlich.

## Handlungsoptionen

- Die energetische Sanierung des Gebäudebestands fokussieren
- Die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Primärenergieträger beschleunigen
- Koordination von Infrastrukturmaßnahmen mit Netzplanung
- Umsetzung und Erweiterung der Fernwärme-Strategie
- Sicherung von möglichen Erzeugungsstandorten und Trassenkorridoren
- Transformationsplan für Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze
- Netztemperaturen absenken

## Legende

Energieträger	Wärmebedarfsdichte Wärmebedarf/Arealfläche [MWh/ha]	Eignungsgebiete
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> Fernwärme</li> <li><span style="color: pink;">■</span> Wärmestrom direkt</li> <li><span style="color: purple;">■</span> Heizöl</li> <li><span style="color: red;">■</span> Wärmestrom WP</li> </ul> </div> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">■</span> Holz</li> <li><span style="color: brown;">■</span> Pellets</li> <li><span style="color: blue;">■</span> Erdgas</li> <li><span style="color: grey;">■</span> Kohle</li> </ul> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: lightpink;">■</span> &lt; 125</li> <li><span style="color: pink;">■</span> 125 - &lt; 250</li> <li><span style="color: red;">■</span> 250 - &lt; 500</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> 500 - &lt; 850</li> <li><span style="color: firebrick;">■</span> 850 - &lt; 1050</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> 1050 und größer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green; border: 1px solid black;">■</span> Fernwärme</li> <li><span style="color: purple; border: 1px solid black;">■</span> Einzelheizung</li> </ul>



## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis



## Abbildungen

Abbildung 1: Siedlungsentwicklung Altersklasse auf Baublockebene; Quelle: Geoportal Waiblingen ....	9
Abbildung 2: Darstellung der Gebietstypen anhand der Bodenrichtwertzonen; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	11
Abbildung 3: Darstellung der Flächendichte Wohnen; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	13
Abbildung 4: Feuerstätte nach Art und Häufigkeit; Quelle: Digitale Kkehrbücher/Eigene Auswertung..	19
Abbildung 5: Feuerstätte nach Art und Leistung; Quelle: Digitale Kkehrbücher/Eigene Auswertung.....	20
Abbildung 6: Heizkessel nach Baujahr und Leistung; Quelle: Digitale Kkehrbücher/Eigene Auswertung	20
Abbildung 7: Brennstoffe der Zentralheizungsanlagen; Quelle: Digitale Kkehrbücher/Eigene Auswertung .....	21
Abbildung 8: Beheizungsart bei Gasheizungen .....	21
Abbildung 9: Gasgeräte nach Feuerungsart .....	22
Abbildung 10: Beheizungsart bei Ölheizungen .....	23
Abbildung 11: Heizölgeräte nach Feuerungsart .....	23
Abbildung 12: Beheizungsart bei Holzheizungen .....	24
Abbildung 13: Holzheizgeräte nach Feuerungsart.....	25
Abbildung 14: Anlagen für Holzbrennstoff nach Anzahl.....	25
Abbildung 15: Anlagen für Holzbrennstoff nach Leistung .....	26
Abbildung 16: Beheizungsart bei anderen Heizungen.....	26
Abbildung 17: Anlagen für andere Brennstoff nach Brennstoffart.....	27
Abbildung 18: Anlagen für andere Brennstoff nach Leistung.....	28
Abbildung 19: Wohnflächenspezifischer Wärmebedarf [kWh/(m <sup>2</sup> *a)] ; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	29
Abbildung 20: Wärmebedarfsdichte [MWh/(ha*a)] ; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	31
Abbildung 21: Anzahl der Gebäude (Außenring) und Anteil am Wärmeenergieverbrauch (Innenring) nach Gebäudeart; Quelle: Eigene Auswertung.....	32
Abbildung 22: Beheizungsstruktur nach Energieträgern in Waiblingen; Geoportal Waiblingen .....	35
Abbildung 23: Wärmenetze in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	37
Abbildung 24: Gasnetz in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	38
Abbildung 25: Heizzentralen ≥ 100 kW in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	40
Abbildung 26: KWK-Anlagen in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	41
Abbildung 27: Energieträger der KWK-Anlagen.....	42
Abbildung 28: Strombeheizte Gebäude (Stromdirektheizungen und Wärmepumpen).....	43
Abbildung 29: Glasfasernetz in Waiblingen; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	45
Abbildung 30: Definition der Potenzialbegriffe .....	46
Abbildung 31: Flächenbezogener Endenergieverbrauch für Wohngebäude nach Altersklassen-Ist-Stand (teilsaniert) und energetischer Sanierung mit Ziel 2040 .....	47
Abbildung 32: Wärmebedarfsdichte Ist-Zustand.....	51



