



# Endbericht Kommunale Wärmeplanung Neckarsulm

nach § 27 Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)

Diese kommunale Wärmeplanung wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Alle Zahlenwerte beruhen auf den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen und auf eigener Recherche. Prognosen sind als hypothetische Annahmen zu verstehen. Sie können sich in Abhängigkeit von grundsätzlichen, nicht oder nur bedingt beeinflussbaren Variablen wie der möglichen Veränderung wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen auf die zu untersuchenden Gegebenheiten auswirken und in der Folge eine neue Einschätzung der Situation nach sich ziehen. Hinweise auf Gesetzgebung, Rechtsprechungen, DIN/EN-Normen und Richtlinien und daraus möglicherweise resultierende betriebliche Konsequenzen haben empfehlenden Charakter.

Zum Schutz personenbezogener Daten werden Daten, die individuell auf einzelne Gebäudeeigentümer zurückzuführen sind, datenschutzrechtlich konform erhoben und behandelt. Personenbezogene Daten werden so behandelt und aggregiert, dass in dem veröffentlichten Energieleit- bzw. Wärmeplan keine Rückschlüsse auf Einzelpersonen oder Betriebe möglich sind. Gemäß der diesem Angebot zugrunde liegenden Leistungsbeschreibung wird in einer zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber zu unterzeichnenden Datenschutzerklärung festgehalten, dass personenbezogene Daten nur in einem speziell geschützten Serverbereich verarbeitet werden dürfen, auf welchen nur die unmittelbar mit der Datenauswertung befassten Personen Zugriff erlangen.

Tilia GmbH im Oktober 2023

<p><b>Auftraggeber</b></p> 	<p>Stadtverwaltung Neckarsulm Stabsstelle Klimaschutz Marktstraße 18 74172 Neckarsulm</p> <hr/> <p>Frau Bürgermeisterin Dr. Suzanne Mösel Marktstraße 18 74172 Neckarsulm</p>
<p><b>Hauptauftragnehmer</b></p> 	<p>Tilia GmbH Inselstraße 31 04103 Leipzig</p>
<p><b>Ansprechpartner</b></p>	<p>André Ludwig und Markus Bolz Tel: 0341 339 76 103 / 167 Mail: <a href="mailto:Andre.Ludwig@tilia.info">Andre.Ludwig@tilia.info</a> Mail: <a href="mailto:Markus.Bolz@tilia.info">Markus.Bolz@tilia.info</a></p>
<p><b>Nachauftragnehmer</b></p> 	<p>Smart Geomatics Informationssysteme GmbH Ebertstr. 8 76137 Karlsruhe</p>
<p><b>Ansprechpartner</b></p>	<p>Thomas Beck Tel: 0721 945 40 59 0 Mail: <a href="mailto:thomas.beck@smartgeomatics.de">thomas.beck@smartgeomatics.de</a></p>
<p><b>Autoren des Berichts</b></p>	<p>André Ludwig, Markus Bolz, Thomas Beck (Smart Geomatics), Tina Henzler (Smart Geomatics)</p>
<p><b>Stand</b></p>	<p>10.2023</p>

## Vorwort

### **Der Weg zu einer kommunalen Wärmeversorgung mit klimafreundlichen Wärmenetzen, die sich aus Erneuerbaren Energien speisen.**

Die kommunale Wärmeplanung ist ein Instrument, um eine Strategie zum langfristigen Umbau der Wärmeversorgung mit dem Ziel der Klimaneutralität zu entwickeln.

Mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes zum 12. Oktober 2021 hat Baden-Württemberg als erstes Bundesland seine Stadtkreise und Großen Kreisstädte zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans bis Ende 2023 verpflichtet. Seither gilt das neue Zieljahr 2040 im kommunalen Wärmeplan. Dies entspricht dem Landesziel der Netto-Treibhausgasneutralität im Jahr 2040.

Doch Klimaneutralität im Wärmemarkt gibt es nicht von der Stange: Jedes Haus, jede Kommune, jede Region ist anders. Daher hat die Bundesregierung nachgesteuert und die konkrete Umsetzung der Wärmewende den Kommunen überlassen, die die lokalen Gegebenheiten am besten kennen. Das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) verpflichtet zur kommunalen Wärmeplanung, um die Dekarbonisierung von Wärmenetzen voranzutreiben. Bis Ende 2026 bzw. 2028 soll jede Kommune entsprechende Verfahren durchführen und Pläne erstellen.

Jede Kommune im Land entwickelt im kommunalen Wärmeplan ihren Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung, der die jeweilige Situation vor Ort bestmöglich berücksichtigt. Mit der Wärmeplanung macht sich die Gemeinde die Wärmeversorgung als Aufgabe der kommunalen Daseinsvorsorge zu Eigen. Die kommunale Entscheidungsebene und die Verwaltung entwerfen einen strategischen Fahrplan, der ihrer Arbeit in den kommenden Jahrzehnten Orientierung verleiht. Ein kommunaler Wärmeplan umfasst dabei vier Elemente:

1. Bestandsanalyse Wärmebedarf und Versorgungsinfrastruktur
2. Potenzialanalyse erneuerbare Energien und Abwärme
3. Aufstellung klimaneutrales Zielszenario 2040, mit Zwischenschritt 2030
4. Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

Hierin sind mindestens fünf Maßnahmen zu benennen, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung folgenden fünf Jahre begonnen werden soll. Die Startermaßnahmen sind so ausgerichtet, das Zwischenziel, die Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 65 % bis 2030 gegenüber 1990 zu erreichen.

Für Kommunen und Gebäudeeigentümer in Baden-Württemberg bedeutet dies: 17 Jahre Zeit, um Öl- und Gasheizungen zu ersetzen und nach Alternativen zu suchen. Für eine Stadt wie Neckarsulm, die zu 60 % mit Gas versorgt wird, ist das eine große Herausforderung.

Zentrale Akteure bei der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und dem Aufbau klimafreundlicher Wärmenetze sind die Energieversorger. So auch unsere Stadtwerke, die das Wärmenetz um- und ausbauen und die Regionalwerke Neckar-Kocher, die das Gasnetz um- oder zurückbauen müssen. Beide Gesellschaften dürfen wir auf diesem Weg finanziell nicht überfordern.

Wie die Stadt Neckarsulm begeben sich insgesamt 104 Städte in Baden-Württemberg auf diesen ungewissen Weg zur Wärmewende. Die Maßnahmen müssen regelmäßig fortgeschrieben werden, um sie an die jeweils neuen Entwicklungen und politischen Vorgaben anzupassen.

Gewiss ist aber schon heute: Die kommunale Wärmeplanung wird zu einer fortlaufenden, spannenden, aber nicht einfachen Aufgabe für Kommunen.

*Dr.-Ing. Suzanne Mösel, Bürgermeisterin*

Neckarsulm im Oktober 2023



## HINWEIS ZUM SPRACHGEBRAUCH

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit bezeichnen wir Personengruppen in diesem Bericht durchgängig in einer neutralen Form (Einwohner, Fußgänger, etc.), wobei wir dabei immer sowohl weibliche, männliche sowie Personen von diversen Geschlechtern meinen.

## Inhaltsverzeichnis:

<b>1.</b>	<b>HINTERGRUND – EINORDNUNG DER KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG .....</b>	<b>11</b>
1.1	DIE RAHMENBEDINGUNGEN VOR ORT .....	13
1.1.1	<i>Die Stadt Neckarsulm.....</i>	13
1.1.2	<i>Die geographische Lage.....</i>	13
1.1.3	<i>Die klimatische Situation .....</i>	14
<b>2.</b>	<b>BESTANDSANALYSE .....</b>	<b>16</b>
2.1	DATENGRUNDLAGEN .....	16
2.2	GEBÄUDETYPEN UND BAUALTERSKLASSEN.....	17
2.2.1	<i>Gebäudekategorien .....</i>	17
2.2.2	<i>Gebäudetypen.....</i>	21
2.2.3	<i>Siedlungsentwicklung .....</i>	22
2.2.4	<i>Siedlungsstruktur .....</i>	23
2.3	WÄRMEBEDARF.....	26
2.3.1	<i>Verteilung Wärmebedarf nach Sektoren .....</i>	26
2.3.2	<i>Verteilung Endenergiebedarfe.....</i>	27
2.3.2.1	<i>Verteilung Energiebedarf pro m<sup>2</sup> und Gebäude .....</i>	30
2.4	WÄRMEDICHTE.....	31
2.5	WÄRMEERZEUGUNG.....	34
2.5.1	<i>Energieträgerverteilung.....</i>	34
2.5.2	<i>Verteilung der Heizungsanlagen.....</i>	36
2.5.3	<i>Verteilung der Heizungsanlagen inklusive Einzelraumfeuerstätten .....</i>	37
2.5.4	<i>Räumliche Energieträgerverteilung .....</i>	38
2.5.5	<i>Einbaujahr der Heizungsanlagen .....</i>	41
2.5.6	<i>Einbaujahr der Gasheizungen .....</i>	42
2.5.7	<i>Einbaujahr der Ölheizungen.....</i>	43
2.6	GEOTHERMISCHE BESTANDSANLAGEN .....	44
2.7	ENGAGEMENT SOLARENERGIE FÖRDERUNG NECKARSULM .....	45
2.8	ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ .....	46
<b>3.</b>	<b>POTENZIALANALYSE .....</b>	<b>48</b>
3.1	POTENZIAL ZUR SENKUNG DES WÄRMEBEDARFS DURCH STEIGERUNG DER GEBÄUDE-ENERGIEEFFIZIENZ.....	48
3.1.1	<i>Verteilung Energiebedarf Wohngebäude .....</i>	52
3.1.2	<i>Energiebedarf Einsparpotenzial auf Baublock-Ebene .....</i>	54
3.2	POTENZIAL ZUR STROM-EINSPARUNG BEI DER NUTZUNG VON EFFIZIENTEREN GERÄTEN.....	57
3.3	POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN SOWIE ABWÄRME .....	58
3.3.1	<i>Biomasse.....</i>	58
3.3.1.1	<i>Energetisches Potenzial Bioabfälle .....</i>	58
3.3.1.2	<i>Energetisches Potenzial Waldholz.....</i>	58
3.3.2	<i>Oberflächennahe Geothermie .....</i>	59
3.3.2.1	<i>Oberflächennahe Geothermie Erdwärmesonden .....</i>	59
3.3.2.2	<i>Effizienz von geothermischen Erdsondenbohrungen.....</i>	61
3.3.2.3	<i>Mögliche Bohrtiefen von oberflächennahen geothermischen Erdsondenbohrungen .....</i>	62
3.3.2.4	<i>KEA Untersuchung Geothermisches Potenzial .....</i>	64
3.3.2.5	<i>Oberflächennahe Geothermie Erdwärmekollektoren.....</i>	66
3.3.2.6	<i>Eignungsgebiete für Erdwärmekollektoren .....</i>	67
3.3.2.7	<i>Zusammenfassung Eignungsgebiete.....</i>	68
3.3.3	<i>Tiefengeothermie.....</i>	69

3.3.4	<i>Solarpotenzial</i> .....	71
3.3.4.1	Potenzial Solarthermie auf Dachflächen .....	71
3.3.4.2	Potenzial Photovoltaik auf Dachflächen .....	72
3.3.4.3	Räumliche Verteilung des Photovoltaik-Potenzials .....	75
3.3.4.4	Dachflächen kommunale Gebäude .....	78
3.3.4.5	Solar-Potenzial auf Freiflächen .....	80
3.3.5	<i>Flusswasser Nutzung</i> .....	85
3.3.6	<i>Abwärmenutzung aus Abwasserkanälen</i> .....	87
3.3.7	<i>Abwärmenutzung aus der Industrie</i> .....	87
3.3.8	<i>Potenzial Windkraft</i> .....	88
3.3.9	<i>Potenzial Wasserkraft</i> .....	88
3.3.10	<i>Zusammenfassung Potenziale</i> .....	88
3.4	ENTWICKLUNGEN DER GASVERSORGUNG FÜR 2030 UND 2040 .....	91
3.5	WASSERSTOFF IN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG .....	92
<b>4.</b>	<b>ZIELSZENARIO UND DARAUS RESULTIERENDE WÄRMEWENDESTRATEGIE</b> .....	<b>95</b>
4.1	SZENARIEN ZUR ZUKÜNFTIGEN ENTWICKLUNG DES WÄRMEBEDARFS .....	95
4.1.1	<i>Dekarbonisierung der Energieversorgung</i> .....	96
4.2	EINTEILUNG IN EIGNUNGSGEBIETE .....	97
4.3	ENTWICKLUNG ZIELSZENARIEN 2030 UND 2040 .....	102
4.3.1	<i>Annahmen Szenarienberechnungen</i> .....	102
4.3.2	<i>Ergebnisse der Szenarienberechnungen für Schwerpunktgebiete</i> .....	104
4.3.2.1	Stadtteil Obereisesheim .....	104
4.3.2.2	Stadtteil Amorbach .....	107
4.3.2.3	Dahenfeld .....	110
4.3.2.4	Kernstadt Neckarsulm .....	112
4.3.2.5	Dezentrale Gebiete .....	122
4.3.3	<i>Ableitung Zielszenario und Wärmewendestrategie</i> .....	123
4.4	MAßNAHMENENTWICKLUNG .....	127
4.4.1	<i>Maßnahmenblätter</i> .....	129
4.4.2	<i>Zusammenfassung Maßnahmen</i> .....	149
<b>5.</b>	<b>FAZIT</b> .....	<b>150</b>

## Abbildungsverzeichnis:

ABBILDUNG 1-1: GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER INHALTE DER KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG .....	12
ABBILDUNG 1-2: KLIMADIAGRAMM NECKARSULM (LANGJÄHRIGES MITTEL 1991-2021) .....	14
ABBILDUNG 1-3: DURCHSCHNITTLICHER TEMPERATURVERLAUF PRO MONAT (LANGJÄHRIGES MITTEL 1991-2021).....	15
ABBILDUNG 2-1: VERTEILUNG DER GEBÄUDENUTZUNG NACH SEKTOREN .....	17
ABBILDUNG 2-2: VERTEILUNG DER GEBÄUDEKATEGORIEN IM STADTTEIL OBEREISESHEIM.....	18
ABBILDUNG 2-3: VERTEILUNG DER GEBÄUDEKATEGORIEN IM KERNGEBIET .....	19
ABBILDUNG 2-4: VERTEILUNG DER GEBÄUDEKATEGORIEN IM STADTTEIL AMORBACH .....	20
ABBILDUNG 2-5: VERTEILUNG DER GEBÄUDEKATEGORIEN IM STADTTEIL DAHENFELD .....	20
ABBILDUNG 2-6: VERTEILUNG DER GEBÄUDETYPEN .....	21
ABBILDUNG 2-7: SIEDLUNGSENTWICKLUNG NACH UNTERSCHIEDLICHEN GEBÄUDE BAUJAHRE .....	22
ABBILDUNG 2-8: SIEDLUNGSSTRUKTUR UND DIE BAUALTERSKLASSEN IM STADTTEIL OBEREISESHEIM .....	23
ABBILDUNG 2-9: SIEDLUNGSSTRUKTUR UND DIE BAUALTERSKLASSEN IM KERNGEBIET.....	24
ABBILDUNG 2-10: SIEDLUNGSSTRUKTUR SOWIE DIE BAUALTERSKLASSEN IN AMORBACH (EIGENE DARSTELLUNG AUF BASIS LAYER LGL) 25	25
ABBILDUNG 2-11: SIEDLUNGSSTRUKTUR SOWIE DIE BAUALTERSKLASSEN IN DAHENFELD .....	25
ABBILDUNG 2-12 VERTEILUNG WÄRMEBEDARF NACH SEKTOREN .....	26
ABBILDUNG 2-13: ENDENERGIEVERTEILUNG IM STADTTEIL OBEREISESHEIM.....	27
ABBILDUNG 2-14: ENDENERGIEVERTEILUNG IM KERNGEBIETS NECKARSULM .....	28
ABBILDUNG 2-15: ENDENERGIEBEDARFSVERTEILUNG IM STADTTEIL AMORBACH .....	29
ABBILDUNG 2-16: ENDENERGIEVERTEILUNG IM STADTTEIL DAHENFELD .....	29
ABBILDUNG 2-17: VERTEILUNG DER ENERGIEBEDARFE PRO M <sup>2</sup> .....	30
ABBILDUNG 2-18: WÄRMEDICHTE IM STADTTEIL OBEREISESHEIM .....	31
ABBILDUNG 2-19: WÄRMEDICHTE IM KERNGEBIET VON NECKARSULM.....	32
ABBILDUNG 2-20: WÄRMEDICHTE IN AMORBACH .....	33
ABBILDUNG 2-21: WÄRMEDICHTE IM STADTTEIL DAHENFELD.....	33
ABBILDUNG 2-22: ENERGIETRÄGERVERTEILUNG ALLER BEHEIZTEN GEBÄUDE IN NECKARSULM.....	34
ABBILDUNG 2-23: VERTEILUNG DER HEIZUNGSANLAGEN .....	36
ABBILDUNG 2-24: VERTEILUNG DER HEIZUNGSANLAGEN INKLUSIVE HOLZEINZELÖFEN.....	37
ABBILDUNG 2-25: ENERGIETRÄGERVERTEILUNG IN OBEREISESHEIM .....	38
ABBILDUNG 2-26: ENERGIETRÄGER VERTEILUNG FÜR DEN KERNGEBIET NECKARSULM .....	39
ABBILDUNG 2-27: ENERGIETRÄGERVERTEILUNG FÜR DEN STADTTEIL AMORBACH .....	40
ABBILDUNG 2-28: ENERGIETRÄGERVERTEILUNG FÜR DEN SÄDTTEIL DAHENFELD.....	40
ABBILDUNG 2-29: EINBAUJAHR DER HEIZUNGSANLAGEN IN NECKARSULM .....	41
ABBILDUNG 2-30 EINBAUJAHR DER GASHEIZUNGEN .....	42
ABBILDUNG 2-31 EINBAUJAHR DER ÖLHEIZUNGEN .....	43
ABBILDUNG 2-32 BESTEHENDE ERDSONDENBOHRUNGEN IN NECKARSULM.....	44
ABBILDUNG 2-33 ANZAHL DER SOLAR- UND KLIMASCHUTZ-FÖRDERPROGRAMM-ANTRÄGE .....	45
ABBILDUNG 2-34 HÖHE DER SOLAR- UND KLIMASCHUTZ-FÖRDERPROGRAMM-SUMME .....	45
ABBILDUNG 2-35: SEKTOR-VERTEILUNG DES WÄRMEBEDARFS .....	46
ABBILDUNG 2-36: SEKTOR-VERTEILUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN .....	47
ABBILDUNG 3-1: ENERGIEBEDARF DER WOHNGEBÄUDE VOR UND NACH GANZHEITLICHER SANIERUNG .....	49
ABBILDUNG 3-2: CO <sub>2</sub> EMISSIONEN DER WOHNGEBÄUDE VOR UND NACH GANZHEITLICHER SANIERUNG.....	50
ABBILDUNG 3-3: EFFEKTE BEI VERSCHIEDENEN SANIERUNGSQUOTEN .....	51
ABBILDUNG 3-4: VERTEILUNG ENERGIEBEDARF PRO M <sup>2</sup> VOR SANIERUNGSMAßNAHMEN .....	53
ABBILDUNG 3-5: ENERGIEBEDARF VERTEILUNG PRO M <sup>2</sup> NACH GANZHEITLICHEN SANIERUNGSMAßNAHMEN.....	53
ABBILDUNG 3-6: EINSARPOTENZIAL DURCH GANZHEITLICHE SANIERUNG IM STADTEIL OBEREISESHEIM .....	54
ABBILDUNG 3-7: EINSARPOTENZIAL DURCH GANZHEITLICHE SANIERUNG IN DER KERNSTADT NECKARSULM .....	55

ABBILDUNG 3-8 EINSARPOTENZIAL DURCH GANZHEITLICHE SANIERUNG IM STADTTEIL AMORBACH .....	56
ABBILDUNG 3-9: EINSARPOTENZIAL DURCH GANZHEITLICHE SANIERUNG IM STADTTEIL DAHENFELD.....	56
ABBILDUNG 3-10: GEOTHERMISCHE EFFIZIENZ VON ERDWÄRMESONDEN .....	61
ABBILDUNG 3-11: MAXIMALE TIEFE EINER OBERFLÄCHENNAHEN GEOTHERMISCHEN BOHRUNG .....	63
ABBILDUNG 3-12 FLURSTÜCKE MIT ERLAUBTER OBERFLÄCHENNAHER GEOTHERMISCHER ERDSONDENBOHRUNG (QUELLE: KEA / LGRB) .....	64
ABBILDUNG 3-13: EINBAU VON GEOTHERMISCHEN KOLLEKTORENFELDERN .....	66
ABBILDUNG 3-14: EIGNUNGSGEBIETSKATEGORIEN ZU FLÄCHEN FÜR ERDWÄRMEKOLLEKTOREN.....	67
ABBILDUNG 3-15: AUSSCHNITT GEOLOGISCHE KARTE BADEN-WÜRTTEMBERG.....	70
ABBILDUNG 3-16: TECHNISCHES SOLARPOTENZIAL NACH ANLAGENGRÖÖE KWP UND ANZAHL DER GEBÄUDE ÜBER 50 M <sup>2</sup> FLÄCHE .....	72
ABBILDUNG 3-17: TECHNISCHES SOLARPOTENZIAL NACH ANLAGENGRÖÖE KWP UND STROMERTRAG IN MWH .....	73
ABBILDUNG 3-18: TECHNISCHES SOLARPOTENZIAL NACH ANLAGENGRÖÖE KWP UND GESAMT LEISTUNG KWP .....	74
ABBILDUNG 3-19: CLUSTERDIAGRAMM ANLAGENGRÖÖE, ANZAHL DER GEBÄUDE SOWIE STROMERTRAG .....	74
ABBILDUNG 3-20: GRAPHISCHE DARSTELLUNG SOLAR POTENZIAL OBEREISESHEIM.....	75
ABBILDUNG 3-21: GRAPHISCHES POTENTIAL STADT NECKARSULM .....	76
ABBILDUNG 3-22: GRAPHISCHES SOLAR POTENTIAL STADTTEIL AMORBACH .....	77
ABBILDUNG 3-23: GRAPHISCHE DARSTELLUNG SOLAR POTENZIAL IM STADTTEIL DAHENFELD .....	77
ABBILDUNG 3-24: TECHNISCHES SOLARPOTENZIAL NACH ANLAGENGRÖÖE UND ANZAHL DER GEEIGNETEN GEBÄUDE.....	79
ABBILDUNG 3-25: TECHNISCHES SOLARPOTENZIAL NACH ANLAGENGRÖÖE UND LEISTUNG DER KOMMUNALEN GEBÄUDE .....	79
ABBILDUNG 3-26: PLANHINWEISKARTE ZU POTENZIELLEN PV-FREIFLÄCHENSTANDORTEN .....	80
ABBILDUNG 3-27: FREIFLÄCHEN IM SÜDEN VON OBEREISESHEIM .....	82
ABBILDUNG 3-28: FREIFLÄCHENPOTENTIALE IM SÜDEN VON NECKARSULM .....	83
ABBILDUNG 3-29: VERLAUF PEGELSTAND DES NECKAR AM STANDORT NECKARSULM WEHR .....	85
ABBILDUNG 3-30: VERLAUF PEGEL DER SULM IN ERLNBACH .....	86
ABBILDUNG 3-31: VERGLEICH WÄRMEBEDARFE UND WÄRMEPOTENZIALE.....	89
ABBILDUNG 3-32: ÜBERSICHT WÄRMEPOTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN .....	89
ABBILDUNG 3-33: ÜBERSICHT POTENZIALE STROMERZEUGUNG .....	90
ABBILDUNG 3-34 PRINZIP DER SUBSTITUTION VON FOSSILEM ERDGAS DURCH AUS ERNEUERBAREM STROM ERZEUGTEM METHAN (POWER TO GAS).....	93
ABBILDUNG 3-35 EFFIZIENZ UND STROMBEDARF VON STROMBASIERTEEN REGENERATIVEN WÄRMEVERSORGUNGSYSTEMEN .....	94
ABBILDUNG 4-1 PROGNOSE DEUTSCHER STROMMIX .....	96
ABBILDUNG 4-2: EINTEILUNG DER STADT NACH EIGNUNGSGEBIETEN ZENTRAL ODER DEZENTRAL.....	101
ABBILDUNG 4-3: ENERGIETRÄGERVERTEILUNG IM STADTTEIL OBEREISESHEIM 2020 .....	104
ABBILDUNG 4-4: EIGNUNGSGEBIET OBEREISESHEIM.....	105
ABBILDUNG 4-5: ENERGIETRÄGERVERTEILUNG IM STADTTEIL AMORBACH 2020 .....	107
ABBILDUNG 4-6: EIGNUNGSGEBIETE AMORBACH .....	108
ABBILDUNG 4-7: ENERGIETRÄGERVERTEILUNG IM STADTTEIL DAHENFELD 2020 .....	110
ABBILDUNG 4-8: EIGNUNGSGEBIETE DAHENFELD .....	111
ABBILDUNG 4-9: ÜBERSICHT KERNSTADT MIT TEILGEBIETEN .....	113
ABBILDUNG 4-10: ENERGIETRÄGERVERTEILUNG KERNSTADT 2020.....	114
ABBILDUNG 4-11: EIGNUNGS- UND ERWEITERUNGSGEBIET KERNSTADT (TEILGEBIET 1) BESTEHENDES WÄRMENETZ STADTWERKE ....	115
ABBILDUNG 4-12: WÄRMENETZGEBIET ENBW.....	117
ABBILDUNG 4-13: EIGNUNGS- UND ERWEITERUNGSGEBIET NORD.....	119
ABBILDUNG 4-14: EIGNUNGSGEBIETE NEUBERG .....	120
ABBILDUNG 4-15: GEEIGNETE BAUBLÖCKE FÜR AREALNETZE NEUBERG .....	121
ABBILDUNG 4-16: CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN NACH DEM ZIELSZENARIO.....	126

## Tabellenverzeichnis:

TABELLE 1-1: KLIMATISCHE WERTE IN NECKARSULM.....	15
TABELLE 2-1: VERTEILUNG DER GEBÄUDENUTZUNG NACH SEKTOREN .....	17
TABELLE 2-2: VERTEILUNG DER GEBÄUDE TypEN .....	21
TABELLE 2-3 VERTEILUNG WÄRMEBEDARF NACH SEKTOREN ABSOLUT .....	26
TABELLE 2-4: VERTEILUNG DER HEIZUNGSANLAGEN .....	35
<b>TABELLE 2-5: VERTEILUNG DER HEIZUNGSANLAGEN NACH ANZAHL .....</b>	<b>36</b>
TABELLE 2-6: VERTEILUNG DER HEIZUNGSANLAGEN INKLUSIVE HOLZEINZELÖFEN NACH ANZAHL.....	37
TABELLE 2-7: SEKTOR-VERTEILUNG DES WÄRMEBEDARFS .....	46
TABELLE 2-8: SEKTOR VERTEILUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN .....	47
TABELLE 3-1: ENERGIEBEDARF PRO M <sup>2</sup> VOR UND NACH GANZHEITLICHER SANIERUNG DER WOHNGEBÄUDE .....	52
TABELLE 3-2 BERECHNUNGSPARAMETER DER KEA ZUM GEOTHERMISCHEN POTENZIAL.....	65
TABELLE 3-3: TECHNISCHE SOLARPOTENZIAL NACH ANLAGENGRÖÙE DER KOMMUNALEN LIEGENSCHAFTEN .....	78
TABELLE 4-1 SANIERUNGSRATEN FÜR WOHNGEBÄUDE IN NECKARSULM .....	95
TABELLE 4-2: MÖGLICHE ERZEUGUNGSOPTIONEN FÜR WÄRMENETZE MIT VOR- UND NACHTEILEN.....	98
TABELLE 4-3: ERZEUGUNGSOPTIONEN FÜR DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG .....	99
TABELLE 4-4: ÜBERSICHT BRENNSTOFFPREISE SZENARIOANALYSE .....	103
TABELLE 4-5: GESTEHUNGSKOSTEN VERSORUNGSOPTIONEN OBEREISESHEIM .....	106
TABELLE 4-6: GESTEHUNGSKOSTEN VERSORUNGSOPTIONEN AMORBACH.....	109
TABELLE 4-7: GESTEHUNGSKOSTEN VERSORUNGSOPTIONEN DAHENFELD.....	112
TABELLE 4-8: GESTEHUNGSKOSTEN VERSORUNGSOPTIONEN KERNSTADT .....	122
TABELLE 4-9: GESTEHUNGSKOSTEN VERSORUNGSOPTIONEN DEZENTRALE GEBIETE .....	123
TABELLE 4-10: ABSCHÄTZUNG ENDENERGIEVERBRAUCH IM JAHR 2040 .....	123
TABELLE 4-11: VERTEILUNG DER BEHEIZUNGSSTRUKTUREN 2040 UND ENDENERGIEVERBRAUCH NACH ENERGIETRÄGERN .....	124
TABELLE 4-12: PROGNOSTIZIERTE CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN 2040 NACH ENERGIETRÄGERN UND VERBRAUCHSGRUPPEN.....	124
TABELLE 4-13: ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ FÜR DIE JAHRE 2020, 2030 UND 2040.....	125
TABELLE 4-14: MAßNAHMENLISTE .....	127
TABELLE 4-15: ZUSAMMENFASSUNG MAßNAHMEN.....	149



## 1. Hintergrund – Einordnung der Kommunale Wärmeplanung

### Das Klimaschutzkonzept der Stadt Neckarsulm als Grundstein für die städtische Kommunale Wärmeplanung

Die Eindämmung der durch den Menschen verursachten globalen Erwärmung erfordert eine Transformation in nahezu allen Lebensbereichen. Als Grundlage für eine gesamtheitliche Strategie für diese Transformation wurden zahlreiche Klimaschutzziele auf mehreren politischen Ebenen (u.a. Europäische Union, Deutschland, Baden-Württemberg) beschlossen.

In Baden-Württemberg sind diese Klimaschutzziele im europäischen Vergleich sehr ambitioniert. Bis 2040 sollen alle Sektoren und Bereiche klimaneutral sein. Es sollen bilanziell keine Treibhausgasemissionen mehr verursacht werden (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022). Da durchschnittlich etwa 40 % der energiebedingten Treibhausgasemissionen auf den Bereich Wärme entfallen (Agentur für erneuerbare Energien e.V., 2022), wird bei der Transformation zur Klimaneutralität ein besonderer Fokus auf diesen Bereich gelegt. Vor dem Hintergrund hat das Land Baden-Württemberg mit einer Novelle des Klimaschutzgesetzes im Oktober 2020 alle Stadtkreise und großen Kreisstädte verpflichtet, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen, die einen Fahrplan enthält, wie die Klimaneutralität im Bereich Wärme bis zum Jahr 2040 erreicht werden kann (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022).

Daher hat sich die Stadt Neckarsulm bereits dem Jahr 2021 ambitionierte Ziele für den Klimaschutz gesteckt. Sie setzt diese mit ebenso ambitionierten Maßnahmen des städtischen Klimaschutzkonzeptes und städtischem Engagement um. Der Rahmen für die städtischen Aktivitäten wird im Klimaschutzkonzept gesetzt.

Als eine der zentralen Maßnahmen der lokalen Klimaschutzstrategie werden das städtische Ziel der klimaneutralen Verwaltung bis 2035 sowie die kommunale Wärmeplanung gesehen. Die kommunale Wärmeplanung dient der Erarbeitung eines Fahrplans für eine klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040, die alle Kommunen in Baden-Württemberg bis zum 31.12.2023 vorlegen müssen.<sup>1</sup>

Jede Kommune entwickelt ihren eigenen Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Die jeweilige Situation vor Ort soll bestmöglich berücksichtigt werden und als strategische Grundlage dienen. Es gilt, konkrete Entwicklungswege zu finden und die kommunale Wärmeversorgung zukunftsfähig zu machen.

Mithilfe der kommunalen Wärmeplanung soll es ermöglicht werden, schnelle und fundierte Aussagen zur energetischen Weiterentwicklung von Stadtgebieten zu treffen. Durch die Gesamtübersicht der kommunalen Wärmeplanung wird ein strategisches Vorgehen bei sämtlichen städtebaulichen Veränderungen ermöglicht. Diese wird auch die Grundlage zur Auswahl von Stadtquartieren für die Durchführung gezielter Sanierungskampagnen bilden, unter anderem im Rahmen des KfW-Programms 432 („Energetische Stadtsanierung - Zuschuss Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier“) oder im Rahmen von Machbarkeitsstudien aus der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) Modul 1. Darüber hinaus soll sie für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sowie Energieversorger (darunter die Stadtwerke Neckarsulm) eine Grundlage zur Entwicklung vernetzter und regenerativer Energieversorgungslösungen darstellen. Mit der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet die Stadt

---

<sup>1</sup> (KEA -BW Die Landesenergieagentur, 2020) S.6

Neckarsulm daher die strategische Grundlage für die Umsetzung und das Gelingen der kommunalen Energie- und insbesondere der Wärmewende.

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung erfolgte durch die beauftragten Dienstleister Tilia GmbH, Leipzig und Smart Geomatics Informationssysteme GmbH. Während der Projektlaufzeit gab es kontinuierliche Abstimmungen zwischen den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Stadtverwaltung, den Stadtwerken Neckarsulm, der Tilia GmbH und der Smart Geomatics Informationssysteme GmbH.

Der Aufbau und Inhalt des Projektes orientierte sich am Leitfaden des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft<sup>2</sup> in Baden-Württemberg. Entsprechend des Leitfadens bestand das Projekt, und dementsprechend auch der Endbericht, aus den Aufgabenpaketen Bestands-, Potenzial- und Szenarien-Analyse sowie der Wärmewendestrategie (vgl. Abbildung 1-1: Graphische Darstellung der Inhalte der Kommunale Wärmeplanung).

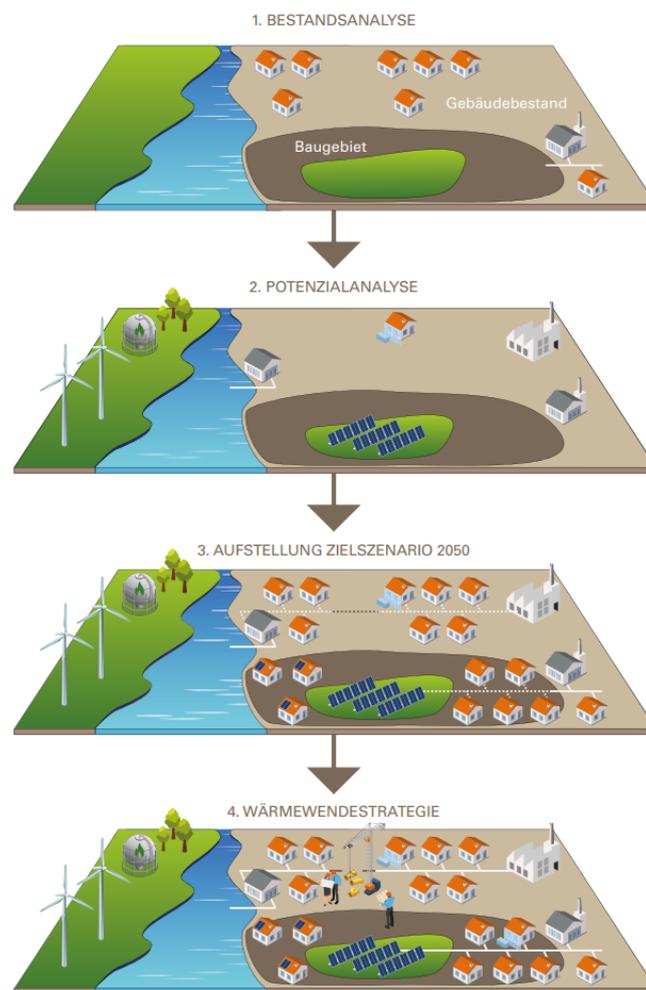


Abbildung 1-1: Graphische Darstellung der Inhalte der Kommunale Wärmeplanung<sup>3</sup>

<sup>2</sup> (KEA -BW Die Landesenergieagentur, 2020)

<sup>3</sup> (KEA -BW Die Landesenergieagentur, 2020), S.23

## **1.1 Die Rahmenbedingungen vor Ort**

### **1.1.1 Die Stadt Neckarsulm**

Die Stadt Neckarsulm liegt am Zusammenfluss von Sulm und Neckar, direkt nördlich angrenzend an die Stadt Heilbronn. Sie gehört zur europäischen Metropolregion Stuttgart und ist eines der Zentren der europäischen Automobilindustrie. Neben Automobilherstellern und Zulieferern ist Neckarsulm durch weitere wichtige Gewerbeansiedlungen geprägt. Hierzu zählt auch die Firmenzentrale eines weltweiten Lebensmitteleinzelhändlers. Mit seinen fast 26.300 Einwohnern und etwa 40.000 Arbeitsplätzen stellt Neckarsulm einen Wirtschaftsmotor – auch über die Region hinaus – dar.

Neckarsulm besteht aus der eigentlichen Kernstadt, dem Stadtteil Amorbach sowie den Stadtteilen Obereisesheim und Dahenfeld. Besonders in Gebieten um die Kernstadt befinden sich große Flächen mit Gewerbeansiedlungen. Die Stadtteile – vor allem Dahenfeld – sind dagegen stärker ländlich geprägt. Die Kulturlandschaften rund um Neckarsulm zeichnen sich u.a. durch zahlreiche Weinstöcke aus. Dies spricht für ein moderates Klima. Neckarsulm wird von der Bahnlinie Heilbronn – Bad Friedrichshall durchzogen, mit welcher regionale Verbindungen in Richtung Stuttgart, Würzburg und Mannheim sowie Richtung Crailsheim bestehen. Die Stadt ist mit der Bundesautobahn A6 überregional in Richtung Nürnberg, Mannheim, Würzburg und Stuttgart angebunden. In der historischen Altstadt befindet sich kleinteilige Bebauung aus zahlreichen Epochen des 16. bis 19. Jahrhunderts, die aber immer wieder durch Nachkriegsbauten unterbrochen ist. Neckarsulm war im Zweiten Weltkrieg erheblich zerstört worden. Umgebend besteht eine lockerere Bebauung mit zahlreichen Vorgärten, welche auf einen starken Gebäudezubau ab etwa 1950 schließen lässt. Dies hängt einerseits mit einem starken Zuzug und andererseits mit der sehr starken Entwicklung der Industrie samt deren Beschäftigten zusammen. Deswegen erstrecken sich in der Innenstadt weitläufige Wohngebiete mit unterschiedlich dichter Bebauung, welche teils aus kleineren Ein- und Zweifamilienhäusern und teils auch aus im Verhältnis stärker verdichteten Mietwohnungsbauten bestehen. Westlich der Bahnlinie und an den Ufern des Neckar sind zahlreiche Gewerbegebiete angesiedelt.

Nach Osten hin ähnelt Neckarsulm eher einem ländlichen Raum in einer kuppigen bzw. hügeligen Landschaft mit teils stark abfallenden Hängen und dementsprechenden Höhenunterschieden. Die landwirtschaftlichen Strukturen muten fast dörflich an und es existiert viel Zu- und Nebenerwerbslandwirtschaft im Weinbau, welcher nur durch wenige größere Betriebe unterbrochen ist. Entlang der Flusstäler ist die Wohnbebauung durch die einfachere Erschließbarkeit deutlich dichter ausgeprägt.

### **1.1.2 Die geographische Lage**

Neckarsulm liegt mehrheitlich an der Ostseite des Neckars, wo das von der Sulm durchflossene Weinsberger Tal in das Neckartal einmündet. Die Altstadt befindet sich südlich der Sulm, die unweit von Neckarsulm (auf dem Gebiet von Bad Friedrichshall) in den Neckar mündet. Westlich des Neckars liegt der Stadtteil Obereisesheim, im Nordosten der Kernstadt der Stadtteil Amorbach, wiederum östlich davon der Stadtteil Dahenfeld. Die niedrigste Stelle der Neckarsulmer Gemarkung befindet sich in den

Neckarwiesen mit 150 m ü. NN, die höchste im Stadtwald Dahenfeld mit 335 m ü. NN. Das Stadtgebiet hat eine Fläche von 24,94 km<sup>2</sup> wovon sich 12,39 km<sup>2</sup> auf den Kernort Neckarsulm beziehen, darin inbegriffen ist der Stadtteil Amorbach mit einer Fläche von 0,86 km<sup>2</sup>. Im Osten zu Neckarsulm befindet sich Dahenfeld mit 5,11 km<sup>2</sup> und westlich von Neckarsulm der Stadtteil Obereisesheim mit einer Fläche von 7,44 km<sup>2</sup>.

### 1.1.3 Die klimatische Situation

Das Klima in Neckarsulm kann als gemäßigt warm mit einer ausreichenden Menge an Niederschlägen beschrieben werden. Die Winter sind eher feucht und kühl, wobei in den Sommermonaten angenehme klimatische Bedingungen vorherrschen, die aber durch den Klimawandel zu immer mehr Hitzetagen führen. Im Jahresdurchschnitt beträgt die Temperatur in Neckarsulm 10,6°C, womit es zu den durchschnittlich wärmsten Regionen in Deutschland gezählt werden kann. Innerhalb eines Jahres gibt es im Durchschnitt 910 mm Niederschlag. (vgl. [climate-data.org](http://climate-data.org)).

Gemäß der Definition der Sommermonate (mit Durchschnittstemperaturen über 15°C) können die Monate Juni bis September dazu gezählt werden. Nur der Mai liegt unwesentlich darunter. Die geringste relative Luftfeuchtigkeit über das Jahr ist im Juli (64,74 %). Der Monat mit der höchsten Luftfeuchtigkeit ist der November (85,06 %). Im September (10,9 Regentage) sind die wenigsten Regentage zu erwarten, während im Dezember (15,1 Regentage) die meisten Regentage gemessen werden.



Abbildung 1-2: Klimadiagramm Neckarsulm (langjähriges Mittel 1991-2021)

(Quelle: [climate-data.org](http://climate-data.org))

Zwischen dem trockensten Monat April und dem niederschlagsreichsten Monat Dezember liegt eine Differenz von 36 mm Niederschlag. Im kältesten Monat Januar werden im Schnitt 18,7°C weniger erreicht als im wärmsten Monat Juli. Die Frostgrenze wird in keinem Durchschnitt unterschritten.

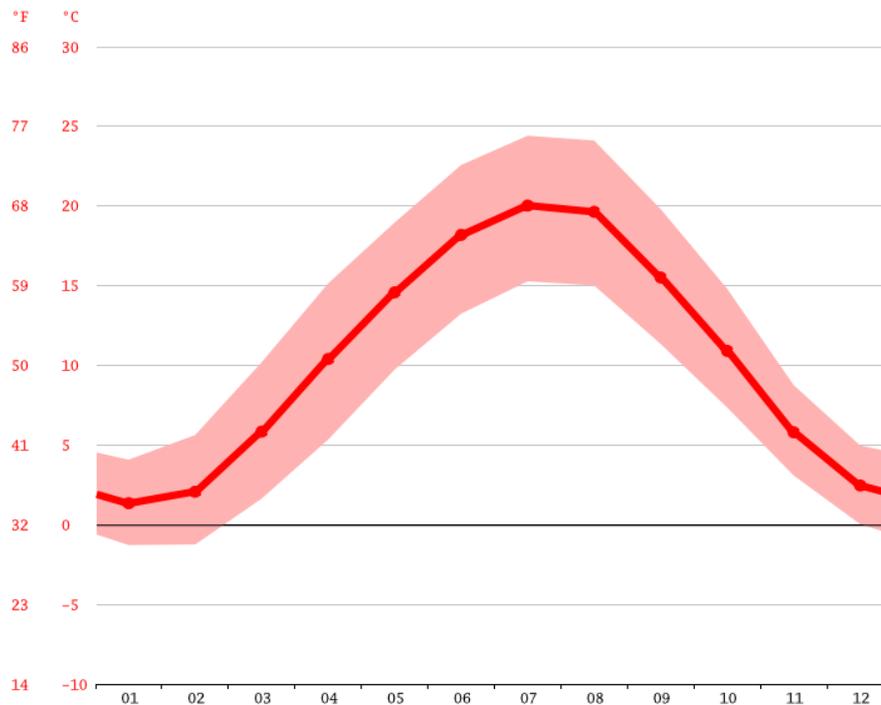


Abbildung 1-3: durchschnittlicher Temperaturverlauf pro Monat (langjähriges Mittel 1991-2021)

(Quelle: [climate-data.org](https://climate-data.org))

Mit 20,0°C ist der Juli der wärmste Monat des Jahres. Der kälteste Monat im Jahresverlauf ist mit 1,3°C im Mittel der Januar. Nachfolgend zeigt Tabelle 1-1 die unterschiedlichen Klimabedingungen in Neckarsulm.

Tabelle 1-1: Klimatische Werte in Neckarsulm

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Ø. Temperatur (°C)	1.3	2.1	5.8	10.4	14.6	18.2	20	19.6	15.5	10.9	5.8	2.5
Min. Temperatur (°C)	-1.3	-1.2	1.6	5.3	9.7	13.2	15.3	15	11.3	7.4	3.1	0
Max. Temperatur (°C)	4.1	5.6	10.2	15.1	19	22.6	24.4	24.1	19.8	14.8	8.8	5
Niederschlag (mm)	82	70	80	59	83	71	79	66	69	76	80	95
Luftfeuchtigkeit(%)	82%	79%	74%	67%	68%	66%	65%	66%	73%	79%	85%	84%
Regentage (Tg.)	10	9	10	9	10	9	10	8	8	9	9	11
Sonnenstd. (Std.)	3.0	4.3	6.0	8.7	9.7	11.1	11.1	10.1	7.4	5.2	3.5	3.0

(Quelle: [climate-data.org](https://climate-data.org))

## 2. Bestandsanalyse

### 2.1 Datengrundlagen

Als Datengrundlage für die Bestandsanalyse dienten die von den Stadtwerken Neckarsulm zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten. Für die kommunale Wärmeplanung wurden jahres- und gebäudescharf die Gas- und Wärmeverbräuche bzw. verbrauchte Mengen an Heizstrom bereitgestellt. Um Schwankungen aufgrund der Corona Pandemie auszuschließen, wurden als Grundlage für die Bestandsanalyse die Werte aus dem Jahr 2020 zu Grunde gelegt.

Für die nicht-leitungsgebundenen Energieträger wurden die Verbrauchsdaten anhand von Daten der Schornsteinfegerinnung sowie auf Basis von Standard-Wärmebedarfen ermittelt. Von den jeweiligen Bezirksschornsteinfegern in Neckarsulm wurden gebäudescharfe Daten zu den entsprechenden Wärmeerzeugungsanlagen bereitgestellt. Diese Daten beinhalten das Alter, den genutzten Brennstoff und die Leistungen der Wärmeerzeugungsanlagen.

Weiterhin wurden von der Stadtverwaltung Neckarsulm gebäudegenaue Angaben zum Alter und zur Nutzung der Gebäude aus der ALK (Amtliche Liegenschaftskarte) zur Verfügung gestellt. Anhand dieser Daten konnte nach der TABULA-Typologie<sup>4</sup> des Instituts für Wohnen und Umwelt (2022) der Standard-Wärmebedarf für Wohngebäude ermittelt werden. Aus der Kombination des Standard-Wärmebedarfs mit den Schornsteinfegerdaten konnten die geschätzten Verbrauchswerte für nicht-leitungsgebundene Energieträger ermittelt werden.

Dementsprechend sind bei Gebäuden, die anhand von leitungsbasiertem Erdgas beheizt wurden, die tatsächlichen Verbrauchswerte zu Grunde gelegt. Bei Gebäuden, welche mit nicht-leitungsgebundenen Energieträgern beheizt sind, wurde der anhand der TABULA-Typologie ermittelte Wärmebedarf angenommen.

Sämtliche dieser Daten und die daraus gewonnenen Informationen unterliegen dem Datenschutz und werden daher in allen Ergebnisdarstellungen dieser Arbeit nur anonymisiert bzw. aggregiert wiedergegeben.

---

<sup>4</sup> Der Begriff TABULA steht für Typology Approach for Building Stock Energy Assessment und ist ein auf europäischer Ebene abgestimmtes Konzept für Gebäudetypologien. Diese beinhalten ein Schema zur Klassifizierung der Gebäudebestände nach Alter und Größe sowie einigen weiteren Parametern. Diese werden anhand von für jedes Land bestehenden Beispielgebäuden dargestellt und enthalten auch landestypische Wärmeversorgungssysteme und ihre energetischen Kenngrößen.

## 2.2 Gebäudetypen und Baualtersklassen

### 2.2.1 Gebäudekategorien

Die Gebäudetypen im Stadtgebiet wurden in einem ersten Schritt hinsichtlich ihrer Nutzung analysiert. Im Stadtgebiet Neckarsulm dominieren bei der Gebäudenutzung die Wohngebäude (Abbildung 2-1 und Tabelle 2-1). Von insgesamt 13.680 bestehenden Gebäuden werden 6.828 beheizt. Die insgesamt 6.852 unbeheizten Gebäude sind beispielsweise Garagen oder Scheunen, Remisen, etc.), die bei der Potenzialanalyse der Gebäudedächer eine Rolle spielen. Bei den beheizten Gebäuden entfallen 88 % auf Wohngebäude oder Gebäude mit Wohnmischnutzung. Nächstgrößerer Sektor bei der Gebäudenutzung ist der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie mit 9,7 %. Etwa 1,4 % der Gebäude wird für öffentliche Zwecke genutzt und die verbleibenden 0,7 % sind sonstige Nutzungen. Die unbeheizten Gebäude sind aufgrund deren Dachflächen und deren Potenzialflächen für Photovoltaik hier mit aufgeführt.

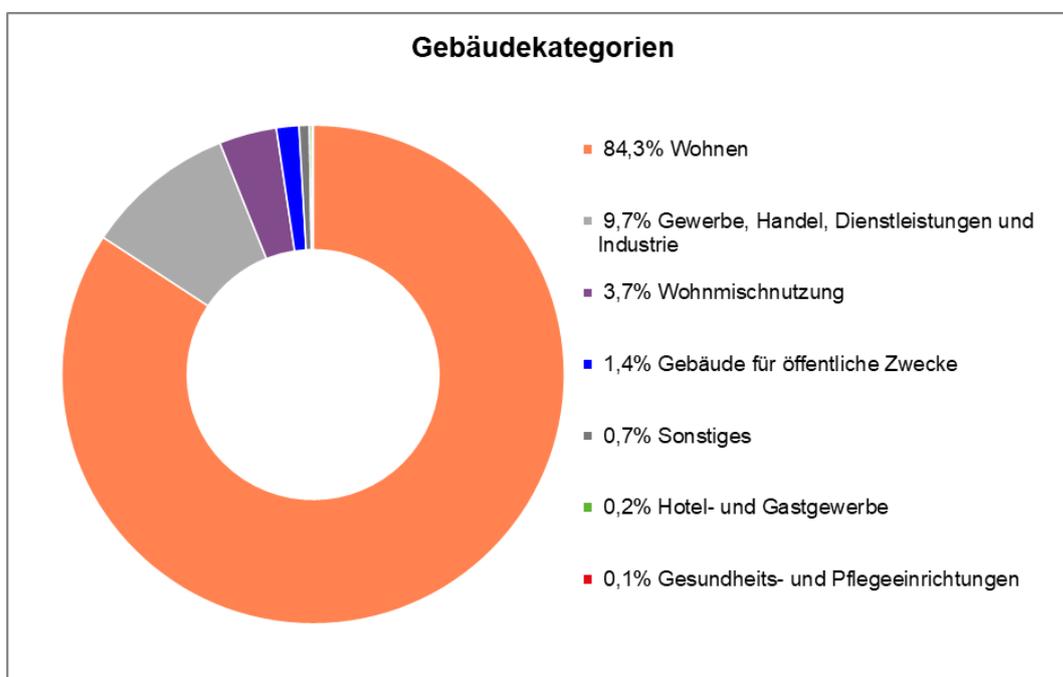


Abbildung 2-1: Verteilung der Gebäudenutzung nach Sektoren

(Quelle: eigene Darstellung)

Tabelle 2-1: Verteilung der Gebäudenutzung nach Sektoren

Gebäudekategorien		
Gebäudekategorie:	Anzahl:	Prozent:
Sonstiges	45	0,7%
Hotel- und Gastgewerbe	11	0,2%
Wohnmischnutzung	253	3,7%
Wohnen	5.754	84,3%
Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen	5	0,1%
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie	661	9,7%
Gebäude für öffentliche Zwecke	99	1,4%
<b>GESAMT alle beheizten Gebäude</b>	<b>6.828</b>	<b>100,0%</b>
<b>GESAMT relevante Nicht-Wohngebäude</b>	<b>821</b>	<b>12,0%</b>

Auf den nachfolgenden Abbildungen mit der Verteilung der Gebäudekategorien wird die heterogene Gemeindestruktur deutlich. Diese Abbildungen zeigen den Stadtteil Obereisesheim, das Kerngebiet von Neckarsulm, den Stadtteil Amorbach und den Stadtteil Dahenfeld. Daraus wird ersichtlich, dass in den meisten Stadtteilen der überwiegende Teil der Gebäude Wohngebäude sind. Ausnahme ist hier das Neckarsulmer Industriegebiet (westlich der Kernstadt), wo der größte Teil der Gebäude für Gewerbe, Handel, Dienstleistungen oder Industrie genutzt wird.

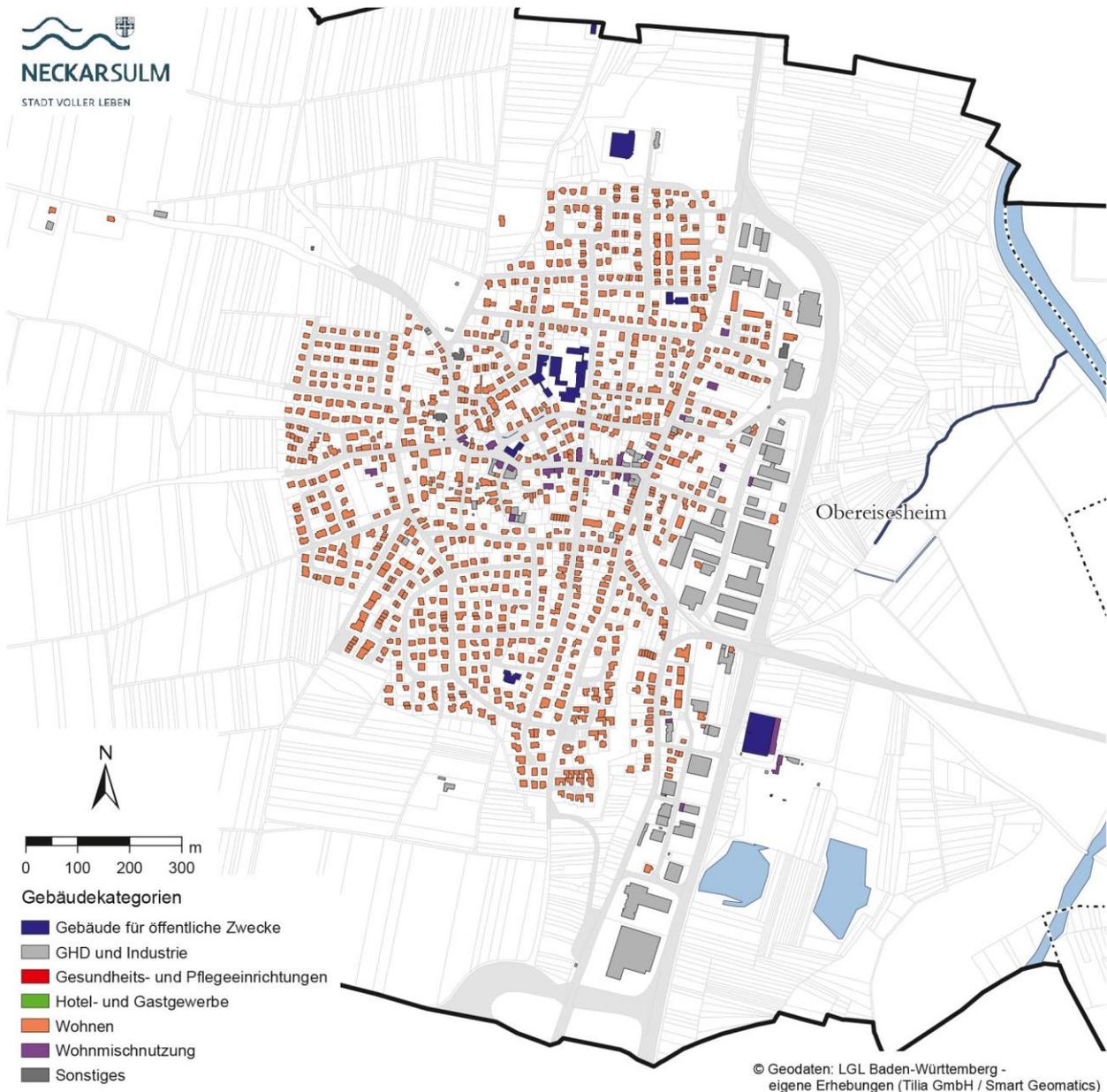


Abbildung 2-2: Verteilung der Gebäudekategorien im Stadtteil Obereisesheim

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Geodaten des LGL)

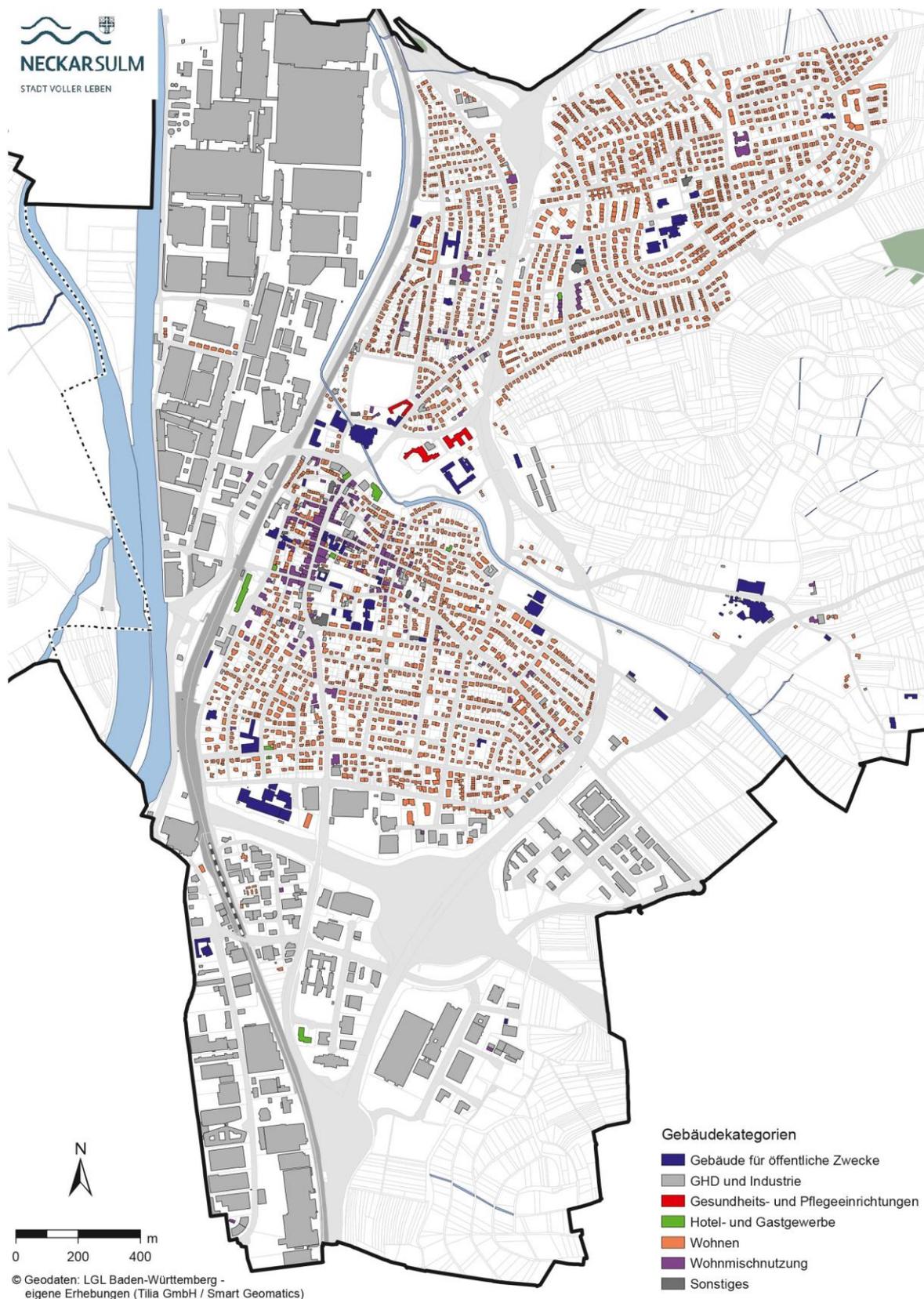


Abbildung 2-3: Verteilung der Gebäudekategorien im Kerngebiet

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Geodaten des LGL)



Abbildung 2-4: Verteilung der Gebäudekategorien im Stadtteil Amorbach

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Geodaten des LGL)



Abbildung 2-5: Verteilung der Gebäudekategorien im Stadtteil Dahenfeld

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Geodaten des LGL)

### 2.2.2 Gebäudetypen

In Abbildung 2-6 wird die Verteilung der Gebäudetypen in Neckarsulm dargestellt. Hier wird deutlich, dass die in der Abbildung 2-1 dargestellten Gebäudekategorien mit 84,3 % Wohnen auch in der prozentualen Verteilung der Gebäudetypen dominieren und Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser hier den größten Anteil in der Stadt haben. Dennoch haben (meist gewerblich genutzte) Nicht-Wohngebäude einen erheblichen Anteil von 12,1 %. Dies unterscheidet Neckarsulm von weniger gewerblich geprägten Städten.

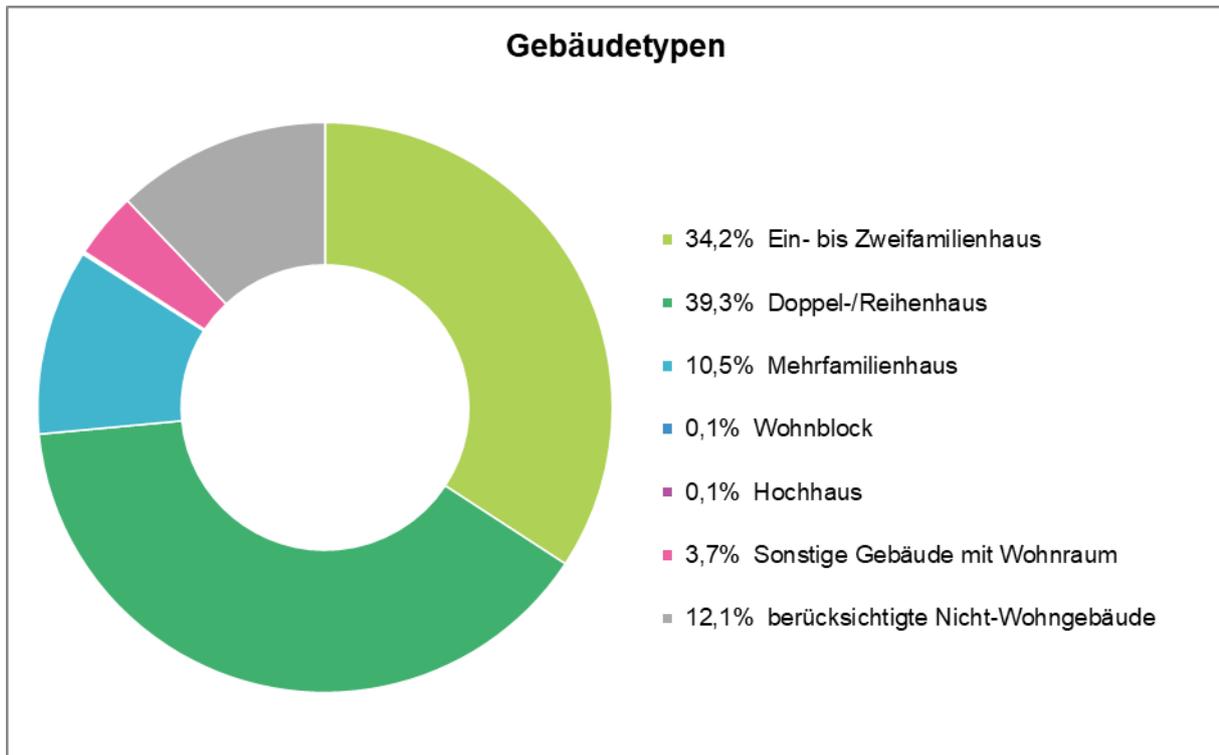


Abbildung 2-6: Verteilung der Gebäudetypen

(Quelle: eigene Darstellung)

Tabelle 2-2: Verteilung der Gebäudetypen

Gebäudetypen		
Gebäudetyp:	Anzahl:	Prozent
Ein- bis Zweifamilienhaus	2.329	34,2%
Doppel-/Reihenhaus	2.671	39,3%
Mehrfamilienhaus	717	10,5%
Wohnblock	4	0,1%
Hochhaus	7	0,1%
Sonstige Gebäude mit Wohnraum	253	3,7%
beheizte Nicht-Wohngebäude	821	12,1%
<b>GESAMT alle Gebäude</b>	<b>6.802</b>	<b>100,0%</b>
<b>GESAMT alle Wohngebäude</b>	<b>5.981</b>	<b>87,9%</b>

### 2.2.3 Siedlungsentwicklung

Der größte Bau-Boom in Neckarsulm bestand in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg bis etwa Ende der 1970er Jahre. Dies verdeutlicht Abbildung 2-7. Daraus wird ersichtlich, dass der größte Teil der Gebäude (ca. 64 %) nach 1948 und vor 1978 erbaut wurde und nur ca. 27 % der Gebäude nach 1979 errichtet wurden. Damit fällt ein sichtbarer Gebäudeanteil unter die ab diesem Zeitpunkt geltenden Wärmeschutzverordnungen (WSchV) und Energieeinsparverordnungen (EnEV). Eine stark nachlassende Baudynamik ist ab etwa 2009 festzustellen. Die Baualtersklassen konnten zu 8,1 % nicht spezifiziert werden und sind daher unter dem Punkt keine Angaben dargestellt.

