

# ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT WENDLINGEN AM NECKAR – INNENSTADT UND UNTERBOIHINGEN



TILIA GMBH  
JUNI 2021

## ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT WENDLINGEN AM NECKAR – INNENSTADT UND UNTERBOIHINGEN

<b>Auftraggeber</b>	Stadt Wendlingen am Neckar Am Marktplatz 2 73240 Wendlingen am Neckar
<b>Ansprechpartner</b>	Herr Daniel Miller Am Marktplatz 2 73240 Wendlingen am Neckar
<b>Auftragnehmer</b>	Tilia GmbH Inselstraße 31 04103 Leipzig
<b>Ansprechpartnerin Auftragnehmer</b>	Nelly Lehr Tel: 0341 339 76 065 Mail: Nelly.Lehr@tilia.info
<b>Autoren des Berichtes</b>	Nelly Lehr (Tilia GmbH), Jana Müller (Tilia GmbH), André Ludwig (Tilia GmbH)
<b>Stand</b>	05.07.2021
<b>Förderhinweis</b>	Die Erarbeitung des integrierten energetischen Quartierskonzeptes für das Quartier „Wendlingen Am Neckar – Innenstadt und Unterboihingen“ wurde im Rahmen des KfW-Programms 432 „Energetische Sanierung“ gefördert.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	9
1.1	Anlass und Zielstellung.....	9
1.2	Beschreibung des Quartiers .....	11
1.2.1	Allgemeine Beschreibung des Quartiers .....	11
1.2.2	Demografische Rahmenbedingungen .....	17
1.2.3	Beschäftigung und mögliche Pendlerwege .....	21
1.2.4	Rahmenbedingungen Gebäude- und Siedlungsstruktur .....	22
1.2.5	Städtebaulicher Gesamteindruck und Bewertung .....	27
1.3	Klimaschutzziele und Energiestrategie.....	28
1.3.1	Nationale Klimaschutzpolitik und Klimaschutzplan 2050 .....	28
1.3.2	Klimaschutzpolitik in Land und Stadt .....	28
2	Ausgangssituation .....	31
2.1	Energieversorgung, -verbrauch und -erzeugung.....	31
2.1.1	Bestandssituation Strom .....	31
2.1.2	Bestandsituation Wärme.....	33
2.2	Verkehr und Mobilität.....	34
2.2.1	Gegenwärtige Situation.....	34
2.2.2	Methode.....	35
2.2.3	Ergebnisse.....	39
2.3	Zusammenfassende Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	40
3	Zielbestimmung und Variantenanalyse.....	43
3.1	Leitlinien für die energetische Quartiersentwicklung.....	43
3.2	Potenzialanalyse.....	44
3.2.1	Potenzial erneuerbarer Energien .....	44
3.2.2	Analyse Effizienz und Einsparpotenziale .....	49
3.3	Variantenvergleich Wärmeversorgung .....	63
3.3.1	Hintergrund .....	63
3.3.2	Potenzielle Wärmenetze im Quartier.....	66
3.3.3	Dezentrale Wärmeversorgung .....	74

4	Maßnahmenkatalog .....	76
4.1	Maßnahmen Wärmeerzeugung und -infrastruktur .....	77
4.2	Maßnahmen Stromerzeugung und -Verbrauch .....	83
4.3	Maßnahmen Verkehr .....	88
4.4	Maßnahmenumsetzung .....	91
4.5	Zusammenfassung: Effekte der Maßnahmen .....	92
5	Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit.....	95
6	Dokumentation und Erfolgskontrolle.....	97
7	Zusammenfassung.....	100
Anhang .....		102
	(1) Bundesförderung für effiziente Gebäude .....	102
	(2) Weitere Fördermöglichkeiten.....	104
8	Literaturverzeichnis.....	105

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Das ausgewählte Quartier aus der Vogelperspektive.....	12
Abbildung 2: Übersicht der im Quartier enthaltenen Straßen.....	13
Abbildung 3: Stadthalle „Stadtmitte“ (links), Rathaus (rechts).....	15
Abbildung 4: Überblick der öffentlichen und sozial genutzten Liegenschaften mit hohem Energieverbrauch (Auswahl) .....	16
Abbildung 5: Überblick der gewerblich genutzten Liegenschaften mit hohem Energieverbrauch im Quartier (Auswahl) .....	17
Abbildung 6: Übersicht Bevölkerungsalter im Quartier „Innenstadt und Unterboihingen“ .....	18
Abbildung 7: Geburten und Sterbefälle im Quartier in 2010-2019 (Statistisches Landeamt Baden-Württemberg, 2020) .....	19
Abbildung 8: Zu- und Fortzüge im Quartier in 2010-2019 .....	20
Abbildung 9: Bevölkerungsprognose für das Quartier bis 2035 .....	21
Abbildung 10: Historische Entwicklung der Stadt Wendlingen am Neckar aus ehemals drei eigenständigen Ortschaften .....	23
Abbildung 11: Blick vom Rathaus in die Marktgasse, typisches Hochhaus (rechts, vorne) .....	24
Abbildung 12: Kapellenstraße, typische kleine Mehrfamilienhäuser .....	24
Abbildung 13: Waldstraße, typische Einfamilienhäuser .....	24
Abbildung 14: Szene aus dem Wendlinger Stadtzentrum.....	25
Abbildung 15: Ludwig-Uhland-Schule .....	26
Abbildung 16: Stromeinspeisung 2014 - 2019 nach Erzeugungsart.....	31
Abbildung 17: Stromverbrauch nach Sektoren .....	32
Abbildung 18: Wärmeerzeugung im Stadtgebiet Wendlingen 2017 .....	33
Abbildung 19: Verteilung Wärmebedarf 2020 nach Sektoren .....	34
Abbildung 20: Aufteilung der Anteile der unterschiedlichen Fahrzeuge im Quartier .....	36
Abbildung 21: Übersicht Verteilung CO <sub>2</sub> Äq-Emissionen Quartier südliche Innenstadt.....	42
Abbildung 22: Bestehende Geothermieanlagen im Quartier .....	47
Abbildung 23: Berechnung Beleuchtung der öffentlichen Liegenschaften im IST (Ausschnitt).....	50
Abbildung 24: Anteil Stromverbrauch Beleuchtung der öffentlichen Liegenschaften im IST.....	50
Abbildung 25: Beleuchtung der öffentlichen Liegenschaften im SOLL (Ausschnitt) .....	51
Abbildung 26: Einsparpotenzial Beleuchtung der öffentlichen Liegenschaften .....	51
Abbildung 27: Straßenbeleuchtungsplan der Stadtverwaltung, Stand 03/2021 (Auszug) .....	52
Abbildung 28: Einsparpotenzial Beleuchtung der Straßenbeleuchtung .....	54
Abbildung 29: Prognostizierte Bedarfsräume für Ladesäulen in Wendlingen am Neckar.....	61
Abbildung 30: Heatmap des Quartiers.....	65
Abbildung 31: Übersicht potenzielles Wärmenetz Albstraße .....	68
Abbildung 32: Verlauf Arbeitspreis Wärmenetz Albstraße.....	69
Abbildung 33: Übersicht potenzielles Nahwärmenetz Gartenschule .....	70
Abbildung 34: Entwicklung Arbeitspreis Wärmenetz Gartenschule .....	71
Abbildung 35: Übersicht Wärmenetz Schulzentrum am Berg .....	72

Abbildung 36: Entwicklung Arbeitspreis Wärmenetz Schulzentrum am Berg .....	73
Abbildung 37: Übersicht Einsparung Treibhausgasemissionen .....	94
Abbildung 38: PDCA-Zyklus .....	98

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Kennzahlen Arbeitsmarkt Wendlingen .....	22
Tabelle 2: Anzahl Fahrzeuge in der gesamten Stadt (Zulassungen in Wendlingen zum 01.01.2020)...	36
Tabelle 3: Anzahl Fahrzeuge im Quartier (zum 01.01.2020) .....	37
Tabelle 4: Relativer Bestand der Fahrzeugtypen nach Kraftstoffart (zum 01.01.2021).....	37
Tabelle 5: Typische Jahresfahrleistungen nach Fahrzeugtypus und Kraftstoffart für das Jahr 2019....	37
Tabelle 6: Typische Kraftstoffverbräuche nach Fahrzeugtypus .....	37
Tabelle 7: Energiegehalt und CO <sub>2</sub> Äq-Wirkung nach Kraftstoffart.....	38
Tabelle 8: Preis je Kraftstoffart.....	38
Tabelle 9: Energie- und CO <sub>2</sub> Äq-Bilanz Verkehr im Quartier südliche Innenstadt.....	39
Tabelle 10: Vergleich der Zulassungsdichte an PKW.....	40
Tabelle 11: Gesamt Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz für das Jahr 2018.....	41
Tabelle 12: Top Ten Dachflächen für Photovoltaikanlagen im Quartier .....	46
Tabelle 13: Berechnung Beleuchtung der Straßenbeleuchtung im IST.....	53
Tabelle 14: Beleuchtung der Straßenbeleuchtung im SOLL.....	54
Tabelle 15: Effizienzpotenziale der Haushalte (Strom) in kWh/Gerät/Jahr .....	55
Tabelle 16: Übersicht der technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen .....	66
Tabelle 17: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung Wärmenetz Albstraße .....	69
Tabelle 18: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung Wärmenetz Gartenschule .....	71
Tabelle 19: Ökologischer Effekt Wärmenetz Gartenschule .....	72
Tabelle 20: Übersicht Ergebnisse Berechnung Wärmenetz Schulzentrum am Berg.....	73
Tabelle 21: Ökologischer Effekt Wärmenetz Schulzentrum am Berg .....	74
Tabelle 22: Übersicht über die Voraussetzungen sowie Vor- und Nachteile dezentraler Wärmeerzeugungstechnologien .....	75
Tabelle 23: Übersicht mögliche Reduzierung Treibhausgasemissionen .....	92



## HINWEIS ZUM SPRACHGEBRAUCH

Aus Gründen der leichten Lesbarkeit bezeichnen wir Personengruppen in diesem Bericht durchgängig im generischen Maskulinum (Einwohner, Fußgänger, etc.), wobei wir dabei immer sowohl weibliche, männliche sowie Personen von diversen Geschlechtern meinen.

## BEARBEITUNG IM DIGITALEN ZEITALTER

Vor dem Hintergrund der außergewöhnlichen Pandemie-Situation in 2020 / 2021 wurde das Quartierskonzept für die Stadt Wendlingen weitestgehend digital und virtuell erstellt. Im digitalen Zeitalter der Energiewende zeigt diese Form der Projektabwicklung einen modernen Weg für andere Quartiere und Städte, wie sich Quartierskonzepte effizient erstellen und abwickeln lassen.

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 ANLASS UND ZIELSTELLUNG

Die voranschreitende Klimaerwärmung ist eine Herausforderung auf allen Ebenen des gesellschaftlichen und politischen Lebens. Auch die Stadt Wendlingen am Neckar setzt bereits seit Jahren Klimaschutzmaßnahmen um, um Treibhausgasemissionen zu senken und somit den Klimawandel zu bremsen. Im Zuge der Klimaschutzbemühungen hat die Stadt Wendlingen am Neckar im Jahr 2020 beschlossen, ein integriertes energetisches Quartierskonzept nach den Richtlinien des KfW-Förderprogramms 432 „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ zu erarbeiten.

Um auf lokaler Ebene einen Beitrag für die Klimaschutzziele der Bundesregierung leisten zu können, wird die Erstellung von Klimaschutz- und Quartierskonzepten für klimarelevante Bereiche einer Kommune seit dem Jahr 2008 im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative finanziell unterstützt. Kernpunkte dieser Konzepte sind die Themenfelder „Reduzierung des Energiebedarfes“ und die „Substitution fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energieträger“. Das damalige Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat über die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) mit dem Förderprogramm Nr. 432, „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ die Möglichkeit geschaffen, dass Städte und Gemeinden bei der Erstellung von Quartierskonzepten finanziell unterstützt werden. Das integrierte Quartierskonzept soll unter Beachtung aller relevanten städtebaulichen, historischen, baukulturellen, sozialen und wohnwirtschaftlichen Aspekte die technischen und wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale aufzeigen und konkrete Maßnahmen zur kurz-, mittel- und langfristigen CO<sub>2</sub>-Minderung benennen. Das vorliegende Konzept dient daher als zentrale strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe im Hinblick auf energetische Maßnahmen und damit einhergehenden Investitionsplanungen für das betrachtete Quartier.

Für die Erstellung des integrierten energetischen Quartierskonzeptes hat die Stadt Wendlingen am Neckar die Leipziger Firma Tilia GmbH beauftragt. Das Konzept wurde von der Tilia GmbH in enger Absprache mit der Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar erstellt.

Die Auswahl und Abgrenzung eines Quartiers hat großen Einfluss auf die zu erzielende Tiefenschärfe und damit auf die Ergebnisse des energetischen Quartierskonzeptes. Ein Auswahlkriterium der Stadt Wendlingen am Neckar und der Tilia war daher die Überschaubarkeit und gleichzeitige Relevanz des zu betrachtenden Stadtgebietes. Auch die Verfügbarkeit von Bestandsdaten und die Mitwirkungsbereitschaft der Akteure wurden bei den Überlegungen einbezogen. Die Wahl des zu betrachtenden Quartiers wurde gemeinsam von der Stadt Wendlingen am Neckar und weiteren relevanten Akteuren wie die Stadtbau GmbH anhand der vorgenannten Kriterien getroffen. Im Ergebnis stand das in diesem Bericht beschriebene Quartier, das sowohl die Innenstadt als auch den Stadtteil Unterboihingen umschließt.

Eine besondere Herausforderung bei der Erarbeitung des Quartierskonzeptes war, dass in dem betrachteten Quartier eine besondere Baukultur vorherrscht. Die Architektur des Quartiers entspricht in großen Teilen einer Stadt der klassischen Moderne mit klaren Linien und Achsen. Die zu identifizierenden Lösungsvorschläge haben daher den Anspruch, diese besondere Architektur nicht grundlegend zu verändern. Es galt, das Stadtbild weitestgehend zu erhalten und weiter aufzuwerten.

Eine weitere Herausforderung lag darin, dass es sich bei dem Quartier um einen sehr verdichteten innerstädtischen Bereich handelt, bei dem die Nutzung von Biomasse oder Geothermie oder die energetische Nutzung von Freiflächen nur eingeschränkt möglich ist. Aus diesem Grund müssen bei dem Quartier alternative Versorgungslösungen zu diesen gängigen erneuerbaren Energieversorgungs-lösungen gefunden werden. Folglich muss ein optimaler Mix aus Sanierung, Nutzung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz gefunden werden, der auch eine Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung findet.

Die Grundlage für die Versorgungsanalyse im vorliegenden Konzept waren darum folgende Kriterien:

- Klimafreundlichkeit,
- Wirtschaftlichkeit für Betreiber und Kunden,
- Vereinbarkeit mit bestehender Architektur,
- Vereinbarkeit mit Zielen der Stadtentwicklung und Politik,
- geringe Inanspruchnahme von zusätzlichen Flächen,
- langfristige Stabilität der Preise sowie
- Einsatz von innovativen Technologien.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen wurden auf der Grundlage dieser Kriterien betriebs- und volkswirtschaftlich abgewogen und auf politische Umsetzbarkeit, ökologische Auswirkungen und technische Umsetzbarkeit hin geprüft.

## 1.2 BESCHREIBUNG DES QUARTIERS

### 1.2.1 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES QUARTIERS

#### 1.2.1.1 KURZPORTRAIT DER STADT WENDLINGEN AM NECKAR

##### **Fakten zur Stadt Wendlingen am Neckar**

Die Stadt Wendlingen am Neckar liegt zentral im Landkreis Esslingen in Baden-Württemberg. Sie befindet sich etwa 20 Kilometer südöstlich von Stuttgart an der Mündung der Lauter in den Neckar. Das Stadtgebiet hat eine Nord-Süd-Ausdehnung von 5,2 Kilometern, in Richtung Ost-West von 4,9 Kilometern und damit eine Fläche von 1.215 ha. Land- und forstwirtschaftliche Flächen sowie Wasser- und Grünflächen machen dabei etwa die Hälfte der Fläche aus. Ihren rund 16.200 Einwohnern bietet die Stadt eine Vielzahl an sportlichen und kulturellen Möglichkeiten, was sie zu einem gefragten Wohn- und Arbeitsort sowie zu einem interessanten Standort für besonders Handel und Gewerbe macht (Wikipedia, 12.01.2021), (Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2020).

##### **Historische Entwicklung der Stadt Wendlingen am Neckar**

Wendlingen wird 1132 erstmals urkundlich erwähnt. 1230 verlieh Graf Egeno von Aichelberg dem Ort die Stadtrechte. Der Ort war vor allem für seine Mühlen bekannt, die ihre Wasserkraft von einem Kanal der Lauter, dem Mühlkanal, bezogen. So kam es, dass bereits 1276 die erste Getreidemühle in Wendlingen erwähnt wurde. Zu dieser Zeit umgab Wendlingen eine bewehrte Umfassungsmauer und ein tiefer Stadtgraben. Da die mittelalterliche Wehranlage der notwendigen Ausdehnung im Wege stand, wurden die drei Stadttore abgebrochen, der Stadtgraben zugeschüttet und die Stadtmauer abgetragen. Von der Stadtmauer sind heute nur noch wenige Reste erhalten.

Mit der Neugliederung Württembergs verlor Wendlingen 1805 seine Stadtrechte. Danach wurde Wendlingen dem Oberamt Esslingen zugeordnet. Der Anschluss an die neugebaute Bahnstrecke von Plochingen nach Reutlingen im Jahr 1859 über den Bahnhof bei Unterboihingen führte auch zur Ansiedlung der ersten Industrieunternehmen, vornehmlich im Textilbereich.

Mit dem Bau des Bahnhofs in Unterboihingen setzte die Industrialisierung Wendlingens ein, die mit den Namen Otto und Behr bis heute verbunden ist. Zunächst siedelte sich 1859 die Textilfirma Otto (später Heinrich Otto & Söhne, firmiert heute unter HOS) an. 1920 waren hier bereits 1.200 Mitarbeiter beschäftigt. Dies stieg bis 1950 auf 1.800 an und stellte damit einer der großen Textilbetriebe Württembergs dar. 1912 gründete Erwin Behr seine Möbelfabrik in Wendlingen. Diese erlangte als erster Hersteller von Möbeln in Serie Weltruf und zählte Ende der 1950er Jahre etwa 1.000 Beschäftigte.

Die heutige Stadt Wendlingen am Neckar ging aus drei ehemals selbständigen Orten hervor. 1934 verlor Bodelshofen seine Selbständigkeit und wurde nach Wendlingen eingemeindet. Bei der Kreisreform während der NS-Zeit in Württemberg gelangten 1938 sowohl Unterboihingen als auch Wendlingen zum Landkreis Nürtingen. Am 01. April 1940 erfolgte die Vereinigung der beiden bisher selbständigen Gemeinden Unterboihingen und Wendlingen. Die Stadt Wendlingen am Neckar in ihrer heutigen Form war geboren.

Nach dem Zweiten Weltkrieg bewirkte die Ansiedlung von Heimatvertriebenen, vor allem aus dem Egerland, einen deutlichen Bevölkerungszuwachs. Diese brachten die Tradition des Vinzenzifestes aus der Stauferstadt Eger in ihre neue Heimat mit. Seit 1952 wird das Vinzenzifest als eines der größten Brauchtumsfeste in Baden-Württemberg jährlich gefeiert (Wikipedia, 12.01.2021), (Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2020), (Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2012).

### 1.2.1.2 KURZPORTRAIT DES QUARTIERS

#### (1) Fläche und Abgrenzung des Quartiers

Das ausgewählte Quartier umfasst sowohl die Innenstadt als auch den Stadtteil Unterboihingen. Die folgende Abbildung zeigt das untersuchte Quartier als Luftbild. Es handelt sich um ein sehr dicht besiedeltes Gebiet mit überwiegend Gebäude- und Freifläche sowie Verkehrsfläche.



Abbildung 1: Das ausgewählte Quartier aus der Vogelperspektive  
(Google Earth Pro, 2020)

Folgende Straßen (in alphabetischer Reihenfolge) enthält das Quartier:

Name der Straße	Hausnummern	Name der Straße	Hausnummern	Name der Straße	Hausnummern
Achalmstraße		Grünlandstraße		Rechbergstraße	
Aichelbergweg		Haingartenstraße		Ritterweg	
Albstraße		Haldenweg		Rosenstraße	
Am Marktplatz		Hauptstraße	gerade Nummern	Schießwiesenstraße	
Bahnhofstraße	keine geraden Nummern über 90	Hindenburgstraße		Schillerstraße	
Banatstraße		Hinter der Kirche		Schlesienstraße	
Behrstraße	keine geraden Nummern über 70	Hirnholzstraße		Schloßstraße	
Bergstraße		Höhenstraße		Seerosenweg	
Bessarabienstraße		Höhenstraße		Seestraße	
Bismarckstraße	gerabe bis 62, ungerade bis 59	Hölderlinstraße		Siebenbürgenstraße	
Bleicherstraße		Jägerstraße		Siedlerstraße	
Blumenstraße		Kapellenstraße		Sommerrain	
Böhmerwaldstraße		Kapratzenstraße		Spinnerstraße	
Brückenstraße	17-27 & 20 -34	Karlstraße		Staufenstraße	
Brunnenweg		Kirchheimer Straße	gerabe bis 52, ungerade bis 47	Steinitzweg	
Buchenstraße		Kirchstraße		Steinstraße	
Burgenlandstraße		Kreuzstraße		Stuttgarter Straße	
Bürgerstraße		Küferstraße		Sudetenstraße	
Danziger Straße		Lenzstraße		Talstraße	
Dohlenweg		Lichtensteinstraße		Teckstraße	
Donauschwabenstraße		Lindengasse		Traubenstraße	
Egerlandstraße		Ludwigstraße	bis 23	Tulpenweg	
Eichenstraße		Marktgasse		Turmweg	
Eisenbahnweg		Mittelstraße		Ulmer Straße	bis Nummer 30
Eugenstraße	nur gerade Nummern	Mörrikestraße		Ulrichstraße	
Fabrikstraße		Neckarstraße		Unterböhliger Straße	
Falkenweg		Neuburgstraße		Uracher Straße	
Färberstraße		Neuffenstraße	ungerade bis 35, gerade bis 64	Wächterweg	
Fichtenstraße		Oberer Seeweg		Waldstraße	
Fischerstraße		Olgastraße		Weberstraße	
Friedrichstraße		Ostpreußenstraße		Westpreußenstraße	
Georg-Pfaff-Straße		Playenweg		Wilhelmstraße	
Gerberstraße		Pommernstraße		Zollernstraße	
Goethestraße		Rauberweg			

**Abbildung 2: Übersicht der im Quartier enthaltenen Straßen**

(Tilia GmbH, 2020)

## (2) Einwohnerangaben des Quartiers

Im betrachteten Quartier wohnen und leben 7.379 Einwohner (Stadt Wendlingen am Neckar / Amt für Zentrale Steuerung / Abteilung Bürgerbüro und Standesamt, 2021, 2021) auf einer Gesamtfläche von 1,12 km<sup>2</sup> (Google Earth Pro, 2020). Damit weist es eine Bevölkerungsdichte von 6.588 Einwohnern/km<sup>2</sup> auf. Das innerstädtische, verdichtete Gebiet liegt damit mit seiner Bevölkerungsdichte deutlich über der durchschnittlichen Bevölkerungsdichte von Wendlingen mit 1.336 Einwohnern/km<sup>2</sup> (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020) und Baden-Württemberg mit 311 Einwohnern/km<sup>2</sup> (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020).

## (3) Nutzungen im Quartier

Wendlingen am Neckar ist nach wie vor ein gefragter Wohn- und Gewerbestandort. Man kann hier mehrere Gewerbegebiete mit einer großen Branchenvielfalt finden. Die Innenstadt bietet vielseitige Einkaufsmöglichkeiten.