Abbildung 33: Wärmebedarfsdichte 2030.....	52
Abbildung 34: Wärmebedarfsdichte 2035.....	53
Abbildung 35: Wärmebedarfsdichte 2040.....	54
Abbildung 36: Wärmeverbrauch für 2020, 2030 und 2040 nach Sektoren (innerer Ring 2020; mittlerer Ring 2030; äußerer Ring 2040).....	56
Abbildung 37: Biomassepotenzialfläche; Quelle: Geoportal Waiblingen.....	62
Abbildung 38: Nutzungsanteil landwirtschaftlich genutzter Flächen in Waiblingen .....	65
Abbildung 39: Erdwärmesondenpotenzial (EWS-Potenzial); Quelle: KEA-BW; Darstellung: Geoportal Waiblingen .....	73
Abbildung 40: Untergrundtemperatur in 2500 m unter Geländeniveau; Quelle: LGRB-Kartenviewer.....	76
Abbildung 41: Jahresgang der Tagesmittelwerte der Rems (Neustadt); Quelle: LUBW .....	78
Abbildung 42: Abflusslängsschnitt der Rems.....	78
Abbildung 43: Solarpotenzialfläche nach Gebäudenutzung.....	81
Abbildung 44: Solares Dachflächen zur Solarenergienutzung .....	82
Abbildung 45: Solarfreiflächenpotenzial, Quelle: Geoportal Waiblingen.....	87
Abbildung 46: Mögliche Ausschlussbereiche Natur- und Landschaftsschutzgebiete; Quelle: Geoportal BW.....	88
Abbildung 47: Mögliche Solar-Eignungsfläche ehemalige Deponie Erbach; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	89
Abbildung 48: Abwasserkanäle; Quelle: Geoportal Waiblingen.....	92
Abbildung 49: Mögliche Leistungsabgabe des geklärten Abwassers der Kläranlage Waiblingen.....	93
Abbildung 50: Mögliche KWK-Wärme Kläranlage Esple; Quelle: Geoportal Waiblingen.....	94
Abbildung 51: Entwicklung Anzahl und Leistung der installierten PV-Anlagen .....	95
Abbildung 52: PV-Freiflächenpotenzial; Quelle: Geoportal Waiblingen .....	98
Abbildung 53: Potenzialflächen Windkraft für Waiblingen .....	100
Abbildung 54: Wasserkraftanlagen in Waiblingen; .....	104
Abbildung 55: Entwicklung der energetischen Sanierungsrate in Deutschland (Quelle: ista Deutschland; eigene Berechnungen des DIW) .....	107
Abbildung 56: Endenergiebedarf Heizwärme und TWW bei den Wärmeschutzstandards im Bestand, „vollsaniert“ und „vollsaniert plus“. (Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISE).....	108
Abbildung 57: Wärmeversorgungsoptionen von Siedlungstypen. (Quelle: Stadtwerke Waiblingen).....	109
Abbildung 58: Reduktion des nicht-erneuerbaren Anteils der Primärenergie bis 2050 als Funktion der Reduktion des Nutzenergiebedarfs und des Anteils der erneuerbaren Energien am Endenergiebedarfs (Quelle: UBA Climate-Change 26/2017: Klimaneutraler Gebäudebestand 2050) .....	111
Abbildung 59: Flächenbezogener Endenergieverbrauch für Wohngebäude nach Altersklasse im Ist-Stand (teilsaniert) und energetischer Sanierung mit Ziel 2040. (nach BMWi, 2014) .....	112
Abbildung 60: Energiebilanz 2030 und 2040 (Basisszenario) .....	117
Abbildung 61: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Basisszenario).....	118