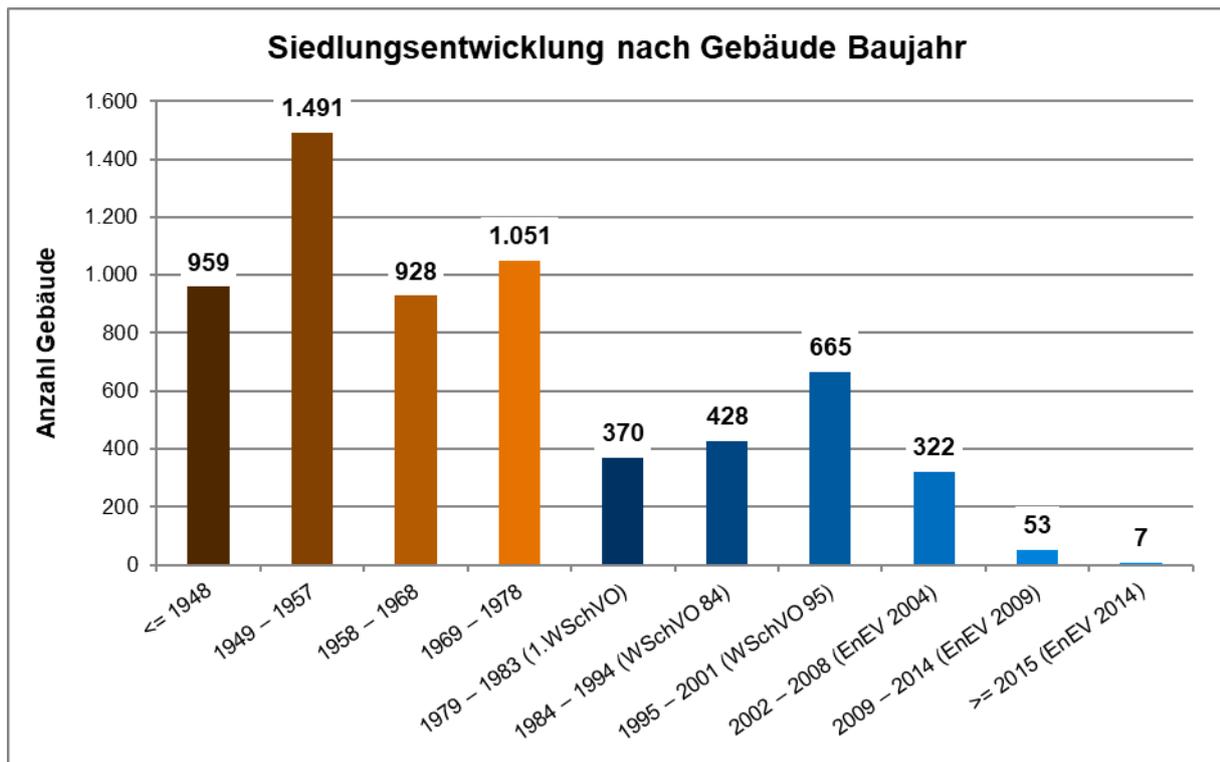


Abbildung 2-7: Siedlungsentwicklung nach unterschiedlichen Gebäude Baujahre

(Quelle: eigene Darstellung)

In Abbildung 2-7 ist zu erkennen, dass die Verteilung sehr heterogen ist. Eine Homogenität beim Alter der Gebäude ist bei der älteren Gebäudesubstanz in der Innenstadt sowie in der Gemeinde Obereisesheim zu erkennen. In der Nachkriegszeit kamen immer mehr Neubaugebiete dazu. Aber auch im Bereich der Industrie gibt es eine deutliche Verdichtung in der Nachkriegszeit.

### 2.2.4 Siedlungsstruktur

Im Rahmen der Bestandanalyse wurde die räumliche Verteilung der Gebäude nach Baujahren im Stadtgebiet erhoben. Die nachfolgenden Abbildungen 2-8 – 2-11 zeigen die räumliche Verteilung der Baualtersklassen der Gebäude im Stadtteil Obereisesheim, im Kerngebiet sowie in den Stadtteilen Amorbach und Dahenfeld. Daraus wird ersichtlich, dass ein Großteil der Siedlungsstruktur nach dem 2. Weltkrieg gebaut wurde. Ältere Strukturen finden sich in der Innenstadt bzw. den Ortskernen der Eingemeindungen.

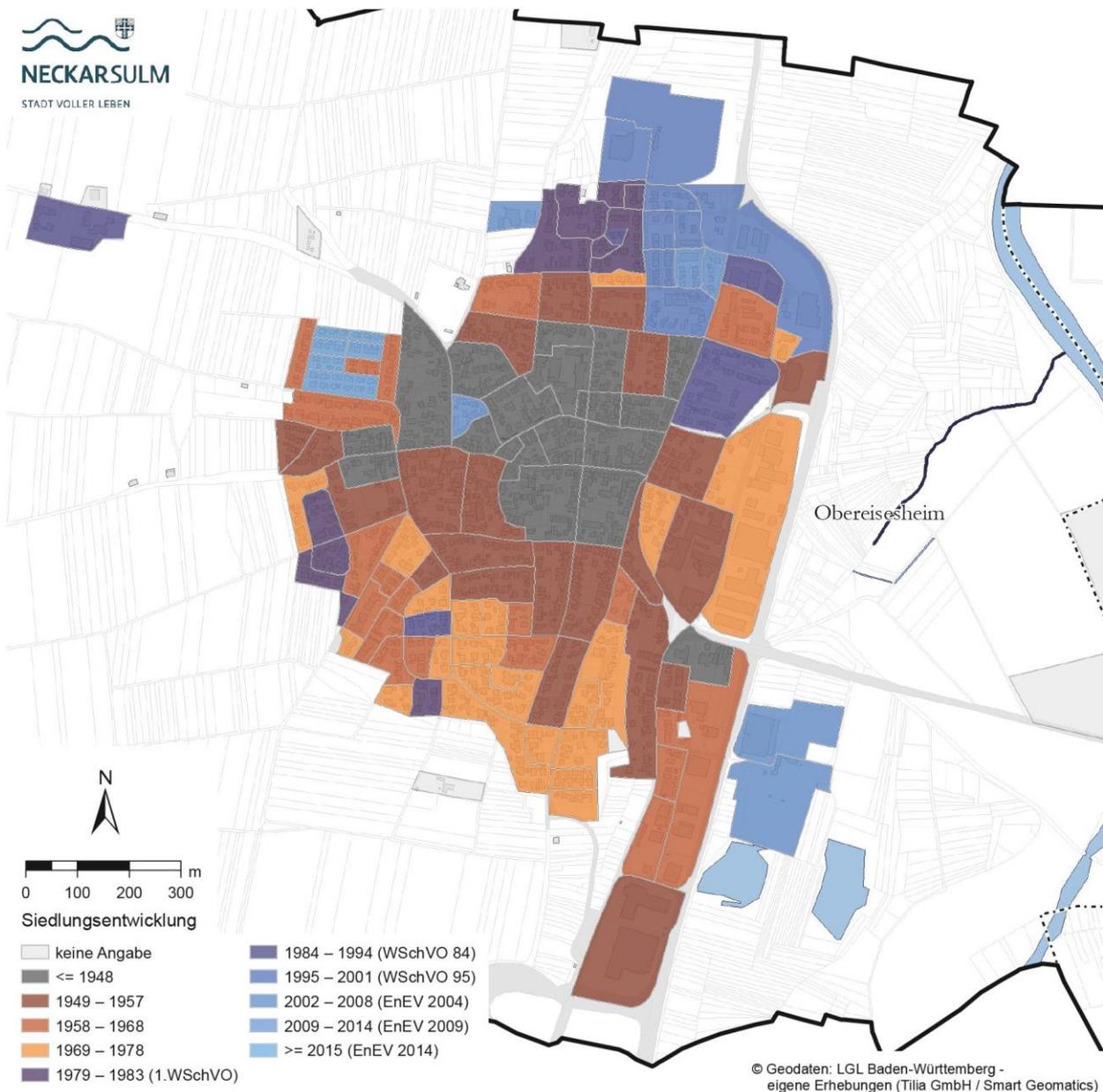


Abbildung 2-8: Siedlungsstruktur und die Baualtersklassen im Stadtteil Obereisesheim

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Geodaten des LGL)

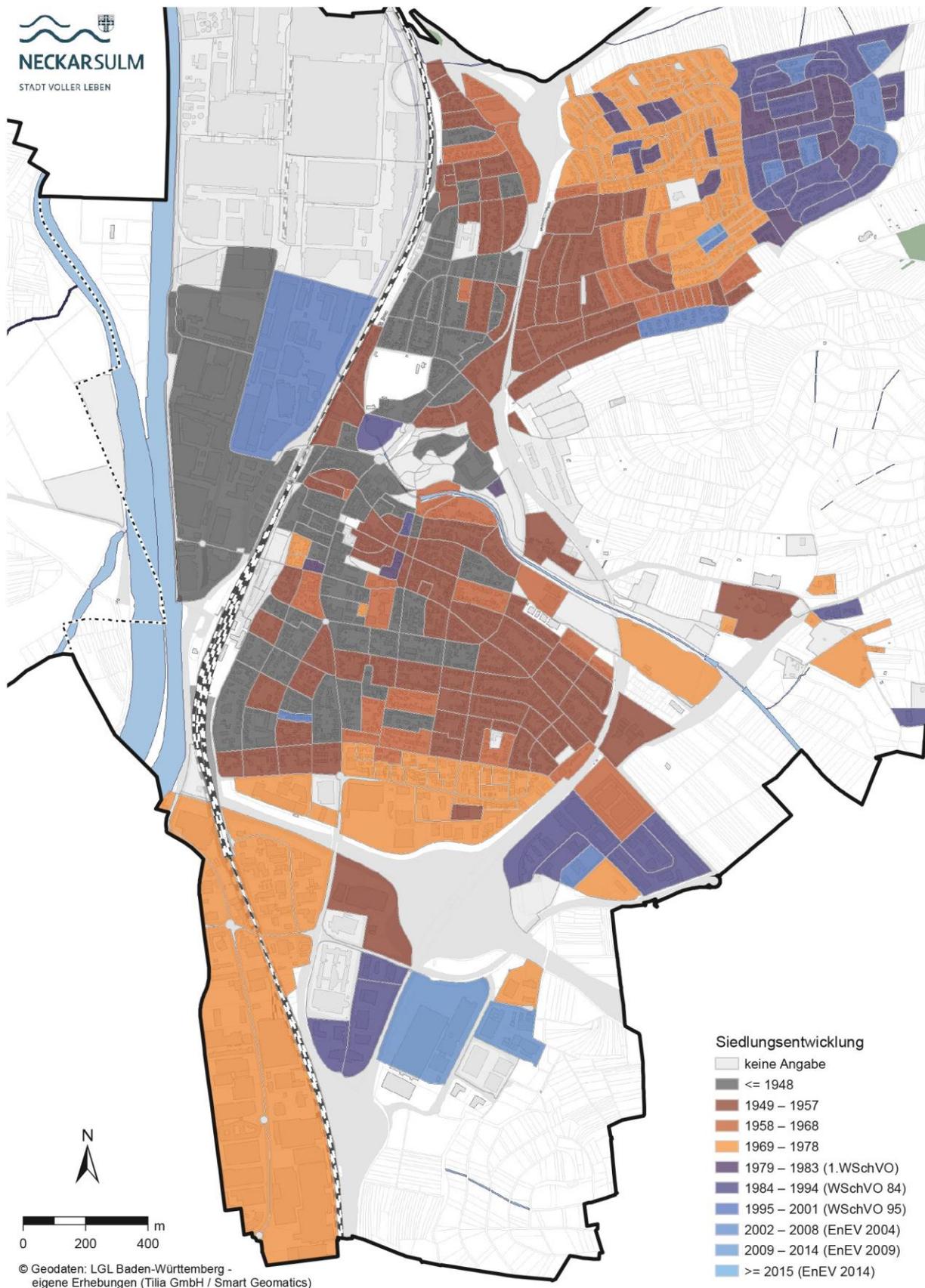


Abbildung 2-9: Siedlungsstruktur und die Baualtersklassen im Kerngebiet

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Geodaten des LGL)

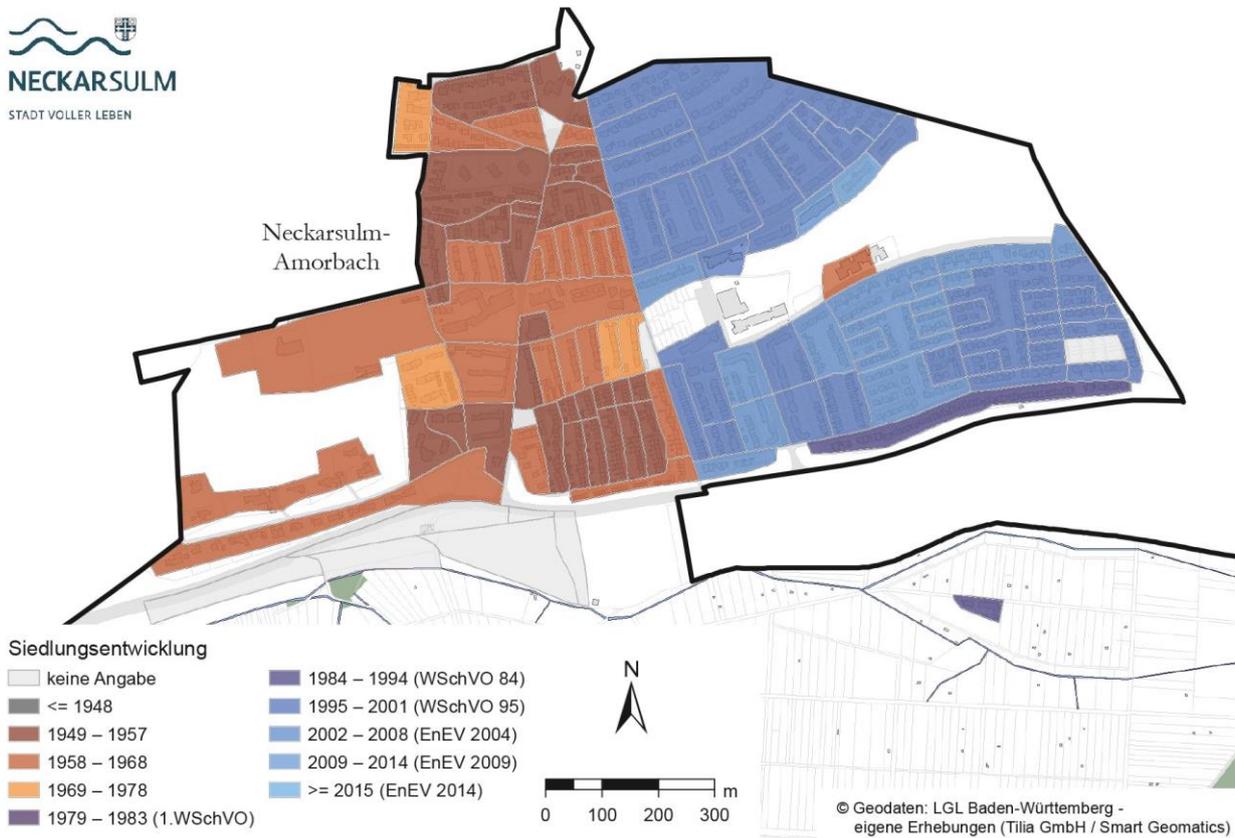


Abbildung 2-10: Siedlungsstruktur sowie die Baualtersklassen in Amorbach (eigene Darstellung auf Basis Layer LGL)

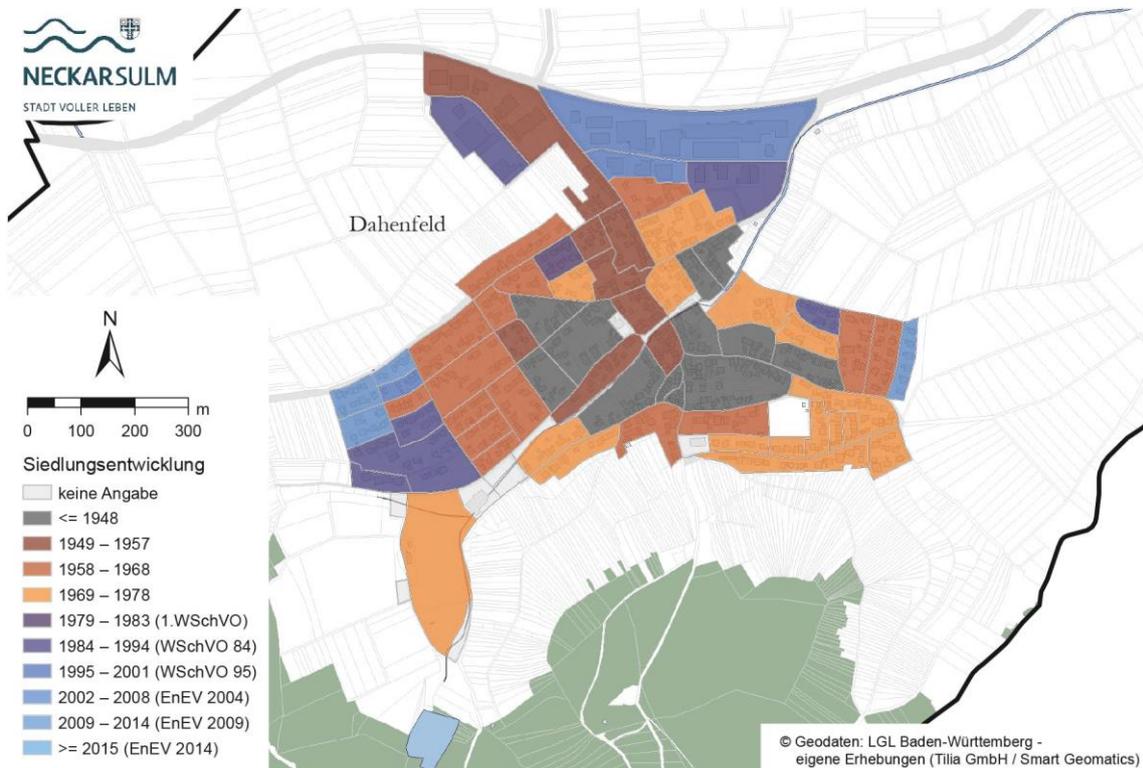


Abbildung 2-11: Siedlungsstruktur sowie die Baualtersklassen in Dahenfeld

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Geodaten des LGL)

## 2.3 Wärmebedarf

### 2.3.1 Verteilung Wärmebedarf nach Sektoren

Der Gesamtwärmebedarf in Neckarsulm betrug, auf Grundlage der in Abschnitt 2.1 vorgestellten Datengrundlagen im Jahr 2020 insgesamt 256 GWh. Dabei entfiel der größte Teil des Wärmebedarfs auf den Sektor private Haushalte mit 71,5 %, gefolgt vom Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie mit 20,2 %. Kommunale und öffentlich genutzte Gebäude machen 6,9 % des Wärmebedarfes aus.

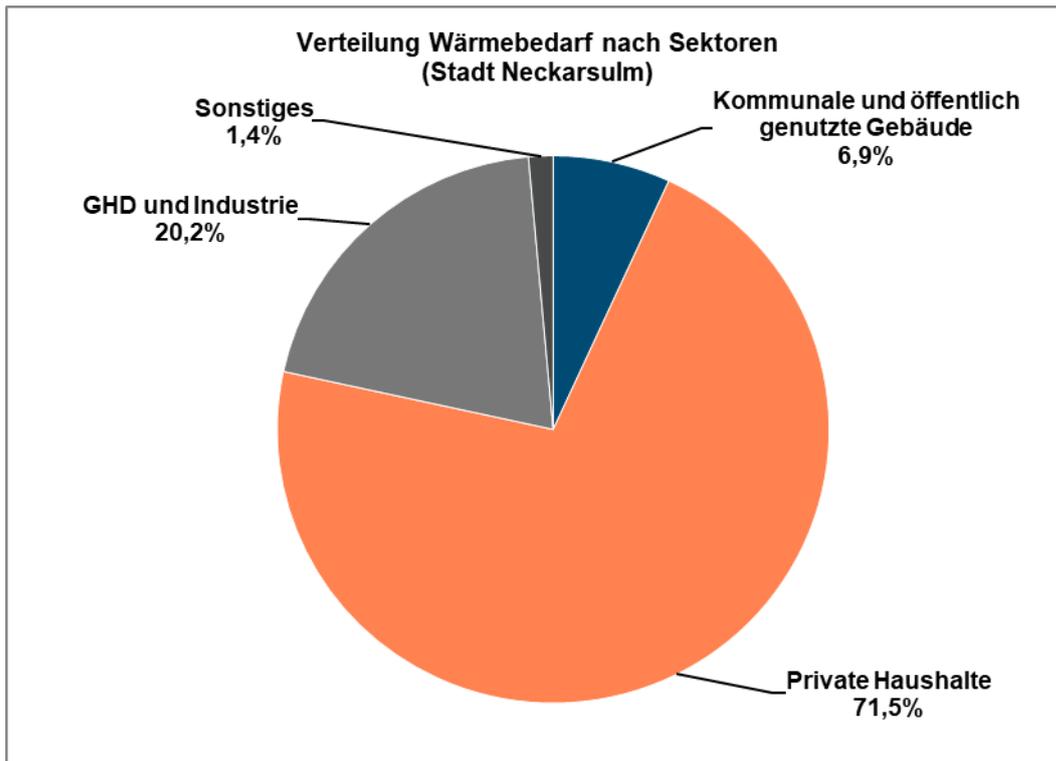


Abbildung 2-12 Verteilung Wärmebedarf nach Sektoren

(Quelle: eigene Darstellung)

Tabelle 2-3 Verteilung Wärmebedarf nach Sektoren absolut

Wärmebedarf	
Sektor	Wärmebedarf [MWh/a]
Kommunale und öffentlichgenutzte Gebäude	17.623
GHD und Industrie	51.652
Private Haushalte	183.154
Sonstiges	3.668

### 2.3.2 Verteilung Endenergiebedarfe

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Verteilungen der Endenergiebedarfe gegliedert für die einzelnen Teilgebiete. Aus Datenschutzgründen werden die Endenergiebedarfe aggregiert und in Wohnblöcke aufgelöst dargestellt. Es zeigt sich, dass die höchsten absoluten Endenergiebedarfe für Wärme in den Industriegebieten bestehen. Dies ist den großen für die Produktion benötigten Prozesswärmemengen geschuldet.

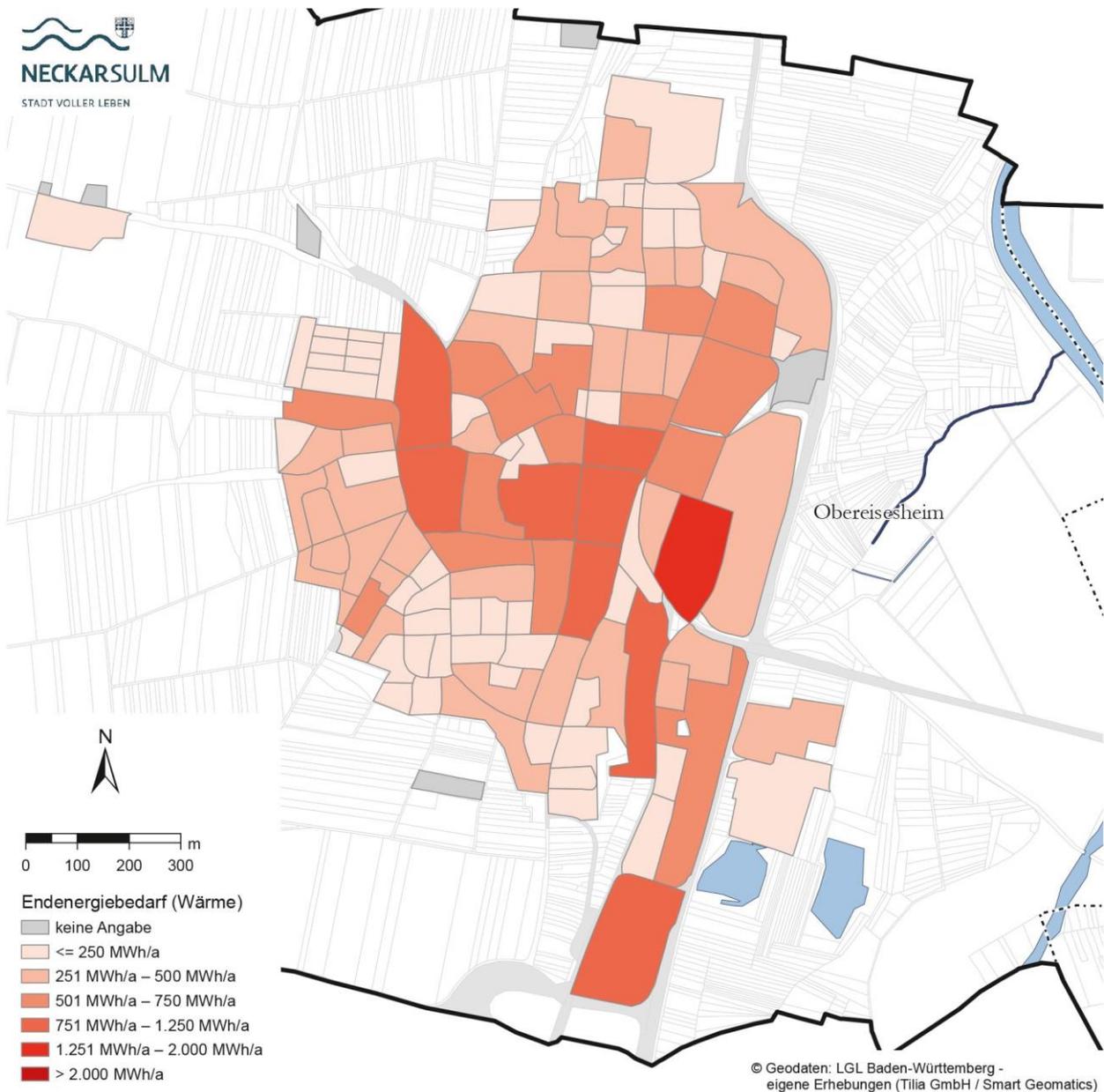


Abbildung 2-13: Endenergieverteilung im Stadtteil Obereisesheim

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Layer LGL)

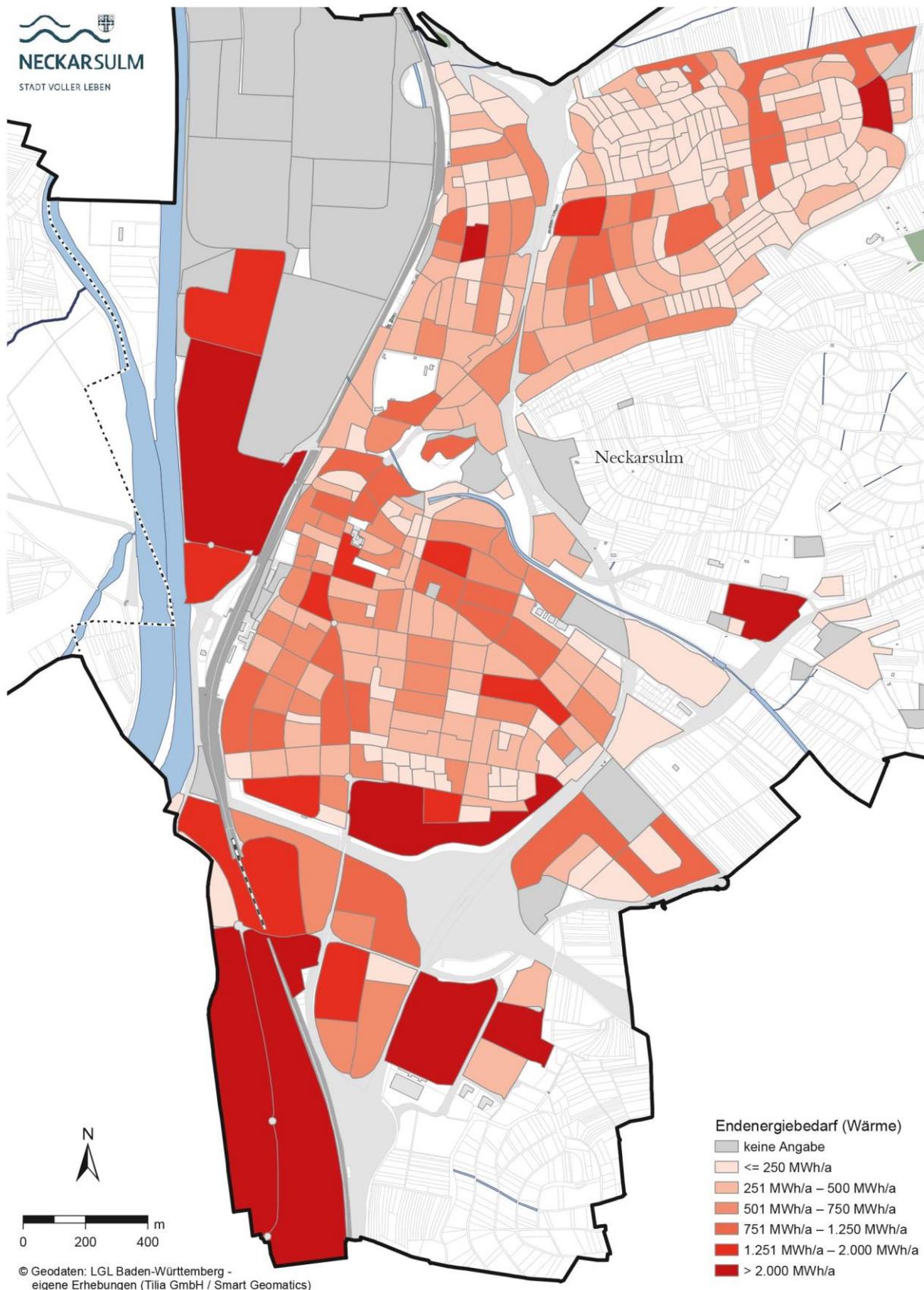


Abbildung 2-14: Endenergieverteilung im Kerngebiets Neckarsulm

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Layer LGL)

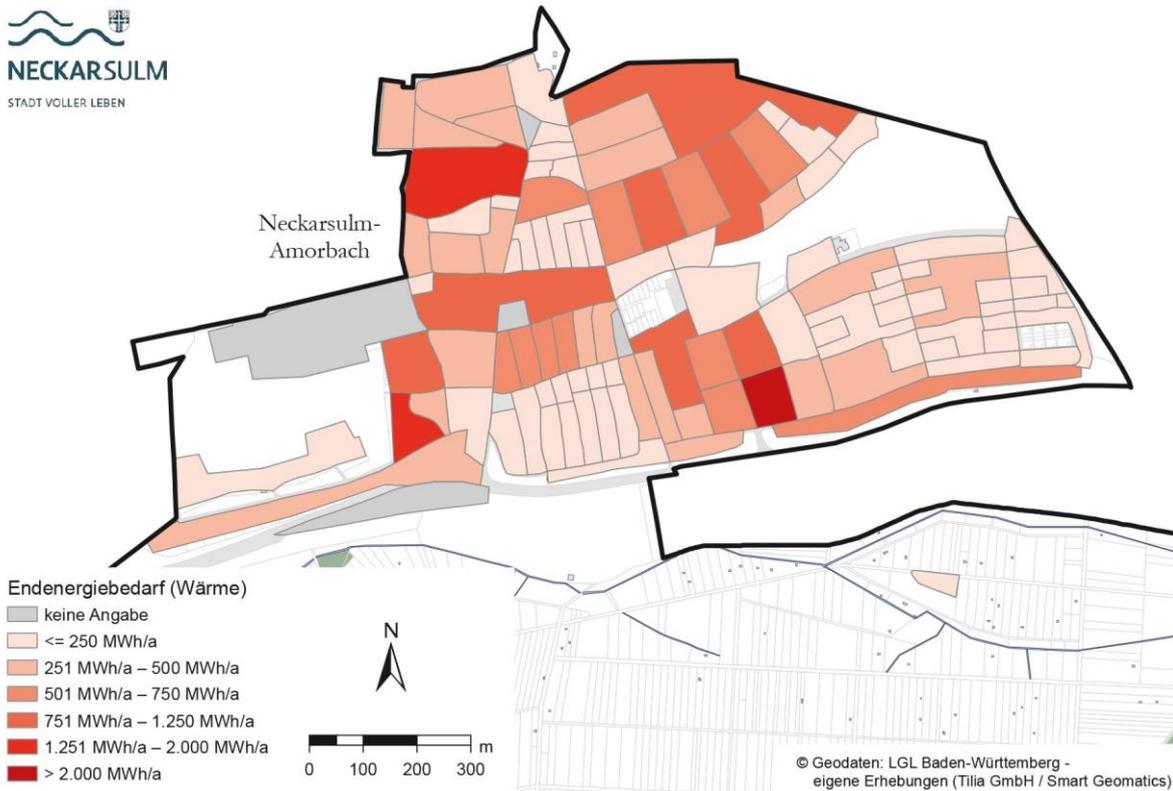


Abbildung 2-15: Endenergiebedarfsverteilung im Stadtteil Amorbach

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Layer LGL)

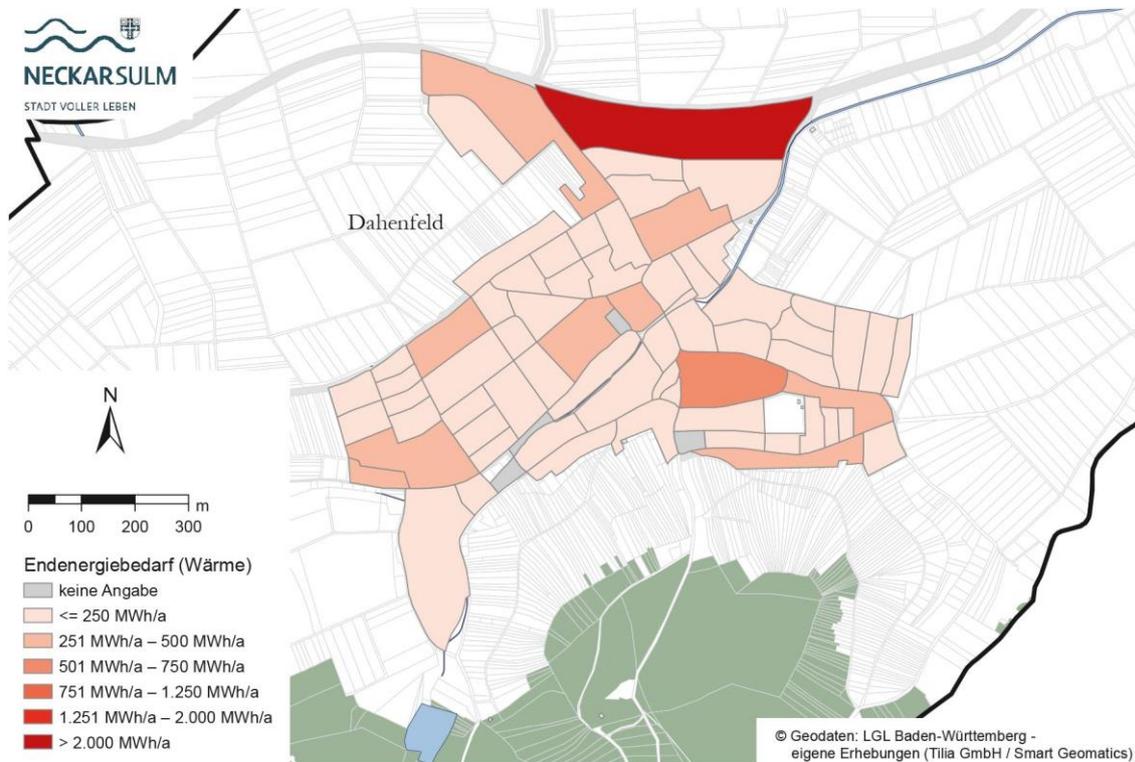


Abbildung 2-16: Endenergieverteilung im Stadtteil Dahenfeld

(eigene Darstellung auf Basis Layer LGL)

### 2.3.2.1 Verteilung Energiebedarf pro m<sup>2</sup> und Gebäude

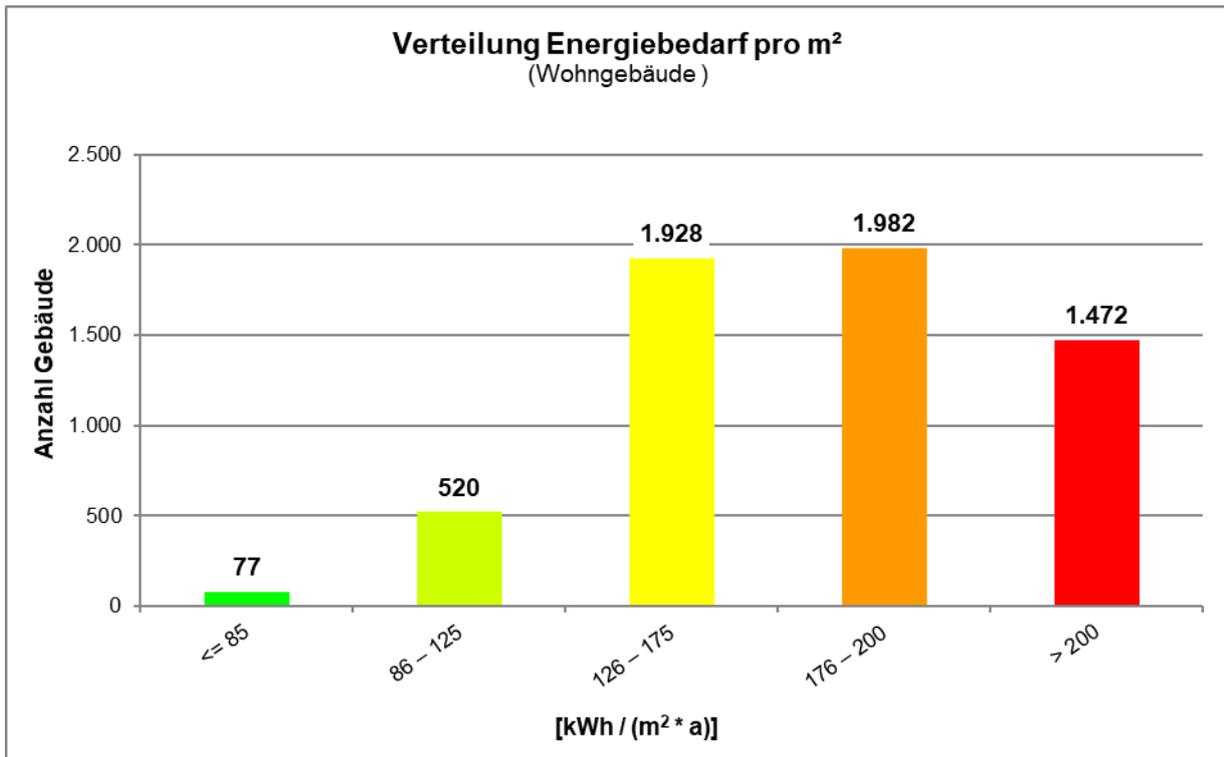


Abbildung 2-17: Verteilung der Energiebedarfe pro m<sup>2</sup>

(Quelle: eigene Darstellung)

Da viele Gebäude vor 1978 errichtet wurden und bis zu diesem Zeitpunkt keine Wärmeschutzverordnung galt, besteht bei der Gebäudeeffizienz Nachholbedarf. Aus Abbildung 2-17 wird ersichtlich, dass ca. 90 % der Wohngebäude in Neckarsulm einen Energiebedarf über 125 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr aufweisen. Ein entsprechender Sanierungspfad wird in der Potenzialanalyse erörtert. Die kumulierte Wohnfläche in Neckarsulm wurde für das Jahr 2019 mit 1.107.198 m<sup>2</sup> ausgewiesen. Im Jahr 2021 wurden in Neckarsulm 26.292 Einwohner gemeldet, was eine einwohnerspezifische Wohnfläche von 42,11 m<sup>2</sup> ergibt. Dies liegt deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von 47,7 m<sup>2</sup> pro Einwohner und hat mit der verdichteten Situation im Kernort zu tun.<sup>5</sup>

Das Stadtgebiet Neckarsulm hat eine Fläche von 24,94 km<sup>2</sup>. Daraus ergibt sich eine Einwohnerdichte von 1.054 Einwohnern pro km<sup>2</sup>. Dies liegt deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 233 Einwohnern pro km<sup>2</sup>.<sup>6</sup> Diese verdichteten Strukturen überraschen anhand der Wirtschaftskraft und der Tallage nicht. Somit ist wahrscheinlich der Einsatz von Wärmeverbundsystemen interessant.

<sup>5</sup> (Umweltbundesamt, 2018)

<sup>6</sup> (Statisches-Bundesamt, 2019)

## 2.4 Wärmedichte

Ein wichtiger Parameter für die spätere Analyse der Eignung von Wärmenetzen ist die Darstellung der Wärmedichte in einem Straßenabschnitt. Hierzu wurde der absolute Endenergiebedarf aller Gebäude an einem Straßenabschnitt mit der Straßenlänge in Bezug gesetzt. Somit lassen sich Straßenzüge mit hohen Wärmebedarfen herausarbeiten. Das Ergebnis wird in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Auch hier sind, ähnlich wie beim absoluten Endenergiebedarf, die höchsten Wärmedichten in der Innenstadt zu erkennen. Orangefarbene und rot eingefärbte Straßenzüge weisen dabei auf potenziell ausreichende Wärmedichten für Wärmenetze hin. Bei orangefarbenen Straßenzügen besteht jedoch immer die Frage der Wirtschaftlichkeit des Betriebs. Daher sollte die konkrete Planung eines Wärmenetzes möglichst an diesen Kriterien, aber auch anhand eventuell vorhandener Alternativen der Gebäudebeheizung orientiert werden.

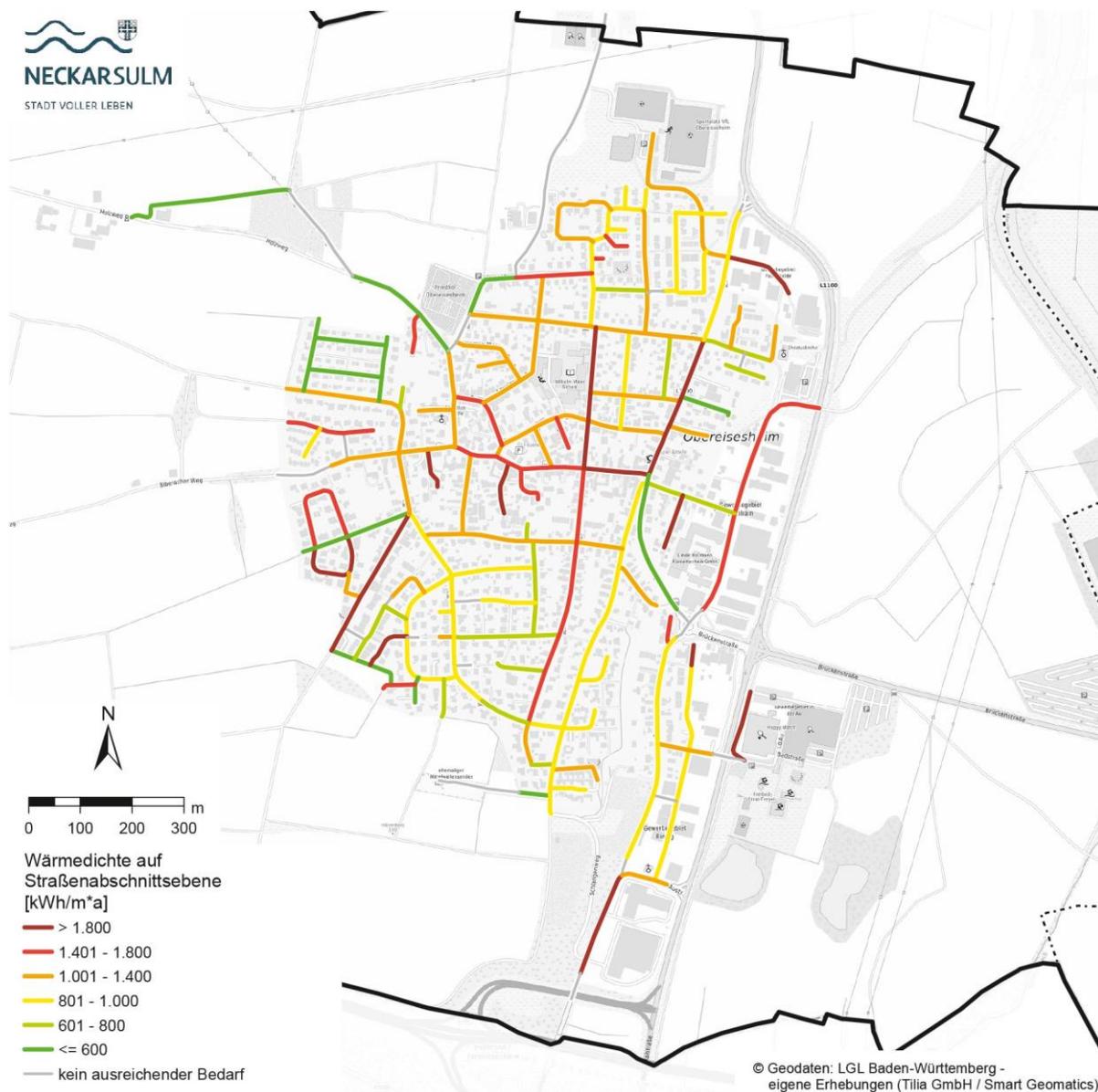


Abbildung 2-18: Wärmedichte im Stadtteil Obereisesheim

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Layer LGL)

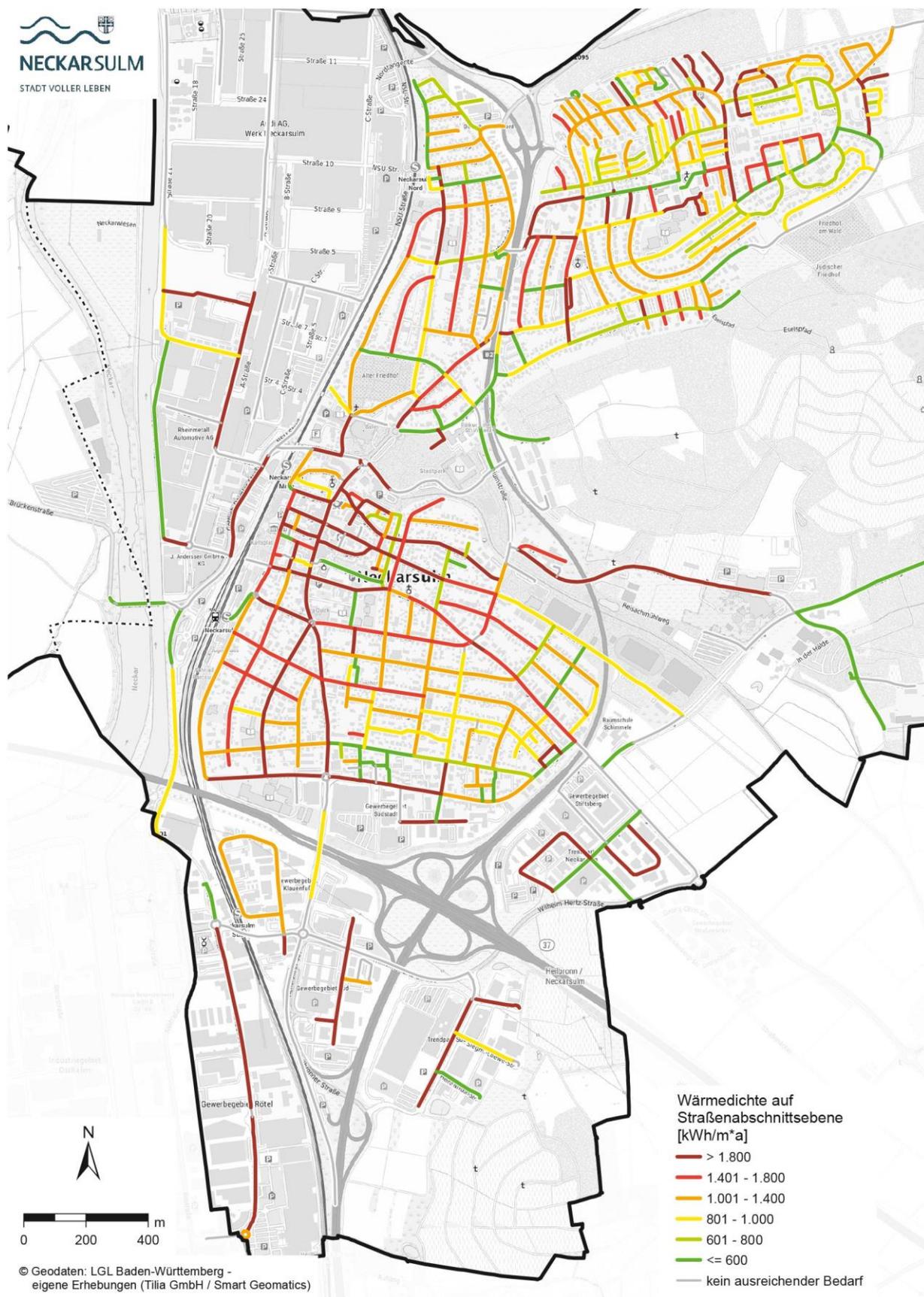


Abbildung 2-19: Wärmedichte im Kerngebiet von Neckarsulm

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Layer LGL)



Abbildung 2-20: Wärmedichte in Amorbach

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Layer LGL)

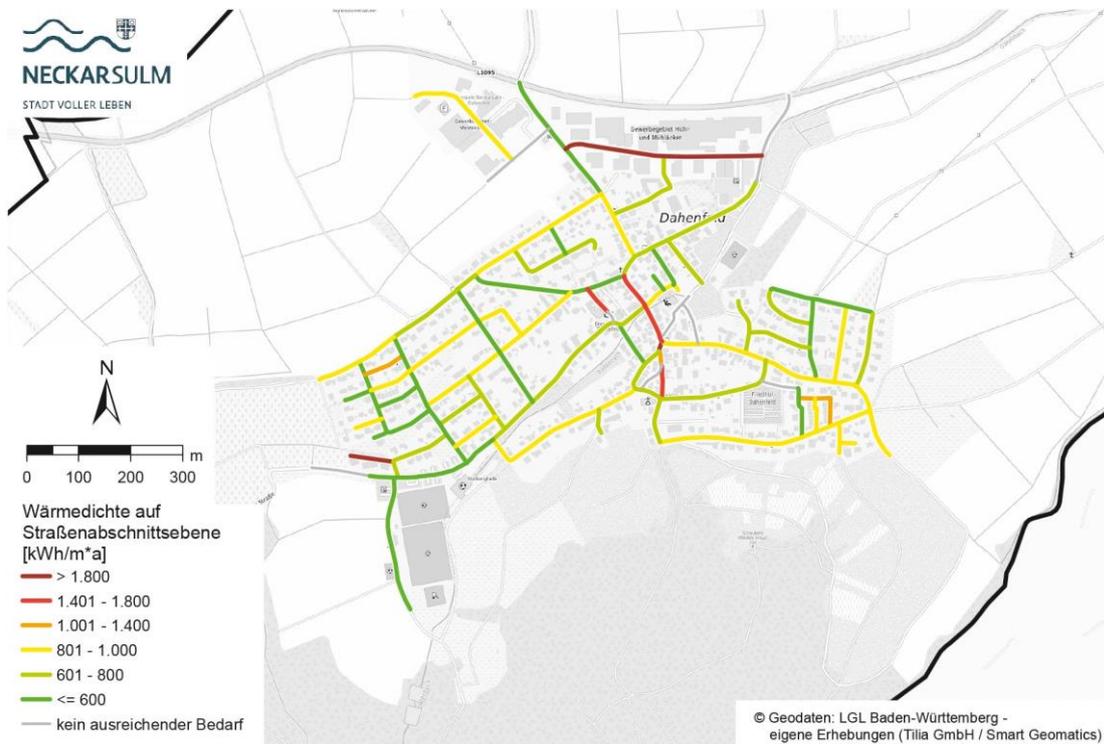


Abbildung 2-21: Wärmedichte im Stadtteil Dahenfeld

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis Layer LGL)

## 2.5 Wärmeerzeugung

### 2.5.1 Energieträgerverteilung

Die Verteilung der zur Wärmeerzeugung eingesetzten Energieträger ist für die in Neckarsulm angetroffenen Strukturen sehr plausibel. Durch den hohen Anteil an Industrie erfolgen dementsprechend hohe Gasverbräuche, die zur Produktion von Prozessenergie eingesetzt werden. Dies erklärt den hohen Wärmeverbrauch pro Einwohner von knapp 9.800 kWh. Statistisch werden pro Einwohner in Deutschland nur etwa 6.200 kWh zur Wärmebereitung verbraucht (Statistisches Bundesamt, 2022). Folglich gehen etwa 35 % und hier zumeist Erdgas und ein Anteil Nahwärme in die Industrie. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes zeigt sich eine für Städte dieser Größe recht typische Verteilung für die Hauptenergieträger Erdgas, Heizöl sowie Wärme. Zur Deckung des vorgestellten Wärmebedarfs existieren in Neckarsulm zwei große unabhängige Wärmenetze, wovon ein Netz von den Stadtwerken Neckarsulm und das andere von der EnBW mit hauptsächlicher Belieferung des Großgewerbes betrieben wird. Bei letzterem bestehen aber hinsichtlich der Datensolidität Fragen. Der größte Teil des unbekanntenen und nicht zuordenbaren Verbrauchs fällt hier an.

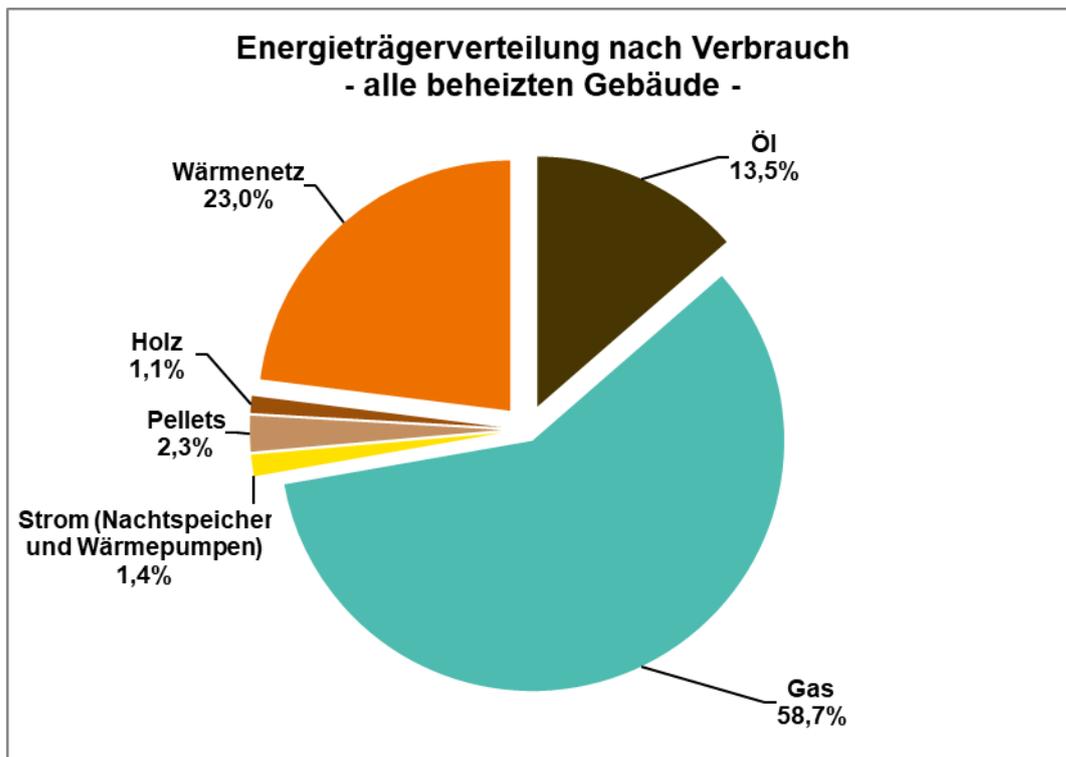


Abbildung 2-22: Energieträgerverteilung aller beheizten Gebäude in Neckarsulm

(Quelle: eigene Darstellung)

Der überdurchschnittlich hohe Gasverbrauch zeigt sich auch in den Absolutwerten der nachfolgenden Tabelle 2-4. Dort besitzt Erdgas den Hauptanteil mit über 58 %. Dagegen ist der Anteil von Heizöl wesentlich kleiner und auf den Bereich von Wohngebäuden beschränkt. Dort stehen meistens noch ältere Heizölkessel. Der Anteil liegt bei 13,5 % und findet sich meist in Gebäuden, die zwischen 1949 und 1978 als Ein- und Zweifamilienhäuser errichtet wurden. Das Stadtzentrum von Neckarsulm sowie Teile der Gewerbeareale südlich werden durch den Betrieb von Wärmenetzen beheizt. Das Netz im Eigentum der Stadtwerke Neckarsulm nutzt als Brennstoffe zum Großteil Holz und Erdgas, während das EnBW-Kraftwerk auf dem Stadtgebiet Heilbronn Kohle zur Wärmeerzeugung nutzt. Die Erzeugung für das Netz der Stadtwerke Neckarsulm wird aktuell auf Möglichkeiten zur Transformation geprüft.

Tabelle 2-4: Verteilung der Heizungsanlagen

<b>Verteilung der Heizungsanlagen (nach Verbrauch) - alle beheizten Gebäude -</b>			
<b>Energieträger</b>	<b>Verbrauch [kWh/a]</b>	<b>Prozent inkl. k. A.:</b>	<b>Prozent ohne k. A.:</b>
Öl	31.894.929	12,4%	13,5%
Gas	138.149.391	53,7%	58,7%
Strom	5.430.171	2,1%	2,3%
Pellets	3.276.075	1,3%	1,4%
Holz	2.585.530	1,0%	1,1%
Nahwärme	4.070.584	1,6%	1,7%
Fernwärme	50.066.381	19,4%	21,3%
Unbekannt	21.999.476	8,5%	-
<b>GESAMT</b>	<b>257.472.537</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

(Quelle: eigene Darstellung)

## 2.5.2 Verteilung der Heizungsanlagen

Die Verteilung der Heizungsanlagen nach eingesetztem Brennstoff ergibt ein ähnliches Bild wie die vorher analysierte Brennstoffmenge. Es fällt auf, dass die Prozentzahl bei Erdgas annähernd gleich ist wie im vorigen Kapitel, während die Anteile bei allen anderen Energieträgern jetzt größer sind – besonders deutlich bei Heizöl mit 19,4 %. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass es im Bereich des Erdgasverbrauches einige wenige große Umwandlungsanlagen bei der Industrie gibt. Ansonsten ergibt sich ein ähnliches Bild von vielen kleinen Heizungsanlagen zur Raumbeheizung. Die 12,1 % nicht zuordenbaren Heizungen („keine Angabe“) sind meist Heizungsanlagen, die derzeit nicht genutzt werden oder eine Untersuchungspflicht der Schornsteinfeger nicht besteht, wie etwa bei der Nahwärmenutzung oder anderen Heizanlagen ohne Verbrennungsprozess. Diese entfallen aus der nachfolgenden Betrachtung. Daneben existieren noch nennenswerte Anteile von bekannten Stromheizungen bzw. Wärmepumpen.

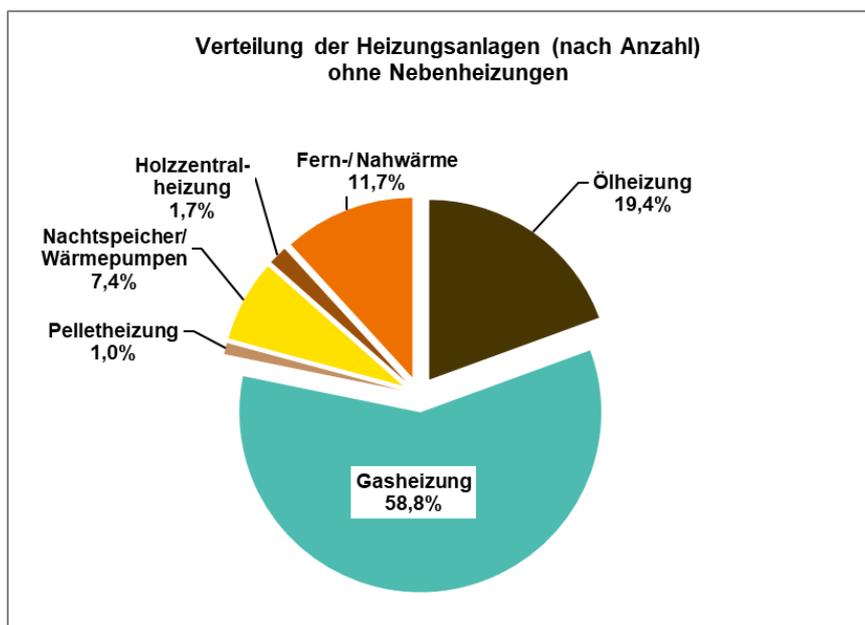


Abbildung 2-23: Verteilung der Heizungsanlagen

(Quelle: eigene Darstellung)

Tabelle 2-5: Verteilung der Heizungsanlagen nach Anzahl

Verteilung der Heizungsanlagen (nach Anzahl)			
Heizungsanlage	Anzahl	Prozent inkl. k. A.:	Prozent ohne k. A.:
Ölheizung	1.111	15,7%	17,9%
Gasheizung	3.369	47,6%	54,2%
Pelletheizung	58	0,8%	0,9%
Nachtspeicher/ Wärmepumpen	421	5,9%	6,8%
Holzzentral-	96	1,4%	1,5%
Fern-/ Nahwärme	672	9,5%	10,8%
keine Angabe	860	12,1%	-
<b>GESAMT</b>	<b>6.587</b>	<b>93,0%</b>	<b>92,1%</b>

(Quelle: eigene Darstellung)

### 2.5.3 Verteilung der Heizungsanlagen inklusive Einzelraumfeuerstätten

Unter Einbezug der Einzelraumfeuerstätten wird deutlicher, dass viele Ein- und Zweifamilienhäuser zusätzlich solche Anlagen besitzen. Dies sind fast alle Holzkamine, die bei Bedarf mit genutzt werden. Sie machen hier fast 8 % des gesamten Aufkommens an Ofenheizungen aus. Diese Zahl sollte aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass sie nicht immer regelmäßig benutzt werden. Auch hier existieren wieder gut 12 % an Heizungsanlagen, die nicht zuordenbar sind und deswegen aus der weiteren Betrachtung entfallen.

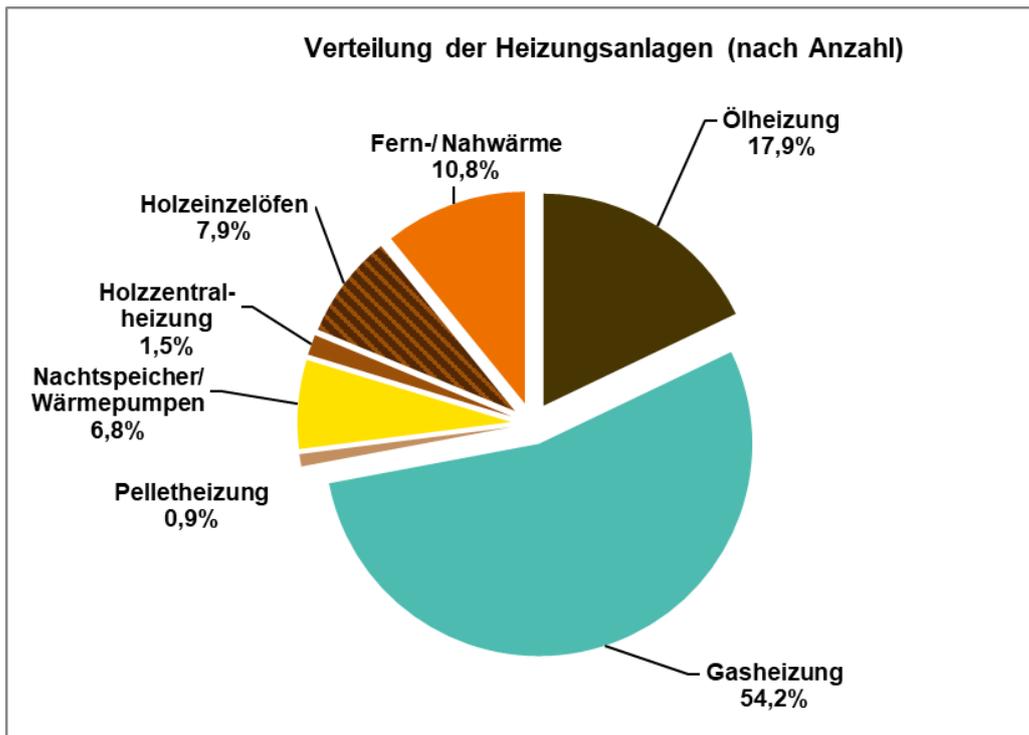


Abbildung 2-24: Verteilung der Heizungsanlagen inklusive Holzcentralheizungen

(Quelle: eigene Darstellung)

Tabelle 2-6: Verteilung der Heizungsanlagen inklusive Holzcentralheizungen nach Anzahl

Verteilung der Heizungsanlagen (nach Anzahl)			
Heizungsanlage	Anzahl	Prozent inkl. k. A.:	Prozent ohne k. A.:
Ölheizung	1.111	15,7%	17,9%
Gasheizung	3.369	47,6%	54,2%
Pelletheizung	58	0,8%	0,9%
Nachtspeicher/	421	5,9%	6,8%
Holzcentral-	96	1,4%	1,5%
Holzcentral-	493	7,0%	7,9%
Fern-/ Nahwärme	672	9,5%	10,8%
keine Angabe	860	12,1%	-
<b>GESAMT</b>	<b>7.080</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

### 2.5.4 Räumliche Energieträgerverteilung

Die räumliche Verteilung der genutzten Brennstoffe zur Wärmeerzeugung wird in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Die Darstellung der räumlichen Verteilung der Energieträger deckt sich gut mit den hohen Anteilen an Erdgas im Bereich der Wohngebäude und des erdgasversorgten Gewerbes. Am Beispiel von Obereisesheim lässt sich anhand dieser Verteilung nachvollziehen, welche Gebäude wann errichtet wurden. In neueren Arealen nach 1980 dominiert Erdgas, während davor Heizöl vorherrschend war. Diese Verteilung ist bis heute wenig überprägt und zeigt, wo in Sachen Wärmeplanung und hin zu einer nachhaltigen Versorgung angesetzt werden muss. Auch in den anderen Teilen der Stadt zeigt sich eine ähnliche Verteilung, die nur im Süden durch die Nahwärmeversorgung der Gewerbegebiete unterschiedlich ist. Punktuell bestehen Gebäudeansammlungen mit mehrheitlicher Nutzung von strombasierten Heizungen, wie beispielsweise im Stadtteil Amorbach.