## (4) Verkehr im Quartier

Das Quartier profitiert direkt von der im gesamten Stadtbereich befindlichen Infrastruktur. Die Stadt wird dominiert durch ein großes Angebot an optimaler Verkehrsanbindung in alle Richtungen.

Wendlingen am Neckar ist darüber hinaus verkehrsgünstig gelegen am Knotenpunkt der sechsspurigen Autobahn A8 (Stuttgart – München) mit der vierspurigen Bundesstraße B313 (Plochingen-Reutlingen). Nach Stuttgart führt sowohl die A8 als auch beide Bundesstraßen B313 und B10. Der Flughafen Stuttgart ist mit dem Auto in ca. 15 Minuten zu erreichen.

Auch die Schienenverkehrsanbindung ist in Wendlingen sehr gut ausgeprägt. Wendlingen am Neckar wird halbstündlich von der Linie S1 der S-Bahn Stuttgart angefahren. Zudem halten in der Stadt Regionalbahn sowie Regionalexpress. Bei Wendlingen liegt auch der Übergang des Projekts Stuttgart 21 in die Neubaustrecke Wendlingen – Ulm.

Weiterhin existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen Busverbindungen, darunter z.B. der RELEX zum Flughafen Stuttgart sowie zwei Stadtbuslinien, die die Wohngebiete taktmäßig mit den S-Bahnen und anderen Buslinien verbinden. Der von der Stadtverwaltung und ehrenamtlichen Bürgern betriebene Bürgerbus bietet zusätzlich die Möglichkeit, jeden Teil der Stadt zu erreichen (Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2020), (Bürgerverein Wendlingen am Neckar e.V., 2020).

### **(5) Bildung im Quartier**

Darüber hinaus ist die Stadt mit einem umfassend ausgebauten Schulwesen ausgestattet. Neben Grundschulen, einer Realschule und einem Gymnasium umfasst das Wendlinger Schulwesen eine Förderschule, eine Grundschulförderklasse sowie eine Gemeinschaftsschule. Alle Schulgebäude befinden sich im Quartier, mit Ausnahme der Anne-Frank-Schule. Da hier bereits umfangreiche Sanierungsmaßnahmen in den vergangenen Jahren durchgeführt wurden, ist diese nicht im Quartier mit aufgenommen worden.

### **(6) Kultur im Quartier**

Es sind zwei der wichtigsten historischen Sehenswürdigkeiten im Quartier zu finden.

- (1) Kleine Kapelle: Im Stadtteil Unterboihingen erhebt sich das älteste Gebäude der Stadt: Das vermutlich um das Jahr 900 als einstige Wallfahrtskapelle gebaute Kirchlein "Zu unserer lieben Frau im Hirnholz". Erstmals wurde die Kapelle 1275 urkundlich erwähnt. Sie besitzt im Altarbereich romanische Teile, vor allem aber gotische Fresken und Malereien der Renaissance.
- (2) St.-Kolumban-Kirche: Im alten Ortskern von Unterboihingen befinden sich das ehemalige Rat- und Schulhaus aus dem Jahre 1807, die St.-Kolumban-Kirche und das spätbarocke, 1753 erbaute frühere Pfarrhaus, in dem inzwischen das Stadtmuseum sesshaft ist. Die Pfarrkirche St. Kolumban entstand am Platz einer spätgotischen Kirche, die 1910 im neugotischen Stil umgebaut wurde. Nur der Turm von 1593 blieb erhalten. Im Jahr 2002 wurde sie außen saniert.

Das Stadt- und Kulturhaus "Treffpunkt Stadtmitte" wurde 2009 fertiggestellt. Das Gebäude befindet sich inmitten des Marktplatzes und vereint alle kulturellen Zwecke unter einem Dach. Es wird genutzt von musischen Vereinen, der Musikschule, der Bürgerbegegnungsstätte „Mit“, der Volkshochschule und dem Egerländer Kulturzentrum. Zusätzlich bietet das Gebäude am Marktplatz genügend Freiraum für Feiern und Veranstaltungen.



**Abbildung 3: Stadthalle „Stadtmitte“ (links), Rathaus (rechts)**  
(Tilia GmbH, 2021)

### **(7) Sport und Freizeit im Quartier**

In den letzten Jahren hat sich die Stadt auch immer mehr zu einer fahrradfreundlichen Stadt entwickelt. Besonders ist dies durch den Ausbau des innerörtlichen Radwegenetzes und die Installation von Aufladestationen für E-Bikes und Fahrradboxen gelungen. Das betrifft auch insbesondere das hier zu untersuchende Quartier. Wendingen am Neckar hat das Ziel, eine fahrradfreundliche Kommune im Neckartal zu werden.

### **(8) Großverbraucher im Quartier**

Das Quartier verfügt über eine Reihe öffentlich, sozial und gewerblich genutzter Liegenschaften, die in vielen Fällen auch Großverbraucher von Energie sind:

#### **(8a) Öffentliche und sozial genutzte Liegenschaften (Auswahl):**

- Rathaus – Am Marktplatz 2
- St. Koloman – Kirchstraße 2/1
- Gartenschule (Grundschule) & Sporthalle – Bismarckstraße 11
- Städtisches Kinderhaus - Bismarckstraße 9
- Ludwig-Uhland-Schule (Gemeinschaftsschule) - Neuffenstraße 35
- Lindenschule (Grundschule) – Kirchstraße 31
- Johannes-Kepler-Realschule – Waldstraße 2
- Robert-Bosch-Gymnasium – Höhenstraße 31
- Sporthalle am Berg – Kapellenstraße 70
- Pflegeheim Geiselhart – Bismarckstraße 54
- DRK-Seniorenzentrum Haus im Park – Weberstraße 1



**Abbildung 4: Überblick der öffentlichen und sozial genutzten Liegenschaften mit hohem Energieverbrauch (Auswahl)**  
(Google Earth Pro, 2020)

#### **(8b) Gewerblich genutzte Liegenschaften (Auswahl)**

- Verschiedene Geschäftsgebäude
  - Unterboihinger Straße 25, 23 / Schillerstraße 8
  - Unterboihinger Straße 26
  - Unterboihinger Straße 7, 9, 11
  - Albstraße 25, 23
  - Albstraße 18
- Gebr. Sträb GmbH & Co. KG (Anbieter von Fertigungslösungen, hauptsächlich Stahlverarbeitung) – Behrstraße 53
- Bürogebäude, u.a.:
  - Sparkasse – Albstraße 1
  - Volksbank, Bahnhofstraße (in Planung)



Abbildung 5: Überblick der gewerblich genutzten Liegenschaften mit hohem Energieverbrauch im Quartier (Auswahl)  
(Google Earth Pro, 2020)

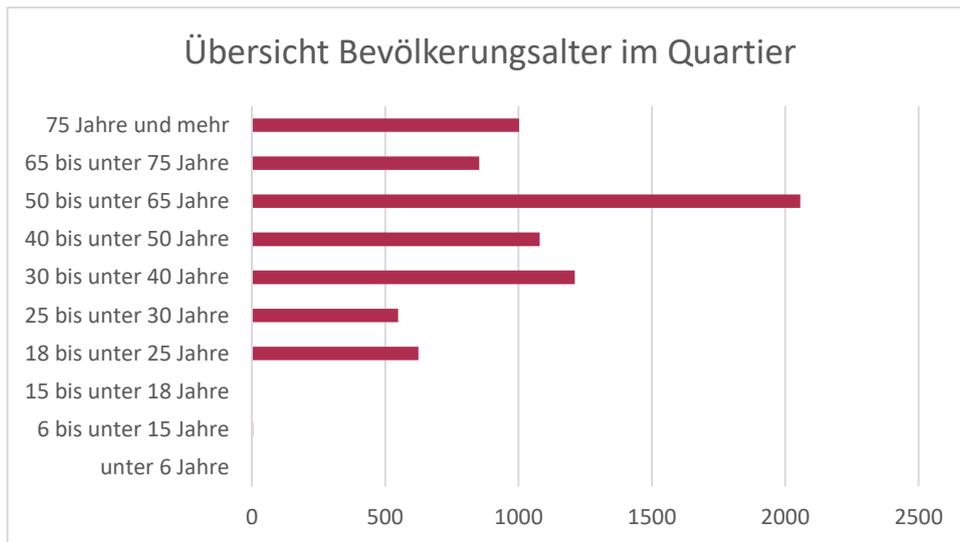
Zu erkennen ist, dass sich das Gewerbe hauptsächlich auf Kleingewerbe und Dienstleistungen beschränkt. Ansiedlungen größerer Industrieunternehmen befinden sich nicht im Quartier.

## 1.2.2 DEMOGRAFISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

### 1.2.2.1 GEGENWÄRTIGE DEMOGRAFIE

Das Quartier „Innenstadt und Unterboihingen“ ist ein sehr beliebtes Quartier. Die Beliebtheit spiegelt sich auch in der Demographie der 7.379 Einwohner des Quartiers wider.

Im Jahr 2021 sind im Quartier 53 % der Bevölkerung über 50 Jahre alt und 25 % über 65 Jahre. Dem gegenüber steht ein Bevölkerungsanteil von nur 0,18 % unter 18 Jahren und 16,1 % unter 30 Jahren (vgl. Abbildung 6). Das Durchschnittsalter der Bevölkerung im Quartier beträgt damit 50 Jahre (Stadt Wendingen am Neckar / Amt für Zentrale Steuerung / Abteilung Bürgerbüro und Standesamt, 2021).



**Abbildung 6: Übersicht Bevölkerungsalter im Quartier „Innenstadt und Unterboihingen“**  
(Stadt Wendlingen am Neckar / Amt für Zentrale Steuerung / Abteilung Bürgerbüro und Standesamt, 2021)

Damit ist die Bevölkerung im Quartier deutlich älter als die Bevölkerung der Wendlinger Gesamtstadt. Hier liegt das Durchschnittsalter bei 44,4 Jahren (Statistisches Landeamt Baden-Württemberg, 2019). Das Durchschnittsalter der Bevölkerung im Quartier liegt auch deutlich über dem Durchschnittsalter von Baden-Württemberg mit 43,6 Jahren (Statistisches Landeamt Baden-Württemberg, 2020) und über dem Durchschnittsalter von Deutschland von 44,5 Jahren (Statista Inc., 2019).

### *1.2.2.2 DEMOGRAFISCHE ENTWICKLUNG*

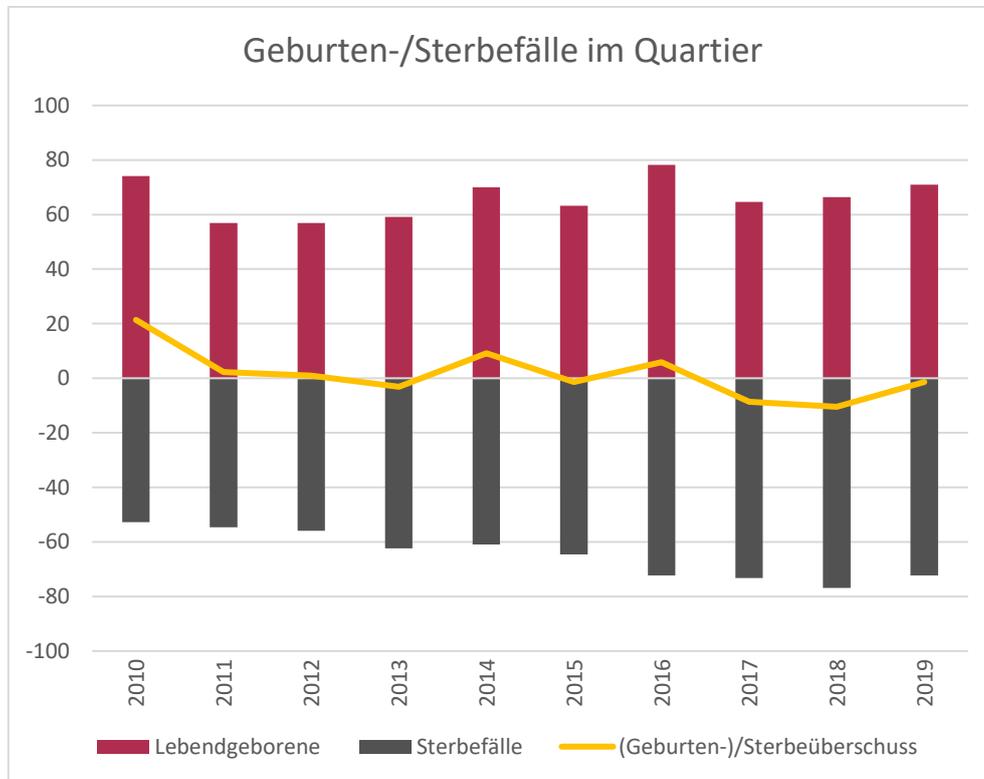
Die demografische Entwicklung des Quartiers wird im Wesentlichen von vier Faktoren beeinflusst:

- Geburten,
- Sterbefällen,
- Zuzug und
- Fortzug.

Die Differenz aus Geburten und Sterbefällen und die Differenz aus Zuzug und Fortzug geben die Tendenz der demografischen Entwicklung an.

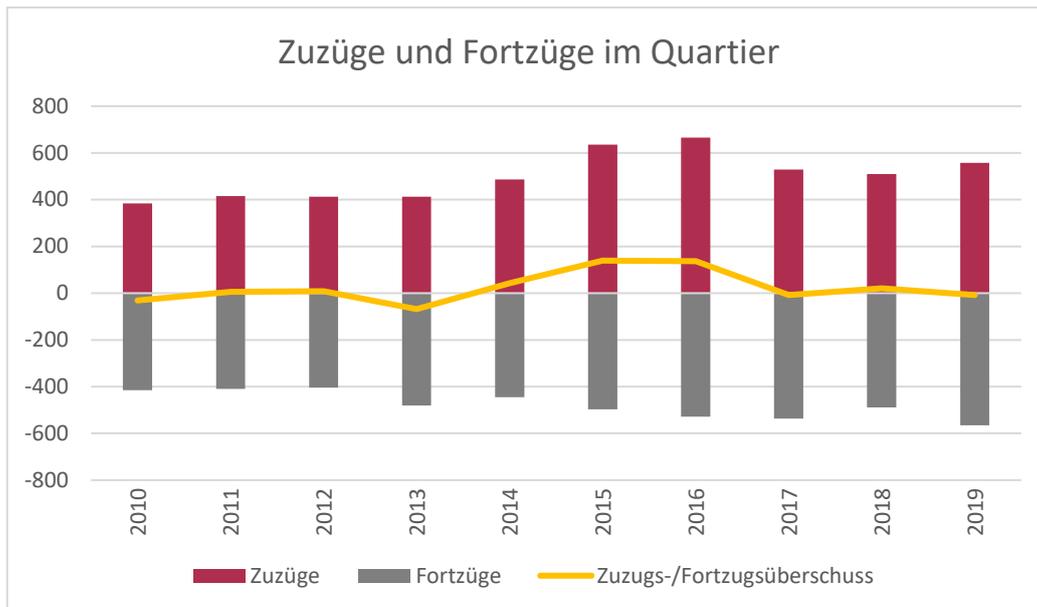
Spezifisch für das Quartier konnten die vier vorgenannten Faktoren nicht erhoben werden. Daher wird im Folgenden auf Zahlen vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg für die Stadt Wendlingen am Neckar zurückgegriffen und mit Hilfe des Approximationsfaktors von 45,5 % (entwickelt aus dem Verhältnis der Einwohnerzahlen im Quartier zur gesamten Stadt) die Parameter quartiersbezogen ermittelt.

In Abbildung 7 sind die Lebendgeburten und Sterbefälle im Quartier von 2010 bis 2019 dargestellt. In der Grafik ist zu erkennen, dass in diesen Jahren jeweils durchschnittlich ca. 66 Geburten ca. 65 Sterbefällen gegenüberstehen. Dies bedeutet einen Geburtenüberschuss und damit einen sehr leichten Bevölkerungszuwachs von ca. 1 Einwohner pro Jahr.



**Abbildung 7: Geburten und Sterbefälle im Quartier in 2010-2019**  
(Statistisches Landamt Baden-Württemberg, 2020)

Einen deutlich größeren Einfluss als die Geburten und Sterbefälle haben jedoch die Zu- und Fortzüge. Im Quartier zeichnete sich in den vergangenen Jahren ein positiver Wanderungssaldo ab, d.h. die jährlichen Zuzüge überwiegen mit durchschnittlich 501 den Fortzügen mit 477.

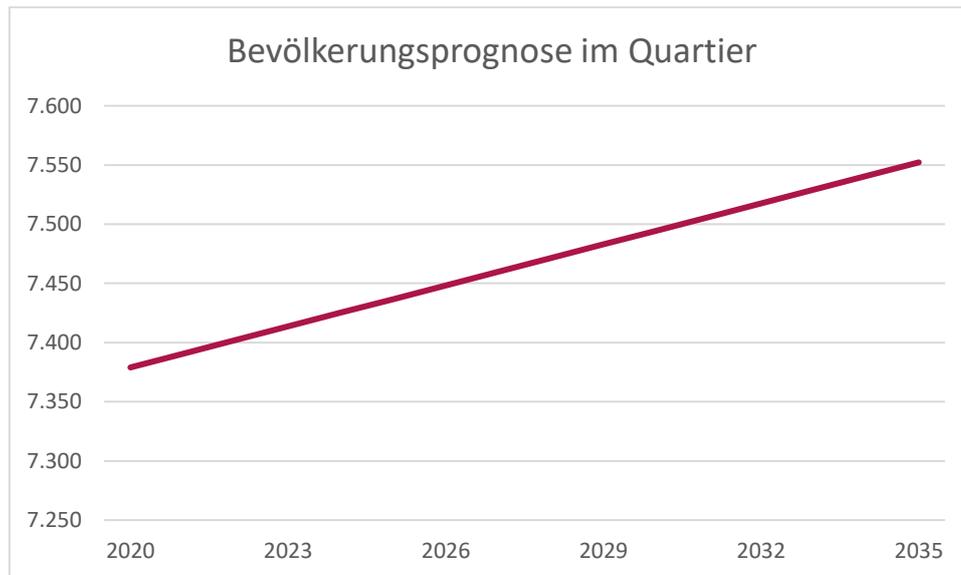


**Abbildung 8: Zu- und Fortzüge im Quartier in 2010-2019**  
(Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020)

Dies ergibt einen jährlichen Zuzugsüberschuss von ca. 24 Einwohnern. Gemeinsam mit dem Geburtenüberschuss von ca. 1 Einwohner pro Jahr ergibt sich ein leichtes Bevölkerungswachstum für das Quartier. Die Neubauprojekte und Sanierungen im Quartier bestätigen und beflügeln diese Entwicklung.

### *1.2.2.3 PROGNOSE FÜR DIE ZUKUNFT*

Da für die Bevölkerungsprognosen keine quartiersbezogenen Daten vorliegen, wurde auch hier auf Daten der gesamten Stadt Wendlingen zurückgegriffen. Der Trend des leichten, aber stetigen Bevölkerungswachstums wird laut Bevölkerungsprognosen des Statistischen Landesamt Baden-Württemberg weiter anhalten. Hiernach wird die Bevölkerung in der Stadt bis zum Jahr 2035 auf 16.785 Einwohner ansteigen. Dies entspricht einem leichten Anstieg von 2 % gegenüber dem Jahr 2019. Eine parallele Entwicklung ist für das Quartier zu erwarten und führt zu einem Zuwachs auf 7.552 Einwohner bis zum Jahr 2035 (vgl. Abbildung 9).



**Abbildung 9: Bevölkerungsprognose für das Quartier bis 2035**  
(Statistisches Landeamt Baden-Württemberg, 2020)

Einige andere Quellen gehen allerdings von einem Bevölkerungsrückgang aufgrund der demographischen Situation aus (Bertelsmann Stiftung, 2020). Es bleibt abzuwarten, ob das hohe Durchschnittsalter und die damit verbundenen erhöhten Sterbe- und verminderten Geburtenraten nicht gegebenenfalls doch zu einem Bevölkerungsrückgang führen.

Aufgrund der hohen Attraktivität des Quartiers durch Bildungsmöglichkeiten und Einkaufsmöglichkeiten und dem Ausbau von Wohnraum kann jedoch davon ausgegangen werden, dass das leichte Bevölkerungswachstum der letzten Jahre mittelfristig anhält. Baden-Württemberg gehört zu den stärksten und modernsten Industrieregionen Europas – davon profitiert auch das Quartier.

### 1.2.3 BESCHÄFTIGUNG UND MÖGLICHE PENDLERWEGE

Für die Bewertung des Quartiers ist es ebenfalls von Interesse, die Arbeitsmarktsituation vor Ort zu betrachten. Hierfür ist es notwendig, die Beschäftigtenzahlen und Pendlerwege zu analysieren. Leider lagen auf Quartiersebene keine Daten zu Beschäftigten bzw. Ein- und Auspendlern vor. Daher wird Bezug auf gesamtstädtische Daten genommen.

Für die Statistik gilt, Pendler sind alle sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, deren Arbeitsgemeinde sich von der Wohngemeinde unterscheidet. Wichtig ist darüber hinaus nach Ein- und Auspendlern zu unterscheiden. Dabei gilt:

- Einpendler sind Personen, die in ihrer Arbeitsgemeinde nicht wohnen.
- Auspendler sind Personen, die in ihrer Wohngemeinde nicht arbeiten.

Die Differenz aus Einpendlern zu Auspendlern ergibt den Pendlersaldo. Wenn mehr Pendler aus der Region zum Arbeiten fahren, spricht man vom Auspendlerüberschuss. Dieser Überschuss steht in engem Zusammenhang mit der relativen Arbeitsplatzdichte und gilt als Indikator für die Wirtschaftskraft einer Region.

**Tabelle 1: Kennzahlen Arbeitsmarkt Wendlingen**

(Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2020)

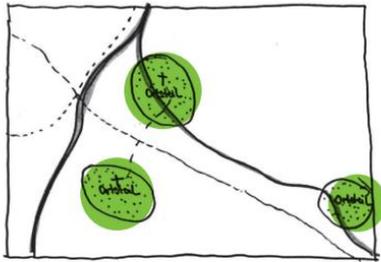
ERHOBENE KENNZAHL	HÖHE DER KENNZAHL IN DER STADT WENDLINGEN	STAND
SOZIALVERSICHERUNGSPFLICHTIG BESCHÄFTIGTE (ARBEITSORT)	6.936	30.06.2020
EINPENDLER ÜBER GEMEINDEGRENZEN	5.812	30.06.2020
SOZIALVERSICHERUNGSPFLICHTIG BESCHÄFTIGTE (WOHNORT)	7.122	30.06.2019
AUSPENDLER ÜBER GEMEINDEGRENZEN	6.001	30.06.2019
AUSPENDLERÜBERSCHUSS	-189	30.06.2019
ANZAHL ARBEITSLOSE	393	2020

Der leicht erhöhte Auspendlerüberschuss zeigt die vergleichsweise niedrige Wirtschaftskraft von Wendlingen am Neckar im Vergleich zum Landkreis Esslingen und Großraum Stuttgart. Diese ziehen zahlreiche Arbeitskräfte aus den umliegenden Gemeinden an. Das negative Pendlersaldo lässt sich auf das Quartier übertragen, da hier viele Pendler ihren Wohnsitz haben.

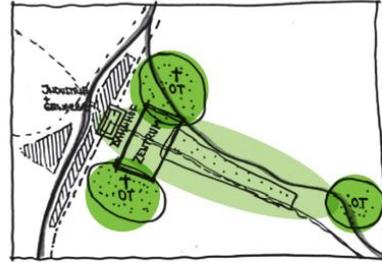
Mit dem vergleichsweise niedrigen Auspendlerüberschuss und der sehr niedrigen Arbeitslosenzahl von 393 Bürgern zeigen die wirtschaftlichen Kennzahlen insgesamt aber eine positive wirtschaftliche Bilanz für Wendlingen am Neckar und für das Quartier. Die vergleichsweise niedrige Arbeitslosenquote für den Raum Nürtingen – der nächst größeren Stadt in einer Entfernung von ca. 8 km – mit ca. 4 % (ntz, 2021) bestätigt die hohe Wirtschaftskraft der Region.