Abbildung 62: Energiebilanz 2030 und 2040 (Zielszenario A) .....	121
Abbildung 63: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Zielszenario A).....	122
Abbildung 64: Energiebilanz 2030 und 2040 (Zielszenario B).....	125
Abbildung 65: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Zielszenario B).....	126
Abbildung 66: Energiebilanz 2030 und 2040 (Zielszenario C).....	129
Abbildung 67: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Zielszenario C).....	130
Abbildung 68: Energiebilanz 2030 und 2040 (Zielszenario C).....	133
Abbildung 69: THG-Emissionsbilanz Wärme 2030 und 2040 (Zielszenario C).....	134
Abbildung 70: Vergleich des Energieverbrauchs Wärme der Zielszenarien.....	135
Abbildung 71: Vergleich der THG-Emissionen Wärme der Zielszenarien.....	135
Abbildung 72: Eignungsgebiete Wärmenetze und dezentral mit Einzelheizungen versorgte Gebiete; Geoportal Waiblingen.....	139
Abbildung 73: Impressionen aus der Infoveranstaltung vom 19.09.23.....	161
Abbildung 74: Impressionen aus dem Workshop vom 11.10.23.....	162
Abbildung 75: Impressionen aus dem Workshop vom 11.10.23.....	163



## Tabellen

Tabelle 1: Wohnfläche pro Wohnung.....	10
Tabelle 2: Steigerungen der Wohnfläche im Vergleich (Waiblingen/Baden-Württemberg/Deutschland) .....	10
Tabelle 3: Wohnfläche pro Einwohner .....	14
Tabelle 4: Wohnungen nach Gebäudetyp-Bauweise.....	14
Tabelle 5: Wohnungen nach Gebäudetyp-Bauweise.....	14
Tabelle 6: Erfassung von Verbräuchen für Strom zu Heizzwecken.....	18
Tabelle 7: Wohngebäude in Waiblingen.....	33
Tabelle 8: Altersklassen der Wohngebäude .....	34
Tabelle 9: Baualtersklassen und Gebäudetypen nach ZSW 1998 .....	34
Tabelle 10: Heizzentralen in Waiblingen .....	39
<i>Tabelle 11: Prozentuale Wärmeeinsparung bei Wohngebäuden.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabelle 12: Prozentuale Wärmeeinsparung bei Nicht-Wohngebäuden .....</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 13: Prozentuale Wärmeeinsparung bei gemischt genutzten Gebäuden .....</i>	<i>50</i>
Tabelle 14: Bodennutzung in Waiblingen.....	59
Tabelle 15: Holzeinschlag in Waiblingen .....	63
Tabelle 16: Holzsortimente Mengen .....	63
Tabelle 17: Anfall holz- und halmgutartiger Biomasse aus der Pflege von Straßenbegleitgrün .....	70
Tabelle 18: Warmwasserbedarf von Wohngebäuden nach Gebäudeart .....	84
Tabelle 19: Solarer Deckungsanteil in Abhängigkeit des spezifischen Wärmeverbrauchs und dem Sanierungsfortschritt.....	84
Tabelle 20: Solarer Deckungsanteil in Abhängigkeit des spezifischen Wärmeverbrauchs und dem Sanierungsfortschritt.....	84
Tabelle 21: Ausnutzung des Photovoltaikpotenzials auf Dachflächen.....	95
Tabelle 22: Freiflächenpotenzial für Fotovoltaik EEG-Anlagen.....	99
Tabelle 23: Installierbare Photovoltaikleistung auf Freiflächen (EEG-Anlagen).....	99
Tabelle 24: Photovoltaikpotenzial Gebäude- und Freiflächen.....	99
Tabelle 25: Wasserkraftanlagen in Waiblingen .....	101
Tabelle 26: Bauwerke in Fließgewässer in Waiblingen .....	102
Tabelle 27: Wasserkraftpotenzial .....	103
Tabelle 28: Möglicher Zuwachs der Erträge bei der Wasserkraft.....	103
Tabelle 29: Erwartbare Erträge bei der Wasserkraft.....	103
Tabelle 30: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Basisszenario).....	113
Tabelle 31: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Basisszenario).....	114
Tabelle 32: Endenergieverbrauchsreduzierung gemischt genutzte Gebäude bis 2040 (Basisszenario) .....	114
Tabelle 33: Beheizungsstruktur 2040 (Basisszenario).....	115