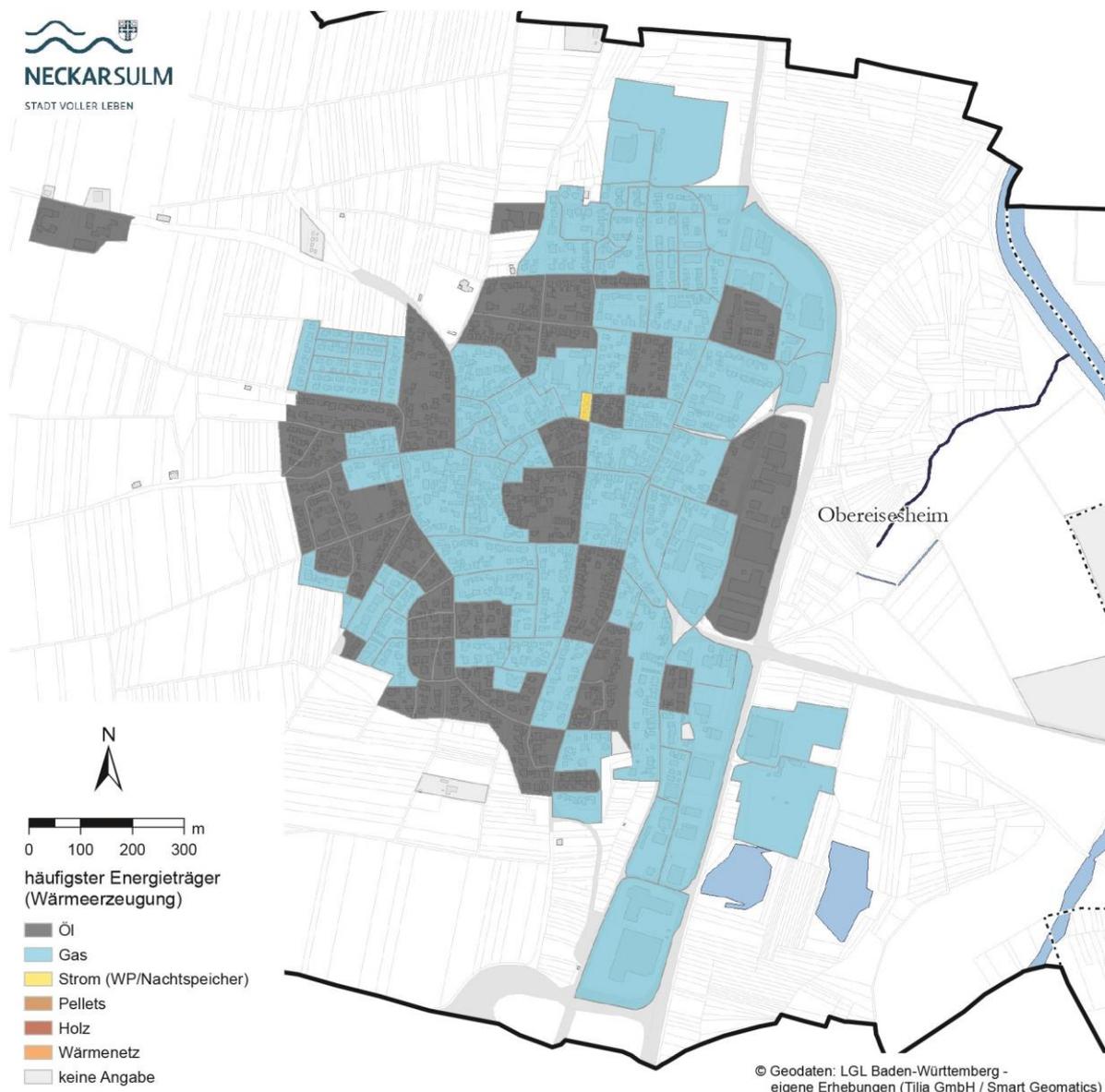


Abbildung 2-25: Energieträgerverteilung in Obereisesheim

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten LGL)

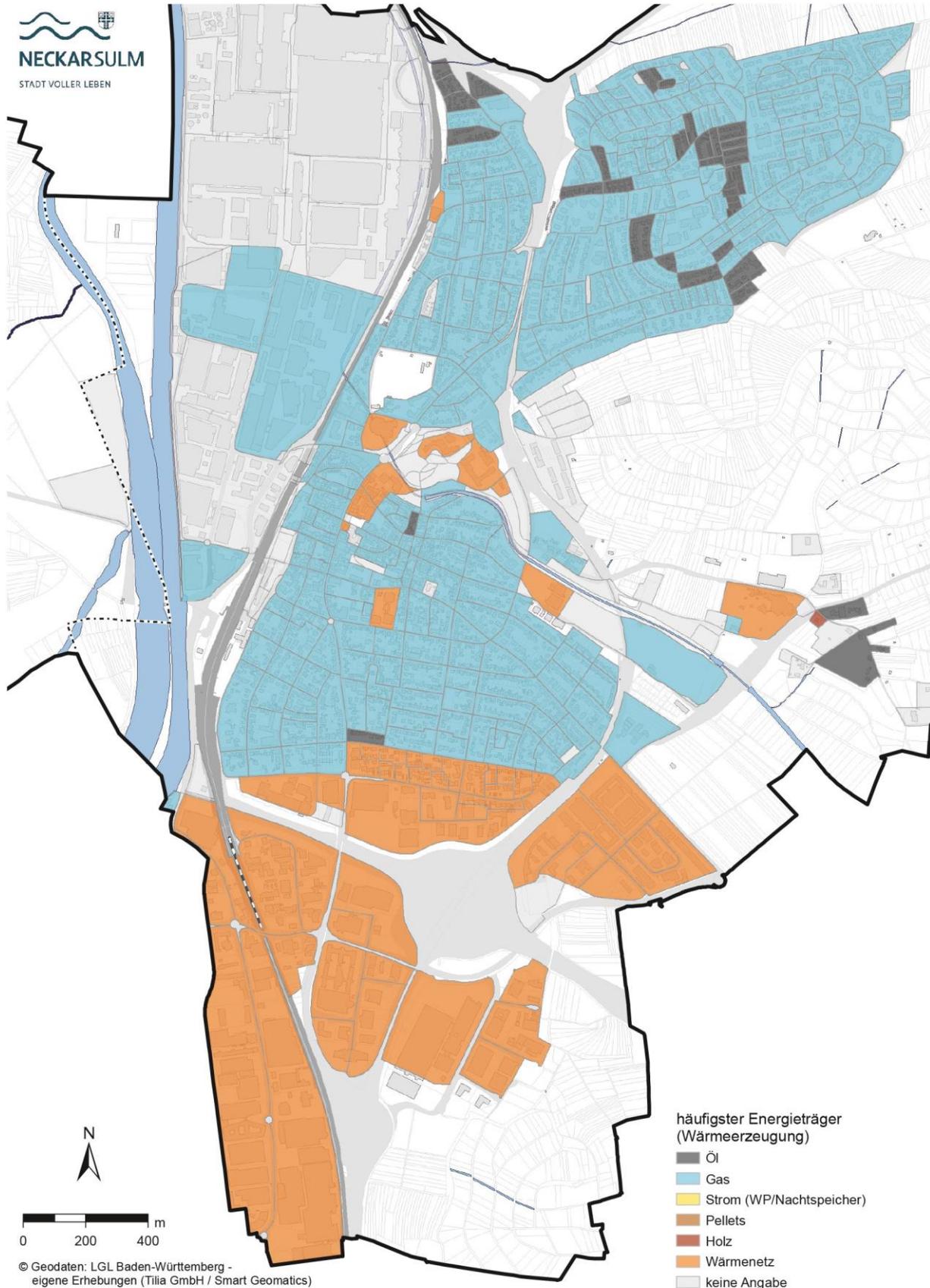


Abbildung 2-26: Energieträger Verteilung für den Kerngebiet Neckarsulm

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten LGL)

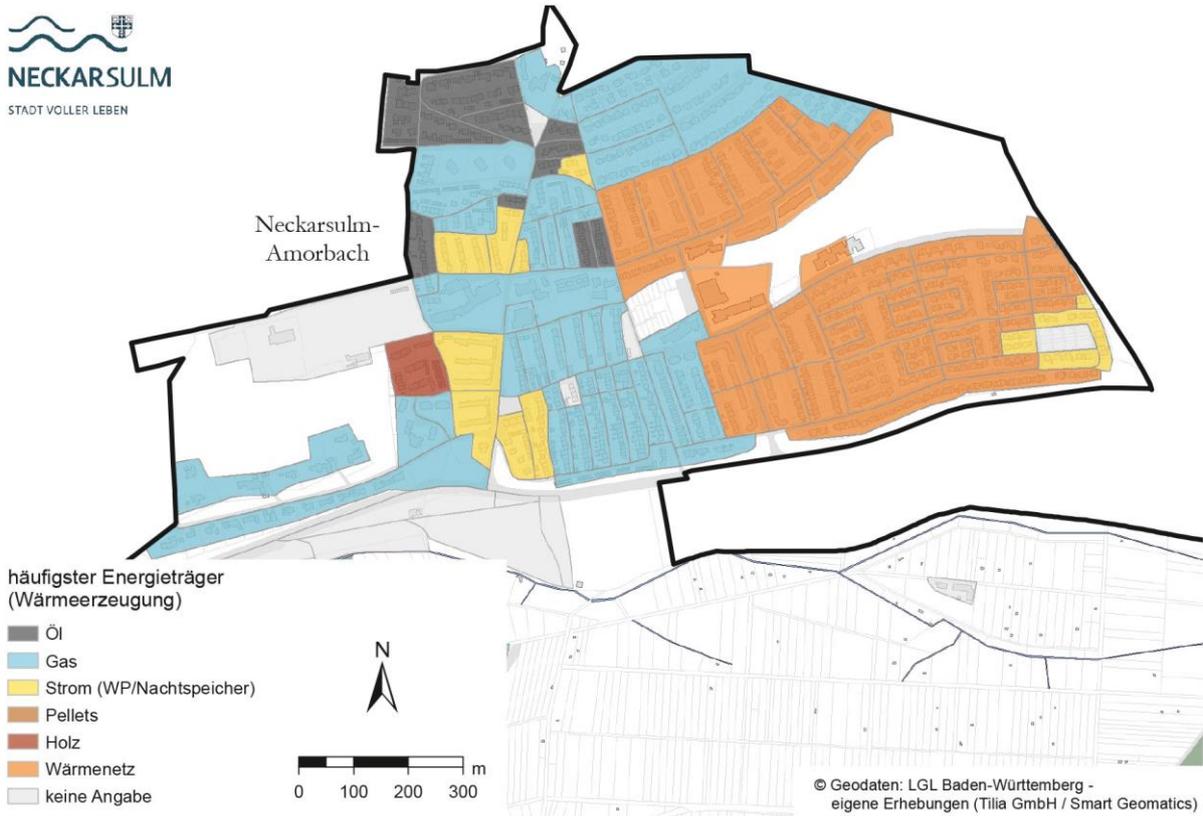


Abbildung 2-27: Energieträgerverteilung für den Stadtteil Amorbach

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten LGL)



Abbildung 2-28: Energieträgerverteilung für den Stadtteil Dahenfeld

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten LGL)

## 2.5.5 Einbaujahr der Heizungsanlagen

Zusätzlich zu den Brennstoffen der Wärmeerzeugungsanlagen wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung das Baujahr der Wärmeerzeugungsanlagen im Stadtgebiet Neckarsulm ausgewertet. Das Baujahr der Anlagen wurde aus den Schornsteinfegerdaten extrahiert. Bei 1.734 Heizungsanlagen konnte kein Einbaujahr ermittelt werden. Grund dafür ist unter anderem, dass bei den strombasierten Wärmeerzeugungsanlagen sowie bei den Wärmenetzen keine Daten zum Einbaujahr vorlagen. Bei den Wärmeerzeugungsanlagen, bei denen Daten zum Baujahr vorhanden waren, wurde der größte Teil (66,8 %) vor 2008 eingebaut. Dies bedeutet, dass zwei Drittel der Anlagen nicht nach neuesten Standards (Brennwerttechnik) betrieben werden und etwa die Hälfte aller Heizungsanlagen älter als 20 Jahre – also demnächst oder akut erneuerungsbedürftig – sind.

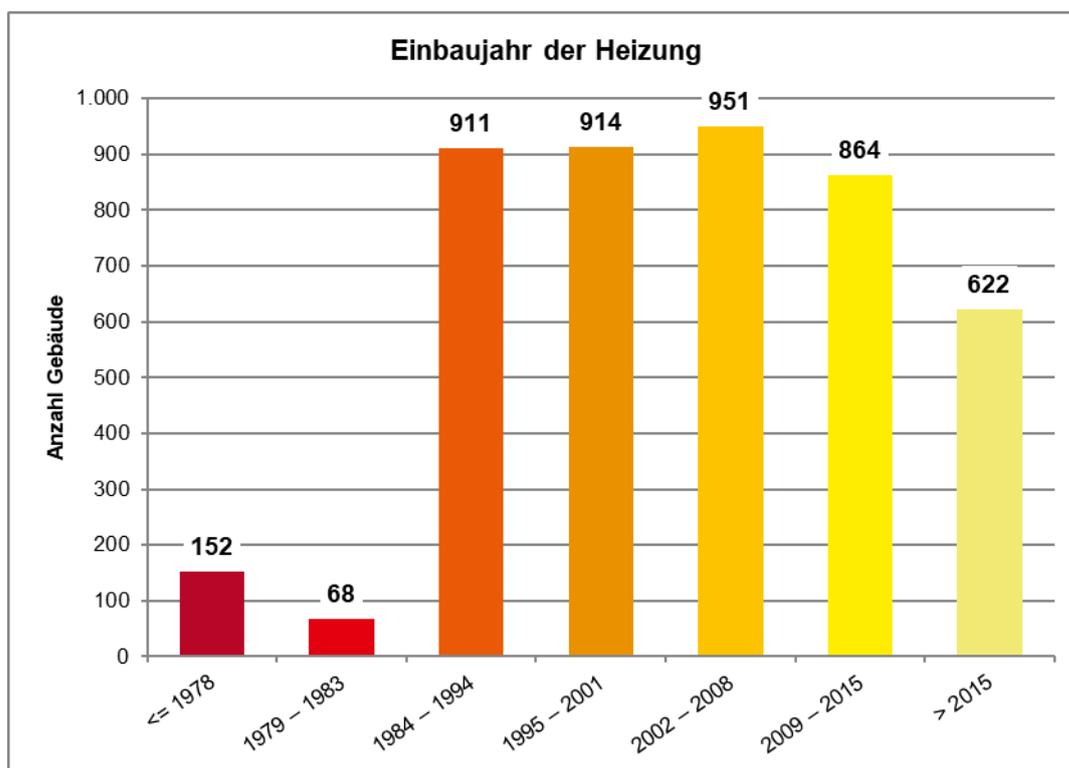


Abbildung 2-29: Einbaujahr der Heizungsanlagen in Neckarsulm

(Quelle: eigene Darstellung)

Hier bestehen Effizienzpotenziale von bis zu 25 % des Energieverbrauches, wenn von alten Konstanttemperaturkesseln ausgegangen wird. Dieses typische Bild der Verteilung des Alters von Heizungsanlagen stellt keine Besonderheit dar. Gerade in Privatgebäuden werden Heizungsanlagen in der Regel bis zur „Schrottreife“ betrieben.

Besonders altersschwache Heizungen finden sich erwartungsgemäß und zum großen Anteil auf der Seite der Heizölheizungen in privaten Wohngebäuden und hier wiederum in Gebieten, in welchen Heizöl als Hauptbrennstoff dient.

### 2.5.6 Einbaujahr der Gasheizungen

Zur weiteren detaillierteren Betrachtung bezüglich der Einbaujahre der Gasheizungen und eines zukünftigen Austauschs muss berücksichtigt werden, dass ca. 30,3% der Gasheizungen nach 2008 eingebaut wurden und daher schon mit effizienterer Brennwerttechnik ausgerüstet sind. Gerade in Mehrfamilienhäusern mit Etagen-Gasheizungen wird eine Umstellung auf ein Brennwertsystem inklusive der neuen Regelung von 65 % erneuerbarer Energieanteil eine Herausforderung sein. Hier wäre der Umbau auf Wohnungsstationen mit einer zentralen Wärmezentrale die beste Alternative und sollte bevorzugt werden. Es wurden noch 4.517 Gasheizungen ermittelt, die keine Angabe zum Alter aufwiesen.

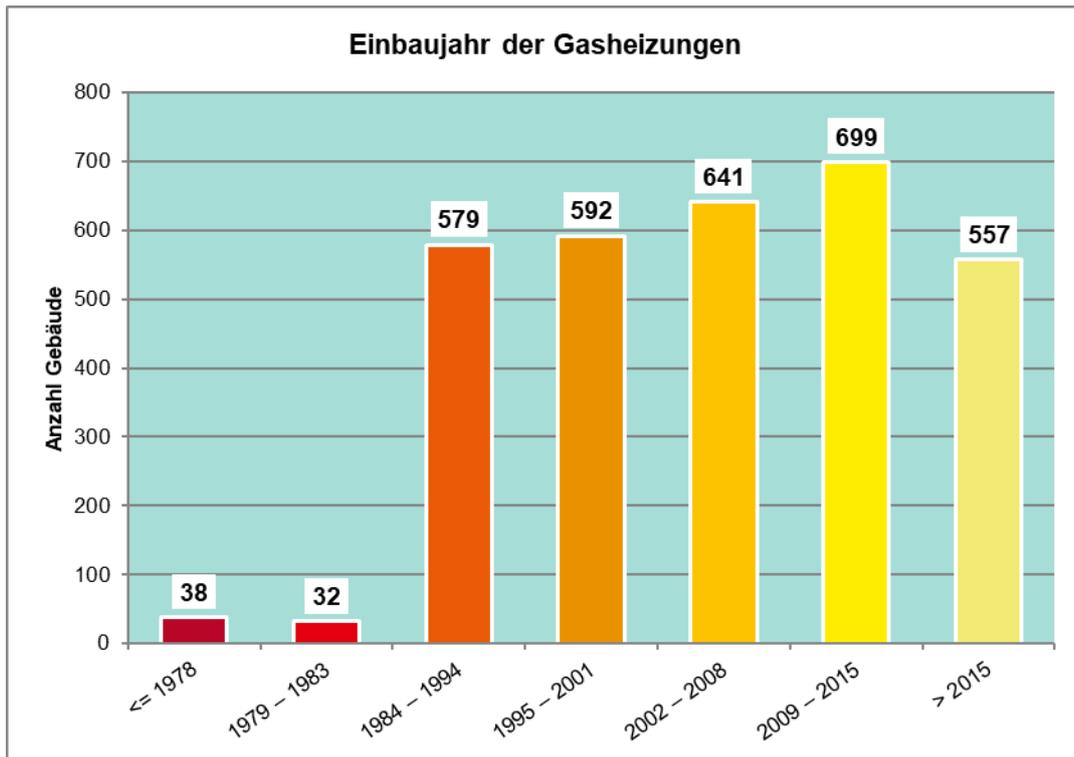


Abbildung 2-30 Einbaujahr der Gasheizungen

(Quelle: eigene Darstellung)

## 2.5.7 Einbaujahr der Ölheizungen

Die meisten Ölheizungen werden in Ein- oder Zweifamilienhäusern betrieben. Wie in der Abbildung 2-31 dargestellt, ist der größte Teil der Ölheizungen älter als 20 Jahre und daher wahrscheinlich nicht mit Brennwerttechnik versehen. Zusätzlich sind die meisten Ölheizungen in Gebäuden installiert, die mit einem hohen Vorlaufheizungssystem arbeiten, z.B. über 70°C. Hier sollte in der nächsten Zukunft der Fokus auf der Installation einer Niedertemperaturheizung liegen. Dazu ist es nicht immer nötig, Flächenheizungen zu verbauen. Bei ausreichender Abstrahlfläche der Heizkörper funktioniert die niedrigere Temperatur mit Radiatoren. Zusätzlich lässt das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) ab 2024 eine Kombination von Öl-Brennwerttechnik und einer Wärmepumpe zu. Dabei ist aber zu beachten, dass eine Kombination mit Wärmepumpe und Elektroheizstab in der Zukunft die ökonomischste Kombination sein wird. In den meisten Sanierungsfällen mit Ölheizungen sind nicht die Heizungen das Problem, sondern die Luftdichtigkeit und die Dämmung der Gebäudehülle. Besonderes Augenmerk ist auf die Luftdichtigkeit zu legen, da auch ein gut gedämmtes und saniertes Haus mit einer undichten Gebäudehülle energetisch ineffizient ist.

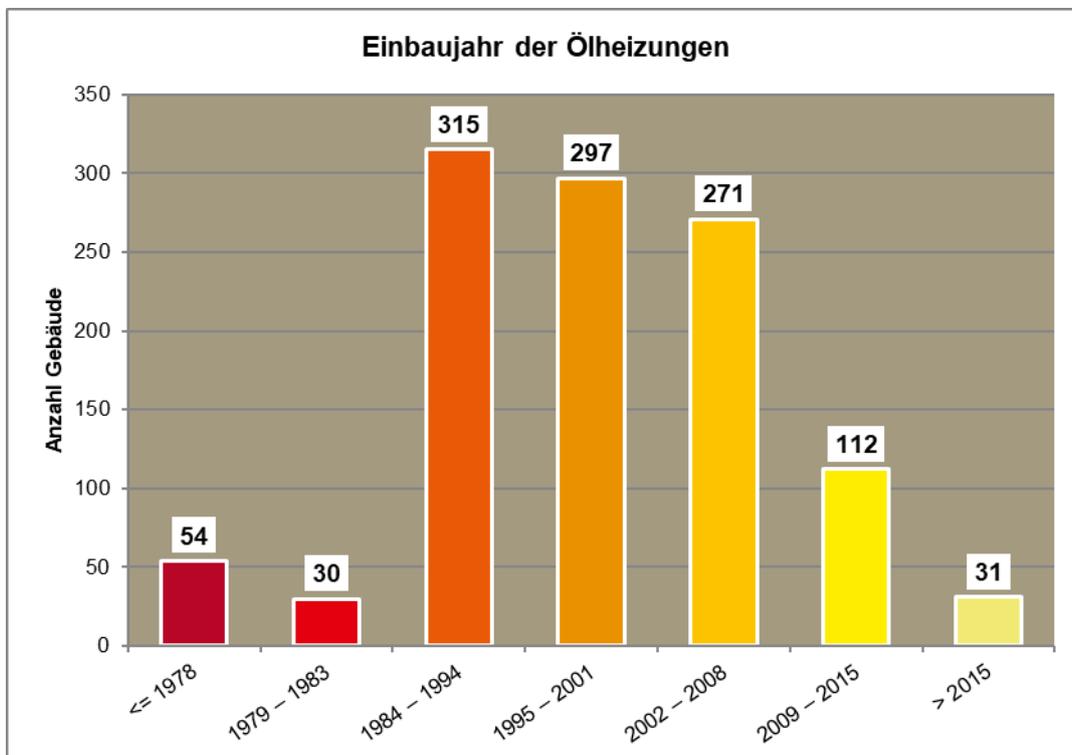


Abbildung 2-31 Einbaujahr der Ölheizungen

(Quelle: eigene Darstellung)

## 2.6 Geothermische Bestandsanlagen

Die folgende Abbildung 2-32 zeigt die bestehenden geothermischen Anlagen im Stadtgebiet von Neckarsulm. Die meisten Bohrtiefen der Erdwärmesonden liegen zwischen 50 und 100 Metern Tiefe.

Diese geothermische Bestandsanlagen könnten eine erste Aussage zur Effizienz des vorhandenen geothermischen Potentials geben. Im Vergleich mit der späteren Potenzialerhebung zeigen sich schon erste Anzeichen von Gunsträumen, wie beispielsweise in Obereisesheimer Norden.

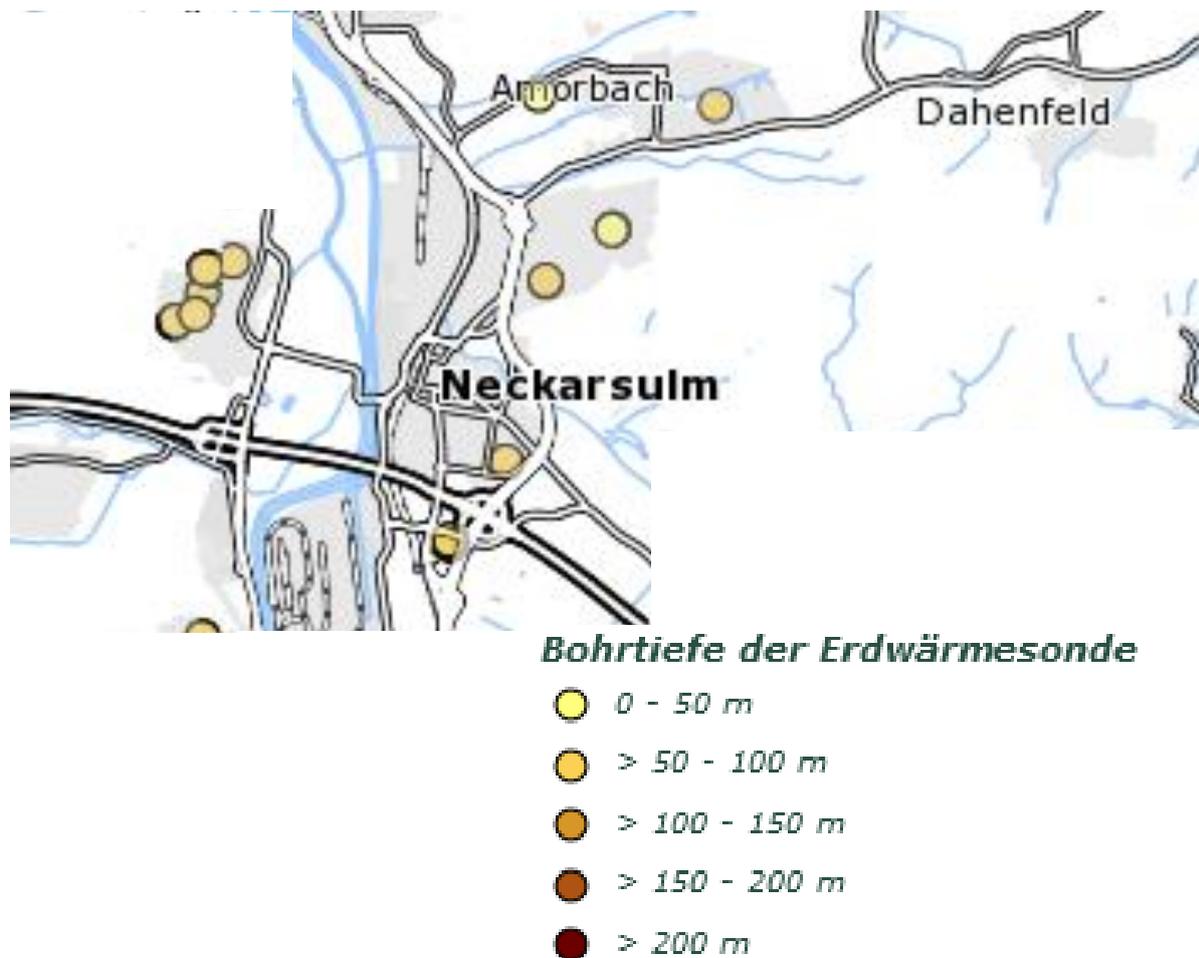


Abbildung 2-32 bestehende Erdsondenbohrungen in Neckarsulm

(Quelle: LGRB)

## 2.7 Engagement Solarenergie Förderung Neckarsulm

Die Stadt Neckarsulm engagiert sich schon seit mehreren Jahren im Bereich des Klimaschutzes (s. Abbildung 2-33). Im Jahr 2008 wurde mit 238 Anträgen zum Förderprogramm Klimaschutz ein Höchststand erreicht. Im Jahr 2003 wurden die meisten Anträge zum Förderprogramm zur Solarenergie beschieden. In der Abbildung 2-34 sind die bewilligten Fördersummen zwischen den Jahren 1998 – 2013 dargestellt. Sie zeigen, dass die Fördersummen zur Solarenergie um ein Vielfaches höher sind als die Fördersummen zum Klimaschutz.

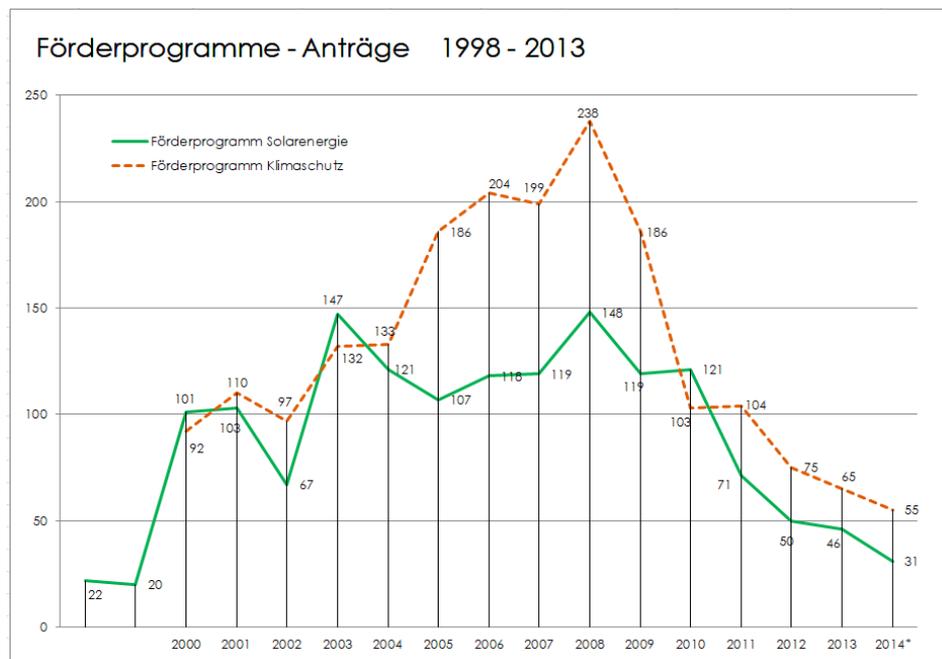


Abbildung 2-33 Anzahl der Solar- und Klimaschutz-Förderprogramm-Anträge

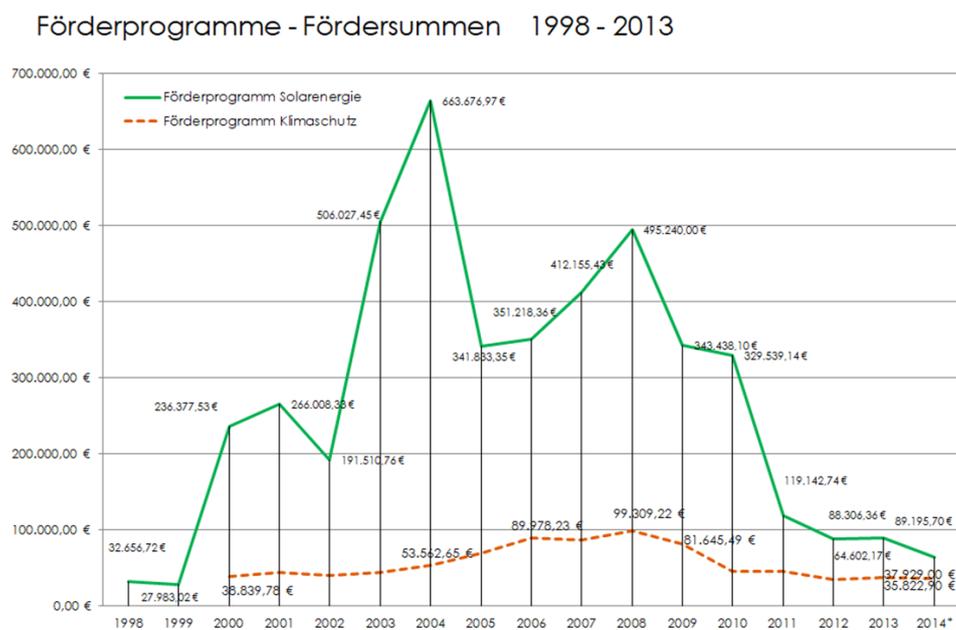


Abbildung 2-34 Höhe der Solar- und Klimaschutz-Förderprogramm-Summe

## 2.8 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Um aus den ermittelten Wärmebedarfen eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz (Übersicht über Energiemengen und der daraus verursachten Treibhausgasemissionen) zu erstellen, werden die ermittelten Energiemengen mit den Emissionsfaktoren multipliziert (KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2022). Aus der Berechnung ergibt sich folgende Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz:

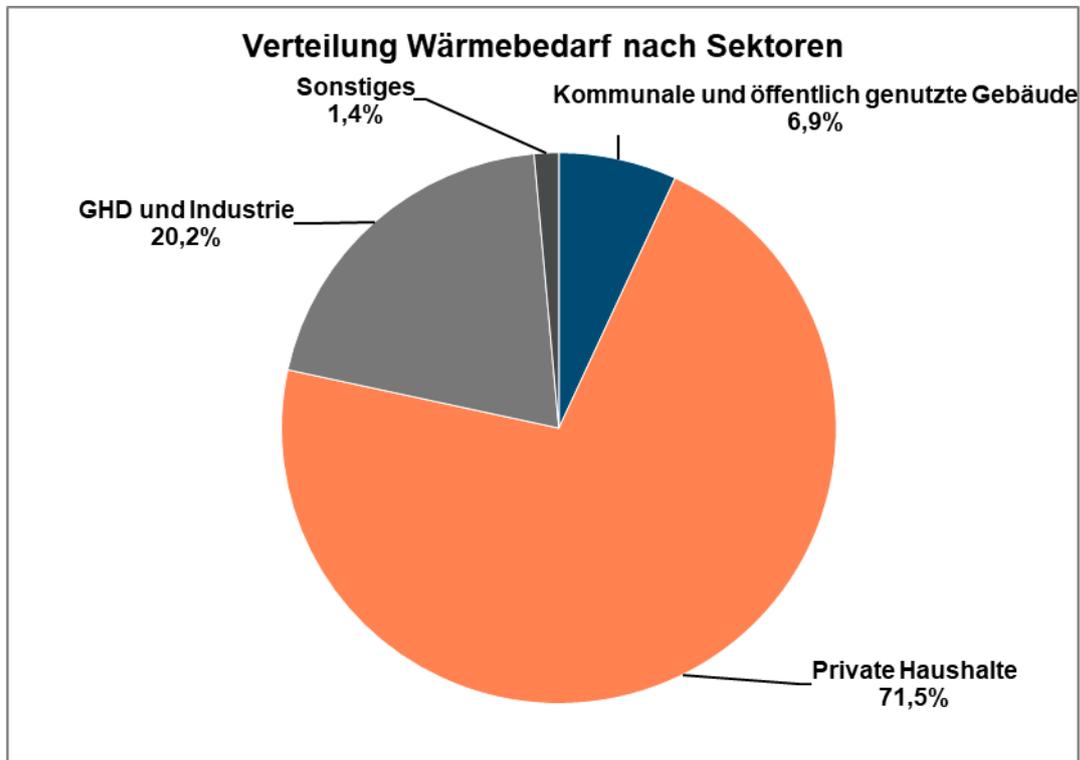


Abbildung 2-35: Sektor-Verteilung des Wärmebedarfs

(Quelle: eigene Darstellung)

Tabelle 2-7: Sektor-Verteilung des Wärmebedarfs

Wärmebedarf	
Sektor	Wärmebedarf [MWh/a]
Kommunale und öffentlichgenutzte Gebäude	17.623
GHD und Industrie	51.652
Private Haushalte	183.154
Sonstiges	3.668

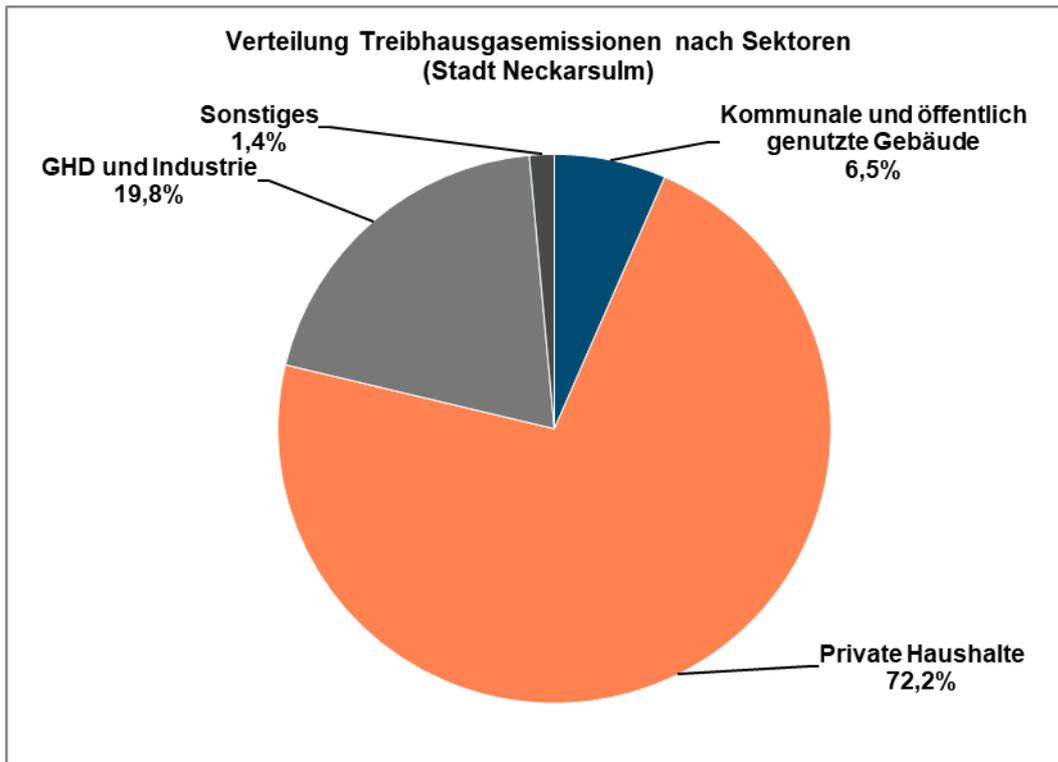


Abbildung 2-36: Sektor-Verteilung der Treibhausgasemissionen

(Quelle: eigene Darstellung)

Tabelle 2-8: Sektor Verteilung der Treibhausgasemissionen

CO <sub>2</sub> -Emissionen	
Sektor	CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]
Kommunale und öffentlichgenutzte Gebäude	4.226
GHD und Industrie	12.799
Private Haushalte	46.655
Sonstiges	936

Die Bevölkerungszahl lag im Jahr 2021 bei 26.292 Einwohnern. Dies ergibt einen durchschnittlichen Endenergiebedarf im Bereich Wärme etwa 9.750 kWh/EW. Damit liegt das Stadtgebiet Neckarsulm unter dem Bundesdurchschnitt von 15.412 kWh/EW im Jahr (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022).

In Abbildung 2-36 wird die sektorale Verteilung der Treibhausgasemissionen abgebildet. Die Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren ist in etwa analog zum Anteil des Endenergiebedarfs in den einzelnen Sektoren. 72,2 % der Emissionen entfallen auf den Sektor private Haushalte, gefolgt vom Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie mit 19,8 %.

### 3. Potenzialanalyse

#### 3.1 Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Aus der Analyse des Gebäudebestandes wird ersichtlich, dass etwa 75 % davon vor Inkrafttreten jeder staatlichen Regulierung einer Gebäudewärmedämmung errichtet wurden. Nach neueren Baustandards gemessen verbrauchen diese Gebäude mehr Wärmeenergie, als es bei nutzungsgleichen Neubauten der Fall wäre. Dementsprechend höher sind Verbräuche und resultierende CO<sub>2</sub>-Emissionen, da bei den meisten dieser Gebäude die Wärmequelle eine Fossile ist.

Um hier nicht unnötig fossile Energieträger einsetzen zu müssen, ergeben sich folglich drei Handlungsfelder, welche zur Bewältigung der Energiewende unabdingbar sind:

- Minderung des Gebäudeenergiebedarfes,
- Ersatz des fossilen Energieträgers durch einen erneuerbaren,
- Effizienzsteigerung der Beheizungsanlage.

Am rationellsten ist es, im ersten Schritt nicht mehr Energie zu verbrauchen, als es nach neueren Baustandards nötig wäre. Natürlich kommt es hier auf eine Verhältnismäßigkeit zwischen Sanierungskosten und Energieeinsparung an, denn rein technisch ist bei fast jedem Gebäude ein Null-Energie-Standard möglich. Die Kosten dafür steigen jedoch im Verhältnis zur Energieeinsparung exponentiell an. Folglich könnte in der Potenzialbeschreibung theoretisch ein 100 %-iges Einsparpotenzial veranschlagt werden. Dies ist aber unrealistisch, da die damit einhergehenden Kosten für weite Teile der Bevölkerung zu hoch sein würden. Daher empfiehlt es sich, für die Potenzialabschätzung zuerst ein ausgewogenes Kosten-Nutzen-Verhältnis in der Potenzialabschätzung zu Grunde zu legen. Im zweiten Schritt sollte eine effizientere Heizungsanlage installiert werden, um Energieverluste zu minimieren und erst im dritten Schritt den verbleibenden (unvermeidbaren) Bedarf aus erneuerbaren Energien zu decken. Dies verringert gleichzeitig Anlagen- bzw. Verbrauchskosten, da die Verbrauchsdimensionen dann kleiner sind. In der Praxis wird diese Abfolge oft nicht beachtet und es kommt im Ergebnis zu ökologischen und ökonomischen Fehlallokationen. Hierzu existieren schon Bemühungen der Stadt Neckarsulm durch das kommunale Energiemanagement, das für städtische Gebäude Sanierungsfahrpläne erstellt und in Versorgungsüberlegungen mit einbezieht.

Das höchste Energieeinsparpotenzial im Bereich Wärme liegt in der Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden durch energetische Sanierungen. Dazu gehört die Sanierung der Heizungsanlage als auch die Dämmung von Außenwänden, Dachinnenflächen und Kellerdecken sowie die Erneuerung von Fenstern.

Die Einsparungen, die bei den jeweiligen Gebäuden durch energetische Sanierungen erzielt werden können, variieren je nach Baujahr und Sanierungsstandard. Für das Stadtgebiet Neckarsulm konnten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung mit Hilfe der Baujahre der Wohngebäude und von Dämm-Standardwerten für Sanierungen (Institut für Wohnen und Umwelt, 2022) die Einsparungen durch energetische Sanierungen für alle Wohngebäude im Stadtgebiet ermittelt werden. Eine empirische Analyse scheidet aufgrund eines sehr hohen Erhebungsaufwandes als nicht zielführend aus.

Für Gebäude mit anderen Nutzungsarten sind die möglichen Einsparungen durch energetische Sanierungen zu heterogen, als dass dafür verlässliche Angaben gemacht werden können. Ein Beispiel

wäre die genaue Abschätzung der Wärmemengen für Prozesse und für die tatsächliche Raumheizung bzw. für die Warmwasserbereitung, die in Wirtschaftsunternehmen nicht standardisierbar zu erfassen ist. Bei diesen Gebäuden sind Einzelfallanalysen notwendig, um die Einsparungen zu bestimmen. Da aber 84,3 % der Gebäude im Stadtgebiet Neckarsulm Wohngebäude sind, kann mit der Analyse der Wohngebäude ein Großteil des Potenzials im Stadtgebiet abgedeckt werden. Für den Bereich der Nichtwohngebäude ist eine Aussage zur Absenkung des Wärmebedarfes kaum seriös abzuschätzen, da eine Absenkung von jedem einzelnen Unternehmen mit all seinen Raumwärmebedürfnissen, Gebäudehüllen, Temperaturniveaus und auch den Anteilen an Prozessenergie im Produktionsprozess abhängt. Ähnlich verhält es sich mit öffentlichen Gebäuden, da die Nutzungsformen zu unterschiedlich sind. Im schlechtesten Fall bestehen in Neckarsulm in diesem Bereich keine Einsparpotenziale. Im besten Fall betragen Einsparpotenziale etwa 30 %. Für die nachfolgende Berechnung wird deshalb ein optimistischer Einsparwert von 25 % bis zum Jahr 2040 angenommen. Dieser Wert fließt später in die Szenarienbetrachtung ein.

Unter der konservativen Annahme eines Ziel-Wohngebäudeenergiebedarfes von etwa 70-100 kWh/m<sup>2</sup>\*a, der heute bei der überwiegenden Mehrzahl der Gebäude auch kostenseitig zu erreichen ist, kann bei den Wohngebäuden in Neckarsulm durch energetische Sanierungen durchschnittlich ca. 47 % des Wärmebedarfs eingespart werden, die exakte Höhe der Einsparung hängt sowohl vom Baujahr des Gebäudes als auch vom Nutzerverhalten ab. Sicherlich könnte die Sanierung auch auf einen etwas höheren Standard gebracht werden und im Einzelfall werden idealistische Gebäudebesitzer höhere Einsparungen erzielen können. Dies geht aber zulasten der Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Maßnahme. Deswegen werden die Sanierungen wahrscheinlich wirtschaftlich orientiert umgesetzt. Die hier dargestellte Potenzialabschätzung soll als realistischer Maßstab dienen.

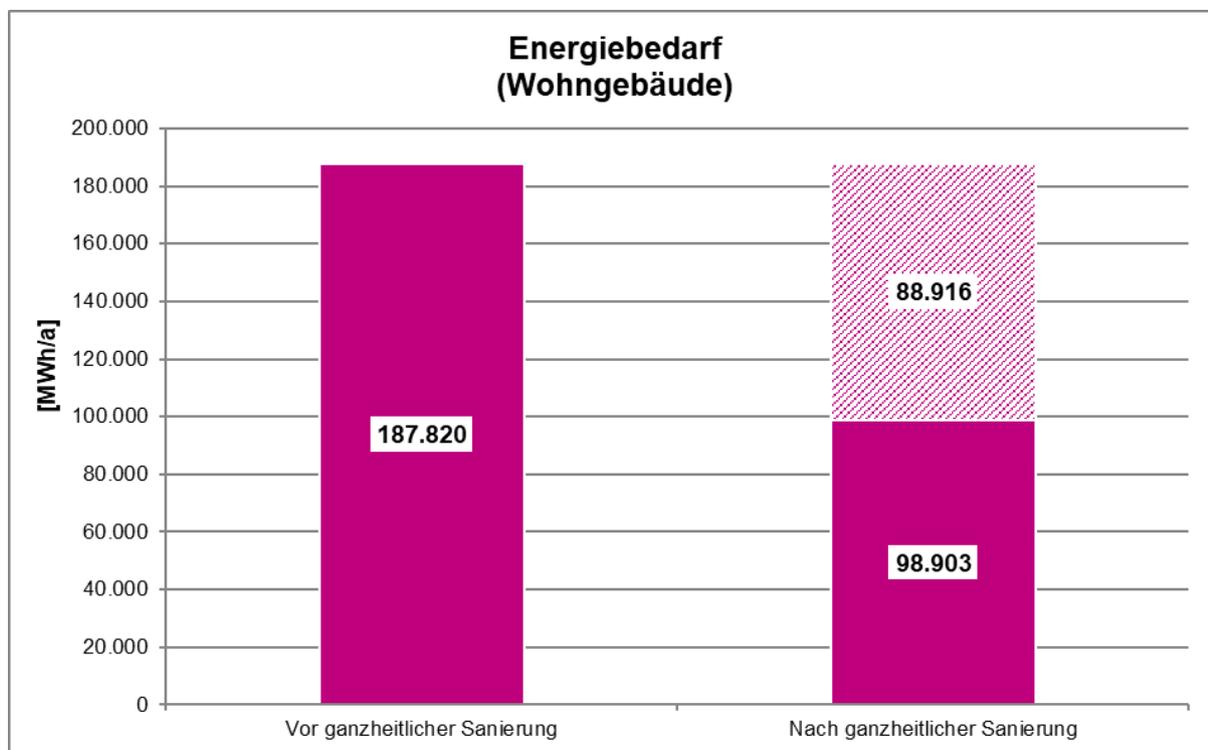


Abbildung 3-1: Energiebedarf der Wohngebäude vor und nach ganzheitlicher Sanierung

(Quelle: eigene Darstellung)

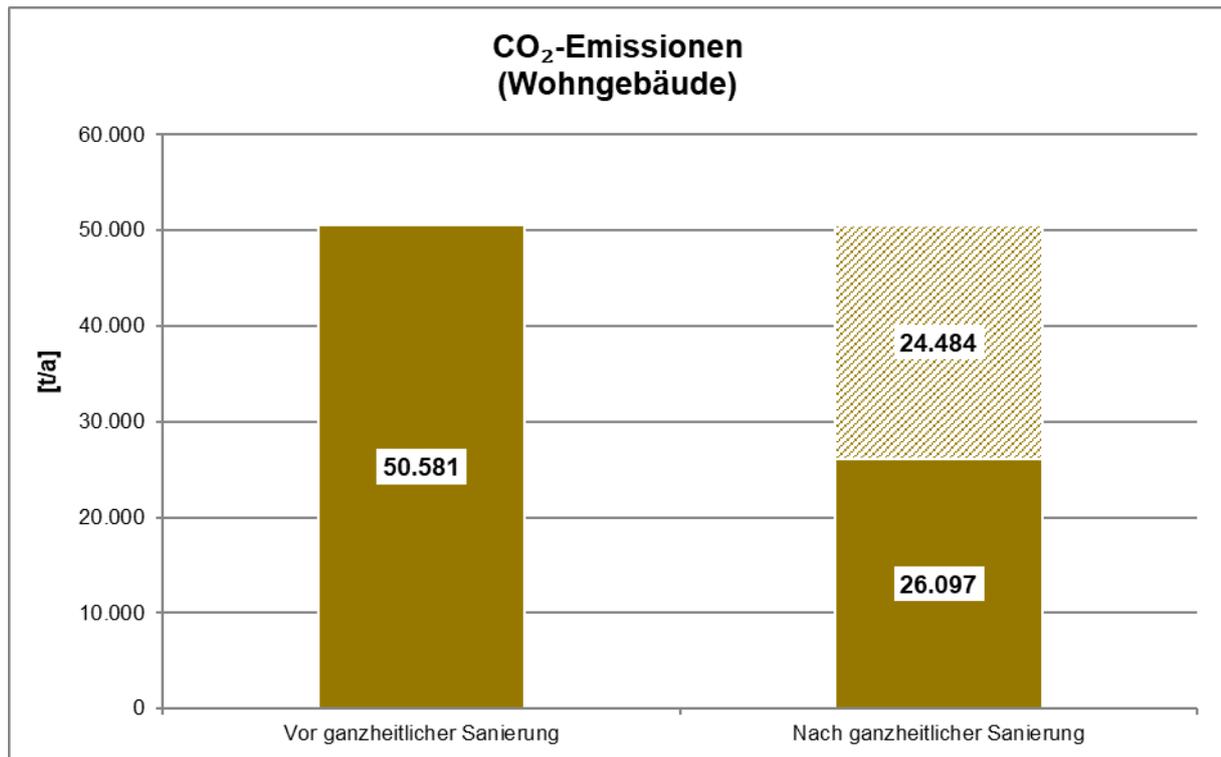


Abbildung 3-2: CO<sub>2</sub> Emissionen der Wohngebäude vor und nach ganzheitlicher Sanierung

(Quelle: eigene Darstellung)

Um eine Abschätzung über die Geschwindigkeit des Fortschreitens der energetischen Gebäudesanierung treffen zu können, wird als Hilfsparameter die so genannte Sanierungsquote abgeschätzt. Sie gibt an, welcher Anteil der Gebäude durchschnittlich in einem Jahr saniert wird. So impliziert zum Beispiel eine Sanierungsquote von 3 %, dass jährlich 3 von 100 Gebäuden in Neckarsulm saniert werden. Es bräuchte bei der Sanierungsquote dementsprechend 33 Jahre, um alle Gebäude zu sanieren.

In Abbildung 3-3 sind die berechneten potenziellen Einsparungen durch energetische Sanierungen von Wohnhäusern in Neckarsulm zu sehen. Hierbei wird von einer umfassenden energetischen Sanierung von Heizungsanlage, Dach, Fenstern, Außenwand und Kellerdecke ausgegangen. Die in den Berechnungen angenommenen Sanierungsquoten liegen bei 1,6 %, 2 %, und 4,8 %. Bei einer Sanierungsquote von 4,8 % wären alle Wohnhäuser bis zum Jahr 2040 saniert.

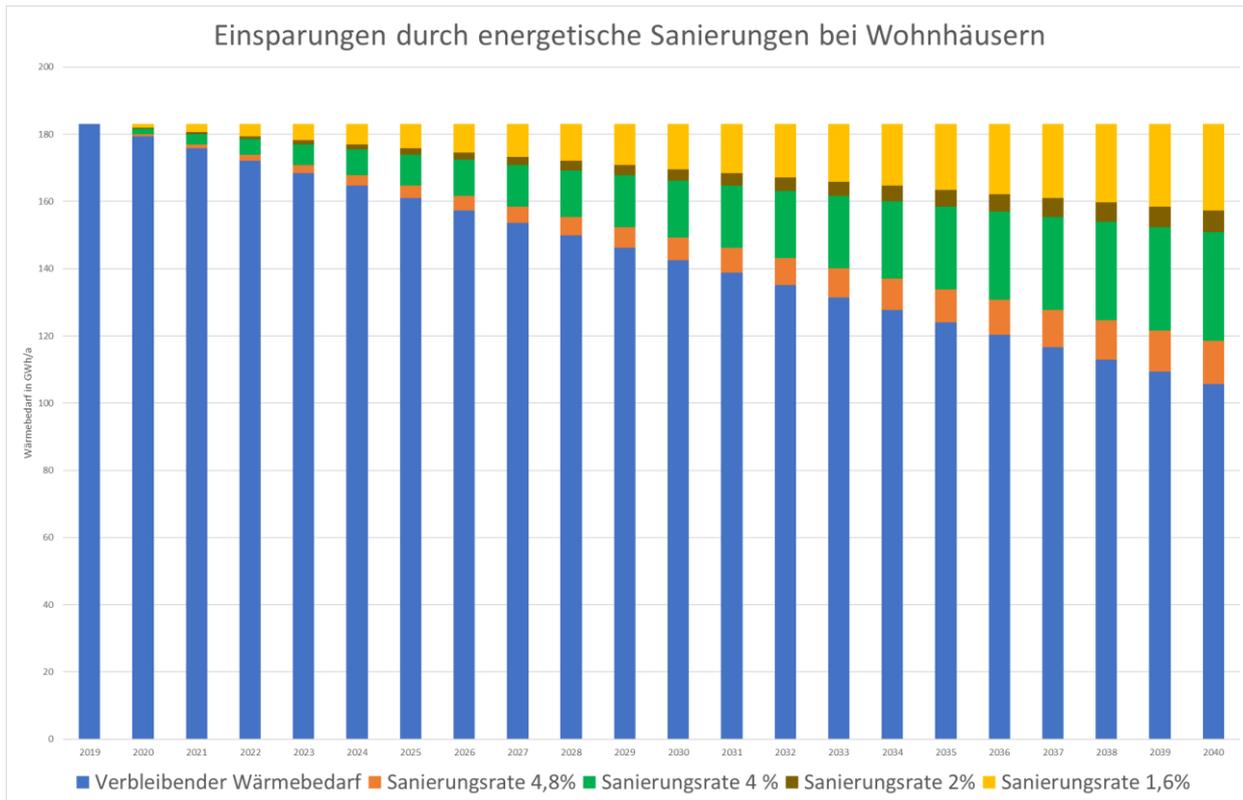


Abbildung 3-3: Effekte bei verschiedenen Sanierungsquoten

(Quelle: eigene Darstellung)

Die derzeitige Sanierungsquote im südlichen Bundesgebiet liegt bei etwa 1,6 % pro Jahr (Umweltbundesamt, 2018). Für Neckarsulm bedeutete dies eine Effizienzsteigerung bis zum Jahr 2040 von etwa 30 GWh. Rein aus der Perspektive der Energieeinsparung wären damit die Klimaschutzziele des Bundes und auch der Stadt Neckarsulm (Klimaneutralität der Kommunalverwaltung) dadurch nicht erreichbar. Hier bedarf es einerseits einer deutlichen Nachjustierung der gesetzlichen Vorgaben (vgl. GEG-Novelle) sowie der Förderkulisse, um stärkere Anreize zu setzen und andererseits der stark erweiterten Nutzung erneuerbarer Energien, um die fehlende Dynamik in der Gebäudesanierung zu kompensieren und doch noch die Klimaschutzziele erreichen zu können. Realistisch ist eine maximale Sanierungsquote von um die 2 % im Jahr möglich. Folglich sind die gelben und braunen Teile der Balken in obiger Grafik realistisch bis 2040 erschließbar. Die grünen und orange gefärbten Teilbalken werden wohl samt der blauen Teilbalken als Wärmebedarf bis 2040 bestehen bleiben. Eben diese Wärmemengen sind dann angesichts angestrebter Klimaneutralität mit erneuerbaren Energien zu erzeugen. Für Neckarsulm bedeutet das den schnellen Übergang hin zu erneuerbaren Energien samt der zugehörigen Flächeninanspruchnahme.

Auf der Grundlage der beschriebenen Annahmen ergibt sich bis zum Jahr 2040 für die Wohngebäude in Neckarsulm bei einer Sanierungsrate von 1,6 % ein Einsparpotenzial von ca. 30 GWh oder 16 % des Wärmebedarfs. Bei einer Sanierungsrate von 2 % besteht ein Einsparpotenzial von ca. 37 GWh oder 20 % des Wärmebedarfs (realistisch). Um bis 2040 die Klimaschutzziele erreichen zu können, wäre eine Sanierungsrate von 4-4,8 % notwendig. Dies bedeutete ein Einsparpotenzial von ca. 77-89 GWh oder 42-47 % des Wärmebedarfs. Dies wäre unter der Prämisse einer gewissen Wirtschaftlichkeit der Umsetzung

auch die maximal zu erwartende Potenzialausschöpfung für die Zeit nach 2040. Folglich muss aus diesem Grund ein deutliches Augenmerk auf die „Vergrünung“ der Energieerzeugung gelegt werden.

Insgesamt könnten durch die volle Potenzialausschöpfung bis zu 24.484 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden. Dies entspräche etwa 48 % der heutigen Emissionen aus dem Wärmesektor der Wohngebäude. Bei einer Sanierungsquote von 1,6 oder 2 % wäre eine Minderung zwischen 8.100 und 10.200 t CO<sub>2</sub>Äq zu erwarten. Wie gesagt ist diese Einsparung aufgrund der anzunehmenden Sanierungsquoten realistisch nicht bis zum Jahr 2040 und eher längerfristig zu erreichen. Somit sind die energetische Sanierung von Gebäuden und die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien die Grundpfeiler der Energiewende in Neckarsulm, um Klimaneutralität erreichen zu können.

### 3.1.1 Verteilung Energiebedarf Wohngebäude

Bei der Betrachtung der Verteilung des Gebäudebestandes auf deren Energieeffizienz zeigt sich, dass von den knapp 6.000 Wohngebäuden in der Stadt auch bei unsanierten Gebäuden der Handlungsdruck unterschiedlich ist. Immerhin ein Viertel des Gebäudebestandes hat wärmebedarfsseitig sehr hohe Reduktionspotenziale. Sie könnten von einem flächenspezifischen Bedarf von über 200 kWh/m<sup>2</sup>\*a auf etwa die Hälfte reduziert werden. Hier sollte zuerst gezielt auf die Gebäudeeigentümer zugegangen werden. Ein weiteres Drittel der Gebäude hat immerhin noch Energiebedarfe von 176-200 kWh/m<sup>2</sup>\*a. Auch sie müssten prioritär angesprochen werden – nicht zuletzt, weil die aktuell hohen Energiepreise hier Kosten verursachen, die mit einer Investition in Sanierung um bis zu 50 % gesenkt werden könnten. Hierzu bedarf es einer guten Argumentationsgrundlage und eines Kümmerers, der hier gezielt aufklärt und Bedarfsreduktionen nach Sanierung ökologisch und ökonomisch bewerten kann. Nur durch die Veränderung der nationalen Rahmenbedingungen und einer gezielten Ansprache auch durch die Stadt lassen sich hier Sanierungsquoten signifikant steigern. Die Alternative ist die Deckung der Wärmebedarfe mit erneuerbaren Energien, um Klimaschutzziele doch noch zu erreichen. Hier stehen aber dann größere Investitionen an, als es eigentlich nötig wäre, weil Anlagen größer konzipiert werden müssen.

Tabelle 3-1: Energiebedarf pro m<sup>2</sup> vor und nach ganzheitlicher Sanierung der Wohngebäude

Energiebedarf pro m <sup>2</sup> vor und nach ganzheitlicher Sanierung der Wohngebäude				
[kwh/m <sup>2</sup> *a]	Anzahl Gebäude:		in Prozent	
	Vor Sanierung	Nach ganzheitlicher Sanierung	vor Sanierung	nach Sanierung
<= 85	77	756	1,3%	12,6%
86 – 125	520	5.213	8,7%	87,2%
126 – 175	1.928	10	32,2%	0,2%
176 – 200	1.982	0	33,1%	0,0%
> 200	1.472	0	24,6%	0,0%
<b>GESAMT</b>	<b>5.979</b>	<b>5.979</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

(Quelle: eigene Darstellung)

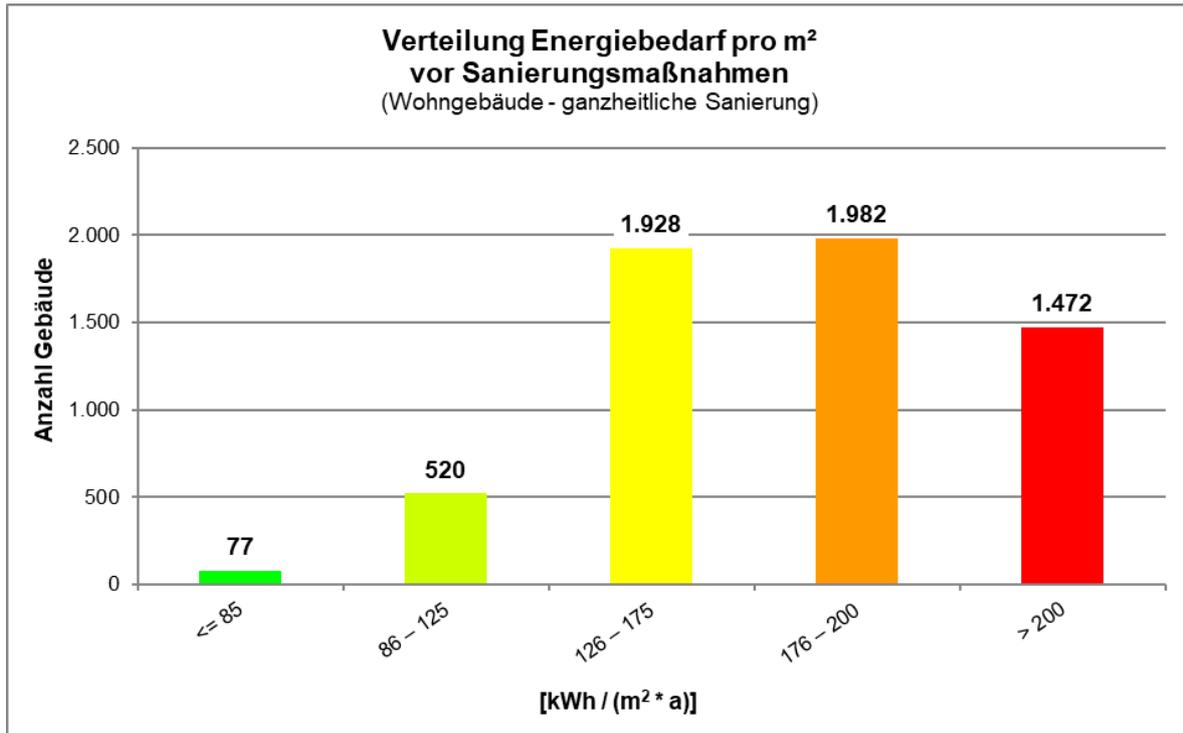


Abbildung 3-4: Verteilung Energiebedarf pro m<sup>2</sup> vor Sanierungsmaßnahmen

(Quelle: eigene Darstellung)

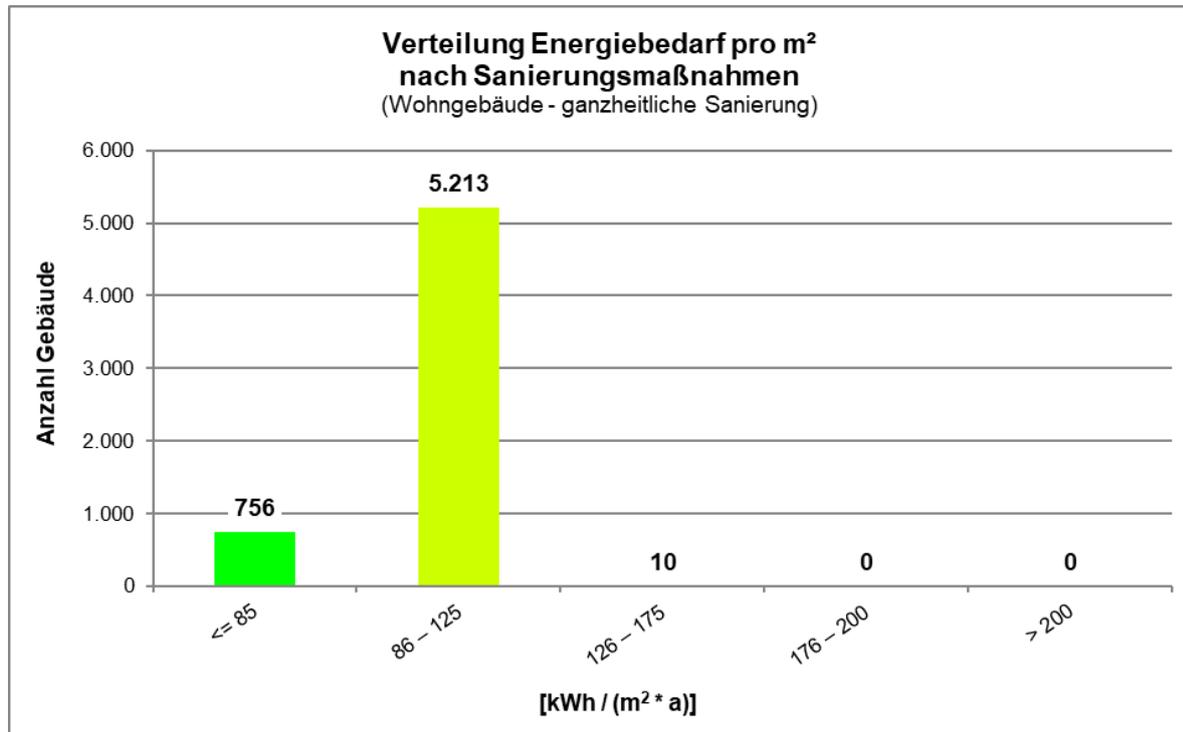


Abbildung 3-5: Energiebedarf Verteilung pro m<sup>2</sup> nach ganzheitlichen Sanierungsmaßnahmen

(Quelle: eigene Darstellung)

### 3.1.2 Energiebedarf Einsparpotenzial auf Baublock-Ebene

Die Einsparpotenziale liegen, analog zum Baujahr der Gebäude, heterogen über das Stadtgebiet verteilt. Die nachfolgenden Karten geben deshalb einen Überblick über die Baublöcke, in denen das Einsparpotenzial am höchsten ist und deswegen zuerst adressiert werden sollte. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Einsparpotenziale bei ganzheitlicher Sanierung in den einzelnen Teilgebieten der Stadt.