#### 1.2.4 RAHMENBEDINGUNGEN GEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR

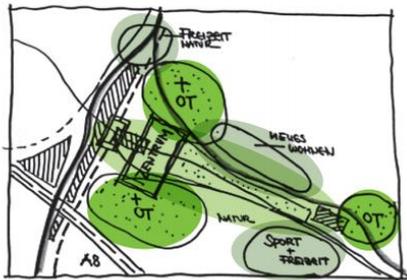
Das Ergebnis des jahrzehntelangen aufeinander Zuwachsens der drei ehemals selbständigen Ortschaften Wendlingen, Unterboihingen und Bodelshofen bestimmen das heutige Aussehen der Stadt und besonders des untersuchten Quartiers.



Drei eigene Ortsteile  
im 13. Jhdt  
Wendingen – Unterboihingen – Bodelshofen



Verbundene Ortsteile  
mit Infrastruktur im 19. Jhdt



Heutiger Stand  
Wendingen am Neckar

**Abbildung 10: Historische Entwicklung der Stadt Wendingen am Neckar aus ehemals drei eigenständigen Ortschaften**  
(Stadtverwaltung Wendingen am Neckar, 2012)

Damit ist Wendingen traditionell polyzentral. Die 3 Ortschaften sind heute überprägt, d.h. es existiert nur noch eine zentrale Stadtmitte, umschlossen von der Albstraße, der Unterboihinger Straße sowie der Marktgasse.

Das betrachtete Quartier ist dicht besiedelt. Es umfasst hauptsächlich Ein- und Mehrfamilienhäuser mit bis zu drei oder vier Stockwerken sowie vereinzelte Wohnblöcke. Die Hochhäuser befinden sich dabei im Zentrum rund um die Unterboihinger Straße und Traubenstraße sowie im Terrain zwischen der Bergstraße und der Höhenstraße.



**Abbildung 11:** Blick vom Rathaus in die Markt-gasse, typisches Hochhaus (rechts, vorne)  
(Tilia GmbH, 2021)



**Abbildung 12:** Kapellenstraße, typische kleine Mehrfamilienhäuser  
(Tilia GmbH, 2021)



**Abbildung 13:** Waldstraße, typische Einfamilienhäuser  
(Tilia GmbH, 2021)

Nach dem zweiten Weltkrieg kam es zu einer Ansiedlung von zahlreichen Heimatvertriebenen. Unter diesen befanden sich viele Sudetendeutsche, darunter wiederum viele Egerländer. Dies führte in den 50er Jahren zu einem schnellen Zubau von neuen Wohnungen. Diese modernen, eher schlichten Zweckbauten prägen noch heute das Stadtbild des Quartiers. Die Gebäude sind gekennzeichnet durch Sparsamkeit, Materialknappheit und einfache Bauweisen. Putz- und Stuckornamente fehlen fast völlig, die Außenwände weisen kleine Querschnitte mit mäßigen Wärme- und Schallschutzeigenschaften auf. Die Geschossdecken bestehen meist aus Stahlbeton, oft mit Verbundestrichen ohne weitere Schallschutzmaßnahmen. Es herrscht noch immer teilweise Einzelofenheizung vor. Die Wohnungsgrößen und -zuschnitte sind einfach und manchmal beengt. Die Fenster bestehen meist aus Holz mit Einfachverglasung (Heinze GmbH, 2020).

Das Quartier zeichnet sich durch eine gesunde Durchmischung der verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten aus. Die Innenstadt stellt nicht nur als Verkaufsraum dar – wie bei vielen vergleichbaren deutschen Städten. Sie bietet bereits heute neben Handel auch Wohnen, Kultur, Kunst, Gastronomie und Sport genügend Raum und Gestaltungsmöglichkeiten. Das »Aussterben« der Innenstädte, verursacht besonders durch Ladenschließungen und Suburbanisierungen, ist ein gesamtdeutsches Problem, das sich in den vergangenen Jahren stark vergrößert hat. Für Wendlingen bedeutet dies ein konsequentes Brachflächen- und Baulückenmanagement, zumal die Erschließung von neuen Baulandflächen im Quartier quasi nicht möglich ist. Eine Stadt der „kurzen Wege“ und der Trend zum Wohnen, zum Arbeiten und zur Freizeitgestaltung in der Innenstadt sind auch wirtschaftliche Faktoren. Die Umnutzung von Gewerbeflächen oder Sportflächen in Wohnflächen sind bereits praktizierte, positive Entwicklungsbeispiele im Quartier. Die Stadt sollte ihren bestehenden „Nutzungs-Mix“ beibehalten bzw. ausbauen. Mit dieser erhöhten Attraktivität der Lebensqualität aber auch mit der sehr guten Verkehrsanbindung schafft es Wendlingen am Neckar, insbesondere Pendler und Familien zunehmend für sich zu gewinnen.



**Abbildung 14:** Szene aus dem Wendlinger Stadtzentrum  
(Tilia GmbH, 2020)

Das bestehende Stadtzentrum und das Rathaus stellen heute schon einen zeitgemäß gestalteten und positiven Mittelpunkt der Stadt Wendlingen dar. Die Verknüpfung und Vernetzung zu diesem Zentrum von den Stadtteilen kann dennoch weiter optimiert, d.h. aufgewertet werden. Daher wird auch dieser Punkt vom Stadtentwicklungskonzept aufgegriffen.

Die hohe Einwohnerdichte im Quartier ist auch ein Grund dafür, warum im Quartier eine hohe Anzahl von Schulen herrscht. Mit der Gartenschule / Grundschule (Bismarckstraße 11), dem Städtischen Kinderhaus / Kita (Bismarckstraße 9), der Ludwig-Uhland-Schule / Gemeinschaftsschule (Neuffenstraße 35), der Lindenschule / Grundschule (Kirchstraße 31), der Johannes-Kepler-Realschule (Waldstraße 2) sowie dem Robert-Bosch-Gymnasium (Höhenstraße 31) ist in dem Quartier ein breites Angebot an Bildungsinstitutionen vorhanden.



**Abbildung 15: Ludwig-Uhland-Schule**  
(Tilia GmbH, 2021)

Außerdem existieren im Quartier zwei größere Seniorenunterkünfte: Das Pflegeheim Geiselhart (Bismarckstraße 54) sowie das DRK-Seniorenzentrum Haus im Park (Weberstraße 1). Weitere seniorengerechte Wohnungen sind im Quartier angesiedelt. Der hohe Bedarf korreliert mit dem hohen Durchschnittsalter der Bevölkerung im Quartier.

Der Durchgangsverkehr spielt im Quartier eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Zum einen dient die Talstraße der Bewältigung des hohen Verkehrsvolumens. Zum anderen bewegt sich das große Verkehrsaufkommen hauptsächlich auf der Durchgangsstraße L1200, der Ulmer Straße, die auf die Stuttgarter Straße führt. Beide Straßen bewirken eine Trennwirkung innerhalb des Quartiers zwischen Norden und Süden. Neben Gestaltungsdefiziten gehen naturgemäß mit dem Durchgangsverkehr weitere Nachteile wie Feinstaub- und Lärmbelastungen einher. Das Stadtentwicklungskonzept sieht hier daher großes Handlungspotenzial, zunächst für die Landstraße L1200.

Ebenso durchschneidet die S-Bahn den Ort – jedoch von Ost nach West und verhindert bzw. erschwert damit das Vernetzen und Zusammenfügen wichtiger Stadtfunktionen. Die halbstündlich frequentierte Gleistrasse erzeugt Lärm und trennt das Zentrum der Stadt von Schulen, Friedhöfen, Freizeitarealen und Wohnvierteln ab.

Die Größe und Struktur des Quartiers weist geringe Distanzen zwischen Wohn- und Arbeitsplatzschwerpunkten, Einkaufs- und Freizeitstandorten sowie Schulen auf. Damit herrschen gute Ausgangsbedingungen für die Nahmobilität vor. Bereits heute werden etwa 52 % aller Wege im Binnenverkehr zu Fuß (36 %) oder mit dem Rad (16 %) zurückgelegt (brenner BERNARD ingenieure GmbH, 2019). Der Zustand der Fuß- und Radwege kann als gut bezeichnet werden. Barrierefreiheit ist weitestgehend gegeben. Steile Bordkanten und Hindernisse für Rollstuhlfahrer konnten nicht im größeren Maße identifiziert werden.

Parks findet man im Quartier nur in der Stadtmitte. Die wenigen vorhandenen Grünflächen gilt es laut Stadtentwicklungskonzept zu sichern und weiterzuentwickeln, damit ausreichend Grün- und Ruheinseln die Lebensqualität der Einwohner garantieren. Unweit des Quartiers laden allerdings bereits heute eine Vielzahl an Grünflächen zum Spazieren und Erholen ein.

Im Konzept soll ein besonderer Fokus daraufgelegt werden, dass die genannten prägenden Merkmale des Quartiers in hoher Qualität weiter bestehen können und nicht beeinträchtigt werden. Weiterhin steht, selbstverständlich, eine hohe Lebensqualität der Bewohner und Nutzer des Quartiers im Vordergrund und wird bei jeder der vorgeschlagenen Maßnahmen mitberücksichtigt.

### 1.2.5 STÄDTEBAULICHER GESAMTEINDRUCK UND BEWERTUNG

Der Gesamteindruck des Straßenbildes im Quartier ist sehr ordentlich und gepflegt. Gebäude, die längere Zeit leer standen, finden sich kaum. Die stabile Bevölkerungszahl führte dazu, dass die Gebäude jeweils an den Zeitgeist der Jahrzehnte angepasst und teilsaniert wurden. Beispielsweise wurde das Stadt- und Kulturhaus "Treffpunkt Stadtmitte" 2009 fertig gestellt. Aufgrund der teils erneuerungsbedürftigen Gebäudegrundsubstanz werden jedoch zunehmend auch Bestandsgebäude durch Neubauten ersetzt, da Sanierungen der bestehenden Gebäude sehr aufwendig sind.

Die Baustruktur stammt mehrheitlich aus der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg. Die Mehrheit der Ein- und kleinen Mehrfamilienhäuser mit bis zu drei oder vier Stockwerken sind aus den 50er bis 60er Jahren des 20. Jahrhunderts. Die vereinzelt Hochhäuser wurden in den 70er Jahren erbaut. Die Häuser bestechen daher mit entsprechend geraden und nüchternen Bauelementen. Die Gebäude sind insgesamt in einem sehr guten Zustand, ohne sichtliche Verwahrlosung. Einzige Ausnahme ist hier das Carré rund um Unterboihinger Straße - Bismarckstraße – Schillerstraße. Hier müsste zur Aufwertung des Stadtbildes die Gebäudekulisse saniert bzw. wieder hergerichtet werden.

Es zeigt sich deutlich, dass sich die im Quartier befindlichen Gebäude meist in privater Hand von Eigentümern vor Ort befinden. Diese achten sehr auf den Zustand ihres Gebäudeeigentums. Aufgrund der Demographie ist zudem in den nächsten 10 Jahren ein Generationenwechsel bei den Gebäudebesitzern zu erwarten. Dies wird einen weiteren Sanierungseffekt auf die Gebäude haben, da bei einem Besitzerwechsel etwa das Dach oder oberste Geschossdecke energetisch modernisiert werden muss, falls es den aktuellen gesetzlichen Anforderungen nicht entspricht (gemäß §47 GEG).

## 1.3 KLIMASCHUTZZIELE UND ENERGIESTRATEGIE

### 1.3.1 NATIONALE KLIMASCHUTZPOLITIK UND KLIMASCHUTZPLAN 2050

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich aufbauend auf dem Pariser Klimaabkommen ehrgeizige Ziele gesetzt, die nach einem Urteil des Bundesverfassungsgerichtes Anfang 2021 nochmal verschärft wurden (Die Bundesregierung, 2021):

- **Senkung der Treibhausgasemissionen** um 65% bis 2030 und um 88 % bis 2040
- **Klimaneutralität** (das heißt, dass die ausgestoßenen und abgebauten Emissionen in der Differenz mindestens Null ergeben müssen) ab 2045

Energiebedingte Emissionen sind momentan für ca. 80 % der Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich (Umweltbundesamt, 2021). Dementsprechend ist ein Großteil der Emissionseinsparungen von der Energiewirtschaft zu leisten. Es wurden hierfür bereits vielfältige Maßnahmen beschlossen, sowohl auf Bundesebene (Bsp. Ausstieg aus der Energieerzeugung durch Kohlekraftwerke) als auch auf kommunaler Ebene, wie zum Beispiel mit der Erarbeitung von dem vorliegenden energetischen Quartierskonzept.

### 1.3.2 KLIMASCHUTZPOLITIK IN LAND UND STADT

#### 1.3.2.1 BADEN-WÜRTTEMBERG

Die Klimaschutzziele im Land Baden-Württemberg orientieren sich im Wesentlichen an den Klimaschutzzielen der Bundesregierung und werden konkretisiert im *Das Energiekonzept 2020* sowie dem Nachfolger, das *Klimaschutzkonzept 2020PLUS*.

Im *Energiekonzept 2020* ist der Zielhorizont (wie der Name vermuten lässt) das Jahr 2020. In dem Konzept sind eine Vielzahl an (Zwischen-)Zielen formuliert und entsprechende Handlungsfelder benannt. Beispielsweise ist ein Ziel die Erhöhung der Energieeffizienz. Dies kann durch verschiedene Maßnahmen erfolgen. Zu nennen sind hier beispielsweise die Steigerung der Energieproduktivität, die Senkung des Primärenergieverbrauches sowie die Erhöhung des Kraft-Wärme-Kopplung-Anteiles auf 20 % an der Stromerzeugung. Darüber hinaus liegt ein Fokus ebenfalls auf den Erneuerbaren Energien, wobei hier der Anteil an der Stromerzeugung auf mindestens 20 % und an der Wärmebereitstellung auf 16 % und damit der Anteil am Primärenergieverbrauch auf mindestens 12 % erhöht werden soll (Land Baden-Württemberg, 2007).

Im Jahr 2011 wurde das Energiekonzept 2020 mit Hilfe des *Klimaschutzkonzeptes 2020PLUS* fortgeschrieben. Das Konzept beinhaltet ehrgeizige Ziele bis 2050 und damit verbunden 145 konkrete Einzelmaßnahmen: Bis 2050 soll beispielweise der Treibhausgasausstoß in Baden-Württemberg auf zwei Tonnen pro Einwohner gesenkt werden. Zusätzlich dazu wird bis 2050 eine nahezu 100 % Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien angestrebt (Ecologic Institut gemeinnützige GmbH, 2021).

Darüber hinaus ist in 2013 das *Klimaschutzgesetz in Baden-Württemberg (KSG BWJ)* in Kraft getreten. Dieses regelt verbindliche Ziele für die Minderung von Treibhausgasemissionen für Baden-Württemberg. Das Klimaschutzgesetz ist vor allem durch die Werte 50 – 80 – 90 bekannt. Die Werte stehen für folgende Ziele bis zum Jahr 2050: Reduktion des Energieverbrauches um 50 %, Erhöhung des Anteiles erneuerbarer Energien auf 80 % und Senkung der Treibhausgasemissionen um 90 % (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2015). Zudem gilt seit Juli 2015 das novellierte Erneuerbare-Wärme-Gesetz des Landes Baden-Württemberg (EWärmeG), was u.a. fordert, dass bei einem Gebäude-Neubau bzw. Ersatz der alten Heizungsanlage mind. 15 % des Wärmeverbrauches aus erneuerbaren Energien gedeckt werden muss (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, kein Datum).

Um die Ziele des Klimaschutzgesetzes konkret erreichen zu können, wurde 2014 zusätzlich das *Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK)* beschlossen. Dieses dient als Entscheidungsgrundlage der Landesregierung für das Erreichen der ambitionierten Klimaschutzziele. Es bildet also eine praktische Anleitung für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen (Land Baden-Württemberg, 2014).

Weiterhin trat 2020 eine Novelle des baden-württembergischen Klimaschutzgesetzes in Kraft. Diese beinhaltet unter anderem eine Photovoltaikpflicht für neugebaute Nicht-Wohngebäude und eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung für alle großen Kreisstädte und Stadtkreise (Land Baden-Württemberg, 2020).

### *1.3.2.2 STADT WENDLINGEN AM NECKAR, INKL. QUARTIER*

Das Land Baden-Württemberg nimmt in Bezug auf die Energiewende und den Klimaschutz bundesweit eine Vorreiterrolle ein. Mit der Novellierung des Klimaschutzgesetzes wird zum ersten Mal die kommunale Wärmeplanung in größeren Städten eine Pflichtaufgabe. Kleinere Städte werden ebenfalls aufgefordert, die Energiewende zu planen und den Fokus auf optimale Lösungen für Quartiere zu richten. Hier wiederum agiert die Stadt Wendingen am Neckar als Vorbild.

Wendlingen am Neckar ist bereits seit längerer Zeit – teilweise auch schon vor den oben aufgeführten Gesetzen und Regelungen – im Klimaschutz aktiv und sehr bemüht, Energieeffizienz, Nutzung lokaler Energiequellen und die Bezahlbarkeit der Energie für ihre Bürger zu gewährleisten.

Erfolgreiche Beispiele für kommunale Projekte im Quartier liefert das Klimaschutzkonzept (2014):

- Treffpunkt Stadtmitte: Kombination aus PV-Anlage mit Geothermie, Wärmepumpe und Gas
- Sporthalle Gartenschule: PV-Anlage, Erneuerung der Hallenbeleuchtung
- Nahwärmenetz (BHKW und Gasbrennwert) Ludwig-Uhland-Schule und Sporthalle „Im Grund“ wurde auf das Jugendhaus erweitert (2019); geplante Erweiterung auf Anne-Frank-Schule und Bauhof (2022)
- Straßenbeleuchtung: Tlw. Umstellung auf LED
- Rathaus: Tlw. Umstellung auf LED der Tiefgaragenbeleuchtung; Geplante öffentliche Ladepunkte am Rathaus (2021)
- Mitglied in der Energieagentur Landkreis Esslingen GmbH
- Leuchtturmprojekt LoRaWANTM: Long Range Wide Area Network; Urbane Digitale Netzinfrastruktur IoT

Der Erfolg der im Klimaschutzkonzept identifizierten Maßnahmen hängt im Wesentlichen davon ab, wie es gelingt, die Einzelmaßnahmen im größeren Rahmen zu übertragen und in einen koordinierten Prozess zu bringen. Es wird hierfür eine Planstelle empfohlen, die in Wendlingen am Neckar derzeit noch nicht existiert (siehe Maßnahme Sanierungsmanager / Maßnahmenumsetzung – 1).

Das Engagement der Stadtverwaltung äußerte sich neben den vorgenannten Maßnahmen auch bei der Erstellung des vorliegenden Quartierskonzeptes. Die Mitarbeiter der Stadtverwaltung halfen sehr aktiv mit, die Daten für das vorliegende Quartierskonzept zur Verfügung zu stellen und Klimaschutzmaßnahmen mit zu entwickeln.

## 2 AUSGANGSSITUATION

### 2.1 ENERGIEVERSORGUNG, -VERBRAUCH UND -ERZEUGUNG

Das betrachtete Quartier umfasst 1.831 relevante Gebäude wie z.B. Wohngebäude, Betriebsgebäude, Bürogebäude, Gaststätten, Gemeindehaus, Geschäftsgebäude, Kindergarten, Kirchen und Schulen. Bei 87 Gebäuden im Quartier lag eine Mischnutzung aus Wohn- und Geschäftsgebäude, Wohn- und Verwaltungsgebäude oder Wohn- und Bürogebäude vor. Diese Gebäude wurden als Wohngebäude gewertet und dem Sektor „Wohnen“ zugeordnet.

Gebäude, bei denen nur ein geringer Energiebedarf vorliegt, wie zum Beispiel Garagen, Gartenhaus, Parkhaus, Schuppen, Scheune, Stall und Umformer wurden im vorliegenden Konzept nicht mit betrachtet, da hier kein relevanter Energiebedarf vorliegt.

#### 2.1.1 BESTANDSSITUATION STROM

##### Stromerzeugung

Die Stromerzeugung im Quartier erfolgt zu 100 % leitungsgebunden über das örtliche Stromnetz. Betreiber des Stromnetzes sind die Netze BW GmbH. Beim Energiemonitor der Netze BW GmbH werden die Mengen der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erfasst und den Gemeinden zur Verfügung gestellt. Im Stadtgebiet Wendlingen handelt es sich bei den erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen um Photovoltaikanlagen und Anlagen zur Stromerzeugung aus Wasserkraft. Die Anzahl der Anlagen zur Stromerzeugung verzeichnete in den letzten Jahren einen Aufwärtstrend und lag im Jahr 2019 bei 249 Anlagen im Stadtgebiet Wendlingen (Netze BW GmbH, 2020).

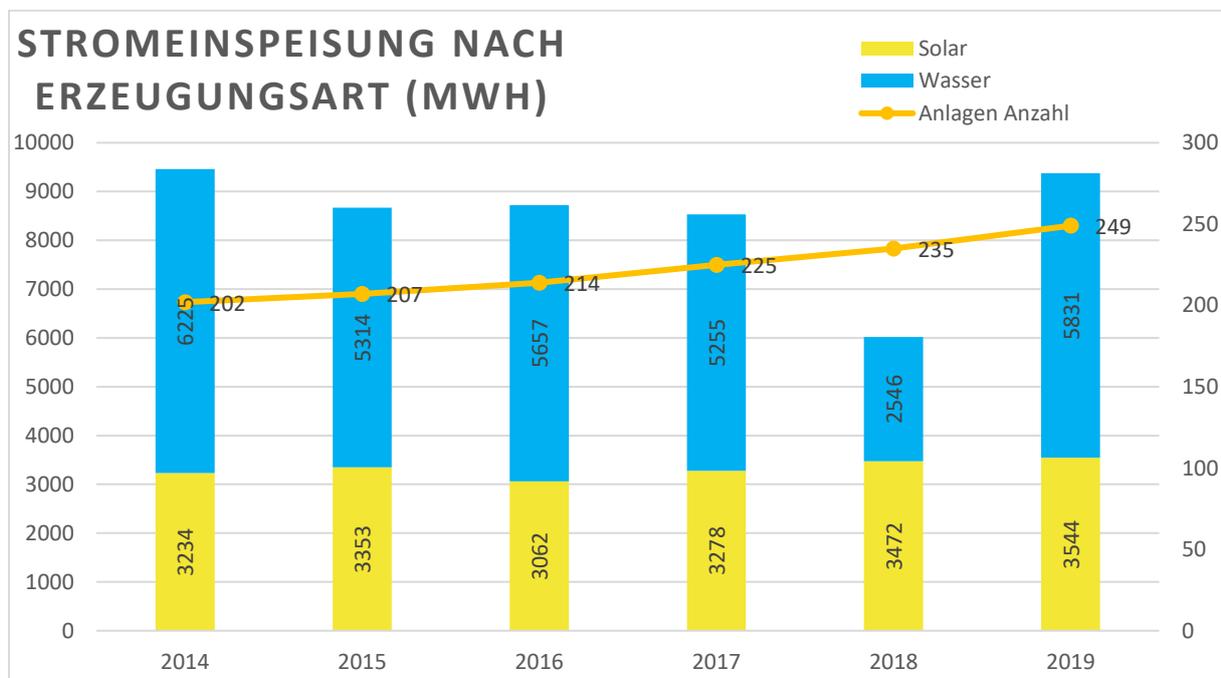


Abbildung 16: Stromeinspeisung 2014 - 2019 nach Erzeugungsart

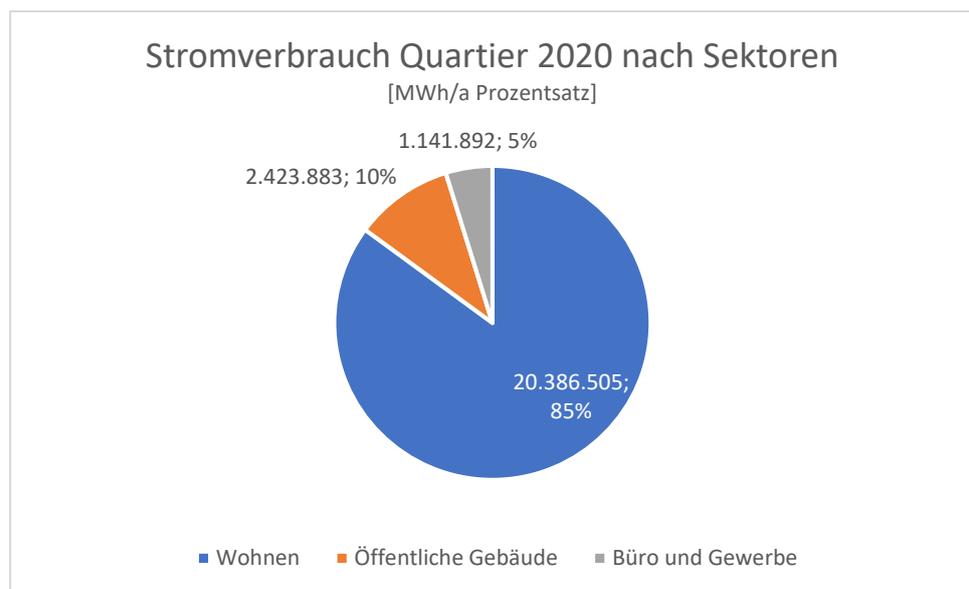
Mit der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien konnte in Wendlingen 15 % des Stromverbrauchs gedeckt werden. Dieser Wert liegt unter dem bundesdeutschen Durchschnitt von 42 % im Jahr 2019 (Umweltbundesamt, 2021). Die Differenz ist darauf zurückzuführen, dass im dichtbesiedelten Quartier von Wendlingen keine Freiflächen für Windkraftanlagen, Biomasseanlagen oder größere Solaranlagen zur Verfügung stehen.