Tabelle 34: Energiebilanz Wärme 2030 (Basisszenario) .....	116
Tabelle 35: Energiebilanz Wärme 2040 (Basisszenario) .....	117
Tabelle 36: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Basisszenario).....	117
Tabelle 37: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Basisszenario).....	117
Tabelle 38: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario A) .....	118
Tabelle 39: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario A) .....	119
Tabelle 40: Endenergieverbrauchsreduzierung gemischt genutzte Gebäude bis 2040 (Zielszenario A) .....	119
Tabelle 41: Beheizungsstruktur 2040 (Zielszenario A).....	119
Tabelle 42: Energiebilanz Wärme 2030 (Zielszenario A) .....	120
Tabelle 43: Energiebilanz Wärme 2040 (Zielszenario A) .....	120
Tabelle 44: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Zielszenario A).....	121
Tabelle 45: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Zielszenario A).....	121
Tabelle 46: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario B) .....	122
Tabelle 47: Endenergieverbrauchsreduzierung Nichtwohngebäude bis 2040 (Zielszenario B) .....	123
Tabelle 48: Endenergieverbrauchsreduzierung gemischt genutzte Gebäude bis 2040 (Zielszenario B) .....	123
Tabelle 49: Beheizungsstruktur 2040 (Zielszenario B).....	123
Tabelle 50: Energiebilanz Wärme 2030 (Zielszenario B).....	124
Tabelle 51: Energiebilanz Wärme 2040 (Zielszenario B).....	124
Tabelle 52: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Zielszenario B).....	125
Tabelle 53: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Zielszenario B).....	125
Tabelle 54: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C) .....	126
Tabelle 55: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C) .....	127
Tabelle 56: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C) .....	127
Tabelle 57: Beheizungsstruktur 2040 (Zielszenario C).....	127
Tabelle 58: Energiebilanz Wärme 2030 (Zielszenario C).....	128
Tabelle 59: Energiebilanz Wärme 2040 (Zielszenario C).....	128
Tabelle 60: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Zielszenario C).....	129
Tabelle 61: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Zielszenario C).....	129
Tabelle 62: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C und D).....	131
Tabelle 63: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C und D).....	131
Tabelle 64: Endenergieverbrauchsreduzierung Wohngebäude bis 2040 (Zielszenario C und D).....	131
Tabelle 65: Beheizungsstruktur 2040 (Zielszenario D).....	132
Tabelle 66: Energiebilanz Wärme 2030 (Zielszenario C und D) .....	132
Tabelle 67: Energiebilanz Wärme 2040 (Zielszenario D) .....	133
Tabelle 68: THG- Emissionsbilanz Wärme 2030 (Zielszenario C und D) .....	133
Tabelle 69: THG- Emissionsbilanz Wärme 2040 (Zielszenario D).....	134