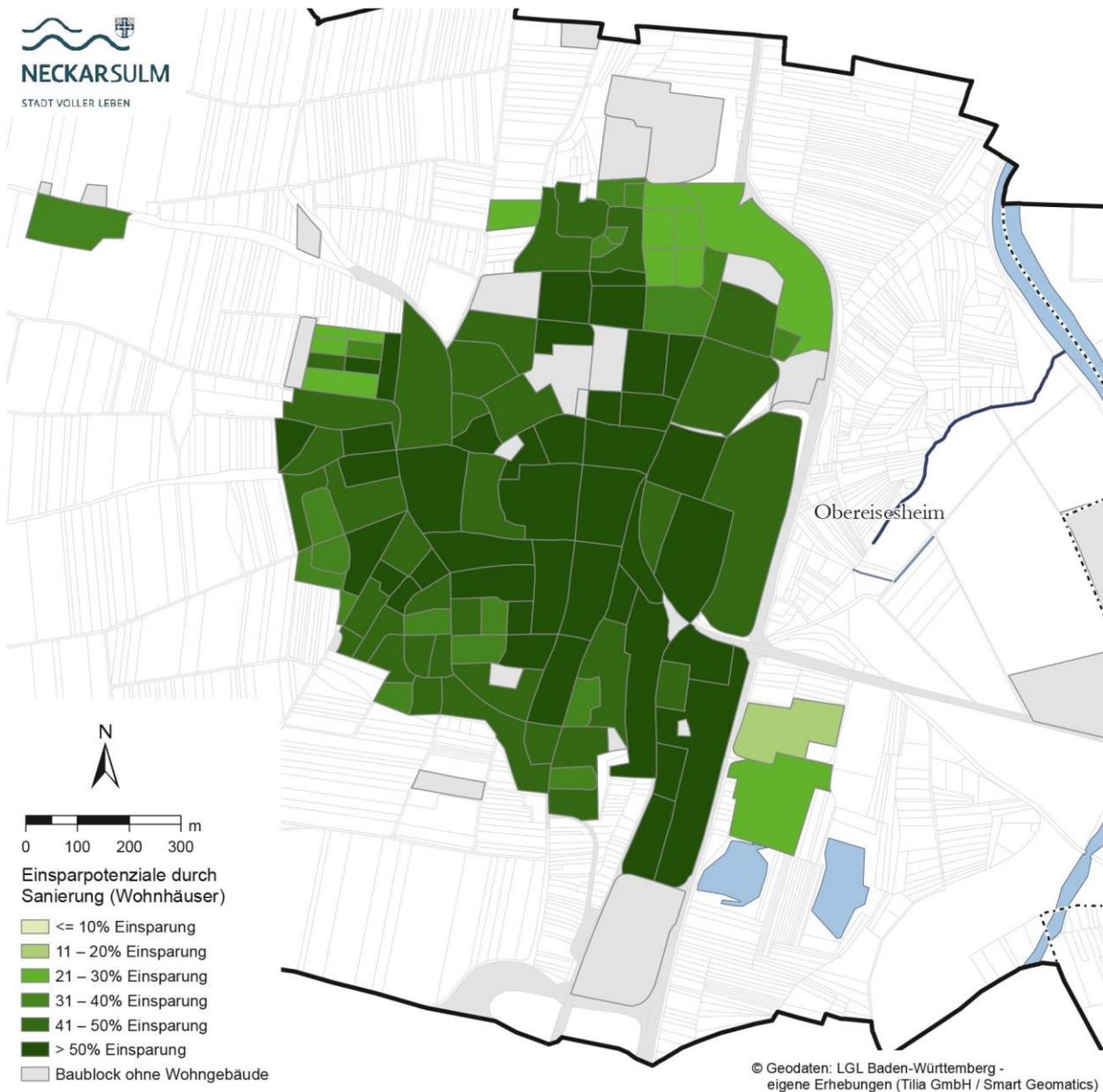


Abbildung 3-6: Einsparpotenzial durch ganzheitliche Sanierung im Stadtteil Obereisesheim

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten des LGL)

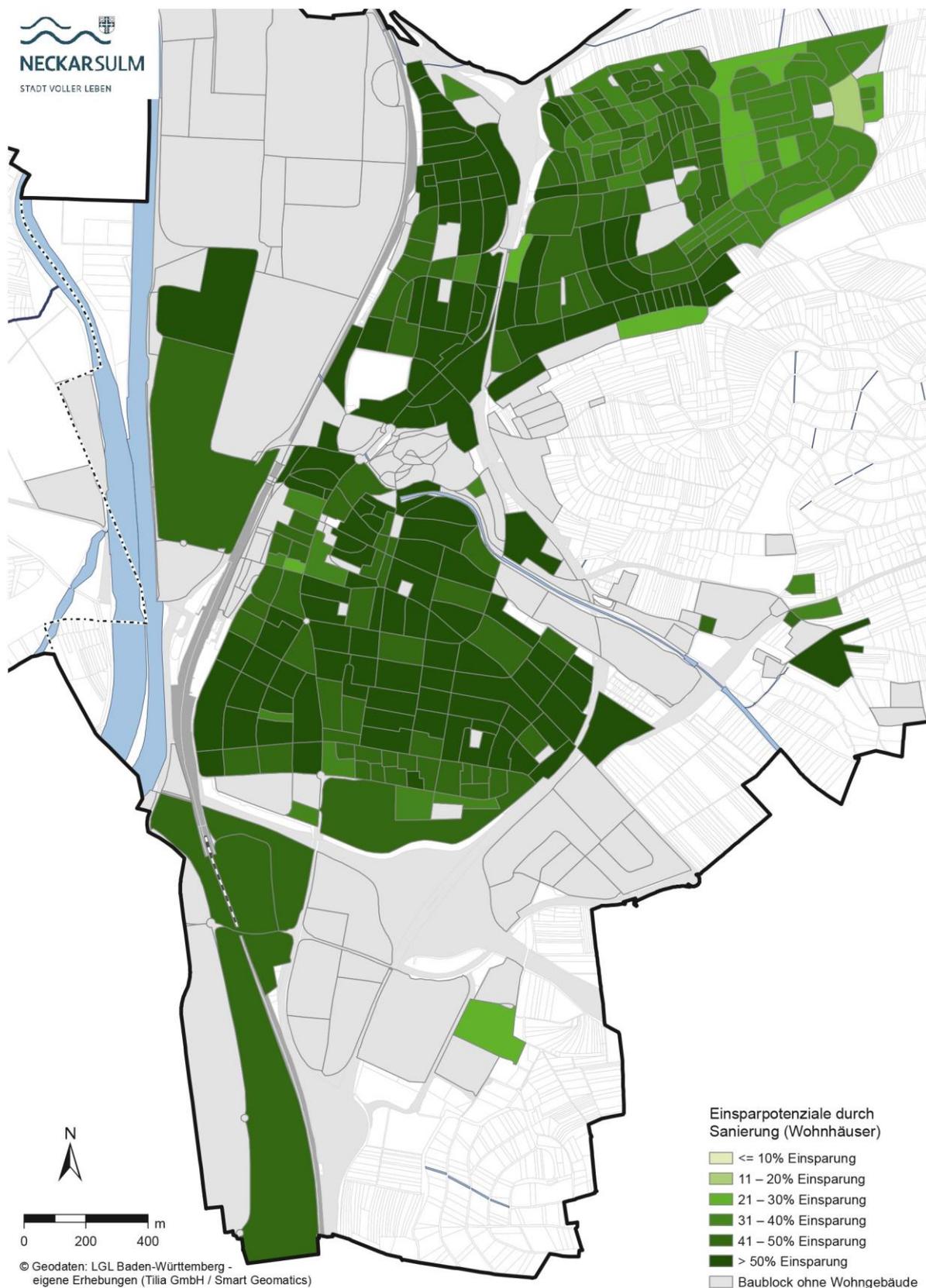


Abbildung 3-7: Einsparpotenzial durch ganzheitliche Sanierung in der Kernstadt Neckarsulm

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten des LGL)



Abbildung 3-8 Einsparpotenzial durch ganzheitliche Sanierung im Stadtteil Amorbach

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten des LGL)



Abbildung 3-9: Einsparpotenzial durch ganzheitliche Sanierung im Stadtteil Dahenfeld

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten des LGL)

### 3.2 Potenzial zur Strom-Einsparung bei der Nutzung von effizienteren Geräten

#### Erarbeitung und Darstellung der Potenziale zur zukünftigen Stromnutzung und -bedarfsdeckung im Gebäude:

Der Energieverbrauch in Gebäuden macht in vielen Ländern, insbesondere in Deutschland, einen erheblichen Teil des Gesamtenergieverbrauchs aus. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (Destatis) ist die Steigerung der Effizienz des Stromverbrauchs in Gebäuden daher ein wichtiger Weg, um den Gesamtenergieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu senken. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Nachfrage nach Elektrizität in Gebäuden in Zukunft weiter steigen wird, da die Bevölkerung wächst und mehr Menschen in städtische Gebiete ziehen, sich die Urbanisierungsmuster ändern und die Technologien fortschrittlicher werden. So wird beispielsweise mit der zunehmenden Verbreitung von Elektrofahrzeugen die Integration interner Ladestationen immer beliebter, und auch der Einsatz anderer elektrischer Geräte wie Wärmepumpen und elektrischer Warmwasserbereiter nimmt zu, wodurch der Strombedarf in Gebäuden steigt.

Um diese steigende Stromnachfrage zu befriedigen, ist es wichtig, die Effizienz der Stromnutzung in Gebäuden weiter zu verbessern. Dies kann durch eine Vielzahl unterschiedlicher Strategien erreicht werden. Nach Angaben nationaler Umweltbehörden, wie dem Umweltbundesamt, sind dies fünf mögliche Entwicklungen, die hervorgehoben werden könnten:

- **Verbesserte Isolierung und Abdichtung:** Die Verringerung von Wärmeverlusten durch Wände, Fenster und Dächer kann den Energiebedarf zum Heizen und Kühlen von Gebäuden senken.
- **Innovative energieeffiziente Geräte:** Der Einsatz von energieeffizienten Geräten, Heiz- und Kühlsystemen sowie Beleuchtungsanlagen kann den Stromverbrauch erheblich senken. In dem Maße, in dem sich diese Technologien durchsetzen, wird der Gesamtstrombedarf in Gebäuden wahrscheinlich sinken.
- **Verstärkter Einsatz erneuerbarer Energiesysteme:** Da die Kosten für erneuerbare Energiequellen weiter sinken, kann die Installation von Systemen zur Nutzung erneuerbarer Energien wie Sonnenkollektoren, Erdwärme, Wasserkraft und Windturbinen dazu beitragen, dass Gebäude ihren eigenen Strom erzeugen, wodurch die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und der Gesamtstrombedarf aus dem Netz verringert werden.
- **Intelligente Gebäudetechnik:** Gebäudemanagementsysteme können zur Optimierung des Energieverbrauchs und zur Verringerung von Abfällen eingesetzt werden, ebenso wie Fortschritte in der Gebäudeplanung, die zu energieeffizienteren Gebäuden mit geringerem Stromverbrauch führen könnten. Beispielsweise könnte die Verwendung von Materialien, die Gebäude besser isolieren oder die Wärme reflektieren, dazu beitragen, den Heiz- und Kühlbedarf zu senken, was wiederum den Gesamtstrombedarf verringern könnte.
- **Entwicklung von Reaktionsstrategien zur Steuerung der Stromnachfrage:** Dies kann den Einsatz intelligenter Geräte und Gebäudesysteme beinhalten, die ihren Energieverbrauch als Reaktion auf Veränderungen im Stromnetz anpassen können, oder die Einführung von nutzungsabhängigen Preissystemen, um die Energienutzung in Zeiten geringer Nachfrage zu fördern.
- **Entwicklung von Energiespeichertechnologien:** z. B. Batterien oder thermische Speichersysteme, um überschüssige erneuerbare Energie für die Nutzung in Zeiten hoher Nachfrage zu speichern. Dies kann dazu beitragen, die Schwankungen der erneuerbaren

Energiequellen auszugleichen und es einfacher machen, sich auf sie als primäre Stromquelle zu verlassen.

Insgesamt sollte man bei der Entscheidung, ob ein Gerät ersetzt werden soll, das Alter und die Effizienz des Geräts, die Kosten für den Ersatz und Gewohnheiten der weiteren Nutzung des Geräts berücksichtigen. Im Allgemeinen kann der Ersatz von Geräten durch neuere, energieeffizientere Modelle dazu beitragen, den Energieverbrauch und die Betriebskosten zu senken, aber es ist wichtig, die Kosten und Vorteile eines Austauschs sorgfältig abzuwägen.

### **3.3 Potenziale erneuerbarer Energien sowie Abwärme**

#### **3.3.1 Biomasse**

##### **3.3.1.1 Energetisches Potenzial Bioabfälle**

Nach Angaben der Abfallbilanz des Landes Baden-Württemberg für das Jahr 2020 fallen im Landkreis Heilbronn, wozu die Stadt Neckarsulm gehört, 77 kg organische Abfälle pro Einwohner an (Ministerium für Umwelt, Klima und Landwirtschaft Baden-Württemberg, 2021).

Hochgerechnet auf das Stadtgebiet Neckarsulm, mit 29.262 Einwohnerinnen und Einwohnern (Stadtverwaltung Neckarsulm, 2021) ergibt das 2.253 t Bioabfall im Jahr. Um das energetische Potenzial des Bioabfalls zu berechnen, wurden als Kennzahlen zu Grunde gelegt, dass pro Tonne Bioabfall 110 m<sup>3</sup> Biogas gewonnen werden können (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, 2015) und ein Kubikmeter Biogas über einen Energiegehalt von 6,3 kWh verfügt (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2022). Unter der Annahme dieser Kennzahlen ergibt sich ein energetisches Potenzial von Bioabfällen von ca. 1.561 MWh im Jahr.

Problematisch bei diesem Potenzial ist stets die recht komplizierte Sammellogistik für diese jeweils sehr kleinen Mengen an verwertbarer Biomasse. Daher sollte der Fokus auf Potenzialen liegen, die einfacher zu erschließen sind.

##### **3.3.1.2 Energetisches Potenzial Waldholz**

Auf dem Stadtgebiet von Neckarsulm existiert kein nennenswertes Potenzial an nutzbarem Waldrestholz. Das zur Nutzung im Biomasseheizkraftwerk eingesetzte Holz stammt aus regionalen Quellen. Es wird über den regionalen Handel aus dem Umkreis von 50 km bezogen.

### 3.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Bevor hier das geothermische Potential in Neckarsulm betrachtet wird, muss daraufhin gewiesen werden, dass es im Stadtgebiet eine Besonderheit gibt. Unter Teilflächen der Stadt und insbesondere der Innenstadt existiert ein großes Salzbergwerk, welches im Moment nicht mehr bewirtschaftet wird. Dies erschwert die Beurteilung der geothermischen Potenziale. Da aber gerade im nördlichen Bereich des Stadtteils Obereisesheim sowie in der Nähe der Sulm durch das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau vom Regierungspräsidium Freiburg (LRGB) mögliche nutzbare Flächen ausgewiesen werden, wird das geothermische Potenzial hier anhand der Grundlagen des LRGB zur Verfügung gestellten Kartenmaterials ermittelt.

Bei der Nutzung der oberflächennahen Geothermie gibt es grundsätzlich zwei Herangehensweisen:

- Erdwärmesonden
- Erdwärmekollektoren

Während Erdwärmekollektoren stets in den obersten frostsicheren Bodenschichten eingebaut werden, werden für Erdwärmesonden Bohrungen in tiefere Bodenschichten bis zu 400 m notwendig. Beide Herangehensweisen zählen aber zur oberflächennahen Geothermie. Im weiteren Kapitel 3.3.3 wird die Tiefengeothermie dargestellt. Darunter fallen geothermische Bohrungen, die bis zu mehreren tausend Metern tief sein können und im Optimalfall über 100°C heißes mineralisches Tiefengrundwasser zu Tage fördern.

#### 3.3.2.1 Oberflächennahe Geothermie Erdwärmesonden

Die oberflächennahe Geothermie in Form von Erdsondenbohrungen ist grundsätzlich ein gutes, weil platzsparendes Potenzial zur Gewinnung von Raumwärme. Mit solchen Erdsonden werden in der Regel Tiefen bis maximal 400 m erschlossen. In den meisten Fällen geht es um etwa 100 m tiefe Bohrungen. Für die Erzeugung von (heißerer) Prozesswärme eignet sie sich weniger. Erdsonden sind zur Gewinnung von Raumwärme im Zusammenspiel mit einer Wärmepumpe interessant.

Allerdings werden dazu unversiegelte Flächen oder Grundwasser durchströmte Erdschichten gebraucht. Eine Flächenversiegelung (Bebauung, Parkplätze, etc.) schmälert also die Anwendbarkeit von Erdkollektoren und Erdsonden. Folglich wäre die oberflächennahe Geothermie vor allem für unversiegelte bzw. Wasser durchströmte Teilgebiete direkt neben einem bestehenden Wärmebedarf interessant.

Es wird daher angenommen, dass jede Wohneinheit mit entsprechender amtlicher Zustimmung entweder eine Grundwasserwärmepumpe oder Erdsondenbohrungen nutzen könnte. Erdwärmesonden sind hier durch die unter Teilen der Stadt liegenden Bergwerksanlagen und aufgrund wasserwirtschaftlicher bzw. hydrogeologischer Restriktionen im Einzelfall zu prüfen. Bei einem sanierten Gebäude mit Wärmepumpe wäre in etwa eine Leistung von 5 kW pro Wohneinheit notwendig. Mit einer typischen Anzahl der Jahresbenutzungsstunden (2.600) und einer mittleren Wärmeentzugsleistung von 50 W pro Bohrmeter ließe sich also ein Energieertrag von 13.000 kWh pro Bohrloch erreichen. Mit einer guten Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von mindestens 4 bedeutete dies einen maximalen

zusätzlichen Stromeinsatz von 2.600 kWh, um den Temperaturhub auf die notwendige Vorlauftemperatur in den Gebäuden anzuheben.

In Neckarsulm bestehen insgesamt knapp 6.000 Wohngebäude. Es wird zur Potenzialabschätzung angenommen, dass jedes dieser Liegenschaften eine Erdsondenbohrung oder eine Grundwassernutzung realisieren kann. Bei größeren Gebäuden, wie Mehrfamilienhäusern, kann die oberflächennahe Geothermie jeweils nur eine unterstützende Funktion des Wärmebedarfes als Potenzial ausgeben, da aus einem Bohrplatz nicht unendlich Energie entzogen werden kann. Daher ist dieses Potenzial bei solchen Gebäuden gerade zur ganzjährig benötigten Unterstützung der Warmwasserbereitung ideal. Allerdings bleibt einschränkend zu sagen, dass – ähnlich der Nutzung der Solarthermie – auch die Nutzung der oberflächennahen Geothermie ohne spezielle Hochtemperatur-Wärmepumpe keine hohen Vorlauftemperaturen für die Heizung erbringen kann. Daher sollten in erster Linie Gebäude dieses Potenzial nutzen, die energetisch saniert und am besten mit Fußbodenheizung ausgestattet sind. Mit heutiger Wärmepumpentechnik ist eine Temperaturspreizung von etwa 40 Kelvin möglich. Dies bedeutet eine etwa 50°C warme Heizquelle. Mit Hochtemperatur-Wärmepumpen der neuesten Generation lassen sich auch Temperaturstufen erreichen, welche in unsanierten Bestandsbauten benötigt werden (> 70°C). Diese Pumpen haben aber einen wesentlich höheren Stromeinsatz und sind deutlich teurer als herkömmliche Pumpen.

Daraus ergibt sich auf Gebäude bezogen das theoretische Geothermiepotenzial von ca. 78.000 MWh pro Jahr. Dies entspricht ungefähr dem Restwärmebedarf nach Vollsanierung aller Gebäude auf den Stand eines KfW-55-Gebäudes. Die gewonnene Energie aus der Geothermie muss mit einer Wärmepumpe weiterverarbeitet werden. Der dafür benötigte Strom beträgt bei einer Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe von vier ein Viertel des Strombedarfs, also weniger als 19.500 MWh/a. Diese elektrische Energie wird zusätzlich im Wärmepumpensystem als thermische Energie genutzt und erhöht das Geothermiepotential auf 97.500 MWh/a. Damit kann die Nutzung der oberflächennahen Geothermie gerade in diesem Gebiet mit größeren Wohngebäudedachflächen eine sehr interessante Alternative zur Gebäudebeheizung und Heizungsunterstützung sein. Dabei muss beachtet werden, dass die Bohrungen nicht nahe aneinander liegen da sonst gegenseitiger Leistungsentzug stattfindet. Würden alle angenommenen Bohrungen so wie angenommen ausgeführt, entspräche dies einem Flächenbedarf von etwa 60 ha, der in den bestehenden Gebäudedefreiflächen untergebracht werden müsste. Der Betriebsstrom sollte auch aus erneuerbaren Energien stammen mit entsprechendem Flächenbedarf stammen. Hierzu werden im besten Fall räumlich nahe Gebäudedachflächen benötigt. Da aber nicht aller benötigter Strom auf den Dachflächen erzeugt werden kann, werden dafür weitere Anlagenflächen für Windkraft oder Photovoltaik sowie unterstützende und grundlastfähige BHKW-Anlagen mit niedrigen Emissionen, wie bspw. BHKWs mit Biogas oder Wasserstoff benötigt. Biomethan und Wasserstoff sind jedoch im Vergleich zu Windkraft und Photovoltaik sehr teuer und sollten daher nur bei unbedingter Notwendigkeit angewandt werden.

Gerade in Gebieten, wo wenig Platz für die Nutzung erneuerbarer Energien vorhanden ist, kann die Nutzung von Erdsonden auf benachbarten Freiflächen von Interesse sein. Ein gutes Beispiel hierfür wären Obereisesheim und die Kernstadt um das Sulmtal, da dort aufgrund der vorhandenen Baudichte wenig Flächen zur direkten Energieerzeugung am Gebäude zur Verfügung stehen und auch kein Wärmenetz

vorhanden ist bzw. das Wärmenetz erneuerbare Speisungsoptionen benötigt. Hier bietet sich die Nutzung von Erdsonden auf einer dem Stadtquartier benachbarten Fläche an. Die erzeugte Wärme wird dann mittels eines Niedrigtemperaturnetzes zu den betreffenden Gebäuden geleitet.

### 3.3.2.2 Effizienz von geothermischen Erdsondenbohrungen

In der nachfolgenden Abbildung 3-10 sind Untergrundschichten nach deren zu erwartender Effizienz in Neckarsulm dargestellt. Die lila eingefärbten Gebiete sind Heilschutzquellengebiete in denen Erdwärmebohrungen entweder nicht erlaubt sind, oder eine extra Genehmigung zur Bohrung eingeholt werden muss. Daher sind Bohrungen in diesen Gebieten nicht direkt auszuschließen, aber innerhalb einer Potentialanalyse zuerst einmal nicht zu betrachten. Erwartungsgemäß sind die Effizienzgrade in Flusstälern aufgrund deren Aufschotterung durch die Flussfrachtsedimente mit einer hohen geothermischen Effizienz versehen. Der Hauptgrund liegt dabei im Vorhandensein von Grundwasserströmen innerhalb dieser Schotter-sedimente. Solche effizienten Eignungsgebiete finden sich demnach im Tal der Sulm und an den unbebauten Abschnitten des Neckar nahe Obereisesheim und im nördlichen Stadtgebiet. Leider liegen die meisten und besten Eignungsflächen außerhalb des bebauten Gebietes, so dass die entzogenen Wärmemengen erst mit einer Rohrleitung zu den Gebäuden geliefert werden müssten. Dieser Umstand macht das Potenzial für eine gebäudegebundene Nutzung aufgrund der hohen Investitionen uninteressant und könnte nur im Rahmen eines umfangreichen Wärmenetzrings längerfristig erschlossen werden.

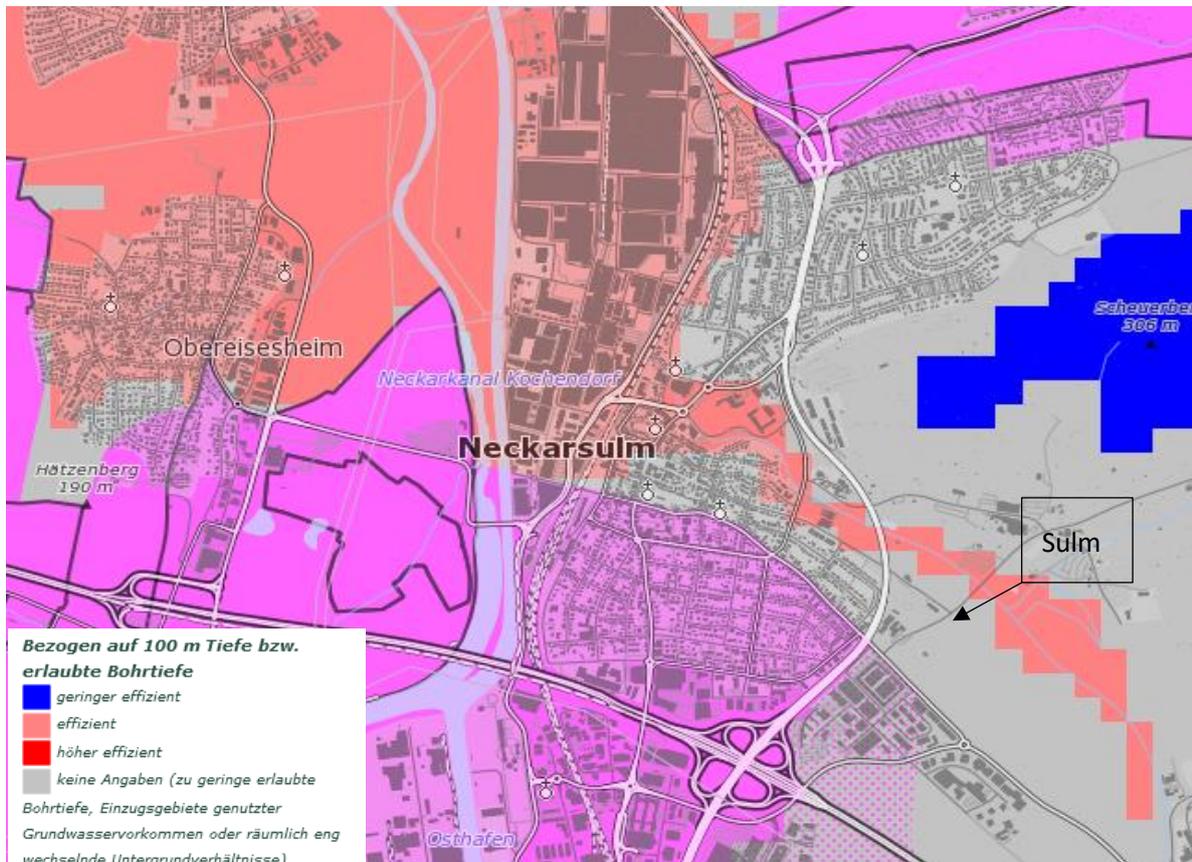


Abbildung 3-10: geothermische Effizienz von Erdwärmesonden

(Quelle: LGRB)

Das geschätzte, theoretische Potenzial von 78.000 MWh ist mittels genauerer Untersuchungen für den Einzelfall im Hinblick auf die Lage der Bohrung sowie der hier gezeigten Effizienzstufen des Stadtgebiets als auch hinsichtlich der Lage über Bergwerksgebieten kritisch zu prüfen. Die Gunstgebiete liegen in den rötlich eingefärbten Bereichen der oben dargestellten Karte. Insbesondere die Annahme der durchschnittlichen Entzugsleistung von 50 W/m Bohrtiefe kann je nach Untergrundsediment stark variieren. In gut durchströmten Untergrundlagen können doppelte Entzugsleistungen erreicht werden, während trockene Sandsteinformation nur etwa 20 W/m und im Extremfall keine Entzugsleistung erlauben.

Gerade in trockeneren und weniger Wasser durchströmten Untergründen müsste im Sommer der Boden mit einer Solarthermieanlage wieder regeneriert werden. Ansonsten droht die Entstehung von vereisten Untergrundschichten, womit die Erdsonde keine Energie mehr liefern würde. Diese Solarthermieanlage könnte in der Übergangszeit auch die Wärmeenergie im kalten Nahwärmenetz unterstützen und den sommerlichen Überschuss zur Regeneration des Bodens nutzen.

### **3.3.2.3 Mögliche Bohrtiefen von oberflächennahen geothermischen Erdsondenbohrungen**

Interessant sind Aussagen maximal möglicher Bohrtiefen – gerade im Hinblick auf untergründigen Abbau von Rohstoffen. Auch hier wird ersichtlich, wie groß das geothermische Potential gerade an den Hängen des Sulmtales mit einer möglichen Bohrtiefe von bis zu 400 m und dem in den Neckarwiesen nordöstlich der Ortslage Obereisesheim ist. Die entzugsfähige Wärme aus einer geothermischen Bohrung wird im Mittel mit ca. 50 W/m angegeben, bei einer einzigen Bohrung mit 400 m Tiefe würde eine Bohrung ein Potenzial von 20.000 Watt aufweisen. Zur weiteren Klärung des Geothermischen Potenzials müssten zur Verfügung stehende Flächen beurteilt werden.

Leider sind die besten Eignungsgebiete für höhere Entzugsleistungen durch größer realisierbare Bohrtiefen wiederum außerhalb bebauter Gebiete und somit zur gebäudegebundenen Nutzung schwerer erschließbar.

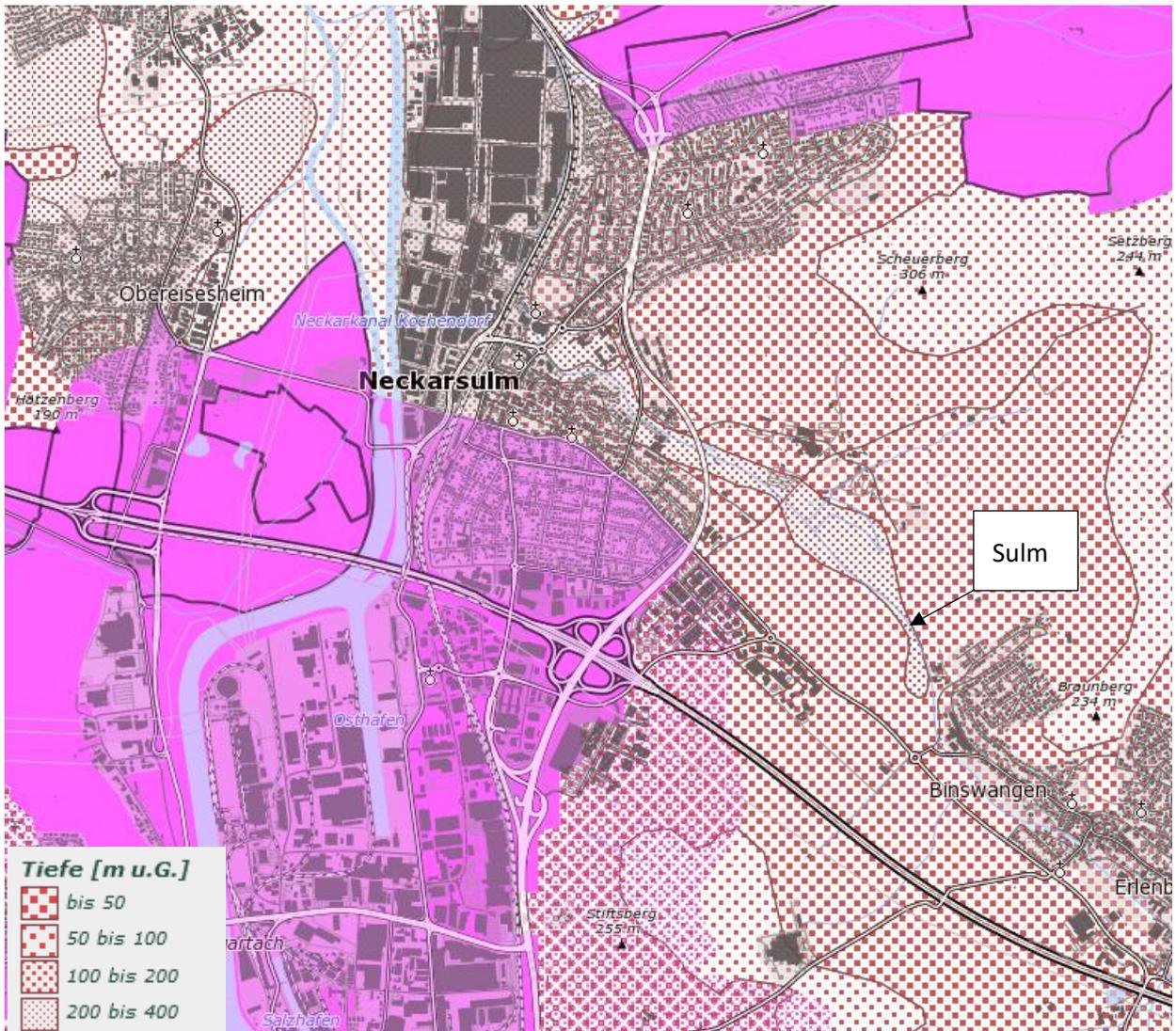


Abbildung 3-11: maximale Tiefe einer oberflächennahen geothermischen Bohrung

(Quelle: LGRB)

### 3.3.2.4 KEA Untersuchung Geothermisches Potenzial

Durch eine Untersuchung der KEA und des LGRB wurden auch für Neckarsulm Flurstückflächen erhoben, auf denen geothermische Bohrungen möglich sind.

In der nachfolgenden Abbildung 3-12 werden die Flurstücke dargestellt, die mit geothermischer Energie und dem Einsatz der Wärmepumpentechnik klimaneutrale Wärmeenergie im Stadtgebiet von Neckarsulm erzeugen könnten. Die Kumulation der gelieferten Daten von der KEA ergibt einmal eine maximal theoretische geothermische Leistung von 9.181 kW sowie eine bei einer typischen Auslastung von ca. 1.800 Vollbenutzungsstunden theoretische geothermische Energie von 16.526 MWh/a.

Zur Annahme einer Tiefe der Bohrlöcher werden keine Angaben gemacht. Es wird aber von einer deutlich geringeren Entzugsleistung von 10 W/m ausgegangen. Außerdem wurde hier nur die Freifläche von bebauten Grundstücken in die Untersuchung einbezogen und nicht die gesamte verfügbare Fläche für Erdsonden im Stadtgebiet.

Dieser Ansatz ist eher theoretischer Natur. In der Praxis wird ein Grundstückseigentümer auf seinem Grundstück nur so viele Erdsonden installieren, wie er sie für die Beheizung des darauf stehenden Gebäudes benötigt. Da die überwiegende Zahl der Potenzialflächen in Obereisesheim liegt und dort die Gebäude eher den Charakter einer Gartenstadt besitzen, kann davon ausgegangen werden, dass ein Teil des Potenzials, das nicht zur eigenen Gebäudebeheizung nach Sanierung benötigt wird, brach liegen bleibt und das Potenzial nur zum Teil auch genutzt wird. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass dieses Potenzial zu hoch greift, es sei denn es würde in einem Verbundsystem (Wärmenetz) genutzt werden.

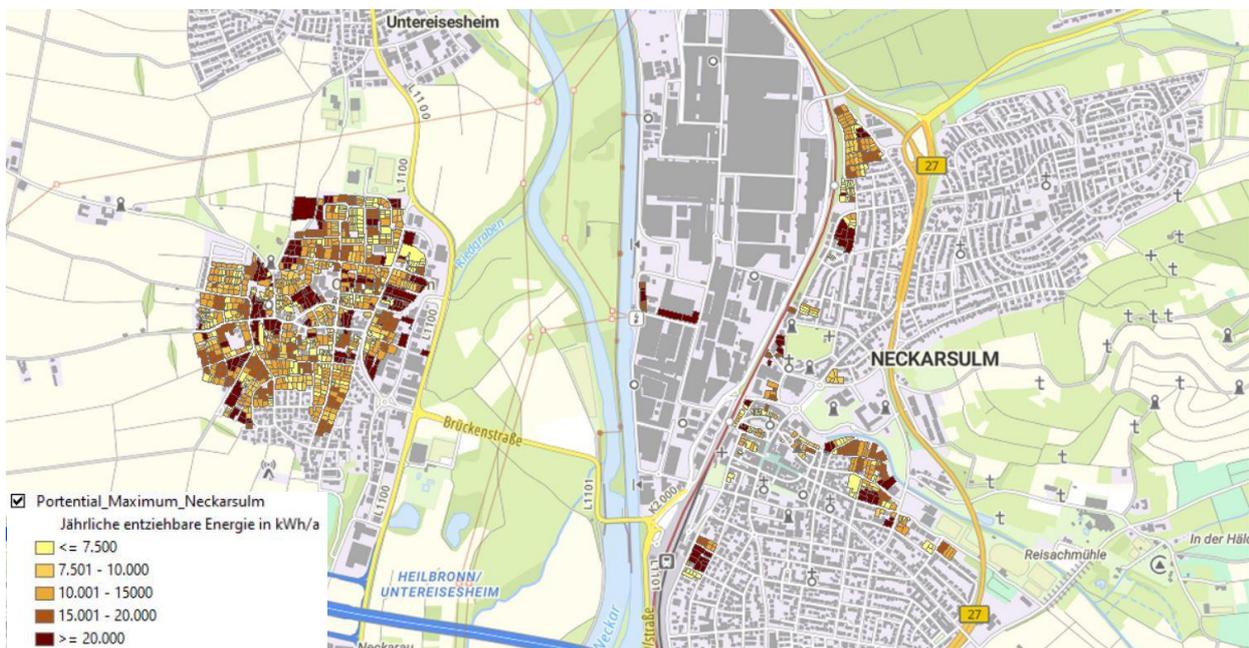


Abbildung 3-12 Flurstücke mit erlaubter oberflächennaher geothermischer Erdsondenbohrung (Quelle: KEA / LGRB)

**Tabelle 3-2 Berechnungsparameter der KEA zum geothermischen Potenzial**

Parameter	Wert	
COP (Leistungszahl Wärmepumpe)	4,5	
Jahresvolllaststunden Heizen	1800 h/a	Verteilt auf das Winterhalbjahr
Effektiver Bohrlochwiderstand	0,1 (m*K)/W	
Bohrlochradius	0,0675 m	DN40 Doppel U
Temperatur an Wärmepumpenauslauf	Min. -3 °C; Min. 3 °C bei Nutzung mit Wasser	LQS EWS
Maximale Temperaturspreizung zwischen Ein- und Austritt an der EWS	3 °C	LQS EWS
Volumetrische Wärmekapazität	2,18 MJ/(m³/K)	
Maximaler Temperaturunterschied EWS- ungestörtes Erdreich	17 °C in der Spitze; 11 °C bei kontinuierlicher Nutzung	LQS EWS

(Quelle: KEA / LGRB)

### 3.3.2.5 Oberflächennahe Geothermie Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren bieten sich als Alternative zu Erdsondenbohrungen an – insbesondere, wenn im Umfeld von Gebäuden sowieso Mutterboden abgetragen und danach wieder aufgebracht wird. Außerdem können sie eingesetzt werden, wenn Erdwärmesondenbohrungen in einem Gebiet, wie zum Beispiel einer Trinkwasserschutzzone, nicht erlaubt sind. Hinsichtlich des Wärmemedium in den Leitungen ist zu sagen, dass in der Regel Glykol benutzt wird. Aus Wasserschutzgründen könnte aber auch auf andere Übertragungsmedien zurückgegriffen werden, sofern dies so beauftragt würde. Aufgrund der Trinkwasserschutzzonen im Stadtgebiet, wie in Teillagen Amorbachs, im südlichen Ort Obereisesheim oder im ganzen Südraum der Kernstadt bis zur Autobahn müssen beim Bau von Erdwärmekollektoren spezielle Isolierungen verwendet werden, um eine Vermischung des Wärmeübertragungsmediums mit dem Grundwasser ausschließen zu können.

Die Auslegung eines Erdwärmekollektors wurde anhand der regionalen Gegebenheiten beispielhaft für ein Einfamilienhaus in Neckarsulm berechnet. Dabei wurde ermittelt, dass pro beheiztem Quadratmeter Wohnraum etwa 1,5-2,5 m<sup>2</sup> Kollektorfläche nötig sind. Diese sollte möglichst unversiegelt und nicht mit größeren Pflanzen bewachsen sein. Eine andere Herangehensweise ist, dass pro kW Leistung etwa 25-30 m<sup>2</sup> unversiegelter Fläche benötigt werden. Bei diesem Gebäude wären etwa 11 kW notwendig. Somit liegt die benötigte Fläche – wie in der folgenden Abbildung unten – bei etwa 280 – 330 m<sup>2</sup>. Folglich ist solch eine Anlage nur bei Gebäuden mit einem Garten dieser Ausmaße möglich. Diese Art der Energieschöpfung eignet sich also in der Regel bei Einfamilienhäusern, da sonst die Kollektorfläche die Grundstücksfläche übersteigt. Umso besser ist es, je energieeffizienter das Gebäude ist, da so weniger Grundstücksfläche für Erdkollektoren benötigt wird. Folglich besteht die beste Eignung bei Gebäuden, welche annähernd Neubaustandards beim Wärmebedarf aufweisen. Dies trifft in großen Teilen der Stadt Neckarsulm so nicht zu, da Grundstücksflächen für die Wärmebedarfe der Gebäude in den verdichteten städtischen Lagen wohl meist zu klein sind. Vorstellbar sind solche Arten der Energiegewinnung also eher in Randlagen, wie in Obereisesheim oder ausgeprägten Einfamilienhaussiedlungen mit niedriger Verdichtung. Für Gebäude mit mehr beheizter Fläche (Innenstadtgebäude, Bürogebäude, Gewerbegebäude) ist diese Lösung singulär nicht angebracht.

notwendiger Platzbedarf, Fallbeispiel*	
beheizte Fläche	120 m <sup>2</sup>
spez. Bedarf Nutzenergie (Wohnen)	150 kWh/m <sup>2</sup>
Nutzenergiebedarf (Heizung+TWW)	18.000 kWh
Annahme Verluste WP-Heizung	10%
Endenergiebedarf	20.000 kWh
JAZ	4
Strombedarf	5.000 kWh
Wärme aus Boden	15.000 kWh
Entzugsenergie, spez.	49 kWh/(m <sup>2</sup> *a)
<b>benötigter Kollektorfläche</b>	<b>310 m<sup>2</sup></b>
*Größenordnungen in Anlehnung an Ist-Daten (Giengen)	

Verbau Kollektorfelder



Fotografie René Golz

Abbildung 3-13: Einbau von geothermischen Kollektorenfeldern

(Quelle: eigene Darstellung)

### 3.3.2.6 Eignungsgebiete für Erdwärmekollektoren

In der folgenden Abbildung werden die Eignungsgebiete für Erdwärmekollektoren beschrieben. Die lila eingefärbten Gebiete sind Trinkwasserschutzzonen und werden zuerst nicht betrachtet, da für diese eine entsprechende zusätzliche Genehmigung eingeholt werden muss. Die Gebiete in grün dargestellt sind auch eher bergige und bewaldete Gebiete und daher mit Entzugswerten von  $< 0,8 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$  ebenso weniger geeignet. Die in gelber Farbe dargestellten Gebiete sind mit Entzugsgrößen zwischen  $0,8 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K}) - 1,6 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$  schon besser geeignete Gebiete. Die in Orange dargestellten Gebiete sind gut geeignet und haben Entzugsleistungen von über  $1,6 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$ . In diesen Gebieten liegt das Potenzial auf der Neckarsulmer Gemarkung bei etwa 23.250 MWh.

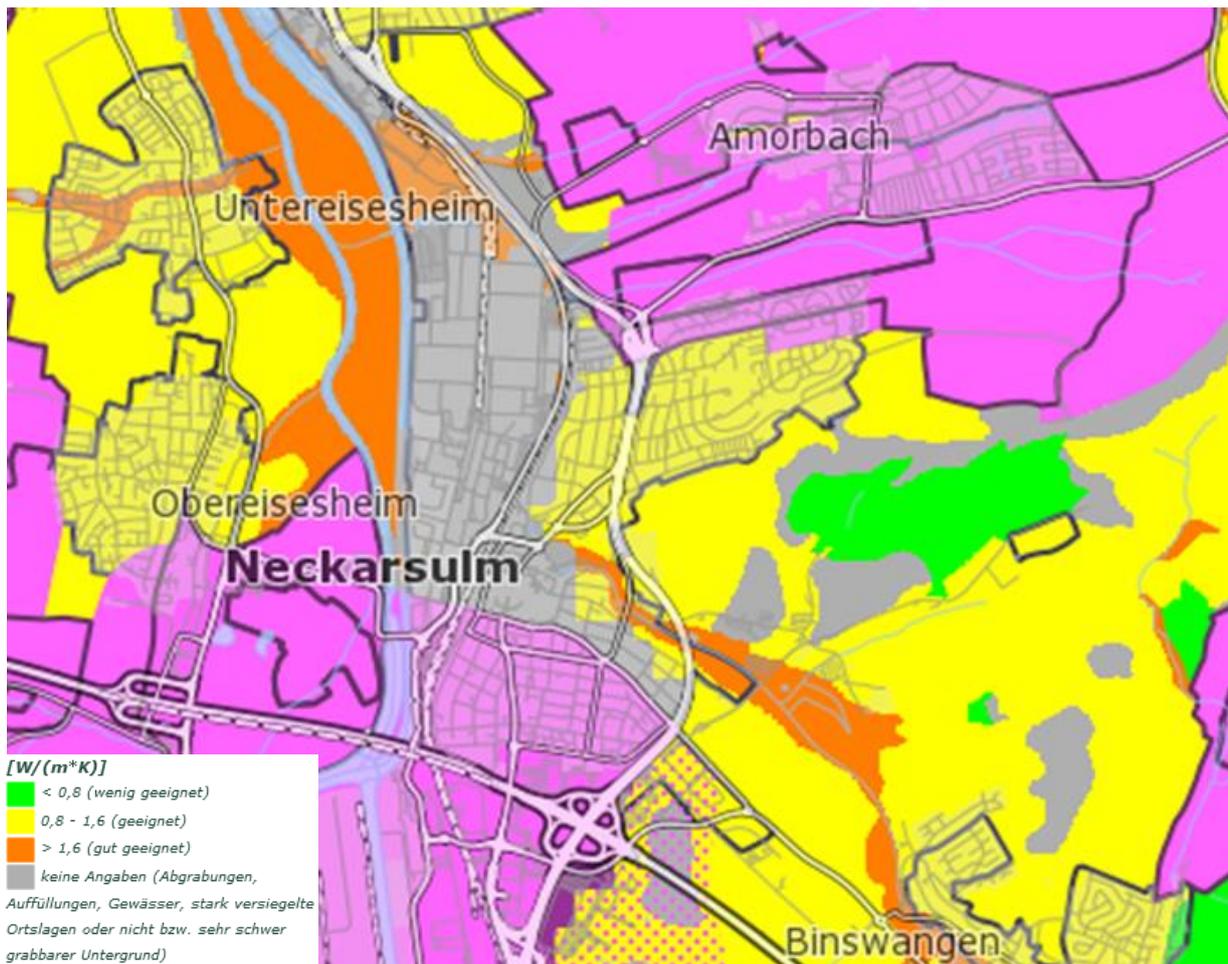


Abbildung 3-14: Eignungsgebietskategorien zu Flächen für Erdwärmekollektoren

(Quelle: LGRB)

Auch hier zeigt sich aber wieder, dass die geeignetsten Lagen abseits bebauter Gebiete liegen. Das bedeutet, dass auch bei der Nutzung von Erdwärmekollektoren gebäudegebundene Lösungen aufgrund sehr hoher Investitionen in Transportmedien schwer umsetzbar sind. Auch hier müssten also größere „Erzeugungsfelder“ erschlossen werden, um die größeren und wirtschaftlicher zu erzeugenden Wärmemengen durch ein Leitungssystem zu den Gebäuden zu transportieren. Ansonsten wäre der Aufwand für die Leitungen bei weitem zu hoch.

### 3.3.2.7 Zusammenfassung Eignungsgebiete

Durch den Bergbau, der unter Teilen Neckarsulms stattfand, ist sehr genau zu prüfen, an welcher Stelle wie tief gebohrt werden kann. Das Vorhandensein von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten verkompliziert die Situation zusätzlich. Daher werden die Informationen aus den vorigen Unterkapiteln zur oberflächennahen Geothermie nachfolgen noch einmal zusammengefasst.

Gemäß den Informationen des LGRB sind Erdsondenbohrungen aus wasserwirtschaftlicher Sicht in den Ortsteilen Amorbach und Dahenfeld grundsätzlich nicht möglich. Auch im südlichen Teil von Obereisesheim (südlich Herrengasse und Brückenstraße sowie im Gebiet die Johannes-Kepler-Straße) und in der südlichen Kernstadt (alle Flächen südlich Binswanger Straße) sowie im nördlichen Teil des Neubergs (etwa nördlich von Stuttgarter und Thüringer Straße) sind diese Bohrungen laut LGRB aus wasserwirtschaftlicher Sicht zu unterlassen. Da in Amorbach nach Informationen der Stadtwerke Neckarsulm aber bereits Erdsonden mit einer Tiefe von 32 m existieren, ist dies wahrscheinlich nach Einzelfallprüfung – zumindest in Teilen dieser Restriktionsgebiete möglich. Ein Restriktionsgrund könnten Gesteinsschichten im Untergrund sein, die sich bei Kontakt mit Wasser verformen (Gips). Ein anderer möglicher Grund wären üblicherweise eingesetzte Kältemittel, die bei einer Havarie zu Wasserverunreinigungen führen könnten (vgl. Abbildung 3-11).

In allen anderen Teilgebieten Neckarsulms ist nach den vorliegenden Informationen die Nutzung von Erdsondenbohrungen grundsätzlich erlaubt, wenn auch mit Einschränkungen bei der Bohrtiefe. In weiten Teilen der Stadt können geothermische Sonden nur mit einer Tiefe von 50-100 m in den Untergrund gebracht werden. Dies betrifft weite Teile der Kernstadt sowie die Gewerbegebiete südlich der Wilhelm-Hertz-Straße und den südwestlichen Teil Obereisesheims rund um die Einsteinstraße. Auch in den Neckarwiesen und den Riedlachen bzw. Brühlwiesen besteht diese Restriktion. In den verbleibenden Teilen Obereisesheims sowie zu beiden Seiten der Sulm und auf einer Fläche westlich der Bahnlinie bis zum Neckarufer sind jedoch tiefere Erdsonden bis etwa 400 m möglich. Diese Gunsträume sollten deswegen am ehesten zur Nutzung mit Erdsonden herangezogen werden, da hier die wirtschaftlichsten Bedingungen zur Ausbeute bestehen.

Erdwärmekollektoren sind nur in der Flussaue südlich der Brückenstraße sowie im Verlauf des Hängelbaches laut LGRB grundsätzlich ausgeschlossen. In allen anderen bebauten Gebieten ist diese Form der oberflächennahen Geothermie unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Zu achten ist auf die geothermische Effizienz solcher Kollektoren. Diese ist in der nördlichen Neckaraue (direkt östlich Obereisesheim) und im Verlauf des Sulmtales mit  $> 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  besonders gut und deswegen vorrangig dort zu nutzen.

### 3.3.3 Tiefengeothermie

Die Tiefengeothermie stellt theoretisch ein fast grenzenloses Potenzial zur Gewinnung von Wärme, ab bestimmten Tiefentemperaturen und Durchflussmengen auch von Strom dar. Leider sind die Tiefentemperaturen nicht gleichverteilt und so gibt es in Deutschland und auch in der Region um Neckarsulm sehr unterschiedliche Voraussetzungen zur Anwendung der Tiefengeothermie. Ein regional vorhandener Gunstraum ist das süddeutsche Molassebecken, in welchem schon ab geringen Tiefen hohe Temperaturen im Gestein vorzufinden sind. Das Gestein ist zudem noch von warmem bis heißen Tiefenwasser durchströmt. Das Molassebecken ist durch die Auffaltung der Alpen entstanden, als sich die die Europäische Kontinentalplatte unter der Last der Alpen nach unten absenkte. Ein ähnlicher Gunstraum ist der Oberrheingraben, der ähnliche – wenn auch tektonisch begründete – Gesteinsschichten aufweist.

Daraus wird die Besonderheit dieser Gunsträume ersichtlich. Darin sind im Vergleich zu älteren und verfestigteren Untergrundformation, wie etwa dem Kalkgestein der Alb oder des Odenwaldes sehr viele Sedimente und Lockergesteine bzw. Geröll eingelagert, welche auch von Tiefenwasser durchströmt werden. Diese lockeren Schichten liegen bis in großer Tiefe an und sind auf älteren Gesteinsformationen abgelagert. Sie weisen hohe Temperaturen auf. Das Wasser im Geröll als Wärmeübertrager nimmt die Wärme besser auf als ein trockenes Festgestein und transportiert die Wärme auch in höhere Erdschichten. So erklärt sich der Effekt der tiefengeothermischen Gunst im Molassebecken oder im Oberrheingraben.

Neckarsulm liegt weder im Oberrheingraben noch im Molassebecken, dessen westliche Grenze etwa bei Ulm verläuft. Laut der geologischen Karte existieren im Gebiet in den Tallagen die besagten Lockersedimente. Diese Kiese liegen aber nahe an der Oberfläche auf Grundgebirge auf, was die Gewinnung tiefengeothermischer Energie hier schon deutlich erschwert, da das genügend warme Gestein offensichtlich wenig mit Wasser durchströmt wird. So ist zwar laut tiefengeologischer Karte für 2.500 m im Raum Heilbronn mit einer Gesteinstemperatur zwischen 100 und 105°C zu rechnen, aber das Gestein ist augenscheinlich eher ohne Kapillarwasser. Mit zunehmender Tiefe steigen die Temperaturen weiter an. Für die Gewinnung von hier benötigtem Heißwasser >80°C wäre die Tiefe vielleicht ausreichend. Aber wenig Wasser durchströmtes Gestein macht die Förderung aufwändig. Damit besteht für die hydrothermale Tiefengeothermie hier offensichtlich zwar ein theoretisches Potenzial, was allerdings mit Risiken beim Ertrag und im Rahmen dieses Planes kaum abschätzbar ist. Für eine sichere Energiegewinnung in Neckarsulm ist dieses Potenzial nach den vorliegenden Informationen nicht nutzbar.

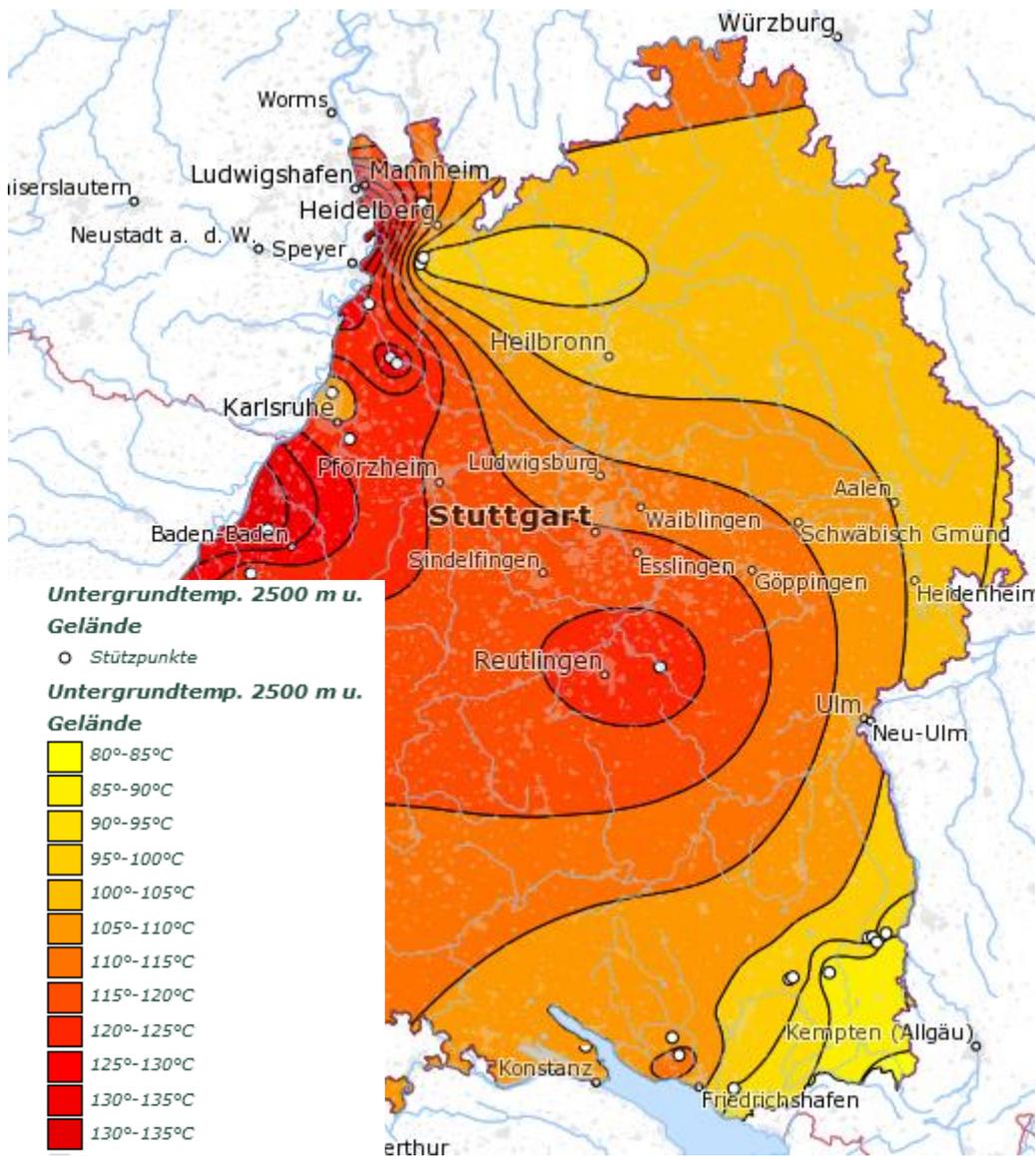


Abbildung 3-15: Ausschnitt geologische Karte Baden-Württemberg

(Quelle: LGRB)

### 3.3.4 Solarpotenzial

Das Solarpotenzial ist in eine Nutzung zur Gewinnung von Strom und eine Nutzung zur Wärmegegewinnung zu unterscheiden. Bei der Stromgewinnung werden Photovoltaik-Paneele installiert und zur Wärmeerzeugung kommen solarthermische Kollektoren zum Einsatz. Bisher schlossen sich beide Nutzungsformen gegenseitig aus, denn eine dafür vorgesehene Fläche kann nur einmal genutzt werden. In jüngerer Zeit werden aber so genannte PVT-Kollektoren angeboten, die eine strom- und wärmeseitige Nutzung zulassen. Im Gegensatz zur Analyse des Wärmebedarfes des Gebäudebestands werden hier alle möglichen und verfügbaren Dachflächen – also auch Dachflächen von Nichtwohn- und Nebengebäuden – berücksichtigt.

In den folgenden Unterkapiteln wird das Potenzial getrennt für Photovoltaik und Solarthermie abgeschätzt.

#### 3.3.4.1 Potenzial Solarthermie auf Dachflächen

Um das Solarpotenzial der Dachflächen im Stadtgebiet Neckarsulm zu ermitteln, wurden über Laserscandaten die Dachflächen digital erfasst und die für Solarthermie geeigneten (nicht nach Norden ausgerichteten, nicht verschatteten) Dachflächen identifiziert. Diese Methodik ist der des LUBW-Potenzialkatasters nahezu identisch.

Aus der Analyse der Dachflächen wurde eine für Solaranlagen geeignete Gesamtfläche von 625.000 m<sup>2</sup> ermittelt. Unter der Annahme, dass Solarthermieanlagen durchschnittlich ca. 400 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr erzeugen (Greenhouse Media GmbH, 2022), beträgt das theoretische Potenzial von Solarthermieanlagen ca. 250 GWh/a im Jahr.

Bei der Abschätzung des nutzbaren Potenzials ist zu beachten, dass die höchsten Erträge der Solarthermie im Sommer außerhalb der Heizperiode entstehen. Gebraucht wird die Wärme der Solarthermie dagegen eher der kalten Jahreszeit. Dieses Auseinanderfallen von Dargebot und Nachfrage ließe sich nur mit großen saisonalen Speicherlösungen in Form von gedämmten Erdspeichern überbrücken. Als hausgebundene Lösung ist dies aufgrund der hohen Investitionskosten keine gute Lösung. Um Solarthermie ganzjährig nutzen zu können, wäre eine solche Lösung nur in größerem Maßstab auf Ebene von Quartieren möglich. Die Nutzung der Solarthermie am Haus ist somit nur eine Lösung, wenn die Erzeugung auf den konstanten und ganzjährigen Wärmebedarf eingestellt ist. Beispielsweise könnte der Bedarf an Warmwasser und der Heizbedarf in den Übergangszeiten in Gebieten ohne Eignung für Wärmenetze damit gedeckt werden. Dementsprechend wäre auch eine Dachfläche für die Solarthermie zu bestimmen. Bei einem gebäudespezifischen Wärmebedarf von bspw. 25 MWh fallen davon etwa 15% auf die Warmwasserbereitung, die über das Jahr recht gleichverteilt ist. Somit könnten realistisch und durch Solarthermie etwa 3-3,5 MWh pro Wohneinheit als Potenzial bestehen. Dieses Potenzial vergrößert sich im Zuge der energetischen Gebäudesanierung mit dem Einbau einer Fußbodenheizung deutlich, da dann Solarthermie auch die Heizung teilweise auch in der Heizperiode ersetzen könnte. Dennoch reduziert sich das Flächenpotenzial auf Dächern deutlich um bis zu 75 %.

Für das Gewerbe und im Hinblick auf die Erzeugung von Prozesswärme kann die Solarthermie nur in den Sommermonaten unterstützen, da beim Gewerbe im Regelfall vergleichsweise wenig Warmwasserbedarf anfällt. Interessant ist die Solarthermie daher nur in den Sommermonaten zur Teilerzeugung von Prozesswärme bis etwa 140°C durch besondere Vakuum-Röhren-Kollektoren. Durch

die Flächenkonkurrenz mit Photovoltaik und die bessere Wirtschaftlichkeit letzterer besteht hier aber kein realistisches Nutzungspotenzial. Allenfalls in Kombination mit anderen Wärmeerzeugern könnte die Solarthermie eine ergänzende Rolle spielen. Folglich sollten verfügbare Flächen zur Nutzung der Photovoltaik herangezogen werden.

Neben der Nutzung der Dachflächen kommen auch solarthermische Freiflächenanlagen in Betracht. Diese werden aufgrund der Verwendbarkeit sowohl für die Strom- als auch die Wärmeerzeugung in einem gesonderten Kapitel abgeschätzt.

### 3.3.4.2 Potenzial Photovoltaik auf Dachflächen

Für die Ermittlung des Photovoltaik-Potenzials auf Dachflächen werden alle Dachflächen der Stadt mit Hilfe der Ermittlung der Gebäudekubaturen analysiert. Nicht geeignete Flächen, wie verschattete Flächen oder Flächen, die aus baulichen oder ästhetischen Gründen nicht für Photovoltaik geeignet sind (wie z.B. Gaubendächer), werden im nächsten Schritt aus der Analyse herausgenommen. Bei den verbleibenden Dächern wird die Dachneigung, die Ausrichtung und die Flächengröße bestimmt und so das Potenzial ermittelt.

Die Analyse ergibt ein technisch machbares Potenzial von insgesamt 11.405 Anlagen, die im Stadtgebiet von Neckarsulm installiert werden könnten. Aktuell beläuft sich die Anzahl der Anlagen laut Energieatlas des LUBW mit Datenstand 2018 auf insgesamt 968 Anlagen (8,5 % aller potenziellen Dächer bereits belegt). Dabei fällt auf, dass die weit überwiegende Zahl der Anlagen auf Standorten mit kleineren Dächern liegt. Insgesamt 8.687 Anlagen (76 %) haben eine maximale Größe von weniger als 10 kW<sub>p</sub>. Nur für 364 Anlagen (3 %) stehen wirklich große Dachflächen mit Platz für mehr als 40 kW<sub>p</sub> zur Verfügung. Dies sind vor allem die Dächer der größeren Unternehmen und von großen öffentlichen Gebäuden.