Der Strom, der nicht aus erneuerbaren Energien gedeckt wird, wird von Erzeugungsanlagen außerhalb des Stadtgebietes importiert oder (zu einem geringen Anteil) in fossil betriebenen KWK-Anlagen im Stadtgebiet erzeugt.

### Stromverbrauch

Der Stromverbrauch des Quartiers wurde anhand der über die automatisierte Liegenschaftskarte ermittelten Gebäudeflächen und spezifischen Kennzahlen zum Stromverbrauch der jeweiligen Gebäudetypen berechnet.

Nach der Berechnung betrug der Stromverbrauch im Quartier im Jahr 2020 etwa 24.000 MWh. Von der Gesamtmenge entfiel ca. 85 % auf Wohnhäuser, 10 % auf öffentliche Gebäude und 5 % auf Büro und Gewerbeflächen. Dieses Ergebnis ist darauf zurückzuführen, dass das Quartier hauptsächlich aus Wohnbebauung besteht – 94 % der Häuser sind Wohngebäude oder Gebäude mit Wohnmischnutzung.



**Abbildung 17: Stromverbrauch nach Sektoren**

Laut dem bereits erwähnten Energiemonitor Baden-Württemberg betrug der Stromverbrauch des Stadtgebietes Wendlingen 61.202 MWh im Jahr 2019. Auf das Quartier heruntergerechnet anhand des Approximationsfaktors von 45,5 % - entwickelt aus dem Verhältnis der Einwohnerzahlen im Quartier zur gesamten Stadt – ergibt sich ein Stromverbrauch von 27.846 MWh. Dieser liegt also leicht über dem errechneten Stromverbrauch, was damit zu erklären ist, dass die Betriebsstätten der energieintensiven Unternehmen in Wendlingen außerhalb des Quartiersgebietes liegen.

## 2.1.2 BESTANDSITUATION WÄRME

### Wärmeerzeugung

Im betrachteten Quartier existiert bislang kein größeres Wärmenetz, das heißt alle Gebäude im Quartier werden durch dezentrale Erzeugungsanlagen versorgt. Leider erschwerte diese Dezentralität der Anlagen, aussagekräftige Daten über die Wärmeerzeugung im Quartier zu ermitteln.

Eine belastbare Quelle über die Wärmeerzeugungsanlagen waren die Daten der Stadtverwaltung Wendlingen, die über die Software BICO2BW die Wärmeverbräuche nach Brennstoffen in Wendlingen erfasst hat. Die letzte Erfassung wurde 2018 mit den Daten des Jahres 2017 durchgeführt. Im Jahr 2017 wurde der Wärmeverbrauch im Stadtgebiet Wendlingen zu 56 % durch erdgasbasierte Wärmeerzeugungsanlagen gedeckt, zu 36 % durch ölbasierte Anlagen und zu 8 % durch Wärmeerzeugungsanlagen, die mit Biomasse betrieben werden.

Damit liegt der Anteil der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien etwas unter dem bundesdeutschen Durchschnitt, der 2017 bei 13,9 % und 2020 bei 15 % lag (Statista GmbH, 2021).

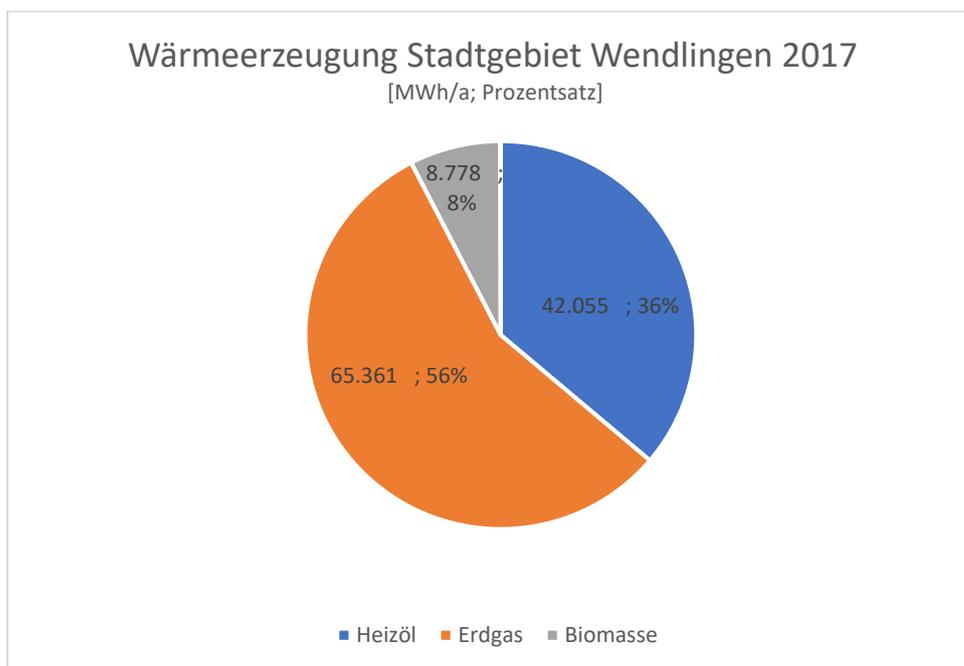


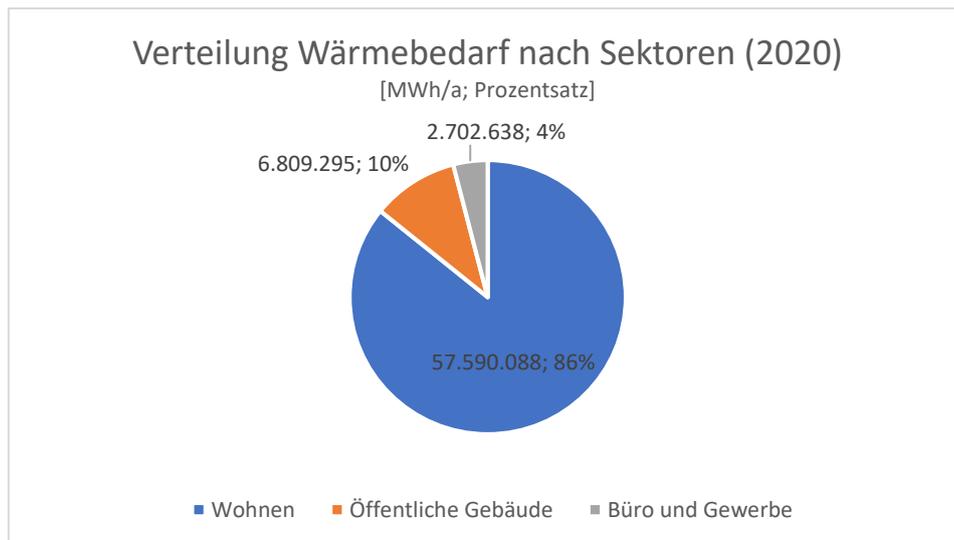
Abbildung 18: Wärmeerzeugung im Stadtgebiet Wendlingen 2017

Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurden auch die zuständigen Schornsteinfeger zu den Wärmeerzeugungsanlagen im Quartier befragt. Auf diese Anfrage hin wurden Daten zu den Wärmeerzeugungsanlagen der im Quartier befindlichen Neuffenstraße aus dem Jahr 2012 zur Verfügung gestellt. Die Daten bestätigen, dass sich die Verteilung der Wärmeerzeugung nach Brennstoffen im Quartier ähnlich zum Stadtgebiet Wendlingen verhält. In der Neuffenstraße waren im Jahr 2012 62 % der Wärmeerzeugungsanlagen erdgasbasiert, 35 % ölbasiert und 3 % wurden mit sonstigen Brennstoffen betrieben.

## Wärmebedarf

Der Wärmebedarf wurde analog zum Strombedarf ermittelt und zwar anhand der Gebäudeflächen und von durchschnittlichen spezifischen Kennwerten, bei denen das Baualter und die Nutzung des Gebäudes mit einbezogen wurde (Institut für Wohnen und Umwelt, 2020).

Die Berechnungen ergaben, dass der Wärmeverbrauch im Quartier im Jahr 2020 47,1 GWh betrug. Davon entfällt, ähnlich wie beim Stromverbrauch, mit 86 % des Wärmeverbrauchs der größte Anteil auf den Bereich Wohnen. 10 % des Wärmeverbrauchs entfallen auf öffentliche Gebäude und 4 % auf Büro- und Gewerbegebäude.



**Abbildung 19: Verteilung Wärmebedarf 2020 nach Sektoren**

## 2.2 VERKEHR UND MOBILITÄT

Für die Betrachtung des Sektors Verkehr wird eine kurze Einordnung der gegenwärtigen Situation von Verkehr und Mobilität im betrachteten Quartier vorgenommen. Anschließend wird die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Verkehrssektors berechnet.

### 2.2.1 GEGENWÄRTIGE SITUATION

Bei der Innenstadt und dem Stadtteil Unterboihingen handelt es sich um ein Mischwohngebiet im Zentrum von Wendingen am Neckar. Im Quartier befinden sich Wohnbebauung, Einkaufsmöglichkeiten und Einzelhandel. Es existieren mehrere Schulen und Bildungseinrichtungen für unterschiedliche Bildungsstufen und -wege. Die verschiedenen Nutzungsformen bestimmen auch die Mobilität im Quartier.

Der Durchgangsverkehr spielt im Quartier eine große Rolle. Dieser bewegt sich hauptsächlich auf der Talstraße sowie der L1200, der Ulmer Straße, die auf die Stuttgarter Straße führt. Diese Hauptverkehrsstraßen bewältigen ein hohes Verkehrsvolumen. Zusätzlich zum Durchfahrtsverkehr gibt es zu- und abfließende Verkehrsströme aus peripheren Straßenzügen.

Das Quartier befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Bahnhof, der als zentraler Sammelpunkt des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) dient. Dem Fahrgast werden hier Übergänge zwischen dem Regional-Express R8, den Regionalbahnen R73 und der S1 sowie überregionalen Bussen aus Köngen und dem Raum Nürtingen angeboten (Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH in Zusammenarbeit mit dem Landratsamt Esslingen, 2014).

Aufgrund der Struktur und Lage des Quartiers im Zentrum der Stadt liegt eine gute Anbindung am städtischen und regionalen Busverkehr vor. In der Stadt verkehren zwei Stadtbushlinien, die vor allem die Wohngebiete der Stadtteile Wendlingen und Unterboihingen mit dem Bahnhof und der Stadtmitte verbinden. Die Linie 154 befährt dabei den Stadtteil Wendlingen und das Wohngebiet Weinhalde und die Linie 155 den Stadtteil Unterboihingen. Darüber hinaus ermöglichen die seit 2016 im Einsatz befindlichen blauen Relex-Busse eine neue Direktverbindung auf die Filderebene und zum Flughafen bzw. zur Messe (Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2020). Zusätzlich bietet der Bürgerbus die Möglichkeit, jeden Teil der Stadt zu erreichen. Das Angebot gilt besonders für Personen, die in ihrer individuellen Mobilität eingeschränkt sind (Bürgerverein Wendlingen am Neckar e.V., 2020). Alle bestehenden Bildungseinrichtungen und wichtigen Einkaufsmöglichkeiten und Standorte des Einzelhandels sind an den örtlichen Busverkehr angeschlossen.

Wendlingen am Neckar hat bereits heute ein gut ausgebautes Radverkehrsangebot, was in den folgenden 5 bis 10 Jahren überdies erweitert und verbessert werden soll (brenner BERNARD ingenieure GmbH, 2019).

### 2.2.2 METHODE

Zur Ermittlung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für den Sektor Verkehr wird eine Bilanzierung des Straßenverkehrs auf dem Quartiersgebiet vorgenommen. Bei der Bilanzierung wurden sowohl die Endenergie als auch die Treibhausgasemissionen berücksichtigt, die durch die Nutzung von motorisierten Verkehrsmitteln durch die Bewohner des Quartiers entstehen.

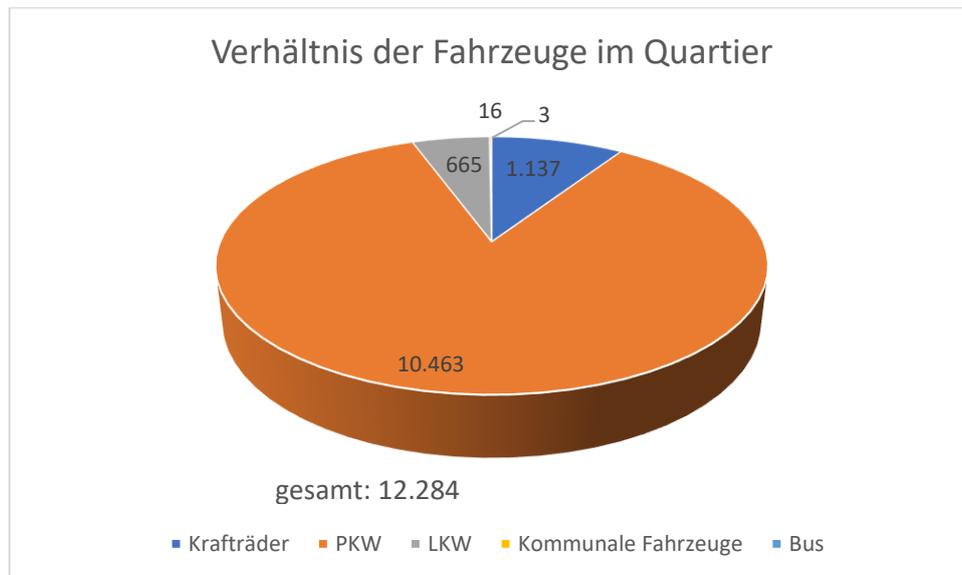
Für die Analyse des Verkehrssektors im Quartier wurden auf die Zulassungszahlen des Kraftfahrtbundesamtes sowie deren offizielle Statistiken über mittlere Laufleistung, durchschnittliche Verbräuche, Treibhausgasemissionen, Kraftstoff-Preise und -Energiegehalt zurückgegriffen. Hier wurde anhand des Approximationsfaktors von 45,5 % – entwickelt aus dem Verhältnis der Einwohnerzahlen im Quartier zur gesamten Stadt – die Zulassungszahlen auf Quartiersebene bestimmt. Zusätzlich lieferte die Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar konkrete Zahlen zum ÖPNV und den kommunalen Fahrzeugen im Quartier. Anhand dieser Daten konnten u.a. die PKW-Dichte, der Energie- und Kraftstoffverbrauch, die Treibhausgasemissionen und die dazu gehörigen Kraftstoffkosten berechnet werden.

In Tabelle 2 ist die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge in Wendlingen am Neckar zum 01.01.2020 zusammengefasst. Abbildung 20 gibt die Anteile der unterschiedlichen Fahrzeuge im Quartier wieder.

**Tabelle 2: Anzahl Fahrzeuge in der gesamten Stadt (Zulassungen in Wendlingen zum 01.01.2020)**

(Kraftfahrt-Bundesamt, 2020), (Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2021)

Krafträder	PKW	LKW	Kommunale Fahrzeuge	Bus	Gesamt
1.137	10.463	665	16	3	12.284
9%	85%	5%	0,13%	0,02%	100%



**Abbildung 20: Aufteilung der Anteile der unterschiedlichen Fahrzeuge im Quartier**

Bei den in der Tabelle 2 aufgeführten Bussen handelt es sich zum einen um den ehrenamtlich geführten Bürgerbus mit einem quartiersbezogenen Einsatz von 75 % sowie zum anderen um die beiden Stadtbusse der Omnibusverkehr Kirchheim GmbH (OVK) mit einem 71 %-igen Einsatz im betrachteten Quartier.

Die 16 kommunalen Fahrzeuge übernehmen Funktionen wie Streudienst, Müllauto sowie Transport schwerer Güter. Sie sind hierfür ca. 80 % im Quartier im Einsatz. Alle Fahrzeuge werden dem Bauhof zugeordnet, der unmittelbar an dem Quartier angrenzt. Es sind nur wenige weitere Fahrzeuge (Pkw vom Hausmeister etc.) in kommunaler Hand. Diese Anzahl ist jedoch vernachlässigbar gering und wurde nicht in die vorliegende Berechnung mit einbezogen.

Mit den vorgenannten quartiersbezogenen Aktivitäten sowie Einwohneranzahl lässt sich die Anzahl der Fahrzeuge im Quartier bestimmen (vgl. Tabelle 3).

**Tabelle 3: Anzahl Fahrzeuge im Quartier (zum 01.01.2020)**

(Kraftfahrt-Bundesamt, 2020), (Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2021)

Krafträder	PKW	LKW	Kommunale Fahrzeuge	Bus	Gesamt
517	4.758	302	13	2	5.592

Die Fahrzeuge können auch nach der Kraftstoffart unterschieden werden (vgl. Tabelle 4).

**Tabelle 4: Relativer Bestand der Fahrzeugtypen nach Kraftstoffart (zum 01.01.2021)**

(Kraftfahrt-Bundesamt, 2021), (Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2021)

[km/a]	Krafträder	PKW	LKW	Kommunale Fahrzeuge	Bus
Benzin	100%	65,2%	6%	13%	
Diesel		31,2%	94%	75%	100%
Erdgas				13%	

Bei den Pkw sind Benzin (65,2 %) und Diesel (31,2 %) die häufigsten Kraftstoffarten. Die Anzahl an alternativen Antrieben wie bei Hybriden, Erdgasfahrzeugen sowie Elektroautos steigt zwar in den vergangenen Jahren kontinuierlich, nimmt aber immer noch einen sehr geringen Anteil ein. Da diese als klimaneutral gelten, werden diese in die folgenden Berechnungen nicht einbezogen. Die im Quartier fahrenden Busse werden mit Diesel betrieben. Von den kommunalen Fahrzeugen benötigen zwei Benzin, zwölf Diesel und zwei Erdgas als Kraftstoff. Letztere tanken zusätzlich auch Benzin.

Je nach Kraftstoffart gehen in die Energie- bzw. CO<sub>2</sub>-Bilanz zudem variierende Daten über die Jahresfahrleistung ein (vgl. Tabelle 5).

**Tabelle 5: Typische Jahresfahrleistungen nach Fahrzeugtypus und Kraftstoffart für das Jahr 2019**

(Kraftfahrt-Bundesamt, 2020)

[km/a]	Krafträder	PKW	LKW
Benzin	2.218	10.562	11.903
Diesel		19.884	21.405

Der Bürgerbus hat eine jährliche Fahrtstrecke von ca. 24.000 km. Die zwei Stadtbusse befahren insgesamt eine Strecke von 100.000 km. Auf das Quartier heruntergerechnet ergibt das für den Bürgerbus 18.000 km und für die Stadtbusse 71.000 km. Eine Fahrtstrecke für die kommunalen Fahrzeuge liegt nicht vor. Die nachfolgenden Emissions- und Kostenberechnungen basieren deshalb auf den tatsächlichen Kraftstoffverbräuchen in 2020.

Auch der streckenspezifische Kraftstoffverbrauch fließt in die Bilanzierung mit hinein (vgl. Tabelle 6).

**Tabelle 6: Typische Kraftstoffverbräuche nach Fahrzeugtypus**

(Kraftfahrt-Bundesamt, 2020)

[l/100km]	Krafträder	PKW	LKW
Benzin	3,9	7,9	12
Diesel		6,8	19

Zur Ermittlung der tatsächlich zu bilanzierenden Energie- und Emissionsmengen werden die bisher aufgeführten fahrzeugspezifischen Daten und resultierenden Kraftstoffverbräuche mit Angaben über den volumenspezifischen Energie- und Emissionsgehalt verknüpft (vgl. Tabelle 7).

**Tabelle 7: Energiegehalt und CO<sub>2</sub>Äq-Wirkung nach Kraftstoffart**

(LUMITOS AG, 2021), (Umweltbundesamt, 2019)

	<b>Benzin</b>	<b>Diesel</b>	<b>Erdgas</b>
Energiegehalt [kWh/l] bzw, [kWh/kg]	8,9	9,8	12
Gesamtmenge CO <sub>2</sub> - Äquivalent, inkl. Vorkette [kg CO <sub>2</sub> Äq/l]	2,2	3,1	2,74

Die Treibhausgasemissionen werden im vorliegenden Quartierskonzept dabei in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>Äq) angegeben. Das bedeutet die Emissionen anderer Treibhausgase werden entsprechend ihres globalen Erwärmungspotenzials in Kohlenstoffdioxid umgerechnet (Umweltbundesamt, 2021).

Auch die spezifischen Kraftstoffpreise werden in der Bilanzierung berücksichtigt (vgl. Tabelle 8).

**Tabelle 8: Preis je Kraftstoffart**

(Zukunft Gas GmbH, kein Datum)

	<b>Benzin</b>	<b>Diesel</b>	<b>Erdgas</b>
Preis je Liter [€/l]	1,29	1,11	1,10

## 2.2.3 ERGEBNISSE

### 2.2.3.1 ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZ IM BEREICH VERKEHR

Aus der in 2.2.2 vorgestellten Methode und Daten lässt sich die folgende Energie- und CO<sub>2</sub><sub>Äq</sub>-Bilanz des motorisierten Individualverkehrs ermitteln (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: Energie- und CO<sub>2</sub><sub>Äq</sub>-Bilanz Verkehr im Quartier südliche Innenstadt

THG-Bilanz	Kraft- räder	PKW		LKW		Bus	Kommunale Fahrzeuge			Gesamt
	Benzin	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Benzin	Diesel	Erdgas	
Anzahl [n]	517	3.102	1.484	18	284	2	2	10	2	5.421
Fahrleistung [km/a]	2.218	10.562	19.884	11.903	21.405	53.333	-	-	-	-
Kraftstoff- verbrauch [l/100 km]	3,9	7,9	6,8	12,0	19,0	27,5	-	-	-	-
Energiegehalt [kWh/l]	8,9	8,9	9,8	8,9	9,8	9,8	8,9	9,8	12,0	-
Kraftstoff- Gesamt [Tl/a]	45	2.588	2.007	26	1.156	32	3	16	0,5	5.873
Energiebedarf [MWh/a]	398	23.036	19.669	231	11.329	312	24	158	6	55.162
Gesamtmenge CO <sub>2</sub> <sub>Äq</sub> , inkl. Vorkette [kg/l]	2,2	2,2	3,1	2,2	3,1	3,1	2,2	3,1	2,7	24
CO <sub>2</sub> -Bilanz [t/a]	98	5.694	6.222	57	3.584	99	0,05	0,49	0,02	15.754
Anteil an CO <sub>2</sub> -Ausstoß [%]	0,62	36,14	39,49	0,36	22,75	0,63	0	0	0	100
Kosten- äquivalent [T€/a]	57,7	3.339	2.228	29	1.283	35	3	18	576	6.993

Insgesamt werden für den Sektor Verkehr ein jährlicher Energiebedarf mit ca. 55.000 MWh sowie ein CO<sub>2</sub><sub>Äq</sub>-Ausstoß von etwa 16.000 t CO<sub>2</sub><sub>Äq</sub> ermittelt. Dabei können 76 % des CO<sub>2</sub><sub>Äq</sub>-Ausstoßes dem Pkw-Verkehr zugeordnet werden, 23 % entfallen auf LKW. Nur ein geringer Anteil des Energiebedarfes und CO<sub>2</sub><sub>Äq</sub>-Ausstoßes entfällt auf die Kraftträder (<1 %) und Busse (<1%). Die kommunalen Fahrzeuge sind mit nahezu 0% vernachlässigbar. Da die öffentliche Hand jedoch eine Vorbild- und Vorreiterrolle einnimmt, werden auch diese im späteren Maßnahmenkatalog mit aufgegriffen.