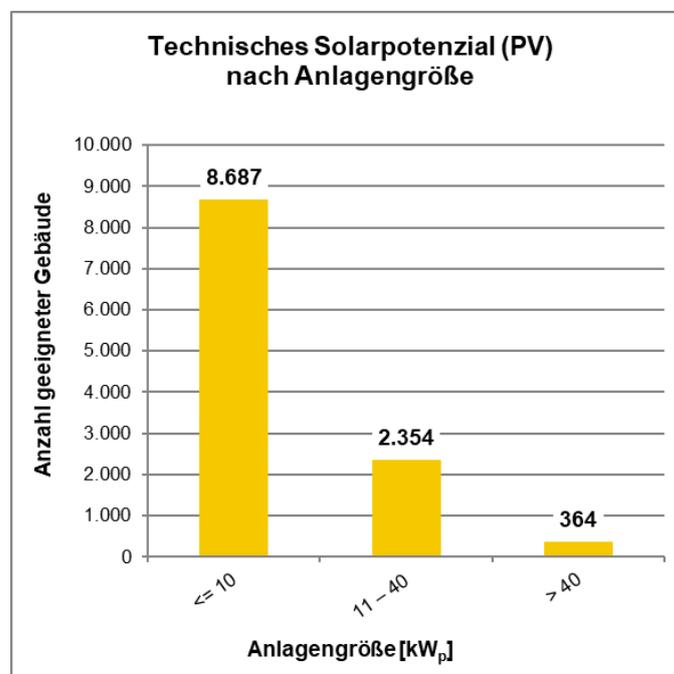


Abbildung 3-16: technisches Solarpotenzial nach Anlagengröße kW<sub>p</sub> und Anzahl der Gebäude über 50 m<sup>2</sup> Fläche

(Quelle: eigene Darstellung)

Auf Seiten der Stromerzeugung zeigt es sich, dass gerade die Installation der wenigen großen Anlagen im Stadtgebiet schon gut 50 % des potenziellen Stromertrages beisteuern können. Die vielen kleinen Anlagen mit weniger als 10 kWp hingegen erzeugen potenziell nur etwa 24 % des möglichen Gesamtertrages von 124.270 MWh/a. Folglich empfiehlt es sich, auch auf die Eigentümer gezielt zuzugehen und sie zur Photovoltaiknutzung zu bewegen. Auch die großen kommunalen Dächer sollten möglichst rasch mit PV-Anlagen erschlossen werden. Laut Daten des LUBW aus dem Jahr 2018 werden mit Photovoltaik schon insgesamt 11.951 MWh/a Strom erzeugt. Dies bedeutet eine Potenzialausnutzung von 9,6 %.

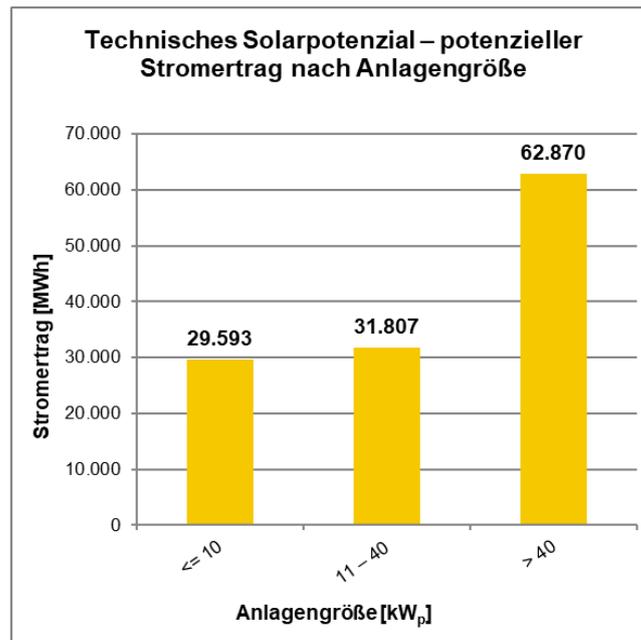


Abbildung 3-17: technisches Solarpotenzial nach Anlagengröße kWp und Stromertrag in MWh

(Quelle: eigene Darstellung)

Interessant ist die Verteilung der potenziell zu installierenden Leistungen nach Anlagengröße. Bei den Anlagen in der Klasse < 10 kWp besteht ein Leistungspotenzial von insgesamt 33.737 kWp. Schon 2018 war auf das Potenzial mit einer installierten Leistung von 3.638 kWp genutzt. Dies entspricht einem Anteil von 10,8 %. Deutlich niedriger liegen die Anteile der Potenzialausnutzung bei den größeren Anlagenklassen. In der Klasse von 11-40 kWp besteht ein Potenzial von insgesamt 38.393 kWp bei einer schon bestehenden, installierten Leistung von 1.817 kWp. Dies bedeutet einen Anteil von lediglich 4,7 %. Besser stellt sich die Situation bei größeren Anlagen ab 40 kWp dar. Einem Leistungsbestand von 6.879 kWp steht ein Potenzial von 71.377 kWp gegenüber – immerhin ein Nutzungsgrad von 9,6 %. Einschränkend muss dazu gesagt werden, dass in den Bestandszahlen auch Freiflächenanlagen mit enthalten sein können. Hierzu wird in den verfügbaren Bestandsdaten keine Unterteilung vorgenommen. Insgesamt sind bei Betrachtung der installierten Leistung 8,6 % des bestehenden Potenzials ausgeschöpft.

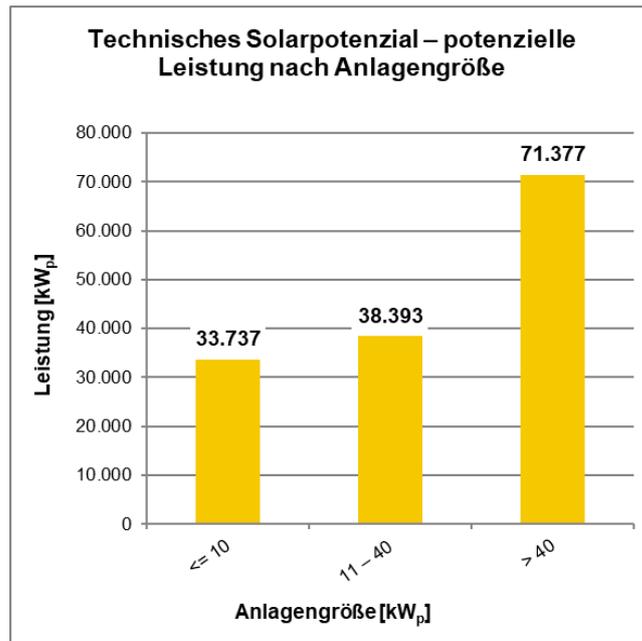


Abbildung 3-18: technisches Solarpotenzial nach Anlagengröße kWp und gesamt Leistung kWp

(Quelle: eigene Darstellung)

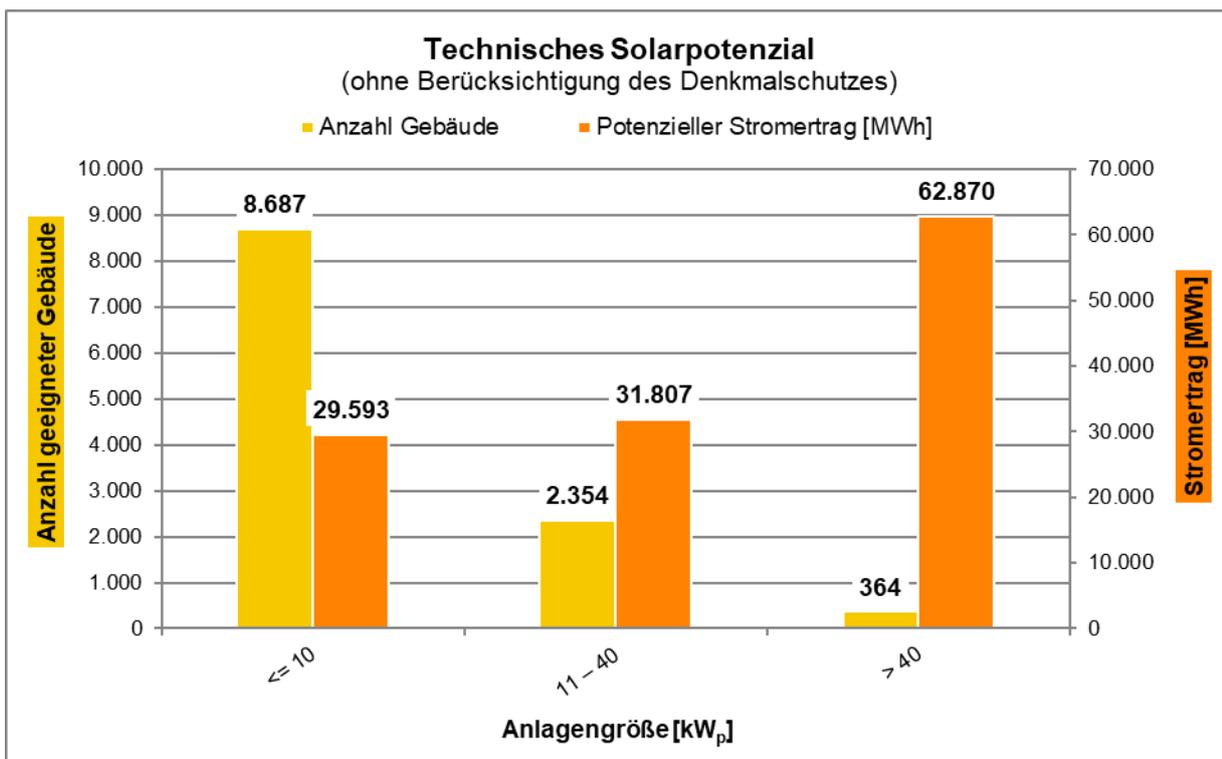


Abbildung 3-19: Clusterdiagramm Anlagengröße, Anzahl der Gebäude sowie Stromertrag

(Quelle: eigene Darstellung)

Das obige Diagramm zeigt nochmals sehr anschaulich, dass die großen Solardachpotenziale auf wenige größere Gebäude (nicht nur Wohngebäude) verteilt sind. Um wirkliche Effekte beim Ausbau erneuerbarer Energien zu erreichen, sollte die Nutzung dieser Dächer durch die Stadt bei der Industrie bzw. dem Gewerbe und auch eigenen Dächern forciert werden.

### 3.3.4.3 Räumliche Verteilung des Photovoltaik-Potenzials

In den nachfolgenden Abbildungen wird das Photovoltaik-Potenzial graphisch dargestellt. Gerade die Gebiete mit dunkelorange Farben zeigen, dass dort eine Photovoltaik Leistung > 2500 kW<sub>p</sub> pro Baublock installierbar wäre und diese Gebiete sollten aus Sicht der Klimaneutralität forciert werden.

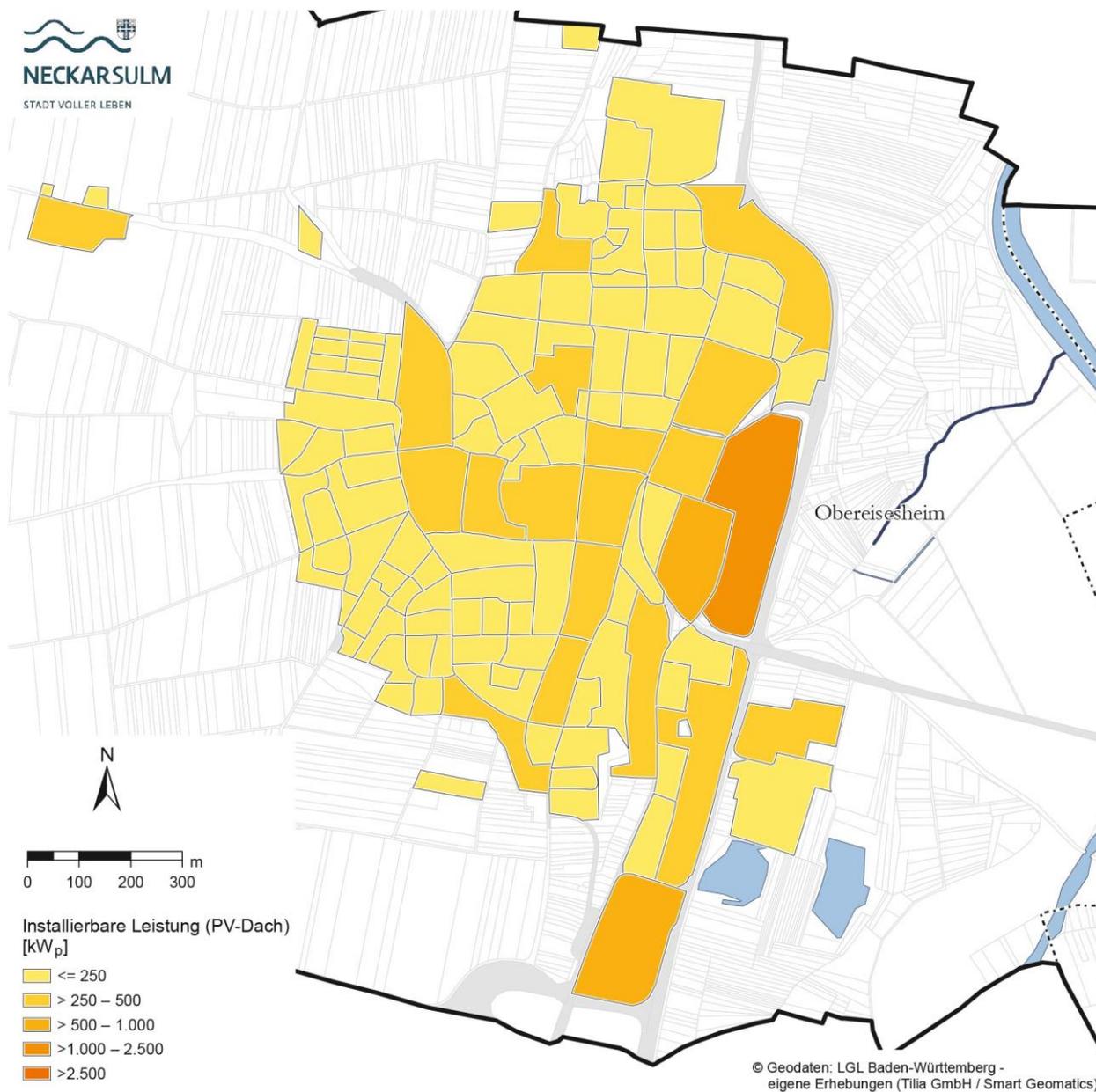


Abbildung 3-20: Graphische Darstellung Solar Potenzial Obereisesheim

(Quelle: eigene Darstellung)

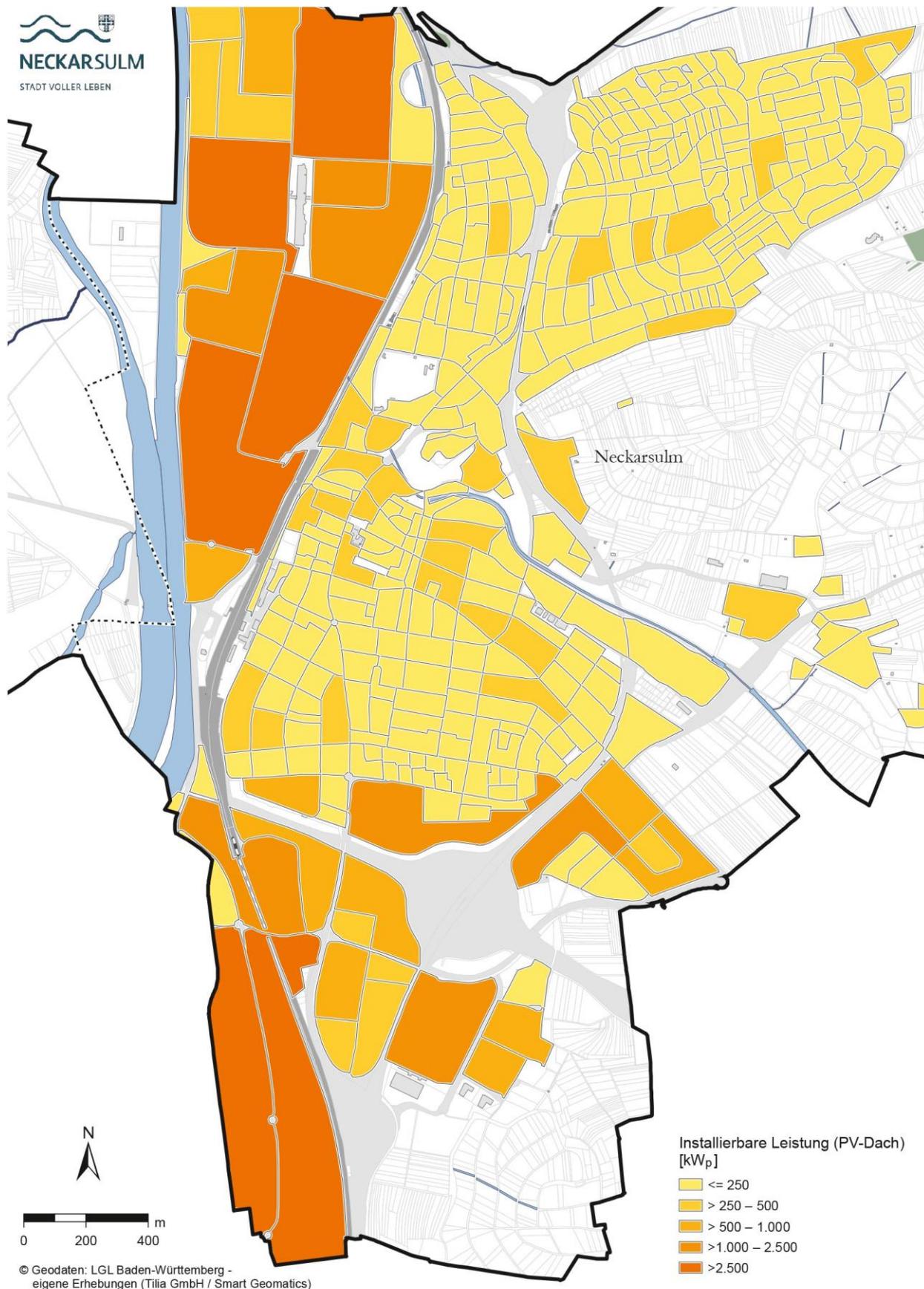


Abbildung 3-21: Graphisches Potential Stadt Neckarsulm

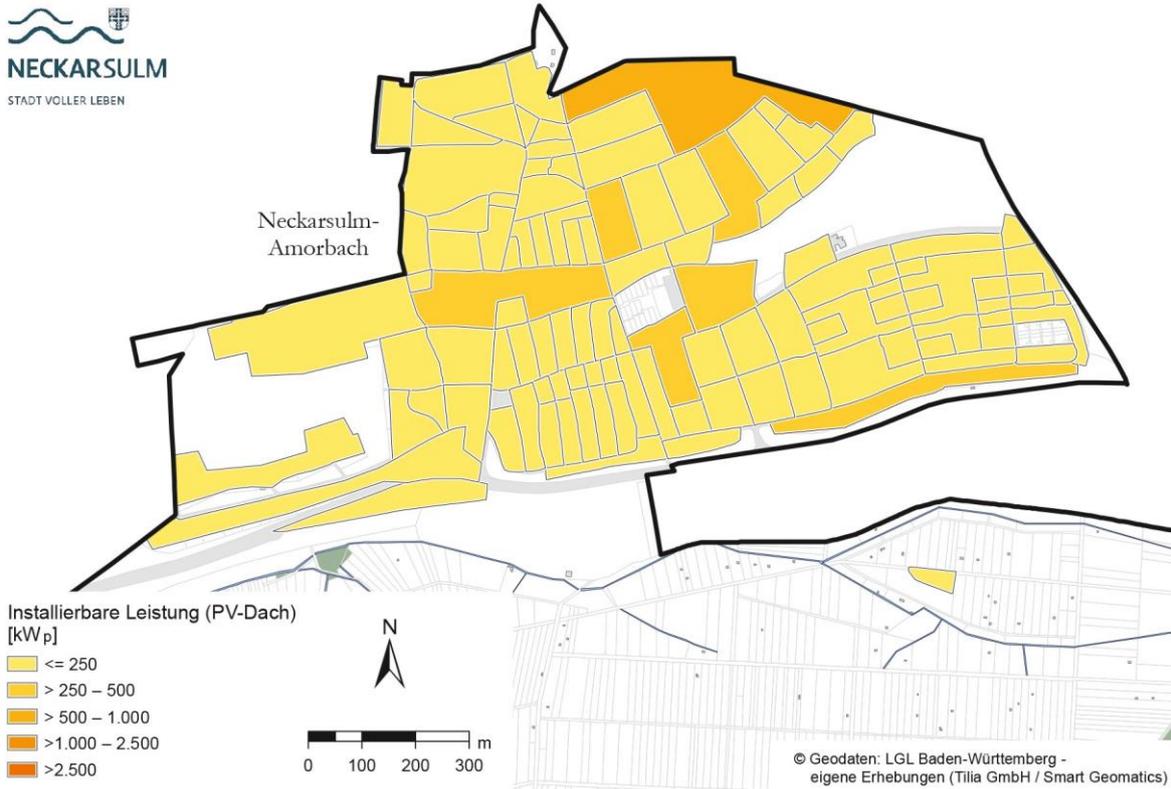


Abbildung 3-22: Graphisches Solar Potential Stadtteil Amorbach

(Quelle: eigene Darstellung)

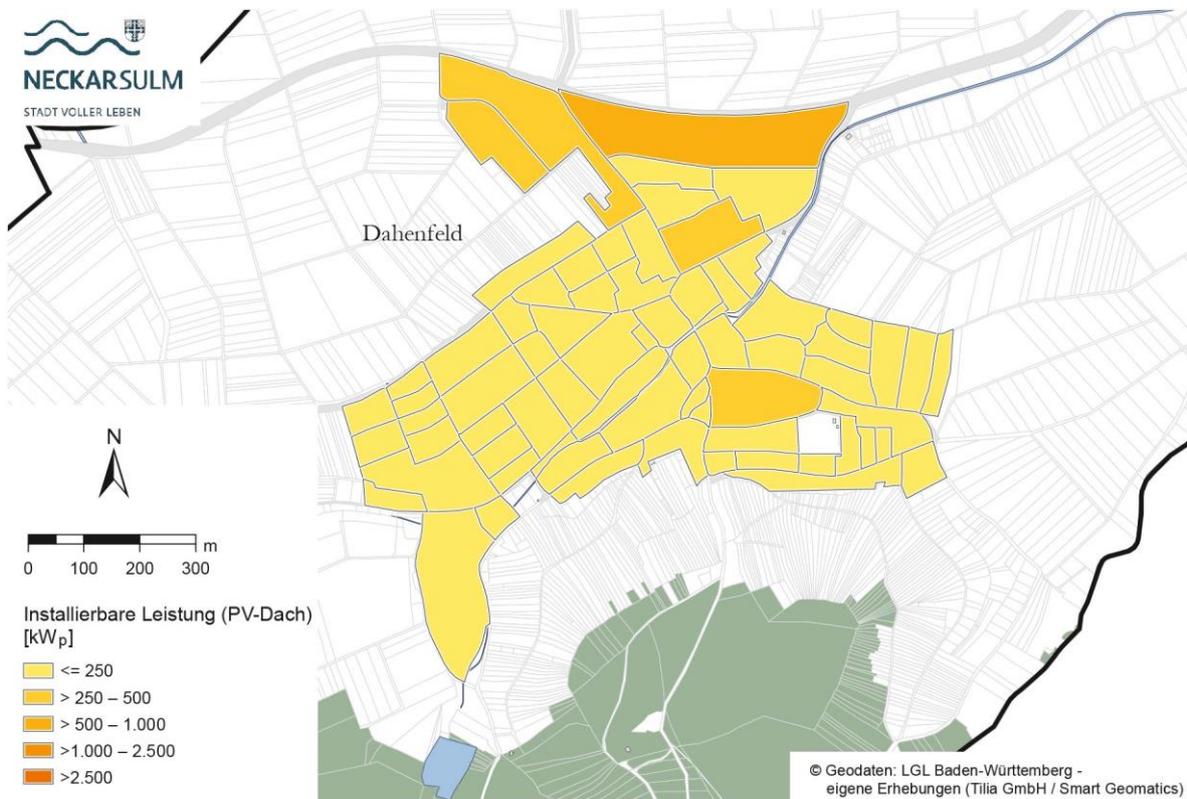


Abbildung 3-23: Graphische Darstellung Solar Potenzial im Stadtteil Dahenfeld

(Quelle: eigene Darstellung)

### 3.3.4.4 Dachflächen kommunale Gebäude

Der Blick auf in kommunalem Besitz befindliche Gebäudedächer zeigt, dass ein nennenswerter Anteil der potenziell geeigneten Dachflächen dort angesiedelt ist. Hervorzuheben ist dabei, dass gerade größere Dachflächen dort verfügbar wären. Rund 9 % der Dachflächen mit einer belegbaren Anlagenleistung von mehr als 40 kW<sub>p</sub> fallen in die kommunale Eigentümerschaft. Insgesamt könnten allein auf diesen Dächern in Summe gut 3.100 kW<sub>p</sub> Spitzenleistung installiert werden, was einem jährlichen Energieertrag von ungefähr 2.650 MWh entsprechen würde. Dies wären etwa 4 % des gesamten Dachpotenzials in Neckarsulm und augenscheinlich ein guter Anteil der kommunalen Stromverbräuche.

Die kleineren, verfügbaren Dachflächen sind rein vom Anteil Stromerzeugung wesentlich weniger bedeutsam, aber doch betrachtenswert, denn sowohl direkte Stromverbräuche als auch Strom zum Antreiben von Wärmepumpen lässt sich am kostengünstigen vom eigenen Dach erzeugen. Somit können insgesamt weitere 22 Standorte mit einer Leistung von insgesamt 494 kW<sub>p</sub> versehen werden, woraus sich etwa 413 MWh an Strom erzeugen ließen. Bei allen Anlagen ist jedoch vorher zu prüfen, ob die statischen Verhältnisse für Aufdachanlagen ausreichend sind. Gegebenenfalls müsste die Tragfähigkeit der Dächer verstärkt werden.

Die Belegung mit Photovoltaik ist auf vielen kommunalen Dachflächen derzeit schon realisiert und bei sechs weiteren Dachflächen mit einem Belegungsvertrag in Realisierung befindlich. Die Stadt Neckarsulm erfüllt eine Vorbildfunktion.

Tabelle 3-3: technische Solarpotenzial nach Anlagengröße der kommunalen Liegenschaften

Technisches Solarpotenzial nach Anlagengröße (kommunale Liegenschaften) ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes			
Leistungsklasse	Anzahl Gebäude	Potenzieller Stromertrag [MWh]	Potenzielle Leistung [kW]
<= 10	3	19	22
11 – 40	19	394	472
> 40	34	2.659	3.107
<b>GESAMT</b>	<b>56</b>	<b>3.072</b>	<b>3.600</b>
<i>kein Potenzial ermittelbar</i>	0	-	-

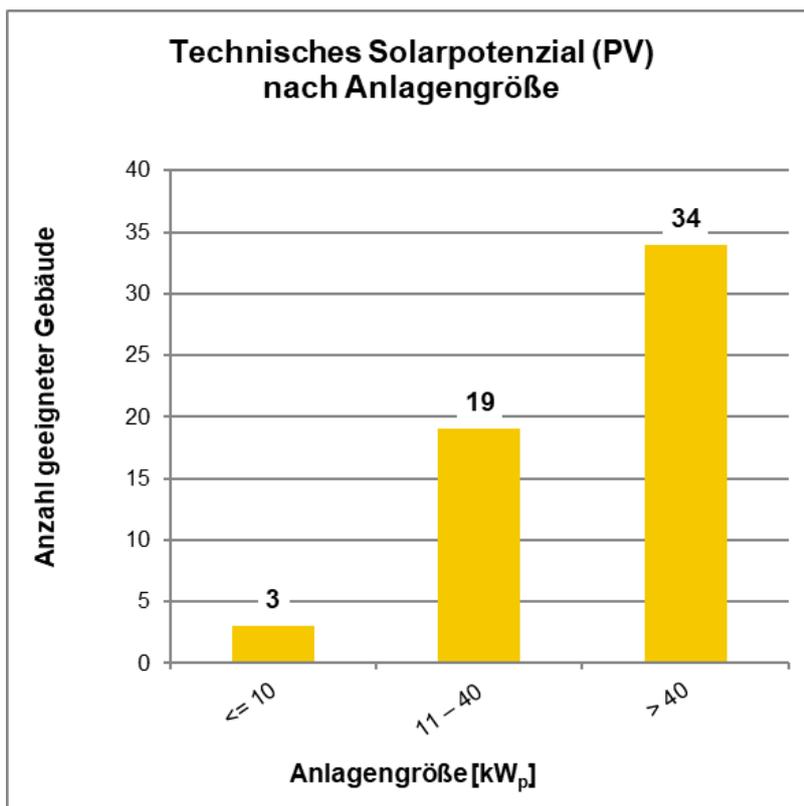


Abbildung 3-24: technisches Solarpotenzial nach Anlagengröße und Anzahl der geeigneten Gebäude

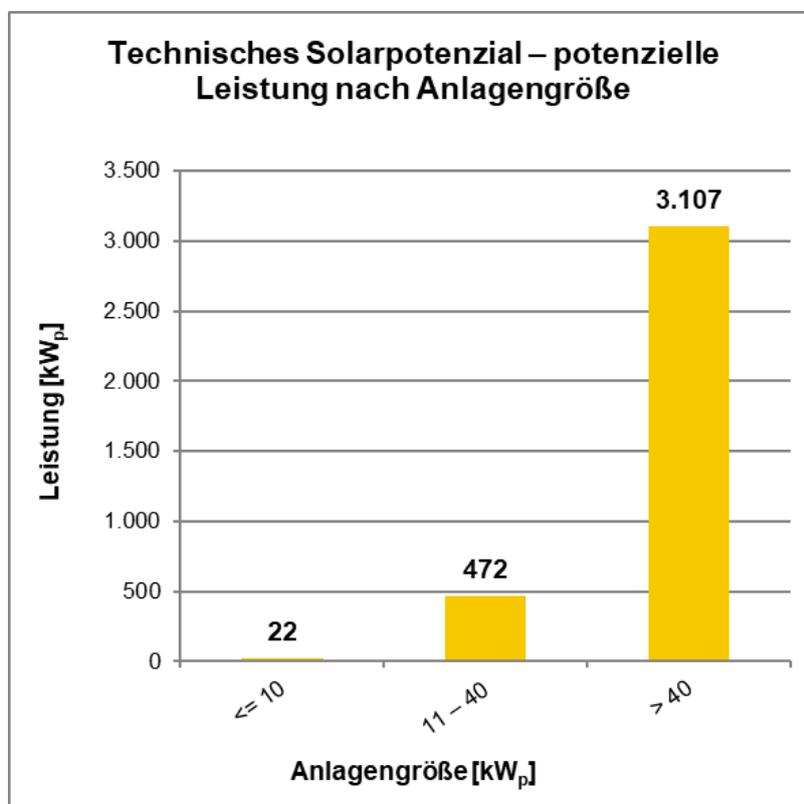


Abbildung 3-25: technisches Solarpotenzial nach Anlagengröße und Leistung der kommunalen Gebäude

### 3.3.4.5 Solar-Potenzial auf Freiflächen

Grundsätzlich lassen sich für PV-Anlagen bzw. Solarthermie auch Freiflächenstandorte definieren. Hierzu ist ein Katalog an Gunst- und Ausschlusskriterien zu definieren, der dann in einer GIS-Analyse zu Eignungsgebieten führt. Aufgrund der eher restriktiven Haltung des Regionalen Planungsverbandes zum Thema sind aber derzeit größere Freiflächenstandorte mit mehr als zwei Hektar nur schwer zu realisieren. Dies soll der technischen Betrachtung aber nicht im Wege stehen.

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung wurden Freiflächenpotenziale für Solarenergie im Stadtgebiet von Neckarsulm identifiziert. Da solche Freiflächen oft regionalplanerisch raumbedeutsam sein können, ist hier zunächst ein Abgleich mit den Vorgaben der Regionalplanung bzw. des Regionalen Planungsverbandes (RPV) Heilbronn-Franken notwendig. Der Regionalplan ist derzeit im erneuten Aufstellungsverfahren, was das Thema Freiflächenanlagen anbelangt. Eine erste Teilfortschreibung definierte so genannte Vorbehaltsgebiete für die Errichtung von Freiflächensolaranlagen. Allerdings finden sich im Gebiet von Neckarsulm keine Standorte. Die erneute Teilfortschreibung ist noch nicht zum Abschluss gekommen. Es existiert aber eine Planhinweiskarte, in welcher Flächen vermerkt sind, die grundsätzlich zur Errichtung von Freiflächen in Frage kommen. Grün eingefärbte Flächen sind generell geeignet, gelbe Flächen wären im Einzelfall zu prüfen.

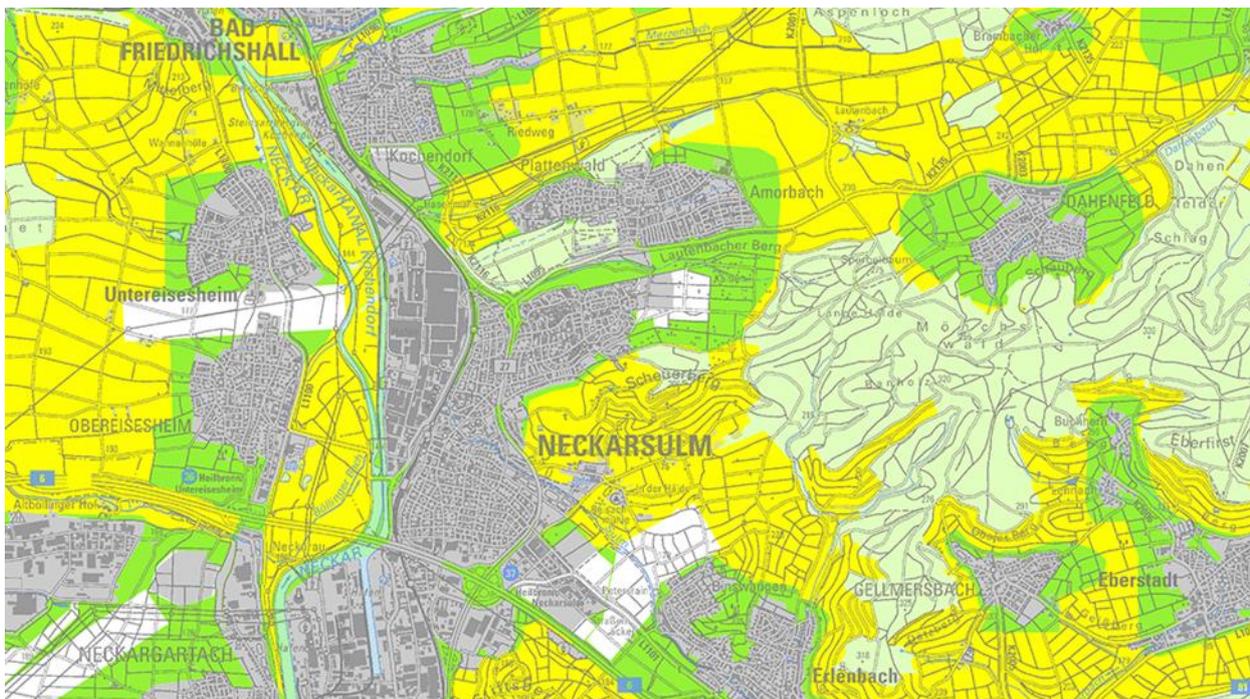


Abbildung 3-26: Planhinweiskarte zu potenziellen PV-Freiflächenstandorten

Quelle: (Regionaler Planungsverband Heilbronn-Franken, 2023)

Folglich ist nach derzeitigem Rechtsstand die Errichtung solcher Anlagen grundsätzlich fast auf allen Freiflächen innerhalb der Gemarkung Neckarsulm möglich oder zumindest im Einzelfall zu prüfen. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Karte weder rechtskräftige Flächennutzungspläne der Stadt noch artenschutzrechtliche, denkmalschutzrechtliche und luftverkehrsrechtliche Belange berücksichtigt. Im Entwurf zum Aufstellungsbeschluss werden weitere Vorranggebiete genannt, aber nicht in Neckarsulm.

Es sollen jedoch regionale Grünzüge für die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen geöffnet und allgemein das Thema wesentlich gewichtiger in der Abwägung mit anderen Trägern öffentlicher Belange stehen.

Es besteht die Möglichkeit, Flächen mit einem Bebauungsplan (B-Plan) zu versehen, der sie für Zwecke der Energieerzeugung mit Photovoltaik ausweist. Aus der nationalen Gesetzgebung (s. EEG) geht hervor, dass diese Flächen nicht in bestimmten Schutzgebieten, nicht auf Moor- und Ackerflächen untergebracht werden dürfen. Hier wären Flächen im Einzelfall zu prüfen. Auf jeden Fall muss dafür stets ein rechtskräftiger B-Plan aufgestellt werden. Um dieses theoretisch große Potenzial besser steuern zu können, wird die Ausweisung von dafür geplanten Gebieten sowohl im Flächennutzungsplan (FNP) als auch im B-Plan empfohlen.

Aufgrund der knappen Flächen und diverser Nutzungskonkurrenzen ist es sinnvoll, sich zuerst die Gegebenheiten vor Ort anzusehen. Eine ideale Freiflächenlösung wäre zum Beispiel eine Kombination aus mehreren energetischen Nutzungen. Beispielsweise könnte ein Erdsondenfeld mit einer Solarthermie oder einer PV-Anlage kombiniert werden, um solche Flächen entsprechend effizient zu nutzen. Die solarthermische Anlage würde auch genutzt, um große geothermische Erdsondenfelder vor dem Winter durch die Wärmezufuhr zu regenerieren.

Gerade in innerstädtischen Gebieten macht eine Sektorenkopplung Sinn. Ein Beispiel wäre der Neubau von Parkplätzen. Hier könnte unter einem großen Parkplatz ein geothermisches Erdsondenfeld erschlossen werden. Zum Feuchtigkeitseintrag könnte darüber ein diffusionsoffenes Plattensystem verlegt werden. Wiederum als Überdachung des Parkplatzes könnte darüber eine Überdachung mit Photovoltaik-Anlagen installiert werden.

Mit Blick auf Neckarsulm machen größere solarthermische Freiflächenanlagen nur in räumlicher Nähe zu Wärmeverbrauchern Sinn, da Wärme über größere Distanzen nicht verlustfrei transportiert werden kann. Folglich wären die grünen Flächen um Obereisesheim grundsätzlich interessant (etwa 110 ha) und auch die Flächen um Amorbach (etwa 30 ha) und entlang des Hängelbachs (etwa 35 ha). Bei einer angenommenen Überdeckung der Flächen mit Solarthermie zu einem Drittel (Abschläge wegen Zuwegung, Verschattung, etc.) stünden für solarthermische Flächen dort etwa 58 ha reine Erzeugungsfäche in gewisser Nähe zur Bebauung und zu potenziell geeigneten Wärmenetzgebieten zur Verfügung. Bei einem Ertrag von 400 kWh/m<sup>2</sup> entspräche das einer solarthermischen Arbeit von 232.000 MWh/a. Damit könnte bilanziell die Stadt zu fast 93 % mit Wärmeenergie versorgt werden. Allerdings fällt – wie bereits oben beschrieben – der größte Teil des Potenzials über das Jahr betrachtet an, wenn man ihn nicht benötigt, nämlich im Sommer. Nur etwa 30 % des Potenzials könnten direkt genutzt werden. Der Rest müsste in großen Erdspeichern untergebracht werden, bzw. zur sommerlichen Regeneration von geothermischen Potenzialen herangezogen werden. Hier stellen sich erfahrungsgemäß Wärmeenergieverluste von etwa 50 % ein. Folglich liegt ein realistischeres Potenzial für groß-solarthermische Freiflächen deutlich unter 150.000 MWh.

Die photovoltaische Nutzung dieser Flächen ist ebenso möglich, sofern naturschutzfachliche oder andere rechtliche Belange nicht dagegensprechen. Bezogen auf die oben genannten siedlungsnahen Flächen ergäbe sich ein Stromerzeugungspotenzial von etwa 87.000 MWh. Damit wäre ein wahrscheinlich bedeutender Beitrag zur Deckung der Strombedarfe in Neckarsulm machbar. Im Fokus der Kommunalen Wärmeplanung liegt jedoch die Deckung der Wärmebedarfe. Aber auch hier spielt der Strom zum Betrieb der Wärmepumpen eine bedeutende Rolle.

Eine rechtlich sicherere Potenzialabschätzung stützt sich auf das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Hier werden nur Flächen berücksichtigt, die gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) besonders förderwürdig sind. Hier ist der § 48 Abs. 1 Nr. 3c ausschlaggebend. Danach sind Freiflächenstandorte an Verkehrsachsen förderwürdig, für die ein B-Plan rechtskräftig aufgestellt ist. Der Außenabstand der Fläche zur Verkehrsachse darf bei Redaktionsschluss nicht mehr als 200 m betragen. Im neuen EEG sind allerdings 500 m vorgesehen. Diese Standorte können als rechtlich gesichert förderwürdig angesehen werden.

Im Sinne des EEG wurden nachfolgend Flächen entlang der Autobahn als Potenzialflächen ausgewiesen, da sie auf jeden Fall nach einem B-Planverfahren im Sinne des EEG förderwürdig sind. Diese sind in nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

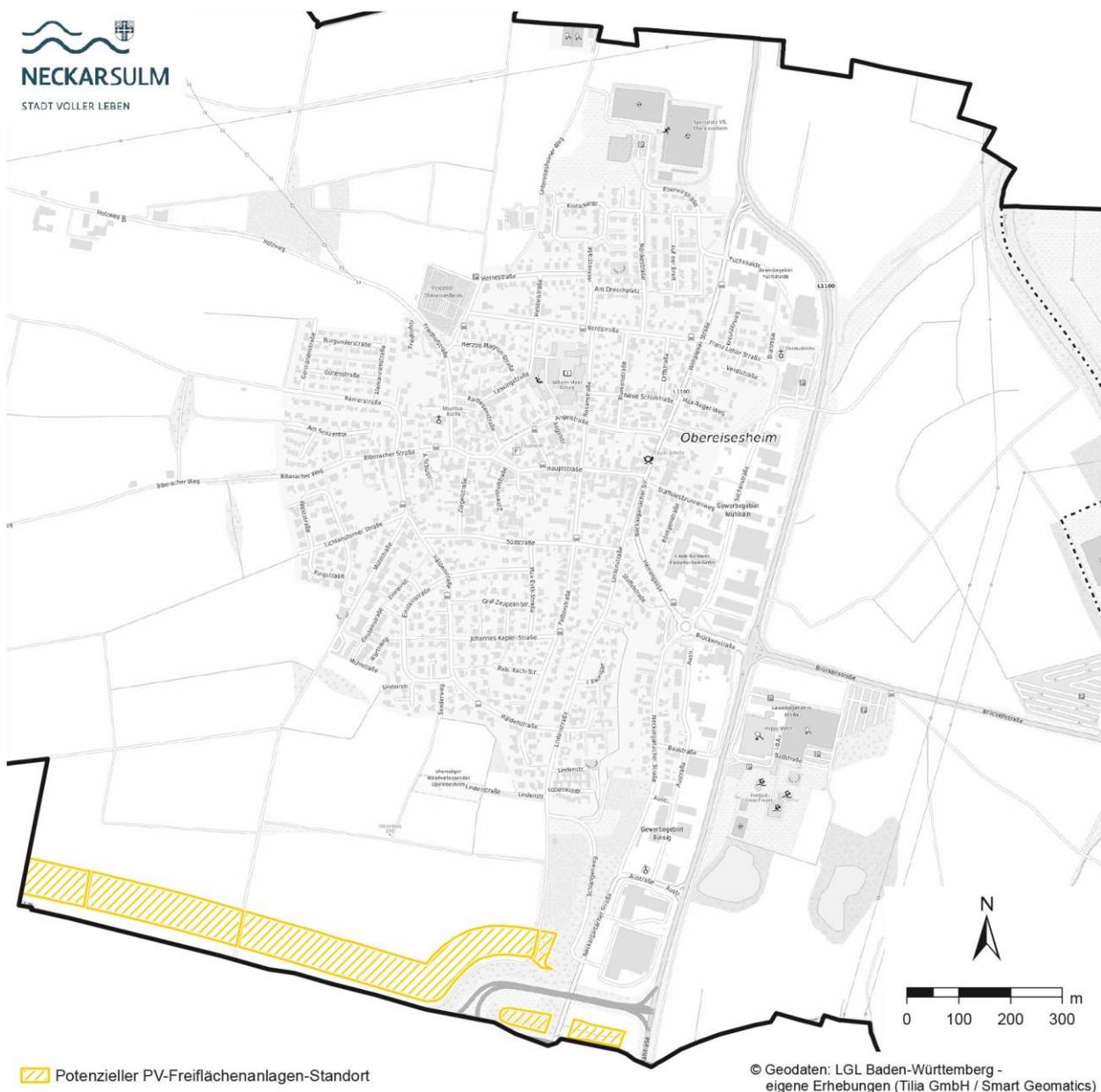
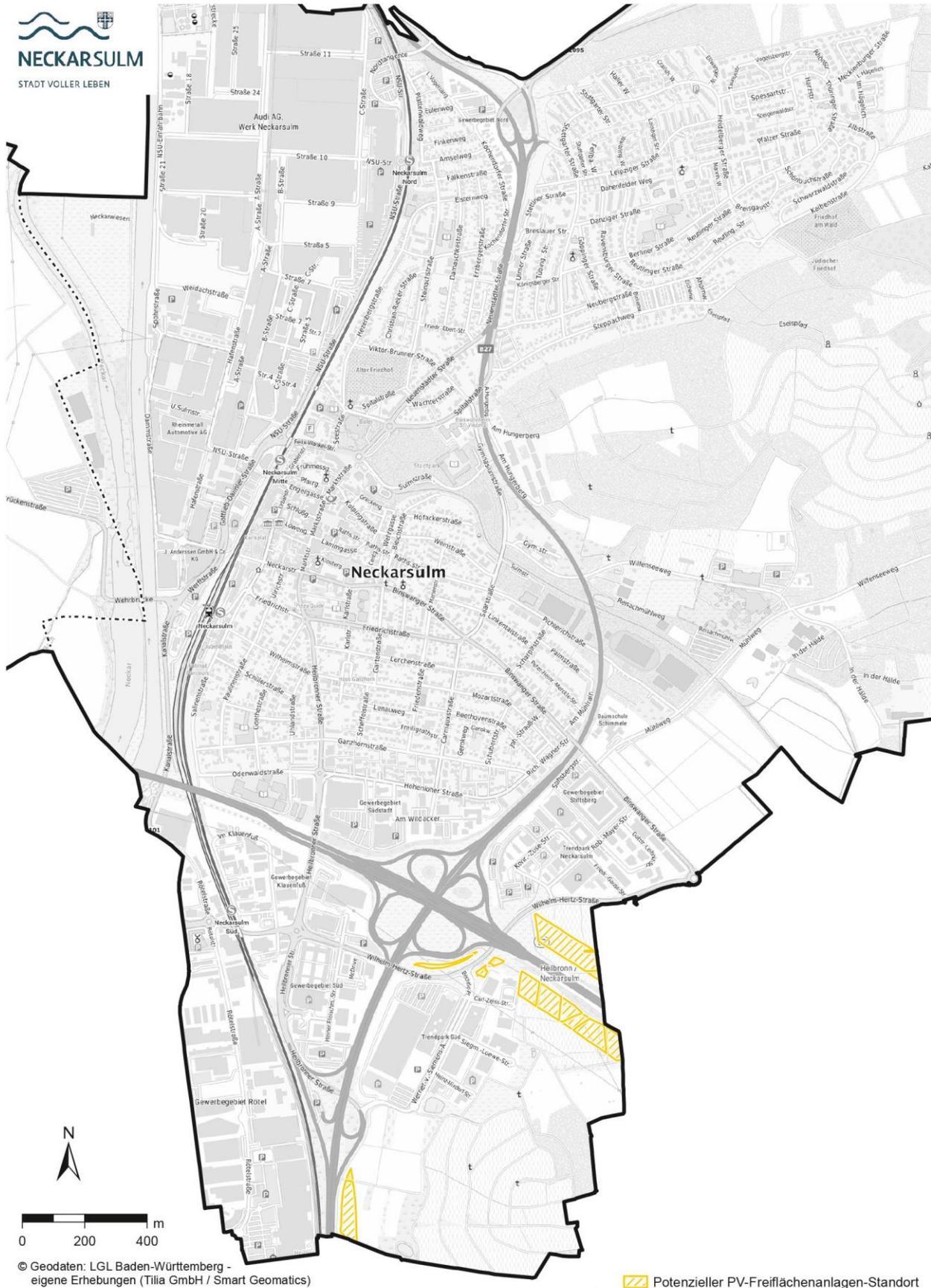


Abbildung 3-27: Freiflächen im Süden von Obereisesheim



© Geodaten: LGL Baden-Württemberg - eigene Erhebungen (Tilia GmbH / Smart Geomatics)

Potenzieller PV-Freiflächenanlagen-Standort

Abbildung 3-28: Freiflächenpotentiale im Süden von Neckarsulm

Die in Abbildung 3-27 und Abbildung 3-28 gezeigten Freiflächen bieten nach aktuell gültiger Gesetzeslage Möglichkeiten zur Nutzung der Photovoltaik, die privilegiert sind. Die Freifläche im Süden von Obereisesheim liegt zwar in einem Wasserschutzgebiet, aber trotzdem wäre hier eine kombinierte Nutzung von oberflächennaher Geothermie mit Erdkollektoren eine Möglichkeit, die man näher erörtern sollte. Die Nutzung einer Photovoltaikanlage würde mit einem kalten Nahwärmenetz für Obereisesheim eine gute Möglichkeit bieten, diesen Stadtteil klimaneutral mit Wärme zu versorgen. Im Falle einer Preisgemengelage, die bei Betrachtung der Vollkosten höher als bei der Gebäudebeheizung mit einer Wärmepumpe ist, könnte gegebenenfalls über einen Anschluss- und Benutzungszwang in diesem Gebiet nachgedacht werden, um durch eine möglichst hohe Anschlussquote die Wirtschaftlichkeit dieses Netzes zu sichern. Rechtlich ist dies im Gebäudebestand jedoch schwer umsetzbar.

Für die photovoltaische Nutzung ergäbe sich nach dem EEG eine nutzbare Fläche von etwa 8 ha. Für 1 kW<sub>p</sub> werden etwa 14 m<sup>2</sup> benötigt. Folglich wäre hier eine Anlage mit etwa 5,7 MW<sub>p</sub> potenziell zu errichten. Dies entspräche bei durchschnittlichen 900 Vollbenutzungsstunden einem Stromertrag von etwa 5.100 MWh.

Die in Abbildung 3-28 gezeigten Freiflächen im Süden von Neckarsulm liegen ebenfalls in einem Trinkwasserschutzgebiet und sollten deshalb auch in Kombination mit Erdkollektoren mit Wasser als Wärmeentzugsmedium zur energetischen Nutzung angedacht werden, da beide energetischen Nutzungsmöglichkeiten keine Kontamination mit Quellen oder Trinkwasser mit sich bringen. Zur photovoltaischen Nutzung stünden nach EEG-Flächen in der Größe von 7,2 ha zur Verfügung. Aus Sicht des EEG spielt es dabei keine Rolle, ob die Fläche teilweise in privater Hand ist. Dies bedeutet ein Potenzial von knapp 5,1 MW<sub>p</sub> und einem Stromertrag von gut 4.550 MWh. Auch das benachbarte Regenrückhaltebecken könnte durch Überbauung noch einer zweiten Nutzung zugeführt werden.

Unweit westlich von den Freiflächen steht das Biomasseheizkraftwerk der Stadtwerke Neckarsulm, welches im Rahmen der angestrebten Erzeugungstransformation für eine Einbindung der regenerativen Möglichkeiten interessant wäre.

### 3.3.5 Flusswasser Nutzung

In Neckarsulm existieren zwei mögliche Standorte, wo Flusswasser ohne größeren Wasserbau zur Wärmeengewinnung genutzt werden könnte. Einmal an der Neckarsulmer Wehrbrücke, die einen nutzbaren Pegelstand von 4,5 m Tiefe besitzt. Die Flussbreite ist dort mit ca. 80 m auch großzügig, womit ein Wärmetauscher sehr gut und größer dimensioniert, untergebracht werden könnte. Da die Flüsse in den letzten Jahren durch den Klimawandel eher zu warm geworden sind, wäre ein Wärmeentzug durch Flusswassernutzung auch für den Fischbestand eine Verbesserung. Technisch gesehen würde man das Wasser aus dem Fluss ableiten, um es über Wärmetauscher auszukühlen. Die Kühlung würde über eine Groß-Wärmepumpe geschehen, welche warmes Wasser produzieren könnten, um zum Beispiel ein Wärmenetz in der Innenstadt von Neckarsulm zu beheizen.

Das berechnete Potenzial wäre immens, würde man es schaffen ein Volumen am Neckarwehr von 4 m Höhe, 80 m Länge und 1 m Breite aus dem Neckar über Großwärmetauscher zu leiten und so den Fluss um 1°K auszukühlen. Damit könnte eine Kühlungsenergie von ca. 11.740 MWh pro Jahr erzeugt werden, die durch die Wärmepumpe dann auch als Wärme in ein Wärmenetz gespeist werden könnte. Dies wären knapp 20 % der heutigen Versorgungsmengen durch Wärmenetze.

Es bleibt aber trotzdem zu beachten, dass der Neckar ein Fluss mit vielen Anrainern ist und Flusswasser auch nur bis zu einem bestimmten Auskühlungsgrad genutzt werden kann. So ist bekannt, dass einige Kommunen flussaufwärts von Neckarsulm schon auf dieselbe Idee gekommen sind. Um eine „Unterkühlung“ zu vermeiden, sollte hier mit Anrainern flussaufwärts eine energetische Wassernutzung koordiniert und abgestimmt werden, da der Neckar bei Übernutzung ansonsten im Winter vermehrt Eisgang aufweisen wird.

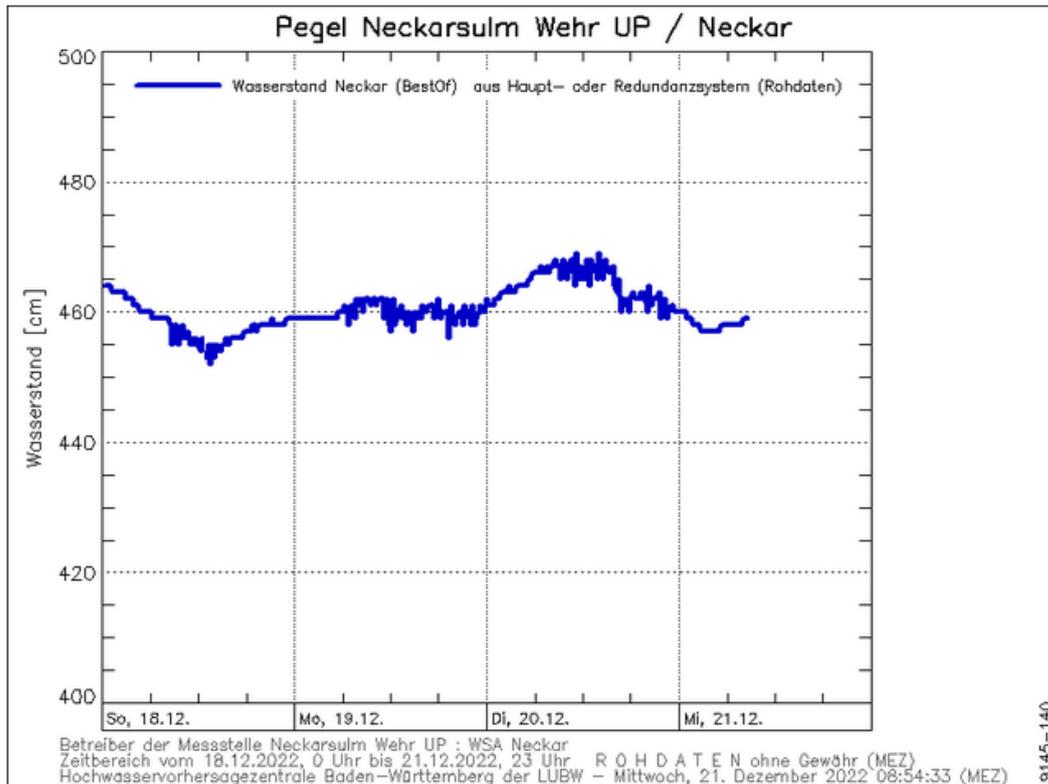


Abbildung 3-29: Verlauf Pegelstand des Neckar am Standort Neckarsulm Wehr

Die im Vergleich zum Neckar kleine Sulm hat dementsprechend nur kleinere Potenziale Wärme zu liefern. Beispielsweise könnten ein Geothermiefeld oder Solarthermie Anlagen in der Nähe zusammen mit der Sulm eine gute Grundlast für ein größeres Gebäude in Neckarsulm leisten. Dieses sollte unabhängig vom bisherigen Wärmenetz im Stadtzentrum operieren. Ein mögliches Beispiel könnte die Pichterichhalle sein.

Der in Abbildung 3-30 gezeigte Pegelstand ist aus dem Ort Erlenbach, der unmittelbar vor den Stadtgrenzen von Neckarsulm liegt und ca. 1,5 km zum möglichen Gebiet der regenerativen Energiegewinnung aus der Sulm entfernt liegt. Der niedrigste Pegelstand zwischen 1981 und 2010 lag bei ca. 35 cm. Unter Annahme des Volumens des Flusses von 5 m Breite und 0,3 m Höhe samt einem Durchfluss von ca. 1,5m<sup>3</sup>/s sowie der Auskühlung um ein 1°K, ergäbe sich eine Grundlast von ca. 55 MWh pro Jahr.

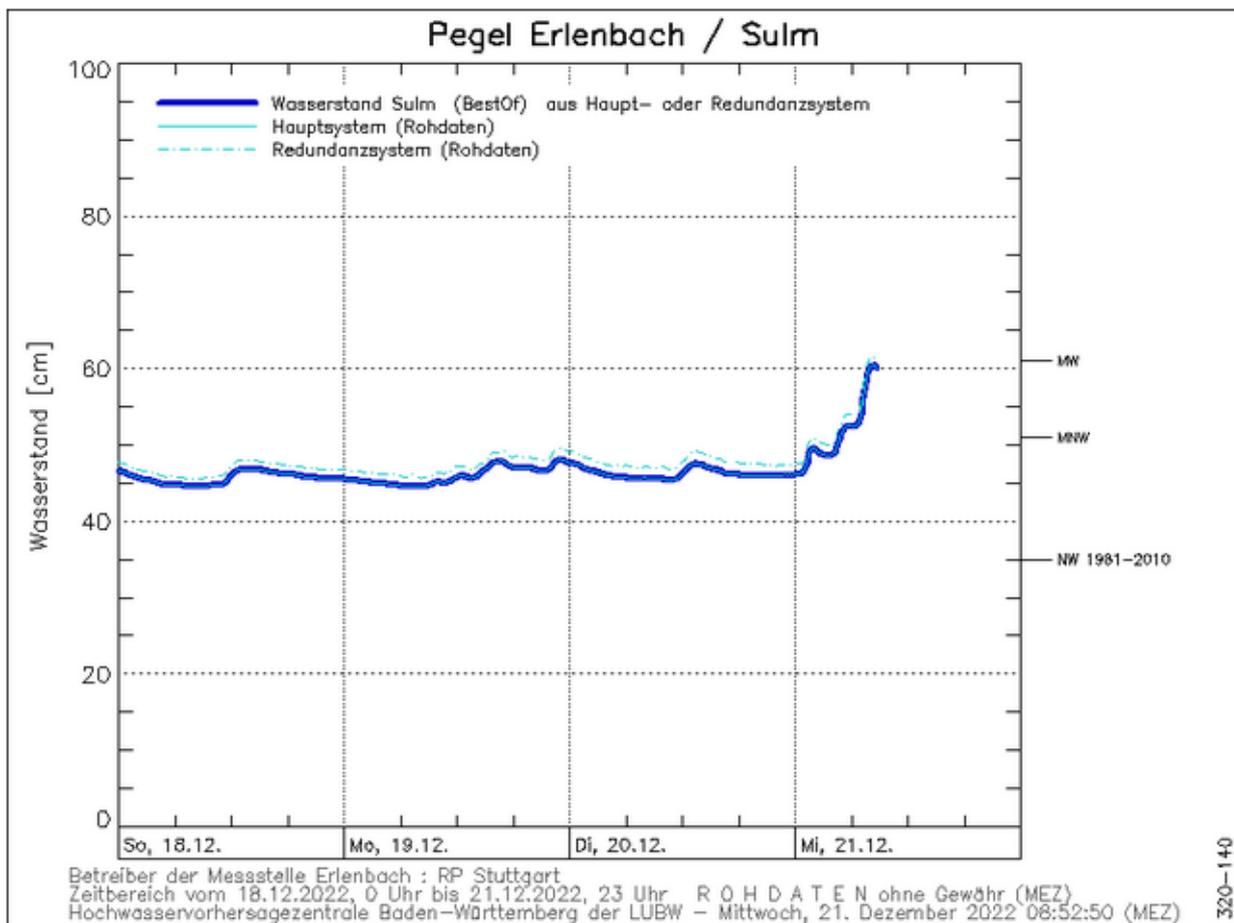


Abbildung 3-30: Verlauf Pegel der Sulm in Erlenbach

Als Resümee ergibt sich folgende Situation. Es besehend durch die großen Wassermengen im Neckar dementsprechend große Potenziale, aus Flusswasser Wärme zu gewinnen, die längerfristig einen Beitrag zur Speisung von Wärmenetzen leisten können. Das Potenzial an der Sulm ist klein und kann bei der Versorgung eines größeren Gebäudes behilflich sein.

### 3.3.6 Abwärmenutzung aus Abwasserkanälen

Äquivalent zur Flusswassernutzung besteht auch die Möglichkeit, das Abwasser in Neckarsulm zu nutzen und die Wärme zu entziehen. Dies geschieht schon seit mehreren Jahren über bestimmte Wärmetauscher, die in die Abwasserkanäle eingesetzt werden können und ab einer Größe von DN 800 und einem Volumen von 100 l/s (KEA empfiehlt 40 l/s) genügend Energie liefern, um das Abwasser zu nutzen, welches im Winter um die 10°C warm ist und im Sommer sogar bis zu 18°C warm werden kann. Dabei lässt sich nicht die gesamte Länge des Kanalnetzes nutzen, da nach einer bestimmten Strecke das Abwasser dieselbe Temperatur aufweist wie der Wärmetauscher. Folglich können daher nur bestimmte, gerade verlaufende Kanalnetzabschnitte mit dem genannten Mindestdurchfluss (ab etwa DN 800) genutzt werden, da der Wärmetauscher gerade Strecken zum Einbau verlangt. Dieses Potenzial könnte bspw. den Rücklauf des existierenden Wärmenetzes temperaturgraduell unterstützen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden die Kanaldaten sowie die möglichen Trockenwetterdurchflüsse angefragt. Diese ließen sich aufgrund fehlender Werte zur räumlichen Verortung nicht gut in ein Kartenformat fassen und werden daher als Gesamtwert am Vorfluter der Kläranlage ausgegeben.

Der Trockenwetterwert, der in Neckarsulm zur Kläranlage fließt, wurde mit ca. 100 l/s aus den vorliegenden Daten angegeben. Wenn dieses Abwasser um 3°K ausgekühlt werden würde, wäre ein Potenzial von ca. 10.500 MWh pro Jahr verfügbar. Daher ist im Detail zu überprüfen, wo solche Kanalabschnitte liegen und inwiefern sie mit Gebäudeneubauten oder mit bestehenden Wärmenetzen verknüpfbar sind. Diesbezüglich sollte eine nähere Betrachtung bzw. eine Potenzialstudie zur Abwasserwärmenutzung in Auftrag gegeben werden.

### 3.3.7 Abwärmenutzung aus der Industrie

Aus den Prozessen der großen Gewerbebetriebe in Neckarsulm besteht mit hoher Wahrscheinlichkeit ein nutzbares Abwärmepotenzial. Um das Potenzial für Abwärmenutzung zu ermitteln, wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung Gespräche mit verschiedenen Industrieunternehmen und Kraftwerksbetreibern im Stadtgebiet sowie im direkten Umkreis der Stadt Neckarsulm geführt. Das Ergebnis der Gespräche war, dass eventuell vorhandene Abwärmepotenziale durch die Unternehmen selbst genutzt werden oder in Zukunft genutzt werden sollen. Daher besteht zur externen Nutzung kein weiteres Abwärmepotenzial. Technisch wäre das Potenzial sehr wahrscheinlich vorhanden und sollte in Zukunft eventuell ein weiteres Mal auf Verfügbarkeit geprüft werden.

Obwohl keine verfügbaren Abwärmepotenziale identifiziert werden konnten, gilt es darauf hinzuweisen, dass Abwärme in der Regel eine sehr gute, weil kostengünstige Wärmequelle ist. Der damit verbundene Nachteil ist aber die Haltbarkeit einer solchen Wärmequelle, die in starkem Maße vom Fortbestehen des erzeugenden Betriebs abhängig ist.

### 3.3.8 Potenzial Windkraft

Für das Stadtgebiet von Neckarsulm existieren aktuell keine regionalplanerisch erfassten und bewerteten Eignungs- bzw. Windvorranggebiete. Aus regionalplanerischer Sicht ergibt sich nach aktuellem Plan kein Potenzial. Durch die von der Bundesregierung an die Länder ausgegebenen Ausbauziele für Windkraft könnten in Zukunft Potenzialflächen auf dem Stadtgebiet Neckarsulms entstehen. Diese befinden sich mit einer größeren windhöffigen Fläche am nordwestlichen Gemarkungsrand der Stadt nordwestlich des Stadtteils Obereisesheim und mit einer kleinen Fläche am südöstlichen Gemarkungsrand in Richtung Erlenbach. Aufgrund der begrenzten Flächenpotenziale mit ausreichenden Windgeschwindigkeiten von mindestens 6,5 m/s in einer Höhe von 160 m ü. G Nabenhöhe ist von maximal 6 – 8 Windrädern der neueren Generation für Neckarsulm auszugehen. Diese besitzen eine Leistung von etwa 5 MW und erbringen ca. 2.000 Vollbenutzungsstunden pro Jahr. Somit wäre ein maximales Potenzial von 60.000 – 80.000 MWh/a machbar. Diesbezüglich sollte eine vertiefende Betrachtung bzw. Potenzialstudie Windenergienutzung in Auftrag gegeben und dementsprechend Investoren akquiriert werden.

### 3.3.9 Potenzial Wasserkraft

Das einzige bedeutsame Potenzial für Wasserkraft liegt am Schleusenstauwehr an der Brückenstraße. Es hat eine Fallhöhe von etwa 5,5 m und einen Wasserdurchfluss von ca. 100 m<sup>3</sup>/s. Theoretisch ließe sich aufgrund der Fallhöhe eine Höhenenergie von 173.000 MWh im Jahr gewinnen. Da aber nicht das ganze Wasser durch eine Turbine geleitet werden kann (Annahme: 50 %) und die Turbine einen Wirkungsgrad von etwa 85 % besitzt, ist hier von einem Maximalpotenzial von etwa 75.000 MWh pro Jahr zu rechnen. Aufgrund des bestehenden Wehres sollte hier seitens der Eigentümer nachgefragt werden, ob eine Nutzung der Wasserkraft rechtlich möglich ist.

### 3.3.10 Zusammenfassung Potenziale

In der Zusammenfassung der Potenziale zeigt sich, dass in Neckarsulm ausreichend erneuerbare Energien technisch erschließbar sind, um den jetzigen Wärmebedarf und auch den projizierten Wärmebedarf nach Ausschöpfung der Effizienzpotenziale zu decken.

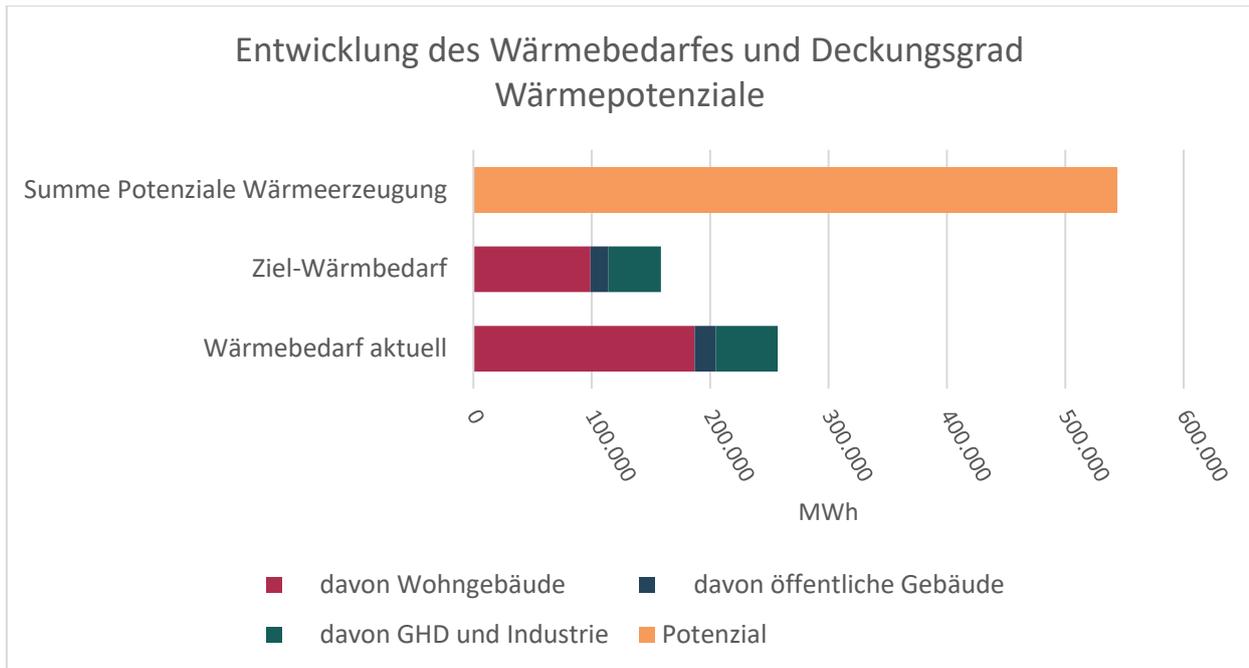


Abbildung 3-31: Vergleich Wärmebedarfe und Wärmepotenziale

Während Wärmebedarfe von aktuell 257.000 MWh auf gut 158.000 MWh durch Effizienzanstrengungen sinken können, beträgt das gesamte Wärmepotenzial erneuerbarer Energien mehr als 540.000 MWh. Das Verhältnis von Dargebot und Bedarf beträgt etwa den Faktor 3,4.

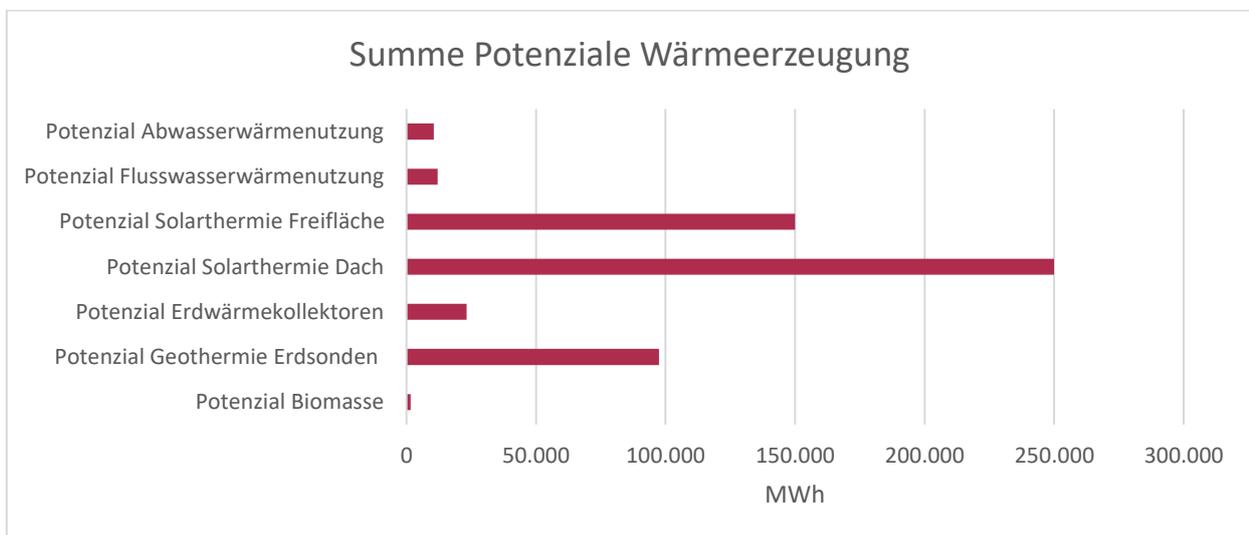


Abbildung 3-32: Übersicht Wärmepotenziale erneuerbarer Energien

Es zeigt sich, dass das Aufkommen der einzelnen Potenziale sehr unterschiedlich ist. Das Bioenergiepotenzial ist fast vernachlässigbar. Interessante Potenziale bestehen in der Abwasserwärmenutzung, da diese Wärme sich mit wenig infrastrukturellem Aufwand erschließen lässt. Diese Wärme sollte auf jeden Fall genutzt werden. Auch die oberflächennahe Geothermie besitzt

bedeutende Potenziale, welche eine ganzjährig nutzbare Energiequelle darstellen. Die Nutzung dieses Potentials sollte deswegen in Verbindung mit Wärmepumpen bei der Transformation des bestehenden Wärmenetzes mit erschlossen werden. Eine große und räumlich zusammenhängende Potenzialfläche für das Wärmenetz in der Innenstadt stellen die Flächen zu beiden Seiten der Sulm dar, da dort sowohl tiefere Erdsonden installiert werden können als auch für Erdkollektoren gute Bedingungen vorherrschen. Auch am nördlichen Rand von Obereisesheim bietet sich die Nutzung dieses Potentials an. Mit Vorsicht ist das auf den ersten Blick größte Potenzial der Solarthermie zu betrachten. Die Solarthermie erzeugt genau dann am meisten Wärme, wenn sie am wenigsten gebraucht wird. Deswegen sollte dieses Potenzial im Vergleich zu anderen nur so weit erschlossen werden, dass damit im Sommer kostenintensivere Erzeugungsarten abgeschaltet werden können. Ein Beispiel wären Wärmepumpen mit dem zugehörigen Strombedarf, der so saisonal substituiert werden könnte. Außerdem sollte in Verbindung mit Erdsonden auch immer ein Erzeugungsanteil Solarthermie mit installiert werden, um sommerliche Wärme in den Boden zu transportieren. So wird eine Bodenübernutzung durch Temperaturregeneration vermieden.

Im Hinblick auf die nach wie vor zaghafte Raten der Gebäudesanierung ist es wahrscheinlich, dass die den Wärmebedarfen gegenübergestellten Wärmeerzeugungspotenziale mehr ausgenutzt werden müssen, als es langfristig notwendig wäre, weil die Klimaneutralität in kürzerer Zeit erreicht werden soll, als es der Fortgang der Gebäudesanierung zulässt.

Gegenüber den Potenzialen in der Wärmeerzeugung sind Potenziale der Stromerzeugung in Neckarsulm geringer einzuschätzen. Insgesamt ist bei Nutzung aller Potenziale von jährlich etwa 357.000 MWh auszugehen. Durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen werden zusätzliche Strommengen benötigt und auch die E-Mobilität wird die Strombedarfe in der Stadt erhöhen. Allein bei der Substitution bestehender Heizungsanlagen durch große und kleine Wärmepumpen lässt sich ein zusätzlicher Strombedarf von etwa 37.000 MWh abschätzen. Daher ist es ratsam, alle erschließbaren Stromerzeugungspotenziale in Neckarsulm zu nutzen, auch wenn die nach heutiger Sicht als rechtlich oder politisch kritisch anzusehen sind. Ein Beispiel wäre die Nutzung der Wasserkraft am Neckar, also einer Bundeswasserstraße.

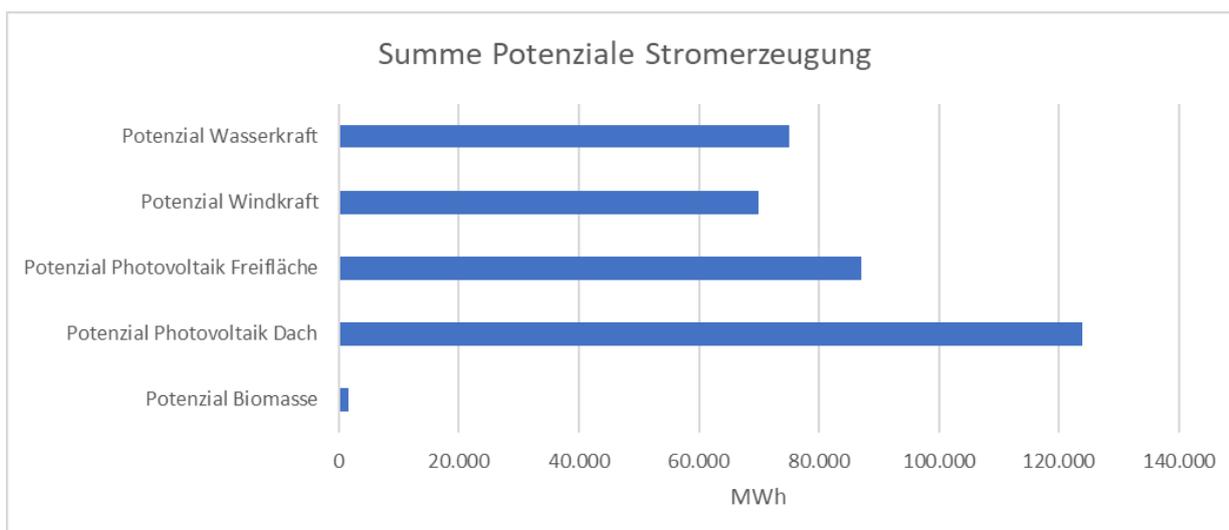


Abbildung 3-33: Übersicht Potenziale Stromerzeugung

Aufgrund der hohen Dichte an Industriebetrieben wird auch in Zukunft von außen Strom nach Neckarsulm transportiert werden müssen. Dennoch sollten die hier aufgeführten Potenziale auch genutzt und der Stromerzeugung der Vorrang vor der Wärmeerzeugung gegen werden, sofern die Flächen nicht gekoppelt nutzbar sind.

### 3.4 Entwicklungen der Gasversorgung für 2030 und 2040

Unter dem Eindruck der zunehmenden Abgabenbelastung von Erdgasverbräuchen (Stichwort CO<sub>2</sub>-Abgabe) und der Ziele der Klimaneutralität im Jahr 2040 ist das bestehende Erdgasnetz einem starken Wandel unterworfen. Bis zum Jahr 2026 existiert ein Preiskorridor zur CO<sub>2</sub>-Abgabe. Er liegt bei etwa 60 €/t CO<sub>2</sub>. Bei einem CO<sub>2</sub>-Gehalt von 202 g/kWh Erdgas bedeutet dies einen Preisaufschlag von etwa 1,2 ct/kWh (netto) auf das bezogene Erdgas. In Wärme umgewandelt (Wirkungsgradverluste und Berücksichtigung Faktor Heizwert) bedeutete dies einen Preisaufschlag von etwa 1,8 ct/kWh (brutto), den ein Endverbraucher für seine Wärme zahlen muss. Nach dem Jahr 2026 soll die Preisbildung anhand von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten stattfinden, die an der Börse gehandelt werden. Eine Expertenstudie (Kopernikus-Projekt Ariadne (Hrsg.), 2021) geht davon aus, dass zum Erreichen der Klimaschutzziele für das Jahr 2030 ein CO<sub>2</sub>-Preis von etwa 275 €/t verlangt werden muss. Andernfalls würde noch zu viel fossile Energie verbraucht. Dies bedeutete beim Brennstoffbezug einen Aufschlag von 5,5 ct/kWh (netto) bzw. bei der Verbraucherendabrechnung 8,0 ct/kWh (brutto). Diese Prognose ist mit Unsicherheiten behaftet, da sich die Entwicklung des Handels der Emissionszertifikate samt dem Einfluss der Entwicklung emissionsfreier Technologien selbstverständlich auf die Preisbildung auswirken. Sicher ist, dass der Preis sehr deutlich über 60 €/t CO<sub>2</sub> liegen wird. Unter Zugrundelegung der Preise für Netzentgelte und Umlagen bei Erdgas und einen reinen Einkaufspreis der Stadtwerke für Erdgas (3,5 ct/kWh) samt Marge ergeben sich daraus im Jahr 2026 Preise für private Endkunden, die netto bei knapp 10 ct/kWh liegen. Sollte der CO<sub>2</sub>-Preis im Jahr 2030 Realität werden, so steigt der Endkundenpreis auf über 14 ct/kWh (netto) an. Für die Erzeugung einer Kilowattstunde Wärme bedeutete dies brutto 20,5 ct/kWh. Außerdem entstehen noch die Kosten für die Heizungsanlage selbst sowie Wartung und Instandhaltung, so dass weitere 5-6 ct/kWh hinzukommen. Ein neu zu errichtendes Wärmenetz oder eine Wärmepumpe werden also in den meisten Fällen heute günstiger bei Endkundenpreisen (etwa 18-23 ct/kWh) für den Raumwärmebezug abschneiden.

Dies und auch die weggebrochene Versorgungssicherheit samt aktuell in der Bundesregierung geplanten Novelle des GEG werden schon im Jahr 2030 dazu führen, dass die Nachfrage für Erdgas bei Gebäudeeigentümern stark nachlässt. Biomethan und Holz werden zur Substitution von fossilem Erdgas nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Dies hat zur Folge, dass die Nachfrage nach dem Gasnetz als Infrastruktur ebenfalls rückläufig ist. Im Jahr 2040 darf kein fossiles Erdgas mehr eingesetzt werden. Es müsste bis dahin genügend klimaneutrales Methangas geben, was – wie Wasserstoff – aus Strom und aus Biomethan gewonnen werden müsste. Da davon ausgegangen werden muss, dass schon regional aus Strom erzeugter Wasserstoff zu Gestehungskosten von über 15 ct/kWh führt und synthetisches Erdgas noch einmal aus Wasserstoff methanisiert werden müsste, erklärt sich der Vorteil der Wärmepumpe bzw. des Wärmenetzes zur Deckung des Raumwärmebedarfes von selbst.

Folglich wird das Erdgasnetz der Zukunft noch Abnehmern dienen können, welche höhere Temperaturen als zur Raumbeheizung (>100-140°C) benötigen. Diese Temperaturen können nicht so einfach mit einer Wärmepumpe hergestellt werden. Dies betrifft fast ausschließlich Produktionsprozesse in Unternehmen.

Die dortigen Produktionsprozesse mit hohen Temperaturen werden in Abhängigkeit der Verfügbarkeit und des Preises wahrscheinlich mit Biomethan oder mit Wasserstoff durchgeführt.

Ein weiterer Kostenfaktor sind die zu bezahlenden Netzentgelte. Sie werden durch den Weggang vieler bisheriger Nutzer auf immer weniger Abnehmer verteilt. Dies führt zu weiteren Kostensteigerungen im Vergleich zu Wasserstoff, Biomethan oder Holz. Für Wasserstoff fällt im Vergleich zu Methan eine Veredelungsstufe weniger an, so dass ein Wasserstoffnetz vermutlich kostengünstiger und zielgerichteter zu Industriekunden bzw. LKW-Tankstellen errichtet werden würde – ohne dabei „Altlasten“ wie Gas-Netzentgelte zu tragen. Als Fazit lässt sich prognostizieren, dass nur noch wenige größere Betriebe des produzierenden Gewerbes überhaupt noch Methan brauchen werden und die meisten anderen das Erdgas-Verteilnetz kaum mehr nutzen. Zur Spitzenlastabdeckung mit Methankesseln könnten Heizhäuser zukünftig auch noch am Erdgasnetz angeschlossen bleiben.

Auf die Entwicklung des Erdgasnetzes bezogen bedeutet dies, dass Investitionen abseits der Versorgungsstränge für das Großgewerbe mit Prozessenergiebedarfen auf das notwendige Minimum beschränkt werden und jetzigen Erdgaskunden frühzeitig Alternativen dazu angeboten werden, um deren Energieversorgung auch in Zukunft zu gewährleisten. Die Alternativen wären in verdichteteren Lagen Wärmenetze, insbesondere wenn Flächen für denkbare Sole-Wasser- oder Wasser-Wasserwärmepumpen fehlen. Luftwärmepumpen sind in dichter bebauten Arealen wenig realistisch, da sie in kalter Witterung zu unnötig hohen Stromverbräuchen sowie Schallemissionen führen. In weniger verdichteten Lagen können dezentrale Wärmepumpen sowie im Einzelfall Holzheizungen oder rein solarthermische Anlagen inkl. Saisonspeicher eine Alternative sein.

### **3.5 Wasserstoff in der kommunalen Wärmeplanung**

Es wird prognostiziert, dass der flächendeckende Einsatz von Wasserstoff im Wärmesektor in Baden-Württemberg vor 2040 unwahrscheinlich ist. Die Metropolregion Rhein-Neckar und der Großraum Stuttgart sollen jedoch bis 2030 an eine solche Infrastruktur angeschlossen werden. Neckarsulm liegt zwar nicht in diesen Gebieten aber auf dem Weg durch das Neckartal dazwischen. Somit besteht eine realistische Option zum Anschluss der Stadt an ein nationales Wasserstoffnetz. Unternehmen wie RWE und Equinor planen, die Produktion von „blauem“ Wasserstoff aus Erdgas. Das Erdgas soll durch Kohlenstoff-Abspaltung von CO<sub>2</sub>-Emissionen „befreit“ werden. Ein Beispiel hierfür ist die Erzeugung von blauem Wasserstoff in Norwegen, welcher durch eine spezielle H<sub>2</sub>-Pipeline nach Deutschland transportiert werden soll. Der abgespaltene Kohlenstoff wird durch das CCS-System (Carbon Capture and Storage System) in Bodenschichten gespeichert und gelangt somit nicht in die Atmosphäre. Parallel dazu wird ein H<sub>2</sub>-Pipeline-Netz in Deutschland aufgebaut, das den Knotenpunkt in der Nordsee haben wird. Grüner Wasserstoff, der durch Elektrolyse und Strom aus erneuerbaren Energien in Norwegen und Deutschland produziert wird, kann ebenfalls durch das H<sub>2</sub>-Pipeline-Netz transportiert werden.

In den Jahren ab 2030 ist geplant, dass eine Pipeline Wasserstoff liefern wird, um Gaskraftwerke und bestimmte Industriezweige zu versorgen und damit eine klimaneutrale Alternative zu fossilem Erdgas zu haben. Diese Möglichkeit könnte auch in Neckarsulm bestehen. Durch die Verwendung von Wasserstoff in Gaskraftwerken, wie auch im Heizkraftwerk des Neckarsulmer Wärmenetzes kann die schwankende Energieerzeugung von erneuerbaren Energien stabilisiert werden. Diese Kraftwerke werden zunächst mit Wasserstoff versorgt, um das Stromnetz stabil zu halten und anschließend die Versorgung der gasabhängigen Schwerindustrie sicherzustellen.

Eine Beimischung von Wasserstoff in das bestehende Erdgasnetz ab 2035 wäre denkbar, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gasverbrauch zu verringern. Aufgrund technologischer und rechtlicher Einschränkungen ist aktuell jedoch ein maximaler Wasserstoffanteil von 23 % möglich. Dies bedeutet lediglich eine etwa 8 %-ige CO<sub>2</sub>-Einsparung, da Wasserstoff eine geringere Energiedichte besitzt.

Grundsätzlich könnten die reinen Leitungsrohre des Erdgasnetzes auch zum Wasserstofftransport genutzt werden. Es gibt jedoch Bedenken hinsichtlich der Langzeitstabilität der bestehenden Leitungssysteme, da Wasserstoff die Mikrostrukturen von Metallrohren angreifen und Lecks entstehen können. Fest steht, dass alle Armaturen des derzeitigen Erdgasnetzes für Wasserstoff ausgetauscht werden müssten. Außerdem müssten alle Zähler, Verdichter und auch Heizungsanlagen (H<sub>2</sub>-ready) dazu umgerüstet oder erneuert werden. Aufgrund der abzusehenden Kosten ist dies nicht zu empfehlen.

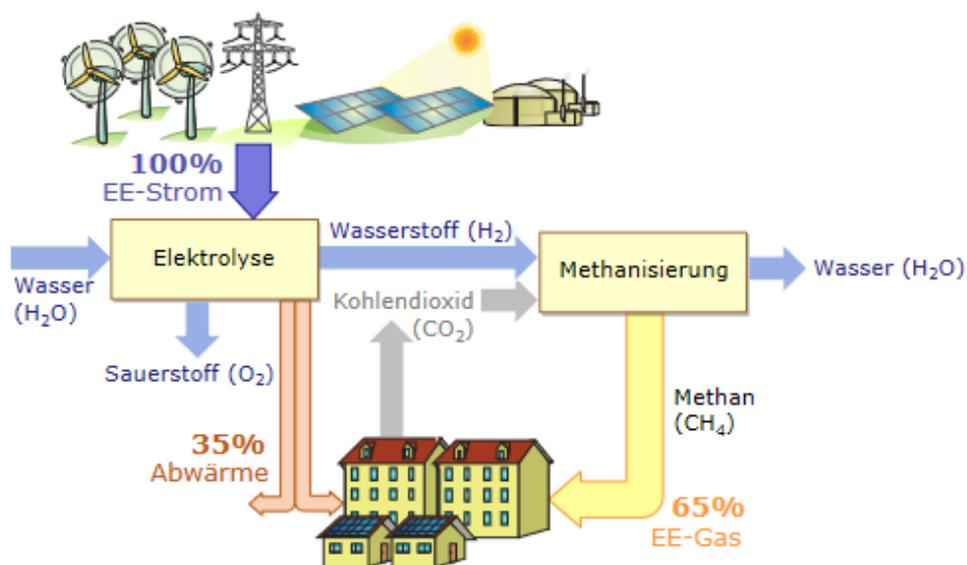


Abbildung 3-34 Prinzip der Substitution von fossilem Erdgas durch aus erneuerbarem Strom erzeugtem Methan (Power to Gas)

Quelle : Prof. Quaschnig

Wird das P2G (Power to Gas) genutzt, um die Wohnhäuser mit warmem Wasser zu versorgen, so muss viel Energie dafür verwendet werden. Es ist bedeutend mehr als mit einer Wärmepumpe.

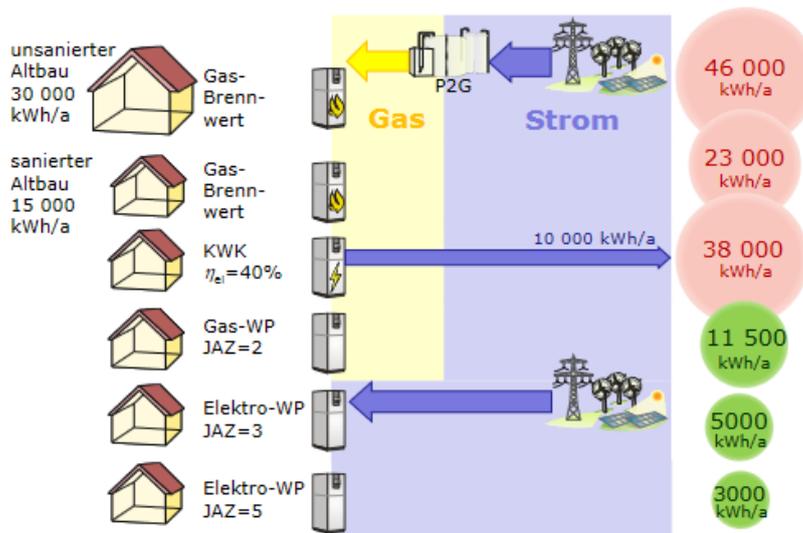


Abbildung 3-35 Effizienz und Strombedarf von strombasierten regenerativen Wärmeversorgungssystemen

Quelle: Prof. Quaschnig

Betrachtet man die notwendige Energie, welche benötigt wird, ein Haus zu versorgen, so fällt auf, dass die Hälfte eingespart werden kann, wenn der unsanierte Altbau auf aktuelle Standards umgebaut wird. Ein unsaniertes Altbau verbraucht ca. 212 kWh/m<sup>2</sup>\*a. Wenn Energiesparmaßnahmen wie Erneuerung der Heizung, Dämmung der Decke des obersten Geschosses, Fassadendämmung oder Erneuerung der Fenster, so können 143 kWh/m<sup>2</sup>\*a eingespart werden<sup>7</sup>.

Wird ein Einfamilienhaus mit Erdgas geheizt, so werden dafür ca. 30.000 kWh pro Jahr an Wärme als Endenergie benötigt. Wenn diese Heizung mit P2G betrieben wird, so sind ca. 46.000 kWh Primärenergieaufwand notwendig, um es zu versorgen. Der Unterschied kommt durch den Wirkungsgrad der Heizungsanlage und die Brennstoffausnutzung zustande. Wenn die Gasheizung gegen eine Wärmepumpe ausgetauscht wird, so sinkt der Energiebedarf im unsanierten Gebäude auf etwa 7.500 kWh pro Jahr (vgl. Abbildung 3-35) ab<sup>8</sup>, da Wärmepumpen keine nennenswerten Energieverluste erbringen und der Stromeinsatz mit der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe im Durchschnitt um das Vierfache unter dem Wärmebedarf liegt. Das bedeutet, dass der Energieverbrauch durch eine Wärmepumpe um das Siebenfache reduziert werden kann. Durch die energetische Sanierung lässt sich dieser Verbrauch fast noch einmal halbieren.

<sup>7</sup> <https://www.test.de/Modernisierung-Aus-Alt-wird-Neu-1563749-1563728/>

<sup>8</sup> [www.handelsblatt.com/unternehmen/heizkosten-sparen-gasheizung-oder-doch-waermepumpe-was-lohnt-sich-mehr/28600154.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/heizkosten-sparen-gasheizung-oder-doch-waermepumpe-was-lohnt-sich-mehr/28600154.html)

## 4. Zielszenario und daraus resultierende Wärmewendestrategie

### 4.1 Szenarien zur zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs

Die Potenziale und die Entwicklungen des Wärmebedarfs in Abhängigkeit von energetischen Sanierungen wurden bereits im Kapitel 3.1 betrachtet. Im Rahmen der Szenarioanalyse wurden die Annahmen noch einmal an die lokalen Gegebenheiten angepasst. Zu Grunde gelegt wurde bei der Analyse die aktuelle Sanierungsquote von Baden-Württemberg von 1,6 % (Umweltbundesamt, 2018), die Zielsanierungsrate der Bundesregierung von 2 % (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2022) und eine Vollsanierung bis 2040 (Sanierungsrate 4,8 %). Da der Sanierungszyklus oder die Lebensdauer der einzelnen Gebäudebauteile über den Horizont 2040 hinausreicht, muss davon ausgegangen werden, dass bis dahin nicht alle Sanierungspotenziale erschöpfend genutzt sind. Im Durchschnitt aller Wohngebäude wird in diesem Stichjahr ein Wärmebedarf von 100 kWh/m<sup>2</sup>\*a erreicht. Ziel bei Vollsanierung aller Bestandsgebäude wären in etwa 70 kWh/m<sup>2</sup>\*a.

In der Tabelle 4-1 wird die Entwicklung des Wärmebedarfs von Wohngebäuden bei den verschiedenen Sanierungsraten dargestellt. Aus der Szenarienentwicklung heraus werden Handlungsstrategien und konkrete Maßnahmen abgeleitet. Leider ist die energetische Gebäudesanierung ein Handlungsfeld, auf das kommunale Akteure wenig Einfluss haben, da die notwendigen Sanierungsaktivitäten in der Verantwortung der Gebäudebesitzer liegen. Sehr wahrscheinlich sind also Sanierungsraten, die eher bei 1,6-2 % liegen. Im weiteren Verlauf der Evaluierung der kommunalen Wärmeplanung muss geprüft werden, wie hoch sich die Gebäudesanierungsquote tatsächlich entwickelt. Eine niedrige Quote ist eventuell durch Zuschüsse der Kommune im Rahmen eines Förderprogrammes, etwa für Fenstertausch zu prüfen.

Tabelle 4-1 Sanierungsraten für Wohngebäude in Neckarsulm

	Jahr 2019	Jahr 2030	Jahr 2040
Sanierungsrate 1,6 %	187.820 MWh	172.171 MWh	157.944 MWh
Sanierungsrate 2 %	187.820 MWh	168.258 MWh	150.475 MWh
Sanierungsrate 4,8 %	187.820 MWh	148.697 MWh	98.192 MWh

### 4.1.1 Dekarbonisierung der Energieversorgung

Die Dekarbonisierung der Energieversorgung ist ein wichtiger Schritt hin zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Zukunft. Sie bezieht sich auf den Übergang von fossilen Brennstoffen wie Kohle, Öl und Gas zu erneuerbaren Energiequellen wie Sonnen-, Wind- und Wasserkraft. Die Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes ist dabei ein zentraler Aspekt der Dekarbonisierung.

Die Entwicklung des deutschen Strommixes ist sehr abhängig vom Ausbaupfad der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland. Die KEA bietet in den Grundtabellen eine eindeutige Basis an, die zur Berechnung der zukünftigen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Deutschen Strom Mixes für die Jahre 2019-2050 genutzt wurde. Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, dass sich der regenerative Ausbaupfad der Bundesregierung weiter erhöhen muss, um das ambitionierte Ziel Klimaneutralität 2040 in Deutschland zu erreichen. Der CO<sub>2</sub> Emissionswert des deutschen Strommixes im Jahr 2040 ist mit 151 kg pro MWh immer noch zu hoch, um das Ziel der Klimaneutralität 2040 zu erreichen. Dafür müssten die CO<sub>2</sub>-Emissionswerte von 2050, die mit 32 kg pro MWh ausgewiesen werden schon im Jahr 2040 vorhanden sein um mit Hilfe der Elektrifizierung der Sektoren Wärme, Energie und Mobilität ein klimaneutrales Ergebnis zu erzielen. Darauf hat die Stadt Neckarsulm keinen Einfluss.

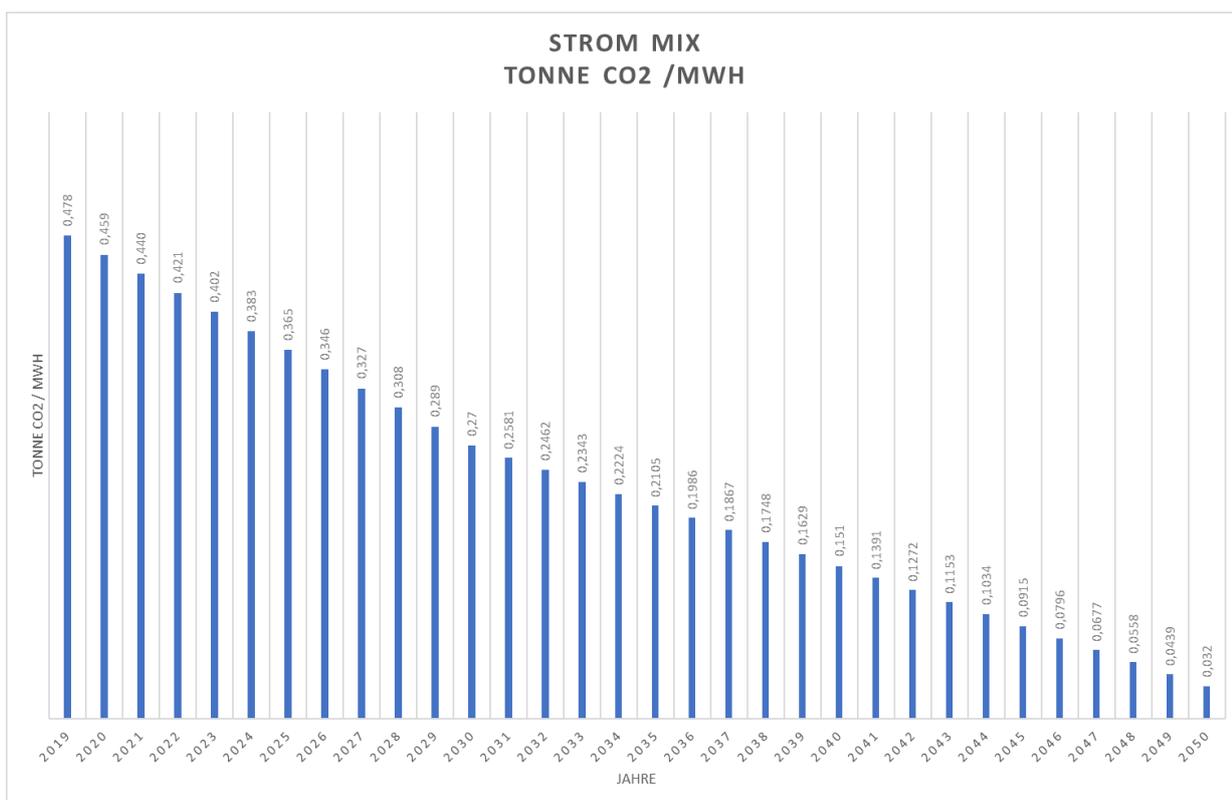


Abbildung 4-1 Prognose deutscher Strommix

Quellen:

- KEA Quellenverweise >IINAS, 2021: GEMIS: Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 5.0, IINAS, 2021
- Fritsche und Greß, 2020: Kurzstudie: Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2019 sowie Ausblicke auf 2020 bis 2050. Bericht für die HEA - Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V.

Auch für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen in Neckarsulm bedeutet dies die Notwendigkeit zum großflächigen Ausbau. Neben dem aktuellen Stromverbrauch in der Stadt werden in Zukunft weitere große Mengen an Strom zum Betrieb von Wärmepumpen und zur E-Mobilität notwendig werden. Ein Ausblick auf zukünftige Bedarfe für Strom zum Wärmepumpenbetrieb wird gegeben.

## 4.2 Einteilung in Eignungsgebiete

Eine Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung ist es, die Kommune nach Eignungsgebieten für verschiedene zukünftige Arten der Wärmeversorgung grob zu gliedern. Dabei kommen grundsätzlich zwei Arten der Versorgung in Betracht:

- Zentrale Versorgung im Rahmen von Wärmenetzen,
- Dezentrale Versorgung mit gebäudegebundenen Lösungen.

Als Versorgungsoptionen kommen dabei verschiedene Technologien oder eine Kombination von ihnen in Betracht. Bei den möglichen Versorgungsoptionen ist zu unterscheiden in potenzielle Erzeugungstechnologien, die für die Erzeugung von Wärme für Wärmenetze geeignet sind und Technologien, die für die Wärmeerzeugung auf Einzelhausebene geeignet sind.

Auf der Grundlage der Potenzialanalyse wurden die möglichen Wärmeerzeugungsoptionen in Neckarsulm für Wärmenetze und Beheizung auf Gebäudeebene mit ihren entsprechenden Vor- und Nachteilen zusammengestellt. Die Übersichten sind in den folgenden Tabellen zu finden.

Tabelle 4-2: Mögliche Erzeugungsoptionen für Wärmenetze mit Vor- und Nachteilen

Erzeugungstechnologie	– Vorteile	– Nachteile
<b>Biomasse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Verwendung von Reststoffen aus Abfall und Landwirtschaft</li> <li>+ Regionale Stoffkreisläufe möglich</li> <li>+ Bewährte Technologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Begrenzte Menge im Stadtgebiet</li> <li>- Import verursacht zusätzliche Treibhausgasemissionen beim Transport</li> </ul>
<b>Klimaneutrales Gas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Neuere erdgasbasierte Anlagen können umgerüstet werden</li> <li>+ Hohe Netztemperaturen möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoher Aufwand bei der Herstellung</li> <li>- Nur im begrenzten Maße verfügbar</li> <li>- hohe Brennstoffkosten</li> </ul>
<b>Abwärme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nutzung von vorhandener, überschüssiger Wärme</li> <li>+ Oft kostengünstige Variante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abhängigkeit von Abwärmelieferanten</li> <li>- In der Regel Redundanz notwendig</li> <li>- Im Stadtgebiet Neckarsulm nur in kaum nutzbaren Größenordnungen verfügbar</li> </ul>
<b>Solarthermie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nutzung von Dach- und Freiflächen im Stadtgebiet möglich</li> <li>+ Keine Brennstoffkosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saisonale Schwankungen, für Nutzung im Winter Saisonspeicher nötig</li> <li>- Nutzung am effizientesten im Niedrigtemperaturnetzen, Wärmepumpe pro Haus nötig</li> </ul>
<b>Luftwärmepumpen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Lediglich Strom zur Wärmegewinnung notwendig</li> <li>+ aktuell Steigerungen bei Effizienz der Technik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Für einen ökologischen Einsatz ist eine Kombination mit Photovoltaik notwendig</li> <li>- Geringere Effizienz bei unsanierten Altbauten mit konventionellen Heizungssystemen</li> </ul>
<b>Flusswassernutzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nutzung von erneuerbaren Ressourcen vor Ort vorhanden</li> <li>+ mittels Hochtemperatur-Wärmepumpen auch Einbindung in Hochtemperatur-Netze möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwankungen in Verfügbarkeit möglich</li> <li>- Störanfällige Technologie</li> <li>- Nutzung nur bei Niedertemperaturnetzen möglich, zusätzliche Wärmepumpe pro Haus nötig</li> </ul>
<b>Abwärme Ablauf Kläranlage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nutzung von lokalen regenerativen Ressourcen</li> <li>+ Keine Beeinflussung des Klärwerkbetriebs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufwändige und kostenintensive Installation</li> <li>- Nutzung nur bei Niedertemperaturnetzen möglich, zusätzliche Wärmepumpe pro Haus nötig</li> </ul>

Tabelle 4-3: Erzeugungsoptionen für dezentrale Wärmeversorgung

Technologie	Notwendige Bedingungen	Vorteile	Nachteile
<b>Kessel für feste Biomasse (z.B. Pellets)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeigneter Raum für Holzlagerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Geringe Brennstoffkosten bei regionaler Holzquelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Holzimporte nicht immer sinnvoll</li> <li>- Feinstaubbelastung</li> </ul>
<b>Luftwärmepumpe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ggf. etwas Platz für Außenanlage</li> <li>Am besten für Fußbodenheizung geeignet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Keine direkten Emissionen</li> <li>+ Keine direkte Abhängigkeit von Brennstoffen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoher Stromverbrauch</li> <li>- Leichte Geräuschkulisse</li> <li>- Teurer bei konventionellen Heizkörpern</li> </ul>
<b>Erdwärmekollektoren/ Erdwärmesonden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Platzbedarf für Erdwärmekollektor oder Bohrung der Erdwärmesonde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Konstante Wärme aus der Erde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genehmigungspflichtig</li> <li>- Hoher Platzbedarf (unversiegelte Fläche von ca. 2,3 x beheizte Fläche) bei Kollektoren</li> </ul>
<b>Klimaneutrales Gas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gasanschluss oder Flüssiggaskessel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Hohe Temperaturen können effizient erzeugt werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eingeschränkte Verfügbarkeit</li> <li>- Hohe Brennstoffkosten</li> </ul>
<b>Solarthermie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeignete Dachfläche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kaum Betriebskosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eher als Heizungsunterstützung oder Ergänzung für Warmwasser geeignet</li> </ul>

Das wesentlichste Kriterium ist neben den dargestellten Erzeugungsoptionen stets die so genannte Wärmedichte. Sie ist eine Maßzahl, wieviel Energie entlang bspw. eines Straßenzuges an Energieverbraucher geliefert werden kann. Somit werden Wärmebedarfe entlang dieser Trasse aufsummiert (kWh) und durch die dazu notwendige Länge der Wärmeleitung (Trm=Trassenmeter) dividiert. Die Höhe der Wärmedichte in einem oder mehreren Straßenzügen entscheidet grundsätzlich über die Annahme, ob in einem Gebiet ein Wärmenetz wirtschaftlich betrieben werden kann, oder auch nicht. Dabei ist die Wärmedichte als Grobmaßzahl zu verstehen, da für jede Wärmenetzinfrastruktur auch immer Erzeugungsanlagen errichtet oder eingebunden werden müssen, die je nach verwendeter Technologie stark unterschiedlich in der Höhe der Investition sein können. Erst die gesamte Investition mit Netz und Erzeugung kann im Vergleich zu dezentralen Alternativen über eine realistische Machbarkeit eines Wärmenetzes entscheiden. Daraus wird schnell klar, dass anhand dieses Konzeptes eine Tendenz zu zentral oder dezentral abgeleitet werden kann, aber eine wirkliche Umsetzung erst eingehender geprüft werden muss – etwa durch Erarbeitung einer quartiersbezogenen Machbarkeitsstudie oder anhand eines Quartierskonzeptes.

Es existieren neben der Wärmedichte noch weitere Kriterien, die die Einteilung nach Eignungsgebieten für zentrale oder dezentrale Versorgungsoptionen beeinflussen. Ein Beispiel sind Auflagen zur Luftqualität in Städten (Verbrennungsverbote). Gerade in Tallagen in verdichteten Siedlungsräumen werden oft so genannte Verbrennungsverbote für Gebäudebeheizungen erlassen, um die Luft von Schadstoffen (Feinstäube, Stickoxide, Schwefel, etc.) freizuhalten. Somit können in diesen Gebieten nur sehr eingeschränkt etwa Holzheizungen installiert werden, da sie durch den Verbrennungsprozess

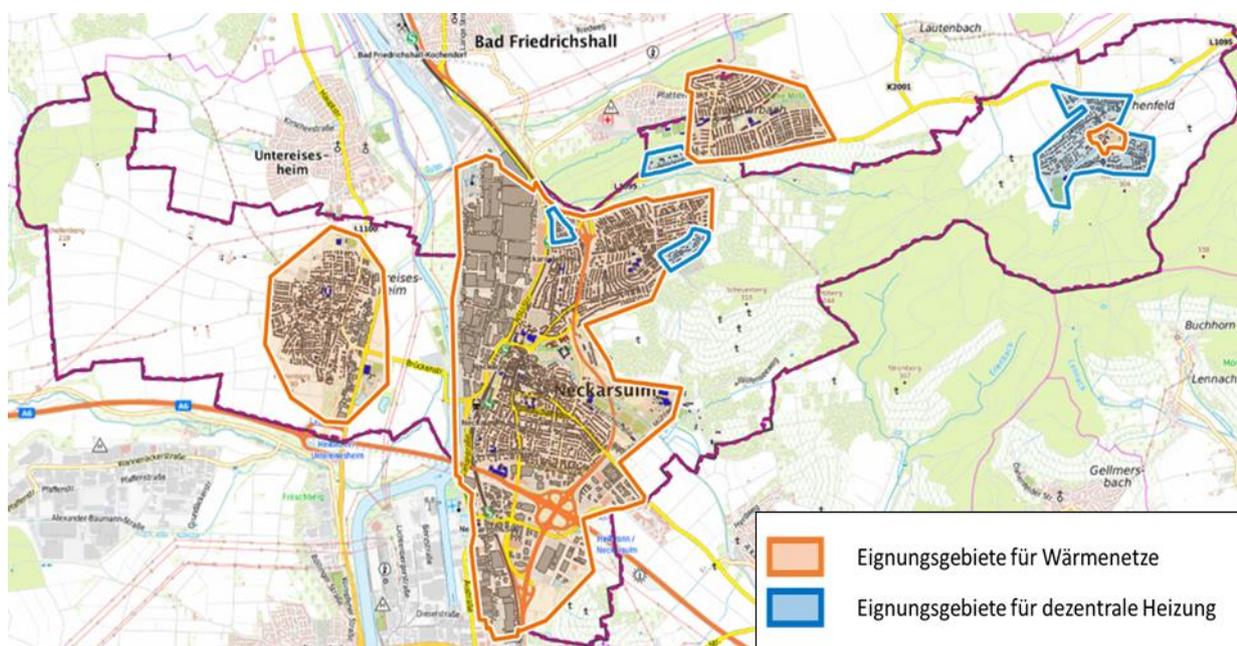
Schadstoffe emittieren. Als Alternative käme zunehmend die Technologie der Wärmepumpe ins Spiel. Damit eine Wärmepumpe effizient betrieben werden kann, benötigt sie Latentwärmeressourcen in nächster Umgebung. Beispiele wären hier Platz für Erdsondenbohrungen oder Erdkollektorfelder. Diese Flächen dürfen nicht vollversiegelt sein, d.h. es muss Wasser von der Oberfläche an die Anlagen diffundieren können, um Bodenaustrocknung und Bodenbewegungen zu vermeiden. Eine Ausnahme wäre hier die Nutzung von Grundwasserbrunnen oder Latentwärme bspw. aus Abwasserkanälen. Stehen alle Optionen nicht zur Verfügung, so könnte eine Luft-Wärmepumpe installiert werden, die ohne Geothermie oder andere Latentwärmequellen im Boden auskommt. Diese Methode ist an kalten Tagen im Vergleich ineffizient, weil erstens der notwendige Temperaturhub mit entsprechend hohen Stromaufwänden verbunden ist. Zweitens haben Luftwärmepumpen den Nachteil höherer Geräuschemissionen beim Betrieb. Je größer die Anlage ist, desto geräuschintensiver ist sie. Deshalb kann bezweifelt werden, dass z.B. in dichter bebauten Innenstadtlagen überhaupt eine praktikable Alternative zu Wärmenetzen existiert. Denkbare Alternativen wären die Versorgung mit Biomethan oder mit Wasserstoff. Aufgrund wirtschaftlicher Erwägungen und der Ressourcenknappheiten scheiden diese Optionen aber gegenüber einem Wärmenetz wahrscheinlich aus.

Ein weiterer wichtiger Faktor, der für Wärmenetze in solchen Gebieten spricht, sind die Untergrundverhältnisse. Beispiele wären neben der Innenstadt auch der südliche Stadtteil Obereisesheim. Dort ist aufgrund wasserschutzrechtlicher Restriktionen die Nutzung von Erdsonden als Wärmequelle gar nicht möglich. Folglich bleiben als Alternative Erdkollektoren oder Luftwärmepumpen bzw. Holz, wenn kein Verbrennungsverbot existiert. Erdkollektoren benötigen große Platzkapazitäten. Luftwärmepumpen sind geräuschintensiv und Holz wird zur Wärmebereitung bei immer niedrigeren benötigten Heiztemperaturen zunehmend ineffizient (Wärmeverluste). Folglich bietet ein Wärmenetz in diesen Gegenden Vorteile, wo die Wärmedichte grundsätzlich niedrig ist, aber andere Faktoren technisch praktikable Lösungen ausschließen. Auch die direkte Nähe zu bestehenden Wärmenetzen ist ein weiterer begünstigender Faktor. Durch die energetische Sanierung von ans Wärmenetz angeschlossenen Gebäuden werden Wärmekapazitäten des Netzes frei und das Netz arbeitet durch geringere Wärmeabsatzmengen zunehmend ineffizient. Deswegen ist es zu empfehlen, dass bestehende Netze in die direkte Umgebung ausgedehnt werden, um diesen Effekt zu kompensieren. Dies ist bspw. in den Lagen der Innenstadt durch den Wegfall des Aquatoll als Energiesenke und in Amorbach perspektivisch der Fall, da nach dem Gebäudealter in Teilen bald eine energetische Sanierung durch Generationenwechsel stattfinden wird. Dieses Zeitfenster sollte konsequent genutzt werden.

Aus allen diesen Gründen ist die Wärmeversorgungsinfrastruktur der Zukunft in Neckarsulm vor allem durch Wärmenetze geprägt. Die Stadt hat in weiten Teilen hohe Wärmedichten von mehr als 1.500 kWh/Trm pro Straßenzug und durch die verdichtete Struktur und den Untergrund mit geothermischen Restriktionen fehlen oft Alternativen. Die einzige Ausnahme bildet der ländlich geprägte Stadtteil Dahenfeld, der sehr geringe Wärmedichten aufweist. Leider bestehen hier zusätzlich untergrundrechtliche Restriktionen, die den Einsatz von effizienteren Sole-Wasser-Wärmepumpen unterbinden können. Aufgrund der hohen Kosten für ein umfassendes Wärmenetz und damit verbundenen hohen Endverbraucherpreisen sowie der Gebäudestruktur wird hier der Nutzung von Luft-Wärmepumpen in weiten Teilen den Vorzug eingeräumt.

Ein Wärmenetz ist durch die hohen Anfangsinvestitionen in das Leitungssystem ein kostspieliges Unterfangen. Durch die Einbindung erneuerbarer Energien steigen diese Anfangsinvestitionen gegenüber

herkömmlichen Erzeugern nochmals deutlich an. Die umsetzenden Organisationen, wie etwa die Stadtwerke Neckarsulm werden deswegen in absehbarer Zeit erhebliche Investitionen in neue Netzinfrastrukturen tätigen müssen. Dazu kommt noch der hohe Planungs- und Akquiseaufwand von neuen Kunden, die betreut werden möchten. Damit die Netze durch die Veränderungen bei Gebäudeenergieverbräuchen und die zuvor notwendig werdenden hohen Investitionskosten samt fluktuierender Erzeugungskraft erneuerbarer Energien kostenseitig überhaupt beherrschbar bleiben, wird es wohl in Zukunft verschiedene Endverbraucherpreisbildungen für die einzelnen Wärmenetze geben müssen, die sich auch nach dem Vorjahresergebnis der Netze (beeinflusst durch Witterung und kundenseitige Strukturveränderungen) richten müssen. Ein einheitlicher Endkundenpreis wie aktuell in Neckarsulm wird zunehmend schwieriger zu begründen sein. Da erneuerbare Energien kaum hohe Betriebskosten und Brennstoffeinkäufe erwarten lassen, wird bei der Preisgestaltung der zukünftige Schwerpunkt eher im Bereich des Grundpreises zu finden sein, wobei der Arbeitspreis je nach wirtschaftlichem Ergebnis auszusteuern sein wird.



**Abbildung 4-2: Einteilung der Stadt nach Eignungsgebieten zentral oder dezentral**

Wie bereits erwähnt, ergeben sich durch die eingeschränkten zukünftigen Optionen der Wärmeenergieerzeugung insgesamt und durch städtebauliche sowie untergrundspezifische Aspekte meist Eignungsgebiete für Wärmenetze, deren tatsächliche Machbarkeit gebietsscharf eingehender geprüft werden muss. Die Eignungsgebiete werden folgendermaßen abgegrenzt:

Eignungsgebiete Wärmenetz samt Begründung der Einschätzung:

- Stadtteil Obereisesheim
- Stadtteil Amorbach
- zentrales und dezentrales Teilgebiet Dahenfeld
- Gebiete mit geringen Dichten im Norden des Stadtgebietes und im Bereich Neuberg
- Kernstadt Neckarsulm mit Südstadt inkl. Wärmenetz der Netze BW

### 4.3 Entwicklung Zielszenarien 2030 und 2040

In dem folgenden Abschnitt werden die abgeschätzten Effekte des Einsatzes der Technologien in den verschiedenen Gebieten dargestellt. Hierzu wird für jedes in 4.2 vorgestellte Eignungsgebiet für Wärmenetze der Einsatz von verschiedenen Technologien in unterschiedlichen Szenarien untersucht. Die Ergebnisse können auch auf weitere Gebiete übertragen werden, die auf Grund ihrer Wärmedichte und weiteren Faktoren (z.B. Bereitschaft der potenziellen Kunden für ein Wärmenetz, Nähe zu Quellen regenerativer Wärmeerzeugung, etc.) für Wärmenetze geeignet sind.

#### 4.3.1 Annahmen Szenarienberechnungen

Bei den Szenarien wurden die Kosten und technischen Annahmen aus dem Technikkatalog der Energie- und Klimaschutzagentur Baden-Württemberg (KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2022) zu Grunde gelegt. Der für die Berechnungen der Szenarioanalyse genutzte Technikkatalog stammt aus dem Jahr 2020. Da es zwischen der Veröffentlichung der Technikkataloges und der Erstellung der Szenarioanalyse (Anfang 2023) bereits signifikante Preissteigerungen gab, wurde das Preisniveau für Brennstoff und Investitionskosten entsprechend angepasst.

Um die Änderungen der Investitionskosten zu berücksichtigen, wurde der Baukostenindex der deutschen Architektenkammern zu Grunde gelegt. Hier ist eine Preissteigerung von 22 % zwischen dem Jahr 2020 und dem Jahr 2022 dokumentiert (Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, 2023). Diese Preissteigerung wurde auch für die Investitionskosten angenommen.

Bei den Brennstoffen gab es, auf Grund politischer und energiewirtschaftlicher Entwicklungen, ebenfalls hohe Preissteigerungen. Deswegen wurden, abweichend von dem Technikkatalog der KEA BW, für die Brennstoffe abweichende Preise vorgenommen. Da besonders für klimaneutrales Gas, auf Grund der erst aufzubauenden Produktionskapazitäten, eine Prognose besonders schwierig war, wurden hier, zur Betrachtung der Sensitivität, zwei verschiedene Preisniveaus angenommen. Dabei handelt es sich einmal um den im Technikkatalogen angegebenen Preis mit einem Inflationsanstieg zum anderen um einen nach eigenen Prognosen bestimmten, deutlich höheren Preis. Durch die Untersuchung kann verdeutlicht werden, wie sich die Preisentwicklung der Brennstoffe auf die Wirtschaftlichkeit der Technologie auswirken kann.

Tabelle 4-4: Übersicht Brennstoffpreise Szenarioanalyse

	Quelle	2023	2040
<b>Strompreis</b>	Grundversorgung SWN <a href="https://www.sw-neckarsulm.de/strom/">https://www.sw-neckarsulm.de/strom/</a>	0,368 €/kWh  (Bei Wärmepumpe mit JAZ 3,5: 0,105 €/kWh)	0,47 €/kWh  (Bei Wärmepumpe mit JAZ 3,5: 0,134 €/kWh)
<b>Klimaneutrales Gas (Biomethan) – Preis moderat</b>	Technikkatalog KEA BW, eigene Prognosen	0,288 €/kWh	0,368 €/kWh
<b>Klimaneutrales Gas (Biomethan) – Preis hoch</b>	eigene Prognosen	0,34 €/kWh	0,45 €/kWh
<b>Holzpellets</b>	Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V. 11/2022 <a href="https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreise-pellets/">https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreise-pellets/</a>	0,17 €/kWh	0,2195 €/kWh
<b>Holzhackschnitzel</b>	Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V. 11/2022 <a href="https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreise-hackschnitzel/">https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreise-hackschnitzel/</a>	0,035 €/kWh	0,046 €/kWh

Schon die Preisabweichungen der letzten Jahre (2020 - 2023) zeigen, dass die exakten zukünftigen Wärmeerzeugungskosten in einem gesamtstädtischen Konzept wie der kommunalen Wärmeplanung Neckarsulm nicht belastbar für die Zukunft zu prognostizieren sind. Dementsprechend müssen vor der anstehenden Investitionsentscheidung die Kosten zum entsprechenden Zeitpunkt noch einmal geprüft, detailliert und angepasst werden. Die hier aufgeführten Kosten können dabei als ein erster grober Richtwert für den Vergleich der Technologien dienen.

Es ist weiterhin zu berücksichtigen, dass in der folgenden Szenarioanalyse nur die reinen Kosten für Investition, Wartung und Brennstoffe betrachtet wurden. Weitere Kostenfaktoren wie zum Beispiel Fördermittelzuwendungen, Personalkosten, Steuerkosten oder Margen für den jeweiligen Betreiber wurden nicht berücksichtigt. Diese Faktoren müssen im Einzelfall analysiert und mit einberechnet werden.

### 4.3.2 Ergebnisse der Szenarienberechnungen für Schwerpunktgebiete

Im folgenden Abschnitt werden die Szenarien für die Schwerpunktgebiete vorgestellt. Dabei wird zuerst kurz auf das Gebiet und die dortige energetische Ausgangssituation eingegangen und danach auf die möglichen Wärmeerzeugungsoptionen und die Ergebnisse der Berechnungen der Szenarioanalyse.

#### 4.3.2.1 Stadtteil Obereisesheim

##### Energetische Ausgangssituation und Ausblick

In Obereisesheim existiert derzeit kein Wärmenetz. Fast ausschließlich alle Gebäude werden mit Erdgas- und Ölheizungen betrieben. Im Startjahr der Betrachtungen 2020 beträgt der Wärmebedarf in Obereisesheim insgesamt 33.369 MWh/a. Bei Annahme der Gebäudesanierungsquote von 2 % und dem Wegfall von Wirkungsgradverlusten von Heizung und Brennstoffausnutzung würden im Jahr 2030 noch insgesamt 31.320 MWh als Primärenergiebedarf bestehen. Im Jahr 2040 läge der Bedarf bei etwa 19.800 MWh. Die aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stadtteil von 9.889 t/a würden durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen mit entsprechend immer grünerem Strom im Jahr 2030 auf 6.090 t/a sinken und im Jahr 2040 auf 998 t/a.

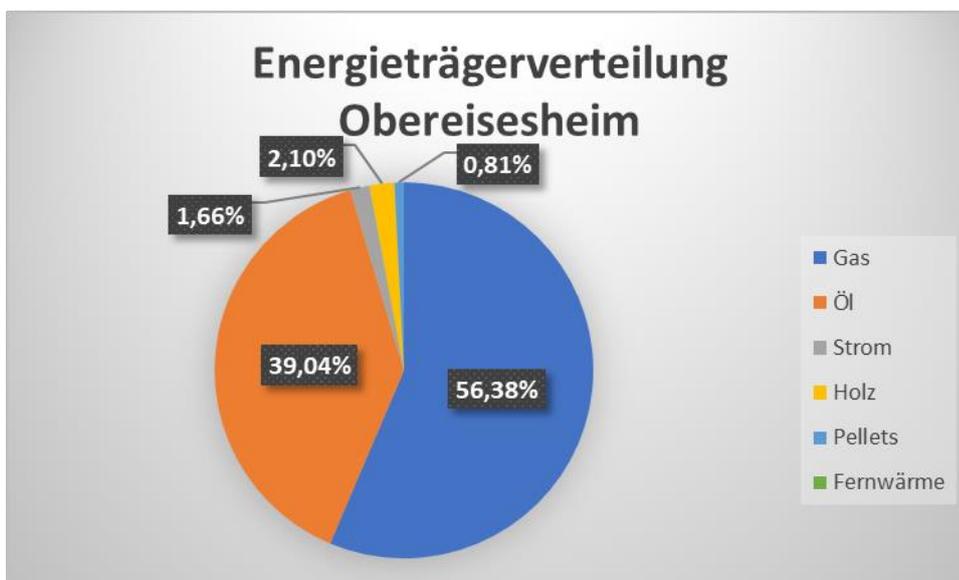
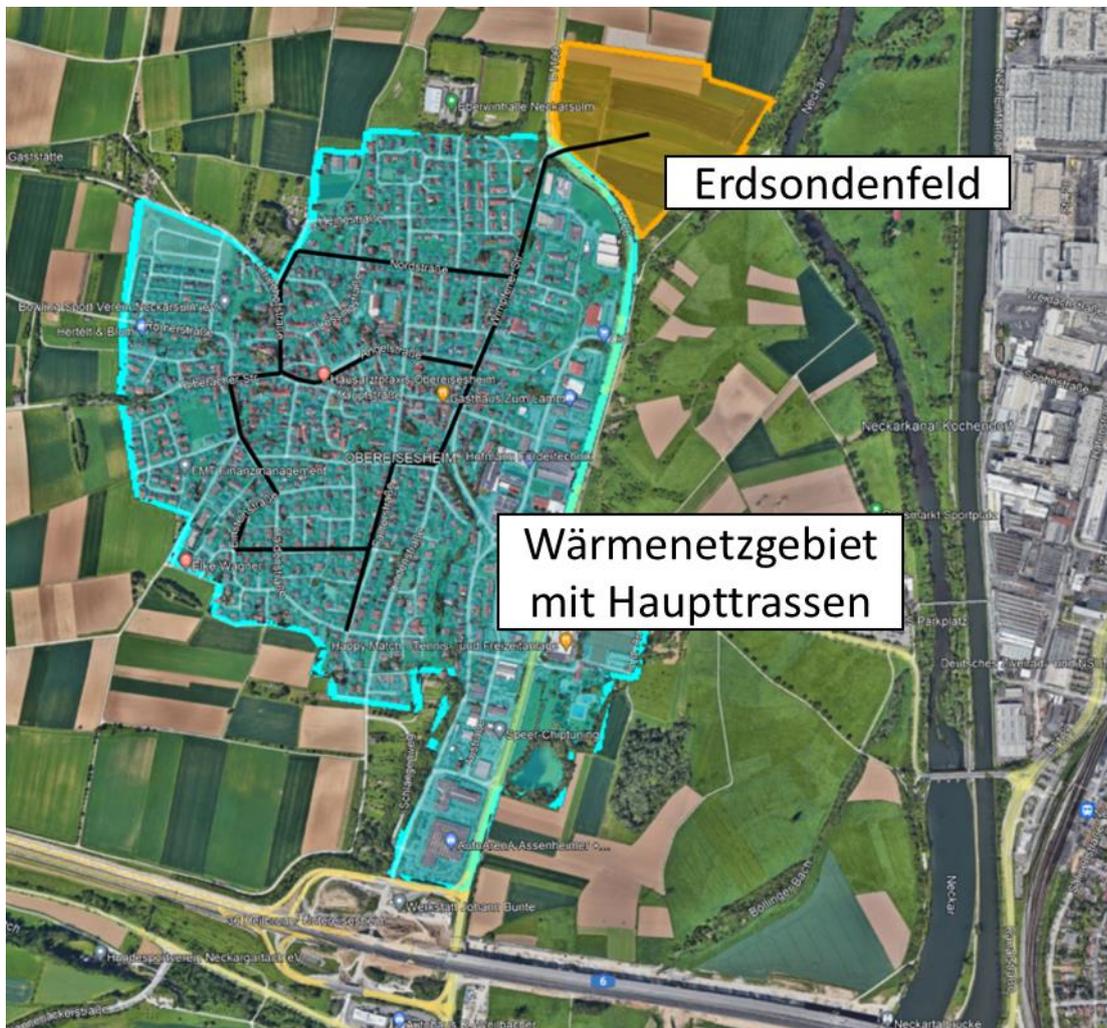


Abbildung 4-3: Energieträgerverteilung im Stadtteil Obereisesheim 2020

##### Optionen für Wärmeerzeugung

Aufgrund einer kritischen Wärmedichte von aktuell um 1.500 kWh und einer perspektivisch geringeren Wärmedichte in den Straßenzügen, sollte der Stadtteil in Zukunft eigentlich dezentral versorgt werden. Es existieren aber vor allem in der zentralen und südlichen Lage von Obereisesheim hydrogeologische Restriktionen, die die Installation von Erdwärmesonden ausschließen. Als Alternative könnten neben Holz auch Wärmepumpen mit Erdkollektorfeldern oder Luft-Wärmepumpen in Betracht kommen. Aufgrund der dichteren Bebauung sind ausreichende Flächen für Erdkollektoren in den Gärten der Grundstücke nicht immer gewährleistet. Hier würden wiederum Luft-Wärmepumpen helfen, die aber aufgrund ihres hohen Stromaufwandes an kalten Tagen kostenintensiv und vergleichsweise ineffizient im Betrieb sind.

Folglich könnte trotz der kritischen Wärmedichte ein Wärmenetz eine realistische Lösung sein, da im Norden des Stadtteiles unversiegelte Flächen mit der Möglichkeit von Erdsondenbohrungen zur Verfügung stehen. Dieser Bündelungseffekt von Erdsonden ist wiederum für ein kaltes Wärmenetz interessant, da somit die Schwierigkeiten der dezentralen Erzeugungsoptionen mit Wärmepumpen umgangen werden können. Diese Art der Erzeugung setzt aber einen einigermaßen energetisch sanierten Gebäudebestand voraus. Daher ist dieses Eignungsgebiet erst perspektivisch anzugehen.