Zudem zeigt Tabelle 9 auf, dass mit dem Verkehr und dem Mobilitätsverhalten im Quartier hohe Kosten einhergehen. Pro Jahr bedeutet dies ca. 7 Mio. €, was 944 €/EW bzw. 1.285 €/Fahrzeug im Quartier entspricht. Der Verkehr nimmt damit den Spitzenwert im monetären Ranking der Energieverbräuche ein. Für den künftigen Ausbau der E-Mobilität vor Ort bedeuten die hohen Energieverbräuche eine zusätzliche Belastung im Stromnetz. Dies gilt es beim Ausbau zu berücksichtigen.

### 2.2.3.2 PKW-DICHTE

Um Vergleichswerte für die Verkehrsdichte zu erhalten, werden die Pkw-Zulassungen im Quartier zunächst dem Landesdurchschnitt von Baden-Württemberg und der Bundesrepublik gegenübergestellt. Auf diese Weise wird eine Einschätzung ermöglicht, in welchem Maße die Mobilität des betrachteten Quartiers von der PKW-Nutzung abhängt bzw. von dieser dominiert wird.

**Tabelle 10: Vergleich der Zulassungsdichte an PKW**

(Kraftfahrt-Bundesamt, 2020), (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020), (Kania, kein Datum)

	PKW-Dichte
Wendingen Quartier	0,645
Baden-Württemberg	0,607
Deutschland	0,573

Das PKW-Aufkommen ist mit 0,645 PKWs pro Einwohner im Quartier vergleichsweise hoch. Im Vergleich hierzu beträgt diese Kennzahl in Baden-Württemberg 0,607 und im bundesdeutschen Durchschnitt 0,573. Zumeist befinden sich die hohen PKW-Dichten auch eher im ländlichen Raum, da hier die Bürger verstärkt auf einen eigenen PKW angewiesen sind. Das Quartier hat jedoch eine sehr gute ÖPNV-Anbindung und verfügt über gut ausgebaute Fahrradwege. Eine mögliche Erklärung für die hohe PKW-Dichte ist die hohe Bedeutung an Pendlerfahrten in den Großraum Stuttgart.

## 2.3 ZUSAMMENFASSENDE ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZ

Bei der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz werden alle im Quartier anfallenden Energieverbräuche und daraus resultierenden Treibhausgasemissionen in einer übergreifenden Bilanz erfasst. Die Datengrundlagen und Berechnungen der Energieverbräuche und tlw. bereits der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden bereits in den Abschnitten 2.1 und 2.2 vorgestellt. Mittels der spezifischen Emissionsfaktoren der einzelnen Energieträger können aus diesen Energieverbräuchen die noch fehlenden Treibhausgasemissionen für Strom und Wärme ermittelt werden (siehe Tabelle 7). Aus den Berechnungen ergibt sich nachstehende zusammenfassende Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Quartier:

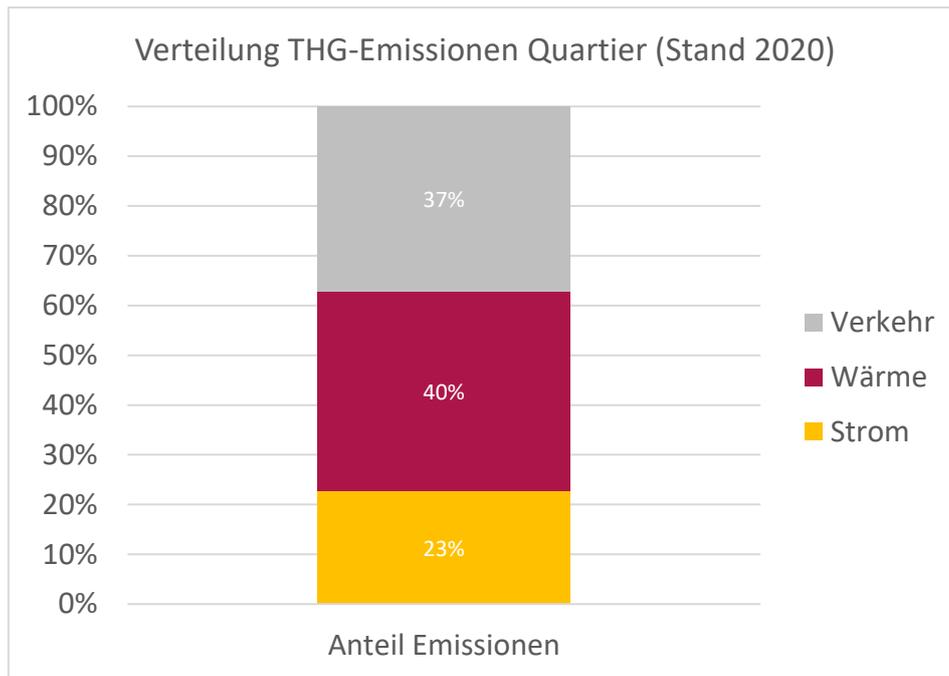
**Tabelle 11: Gesamt Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Jahr 2018**

Quellen Emissionsfaktoren: Strom (Umweltbundesamt, 2020), Erdgas und Heizöl (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, 2020), Verkehr siehe Berechnung Abschnitt 2.2

	<b>Endenergie- verbrauch [MWh]</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Faktor [CO<sub>2</sub>Äq/MWh]</b>	<b>CO<sub>2</sub>- Emissionen [t CO<sub>2</sub>Äq]</b>	<b>Pro-Kopf- Emissionen [t CO<sub>2</sub>Äq/EW]</b>
<b>Strom</b>	<b>23.952</b>	<b>0,401</b>	<b>9.605</b>	<b>1,3</b>
<b>Wärme</b>	<b>67.084</b>	-	<b>17.042</b>	<b>2,3</b>
Erdgas	37.736	0,247	9.321	1,3
Heizöl	24.281	0,318	7.721	1,0
Biomasse	5.067	0	0	0,0
<b>Verkehr</b>	<b>55.162</b>	-	<b>15.792</b>	<b>2,1</b>
Benzin	23.688	0,247	5.850	0,8
Diesel	31.468	0,315	9.940	1,3
Erdgas	6	0,274	2	0,0
<b>Gesamt</b>	<b>141.131</b>	-	<b>42.439</b>	<b>5,8</b>

Der jährliche Endenergieverbrauch liegt im Quartier bei ca. 141.00 MWh. Dabei wird etwa 44 % der Endenergie (27 % Erdgas und 17% Heizöl) zur Wärmebereitstellung – Raumwärme und Warmwasser – benötigt. Hier spiegelt sich wider, dass das Quartier hauptsächlich aus Wohnhäusern mit einem hohen Anteil für Heizenergie besteht und das erneuerbare Energien bei der Wärmeerzeugung im Quartier bislang nur eine untergeordnete Rolle spielen (siehe Abschnitt 2.1). Etwa 40 % des Endenergieverbrauches sind dem Verkehrsbereich zuzuordnen. Dies wird durch eine hohe Nutzung von motorisiertem Individualverkehr im Quartier verursacht. Lediglich 17 % der Endenergie werden für den Stromverbrauch benötigt.

Die jährlichen energiebedingten Treibhausgasemissionen im Quartier liegen insgesamt bei ca. 42.500 Tonnen. Bezogen auf 7.379 Einwohner im Quartier entspricht dies pro Quartiersbewohner etwa 5,8 t CO<sub>2</sub>Äq/a und liegt somit unter dem Bundes- und dem Landesdurchschnitt von 7,9 t CO<sub>2</sub>Äq/a (Statista GmbH, 2020). Der Grund dafür ist vor allem, dass im Quartier keine größeren Industrie- und Gewerbegebiete angesiedelt sind. Im Vergleich mit dem Durchschnittsausstoß von Haushalten in Deutschland (ca. 4,0 t CO<sub>2</sub>Äq /a pro Einwohner) liegt das Quartier etwas darüber (Schlich, 2019). Dies ist auf das hohe Verkehrsaufkommen im Quartier und die etwas ältere Bausubstanz mit einem höheren Wärmebedarf zurückzuführen.



**Abbildung 21: Übersicht Verteilung CO<sub>2</sub>Äq-Emissionen Quartier südliche Innenstadt**

Abbildung 21 zeigt die anteilige Verteilung der Treibhausgasemissionen im Quartier nach Nutzungsarten. Auf Grund der fossilen Ausrichtung der Wärmeversorgung im Quartier entfallen auf den Bereich Wärme mit 40 % die meisten Treibhausgasemissionen. Ähnlich viele Treibhausgasemissionen (37 %) werden durch den Energieverbrauch im Verkehrsbereich verursacht. Die restlichen 23 % der Treibhausgasemissionen sind dem Stromverbrauch im Quartier zuzuordnen. Die Gesamtmenge der jährlichen energiebedingten Emissionen im Quartier beträgt etwa 42.500 t CO<sub>2</sub>Äq. Um eine Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen, müssen Treibhausgasemissionen im Energiebereich signifikant eingespart werden. Im folgenden Kapitel werden die entsprechenden Einsparpotenziale beleuchtet.

## 3 ZIELBESTIMMUNG UND VARIANTENANALYSE

### 3.1 LEITLINIEN FÜR DIE ENERGETISCHE QUARTIERSENTWICKLUNG

Die politische Grundlage der Leitlinien für die energetische Quartiersentwicklung wurde bereits im Kapitel 1.3 beschrieben. Den ökologischen und politischen Rahmen der energetischen Quartiersentwicklung bilden die Klimaschutzziele der europäischen Union, der Bundesregierung sowie der Landesregierung von Baden-Württemberg. Eines der wichtigsten Kriterien bei der Erarbeitung der Potenziale und Maßnahmen dieses Quartierskonzeptes stellte daher die Reduzierung der Treibhausgasemissionen dar.

Die zweite wichtige Leitlinie für die Erarbeitung der Maßnahmen war die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen. Die Lösungsvorschläge unterlagen daher der grundlegenden Bedingung, dass die Preise für die Endkunden konstant bleiben bzw. zu keiner signifikanten Erhöhung führen (keine weiteren Erhöhungen als durch Inflation und Steuern verursacht werden). Weiterhin war es wichtig, dass sich alle Maßnahmen für die Betreiber über die Lebensdauer rechnen. Maßnahmen, die diese beiden Kriterien nicht erfüllten, wurden im Rahmen des Quartierskonzeptes nicht weiterverfolgt.

Eine zusätzliche Bedingung für die zukünftige Energieerzeugung des Quartiers bestand darin, dass die Strom- und Wärmeerzeugung nicht von importierten Brennstoffen abhängig sein sollte. Aus diesem Grund wurden Erzeugungsvarianten mit einem verstärkten Einsatz von fossilen Brennstoffen oder importierter Biomasse (z.B. Holzpellets aus Russland) entweder von vornherein ausgeschlossen oder nur als nachrangige Option empfohlen. Die Nutzung von Brennstoffen aus der Region hat ebenfalls die lokale Wertschöpfung als Vorteil. Als letztes Kriterium diente darum auch die lokale Wertschöpfung als Leitlinie für die Erstellung der Maßnahmen.

Die vorgenannten Leitlinien wurden sowohl bei der Untersuchung der Potenziale als auch bei der Erarbeitung der identifizierten Maßnahmen mitberücksichtigt. Dabei wurde ebenfalls beachtet, dass einige Maßnahmen sektorübergreifende Effekte haben.

Die kompletten Maßnahmen sowie deren Effekte auf die genannten Kriterien sind in den Maßnahmenblättern zu finden. Die Herleitung der Effekte der Maßnahmen ist in den Abschnitten 3.2 und 3.3 dokumentiert.

## 3.2 POTENZIALANALYSE

### 3.2.1 POTENZIAL ERNEUERBARER ENERGIEN

In diesem Kapitel sollen die Potenziale im Quartier für eine klimafreundliche und ressourcenschonende Energieversorgung analysiert werden. Dabei werden nur die Potenziale genauer untersucht, die im Quartier im ausreichenden Maß eingesetzt werden können.

#### 3.2.1.1 SOLARENERGIE

Bei der Solarenergie wird aus Sonnenstrahlung Wärme und Strom erzeugt. Die Solarenergie bietet damit eine der klimafreundlichsten und ressourcenschonendsten Möglichkeiten der Energieproduktion.

Solaranlagen können entweder auf größeren Freiflächen oder auf Dachflächen installiert werden. Da im Quartier auf Grund der dichten Bebauung keine größeren Freiflächen zur Energieerzeugung vorhanden sind, ist nur die Installation auf Dachflächen möglich. Hierbei sind statische und architektonische Besonderheiten der Gebäude zu beachten. Ob die Installation einer Solaranlage mit der Architektur und den sonstigen baulichen Gegebenheiten eines Gebäudes vereinbar ist, ist im Einzelfall zu prüfen. Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde ein theoretisches Potenzial für die Erzeugung von Solarenergie abgeschätzt.

In diesem Abschnitt werden die üblich genutzten Technologien zur Gewinnung von Solarenergie untersucht: Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung und Solarthermieanlagen zur Erzeugung von Wärme. Um die Potenziale der Solarenergie im Quartier zu ermitteln, wurden die verfügbaren Dachflächen anhand der Grundflächen aus der automatisierten Liegenschaftskarte abgeschätzt. Verfügten die Dächer bereits über eine Photovoltaik- oder Solarthermieanlage (Ermittlung anhand von Luftbildaufnahmen von Google Earth), wurden diese Dachflächen bei der Berechnung des Potenzials nicht aufgenommen. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden Dachflächen, die eine Ausrichtung in Richtung Norden haben, da hier auf Grund der geringen Sonneneinstrahlung der Ertrag der Solarenergie zu gering ist.

#### **Potenzial Photovoltaik**

Der Wirkungsgrad von Photovoltaikanlagen ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen, während die Kosten seit 2006 fast um 75 % gesunken sind (ub.de Fachwissen GmbH, 2020). Die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen für den Eigenverbrauch hat sich damit in den letzten zehn Jahren signifikant erhöht. In vielen Fällen ist dadurch der Strom aus Photovoltaikanlagen heute schon deutlich günstiger als der Strom der gängigen Stromanbieter.

Wie bereits oben erwähnt, wurden bei der Berechnung des Photovoltaikpotenzials die Dachflächen mit Nordausrichtung und bereits mit Photovoltaikanlagen belegte Dachflächen ausgeschlossen. Außerdem wurde angenommen, dass eine wirtschaftliche Belegung des Daches bei durchschnittlich 50 % der Dachfläche liegt (Lödl, 2010). Unter diesen Annahmen beträgt die Summe der geeigneten Dachflächen im Quartier ca. 92.500 m<sup>2</sup>.

Als technische Kennzahl wurde angenommen, dass pro Quadratmeter nutzbarer Dachfläche 0,18 kW<sub>p</sub> Leistung installiert werden können (Projekterfahrung Tilia GmbH). Für den lokalspezifischen Stromertrag je kW<sub>p</sub> in Wendingen wurde auf die Erhebungen der europäischen Solardatenbank zurückgegriffen (European Commission, 2021). Die Datenbank weist für Wendingen ein Stromerzeugungspotenzial von etwa 1.000 kWh/kW<sub>p</sub> im Jahr aus.

Legt man diese Annahmen zu Grunde, so ergibt sich ein bislang ungenutztes Potenzial für Solarstromerzeugung von ca. 16.600 MWh/a. Weiterhin konnten anhand von Luftbilddaufnahmen 38 Photovoltaikanlagen im Quartier identifiziert werden, für die anhand der beschriebenen Annahmen eine Stromerzeugung von etwa 900 kWh/a angenommen wird. Zusammengenommen könnten ca. 17.500 MWh/a an Solarstrom im Quartier erzeugt und damit etwa 73 % des Stromverbrauchs im Quartier bilanziell gedeckt werden.

Der erzeugte Strom kann sowohl im Gebäude vom Nutzer selbst verbraucht werden als auch ins Netz eingespeist werden. Es wird angenommen, dass durchschnittlich 30 % des erzeugten Stroms in dem Gebäude, auf dem die Anlage installiert wurde, verbraucht werden. Der restliche Strom wird i.d.R. ins Verteilnetz eingespeist. Je nach Nutzung des Gebäudes und genutzten Speicher kann die Quote etwas darüber oder darunter liegen, hier wurde von einem Durchschnittswert des Stromverbrauchs ohne Speicher ausgegangen (E.ON Energie Deutschland GmbH, 2021).

Dadurch, dass bei der Bruttostromerzeugung in Deutschland ca. 1/3 fossile Brennstoffe eingesetzt werden (Fraunhofer ISE, 2020), können bei der emissionsfreien Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen Emissionen im großen Stil eingespart werden. Der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes lag für das Jahr 2019 bei 0,401 kg CO<sub>2</sub>Äq/kWh (Umweltbundesamt, 2020). Geht man davon aus, dass der importierte Strom im Quartier von der Erzeugung her dem durchschnittlichen deutschen Strommix entspricht, so lassen sich durch die Nutzung des Solarpotenzials mit Photovoltaikanlagen ca. 6.700 t CO<sub>2</sub>Äq/a einsparen.

Um konkrete Projektideen im Rahmen des Quartierskonzeptes zu erarbeiten, wurden anhand der ermittelten Dachflächen die Gebäude identifiziert, die für Solaranlagen besonders geeignet sind. Dabei handelt es sich um die Gebäude, bei denen bislang noch keine Solaranlage installiert oder eine andere Dachnutzung zu finden war. Die geeigneten Gebäude mit den zehn größten Dachflächen im Quartier wurden ermittelt und überschlagsweise deren Potenzial zur Stromerzeugung aus Solarenergie (Annahmen siehe oben) berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 aufgeführt.

**Tabelle 12: Top Ten Dachflächen für Photovoltaikanlagen im Quartier**

<b>Straße</b>	<b>Nr.</b>	<b>Nutzung</b>	<b>Potenzial Strom in kWh<sub>el</sub>/a</b>
Behrstraße	53	Sträb GmbH & Co. KG	108.360
Bismarckstraße Unterboihinger Str.	5/7 3 /5	Wohn- und Geschäftsgebäude	107.153
Ulmer Straße	1	Wohn- und Geschäftsgebäude	89.899
Unterboihinger Straße	31/33/35	Wohn- und Geschäftsgebäude	89.899
Stuttgarter Straße Unterboihinger Str.	2 21	Wohn- und Geschäftsgebäude	88.158
Albstraße	23/25	LIDL	82.851
Unterboihinger Str.	23	Wohnhaus	71.339
Albstraße	21	Wohn- und Geschäftshaus	64.914
Schillerstraße Unterboihinger Str.	11 9	Wohn- und Geschäftshaus	63.827
Höhenstraße	67/69/71/73	Wohnhaus	62.068

Mit einer Belegung der zehn identifizierten Gebäudeflächen durch Solaranlagen können bereits 5 % des bislang ungenutzten Potenzials ausgeschöpft werden. Es sollten deshalb die Nutzer der genannten Gebäude gezielt angesprochen und ihnen bei Interesse Unterstützung bei der Realisierung einer Photovoltaikanlage angeboten werden.

### **Potenzial Solarthermie**

In direkter Flächenkonkurrenz zu Photovoltaikanlagen auf den geeigneten Dachflächen stehen Solarthermieranlagen. Bei einer Solarthermieranlage wird in einem flachen Modul mit dunkler Oberfläche eine Heizflüssigkeit durch Sonneneinstrahlung erwärmt, die dann zum Heizen oder zur Aufbereitung von Warmwasser genutzt werden kann.

Bei dem Solarthermiepotenzial werden nur Dächer mit Südausrichtung und Flachdächer, die noch nicht durch eine Photovoltaik- oder Solarthermieanlage genutzt werden, als potenziell nutzbare Fläche gewertet, da bei der Ausrichtung in andere Himmelsrichtungen der potenzielle Ertrag deutlich geringer ist. Unter der Annahme, dass 25 % der Dachflächen nach Süden ausgerichtet sind und etwa 50 % der Dachfläche eines Hauses für eine Solarthermieanlage nutzbar wären (Lödl, 2010), ergibt sich im Quartier eine aufsummierte Fläche von 31.850 m<sup>2</sup>, die für Solarthermieanlagen theoretisch nutzbar wäre.

Der Potenzialberechnung wurde ein Ertrag von Solarthermieanlagen von 400 kWh/m<sup>2</sup>/a zu Grunde gelegt. Berücksichtigt man diese Annahmen, so ergibt sich ein Solarthermie-Potenzial von ca. 12.700 MWh/a. Hiermit könnten ca. 19 % des Wärmebedarfs der Häuser im Quartier gedeckt werden.

Bei einer Realisierung des Potenzials für Solarthermie könnten dementsprechend auch ca. 19 % der Emissionen im Wärmebereich eingespart werden. Dies entspricht einem jährlichen Treibhausgasausstoß von etwa 3.200 t CO<sub>2</sub>Äq.

### 3.2.1.2 GEOTHERMIE

Das Geothermiepotenzial ist mit 100 kWh/m/a vergleichsweise hoch (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LBRG), 2021). Die Nutzung von Geothermie zur Energiegewinnung im Quartier ist deshalb als effizient zu bewerten. Im Quartier existieren bereits fünf Erdwärmesonden mit einer Bohrung zwischen 50 und 100 m (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LBRG), 2021).

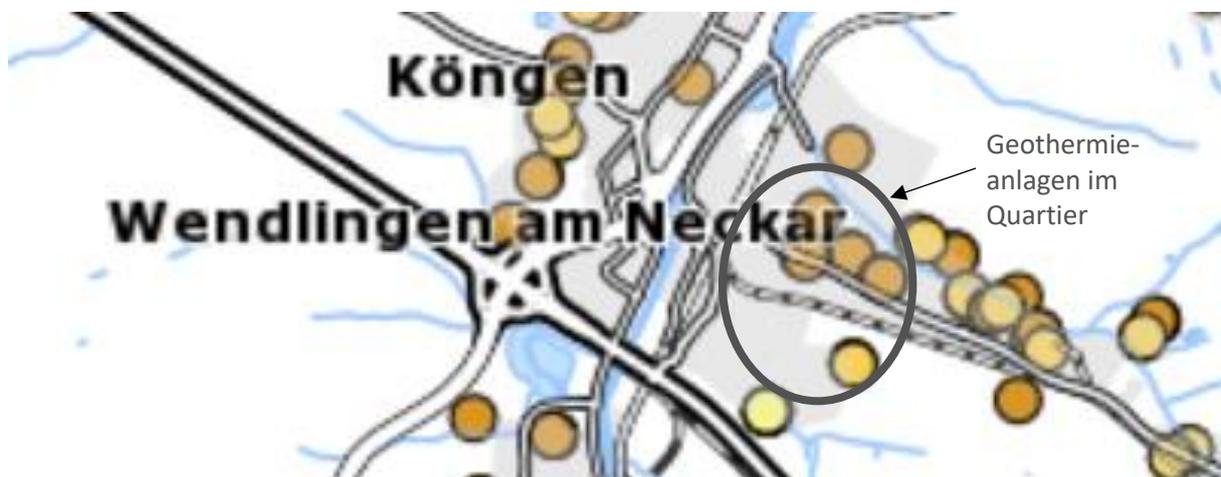


Abbildung 22: Bestehende Geothermieanlagen im Quartier

Auf Grund des hohen Potenzials von Geothermie empfehlen wir eine vermehrte Nutzung von Erdwärmesonden zur Wärmeengewinnung im Quartier. Die Herausforderung ist hierbei, dass eine Erdwärmesonde für ihre Bohrung eine entsprechende Flächenverfügbarkeit benötigt und mit ca. 1.000 kWh/a pro Bohrung (oberflächennahe Geothermie bis 100 m Tiefe) nur eine begrenzte Menge an Wärme aus dem Erdreich gewonnen werden kann. Aus diesem Grund ist die Beheizung mit Erdwärmesonden vor allem bei Gebäuden mit einem Außengelände und einem moderaten Wärmebedarf zu empfehlen.