**Abbildung 4-4: Eignungsgebiet Obereisesheim**

Die obige Abbildung zeigt neben dem umfassenden Wärmenetzgebiet auch die Wärmequelle in Form des Erdsondenfeldes. Dort müssten bis zu 400 m tiefe Doppel-Bohrungen (etwa 500 – 800 Stück) im Abstand von etwa 10 m zueinander) untergebracht werden, um die benötigte Wärmeentzugsleistung von über 17.000 kW zu erhalten. Diese Bohrungen würden mit dem Ausgangspunkt der Wärmenetz-Haupttrasse miteinander verbunden. Das bodenwarme Wasser würde verlustfrei durch ein ungedämmtes Rohrnetz („kaltes Wärmenetz“) zu den angeschlossenen Gebäuden fließen können. Erst an den Hausübergabestationen würde mittels einer Wärmepumpe das etwa 12°C warme Wasser mittels Wärmepumpe auf die benötigte Temperatur des Gebäudekreislaufs erhöht. Vorteile daraus sind günstige – weil ungedämmte – Rohre und die Freiheit des Netzbetreibers, die Wärmepumpe selbst zu errichten, oder den Anschlussnehmer errichten lassen, je nach Definition des Übergabepunktes. Für die

Gebäudeeigentümer läge der Vorteil klar in vermiedenen Kosten eigener Geothermiebohrungen bzw vermiedenen höhere Stromkosten für den Betrieb einer Luft-Wärmepumpe.

Das Wärmenetz wurde für die Versorgungszszenarien mit möglichen dezentralen Heizungsanlagen durch eine Grobabschätzung der Energiegestehungskosten für den Endkunden verglichen. In Tabelle 4-5 werden die Gestehungskosten für das beschriebene Wärmenetz den Gestehungskosten rein dezentral betriebener Heizungen (Wärmepumpe dezentral, Biomethankessel, Holzpelletkessel) gegenübergestellt. Die Investitionskosten wurden anhand des Technikkataloges der KEA BW abgeschätzt, wobei die Kostensätze für die Hauptleitung des Wärmenetzes auf 1.200 €/Trm gesetzt wurden. Die Investitionskosten über den Zeitraum einer typischen Anlagennutzungsdauer<sup>9</sup> werden abgeschrieben und um jährliche Fix- und variable Kosten ergänzt. Diese Jahreskosten werden durch die nachgefragte Wärmemenge geteilt. Das Ergebnis ist ein spezifischer Vergleich der Wärmegestehungskosten für den Endkunden. Finanzierung sowie Betreiber margins wurden hierbei nicht berücksichtigt und müssten auf die Preise des Wärmenetzes noch aufgeschlagen werden.

**Tabelle 4-5: Gestehungskosten Versorgungsoptionen Obereisesheim**

Investition			
	Anzahl / Länge	Leistung	
Geothermiefeld	500-800 Stück	14.901 kW	1.360.000 €
Wärmenetz Hauptleitung	18.317 m		21.980.000 €
Wärmenetz HAL	14.005 m		3.920.000 €
Wärmepumpen dezentral	1.142 Stück	13 kW	14.600.000 €
<b>Gesamt</b>			<b>41.860.000 €</b>

Variable Kosten			
Fixkosten jährlich	1.142 Stück	14,64 €	16.718,88 €
Stromkosten jährlich	1.142 Stück	1.292,48 €	1.476.009,31 €

Gestehungskosten	
kalte Nahwärme	17,50 ct/kWh
Wärmepumpe dezentral	18,44 ct/kWh
Biomethan dezentral	39,60 ct/kWh
Holzpellets dezentral	30,46 ct/kWh

Daraus gehen kostenseitig die Optionen Wärmenetz und Wärmepumpe dezentral als wirtschaftlichste Optionen aus der Berechnung hervor. Die Preisdifferenz ist hier sehr knapp und deswegen ist eine sehr gute Anschlussquote für das kalte Wärmenetz Voraussetzung für diesen Ansatz. Ansonsten ist die dezentrale Wärmepumpe ohne ein kaltes Netz die günstigere Variante. Die Perspektive hängt vom Mitwirkungswillen der Obereisesheimer ab. Biomethan und Holzpellets schneiden deutlich teurer ab. Aus ökologischer Sicht sind aber alle Varianten dazu geeignet, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Obereisesheim bis zum Jahr 2040 auf den Zielwert abzusenken.

<sup>9</sup> Abschreibungszeiträume: Bohrungen 50 Jahre, Rohrleitungen 50 Jahre, dezentrale Wärmepumpen 15 Jahre, Brennstoffkessel 20 Jahre

### 4.3.2.2 Stadtteil Amorbach

#### Energetische Ausgangssituation und Ausblick

Der Stadtteil Amorbach teilt sich in zwei Teilwohngebiete östlich und westlich der Eduard-Hirsch-Straße auf. Im östlichen Teil Neu-Amorbachs existiert ein Wärmenetz, an welchem aber nicht alle potenziell möglichen Gebäude angeschlossen sind. Im Südosten rund um Main- und Tauberweg sowie die Elbestraße existieren Stromheizungen neuerer Bauart, also vermutlich Luft-Wärmepumpen. Nördlich der Oedheimer Straße bestehen fast ausschließlich Erdgasheizungen. Diese besitzen entweder Einbaujahre gegen Ende der 1990er Jahre oder sehr aktuelle Einbauzeiträume. Dies bedeutet, dass hier gerade ein Zeitfenster zum Kesseltausch besteht. Es besteht eine gute Wärmedichte in den Straßenzügen.

Im westlichen Teilwohngebiet sind die Gebäude wesentlich älter und vor 1980 errichtet worden. Hier existiert kein Wärmenetz. Potenzielle Ankerkunden einer Erweiterung des Wärmenetzes wären die Schulen bzw. Kita und die dort angesiedelten Gemeindehäuser. Die Schulen sind jedoch mit neueren Heizungsanlagen ausgerüstet und könnten damit erst später zu Ankerkunden einer Wärmenetz-erweiterung werden. Ein sehr hoher Anschlusswille bei gleichzeitiger Eignung ist im Verlauf der Johannes-Häussler-Straße und im Wilhelm-Leuschner-Weg zu erwarten. Hier liegen hohe Wärmedichten mit z.T. sehr alten Heizungsanlagen mit Öl an. Die Gebäude am Reichertsberg werden oft noch mit Öl beheizt.

Im Startjahr der Betrachtungen 2020 beträgt der Wärmebedarf in insgesamt 26.418 MWh/a. Bei einer Annahme der Gebäudesanierungsquote von 2 % und dem Wegfall von Wirkungsgradverlusten von Heizung und Brennstoffausnutzung würden im Jahr 2030 noch insgesamt 25.800 MWh als Wärmebedarf bestehen. Im Jahr 2040 wären es insgesamt etwa 15.200 MWh. Die aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stadtteil von 9.055 t/a würden durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen mit entsprechend immer grünerem Strom sowie den Ausbau des Wärmenetzes im Jahr 2030 auf 4.690 t/a sinken und im Jahr 2040 auf 1.080 t/a.

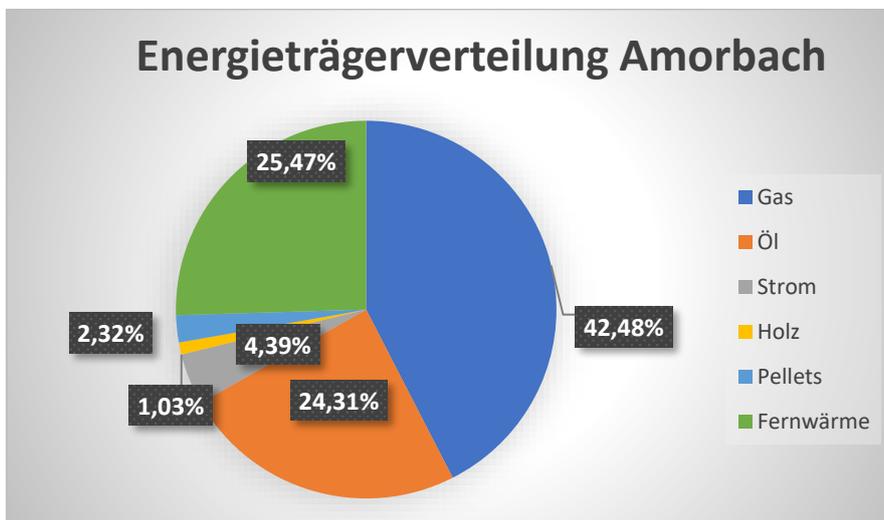


Abbildung 4-5: Energieträgerverteilung im Stadtteil Amorbach 2020

Optionen für Wärmeerzeugung

Der östliche Teil von Amorbach wird schon heute durch ein Wärmenetz erschlossen, welches zu einem Anteil aus Solarthermie gespeist und Wärme in Teilen im Erdreich gespeichert wird. Der westliche Teil mit deutlich höheren Wärmedichten wird jedoch nicht durch das Wärmenetz erschlossen. Gerade hier werden in nächster Zukunft zahlreiche Heizungsanierungen unter den Rahmenbedingungen des neuen GEG anstehen. Daher stellt der (sukzessive) Aufbau eines Wärmenetzes im westlichen Teil eine gute Option für die Zukunft dar. Gerade im Bereich des Reichertsberges sind die Wärmedichten durch große Gartenflächen geringer, so dass dort dezentrale Heizungsanlagen angebracht wären. Im ganzen Stadtteil ist aber die Nutzung von Erdsondenbohrungen wasserschutzrechtlich besonders zu prüfen. Es besteht aber derzeit schon ein Feld mit 32 m tiefen Erdsonden. Erdkollektoren wären möglich. Die kritische Wärmedichte von 1.500 kWh/Trm ist in fast allen Straßenzügen vorhanden und das Gesamtgebiet grundsätzlich als Wärmenetzgebiet geeignet. Schon vorhandene Infrastrukturen können teilweise mitgenutzt werden. Allerdings wird es das vorhandene Wärmenetz nicht so weit erweiterbar sein, dass der ganze Stadtteil daraus versorgt werden kann. Es muss über die Installation eines zweiten, ergänzenden Wärmenetzes nachgedacht werden (Kostensatz 1.500 €/Trm). Durch die Randlage in Neckarsulm ergeben sich dazu Potenziale für die weitere Nutzung von Solar- und Geothermie auf benachbarten Freiflächen. Eine Idee wäre die Installation von Erdkollektoren samt Solarthermie rund um die Gärtnerei sowie die sommerliche Einspeicherung der Abwärme daraus. Im Winter könnte auch die Gärtnerei Wärme aus dem Netz beziehen.

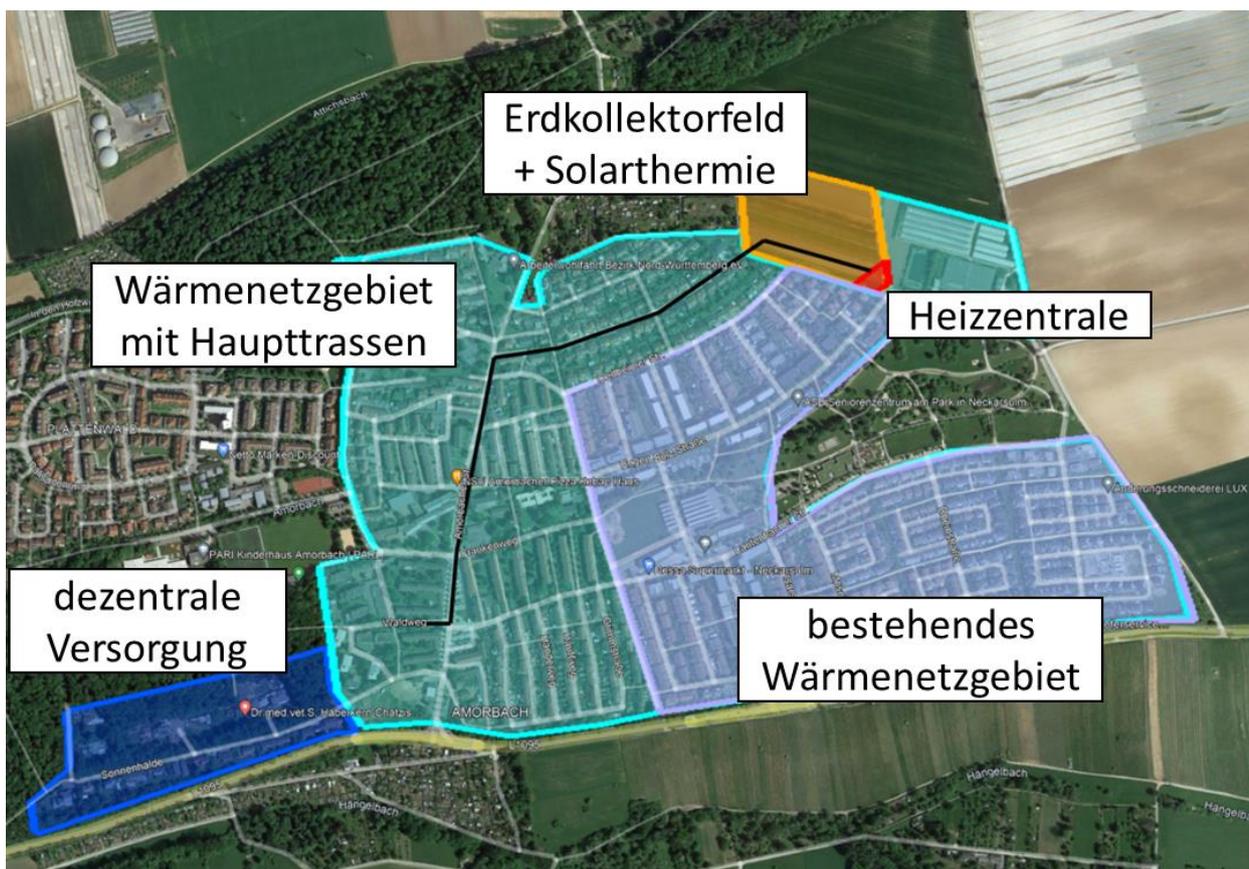


Abbildung 4-6: Eignungsgebiete Amorbach

Aus den genannten Gründen wurde für die Versorgungsszenarien ein Wärmeversorgungsfeld mit Erdkollektoren samt solarthermischer Regeneration entworfen. In einer Heizzentrale wären eine Großwärmepumpe sowie ein Biomethan-Redundanzkessel (aus Biogasanlage Nachbargemarkung?) untergebracht. Ein Anschluss der Gärtnerei daran ist vermutlich sinnvoll. Auf einem Temperaturniveau von etwa 50-60°C würde ein Wärmenetz in den westlichen Teil des Gebietes verlaufen und es erschließen. Eine Koppelung mit dem bestehenden Wärmenetz ist laut Aussage der Stadtwerke Neckarsulm nicht möglich, weil die Kapazität des bestehenden Rohrnetzes ausgeschöpft ist. Der südwestlichste Teil des Stadtteils um die Sonnenhalde sollte auch in Zukunft nicht mit einem Wärmenetz erschlossen werden. Hierzu sind die alternativen Gesteungskosten dezentraler Heizungen in nachstehender Tabelle vergleichend kalkuliert. Bei der dezentralen Wärmepumpe wird von einer Luft-Wärmepumpe ausgegangen.

Tabelle 4-6: Gesteungskosten Versorgungsoptionen Amorbach

Investition			
	Anzahl / Länge	Leistung / Kapazität	
Erdkollektorenfeld	1 Stück	18.603 kW	1.210.000 €
Solarthermiefeld	1 Stück	13.209 m²	2.970.000 €
Erdspeicher	1 Stück	6.000 MWh	4.200.000 €
Gebäude und Erschließung	1 Stück		500.000 €
Wärmenetz Hauptleitung	15.178 m		22.770.000 €
Wärmenetz HAL	767 Stück		3.830.000 €
Großwärmepumpe	1 Stück	1.500 kW	2.250.000 €
Redundanzkessel	1 Stück	18.603 kW	1.770.000 €
<b>Gesamt</b>			<b>39.500.000 €</b>

Variable Kosten			
Fixkosten jährlich	1 Stück	121.700,00 €	121.700,00 €
Stromkosten jährlich	1 Stück	2.400.000,00 €	2.400.000,00 €

Gesteungskosten	
Wärmenetz	17,10 ct/kWh
Wärmepumpe dezentral	20,35 ct/kWh
Biomethan dezentral	41,65 ct/kWh
Holzpellets dezentral	29,65 ct/kWh

Aufgrund der ähnlichen Preisrelationen zwischen Wärmenetz und dezentralen Wärmepumpen sollte hier in vertiefenden Betrachtungen geprüft werden, welche Infrastrukturalternative wo ökonomisch und ökologisch am vorteilhaftesten ist.

### 4.3.2.3 Dahenfeld

#### Energetische Ausgangssituation und Ausblick

In Dahenfeld existiert kein Wärmenetz. Etwa 75 % aller Gebäude werden mit Erdgas- und Ölheizungen betrieben. Im Startjahr der Betrachtungen 2020 beträgt der Wärmebedarf in insgesamt 11.665 MWh/a. Bei einer Annahme der Gebäudesanierungsquote von 2 % und dem Wegfall von Wirkungsgradverlusten von Heizung und Brennstoffausnutzung würden im Jahr 2030 insgesamt 8.900 MWh als Wärmebedarf bestehen. Im Jahr 2040 wären es insgesamt etwa 8.000 MWh. Die aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stadtteil von 4.140 t/a würden durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen mit entsprechend immer grünerem Strom sowie den Ausbau des Wärmenetzes im Jahr 2030 auf 2.580 t/a sinken und im Jahr 2040 auf 400 t/a.

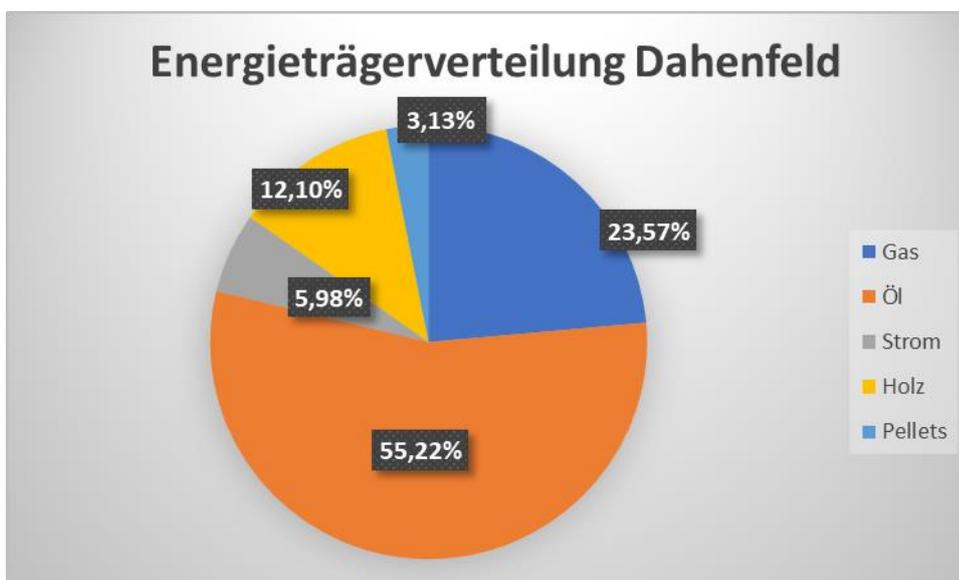


Abbildung 4-7: Energieträgerverteilung im Stadtteil Dahenfeld 2020

#### Optionen für Wärmeerzeugung

Der Stadtteil Dahenfeld besitzt mit die niedrigsten Wärmedichten pro Straßenzug in der Stadt Neckarsulm. Hier ist die Errichtung eines Wärmenetzes auch bei der anzunehmenden Preisentwicklung der Heizkosten auf einen Korridor von 15-25 ct/kWh nicht sinnvoll, da Wärmenetzpreise wahrscheinlich eher an der oberen Preisgrenze wären und die Gebäude wenig verdichtete Strukturen aufweisen. Daher könnten hier Luft-Wärmepumpen installiert werden. Die Schallemissionen solcher Pumpen dürften hier kein Problem darstellen und außerdem sind Holzheizungen denk- und machbar. Der gesellschaftliche Diskurs hat sich von Holz im ländlichen Raum nicht distanziert.

Es gibt in Dahenfeld jedoch eine Ausnahme, nämlich das Gebiet um die Cäcilienstraße, mit der Kita in der Wilhelm-Mattes-Straße sowie das Rathaus Dahenfeld in der Oststraße. Dort sind ausreichende Wärmedichten zu erreichen. Für das Neubaugebiet Kastenacker ergäbe sich eine gute Versorgungslösung. Es besteht das Problem, dass in Dahenfeld keine Erdwärme über Erdsonden dem Boden entzogen werden kann. Eine Alternative könnte ein kleines Netz zunächst auf Basis von Holz sein,

wenn die anliegenden Gebäude energetisch kurzfristig nicht saniert werden. Eine andere Option wäre die Errichtung eines kleinen „kalten Wärmenetzes“ mit einem Feld von Erdkollektoren, die unter dem derzeit brachliegenden Bolzplatz und benachbarter Flächen in den nordöstlich liegenden Gärten untergebracht werden könnten. Als Fläche für Erdkollektoren würden etwa 1,1 ha benötigt. An den Hausanschlussstationen würden dezentrale Wärmepumpen die Wärme aus dem Netz ziehen (vgl. Szenario Obereisesheim). Das geplante Neubaugebiet könnte so auch versorgt werden. Aufgrund der räumlichen Nähe zu einem produzierenden Betrieb sollte noch einmal nach eventuell nutzbaren Abwärmemengen angefragt werden. Die zu erwartenden Kosten im Hinblick auf die kleine zentrale und dezentrale Heizungsinfrastruktur stellt sich wie folgt dar:

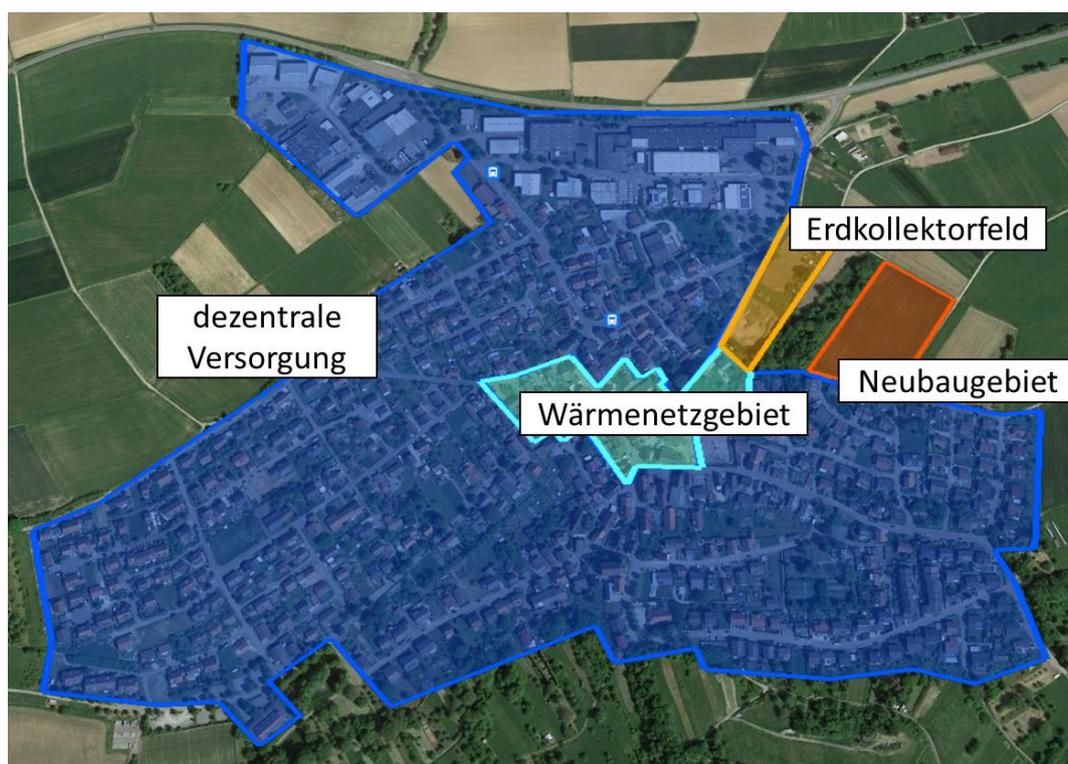


Abbildung 4-8: Eignungsgebiete Dahenfeld

Tabelle 4-7: Gesteungskosten Versorgungsoptionen Dahenfeld

Investition			
	Anzahl / Länge	Leistung	
Geothermiefeld	1 Stück	799 kW	90.000 €
Wärmenetz Hauptleitung	1.316 m		1.320.000 €
Wärmenetz HAL	66 Stück		330.000 €
Wärmepumpen dezentral	66 Stück	13 kW	840.000 €
<b>Gesamt</b>			<b>2.580.000 €</b>

Variable Kosten			
Fixkosten jährlich	66 Stück	14,64 €	966,24 €
Stromkosten jährlich	66 Stück	674,72 €	44.531,35 €

Gesteungskosten	
Wärmenetz	26,20 ct/kWh
Wärmepumpe dezentral	19,91 ct/kWh
Biomethan dezentral	48,15 ct/kWh
Holzpellets dezentral	30,24 ct/kWh

#### 4.3.2.4 Kernstadt Neckarsulm

##### Energetische Ausgangssituation und Ausblick

Die Kernstadt Neckarsulm ist ein baulich zusammenhängendes Gebiet, das nur durch die Autobahn im Süden und die B 27 und die Eisenbahn bzw. durch den Stadtpark und den Alten Friedhof deutlicher unterteilt ist. Größere Grünzäsuren existieren in der Kernstadt nicht.

Energetisch gesehen ist die Kernstadt eine komplexe Struktur, die deswegen in Teilgebieten betrachtet werden muss. Folgende Aufteilung in der Szenarienentwicklung liegt nahe:

- Teilgebiet 1: Stadtzentrum östlich der Eisenbahnstrecke und südlich des Stadtparks und des Alten Friedhofs samt der mit Wärmenetzen erschlossenen Gewerbegebiete in der Südstadt und Standort ehem. Aquatoll bis nördlich Odenwald- und Ganzhornstraße,
- Teilgebiet 2: Gewerbegebiet Rötel, Verlauf Kanalstraße und Automobilhersteller, Südstadt südlich Odenwaldstraße und Ganzhornstraße,
- Teilgebiet 3: zwischen Eisenbahnstrecke und B 27, nördlich des Stadtparks und des Alten Friedhofs,
- Teilgebiet 4: östlich der B 27 um das Quartier Neuberg.

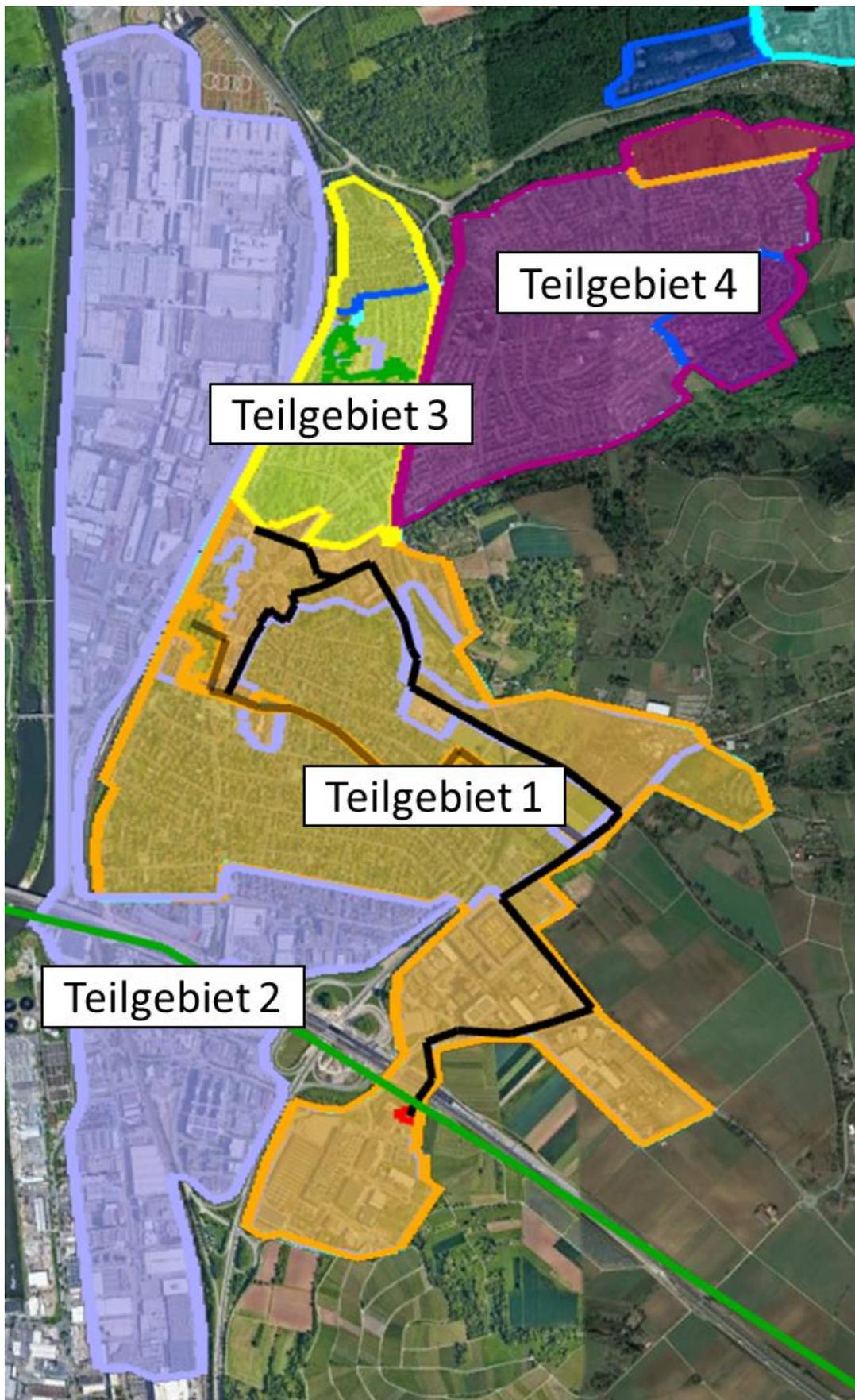


Abbildung 4-9: Übersicht Kernstadt mit Teilgebieten

In der gesamten Kernstadt sind schon zahlreiche Straßenzüge mit Wärmenetzen erschlossen. Dies gilt vor allem für den Verlauf der Kanalstraße bis hin zum AUDI-Werk vom Heilbronner Heizkraftwerk ausgehend. Dieses Wärmenetz ist im Besitz der EnBW und versorgt hauptsächlich die Großindustrie mit Wärme. Das Heizkraftwerk auf Heilbronner Stadtgebiet wird derzeit noch mit Steinkohle betrieben, soll aber ab dem Jahr 2026 auf Flüssiggasverbrennung umgestellt werden. Es lässt sich davon ausgehen, dass neben Flüssiggas auch Wasserstoff genutzt werden kann. Wesentlich weiter verzweigt ist das Wärmenetz der Stadtwerke Neckarsulm, das derzeit auf Basis von Holz- und Erdgasverbrennung mit Kraft-Wärme-Kopplung am Standort der Heizzentrale in der Carl-Zeiss-Straße gespeist wird. Es versorgt die Gewerbegebiete Trendpark und Trendpark-Süd sowie Teile des Stadtzentrums mit einer Trassenschleife vorbei am ehemaligen Standort des Aquatoll, welches auch damit versorgt wurde. In der Innenstadt ist es auf kommunale Liegenschaften ausgerichtet. Somit werden etwa 23 % der Wärmebedarfe derzeit schon mit Wärmenetzen gedeckt. Durch den Wegfall der Wärmebedarfe des Aquatoll werden Wärmemengenkontingente frei und könnten im Stadtzentrum eine Alternative zur bisherigen Gebäudebeheizung darstellen. Im Startjahr der Betrachtungen 2020 beträgt der Wärmebedarf insgesamt 113.490 MWh/a. Bei Annahme der Gebäudesanierungsquote von 2 % und dem Wegfall von Wirkungsgradverlusten von Heizung und Brennstoffausnutzung würden im Jahr 2030 insgesamt 88.500 MWh als Wärmebedarf bestehen. Im Jahr 2040 wären es insgesamt etwa 65.800 MWh. Die aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Kernstadt von 53.446 t/a würden durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen mit entsprechend immer grünerem Strom sowie den Ausbau von Wärmenetzen und deren Erweiterung im Jahr 2030 auf 40.690 t/a sinken und im Jahr 2040 auf knapp 6.000 t/a.

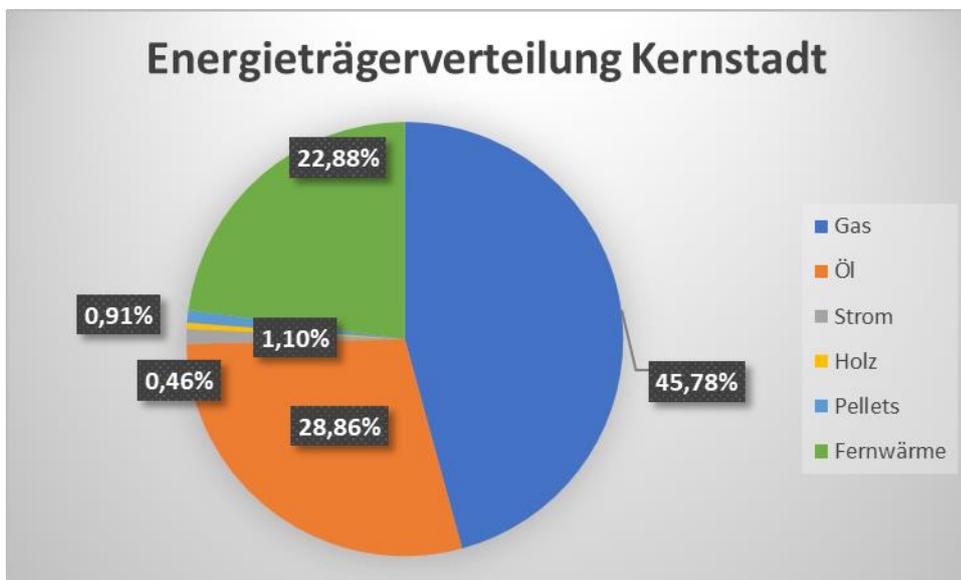


Abbildung 4-10: Energieträgerverteilung Kernstadt 2020

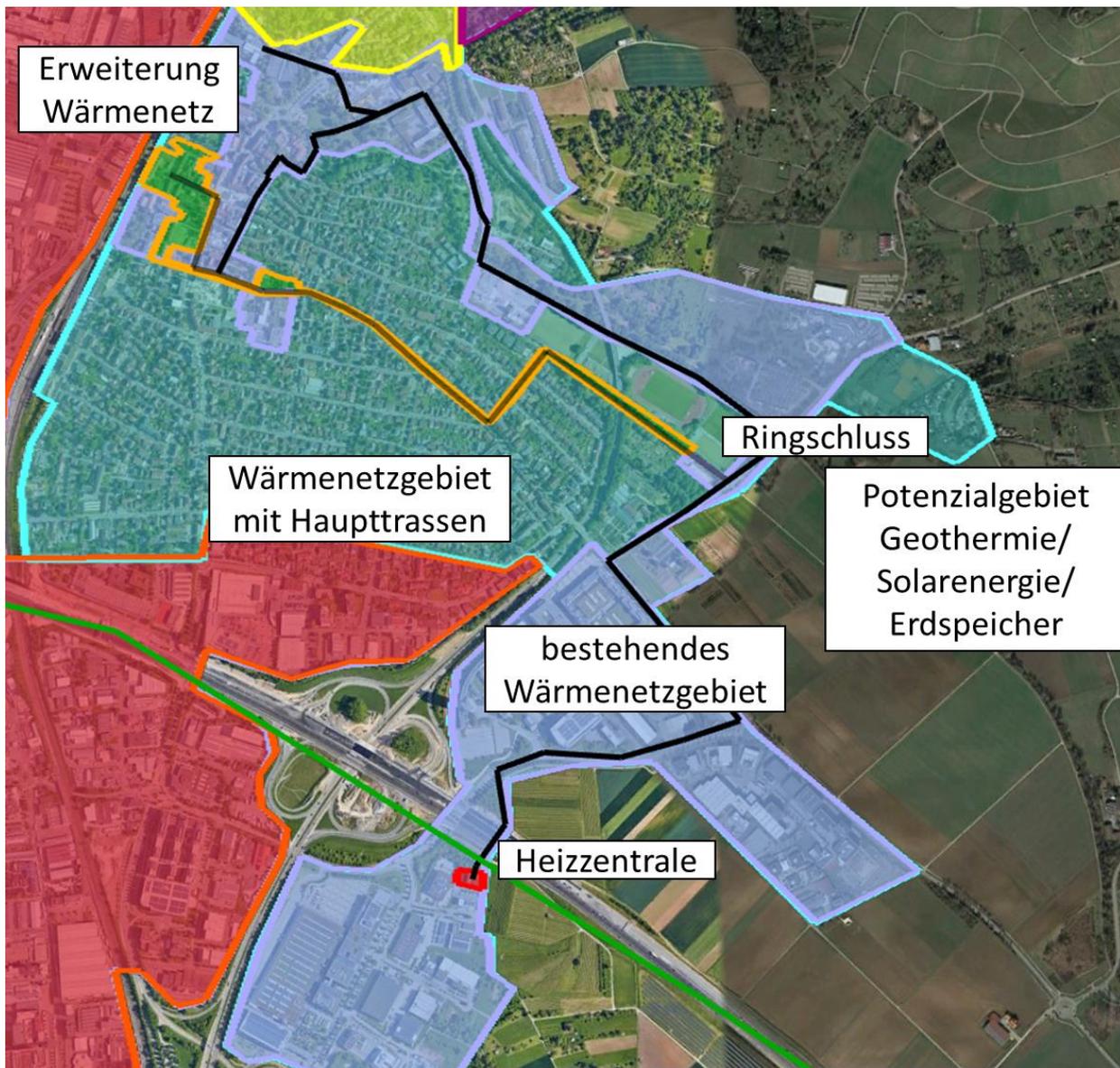


Abbildung 4-11: Eignungs- und Erweiterungsgebiet Kernstadt (Teilgebiet 1) bestehendes Wärmenetz Stadtwerke

#### Optionen für Wärmeerzeugung für Teilgebiet 1:

Die Kernstadt von Neckarsulm ist zum weit überwiegenden Teil aufgrund der dort vorherrschenden Wärmedichten für ein Wärmenetz geeignet. Da das Gebiet flächenmäßig eine sehr große Ausdehnung hat und die Wärmebedarfe dementsprechend hoch sind, sollte es mit verschiedenen Wärmenetzen und unterschiedlichen Erzeugungsstellen in den Teilgebieten erschlossen werden. Ein Grund für diese Empfehlung ist die Transportkapazität des bestehenden Wärmenetzes der Stadtwerke (schwarze Linie in Karte unten), welche irgendwann an Grenzen stößt. Dieses Netz hat schon heute eine hohe Erzeugungskapazität und versorgt bereits einige Teile der Innenstadt sowie zahlreiche private und öffentliche Gebäude und Gewerbezentren in Süden (fliederfarbene Fläche). Durch den Wegfall des Großabnehmers Aquatoll bestehen derzeit freie Versorgungskapazitäten in Höhe von ca. 2,4 MW Leistung, die in der Innenstadt wieder genutzt werden sollten. Durch eine weitere Transportleitung durch die Pichterich- und Binswanger Straße (graue Linie in Abbildung) könnte diese Leistung zu den Gebieten

in der Innenstadt transportiert werden, die besonders gut für einen Netzanschluss geeignet sind (grüne Fläche). Dies betrifft insbesondere das Gebiet rund um die Urban- und Engelstraße in Richtung Marktstraße inkl. des dort ansässigen Weinforums, da die Gebäude dort auch keine größeren Eigenerzeugungspotenziale und fehlende Abstände zu Nachbargebäuden haben. Da die ganze Innenstadt für Luft-Wärmepumpen wahrscheinlich ungeeignet ist und dort Sanierungspotenziale durch die alten Gebäude teils begrenzt sind, könnte das Wärmenetz hier flächendeckend errichtet werden. Dies sollte sukzessive im ganzen Bereich der Innenstadt rund um die Rathaus- und Weinstraße sowie auch südlich der Binswanger und Friedrichsstraße bis hin zum bestehenden Netz der EnBW realisiert werden (türkisfarbene Fläche). Als Ausbaustrategie wird vorgeschlagen, dass die Leistungsreduktionen bei bestehenden Wärmenetzanschlüssen durch energetische Sanierung der Gebäude dadurch ausgeglichen werden, dass bisher noch nicht angeschlossene Gebäude einen Zugang zum Wärmenetz bekommen. Somit könnte das Wärmenetz der Stadtwerke sukzessive in die ganze Innen- und in Teile der Südstadt „hineinwachsen“. Nach Norden sollte dieses Netz nicht in großem Stil erweitert werden. Hier empfehlen sich kleinere Netz-Lösungen. Allerdings könnte es notwendig werden, dass das Teilgebiet 4 aus der Innenstadt wegen dort fehlender Energiepotenziale mitversorgt werden muss.

Um CO<sub>2</sub>-Neutralität und einen attraktiven Netz-Primärenergiefaktor auch in diesem Wärmenetz zu erreichen, müssen zur Wärmeerzeugung eingesetzte Brennstoffe (Erdgas) allerdings durch klimaneutrale Alternativen ersetzt werden. Da Neckarsulm mutmaßlich ab etwa 2030 an einer Wasserstoffleitung liegen wird, könnte H<sub>2</sub> eine Rolle spielen. Sollte die bestehende Leistung des Netzes nicht ausreichen, existiert die Möglichkeit, auf dem Gelände des ehemaligen Aquatoll weitere (Wärme) Energie zu erzeugen. Dort bestehen große Grün- und Freiflächen, die für Sonnenenergie genutzt werden könnten. Dieser Standort ist zusätzlich auch für die geothermische Nutzung mit Erdsondenbohrungen als Co-Erzeugungsstandort entlang der Sulm interessant. Für die Kernstadt sind Sulmtal und ehemaliges Aquatoll die beiden größten erneuerbaren Energieflächenpotenziale, die für eine „Vergrünung“ des Wärmenetzes mit erschlossen werden müssen, weil dort gute Nutzungsbedingungen vorherrschen. Dies sollte allerdings erst perspektivisch passieren, da die hierzu benötigten Wärmepumpen bei derzeitigen VL-Temperaturen von 90°C weniger effizient arbeiten. Es sollte gewartet werden, bis Netztemperaturen auf bspw. 75°C abgesenkt werden können. Hier sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Optionen für Wärmeerzeugung für Teilgebiet 2:

Das Teilgebiet ist derzeit schon vollumfänglich mit einem Wärmenetz der EnBW erschlossen, welches seine Wärme aus dem Kraftwerk in Heilbronn bezieht. Das Gebiet ist auch in Zukunft für Wärmenetze geeignet und wird damit versorgt werden. Für das Erreichen von Klimaneutralität muss das Kraftwerk auf einen anderen Brennstoff umgestellt werden. Statt Steinkohle soll ab 2026 Flüssiggas eingesetzt werden. Perspektivisch ist die Verbrennung von Wasserstoff wahrscheinlich. Die Stadt Neckarsulm sollte darauf achten, dass die Emissionen des exterritorialen Kraftwerks der Stadt Neckarsulm zugerechnet werden und deshalb die Umrüstung des Kraftwerks Heilbronn mit forcieren.



Abbildung 4-12: Wärmenetzgebiet EnBW

### Optionen für Wärmeerzeugung für Teilgebiet 3:

Im nördlichen Teil rund um die Gottlob-Banzhaf-Straße und westlich der B 27 sollten mehrere kleine Wärmenetze entstehen. Ein Beispiel ist das direkte Umfeld der Hermann-Greiner-Schule und der Hezenberghalle, da die notwendige Heizungssanierung ein günstiges Zeitfenster eröffnet und schon ein kleines Wärmenetz existiert. Dies passt auch gut zu den Vorhaben der dort ansässigen Wohnungswirtschaft, die Gebäude sanieren bzw. abbrechen und neu bauen möchten. Somit ließe sich hier ein Netz errichten, welches niedrigere Temperaturen vorhalten muss, da sanierte oder neu errichtete Gebäude geringere Netztemperaturen benötigen. Eine Idee wäre, in der Schule eine große Wärmepumpe mit Erdsondenbohrungen und Erdkollektorfeldern im Nordwesten in Richtung Turnhalle sowie einen an der Schule gelegenen Eisspeicher zu errichten (s. Maßnahmenkatalog). Wie viele Bohrungen und Erdkollektoren in direkter Umgebung der Schule untergebracht werden können muss im Rahmen einer Machbarkeitsstudie geklärt werden. Die Platzverhältnisse sind eng. In der Schule sollte zur Sicherstellung der Deckung der Wärmebedarfe auf jeden Fall noch ein Kessel installiert werden, der die gesamte benötigte Leistung aus dem Wärmenetz decken kann. Er sollte für die Wasserstoffverbrennung tauglich sein. Zusätzlich sollte – angepasst an die Leistung der Geothermienutzung und der Wärmepumpe - auf dem Dach der Schule noch Photovoltaik und Solarthermie installiert werden. Die Größenordnung der Solarthermieanlage ist zur sommerlichen Regeneration der Geothermieanlage zu nutzen.

Ähnliche kleine Wärmenetze sollten sukzessive das Teilgebiet erschließen, da das Teilgebiet ausreichende Wärmedichten hat. Hier sollte mit Gebäudeeigentümern gesprochen werden, ob sie Interesse an einem Wärmenetz haben. Da sich auch bis zum Jahr 2040 nicht alle vorhandenen Wärmebedarfe rein aus Geothermie und Solarthermie ecken lassen, könnte Wasserstoff hier ebenso eine Rolle spielen. Vorhandene Flächenpotenziale sollten – wenn auch kleinteilig – genutzt werden.



Abbildung 4-13: Eignungs- und Erweiterungsgebiet Nord

Optionen für Wärmeerzeugung für Teilgebiet 4:

Östlich der B 27 besteht ein großes Wohngebiet, der Neuberg. Es ist ebenfalls aufgrund der Wärmedichten für mehrere kleine Arealwärmenetze geeignet. Hier besteht aber das Problem, dass es nur sehr wenige Flächen gibt, die sich energetisch nutzen lassen. Erdsonden sind im ganzen Teilgebiet durch eine Begrenzung der Bohrtiefe nicht ausreichend. Erdkollektoren brauchen größere unversiegelte Flächen, die wegen der dichten Bebauung kaum zur Gebäudebeheizung auseichen werden. Nur entlang des Hängelbaches besteht eine Fläche für eine größere Solarthermieanlage. Dies erschwert den Betrieb eines Wärmenetzes aus vorhandenen Potenzialen aus dem Gebiet heraus sehr. Eine Lösung könnte die Verlängerung des großen innenstädtischen Wärmenetzes bis in dieses Teilgebiet sein. Hierfür werden dessen Netzkapazitäten aber kaum auseichen. Eine andere und praktikablere Möglichkeit wäre die Errichtung vieler kleinerer Arealnetze mit Wärmepumpen-Lösungen außerhalb dieser Gebiete.

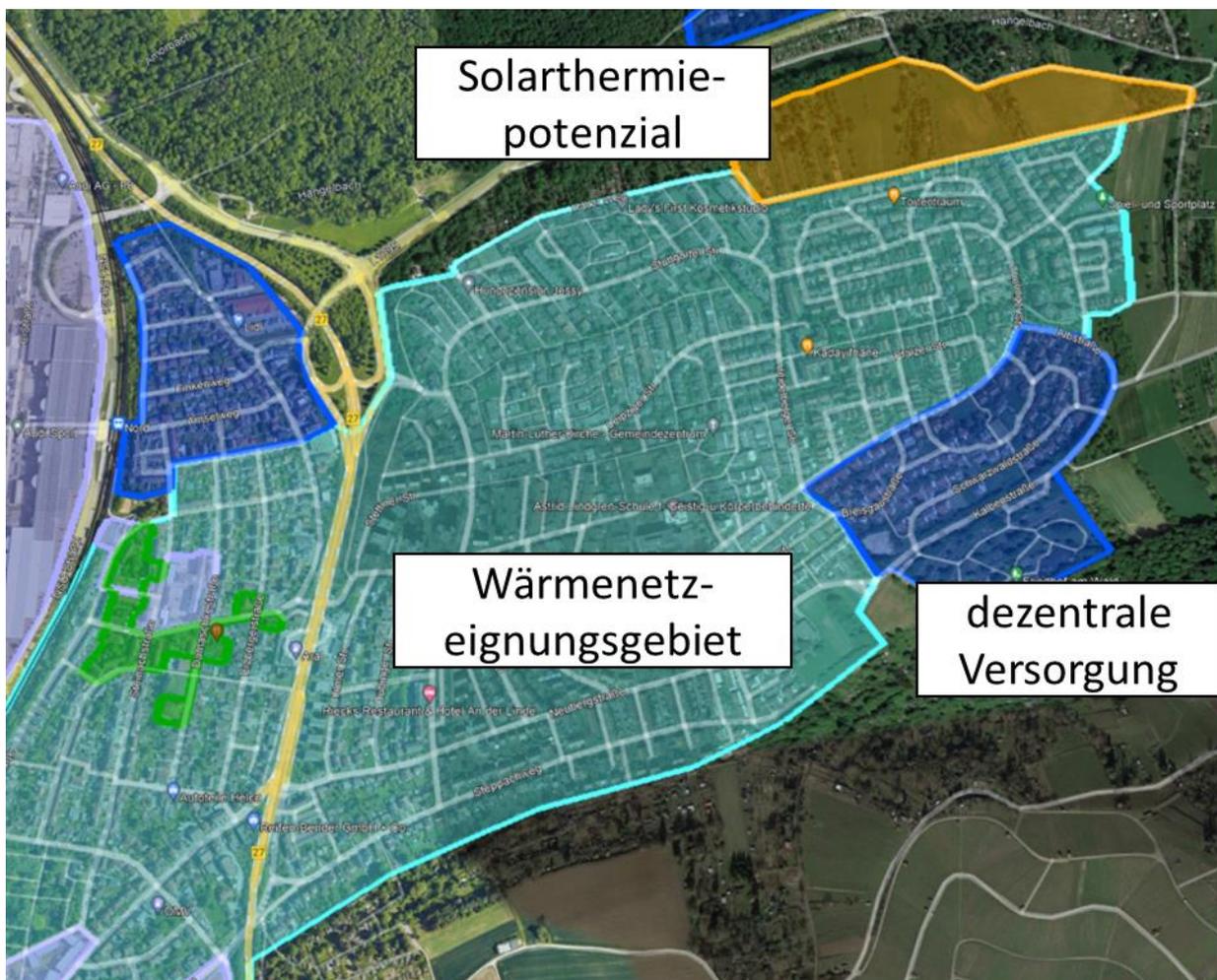


Abbildung 4-14: Eignungsgebiete Neuberg

Vorzugsstandorte für Areallösungen wären alle Gebäudeblöcke in dunkleren Rottönen mit anliegenden orangen oder rot eingefärbten Straßenzügen (vgl. folgende Abbildung).

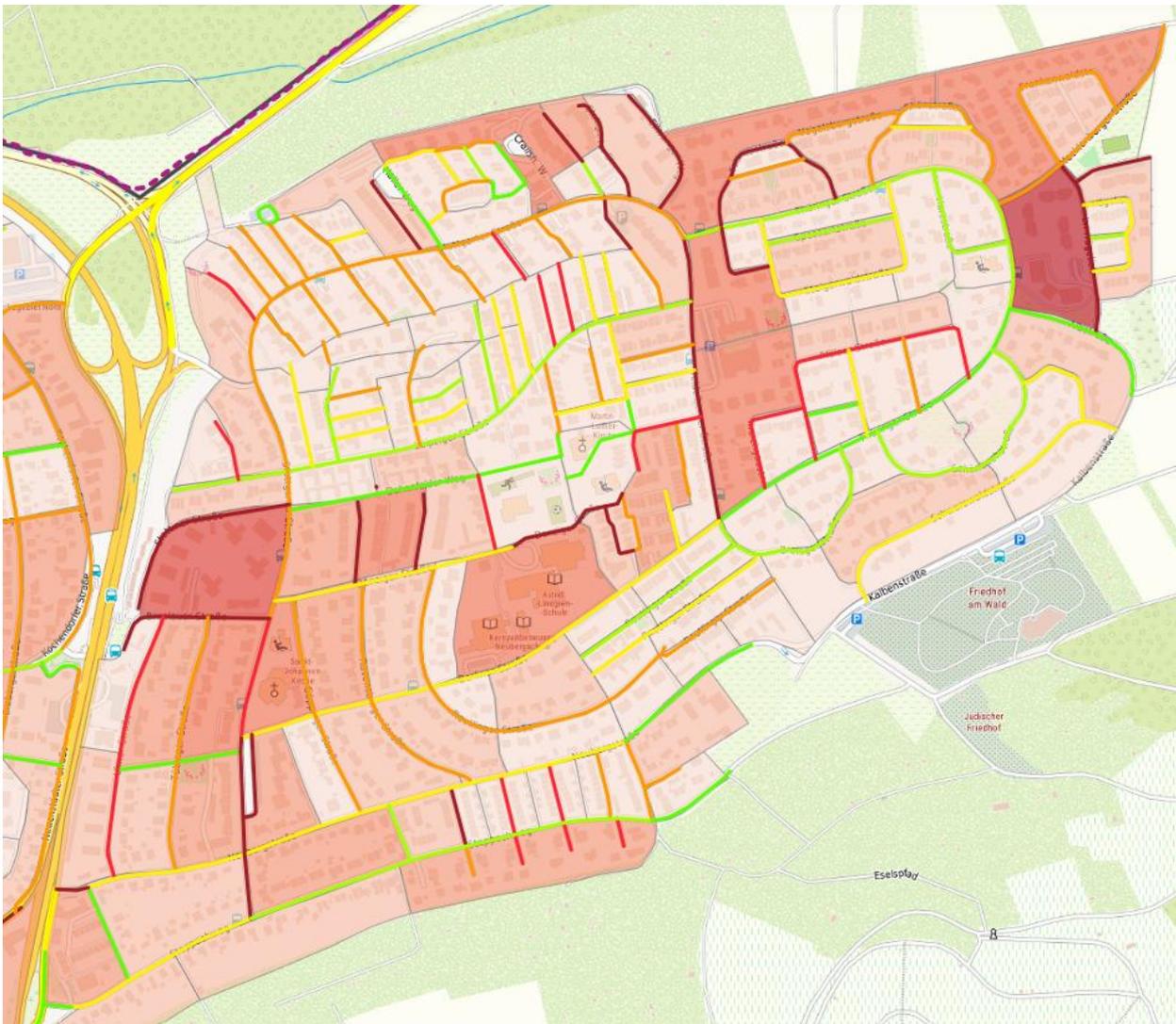


Abbildung 4-15: geeignete Baublöcke für Arealnetze Neuberg

Bei allen denkbaren Arealnetzen müsste auf endogen verfügbare Energiequellen zurückgegriffen werden. Dies wären Erdkollektoren und kleinere Solarthermieanlagen. Eine denkbare Alternative wäre der Einsatz von kleineren Holzkesseln oder Wasserstoffnutzung. Hier ist eine Aussage sehr schwierig.

#### Zusammenfassende Einordnung der Investitionsgrößen:

Gerade für die Kernstadt ist eine Investitionsabschätzung nur schwierig zu machen. Es gibt einfach sehr viele Parameter, die sich in dieser großen Bezugsfläche schwer bis gar nicht einschätzen lassen. Hier müssen kleinräumigere Untersuchungen folgen. Eine grobe Betrachtung führt zu einer Abschätzung von Gesteungskosten, die vielleicht einen Eindruck über Kostengrößen geben kann. In dieser Investitionsabschätzung wird so getan, als würden alle Bedarfe und Leistungen durch eine große Anlage an einer Stelle in Neckarsulm gedeckt.

Tabelle 4-8: Gestehungskosten Versorgungsoptionen Kernstadt

Investition			
	Anzahl / Länge	Leistung	
Erdsondenfelder	1 Stück	82.769 kW	6.560.000 €
Solarthermiefeld	1 Stück	100.000 m <sup>2</sup>	27.450.000 €
Erdspeicher	1 Stück		5.000.000 €
Wärmenetz Hauptleitung	71.138 m		106.710.000 €
Wärmenetz HAL	3.382 Stück		16.910.000 €
Großwärmepumpen	10 Stück	2.000 kW	24.400.000 €
Redundanzkessel	1 Stück	82.769 kW	7.570.000 €
<b>Gesamt</b>			<b>194.600.000 €</b>

Variable Kosten			
Fixkosten jährlich	1 Stück	594.500,00 €	594.500,00 €
Stromkosten jährlich	1 Stück	32.000.000,00 €	32.000.000,00 €

Gestehungskosten	
Wärmenetz	28,10 ct/kWh
Wärmepumpe dezentral	21,55 ct/kWh
Biomethan dezentral	42,48 ct/kWh
Holzpellets dezentral	32,21 ct/kWh

Die obige Tabelle übermittelt einen nur groben Eindruck, was bei der Erschließung der Kernstadt auf den Netzbetreiber an Investitionskosten zu käme. In Teilen empfiehlt sich dagegen nicht allein der Ausbau der größeren Wärmenetze, sondern die Errichtung kleinerer und unabhängiger Arealnetze. Hierzu werden – wie um die Herrmann-Greiner-Realschule – Machbarkeitsstudien empfohlen. Eine genaue Aussage dazu ist wegen zahlreicher Unbekannter hier belastbar nicht möglich.

#### 4.3.2.5 Dezentrale Gebiete

##### Energetische Ausgangssituation und Ausblick

In den Gebieten, die aufgrund geringerer Wärmedichten eher nicht für Wärmenetze geeignet sind, ist die Wärmepumpe zu favorisieren. Diese Gebiete umfassen die Sonnenhalde in Amorbach, einen Großteil des Stadtteils Amorbach, das Areal nördlich der Falkenstraße und das Gebiet rund um Schwarzwald- und Breisgaustraße. Im Startjahr der Betrachtungen 2020 beträgt der Wärmebedarf insgesamt 4.070 MWh/a. Bei einer konservativen Annahme der Gebäudesanierungsquote von 2 % und dem Wegfall von Wirkungsgradverlusten von Heizung und Brennstoffausnutzung würden im Jahr 2030 insgesamt 3.175 MWh als Wärmebedarf bestehen. Im Jahr 2040 wären es insgesamt noch etwa 2.360 MWh. Die aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Kernstadt von 1.122 t/a würden durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen mit entsprechend immer grünerem Strom im Jahr 2030 auf 553 t/a sinken und im Jahr 2040 auf gut 40 t/a.

Tabelle 4-9: Gestehungskosten Versorgungsoptionen dezentrale Gebiete

Gestehungskosten	
Wärmepumpe dezentral	18,53 ct/kWh
Biomethan dezentral	42,40 ct/kWh
Holzpellets dezentral	32,92 ct/kWh

Aus der Gestehungskostenrechnung zeigt sich klar die Tendenz hin zur Wärmepumpe.

### 4.3.3 Ableitung Zielszenario und Wärmewendestrategie

Im Ergebnis zeigt es sich, dass mittels einer wahrscheinlichen Gebäudesanierungsquote von 2 % (wünschenswert wäre mehr) die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Neckarsulm schon sichtbar reduziert werden können, jedoch Gebäudesanierungspotenziale bis zum Jahr 2040 nicht ausgeschöpft werden können. Der wesentliche Grund dafür sind lange Lebensdauern der Fassadenbauteile und die hohen Kosten der Erneuerung. Ausgehend vom Bezugsjahr 2020 findet bis zum Jahr 2030 eine Reduktion des Wärmebedarfes für alle Gebäude und Anwendungen um 13 % und bis zum Jahr 2040 um 24 % statt. Bei einer geringeren Sanierungsrate lässt sich entsprechend weniger Einsparung erreichen. Dies zeigt die Unsicherheit beim Blick in die Zukunft, von welchem sehr viel die Ausrichtung der zukünftigen Infrastrukturen abhängt. Daher kann das Zielszenario eher als ein grober Zielraum verstanden werden.

Tabelle 4-10: Abschätzung Endenergieverbrauch im Jahr 2040

Geschätzter EEV 2040 [MWh/a]	Wärme	Wärmeeinsparung
Wohnen	140.737	24,7%
Kommune / öffentlich	13.500	25,0%
GHD und Industrie	39.000	25,0%
<b>Gesamt</b>	<b>193.237</b>	<b>24,8%</b>

Die Energie, die nicht eingespart werden kann, muss aus erneuerbaren Energien gewonnen werden. Hier kommt der Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung die absehbare gesetzgeberische Entwicklung zugute. Alte Erdgas- und Ölheizungen werden in der Regel nicht mehr durch neue gleichartige Kessel ersetzt werden können. Biomethan und Wasserstoff sind gegenüber der Wärmepumpe oder einem Wärmenetz oft wirtschaftlich nicht konkurrenzfähig. Dies führt zukünftig sehr wahrscheinlich zu einem starken Anstieg der Zahl von Wärmepumpen bei Gebäuden die energetisch saniert werden. Eine Alternative sind Wärmenetze, die sich aufgrund der hohen Gebäudedichten in Neckarsulm fast flächendeckend anbieten und oft für Endverbraucher noch einen Kostenvorteil mit sich bringen. Als Verteilung der genutzten Energieträger zeigt sich dies deutlich.

**Tabelle 4-11: Verteilung der Heizungsstrukturen 2040 und Endenergieverbrauch nach Energieträgern**

Verteilung der Heizungsstruktur 2040	Heizöl	Erdgas	Wärmenetz	Synthetische Brennstoffe	Solarthermie	Wärmepumpe	Biomasse	Strom
Wohnen	1%	0%	64%	6%	7%	18%	4%	1%
Kommune / öffentlich	0%	0%	75%	5%	5%	15%	0%	0%
GHD und Industrie	0%	0%	28%	45%	0%	20%	0%	7%
<b>Gesamt</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>57%</b>	<b>14%</b>	<b>5%</b>	<b>18%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>

Prognostizierter Endenergieverbrauch 2040 nach Energieträgern [MWh/a]	Heizöl	Erdgas	Wärmenetz	Synthetische Brennstoffe	Solarthermie	Wärmepumpe	Biomasse	Strom
Wohnen	745	0	89.400	9.043	9.675	25.184	5.853	838
Kommune / öffentlich	0	0	10.125	675	675	2.025	0	0
GHD und Industrie	0	0	10.920	17.550	0	7.800	0	2.730
<b>Gesamt</b>	<b>745</b>	<b>0</b>	<b>110.445</b>	<b>27.268</b>	<b>10.350</b>	<b>35.009</b>	<b>5.853</b>	<b>3.568</b>

**Tabelle 4-12: Prognostizierte CO<sub>2</sub>-Emissionen 2040 nach Energieträgern und Verbrauchsgruppen**

Prognostizierter CO <sub>2</sub> -Ausstoß 2040 nach Energieträgern [t/a]	Heizöl	Erdgas	Wärmenetz	Synthetische Brennstoffe	Solarthermie	Wärmepumpe	Biomasse	Strom
Wohnen	237	0	4.470	0	0	3.803	129	127
Kommune / öffentlich	0	0	506	0	0	306	0	0
GHD und Industrie	0	0	546	0	0	1.178	0	412
<b>Gesamt</b>	<b>237</b>	<b>0</b>	<b>5.522</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.286</b>	<b>129</b>	<b>539</b>

Um die Transformation der Wärmeversorgung in dem Szenario zeitlich darzustellen, wurde davon ausgegangen, dass jede Wärmeerzeugungsanlage 30 Jahre nach ihrer Inbetriebnahme entweder durch den Anschluss an ein Wärmenetz oder durch eine neue Wärmeerzeugungsanlage auf der Grundlage von erneuerbaren Energien ersetzt wird. Bei fossilem Erdgas wird davon ausgegangen, dass dies aufgrund der wahrscheinlich sehr hohen CO<sub>2</sub>-Bepreisung keine Rolle mehr spielen wird und komplett durch Wasserstoff ersetzt ist.

Aus der Aufstellung der Energieerzeugung lässt sich eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Jahre 2030 und 2040 prognostizieren. In Tabelle 4-13 sind die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen entsprechend der zwei Szenarien aufgeführt.

Es lässt sich davon ausgehen, dass der aktuelle primäre Energieverbrauch bei Wärme von aktuell 287 GWh/a bis zum Jahr 2030 durch Steigerungen bei der Produktionseffizienz, aber vor allem durch die energetische Gebäudesanierung und die Nutzung erneuerbarer Energie auf 224 GWh/a zurückgeht. Im Jahr 2040 wird er im Szenario auf 193 GWh/a zurückgegangen sein. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden nach diesem Szenario von aktuell 77.652 t/a auf 45.107 t im Jahr 2030 und auf 8.706 t im Jahr 2040 absinken.

Hauptemittenten sind im Jahr 2040 noch Wärmepumpen aufgrund des angenommenen bundesdeutschen Wertes für den erwarteten Strommix und Holzheizungen. Gas und Öl werden vollständig bzw. fast vollständig als Brennstoffe verschwunden und durch die Nutzung von Wärmepumpen oder den Anschluss an Wärmenetze verdrängt sein.

Tabelle 4-13: Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Jahre 2020, 2030 und 2040

Ergebnis Szenario									
	2020			2030			2040		
Energie-träger	Menge Energie	Emissions-faktor	THG-Emissionen	Menge Energie	Emissions-faktor	THG-Emissionen	Menge Energie	Emissions-faktor	THG-Emissionen
Einheit	GWh/a	t CO <sub>2</sub> Äq /MWh	t CO <sub>2</sub> Äq	GWh/a	t CO <sub>2</sub> Äq /MWh	t CO <sub>2</sub> Äq	GWh/a	t CO <sub>2</sub> Äq /MWh	t CO <sub>2</sub> Äq
Erdgas	137,2	0,247	33.892	79,3	0,247	19.579	27	0 Synthetisches Gas	0
Heizöl	85,2	0,318	27.294	44,7	0,318	14.216	0,7	0,318	237
Strom-heizung	3,6	0,478	1.720	3,6	0,27	963	3,6	0,151	539
Wärme-netze	53,8	0,261	14.043	63,1	0,13	8.207	120,8	0,05	6.040
Solar-thermie	0,6	0	0	5,3	0	0	10,4	0	0
Holz	5,9	0,022	129	5,9	0,022	129	5,9	0,022	129
Wärme-pumpe	1,2	0,478	574	22,4	0,27	2.012	35,0	0,151	1.762
<b>Gesamt</b>	<b>287.481</b>		<b>77.652</b>	<b>224</b>		<b>45.107</b>	<b>193</b>		<b>8.706</b>

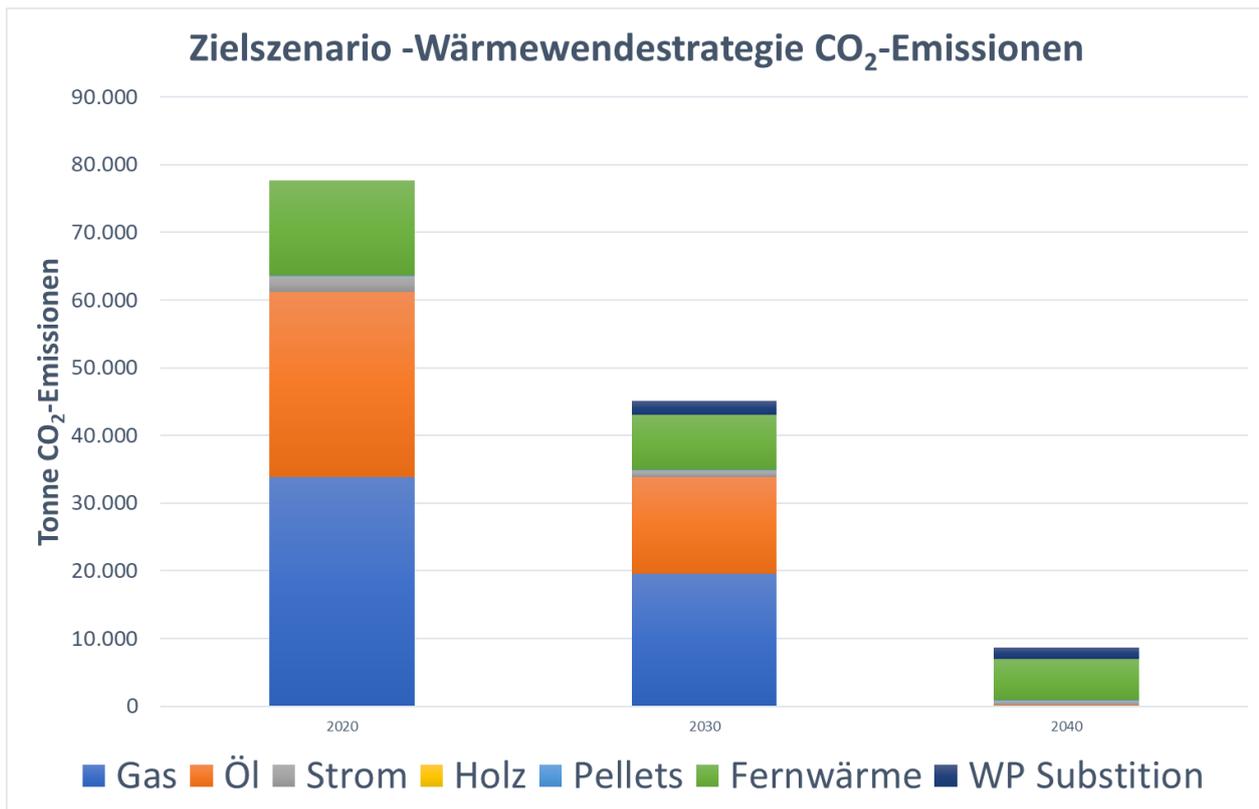


Abbildung 4-16: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach dem Zielszenario

Aus den Szenarien für die einzelnen Stadtteile von Neckarsulm wird ersichtlich, dass die Wärmewende grundsätzlich zentral in Form eines massiven Ausbaus von Wärmenetzen oder dezentral stattfinden kann. Für die städtischen Akteure führt dies zu einer grundsätzlichen Entscheidung, ob man die Vollendung der Wärmewende den Gebäudebesitzern überlässt oder selbst mit massiven Investitionen in Infrastrukturen die Wärmewende über die Stadtwerke Neckarsulm forciert. Grundsätzlich sind beide Wege möglich.

Neben leichten Kostenvorteilen für die Endverbraucher bei Wärmenetzen geht es bei dieser Entscheidung auch um die Sicherung der städtischen Netzbetreiber. Das Gasnetz wird aller Voraussicht nach in Zukunft keine wichtige Rolle bei der Wärmeversorgung spielen. Neue Geschäftsmodelle könnten sich deswegen durch den Aufbau neuer Infrastrukturen ergeben.

Als Strategie empfiehlt sich daher der Ausbau und Neuaufbau von Wärmenetzen, da so CO<sub>2</sub>-Emissionen direkt durch die Stadt Neckarsulm beeinflusst werden können. Allerdings sollte gerade in Gebieten, wo auch dezentrale Wärmepumpen ohne Netzinfrastrukturen eine gute Alternative darstellen, genau die Bereitschaft der Anwohner analysiert werden. Hierzu sollten jeweils Machbarkeitsstudien für kleinere Stadträume angefertigt werden, so dass Wärmequellen, Kunden und Infrastrukturen genauer projiziert werden können, als es in einem Strategiekonzept möglich ist.

Es steht aber heute schon fest, dass sich die Energielandschaft auch in Neckarsulm sowohl infrastrukturell als auch in Bezug auf Heizstoffe drastisch verändern wird und dass sich die Stadt dieser Entwicklung bewusst sein muss.

#### 4.4 Maßnahmenentwicklung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde eine Liste erstellt, die Maßnahmen in kurzfristige mittelfristige und langfristige Maßnahmen einteilt. Somit können die Maßnahmen einfacher priorisiert werden. Ein weiterer Grund ist das Erreichen der Treibhausgasminderungsziele für das Jahr 2030 sowie für das Jahr 2040. Die Zielerreichung liegt nicht allein in den Händen der Stadt Neckarsulm, da etwa bei der energetischen Sanierung von Gebäuden Dritter wenig Handhabe seitens der Kommune besteht. Auch beim Ersatz alter Heizungen durch Wärmepumpen wird eher der Markt als die Stadt Neckarsulm entscheiden. Daher gilt es, den Markt kommunal so zu gestalten, dass auch Dritte einen Anreiz haben, den Zielen der Wärmeplanung zu entsprechen. Der Maßnahmenkatalog ist deswegen wie folgt angelegt:

**Tabelle 4-14: Maßnahmenliste**

Maßnahmenliste		
Maßnahme	Titel der Maßnahme	Priorität
M1	Klimaquartier Viktorshöhe in Verbindung mit HGR	kurz
M2	Transformation Wärmeerzeugung Biomasseheizkraftwerk (BMHKW)	kurz
M3	Erweiterung Wärmenetz Binswanger Str. zur Kernstadt	kurz
M4	CLIMAP - Visuelle Sensibilisierung zur Gebäudesanierung	kurz
M5	Anreizbildug energetische Gebäudesanierung	kurz
M6	MBS kaltes Wärmenetz Neubaugebiet Kastenäcker Dahenfeld	kurz
M7	Kleinanlagenheizungs-Contracting (KlaC)	kurz
M8	Geothermie Sulmarea / Aquatoll Potentialstudie	kurz
M9	Wärmenetz- / Insel- bzw. Quartierslösungen Neuberg	mittel
M10	Transformationskonzepte städtischer Heizzentralen mit regenerative Energien	kurz - mittel
M11	Wärmenetzerweiterung / Insel- bzw. Quartierslösungen Amorbach	kurz - mittel
M12	Aufbau kaltes Nahwärmenetz Obereisesheim	mittel
M13	Nutzung Abwärme aus Abwasser-Hauptkanälen der Kanalisation	lang
M14	Nutzung Flusswasserwärme aus Neckar	lang
M15	Aufbau Wasserstofferzeugung	lang

**Erläuterung:**

kurz - bis 2028

mittel - bis 2035

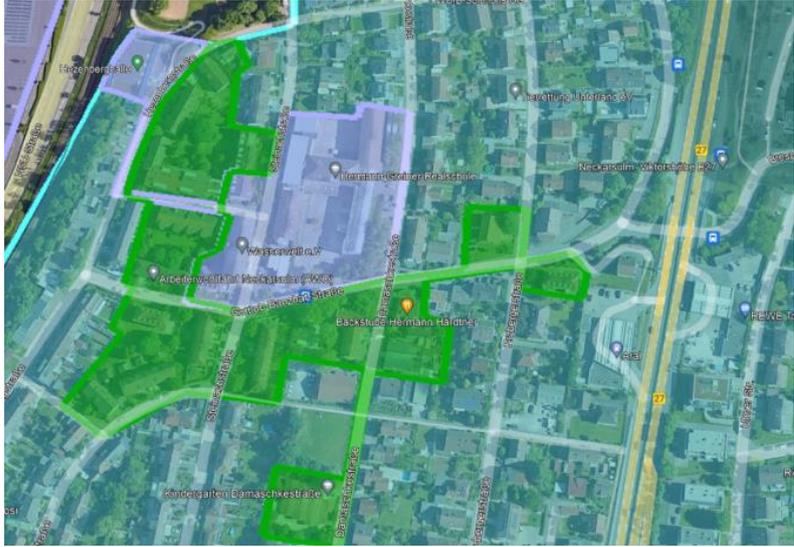
lang - bis 2040

Die Festlegung des Maßnahmenkataloges erfolgt in der Hoffnung, dass zunächst die Sanierungsrate der Gebäude gesteigert werden kann. Des Weiteren ist die Maßnahmenliste entlang einer Kette von Umsetzungsschritten angelegt, was bedeutet, dass in den Gebieten, die hier als Eignungsgebiete für Wärmenetze kategorisiert sind, zunächst auch vertiefende planerische und konzeptionelle Voraussetzungen geschaffen werden müssen, die die kommunale Wärmeplanung als strategisches Konzept nicht zu leisten vermag. Gleichzeitig muss eine Überprüfung der bestehenden Akteursstrukturen hinsichtlich ihrer Handlungsfähigkeit stattfinden. Eine technisch wirtschaftliche Planung oder Projektentwicklung wird ohne Organisationsstruktur nicht zur Umsetzung kommen. Ein erster Schritt ist die vertiefende Konzeption in Form von Quartierskonzepten und Machbarkeitsstudien, die die hier behandelten Teilräume genauer ins Auge fassen. In erster Linie geht es um eine Verfeinerung und Verifizierung der in der Wärmeplanung getätigten Aussagen und auch um Information und Einbindung der betroffenen Bürger. Außerdem sind diese Konzeptstudien oft Voraussetzung für das Einwerben von Fördermitteln, die nach den Studien beantragt werden müssen. Ein bekanntes Förderprogramm ist beispielsweise die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Hierfür müssen Budgets und personelle Kapazitäten entweder selbst geschaffen oder extern eingekauft werden. Dies gilt auch für die Kommunikation und die Vorvertragsgestaltung mit anschlusswilligen Bürgern, wenn es um Wärmenetze geht. Im Zeitraum nach den verfeinerten Konzeptstudien durchlaufen die beschriebenen Maßnahmen weitere Detail- und Genehmigungsplanungen (HOAI 2-4). Auch hierfür sind Budgets und personelle Kapazitäten notwendig. Die wesentlichste Herausforderung ist aber die darauffolgende Investition in den Bau der Infrastrukturen. Der städtische Haushalt allein oder ein Eigenbetrieb Stadtwerke Neckarsulm werden finanziell ohne Hilfe nicht in der Lage sein, die Investitionen zu tätigen. Folglich besteht die Herausforderung im Einwerben von Mitteln beteiligungswilliger Dritter. Diese könnten Fonds oder größere Energieversorger sein. Es sollte frühzeitig sondiert werden, wer hier ein verlässlicher Partner mit dem notwendigen Kapital sein könnte. Wenn diese Fragen geklärt sind, werden Baufirmen und Infrastrukturlieferanten benötigt (HOAI 5-8). In Zeiten des Fachkräftemangels sollte hier ein Netzwerk zu Fachbetrieben aufgebaut und gepflegt werden. Eventuell könnten Materialeinkäufe zusammen mit anderen Energieversorgern gemeinsam getätigt werden, um Kosten zu sparen. Alle diese Schritte müssen entweder durch die Stadt selbst oder durch die Stadtwerke gesteuert und zeitlich koordiniert werden. Auch hier ist eine verstärkte Organisationsstruktur notwendig.

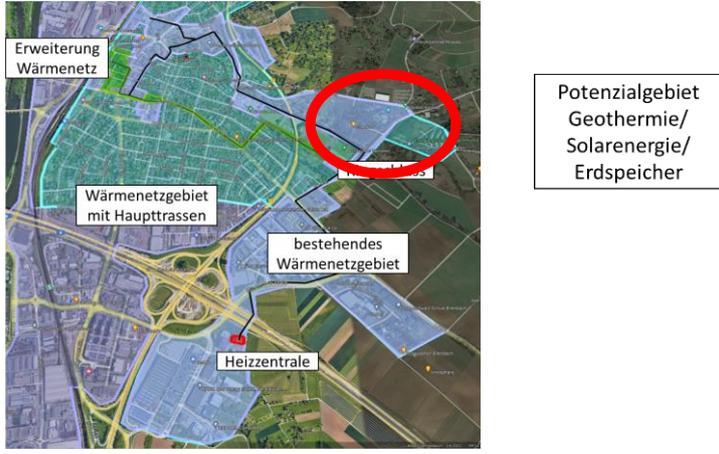
Gleichwohl wurde neben der Entwicklung der neu benötigten Infrastrukturen auch darauf Wert gelegt, dass nicht alle Investitionen gleichzeitig und unkoordiniert, sondern möglichst sukzessive erfolgen sollen, sofern das in einem Zeitraum von 17 Jahren überhaupt möglich ist. Damit verknüpft besteht die Hoffnung, die Wärmewende Stück für Stück angehen zu können.

In den folgenden Maßnahmenblättern werden die Maßnahmen etwas genauer dargestellt und betrachtet, wobei die ersten fünf Maßnahmen gleichzeitig konkreter als so genannte Startermaßnahmen zu betrachten sind, die bis zum Jahr 2028 zumindest angestoßen sein müssen.

### 4.4.1 Maßnahmenblätter

Nr.: M1	Titel: Klimaquartier Viktorshöhe in Verbindung mit HGR	Priorität: kurz
<p><b>Abbildung:</b></p>		
<p><b>Ziel:</b></p>	<p>Neue und klimaneutrale Wärmeversorgung für Hermann-Greiner-Schule und Neubauten der Wohnungsgesellschaften</p>	
<p><b>Situation:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparaturbedürftige Heizung in Schule</li> <li>• Pläne der Eigentümer, alte Gebäude durch Neubauten zu ersetzen</li> <li>• Klären Fragen nach Umsetzbarkeit und Interesse der Anlieger</li> </ul>	
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Im Umfeld der Schule entstehen durch Abriss zahlreiche Neubauten mit anderen Wärmeanforderungen an Heizungssysteme als der Bestand an Gebäuden im Umfeld. Eine Machbarkeitsstudie soll Klarheit über die Umsetzbarkeit der Maßnahme bringen. Es gilt zunächst zu prüfen, welche Wärmebedarfe nach Umsetzung des Neubaus der Gebäude (Bäckerei, Miethäuser) bestehen. Das Anschlussinteresse der Gebäudeeigentümer muss eingeholt werden. Darauf aufbauend müssen eine technische Versorgungskulisse und eine wirtschaftliche Bewertung stattfinden. Die sich ergebenden Endkundenpreise sind den Anschlussnehmern mitzuteilen. Sie sind durch Verträge zu binden.</p> <p>Im Rahmen der Studie ist auch die Finanzierung zu beschreiben.</p> <p>Unabhängig davon ist der reparaturbedürftige Kessel in der Schule nach Abschätzung der benötigten Leistung im zu untersuchenden Wärmenetz schnellstmöglich zu erneuern. Zum Aufbau einer kompletten Erzeugung auf Basis erneuerbarer Energien könnte nach der Machbarkeitsstudie zwischen diesen Gebäuden ein Verbundsystem auf Basis von Geothermie mit Erdsonden und Erdkollektoren sowie mit einem Eisspeicher entstehen. Ein kleines Nahwärmenetz besteht schon und könnte ausgebaut werden. Zur sommerlichen Regeneration der Erdböden wäre die Anlage noch um PV- und Solarthermie zu ergänzen.</p>	
<p><b>Verantwortlichkeit:</b></p>	<p>Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm</p>	
<p><b>Notw. Akteure:</b></p>	<p>Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüro, Gebäudeeigentümer</p>	

<b>Energieeinsparung:</b>	Nach Umsetzung ca. 500 – 1.000 MWh/a, abhängig von Standards der angeschlossenen Neubauten und Bestandssanierung weitere Gebäude
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Nach Umsetzung in Verbindung Maßnahme 687 t/a
<b>Kosten:</b>	Ca. 100 T€ (Konzept) + ca. 7,5 Mio. € (Umsetzung)
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittelbeantragung Studie</li> <li>• Vergabeverfahren für Studie und Bieterauswahl</li> <li>• Erarbeitung Studie durch Ingenieurbüro</li> <li>• Fördermittelbeantragung Umsetzung</li> <li>• Detailplanung</li> <li>• Ausschreibung Bauleistungen</li> <li>• Vergabe und Bau</li> </ul>

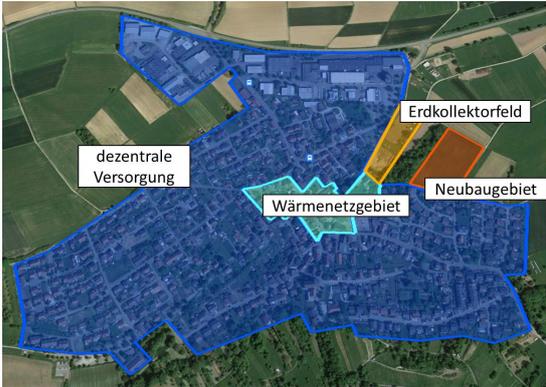
<b>Nr.:</b> M2	<b>Titel:</b> Transformation Wärmeerzeugung Biomasseheizkraftwerk (BMHKW)	<b>Priorität:</b> kurz
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Grundlagenermittlung zur Verringerung der CO <sub>2</sub> -Emissionen und Verbesserung des Primärenergiefaktors des innerstädtischen Wärmenetzes mit nachfolgender Umsetzung	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell städtisches Wärmenetz mit hohem Erdgasanteil und daher mittelmäßige Ökobilanz</li> <li>• Transformationskonzept zum Umbau der Erzeugung wird erarbeitet</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Erdgas ist mit einem hohen Anteil an der Wärmeerzeugung des städtischen Wärmenetzes beteiligt. Für eine Klimaneutralität muss dieses Gas durch andere Stoffe ersetzt werden. Hierfür ist zuerst ein Transformationskonzept zu erstellen. Denkbare Ergebnisse des Konzeptes könnten als Ersatzmedien entweder Wasserstoffverbrennung im BMHKW oder die Nutzung von Geothermie und Solarenergie auf dem Gelände des Aquatoll sowie im Sulmtal sein. In beiden Fällen würde die Ökobilanz des Netzes deutlich verbessert. Die Untersuchung geo- und solarthermischer Potenziale ist gesondert in M8 dargestellt.	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüros, Investoren	
<b>Energieeinsparung:</b>	keine	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Bei Umsetzung bis zu 36.200 t/a	
<b>Kosten:</b>	Studie etwa 100.000 €; ca. 10 Mio. € für Umbau H <sub>2</sub> -ready im Heizhaus; ca. 70-100 Mio. € für Einbinden Geothermie/Solarthermie + Groß-WP & Saisonalspeicher	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsprechende B-Planung der Stadt und GR-Beschluss zur Umwidmung der Flächen am Aquatoll</li> <li>• Geothermisches Gutachten im Sulmtal</li> <li>• Fördermittelbeantragung</li> <li>• Ausschreibung Bauleistungen</li> <li>• Vergabe und Bau</li> </ul>	

<p><b>Nr.:</b> M3</p>	<p><b>Titel:</b> Erweiterung Wärmenetz Binswanger Straße zur Kernstadt</p>	<p><b>Priorität:</b> kurz</p>
<p><b>Abbildung:</b></p>		
<p><b>Ziel:</b></p>	<p>Feststellen der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit des Vorhabens und Anbindung innerstädtischer Gebäude an das Wärmenetz zur Schaffung einer alternativen Wärmeversorgung, CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion</p>	
<p><b>Situation:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Wärmedichte</li> <li>• Gebäude in meist gewerblicher und Mischnutzung, Denkmalschutz</li> <li>• Wärmenetz in der Nähe vorhanden</li> <li>• Umsetzbarkeit und Interesse der Anlieger klären</li> </ul>	
<p><b>Kurzbeschreibung:</b></p>	<p>Eine in Bearbeitung befindliche Transformationsstudie soll Klarheit über die erzeugungsseitige Umsetzbarkeit der Maßnahme bringen. Des Weiteren gilt zu prüfen, ob eine Wärmetrasse durch die Binswanger Straße benötigt wird, und ob in diesem Verlauf weitere Kunden für das Wärmenetz gewonnen werden können.</p> <p>Danach ist die Anschlussbereitschaft der Kunden in der Innenstadt abzufragen und auf Basis der Willensbekundungen zum Anschluss ein Wirtschaftlichkeitsplan zu entwickeln, der die Investitionskosten und Liefererlöse abbilden kann.</p> <p>Im Rahmen der Studie ist auch die Finanzierung zu beschreiben und es werden technische Parameter der Trasse und der Hausanschlüsse analysiert. Das städtische Wärmenetz besitzt durch Wegfall des Aquatoll noch freie Versorgungskapazitäten. Diese Kapazitäten können zur Versorgung von Gebäuden in der Kernstadt genutzt werden, die in einem Gebiet mit hoher Wärmedichte und wenig Flächen für die Nutzung erneuerbarer Energien liegen. Sie werden mit Erdgas oder Öl beheizt und stehen damit vor einem Wechsel der Art der Heizung.</p> <p>Durch die Errichtung einer Wärmenetztrasse durch die Binswanger Straße soll die freie Versorgungskapazität ins Stadtzentrum gebracht und den Gebäudeeigentümern eine Alternative zur Nutzung von Erdgas oder Öl gegeben und somit CO<sub>2</sub> eingespart werden.</p>	
<p><b>Verantwortlichkeit:</b></p>	<p>Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm</p>	

<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüro, Gebäudeeigentümer
<b>Energieeinsparung:</b>	Keine, da anzuschließende Gebäude wahrscheinlich nicht oder nur schlecht energetisch saniert werden können
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	ca. 300 t/a
<b>Kosten:</b>	Konzeptstudie ca. 100 T€; Umsetzung ca. 8,5 Mio. €
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsatzentscheidung Gemeinderat zur Nutzung Gelände Aquatoll und Beschluss eines Anschluss- und Benutzungszwanges</li> <li>• Fördermittelbeantragung</li> <li>• Vergabeverfahren für Studie und Bieterauswahl</li> <li>• Erarbeitung Machbarkeitsstudie durch Ingenieurbüro</li> <li>• Anschlussinteresse Gebäudeeigentümer erfragen</li> <li>• Liefervorvertrag</li> <li>• Nach Studienabschluss Lieferverträge und Beginn Umsetzung</li> </ul>

<b>Nr.:</b> M3	<b>Titel:</b> CLIMAP – Visuelle Sensibilisierung zur Gebäudesanierung	<b>Priorität:</b> kurz
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Sensibilisierung der Gebäudeeigentümer für energetische Sanierung, Erreichen Sanierungsrate von 2 % des Bestandes pro Jahr	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäudesanierungsquoten unzureichend im Gebäudebestand</li> <li>• Oft fehlendes Wissen der Eigentümer über Effekte der Sanierung bei Energieverbräuchen</li> <li>• Aufdecken von Energieineffizienzen</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Die Stadt Neckarsulm kauft das Webtool CLIMAP mit gebäudeblockweiser Darstellung der Wärmebedarfe der Gebäude und stellt es online Gebäudeeigentümern in Neckarsulm kostenlos zur Verfügung. Durch das Tool können auf Basis von thermographischen Luftbildern Aussagen zur Wärmedichtigkeit von Gebäudehüllen gemacht werden. Das Tool gibt auch einen Energieberichts zum eigenen Gebäude mit Empfehlungen zum Vorgehen bei schrittweiser Gebäudesanierung aus. Dies ist ein Mehrwert für Gebäudebesitzer, die vor der Aufgabe der Sanierung stehen</p>	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stabsstelle Klimaschutz	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadt Neckarsulm, Stabsstelle Klimaschutz, Gebäudeeigentümer	
<b>Energieeinsparung:</b>	Durch Tool selbst keine Einsparung; bei kompletter Umsetzung im Durchschnitt ca. 45 % des Gebäudeenergieverbrauchs; bei einem Einfamilienhaus ca. 15.000 kWh/a	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Durch Tool selbst keine Reduktion; nach erfolgter Sanierung eines Gebäudes im Mittel 5-8 t/a	
<b>Kosten:</b>	Ca. 45 T€	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kauf des Tools</li> <li>• Einbinden in städtische Homepage</li> <li>• Öffentlichkeitsarbeit / PR</li> </ul>	

<b>Nr.:</b> M5	<b>Titel:</b> Anreizbildung energetische Gebäudesanierung	<b>Priorität:</b> kurz
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Reduktion des Wärmeenergieverbrauchs im Gebäudebestand	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäudesanierungsquoten unzureichend im Gebäudebestand</li> <li>• Fehlende Finanzmittel der Gebäudeeigentümer</li> <li>• Anreizschaffung</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Die Gebäudesanierungsquote soll in Neckarsulm deutlich auf 2 % des Gebäudebestandes pro Jahr gesteigert werden. Gebäudesanierung ist besonders für weniger wohlhabende Gebäudeeigentümer sehr kostspielig und wird deswegen unterlassen. Eine Härtefallförderung mit einem kommunalen Zuschuss der Stadt an private Gebäudebesitzer könnte hier weiterhelfen. Es müsste entschieden werden, welche Zusatzförderung – passend zum neuen GEG – tatsächlich von der Kommune erbracht werden kann. Voraussetzung zur Förderung könnte vorab die Durchführung einer Analyse mit CLIMAP (M4) sein.</p>	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadt Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadt Neckarsulm, Stabsstelle Klimaschutz, Gebäudeeigentümer	
<b>Energieeinsparung</b>	bei kompletter Umsetzung im Durchschnitt ca. 45 % des Gebäudeenergieverbrauchs; bei einem Einfamilienhaus ca. 15.000 kWh/a	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Ca. 5-8 t/a und Gebäude	
<b>Kosten:</b>	Ca. 500 T€ jährlich	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinderatsbeschluss</li> <li>• Aufstellen von Kriterien und Bedingungen zum Fördermittelerhalt</li> <li>• Öffentlichkeitsarbeit / PR</li> </ul>	

<b>Nr.:</b> M6	<b>Titel:</b> Machbarkeitsstudie kaltes Wärmenetz Neubaugebiet Kastenäcker Dahenfeld	<b>Priorität:</b> kurz
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Neue und klimaneutrale Wärmeversorgung für Neubaugebiet sowie öl- und erdgasversorgte Gebäude im Ortskern, CO <sub>2</sub> -Reduktion	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zahlreiche geothermische Restriktionen</li> <li>• Ländlich geprägt, geringere Wärmedichte</li> <li>• Suche nach bester Alternative zu Erdgas und Heizöl</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Die Machbarkeitsstudie soll eine Aussage machen, ob hier ein Wärmenetz auf Basis von Erdkollektoren grundsätzlich möglich ist. Es gilt zunächst zu prüfen, ob ein Anschluss- und Benutzungszwang in Frage kommt. Gerade in ländlichen Regionen ist Holz das bevorzugte Heizmittel, wenn es mit Öl und Gas nicht geht. Danach muss eine technisch-wirtschaftliche Machbarkeit auf Basis der in Dahenfeld verfügbaren erneuerbaren Wärmequellen analysiert und auf die Endkunden umgelegt werden. Es ist zu prüfen, ob sich Synergien mit dem Metall verarbeitenden Betrieb ergeben und ob vielleicht doch Abwärmepotenziale bestehen, obwohl es seitens des Gewerbebetriebes bisher eine Absage gab. Die sich ergebenden Endkundenpreise sind den Anschlussnehmern mitzuteilen. Bei zu hohen Preisen kann die Machbarkeit eines Wärmenetzes nicht nachgewiesen werden und die Gebäude müssen in Zukunft komplett dezentral versorgt werden.</p> <p>Im Rahmen der Studie ist auch die Finanzierung zu beschreiben.</p>	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüro, Gebäudeeigentümer	
<b>Energieeinsparung:</b>	keine	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Nach Umsetzung in Verbindung Maßnahme 144 t/a	
<b>Kosten:</b>	Ca. 50 – 100 T€	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittelbeantragung</li> <li>• Vergabeverfahren für Studie und Bieterauswahl</li> <li>• Erarbeitung Studie durch Ingenieurbüro</li> </ul>	

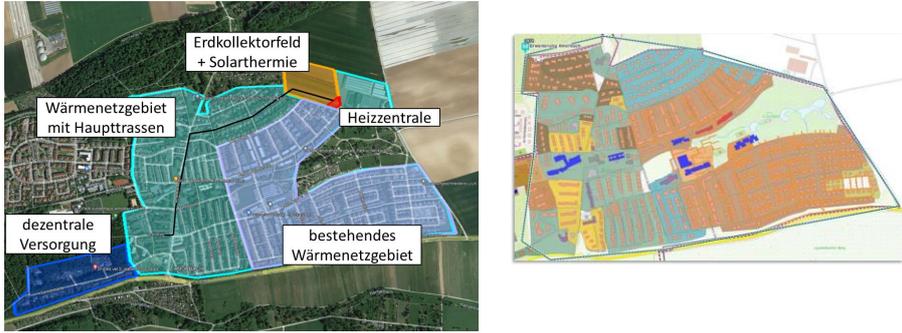
<b>Nr.:</b> M7	<b>Titel:</b> Kleinanlagenheizungs-Contracting (KlaC)	<b>Priorität:</b> kurz
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Austausch ineffizienter, alter Heizungsanlagen	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oft alte Öl- und Gasheizungen in den Gebäuden</li> <li>• Fehlende Mittel zur Sanierung der Eigentümer</li> <li>• Folge: ineffiziente Wärmeerzeugung</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Gerade in Schwerpunktgebieten wie im Norden von Amorbach, in Teilen von Obereisesheim, im Norden der Viktorshöhe sowie in weiten Teilen des Neubergs bestehen oft noch alte Öl- und Gasthermen. Viele Gebäudeeigentümer haben nicht ausreichende Finanzmittel, um die Heizung zu ersetzen und haben wenig Kenntnis von Sparpotenzialen. Im Rahmen eines Contractingangebots der Stadtwerke könnte hier die Hürde der Investition übersprungen werden und viele Gebäudebesitzern die Anschaffung einer neuen Heizung ermöglicht werden. Somit würden alte und ineffiziente Kessel schneller abgelöst und CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart.</p>	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadt Neckarsulm, Stabsstelle Klimaschutz, Stadtwerke Neckarsulm, Installateure, Gebäudeeigentümer	
<b>Energieeinsparung:</b>	Abhängig von neuer Heizungsanlage, bei neuer Wärmepumpe bis zu 80 % des vorherigen Brennstoffbedarfs	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Bis zu 7,5 t/a, wenn ein alter Ölkessel gegen eine moderne HAT-Wärmepumpe getauscht wird	
<b>Kosten:</b>	Ca. 40 T€ pro Maßnahme, etwa 10 Maßnahmen pro Jahr = 400 T€/a	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsatzbeschluss Stadtwerke</li> <li>• Aufbau Personalstruktur und Kooperationen mit Herstellern</li> </ul>	

		• Öffentlichkeitsarbeit / PR
<b>Nr.:</b> M8	<b>Titel:</b> Geothermie Sulmareal / Aquatoll Potenzialstudie	<b>Priorität:</b> kurz
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Feststellen des geothermischen Potenzials des Sulmareals zur Gewinnung von Wärme sowie Potenzialstudie zu möglichen Flächennachnutzungen des Areals vom Aquatoll	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit ehem. Freizeitbad große und ungenutzte Fläche in städtischem Eigentum vorhanden</li> <li>• Fehlende größere Flächen zur Erzeugung von Wärme mit erneuerbaren Energien, insbesondere zur Speisung des kernstädtischen Wärmenetzes</li> <li>• Geothermipotentiale bisher nicht untersucht, kein Nachnutzungskonzept Freizeit und gleichzeitig für Wärmenetztransformation benötigte Flächen knapp</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Anknüpfend an M2 soll festgestellt werden wo und wieviel erneuerbare Energie an einem günstigen Standort (gute Potenzialgüte, freie Flächen, städtische Flächen) gewonnen werden kann. Die Wärmenetztransformation des kernstädtischen Netzes benötigt auf Basis der Transformationsstudie Flächen, um Wärme außerhalb des BMHKW gewinnen zu können. Schließlich ist es das Rückgrat der städtischen Wärmeversorgung und soll erweitert werden. In Neckarsulm existieren sonst keine Flächen, wo sonst so zusammenhängend Energie aus erneuerbaren Ressourcen gewonnen und in das vorhandene Wärmenetz eingespeist werden können. Dieses Areal ist ein Potenzial-Hotspot und sollte zur energetischen Nutzung verwendet werden. Für belastbare Wärmepotentiale und die Flächennutzung muss eine technisch-wirtschaftliche Machbarkeit vertieft analysiert mittels Bodenanalysen verifiziert werden.</p>	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüro, Bodensachverständige	
<b>Energieeinsparung:</b>	keine	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Abhängig von tatsächlicher Potenzialgröße, rechnerisch bis zu 23.600 t CO <sub>2</sub> bei kompletter Speisung des Wärmenetzes möglich	
<b>Kosten:</b>	Studie ca. 250 T€; Umsetzung ca. 70 - 100 Mio. €: für Einbinden Geothermie/Solarthermie + Groß-WP & Saisonspeicher	

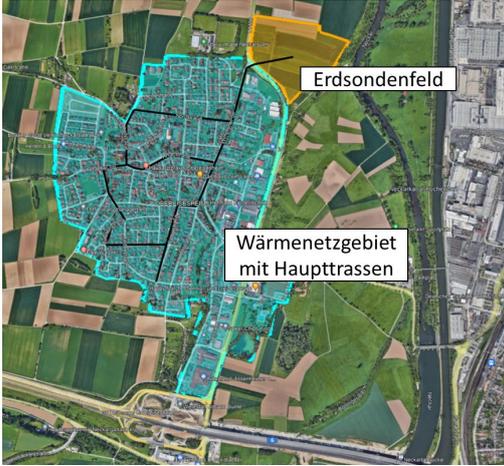
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fördermittelbeantragung Machbarkeitsstudie</li><li>• Vergabeverfahren für Studie und Bieterauswahl</li><li>• Erarbeitung Studie durch Ingenieurbüro</li><li>• Bei lohnendem Potenzial Detailplanung und sukzessives Ausbauen der Nutzung bzw. Einbinden in kernstädtisches Wärmenetz</li></ul>
--------------------------	--

<b>Nr.:</b> M9	<b>Titel:</b> Wärmenetz- / Insel- bzw. Quartierslösungen Neuberg	<b>Priorität:</b> mittel
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Neue und klimaneutrale Wärmeversorgung für meist öl- und erdgasversorgte Gebäude, CO <sub>2</sub> -Reduktion, Alternativen zu Wärmepumpen wegen teils vorhandenem Geschosswohnungsbau	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In Teilgebieten ausreichend hohe Wärmedichten, besonders um Geschosswohnungsbau</li> <li>• Wegen Immissionsschutz und mangelnder Flächenverfügbarkeiten wenig Alternativen, neben einem Wärmenetz erneuerbare Energien zur Heizung zu nutzen</li> <li>• Gebiet insgesamt arm an erneuerbaren Potenzialen</li> <li>• Anschluss an innerstädtisches Wärmenetz nur schwer und langfristig realisierbar</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Der Neuberg hat wenig nutzbare Flächenpotenziale erneuerbarer Energien, da es geologische Restriktionen gibt und auch wenig freie Flächenkapazitäten bestehen. Gleichzeitig ist es ein Gebiet, in dem Wärmedichten nicht durchgängig den Bau eines umfassenden Wärmenetzes anzeigen. Eine Machbarkeitsstudie soll Klarheit über die Umsetzbarkeit kleinerer Wärmenetzlösungen dort geben, wo mehrgeschossige Gebäude stehen und die Versorgung über Luft-Wärmepumpen schwierig ist. Außerdem soll erhoben werden, wieviel erneuerbares Potenzial dort besteht und wo ggfs. Noch notwendige Wärmemengen bereitgestellt werden könnten. Danach muss eine technisch-wirtschaftliche Machbarkeit auf Basis der verfügbaren erneuerbaren Wärmequellen analysiert und zu Areallösungen geclustert werden, wenn es eine entsprechende Anschlussbereitschaft seitens der Anwohner gibt.	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüro, Gebäudeeigentümer	
<b>Energieeinsparung:</b>	keine	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Erst nach Studie zu beziffern	
<b>Kosten:</b>	Ca. 100 – 200 T€	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittelbeantragung</li> <li>• Vergabeverfahren für Studie und Bieterauswahl</li> <li>• Erarbeitung Studie durch Ingenieurbüro</li> </ul>	

<b>Nr.:</b> M10	<b>Titel:</b> Transformationskonzepte städtischer Heizzentralen mit regenerativen Energien	<b>Priorität:</b> kurz - mittel
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	CO <sub>2</sub> -Reduktion und Installation moderner Anlagentechnik bei allen Erzeugungsanlagen der Stadtwerke Neckarsulm	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell noch viele Anlagen in Betrieb, die nur mit Erdgas betrieben werden und daher mäßige Ökobilanz</li> <li>• Anlagen teils veraltet und am Ende der Nutzungsdauer</li> <li>• Transformationskonzept zum Umbau der Erzeugung an Anlagenstandorten</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Da Erdgas bis 2040 ersetzt werden muss und große Mengen an CO <sub>2</sub> emittiert, müssen Wege gefunden werden, diese Anlagen zu ersetzen. Dies soll in Transformationskonzepten beschrieben und analysiert werden.	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüros, Contracting-Nehmer	
<b>Energieeinsparung:</b>	Etwa 10 % Ersparnis durch höhere Anlageneffizienz	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Abhängig von eingesetzter neuer Technik und daher aktuell nicht zu beziffern	
<b>Kosten:</b>	Studie etwa 100.000 €;	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittelbeantragung</li> <li>• Vergabeverfahren für Studie und Bieterauswahl</li> <li>• Erarbeitung Studie durch Ingenieurbüro</li> </ul>	

<b>Nr.:</b> M11	<b>Titel:</b> Wärmenetzerweiterung / Insel- bzw. Quartierslösungen Amorbach	<b>Priorität:</b> kurz - mittel
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	<p>Neue und klimaneutrale Wärmeversorgung für meist öl- und erdgasversorgte Gebäude, CO<sub>2</sub>-Reduktion; Systematische Erschließung des Wohngebietes westlich der Achse Eduard-Hirsch-Straße</p>	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meist ausreichend hohe Wärmedichten</li> <li>• Überdurchschnittlich viele Ölheizungen, alte Anlagen und teilweise Nachtspeicheröfen</li> <li>• Fehlende Alternativen</li> <li>• Im Umsetzungszeitraum öffentliche bzw. kommunale Ankerkunden (Schulen, Kita, Gemeindehäuser) mit Bedarf Heizungstausch</li> <li>• Anschlusspotenzial mit mittlerer Wärmedichte im Nordteil, teils hoher Wärmedichte beim Geschosswohnungsbau</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Die Machbarkeitsstudie soll Klarheit über die Umsetzbarkeit einer Maßnahme zum flächenhaften Ausbau eines Wärmenetzes im Stadtteil Amorbach und hier besonders im westlich liegenden alten Wohngebiet bringen. Es gilt zunächst zu prüfen, ob ein ausreichend hohes Anschlussinteresse besteht. Danach muss eine technisch-wirtschaftliche Machbarkeit auf Basis der in Amorbach verfügbaren erneuerbaren Wärmequellen analysiert werden. Es ist zu prüfen, ob sich Synergien mit dem Anschluss der Gärtnerei bzw. einer Kopplung des bestehenden Netzes ergeben. Falls ein weitläufiges Wärmenetz nicht wirtschaftlich ist, müssen Areallösungen für Teilgebiete mit höheren Wärmedichten gefunden werden, da sonst kaum Beheizungsalternativen in Amorbach vorhanden sind.</p> <p>Aufgrund der Machbarkeitsstudie könnte im westlichen Stadtteil Amorbachs ein oder mehrere Quartierswärmenetze installiert werden, welche die älteren Gebäude im Gebiet mit Wärme versorgen können. Insbesondere der Anschluss öffentlicher bzw. kirchlicher Ankerkunden ist hier interessant. Voraussetzung ist auch eine gute Anschlussquote im ganzen Stadtteil, damit gegenüber anderen Erzeugungsoptionen ein Vorteil besteht. Diese Voraussetzung muss in der zugehörigen Machbarkeitsstudie geprüft werden.</p>	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	<p>Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm</p>	
<b>Notw. Akteure:</b>	<p>Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüro, Gebäudeeigentümer</p>	
<b>Energieeinsparung:</b>	<p>keine</p>	

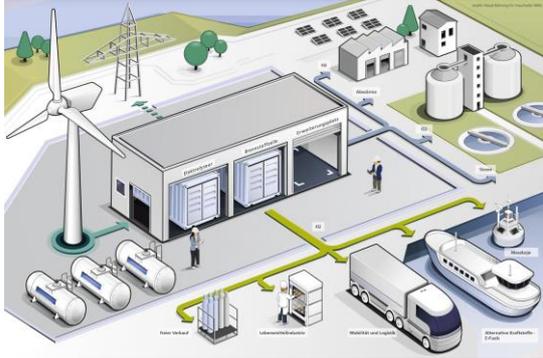
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	bis zu 3.430 t/a, bei sehr hoher Anschlussquote und ausschließlicher erneuerbarer Erzeugung
<b>Kosten:</b>	Ca. 100 – 200 T€; Vollausbau je nach verwendeter Erzeugungsanlage 25 – 31 Mio. €
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittelbeantragung</li> <li>• Vergabeverfahren für Studie und Bieterauswahl</li> <li>• Erarbeitung Studie durch Ingenieurbüro</li> <li>• Geeignete Flächen für Erzeugung zu kaufen/pachten,</li> <li>• Vorverträge mit Endkunden mit Preisgrößen und Lieferfristen, Baukostenzuschüsse</li> <li>• Detail- und Genehmigungsplanung</li> <li>• Bau</li> </ul>

<b>Nr.:</b> 12	<b>Titel:</b> Aufbau kaltes Nahwärmenetz Obereisesheim	<b>Priorität:</b> mittel
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	<p>Neue und klimaneutrale Wärmeversorgung durch kalte Nahwärme für meist öl- und erdgasversorgte Gebäude, CO<sub>2</sub>-Reduktion</p>	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ländlicher geprägt, mittlere Wärmedichte</li> <li>• Mittelmäßige Wärmedichten, aber im Kern des Gebietes oft nur kleine Grundstücksflächen zur Nutzung erneuerbare Energien</li> <li>• Im Südteil wasserschutzrechtliche Restriktionen</li> <li>• Oft ältere Heizungsanlagen, oft noch Ölheizungen</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Die Machbarkeitsstudie soll eine Aussage machen, ob hier ein kaltes Wärmenetz auf Basis eines zentralen Erdsondenfeldes machbar ist. Es gilt zunächst zu prüfen, ob ein ausreichend hohes Anschlussinteresse besteht. Danach muss eine technisch-wirtschaftliche Machbarkeit auf Basis der verfügbaren erneuerbaren Wärmequellen analysiert und auf die Endkunden umgelegt werden. Besonderes Augenmerk besteht auf dem Einbinden der Bewohner in einem Quartierskonzept, da hier viel Aufklärungsarbeit zum Verständnis zentrales Netz / dezentrale Wärmepumpenanlage in Hausübergabestation geleistet werden muss. Die sich ergebenden Endkundenpreise sind den Anschlussnehmern mitzuteilen. Dabei ist auf die Varianten hinzuweisen, dass Endkunden die Wärmepumpe selbst kaufen und somit der Bezugspreis aus dem Netz günstiger wird.</p> <p>Im Rahmen der Studie ist auch die Finanzierung zu beschreiben und bei ausreichender Anschlussquote bzw. einem Anschluss- und Benutzungszwang die Umsetzung zu beginnen.</p> <p>Aufgrund der Ausgangssituation könnte im Stadtteil Obereisesheim ein kaltes Nahwärmenetz installiert werden. Voraussetzung ist eine ausreichend gute Anschlussquote im ganzen Stadtteil, damit gegenüber anderen Erzeugungsoptionen ein Vorteil besteht. Diese Voraussetzung muss in der zugehörigen Machbarkeitsstudie geprüft und im Rahmen eines Akteursprozesses den Bewohnern unterbreitet werden.</p> <p>Im Norden des Gebietes kann Geothermie genutzt und als Grundlage für das kalte Nahwärmenetzsystem hergenommen werden. Hierfür ist ein entsprechendes Gutachten mit anzufertigen. Potenziale für Solarenergie nahe</p>	

	der südlich gelegenen Autobahn unterstützen das Geothermiefeld zur sommerlichen Regeneration.
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Beratungsfirma, Gebäudeeigentümer, Ingenieurbüros, Investoren
<b>Energieeinsparung:</b>	Direkt keine, durch den Zwang zum Umstieg auf Wärmepumpen bis zu 13.570 MWh/a
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	Nach Umsetzung 8.900 t/a
<b>Kosten:</b>	Ca. 150 – 250 T€, Umsetzung etwa 41 Mio. €
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördermittelbeantragung Machbarkeitsstudie und Quartierskonzept</li> <li>• Vergabeverfahren für Studie und Bieterauswahl</li> <li>• Erarbeitung Studie durch Beratungsunternehmen</li> <li>• Entsprechende B-Planung der Stadt und GR-Beschluss zu Anschluss- und Nutzungszwang</li> <li>• Geothermisches Gutachten</li> <li>• Fördermittelbeantragung Umsetzung</li> <li>• Ausschreibung Bauleistungen</li> <li>• Vergabe und Bau</li> </ul>

<b>Nr.:</b> M13	<b>Titel:</b> Nutzung Abwärme aus Hauptkollektoren der Kanalisation	<b>Priorität:</b> lang
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Nutzung der Abwasserwärme aus dem Hauptzulauf der Kläranlage Neckarsulm	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laut vorliegender Daten mindestens Wasserdurchfluss von 100 l/s, daher nutzbar</li> <li>• Durch Zuleitung der Abwässer der AUDI AG womöglich noch größere Abwassermengen verfügbar</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Die Nutzung der Abwasserwärme bietet sich immer in über längere Strecken gerade verlaufenden Abwasserkanälen mit einem Durchfluss von ab 100 l/s an. Ein solcher Abschnitt befindet sich im Bereich der NSU-Straße. Die Abwasserwärme von etwa 1 K soll – wenn technisch möglich – mit einem Wärmetauscher aus dem Kanalabschnitt entnommen werden. Da die NSU-Straße von der Innenstadt von Neckarsulm durch den Verlauf der Bahnlinie getrennt ist, ist die Verbindung mit dem innenstädtischen Wärmenetz schwierig. Diese Wärme sollte idealerweise durch die Industriekomplexe direkt an der NSU-Straße genutzt werden. Der Wärmetauscher sollte dazu eine Wärmetransportleistung von 500-750 kW besitzen. Somit könnten bis zu 10.500 MWh/a aus Abwasserwärme gewonnen werden.</p>	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüros, Großgewerbe	
<b>Energieeinsparung:</b>	Bis zu 10.500 MWh/a	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	bis zu 4.500 t/a, wenn dadurch Fernwärme der EnBW (Steinkohle) ersetzt wird	
<b>Kosten:</b>	Wärmetauscher ca. 2.250 T€ + Umbauten am Kanal und Einbindung in Gebäude ca. 750 T€	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokalisation von gerade verlaufenden Kanalabschnitten im Stadtgebiet</li> <li>• Detailliertere Untersuchung tatsächliche Abflussmenge (Trockenwetterbedingungen)</li> <li>• Gutachten zur Entnahme und zur Einbindung in Wärmesystem</li> </ul>	

<b>Nr.:</b> M14	<b>Titel:</b> Nutzung Flusswasserwärme aus Neckar	<b>Priorität:</b> lang
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Nutzung der Flusswasserwärme aus dem Neckar zur Versorgung umliegender Areale	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhandene Wehranlage aufgrund Schleuse eines Schifffahrtsweges</li> <li>• Bisher weder thermische noch elektrische Erzeugung von Energie</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Die Nutzung von Flusswasserwärme ist eine sinnvolle Ergänzung der Wärmeerzeugungskulisse in Neckarsulm. Insbesondere die Nähe zum Automobilwerk könnte hier eine gute Möglichkeit sein, Wärme über kurze Distanzen zu Verbrauchern zu transportieren. Die Wärme von etwa 1 K soll – wenn technisch möglich – mit einem Wärmetauscher hinter dem Stauwehr aus dem Fluss entnommen werden. Der Wärmetauscher sollte dazu eine Wärmetzugleistung von 600-800 kW besitzen. Somit könnten bis zu 11.800 MWh/a aus dem Flusswasser gewonnen werden.</p>	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüros, Großgewerbe	
<b>Energieeinsparung:</b>	Bis zu 9.400 MWh/a	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	bis zu 4.000 t/a, wenn dadurch Fernwärme der EnBW (Steinkohle) ersetzt wird	
<b>Kosten:</b>	Wärmetauscher ca. 4.000 T€ + Umbauten am Stauwehr und Einbindung in Wärmenetz ca. 2-3 Mo. €, da der Schifffahrtskanal gequert werden muss	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfrage bei Eigentümer des Wehrs</li> <li>• Technisch-wirtschaftliches Konzept und Anfrage bei Industrie, ob Bedarf besteht</li> <li>• Umsetzungsplanung</li> </ul>	

<b>Nr.:</b> M15	<b>Titel:</b> Aufbau Wasserstofferzeugung	<b>Priorität:</b> lang
<b>Abbildung:</b>		
<b>Ziel:</b>	Erzeugung von Wasserstoff aus überschüssigem Strom aus Photovoltaik und Windkraft	
<b>Situation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bisher keine Anlagen vorhanden</li> <li>• Längerfristig absehbare Nachfragesteigerung für klimaneutral erzeugten, grünen Wasserstoff</li> </ul>	
<b>Kurzbeschreibung:</b>	<p>Wasserstoff wird bis 2040 vor allem zu industriellen Fertigungszwecken benötigt, um Klimaneutralität zu erreichen. Auf der anderen Seite erzeugen Windkraft und Photovoltaik nur fluktuierend Strom. Dies belastet die Stromnetze. Eine Entlastung könnte die Nutzung von Stromspitzen und überschüssigen Strommengen zur Wasserstofferzeugung sein, welcher an größere Gewerbekunden oder an Kraftstoffhändler verkauft werden kann.</p>	
<b>Verantwortlichkeit:</b>	Stadtwerke Neckarsulm	
<b>Notw. Akteure:</b>	Stadtwerke Neckarsulm, Stadt Neckarsulm, Ingenieurbüros, Großgewerbe	
<b>Energieeinsparung:</b>	keine	
<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion:</b>	202 kg CO <sub>2</sub> -Substitution bei Wasserstoffeinsatz anstatt Erdgas	
<b>Kosten:</b>	Ca. 2.000 – 2.500 € pro kW Leistung	
<b>Nächste Schritte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedarfsanalyse</li> <li>• Analyse der Entwicklung der lokalen Stromerzeugung mit Hinblick auf Lastspitzen</li> <li>• Standortanalyse</li> </ul>	

### 4.4.2 Zusammenfassung Maßnahmen

In der nachfolgenden Tabelle sind alle Maßnahmenblätter noch einmal zusammengefasst.

Tabelle 4-15: Zusammenfassung Maßnahmen

Maßnahmenliste Zusammenfassung					
Maßnahme	Energieverbrauch [MWh]	Energieeinsparung [MWh]	CO <sub>2</sub> -Ausstoß [t]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t]	Kosten [T€]
M1	4.354	500 - 1000	880	687	7.600
M2	(2030) etwa 39.600	0	45.250	36.200	85.100
M3	4.920	0	990	300	8.600
M4	0	0	0	0	45
M5	150 für fünf typische Einfamilienhäuser	67,5	39	32	500/Jahr
M6	800	0, nach Umsetzung etwa 600	162	144	100 + 2.200
M7	300 für 10 typische Einfamilienhäuser	240	78	51	400/Jahr
M8	0	0	0	0	100
M9	0	0	0	0	100-200
M10	0	0	0	0	100
M11	12.000 im Jahr 2030	0	3.430 (nur Dezentrale)	3120	100-200 MBS; Umsetzung 25.000-31.000
M12	26.820 im Jahr 2030	0	9.890	8.900	150-250; Umsetzung 41.000
M13	10.500	0	noch nicht existent	4.500	3.000
M14	11.800	9.400	noch nicht existent	4.000	6.000-7.000
M15	abh. von Dargebot	0	0	0	2-2,5 pro kW

Die Zusammenfassung der Maßnahmen zeigt anschaulich, dass mit den vorgeschlagenen Maßnahmen ein bedeutender Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Neckarsulm eliminiert werden kann, wenn die Maßnahmen konsequent umgesetzt werden. Dazu muss aber parallel die energetische Gebäudesanierung samt Heizungstausch auch für nicht von diesen Maßnahmen betroffene Gebäude schneller umgesetzt werden als bisher. Leider hat die Stadt darauf wenig bis gar keinen Einfluss.

## 5. Fazit

In der Bestandsanalyse wurde gezeigt, dass im Jahr 2020 knapp 80 % des Wärmebedarfs im Stadtgebiet Neckarsulm mit fossilen Brennstoffen (Erdgas und Heizöl) gedeckt wurden. Um das Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 zu erreichen, muss es darum eine grundlegende Transformation im Bereich Wärme geben. 80 % der bekannten Wärmeversorgung müssen geändert werden. Hier gilt es Anreize zu schaffen, damit der Gebäudebestand einerseits effizienter wird und andererseits fossile Heizungen gegen neue Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien und grünem Strom getauscht werden.

Dem gegenüber steht die Potenzialanalyse, die zunächst das positive Resultat zeigt, dass die in Neckarsulm bestehenden und in Zukunft wahrscheinlichen Wärmebedarfe durch lokal vorkommende erneuerbare Energien gedeckt werden können. Ausnahme bilden hier Wärmebedarfe für hochtemperaturige industrielle Prozesse. Sie werden nur mit brennbaren Energieträgern zu decken sein. Hierzu gibt es in Neckarsulm keine Potenziale und so wird die Industrie wahrscheinlich auf Wasserstoff zurückgreifen (müssen). Für alle der Raumbeheizung dienenden Potenziale sind in der Gesamtschau ausreichend Wärmequellen vorhanden. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang die oberflächennahe Geothermie, da aus ihr bedeutende Energiemengen gewonnen werden können. Insbesondere die Gunsträume nördlich Obereisesheim und entlang des Sulmtales sollten mittelfristig zur größerflächigen, oberflächennahen geothermischen Nutzung (also bis maximal 400 m Tiefe) herangezogen werden. Dies darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass das auf den ersten Blick größte Potenzial, nämlich die Solarthermie, die beste Energieausbeute immer dann liefert, wenn die Raumbeheizung nicht gebraucht wird. Daher ist das nutzbare solarthermische Potenzial wesentlich kleiner und bedarf bei größeren Freiflächenanlagen in der Regel eines saisonalen Erdspeichers. Daher sollte die Solarthermie dort eingesetzt werden wo sie effektiv genutzt werden kann und auch die Anlagengrößen sollten danach bemessen werden. Weniger großzügig ist die Potenzialausstattung zur Stromerzeugung in Neckarsulm. Hier sollten vorgeschlagene Potenziale auch genutzt werden, um eine lokal ausgeglichene Strombilanz zu erhalten. Folglich sollte diesen Potenzialen der Vorrang gegenüber rein Wärme erzeugenden Potenzialen gegeben werden.

In der anschließenden Szenarioanalyse wurde gezeigt, dass die Umrüstung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung technisch möglich ist, aber sowohl investitionsseitig als auch für die Zeitdauer von 17 Jahren sehr ambitioniert. Durch einige Flächenrestriktionen (etwa Wasserschutzgebiet, etc.) haben nicht alle Teile Neckarsulms einen ausreichenden Zugang zu erneuerbaren Wärmeressourcen, um die endogenen Bedarfe auch „aus der Nachbarschaft“ decken zu können. Beispiele wären das südliche Obereisesheim, aber auch der Neuberg. Um die Versorgungssicherheit trotzdem zu gewährleisten, müssen die Teilgebiete Neckarsulms, die eine gute Wärmeausbeute versprechen, umso intensiver genutzt werden. Dies betrifft freie Flächen im Norden Obereisesheims und auch die Areale im Sulmtal und rund um das Aquatoll. Von dort kann die Wärme dann über Leitungen zum Bedarf transportiert werden. Deshalb sind diese Flächen für die energetische Nutzung kostbar. Da Neckarsulm über eine insgesamt hohe Wärmedichte in den Straßenzügen verfügt, sind diese Leitungen sinnvoll und damit erklärt sich auch der hohe Anteil an Wärmenetzungsgebieten. Allerdings steht die Stadt deswegen vor der Entscheidung, selbst in großem Stil mit der Errichtung von Wärmenetzen aktiv zu werden und den Bürgern in Neckarsulm ein Alternativangebot zur Wärmepumpe zu machen, die im aktuellen Gebäudebestand bei Einbau und Betrieb durchaus problematisch sein kann, wenn das Gebäude nicht entsprechend den Eigenschaften der Wärmepumpe angepasst ist. Dies bringt sehr große Investitionssummen mit sich.

In den Maßnahmenblättern werden aus den Szenarien heraus notwendige Maßnahmen(-bündel) umrissen, um die Stadt bis zum Jahr 2040 so klimaneutral wie möglich zu gestalten. Insbesondere auf das Großprojekt der Vergrünung des innerstädtischen Wärmenetzes samt sukzessivem Anschluss fast aller innerstädtischer Gebäude sei hingewiesen. Das zweite Großprojekt ist das kalte Wärmenetz in Obereisesheim. Diese beiden Ankerprojekte werden im Maßnahmenkatalog von vielen kleineren Maßnahmen flankiert und priorisiert, um eine erste Zeitstrategie der Schritte zur Wärmewende zu bekommen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Ziel der Klimaneutralität technisch möglich ist, jedoch nur erreicht werden kann, wenn große und weitreichende Umbaumaßnahmen am bisherigen Energieversorgungssystem vorgenommen werden. Bspw. das Gasnetz wird in seiner heutigen Form nicht weiter existieren. Dieser grundlegende Umbau bedeutet sowohl investiv als auch technisch einen radikalen Umschwung. Es muss sichergestellt sein, dass die Bürger die Notwendigkeit der Maßnahmen verstehen können. Nur so werden die Bürger sie auch unterstützen. Dies wird auch der Stadt Neckarsulm Mühen abverlangen, wie sie beim Thema Energie selten anzutreffen waren.

Die Erreichung der Klimaneutralität im Bereich Wärme verlangt deshalb ein Umdenken bei der bisherigen Wärmeversorgung und ist darum eine vielschichtige und komplexe Aufgabe. Hier müssen die Vorgaben der Bundesregierung und der Stadtverwaltung eng abgestimmt sein mit den Angeboten von Stadtwerken und Heizungsbauern. Darüber hinaus ist organisatorische und personelle Verstärkung erforderlich.

**Aus diesem Grund sollten alle relevanten Akteure im Stadtgebiet eng zusammenarbeiten, um die Transformation zur klimaneutralen Wärmeversorgung in Neckarsulm zu bewältigen. Nur gemeinsam und mit vereinten Kräften kann diese gewaltige Aufgabe in der gebotenen Zeit geschafft werden!**

## Abkürzungsverzeichnis

<b>a</b>	annum (Jahr)
<b>A/Ve-Wert</b>	Verhältnis der Wärme abstrahlenden Außenhülle A zu dem zu beheizenden Volumen Ve eines Gebäudes
<b>AVV</b>	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
<b>BAFA</b>	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
<b>BauGB</b>	Baugesetzbuch
<b>BauNVO</b>	Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung)
<b>BbgBO</b>	Brandenburgische Bauordnung
<b>BBR</b>	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
<b>BBSR</b>	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
<b>BGB</b>	Bürgerliches Gesetzbuch
<b>BHKW</b>	Blockheizkraftwerk
<b>BImSchG</b>	Bundes-Immissionsschutzgesetz
<b>BiomasseV</b>	Biomasseverordnung
<b>BISKO</b>	Bilanzierungssystematik kommunal
<b>BMBF</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung
<b>BMUB</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
<b>BMVBS</b>	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
<b>BMVI</b>	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
<b>BMWi</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
<b>BNE</b>	Bildung für nachhaltige Entwicklung
<b>BVerwG</b>	Bundesverwaltungsgericht
<b>CH<sub>4</sub></b>	Methan
<b>ChemKlimaschutzV</b>	Chemikalienklimaschutzverordnung
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>CO<sub>2</sub>Äq</b>	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
<b>DAS</b>	Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel
<b>DStGB</b>	Deutscher Städte- und Gemeindebund
<b>DUH</b>	Deutsche Umwelthilfe e.V.
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz
<b>EEWärmeG</b>	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
<b>EWärmeG</b>	Gesetz zur Nutzung Erneuerbarer Wärmeenergie des Landes Baden-Württemberg
<b>ELP</b>	Energieleitplan
<b>EMAS</b>	Eco-Management and Audit Scheme (EU-Öko-Audit)
<b>EnEG</b>	Energieeinsparungsgesetz
<b>EnergieStG</b>	Energiesteuergesetz
<b>EnEV</b>	Energieeinsparverordnung
<b>EVU</b>	Energieversorgungsunternehmen
<b>GbR</b>	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
<b>GEMIS</b>	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
<b>GEG</b>	Gebäudeenergiegesetz
<b>GHD</b>	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher
<b>GW</b>	Gigawatt
<b>GWh</b>	Gigawattstunden
<b>GuD</b>	Gas- und Dampfkraftwerk
<b>GVZ</b>	Güterverkehrszentrum

<b>ifeu</b>	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatliche Sachverständigengruppe der Vereinten Nationen über Klimaänderungen)
<b>KEA BW</b>	Energie- und Klimaschutzagentur Baden-Württemberg
<b>KEM</b>	Kommunales Energiemanagement
<b>KfW</b>	Kreditanstalt für Wiederaufbau
<b>kg</b>	Kilogramm
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>kWel</b>	Kilowatt elektrisch
<b>kWth</b>	Kilowatt thermisch
<b>kWh</b>	Kilowattstunde
<b>kWh/(m<sup>2</sup>* a)</b>	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung
<b>KWKG</b>	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
<b>kWp</b>	Kilowatt-Peak
<b>LED</b>	Light Emitting Diode (Leuchtdiode)
<b>LGRB</b>	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
<b>MW</b>	Megawatt (= 1.000 Kilowatt = 1 Mio. Watt)
<b>MWh</b>	Megawattstunde
<b>MWh/a</b>	Megawattstunde pro Jahr
<b>N<sub>x</sub>O</b>	unterschiedliche Stickstoffe
<b>NKI</b>	Nationale Klimaschutzinitiative
<b>OECD</b>	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
<b>ÖPNV</b>	Öffentlicher Personennahverkehr
<b>PtJ</b>	Projektträger Jülich
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>SK:KK</b>	Service- und Kompetenzzentrum: Kommunaler Klimaschutz
<b>SWOT-Analyse</b>	Strengths, Weaknesses, Opportunities und Threats (Analyse der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken)
<b>T</b>	Tonnen
<b>Trm</b>	Trassenmeter
<b>TA-Lärm</b>	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
<b>TEHG</b>	Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz
<b>THG</b>	Treibhausgas
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt
<b>VDI</b>	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
<b>WEA</b>	Windenergieanlage
<b>WBGU</b>	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

## Literaturverzeichnis

- Baukosteninformationszentrum (BKI). (2018). *Baukosten Gebäude Altbau - Statistische Kostenkennwerte*. Stuttgart: BKI.
- Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe. (08. 12 2022). *BGR- Informationsseite*. Von Erfolgreicher Langzeit-Zirkulationstest im europäischen Hot-Dry-Rock-Versuchsfeld Soultz-sous-Forêts:  
<https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Projektbeitraege/Langzeitzirkulation.html?nn=1542232> abgerufen
- Carrot Media. (2020). *Haus sanieren: Kosten pro qm*. Abgerufen am 07. 17 2020 von <https://kostencheck.de/haus-sanieren-kosten-pro-qm>
- eccuro GmbH. (15. 12 2021). *Neue Fenster: Arten, Kosten, Förderung*. Abgerufen am 07. 10 2020 von [eccuro.com: https://www.eccuro.com/artikel/877-neue-fenster-arten-kosten-foerderung](https://www.eccuro.com/artikel/877-neue-fenster-arten-kosten-foerderung)
- KEA -BW Die Landesenergieagentur. (2020). *Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung*.
- Kopernikus-Projekt Ariadne (Hrsg.). (November 2021). *Ariadne Hintergrund: Notwendige CO2-Preise zum Erreichen des europäischen Klimaziels 2030*. Von [ariadneprojekt.de](https://ariadneprojekt.de): <https://ariadneprojekt.de/publikation/notwendige-co2-preise-zum-erreichen-des-europaeischen-klimaziels-2030/> abgerufen
- Regionaler Planungsverband Heilbronn-Franken. (12. 01 2023). *Regionale Planungsoffensive*. Von <https://www.rvhnf.de/regionale-planungsoffensive> abgerufen
- Statisches-Bundesamt. (2019).
- Statistisches Bundesamt. (28. 03 2022). *Destatis*. Von [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22\\_09\\_p002.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_09_p002.html) abgerufen
- Umweltbundesamt. (2018). *Wie ist der Stand der energetischen Gebäudesanierung in Deutschland?* Von Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/umweltatlas/bauen-wohnen/verursacher/energetischer-gebäudezustand/wie-ist-der-stand-der-energetischen> abgerufen