Unter der Annahme, dass die 10 % der Gebäude im Quartier mit dem geringsten Wärmebedarf durch Geothermie beheizt würden, könnte ein Wärmebedarf von etwa 1.780 MWh/a abgedeckt werden. Dies entspricht ca. 3 % des Wärmebedarfs im Quartier und einer Emissionseinsparung von 450 t CO<sub>2</sub>Äq/Jahr.

### *3.2.1.3 BIOMASSE*

Biomasse kann auf Grund der dichten Bebauung und dem geringen Aufkommen von Biomasse im Quartier nur begrenzt eingesetzt werden. Dezentrale Anlagen, die mit Holzpellets oder Holz hackschnitzeln Strom und Wärme erzeugen, sind zu empfehlen, solange der entsprechende Brennstoff aus der Region kommt.

Das Biomasseaufkommen in der Region wird bereits zum Teil für eine energetische Bewertung genutzt. Das in der Kläranlage anfallende Faulgas wird mit Hilfe eines Bockheizkraftwerks zur Deckung des Energieverbrauchs der Kläranlage verwertet (Zweckverband Gruppenklärwerk Wendlingen am Neckar, 2021). Die Grünsammelstelle des Landkreises nutzt den anfallenden Grünschnitt bereits für die Herstellung von Holz hackschnitzeln. Andere Grünabfälle werden kompostiert (Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Esslingen (AWB), 2021).

Gesicherte Aussagen zum Gesamtpotenzial der Biomasse im Quartier konnten im Rahmen des Quartierskonzeptes leider nicht getroffen werden. Auf Grund der nur geringen Mengen an im Quartier anfallenden Grünschnitt und aufbereitet organischen Abfällen, ist aber davon auszugehen, dass das Potenzial nicht für eine Versorgung von Biomasse in nennenswerter Größe (z.B. durch zentrale Kraftwerke) ausreichen würde. Aus diesem Grund wird eine Weiterberechnung des Potenzials für diese Energiequelle im Rahmen des vorliegenden Quartierskonzeptes nicht durchgeführt.

### *3.2.1.4 WASSERKRAFT*

Es existieren bereits einige Wasserkraftanlagen im Wendlinger Stadtgebiet (siehe Abschnitt 2.1.1), diese liegen jedoch nicht im betrachteten Quartier. Es sollte bei Änderungen der gesetzlichen und behördlichen Bedingungen geprüft werden, ob weitere Wasserkraftanlagen zur Stromproduktion im Stadtgebiet möglich sind. Weiterhin sollte regelmäßig (im Abstand von einigen Jahren) geprüft werden, ob die Wasserkraftanlagen durch effizientere Anlagen ersetzt oder optimiert werden können.

### *3.2.1.5 WINDKRAFT*

Windkraftanlagen können auf Grund der dichten Bebauung im Quartier und dem Mangel an ausgewiesenen Flächen im Regionalplan (Stadt Esslingen am Neckar, 2021) als Potenzialquelle für Energieerzeugung im Quartier ausgeschlossen werden. Nichtsdestotrotz sollte geprüft werden, ob geeignete Flächen im Stadtumland genutzt werden können.

## 3.2.2 ANALYSE EFFIZIENZ UND EINSARPOTENZIALE

### 3.2.2.1 STROM

#### (1) Beleuchtung in öffentlichen Liegenschaften

Bei den öffentlichen Liegenschaften im Quartier handelt es sich hauptsächlich um Schulen, Kitas und Turnhallen. In diesen Gebäuden bestehen große Strom-Einsparpotentiale bei der Beleuchtung hinsichtlich der Umrüstung auf energieeffiziente LED-Technologie.

Für die Liegenschaften im Quartier wurde eine Leuchtmittelaufnahme über alle Räumlichkeiten vorgenommen. Für jeden Raum wurden die Leuchtmittel mit Stückzahl, Leuchtmitteltyp, installierter Leistung und Benutzungsdauer erfasst. Daten wurden dabei für folgende kommunale Liegenschaften aufgenommen:

#### Schulen:

- Johannes-Kepler-Realschule (JKR)
- Robert-Bosch-Gymnasium (RBG)
- Gartenschule (GS)
- Ludwig-Uhland-Schule (LUS)
- Lindenschule (LIS)

#### Kindergärten:

- Hebelstraße
- Rauberweg
- Alleenstraße
- Blumenstraße
- Neuburgstraße
- An der GS
- Am Berg
- Ohmstraße

#### Sporthallen:

- Am Berg
- Gartenschule

Ein Ausschnitt der beschriebenen Bestandsaufnahme ist in Abbildung 23 dargestellt.

	Geschoss / Art	Klassenraum	Anzahl Raum	Anzahl Leuchten pro Raum	Art Leuchtmittel	IST							
						Anzahl Leuchtmittel gesamt	Leistung je Leuchtmittel [W]	Aufschlag Vorschaltgerät (KVG)	Installierte Leistung [kW]	Benutzungsdauer [h/a]	Energieverbrauch [kWh/a]	CO <sub>2</sub> -Emission [t/a]	
Johannes-Kepler-Realschule (JKR)	Hauptbau	ja	19	12	58W Röhre	228	58	20%		15,87	1.000	15.959	6,78
	Hauptbau	nein	4	10	alt	40	58	20%		2,78	1.000	2.784	1,19
	Pavillion	ja	9	12	58W Röhre	108	58	20%		7,52	1.000	7.517	3,21
	Pavillion	nein	3	8	alt	24	58	20%		1,67	1.000	1.670	0,71
	Fachbau	ja	22	12	58W Röhre	264	58	20%		18,37	1.000	18.374	7,85
	Fachbau	nein	4	6	alt	24	58	20%		1,67	1.000	1.670	0,71
<b>gesamt</b>						<b>688</b>						<b>47.885</b>	<b>20,45</b>
Robert-Bosch-Gymnasium (RBG)	k.A.	ja	48	8	58W Röhre	184	58	20%		12,81	1.000	12.806	5,47
	k.A.	nein	13	6	36W Röhre	42	36	20%		1,81	1.000	1.814	0,77
	k.A.	nein	13	6	58W Röhre	78	58	20%		5,43	1.000	5.429	2,32
<b>gesamt</b>						<b>226</b>						<b>14.621</b>	<b>6,24</b>
Gartenschule (GS)	Altbau	ja	16	12	Retrofit	192	k.A.						
	Altbau	nein	10	10	Retrofit	100	k.A.						
	Neubau	ja	11	12	Röhrenringe	16	40	20%		0,77	1.000	768	0,33
	Neubau	nein	5	8	Retrofit		k.A.						
<b>gesamt</b>						<b>16</b>						<b>768</b>	<b>0,33</b>
Ludwig-Uhland-Schule (LUS)	k.A.	ja	38	13	HO 39W 0,8m	494	39	20%		23,12	1.000	23.119	9,87
	k.A.	nein	15	10	Pro Leuchte 2x 26W Osram DuLux T/E Plus / 2010 ?	150	52	20%		9,36	1.000	9.360	4,00
<b>gesamt</b>						<b>644</b>						<b>32.479</b>	<b>13,87</b>
Lindenschule (LIS)	k.A.	ja	5	8	58W Röhren	40	58	20%		2,78	1.000	2.784	1,19
	k.A.	nein	3	2	Energiesparlampen 11W; alt	6	11	20%		0,08	1.000	79	0,03
<b>gesamt</b>						<b>46</b>						<b>2.863</b>	<b>1,22</b>
Kindergärten	Hebelstr		14	1	Retrofit								
			2	10	E27 Glühlampen	10	80			0,80	2.200	1.760	0,75
	Rauberweg		11	8	Retrofit								
			2	7	pro Leuchte 2x	176	18	20%		3,80	2.200	8.364	3,57
	Alleenstr		10	8	Retrofit								
			2	k.A.	Retrofit								
	Blumenstr		5	9	Retrofit								
			1	k.A.	Retrofit								
	Neuburgstr		8	8	58 Watt Röhre	64	58	20%		4,45	2.200	9.800	4,18
			2	10	48 Watt Röhre	20	48	20%		1,15	2.200	2.534	1,08
an der GS		6	1	Retrofit									
		1	1	Retrofit									

Abbildung 23: Berechnung Beleuchtung der öffentlichen Liegenschaften im IST (Ausschnitt)

In die Berechnungen gehen ausschließlich die Leuchtmittel ein, bei der noch keine Umrüstung in den vergangenen Jahren vorgenommen wurde. Über die vorgenannten Eingangsgrößen aller Liegenschaften konnte ein Gesamtstromverbrauch von etwa 214 MWh über die etwa 2.388 Leuchtmittel identifiziert werden. Die jeweiligen Anteile der öffentlichen Liegenschaften an diesem Verbrauch kann der folgenden Abbildung entnommen werden. Durch den Stromverbrauch werden Emissionen von ca. 96 Tonnen CO<sub>2</sub>Äq im Jahr verursacht.

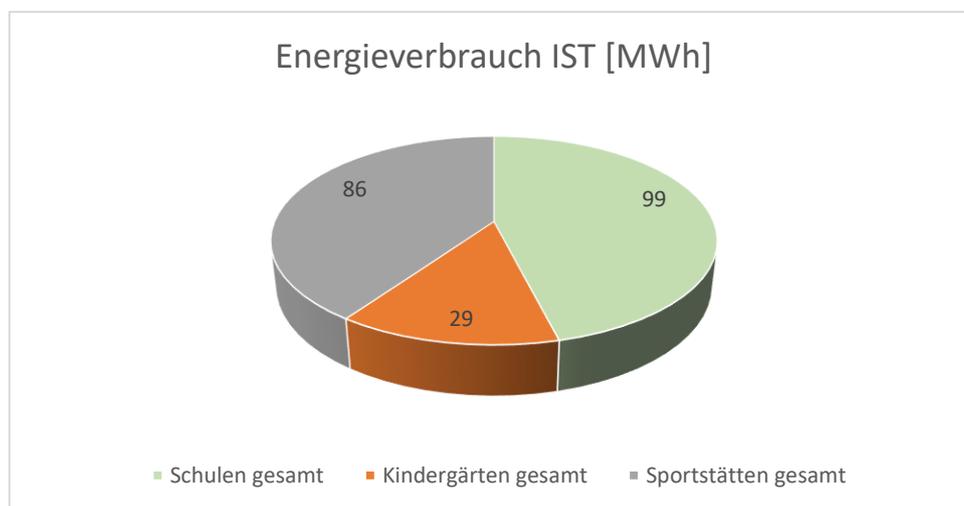


Abbildung 24: Anteil Stromverbrauch Beleuchtung der öffentlichen Liegenschaften im IST

Im nächsten Schritt wurden für alle Leuchtmittel der geeignete LED-Ersatz ermittelt und damit die Einsparpotenziale des Energieverbrauches und der damit einhergehenden CO<sub>2</sub>Äq-Emissionen berechnet (vgl. Abbildung 24).

SOLL						Δ	
Art Ersatz LED	Leistung je Leuchtmittel [W]	Energieverbrauch [kWh/a]	CO <sub>2</sub> -Emission [t/a]	Kosten Ersatz pro Leuchtmittel, inkl. Montage [netto, €/a]	Kosten Ersatz gesamt, inkl. Montage [netto, €/a]	Energieeinsparung [kWh/a]	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission [t/a]
24 W Tube	24	5.472	2,34	45 €	10.260 €	10.397	4,44
24 W Tube	24	960	0,41	45 €	1.800 €	1.824	0,78
24 W Tube	24	2.592	1,11	45 €	4.860 €	4.925	2,10
24 W Tube	24	576	0,25	45 €	1.080 €	1.094	0,47
24 W Tube	24	6.336	2,71	45 €	11.880 €	12.038	5,14
24 W Tube	24	576	0,25	45 €	1.080 €	1.094	0,47
		<b>16.512</b>	<b>7,05</b>		<b>30.960 €</b>	<b>31.373</b>	<b>13,40</b>
24 W Tube	24	4.416	1,89	45 €	8.280 €	8.390	3,58
18 W Tube	18	756	0,32	40 €	1.680 €	1.058	0,45
24 W Tube	24	1.872	0,80	45 €	3.510 €	3.557	1,52
		<b>5.172</b>	<b>2,21</b>		<b>9.960 €</b>	<b>9.449</b>	<b>4,03</b>
entfällt, da bereits LED							
entfällt, da bereits LED							
entfällt, da bereits LED							
15 W native LED	15	240	0,10	80 €	1.280 €	528	0,23
entfällt, da bereits LED							
		<b>240</b>	<b>0,10</b>		<b>1.280 €</b>	<b>528</b>	<b>0,23</b>
12 W Tube	12	5.928	2,53	35 €	17.290 €	17.191	7,34
9 W G24q-3	9	1.350	0,58	40 €	6.000 €	8.010	3,42
		<b>7.278</b>	<b>3,11</b>		<b>23.290 €</b>	<b>25.201</b>	<b>10,76</b>
24 W Tube	24	960	0,41	45 €	1.800 €	1.824	0,78
LED E27 4 W	4	24	0,01	10 €	60 €	55	0,02
		<b>984</b>	<b>0,42</b>		<b>1.860 €</b>	<b>1.879</b>	<b>0,80</b>
entfällt, da bereits LED							
6 W LED E27	6	132	0,06	15 €	150 €	1.628	0,70
entfällt, da bereits LED							
6,5 W LED	7	2.517	1,07	30 €	5.280 €	5.847	2,50
entfällt, da bereits LED							
entfällt, da bereits LED							
entfällt, da bereits LED							
entfällt, da bereits LED							
24 W Tube	24	3.379	1,44	45 €	2.880 €	6.420	2,74
24 W Tube	24	1.056	0,45	45 €	900 €	1.478	0,63
entfällt, da bereits LED							
entfällt, da bereits LED							
24 W Tube	24	4.752	2,03	45 €	4.050 €	9.029	3,86
18 W Tube	18	950	0,41	40 €	960 €	1.331	0,57
6 W LED E27	6	53	0,02	15 €	60 €	651	0,28

Abbildung 25: Beleuchtung der öffentlichen Liegenschaften im SOLL (Ausschnitt)

Über die Umrüstung aller potentiell zu ersetzenden Leuchtmittel kann eine jährliche Einsparung von ca. 139 MWh bzw. nahezu 30.000 € erzielt werden. Die Einsparung beläuft sich damit auf ca. 65 % des derzeitigen Stromverbrauchs. Die Einsparpotenziale können den einzelnen Liegenschaften wie folgt zugeordnet werden:

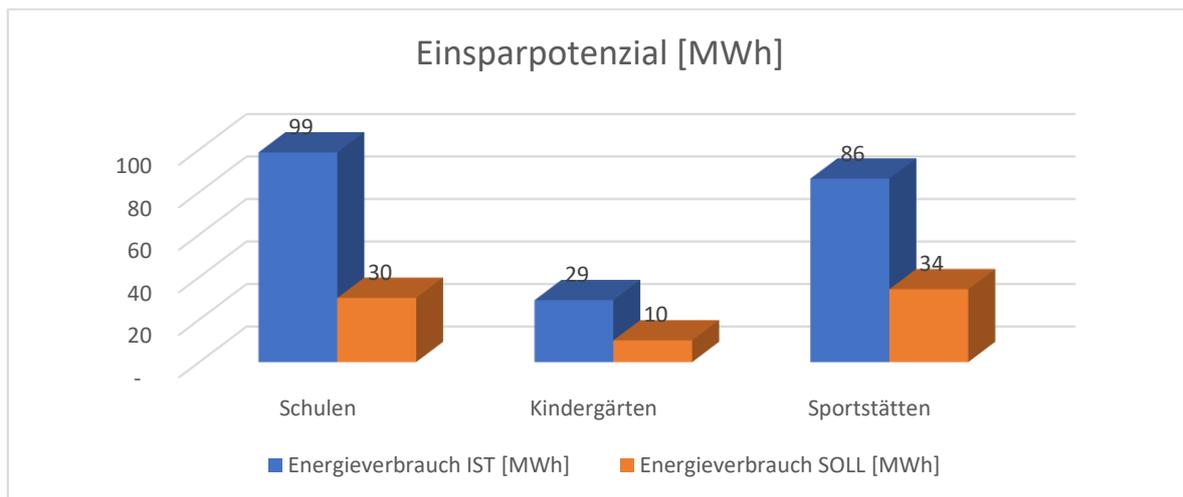


Abbildung 26: Einsparpotenzial Beleuchtung der öffentlichen Liegenschaften

Dies bedeutet gleichzeitig eine Einsparung an Treibhausgasemissionen von etwa 63 Tonnen CO<sub>2</sub>Äq pro Jahr. Bei Investitionskosten (inkl. Montage) von etwa 102.000 € netto ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. 3,8 Jahren. Vor dem Hintergrund, dass LED-Leuchten eine durchschnittliche Lebensdauer von ca. 20 Jahren haben und die Umrüstung auch ökologische Vorteile mit sich bringt, ist eine Umrüstung durchaus empfehlenswert.

Für die Umrüstung der Innenraumbeleuchtung existieren zusätzlich noch Fördermöglichkeiten. So kann die Umrüstung z.B. im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative bei einer Antragstellung bis zum 31. Dezember 2021 mit bis zu 35 % der Investitionskosten gefördert werden (Projekträger Jülich, 2020).

## (2) Straßenbeleuchtung

Ein weiterer großer öffentlicher Stromverbraucher ist die Straßenbeleuchtung. Um einen Überblick über die aktuelle Beleuchtungssituation im Quartier zu erhalten, wurde u.a. auf den Straßenbeleuchtungsplan der Stadt zurückgegriffen. Bereits zur Umrüstung geplante Lichtpunkte sind in den Folgebetrachtungen nicht enthalten. Die Lichtpunkte, für die weder bereits eine Umrüstung stattgefunden hat, noch eine Ersatzmaßnahme in den kommenden Jahren geplant ist, werden den folgenden Abschnitten zugeordnet:



Abbildung 27: Straßenbeleuchtungsplan der Stadtverwaltung, Stand 03/2021 (Auszug)  
(Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2021)

Wie bei den öffentlichen Liegenschaften wurde auch hier eine Leuchtmittelaufnahme über alle ausgewählten Straßenzüge vorgenommen. Im Quartiersgebiet wurden dadurch insgesamt 625 Natriumdampf-Hochdrucklampen (NAV) mit je 100 Watt identifiziert. Dabei wurden jeweils neben der Anzahl der Leuchten auch die installierte Leistung erfasst. Die Benutzungsdauer unterliegt mit ca. 4.000 h einer Annahme vergleichbarer typischer Straßenzüge. Die beschriebene Datenaufnahme sowie Kalkulation sind in Tabelle 13 dargestellt.

**Tabelle 13: Berechnung Beleuchtung der Straßenbeleuchtung im IST**

<b>Straße / Bereich</b>	<b>Anzahl Leuchten pro Straßenabschnitt</b>	<b>Installierte Leistung [kW]</b>	<b>Energieverbrauch [kWh/a]</b>	<b>CO<sub>2</sub>Äq-Emission [t/a]</b>
Unterboihinger Straße	40	4,80	19.200	8,20
Bereich 1 Neckarstr. / Seestr.	55	6,60	26.400	11,27
Bereich 2 Brückenstr. / Talstr.	250	30,00	120.000	51,24
Bereich 3 Kirchheimer Str. / Eugenstr. / Talstr.	120	14,40	57.600	24,60
Bereich 4 Am Berg / Hauptstr.	160	19,20	76.800	32,79
<b>gesamt</b>	<b>625</b>		<b>300.000</b>	<b>128</b>

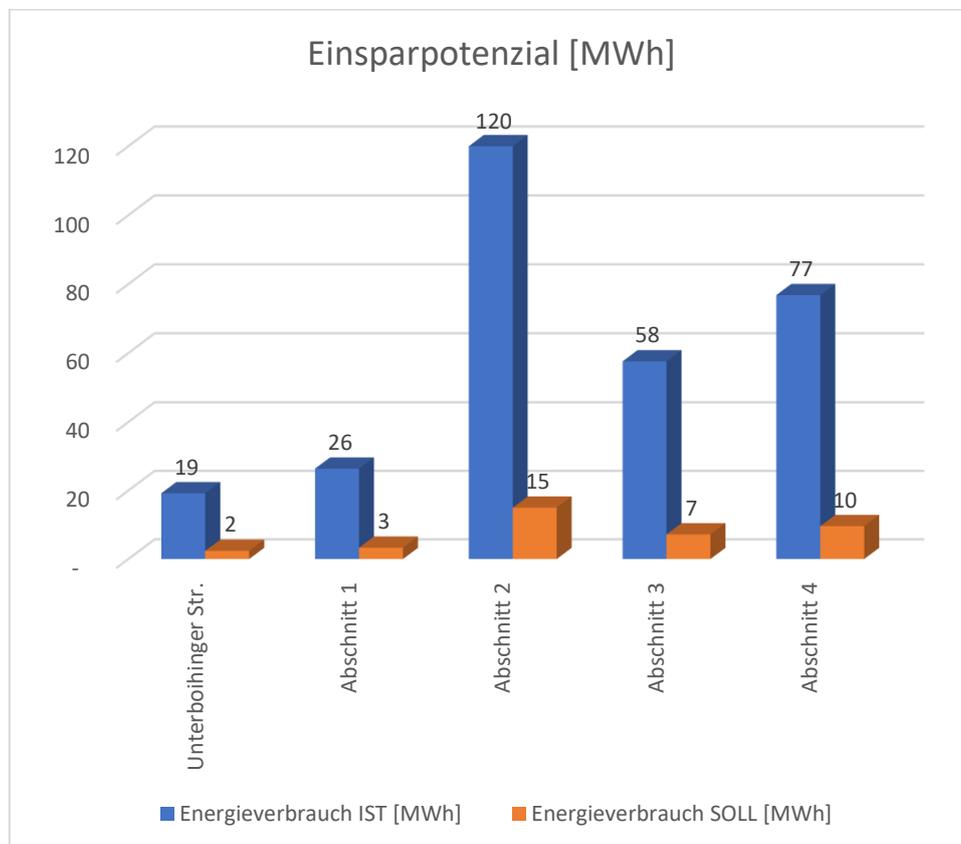
Die Berechnungen ergaben einen Gesamtstromverbrauch von etwa 300 MWh bzw. ca. 128 Tonnen Kohlenstoffdioxid.

Aufgrund des Alters und Zustandes der bestehenden NAV-Leuchten besteht die Möglichkeit, den gesamten Leuchtkörper die effizientere LED-Technologie umzurüsten. Diese Soll-Situation sowie die damit zu erzielenden Einsparpotenziale sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

**Tabelle 14: Beleuchtung der Straßenbeleuchtung im SOLL**

Straße / Bereich	Art Ersatz LED	Leistung je Leuchtmittel [W]	Energieverbrauch [kWh/a]	CO <sub>2</sub> -Emission [t/a]	Kosten Ersatz gesamt, inkl. Montage [netto, €/a]
Unterboihinger Straße	15 W Bulb / Globe	15	2.400	1,02	22.500
Abschnitt 1	15 W Bulb / Globe	15	3.300	1,41	30.938
Abschnitt 2	15 W Bulb / Globe	15	15.000	6,41	140.625
Abschnitt 3	15 W Bulb / Globe	15	7.200	3,07	67.500
Abschnitt 4	15 W Bulb / Globe	15	9.600	4,10	90.000
<b>gesamt</b>			<b>37.500</b>	<b>16</b>	<b>351.563</b>

Bei der Umrüstung aller potentiell zu ersetzenden 625 NAV-Leuchtkörpern in den identifizierten Straßenabschnitten ist eine jährliche Einsparung von ca. 263 MWh bzw. mehr als 60.000 € realisierbar. Die Einsparung beläuft sich damit auf ca. 88 %. Die Einsparpotenziale können den einzelnen Straßenabschnitten wie folgt zugeordnet werden:


**Abbildung 28: Einsparpotenzial Beleuchtung der Straßenbeleuchtung**

Dies bedeutet gleichzeitig eine jährliche Einsparung an Treibhausgasemissionen von etwa 112 Tonnen CO<sub>2</sub>Äq. Die Investitionskosten belaufen sich inkl. Montage auf etwa 350.000 € netto. Dies ergibt eine Amortisationszeit von ca. 5,8 Jahren. Hinzu kommen i.d.R. weitere Kosten für die Konzeptionierung und Ausschreibungsbetreuung. Eine eindeutige Wirtschaftlichkeit der Maßnahme ist dennoch vorhanden und eine Umrüstung hier eindeutig zu empfehlen.

Auch hier kann im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative bei der Umsetzung der Maßnahme eine entsprechende Förderung vom Bund beantragt werden. Die Umrüstung der Straßenbeleuchtung kann dabei, je nach technischen Gegebenheiten mit 30 % - 35 % der Investitionskosten gefördert werden (Projektträger Jülich, 2020).

### **(3) Effizienzverbesserung elektrischer Geräte bei privaten Haushalten**

Wie in Abschnitt 2.1.1 dargestellt, entfällt der größte Teil des Stromverbrauchs im Quartier mit etwa 85 % auf die privaten Haushalte. Der Großteil ist dabei auf die Nutzung elektrischer Geräte zurückzuführen. Es wird angenommen, dass alle Haushalte im Quartier die gleiche Grundausstattung an elektrischen Geräten besitzen. Weiterhin besteht eine Annahme darin, dass jeder Haushalt durchschnittlich 3.000 kWh Strom im Jahr verbraucht (CO<sub>2</sub> online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH, kein Datum). In der Energiereferenzprognose des Bundes (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), 2011) werden die Effizienzpotenziale der Hauptverbraucher im Haushalt anhand von vergangenen Effizienzsteigerungen berechnet. Eine Übersicht der Ergebnisse ist in Tabelle 15 zu finden.

**Tabelle 15: Effizienzpotenziale der Haushalte (Strom) in kWh/Gerät/Jahr**

(Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), 2011)

	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>	<b>2050</b>
Kühlschrank	261	171	147	126	119
Kühl-Gefrier-Gerät	318	202	172	145	139
Gefrier-Gerät	310	208	183	160	154
Waschmaschine	254	187	176	160	150
Wasch-Trockner-Kombi	620	430	393	351	325
Wäschetrockner	315	204	182	159	145
Geschirrspüler	277	207	195	180	170
Fernseher	219	140	121	104	97
Radio-HiFi	96	74	72	69	65
Video/DVD/Blu-Ray	18	12	11	9	7
Computer (inkl. Monitor, Drucker)	103	67	63	59	56
Licht (pro Haushalt)	208	124	114	69	59
<b>TOTAL</b>	<b>3.000</b>	<b>2.026</b>	<b>1.829</b>	<b>1.591</b>	<b>1.486</b>

Die Autoren der Studie prognostizieren eine deutliche Absenkung des Stromverbrauches um etwa 50 % bis zum Jahr 2050 im Vergleich zur getroffenen Annahme für 2020. Hier wird auch die Potenzialobergrenze angenommen. Somit ergäbe sich bei kompletter Potenzialausschöpfung für alle

Wohnhäuser im Quartiersgebiet eine Stromersparnis von insgesamt 12 GWh oder nach heutigen Emissionsfaktoren eine CO<sub>2</sub>-Ersparnis von etwa 4.800 t CO<sub>2</sub>Äq pro Jahr. Eine Aussage zur zusätzlichen Wirkung der Entwicklung von technischen Geräten und Demographie auf diese Verbrauchswerte gestaltet sich schwierig. Es ist davon auszugehen, dass bis in das Jahr 2050 viele dieser Geräte fernsteuerbar sind und zahlreiche Geräte im Stand-by-Betrieb weiterlaufen, was den Stromverbrauch wieder steigern könnte. Dies führt zu starken Unsicherheiten in der Zukunftsschätzung.

### 3.2.2.2 WÄRME

Im Bereich der Wärme lässt sich kurzfristig weniger an Energieeffizienz erreichen als im Strombereich, da die Nutzungsdauern, vor allem bei der Gebäudesubstanz, wesentlich länger sind.

Energetische Sanierungen können in vielen Fällen eine ökologische und wirtschaftlich effiziente Maßnahme darstellen. Erfahrungsgemäß ist trotzdem davon auszugehen, dass die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) allenfalls im Rahmen von „Sowieso“-Maßnahmen<sup>1</sup> und dann eher sukzessive ausgeführt werden. Da keine belastbaren häuserscharfen Daten über den Sanierungsstand und mögliche Einsparungen erhoben wurden, wurde für die Betrachtung der Effekte der energetischen Gebäudesanierung Annahmen getroffen, die den Gebäudebestand im Quartier exemplarisch abbilden. Die Gebäude im Quartier wurden hauptsächlich zwischen 1968 und 1978 erbaut und haben einen durchschnittlichen Raumwärmebedarf von 125 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr (Institut für Wohnen und Umwelt, 2021). Die Einsparungen unterscheiden sich je nach Gebäudetyp und bewegen sich zwischen 56 % für Hochhäuser und 25 % für Einfamilienhäuser (Institut für Wohnen und Umwelt, 2021). Durchschnittlich liegen die Einsparungen des Raumwärmebedarfs bei einer energetischen Standardsanierung bei 46 % (Institut für Wohnen und Umwelt, 2021)

Derzeit besteht für die Wohngebäude im Quartiersgebiet ein Raumwärmebedarf von insgesamt etwa 60 GWh (ohne Warmwasser, siehe Abschnitt 2.1.2). Bei einer durchschnittlichen Einsparung des Raumwärmebedarfs von 46 % können beim Raumwärmebedarf etwa 28 GWh eingespart werden. Dies entspricht einer Einsparung von ca. 41 % des Wärmebedarfs im Quartier und etwa 8.000 t Treibhausgasemissionen pro Jahr.

Ebenso hat der Austausch älterer Heizungsanlagen einen signifikanten Einfluss auf den Wärmebedarf. Durch den Ersatz älterer Niedertemperaturkessel durch moderne Brennwerttechnik lassen sich zusätzlich etwa 10 % - 15 % der eingesetzten Brennstoffe einsparen (Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH, 2015). Da zum Baualter der Heizungsanlagen keine aktuellen Daten vorliegen, kann hier kein Einsparpotenzial ermittelt werden.

Insgesamt bieten energetische Sanierungen und Modernisierung der Anlagen eines der größten Energieeinsparpotenziale im Quartier. Die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen energetischen Sanierung und jedes Heizungstauschs sollte im Einzelfall geprüft werden.

---

<sup>1</sup>„Sowieso“-Maßnahmen sind zusätzliche energetische Maßnahmen, die im Zuge von Gebäudesanierungen, die auf Grund von Abnutzung ohnehin anstehen, durchgeführt werden

### 3.2.2.3 VERKEHR

In diesem Abschnitt wird das bestehende Potenzial zur Reduktion des Kraftstoffverbrauches bzw. des Treibhausgas-Ausstoßes für den Sektor Verkehr beschrieben. Der Bereich Verkehr ist für ca. 40 % des gesamten Energieerbrauches im Quartier verantwortlich (siehe Abschnitt 2.3). Identifizierte Einsparpotenziale im Mobilitätsverhalten der Bürger spielen somit eine signifikante Rolle bei der Senkung der Treibhausgasemissionen.

Ziel innerhalb der Potenzialanalyse im Handlungsfeld Mobilität ist es aufzuzeigen, welche Möglichkeiten die Bewohner innerhalb des Quartiers haben, durch ihr Mobilitätsverhalten den Treibhausgasausstoß zu verringern. Hauptansatzpunkt ist die Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr auf emissionsarme Verkehrsmittel. Als emissionsarme Verkehrsmittel zählen alle nicht motorisierten Verkehrsmittel wie Fußgänger und Fahrrad (Verkehrseinsparpotenzial I), öffentliche Verkehrsmittel (Verkehrseinsparpotenzial II), Carsharing und Mitfahrzentralen (Verkehrseinsparpotenzial III) sowie alternative Antriebe (Verkehrseinsparpotenzial IV). Ebenfalls kann die gänzliche Vermeidung von Wegstrecken aufgrund Digitalisierung (Verkehrseinsparpotenzial V) zur Kraftstoff- und damit verbunden einer CO<sub>2</sub>Äq-Emissionsminimierung beitragen.

#### **Verkehrseinsparpotenzial I: Individuelle Verhaltensänderungen – Fußgänger und Fahrrad**

Kaum ein Einwohner im Quartier hat eine Strecke von mehr als einem oder zwei Kilometern zum Einkaufen oder zum Erledigen von Besorgungen zurückzulegen. Trotzdem werden auch diese kurzen Strecken häufig mit dem Auto zurückgelegt, nicht mit dem Fahrrad oder zu Fuß. Warum ist das so? Schlechte Wege, gefährliche Verkehrssituationen, schlechtes Wetter, hohe Transportlast, erhöhte Unfallgefahr und gar eine zu starke Exposition gegenüber feinstaub- und schadstoffbelasteter Luft werden oftmals als Gründe genannt. Ist es aber nicht eventuell auch Gewohnheit oder die Hektik des Alltags, was viele Menschen oft dazu veranlasst das Auto zu nehmen?

Es gilt als unbestritten, dass Fahrradfahren und zu Fuß gehen gesund und geräuscharm ist. Zudem spart dies auch enorme Fläche, denn Straßen für den motorisierten Individualverkehr und Parklätze verursachen einen hohen Flächenbedarf und starke Versiegelungen. Auch sind die emissionsarmen Alternativen – zu Fuß oder mit dem Fahrrad – deutlich günstiger als Besitz und Betrieb eines PKWs.

Der Beitrag der Fußgänger und des Fahrrads zum Klima- und Umweltschutz ist aber für die hier betrachtete Einsparpotenzialanalyse von größter Bedeutung. Die anderen vorgenannten Beiträge von Fußgängern und Fahrradfahrern gelten ebenfalls als wichtig und unterstützend, werden hier aber nicht weiter betrachtet. Untersuchungen zeigen, dass durch den Rad- und Fußverkehr rund 140 g Treibhausgas-Emissionen pro Personenkilometer gegenüber dem PKW eingespart werden können. Ein Berufspendler mit je 5 km könnte daher durch den Verzicht auf die Autonutzung im Jahr Treibhausgasemissionen in Höhe von rund 300 kg CO<sub>2</sub>Äq einsparen. Der Radverkehr ist somit gemeinsam mit dem Fußverkehr die klimaschonendste Fortbewegungsart. (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2021). In einer Studie des Bundesumweltministeriums wurde erhoben, dass sich in Ballungsgebieten – vergleichbar mit dem

untersuchten Quartier - bis zu 30 Prozent der PKW-Fahrten auf den Radverkehr verlagern ließe (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2021), da eine Vielzahl der PKW-Fahrten Strecken kürzer als 5 km ausmachen. Das bedeutet für das Quartier „Innenstadt und Unterbohingen“ ein maximales Einsparpotenzial von 12.811 MWh bzw. 3.575 t CO<sub>2</sub>Äq pro Jahr. Hinzukommt der mögliche Ersatz der bestehenden Krafträder. Geht man hier ebenfalls von einem Umstiegspotenzial von 30 % aus, ergibt sich eine zusätzliche jährliche Einsparung von 119 MWh bzw. 30 t CO<sub>2</sub>Äq im Quartier.

Bei der Betrachtung der vorhandenen Infrastruktur wurde ein besonderes Augenmerk auf die bestehende Fuß- und Radinfrastruktur gelegt. Der Ausbau und Zustand der Fuß- und Radwege, die Barrierefreiheit, die Topographie (keine deutlichen Höhenunterschiede) sowie das Merkmal „Stadt der kurzen Wege“ können für das Quartier „Innenstadt und Unterbohingen“ bereits als gut bis sehr gut charakterisiert werden. Wir gehen zwar davon aus, dass die Bevölkerung zu einer gesteigerten Nutzung von Fußwegen und Fahrrädern ermutigt wird, wenn die bestehende Infrastruktur noch weiter ergänzt und ausgebaut wird, was ein erklärtes Ziel des in 2019 erarbeiteten Radverkehrskonzept ist (brenner BERNARD ingenieure GmbH, 2019). Es kommt jedoch vielmehr auf die Sensibilisierung der Bewohner an, die eigenen Wege innerhalb des Quartieres ohne den eigenen PKW oder das Kraftrad zurückzulegen. Eine Informationskampagne ist hier als Maßnahme sehr sinnvoll. Eine Aufklärung über den eigenen – oben aufgeführten – CO<sub>2</sub>-Fußabdruck kann beispielsweise eine große und nachhaltige Wirkung bei den Bürgern erzielen.

Da die bestehende Infrastruktur im Vergleich zu anderen Ballungsgebieten für Fußgänger und Fahrradfahrer bereits attraktiv genug ist und ein Ausbau bzw. Verbesserung darüber hinaus vorgesehen ist, kann hier als nennenswerte Maßnahme nur eine Informationskampagne aufgeführt werden. Es ist davon auszugehen, dass die Aufklärung und Sensibilisierung nicht zu den oben aufgeführten 30 % Einsparung führen wird. Umstiegspotenzial der PKW- und Kraftradnutzer von 15 % erscheint jedoch aus heutiger Sicht durchaus realistisch. Das bedeutet eine mögliche Reduzierung von bis zu 6.465 MWh bzw. 1.802 t CO<sub>2</sub>Äq pro Jahr. Ein Umdenken des individuellen Verhaltens ist im Quartier sehr gut möglich und ist vor Ort mit wenigen bis keinen Qualitätseinbußen verbunden.

### **Verkehrseinsparpotenzial II: Öffentliche Verkehrsmittel**

Eine weitere Möglichkeit zur Einsparung von Emissionen im Verkehrsbereich ist die Verbesserung des ÖPNV. Das Angebot an ÖPNV in Wendingen ist im Vergleich vieler anderer vergleichbaren Kommunen recht gut. Zwar sind die Taktzeiten der Buslinien recht weitmaschig und in den Abendstunden und an Wochenenden werden nur wenige Busverbindungen angeboten, da sie zumeist auf Schülerverkehre und Pendler ausgerichtet sind. Eine rein statische Taktverdichtung ist jedoch schwierig, da zusätzliche Busse bei fehlender Auslastung mehr Energie verbrauchen als sie durch vermiedene Autofahrten einsparen könnten. Zudem wirkt der ehrenamtlich betriebene Bürgerbus hier bereits dagegen und bedient die Bürger bei individuellen Fahrtwünschen. Es ist daher wenig wahrscheinlich, dass der ÖPNV im Quartier mit entsprechendem Zusatzfahrten wesentlich an Attraktivität gewinnen und zusätzliche Fahrgäste gewinnen wird. Eine Sensibilisierung auf den

Klimaschutzbeitrag jedes Einzelnen könnte die Emissionseinsparung durch eine verstärkte ÖPNV-Nutzung leicht erhöhen. Eine spürbare Verbesserung ist jedoch nicht zu erwarten und daher auch keine signifikanten Einsparungen an Emissionen.

Anzumerken sei an dieser Stelle jedoch, dass eine regelmäßige Prüfung sinnvoll ist, ob einige der Pendlerfahrten noch besser vom bestehenden ÖPNV-Angebot besser abgefangen werden können.

### **Verkehrseinsparpotenzial III: Mitfahrzentralen und Carsharing**

Eine eher untergeordnete Rolle spielt im betrachteten Quartier das Thema Mitfahrzentralen, da diese insbesondere eher für überregionale Mitfahrwünsche das Mittel der Wahl sind. Daher wird an dieser Stelle nur sehr knapp auf dieses Einspar- bzw. Umstiegspotenzial eingegangen. Die Information und Sensibilisierung kann und sollte jedoch in den bereits oben aufgeführten Informationskampagnen o.ä. mitberücksichtigt werden. Durch eine Zweier- und Mehr-Fahrgemeinschaft lassen sich der spezifische Treibstoffverbrauch und Emissionen pro Person und Kilometer deutlich verringern. Unter Umständen kann sogar die Anschaffung eines Zweitwagens durch Fahrgemeinschaften überflüssig werden. Zusätzlich reduzieren Fahrgemeinschaften den Parkplatzbedarf. Für regelmäßige Pendelstrecken bietet sich die Bildung einer Fahrgemeinschaft also definitiv an. Viele Arbeitgeber unterstützen Fahrgemeinschaften durch betriebsinterne Vermittlungsbörsen, durch reservierte Parkplätze und andere Vergünstigungen. Auch die überregionalen Internetplattformen bieten in der Regel eine geeignete Möglichkeit für das Auffinden von Pendlerpartnern an (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2021).

Auch das CarSharing - zu Deutsch "Autoteilen" – kann im Quartier seinen Beitrag zur Reduzierung von Ressourcenverbrauch leisten. Hier besitzt man das Auto nicht selbst, sondern teilt es sich mit anderen Bürgern. CarSharing ist nicht nur ein Phänomen der Großstädte: In 446 Orten mit weniger als 20.000 Einwohnern gibt es mittlerweile stationsbasierte CarSharing-Angebote. In Wendingen findet sich z.B. folgender Carsharing-Anbieter: <https://www.carsharing-wendingen.de/>. Die deutschen CarSharing-Anbieter gelten zudem mit einem Anteil der batterieelektrischen Fahrzeuge und Plug-in-Hybride an der deutschen CarSharing-Flotte von 18,5 % als Vorreiter im Bereich der E-Mobilität (Bundesverband CarSharing e.V., 2021).

### **Verkehrseinsparpotenzial IV: Alternative Antriebe**

Soll die Mobilität trotz der vorgenannten Möglichkeiten mit dem Auto stattfinden, dann können anstatt konventioneller Verbrennungsmotoren alternative Antriebe eingesetzt werden.

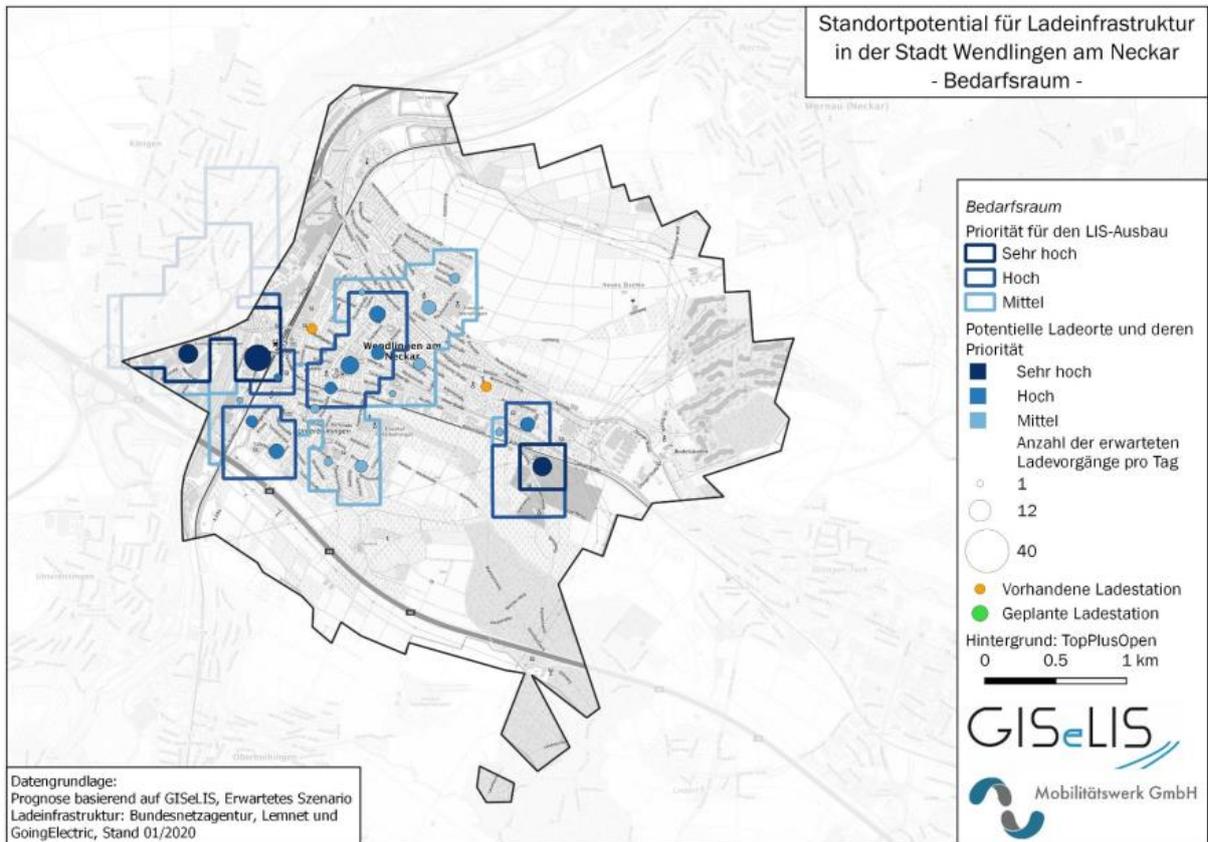
Die Durchdringung alternativer Antriebe mit Hybrid-, Erdgas- oder Wasserstoff-PKW ist eine Entwicklung, die außerhalb der Quartiersebene bestimmt wird und darum nicht im Fokus des vorliegenden Quartierskonzeptes liegt. Aus diesem Grund werden ihre Einsparpotentiale nicht tiefer betrachtet. Ausnahme bilden hier die Elektroantriebe. Hier ist der Wirkungsfaktor durch die Stadtverwaltung im Quartier enorm, so dass im Folgenden etwas tiefer hierauf eingegangen wird.

#### **IV.a Ausbau E-Mobilität im Quartier**

Für die Stadt Wendlingen am Neckar steigt die Anzahl der E-Autos laut einer Studie von der *Mobilitätswerk GmbH* von 32 (Stand 01.01.2019) auf ca. 1.500 E-Fahrzeuge bis 2030, was einem Anteil von ca. 14,8 % entsprechen würde. Diese Entwicklung ist natürlich von verschiedenen Parametern wie der Entwicklung der Fahrzeugpreise, Batterietechnologie, Rohstoffpreise und Fördermaßnahmen abhängig (*Mobilitätswerk GmbH*, keine Jahresangabe). Es ist jedoch von einem stetigen Wachstum von der Anzahl der E-Fahrzeuge auszugehen, bundesweit sowie in Wendlingen.

Für einen erfolgreichen Ausbau der E-Mobilität ist jedoch das Vorhandensein einer ausreichenden Anzahl an Lade-Infrastruktur unabdingbar. Viele E-Fahrzeugbesitzer laden ihre PKWs derzeit an ihren privaten Hausanschlüssen auf. Aktuell verfügt das Quartier über 1 Ladesäule auf dem Behrparkplatz. Hier ist aufgrund von Baumaßnahmen in 2022 ein Standortwechsel zu den Parkbuchten auf der Höhe Stuttgarter Str. 35/1 geplant. Diese Ladesäule ist ein Normallader mit zwei Ladepunkten und je 22 kW. Die jährliche Abnahme von ca. 6.000 kWh zeigt, dass die Ladesäule sich an Beliebtheit bei den Einwohnern erfreut. Eine detailliertere Auswertung des Nutzerverhaltens vor Ort liegt jedoch nicht vor. Es ist daher nicht bekannt welche Nutzergruppe (Bürger, Pendler, Geschäftsreisende, Gäste & Touristen) diese nutzen bzw. welche Beweggründe vorliegen (Schnellladen, um die Fahrt fortsetzen zu können; Gelegenheitsladen, wenn sich die Gelegenheit aus ergibt; Laden am Zielort abhängig von der zurückgelegten Strecke oder privates Laden zur Deckung des primären Ladebedarfes).

Des Weiteren ist eine Ladesäule mit zwei Ladepunkten (je bis 22kW) am Rathaus (Am Marktplatz 2) geplant. Ziel ist es mit diesem Standort die PKW-Fahrer in die Stadtmitte bzw. in das nahegelegene Freibad bzw. Sportstätte zu bringen, um weitere Angebote wie Einkaufen nutzen zu können. Aus diesem Grund ist hier auch kein Schnelllader geplant. Ideen zu weiteren Ladesäulen gibt es, sind aber noch nicht konkret. Zur Entscheidung eines geeigneten Standortes werden u.a. die Untersuchungen hierzu durch die *Mobilitätswerk GmbH* herangezogen (vgl. Abbildung 29).



**Abbildung 29: Prognostizierte Bedarfsräume für Ladesäulen in Wendlingen am Neckar**  
 (Mobilitätswerk GmbH, keine Jahresangabe)

Bisher wurden die Ladesäulen in Wendlingen von der Stadt aufgestellt, bezahlt und betrieben. Die oben erwähnte Erweiterung am Rathaus geht auf selbiges Invest- und Betriebsmodell zurück. Da für die notwendige Ausweitung – das Potenzial ist wie oben geschildert vorhanden – kein ausreichendes Budget in der Stadt vorgesehen ist, sollte ein neues Betriebsmodell gefunden werden z.B. über die NetzeBW. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit externe Dritte als Anbieter und Betreiber zu nutzen. Dafür wurden einige Flächen unter FlächenTOOL // NOW GmbH (flaechentool.de) angeboten, damit mögliche externe Dritte ebenfalls Ladesäulen im Quartier aufstellen können.

Über die Zahlungsbereitschaft liegen keine Informationen vor. Es ist anzunehmen, dass der aktuelle Strompreis als Referenz dienen wird, ggf. zuzüglich eines Zuschlags aufgrund Investition und Betrieb. Eine Subventionierung der Stromkosten sieht die Stadtverwaltung derzeit nicht vor. Förderungen seitens der Stadt gibt es jedoch bereits heute. Unter anderem wird durch die Bereitstellung der kostenlosen Standorte die E-Mobilität gefördert. Zudem werden vom Stromanbieter zusätzlich Ausschüttungen ausgezahlt, wenn es in einem Monat zu 25 oder mehr Ladevorgängen an einer Ladesäule kommt. In 2019 wurde die Ladesäule auf dem Behrplatz durchschnittlich 33-mal im Monat für Ladevorgänge angefahren. In drei Monaten waren es weniger als 25 Ladungen, an denen es daher zu keinen Ausschüttungen kam.

Die E-Mobilität hat einen signifikanten Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz. Zum einen muss man sagen, dass die Herstellung eines E-Autos heute immer noch mehr Energie verbraucht, als diese von Produzenten von Verbrenner-Fahrzeugen eingesetzt werden muss. Zum anderen lässt sich aber auch feststellen, dass über die gesamte Lebensdauer eines heutigen Elektrofahrzeugs der Kompaktklasse gegenüber einem Benziner etwa 30 Prozent und gegenüber einem vergleichbaren Diesel etwa 23 Prozent weniger Klimagase produziert wird. Es wird vom Bundesumweltministerium prognostiziert, dass die CO<sub>2</sub>-Bilanz von E-PKW wird sich aufgrund der Senkung des Emissionsfaktors beim deutschen Strommix durch erneuerbare Energien weiterhin verbessern wird (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2021). Zur Berechnung des Einsparpotenzials wird die Annahme getroffen, dass ausschließlich PKWs mit Benzinmotor ausgetauscht werden. Begründen lässt sich dies mit der Tatsache, dass die überwiegende Mehrheit der Dieselfahrzeuge für Langstrecken zum Einsatz kommt, bei denen E-Fahrzeuge in den nächsten Jahren aufgrund ihrer limitierten Reichweite noch keinen adäquaten Ersatz bieten. Nehmen wir das durch die *Mobilitätswerk GmbH* ermittelte Potenzial von 1.500 E-Fahrzeugen bis zum Jahr 2030, kommen wir auf eine Einsparung von 826 t CO<sub>2</sub>Äq im Jahr. E-Scooter, E-Tretroller oder Elektro-Tretroller spielen ebenfalls eine Rolle bei dem Ersatz von benzinbetriebenen PKWs, wurden in der Bilanz jedoch nicht separat berücksichtigt.

Um die Quartiersbewohner für E-Mobilität zu begeistern und somit umweltfreundliche Antriebstechnik zu fördern, erscheint auch hier die Einbindung in eine Informationskampagne sinnvoll.

#### **IV.b Ausbau E-Mobilität in der kommunalen Fahrzeugflotte**

Ebenso kann die Umstellung auf einen elektronischen Antrieb bei den 16 kommunalen Fahrzeugen des Bauhofes (Reform TX 10, Kärcher, Piaggio Porter Kipper, Iveco Kipper, VW T 5 Pritsche, VW Crafter, Piaggio Kipper, 2x VW Caddy, Terex TL 80, MAN 7,5 t, Fendt Traktor, 2x Renault Master, JD Traktor, DB Pritsche) zu einer Einsparung führen. Die Fahrzeuge werden gegenwärtig überwiegend mit Dieselmotoren betrieben. Diese haben jedoch i.d.R. keine weiten Strecken zu befahren bzw. lange Einsätze zu leisten, so dass von einer möglichen Umrüstung generell auszugehen ist. Bei einem angenommenen Austausch der Diesel-Fahrzeuge um 30 % hin zur Elektromobilität ergäbe sich ein jährliches Einsparpotenzial von 0,03 Tonnen Kohlenstoffdioxid. Dieser Anteil ist sehr gering. Da die Fahrzeugflotte jedoch in kommunaler Hand liegt, sollte die Vorbildfunktion und Außenwirkung nicht unterschätzt werden.

#### **Verkehrseinsparpotenzial V: Digitalisierung bzw. Vermeidung von Wegen**

Ein weiteres Einsparpotenzial bietet die zunehmende Digitalisierung. Durch das Internet können heute viele Dinge bis in die Wohnung geliefert werden. Moderne Kühlschränke etwa kommunizieren schon heute mit dem Supermarkt und bestellen Dinge dort. Durch diese und ähnliche technische Entwicklungen lassen sich künftig viele Wege einsparen. Wir schätzen es als schwierig ein, die konkreten Einspareffekte dieser Optionen zu beziffern. Sie dienen daher wiederum als eine von vielen Möglichkeiten, auf die im Rahmen von Informationskampagnen hingewiesen werden kann.

## 3.3 VARIANTENVERGLEICH WÄRMEVERSORGUNG

### 3.3.1 HINTERGRUND

Wie im Abschnitt 2.3 vorgestellt, wird ein Großteil der Treibhausgasemissionen im Quartier durch den Wärmeverbrauch verursacht. Um diese Treibhausgasemissionen zu senken, ist eine Transformation des Wärmesektors von einer fossilen (siehe Abschnitt 2.1.2) hin zu einer erneuerbaren, emissionsarmen Wärmeversorgung notwendig.

Für eine neue emissionsarme Wärmeversorgung bestehen prinzipiell zwei Möglichkeiten: Entweder die Gebäude werden über ein Wärmenetz mit einer emissionsarmen Wärmeversorgung versorgt oder es wird eine individuelle, dezentrale und emissionsarme Wärmeversorgung für jedes Gebäude installiert.

Im betrachteten Quartier bietet sich ein Mix aus beiden Lösungen an. Für Gebiete mit hoher Wärmedichte ist der Aufbau eines Wärmenetzes in der Regel technisch und wirtschaftlich sinnvoll, für die dünner besiedelten Gebiete (wie zum Beispiel die Einfamilienhaussiedlungen im Quartier) bieten sich erneuerbare, dezentrale Wärmelösungen an.

Aus diesem Grund sollen in diesem Abschnitt sowohl sinnvolle Varianten für potenzielle Wärmenetze als auch für eine dezentrale Versorgung im Quartier beleuchtet werden.

#### 3.3.1.1 GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Die Optionen für neu installierte Wärmeversorgungsanlagen sind in Wendlingen durch verschiedene Gesetze vorgegeben. In diesem Abschnitt sollen die entsprechenden gesetzlichen Rahmenbedingungen überblicksweise vorgestellt werden. Die detaillierten Bestimmungen und mögliche Sonderfälle finden sich in den entsprechenden Gesetzestexten.

Die Bestimmungen für Wärmeversorgungsanlagen in Baden-Württemberg, und damit auch für Wendlingen, sind in zwei Gesetzen festgelegt: Zum einen regelt auf Bundesebene seit Oktober 2020 das Gebäudeenergiegesetz (GEG) die Anforderungen für neu installierte Wärmeerzeugungsanlagen (der Gesetzestext ist [hier](#) zu finden). Zum anderen befinden sich weitere Regelungen für Wärmeerzeugungsanlagen im Erneuerbaren-Wärme-Gesetz des Landes Baden-Württemberg (EWärmeG, Gesetzestext kann [hier](#) nachgelesen werden).

Laut dem GEG müssen Heizungsanlagen nach spätestens 30 Jahren ersetzt werden. Ausnahmen sind Öl- oder Heizkessel mit Brennwert oder Niedertemperaturtechnologie oder Gebäude, die seit mindestens 2002 vom Gebäudeeigentümer bewohnt werden. Beim Austausch der Heizungsanlage oder für einen Neubau gibt das GEG in Anlage 5 konkrete Ausführungsvarianten für verschiedene Gebäudetypen vor (Bundesministerium der Justiz und Verbraucherschutz, 2020). Für ein freistehendes Haus sind beispielsweise laut GEG folgende Wärmeversorgungsoptionen möglich:

- Kessel für feste Biomasse & Pufferspeicher
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Wasser-Wasser-Wärmepumpe
- Sole-Wasser-Wärmepumpe

- Brennwertgerät (Gas oder Öl) & Solarthermie
- Nah-/Fernwärmeversorgung
- Lokale Kraft-Wärme-Kopplung

Ergänzend dazu ist im EWärmeG des Landes Baden-Württemberg festgelegt, dass nach einem Austausch der Heizungsanlage in einem Wohngebäude mindestens 15 % des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden müssen. Dieser vorgeschriebene Anteil sinkt auf 5 %, wenn ein professioneller Sanierungsfahrplan für das Haus erstellt wird. Alternativ kann das Gebäude auch an ein Wärmenetz mit einer Wärmeerzeugungsanlage mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) oder mindestens 15 % erneuerbaren Energien angeschlossen werden, um die Voraussetzungen zu erfüllen (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2021). Ähnliche Anforderungen gelten für Neubauten, näheres ist im entsprechenden Gesetzestext geregelt.

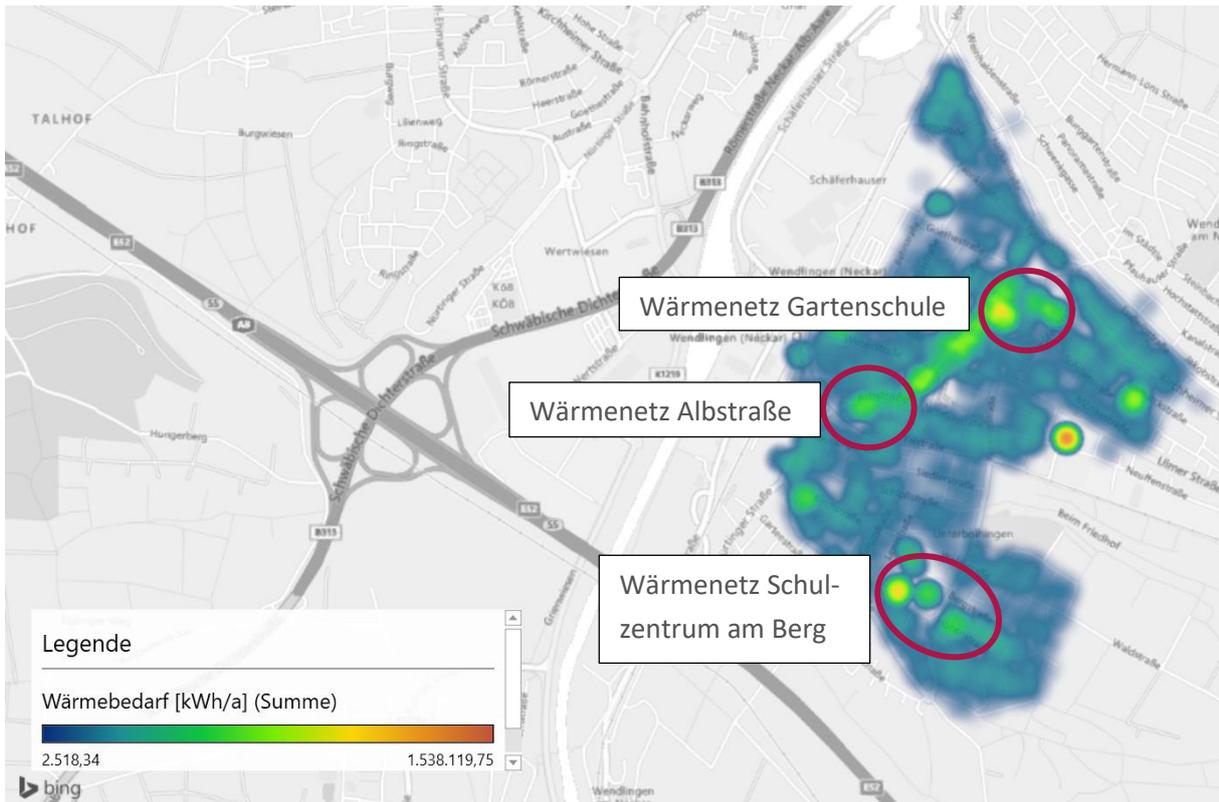
Durch die genannten Gesetzesanforderungen ist eine alleinige Wärmeversorgung mit einer öl- oder erdgasbasierten Wärmeerzeugungsanlage, wie sie heute in vielen Gebäuden in Wendlingen genutzt wird, nach einem Austausch der Wärmeerzeugungsanlage oder im Neubau nicht mehr möglich. Deshalb sollen in diesem Abschnitt Varianten aufgezeigt werden, durch welche ökologisch und wirtschaftlich effizienten Optionen die Wärmeversorgung nach einer Erneuerung der Wärmeerzeugungsanlage oder bei einem Neubau gedeckt werden kann.

### *3.3.1.2 IDENTIFIZIERUNG VON GEBIETEN FÜR POTENZIELLE WÄRMENETZE*

Um die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen im Quartier zu bestimmen, wurden zunächst potenziell geeignete Standorte für Wärmenetze im Quartier identifiziert.

Die geeigneten Standorte wurden anhand des Wärmebedarfs der Gebäude ermittelt. Dafür wurden die errechneten Wärmebedarfe der Gebäude auf einer so genannten Heatmap abgebildet. Die Heatmap zeigt die unterschiedlichen absoluten Wärmebedarfe der Gebäude im Quartier durch verschiedene Farben an. Dabei ist ein geringer Wärmebedarf mit blau markiert, ein höherer Wärmebedarf mit grün und die höchsten Wärmebedarfe mit der Farbe gelb und rot.

Die Abbildung 30 zeigt, dass die höchsten Wärmebedarfe im Quartier sich zum einen entlang der Unterboihinger Straße befinden. Weiterhin existiert eine Insel mit hohem Wärmebedarf im Quartier am Schulzentrum am Berg. Dieses befindet sich im Süden des Quartiers und umfasst die Johannes-Kepler-Realschule und das Robert-Bosch-Gymnasium sowie die Mensa am Berg.



**Abbildung 30: Heatmap des Quartiers**

Anhand der Heatmap wurden drei mögliche Gebiete für Wärmenetze im Quartier identifiziert. Die Gebiete zeichnen sich alle zum einen durch einen hohen Wärmebedarf aus. Zum anderen verfügen alle identifizierten Gebiete über Ankergebäude, bei denen Platz für eine Heizzentrale und bei dessen Eigentümern Interesse an einer Wärmelösung mit einem Wärmenetz vorhanden ist. Die weiteren Spezifika der identifizierten Gebiete werden in den nachstehenden Abschnitten der einzelnen Wärmenetze vorgestellt.

### 3.3.2 POTENZIELLE WÄRMENETZE IM QUARTIER

#### 3.3.2.1 ANNAHMEN DER WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

In diesem Abschnitt werden die technischen und wirtschaftlichen Annahmen vorgestellt, die den im Anschluss vorgestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Wärmenetze zu Grunde liegen. Die hier aufgeführten Annahmen betreffen die Berechnungen aller drei potenziellen Wärmenetze. Annahmen, die nur das einzelne Wärmenetz betreffen, werden in dem Abschnitt separat aufgeführt.

Tabelle 16: Übersicht der technischen und wirtschaftlichen Kennzahlen

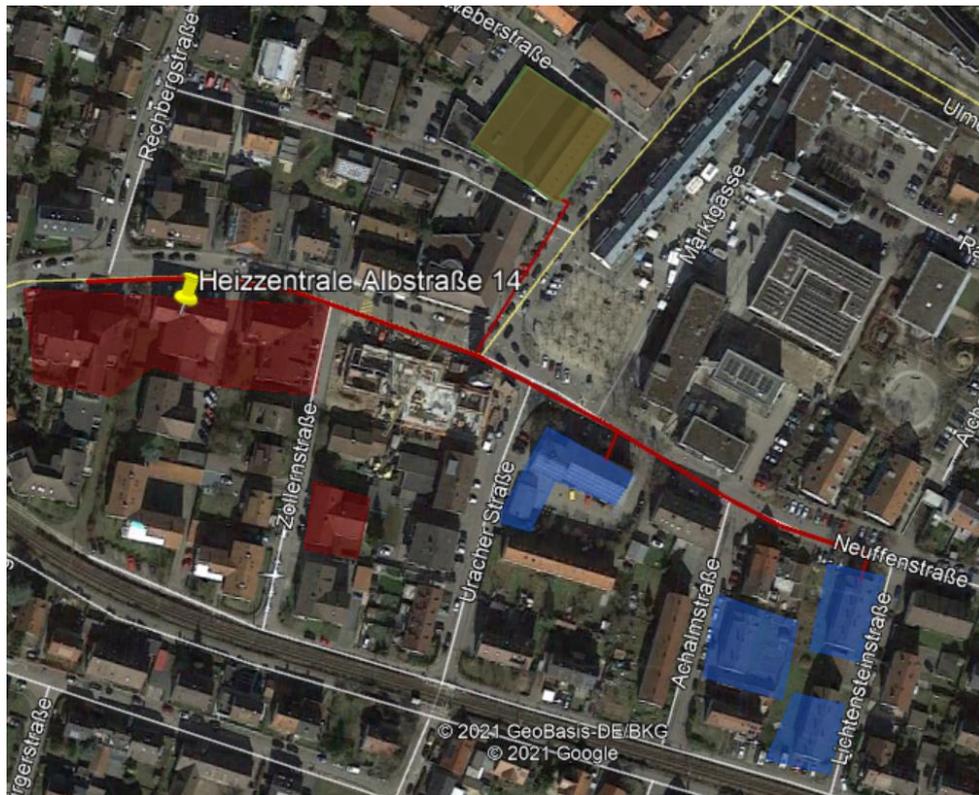
Kennzahl	Wert	Quelle
<b>Technische Kennzahlen</b>		
Hausanschlussquote	100 % der betrachteten Gebäude schließen sich an	
Umrechnungsfaktor Brennwert/Heizwert	1,105	
Primärenergiefaktoren	Siehe GEG §22 und Anlage 4	(Bundesministerium der Justiz und Verbraucherschutz, 2020)
Beginn Wärmelieferung	2023	
Betrachtungszeitraum	20 Jahre	
Preise Energiebezug		
Strompreis Arbeitspreis	19,69 ct/kWh	(grünES GmbH, 2021)
Strompreis Grundpreis	9,94 €/Monat	(grünES GmbH, 2021)
Gaspreis Arbeitspreis	5,71 ct/kWh	(Stadtwerke Esslingen am Neckar GmbH & Co. KG, 2021)
Gaspreis Grundpreis	16,00 €/Monat	(Stadtwerke Esslingen am Neckar GmbH & Co. KG, 2021)
Kosten Holzhackschnitzel	2,5 ct/kWh	(C.A.R.M.E.N. e.V., 2020)
CO <sub>2</sub> -Preise		
CO <sub>2</sub> -Preis 2023	35 € / t CO <sub>2</sub>	(Bundesregierung, 2019)
CO <sub>2</sub> -Preis 2024	45 € / t CO <sub>2</sub>	(Bundesregierung, 2019)
CO <sub>2</sub> -Preis 2025	55 € / t CO <sub>2</sub>	(Bundesregierung, 2019)
CO <sub>2</sub> -Preis 2026	60 € / t CO <sub>2</sub>	(Bundesregierung, 2019)
<b>Finanzielle Kennzahlen</b>		
Baukostenzuschuss	60,83 €/kW	(Verbraucherzentrale Hamburg, 2015)
Grundpreis Wärme	103,21 €/kW	(Stadtwerke Esslingen am Neckar GmbH und Co. KG, 2021)
Anteil Fremdkapital	70%	
Laufzeit Kredit	20 Jahre	
Zinssatz Kredit	2,5 %	
Interne Kapitalverzinsung	5 %	
Ertragssteuersatz	30 %	
<b>Kostenansätze</b>		
Projektmanagement	10 % der Investitionskosten	
Unvorhergesehenes	10 % der Investitionskosten	
Genehmigungen/IBN	6 % der Investitionskosten	
Wartung und Instandhaltung	5 % der Investitionskosten/Jahr	

Betriebsführung	2 % der Investitionskosten/Jahr	
Versicherung pro Jahr	1 % der Investitionskosten/Jahr	
<b>Preissteigerungen</b>		
Steigerung Holzhackschnitzel	1 % pro Jahr	(C.A.R.M.E.N. e.V., 2020)
Steigerung CO <sub>2</sub> -Preis ab 2026	2 % pro Jahr	
Steigerung Strom- und Gaspreise	2 % pro Jahr	
Steigerung Wärmepreise (Grund- und Arbeitspreis)	1 % pro Jahr	
Steigerung Kosten Wartung, Instandhaltung, Betriebskosten, Versicherung	2 % pro Jahr	

Unter den genannten Annahmen erfolgte die Wirtschaftlichkeitsberechnung als Gestehungskostenrechnung unter Ermittlung kapital-, betriebs- und verbrauchsgebundener Kosten je Variante. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind in den folgenden Abschnitten zu finden.

### *3.3.2.2 ERGEBNISSE WÄRMENETZ ALBSTRASSE*

Zu dem identifizierten Gebiet für ein potenzielles Wärmenetz in der Albstraße gehören vier Häuser der Stadtbau Wendingen am Neckar GmbH (in Abbildung 31 eingezeichnet in rot) sowie vier Gebäude zwischen Achalmstraße und Lichtensteinstraße (eingezeichnet in blau), die bis 2023 abgerissen und neu gebaut werden und ein Neubau in der Albstraße 23/25 (eingezeichnet in grün).



**Abbildung 31: Übersicht potenzielles Wärmenetz Albstraße**

All diese Gebäude benötigen mittelfristig eine neue Wärmeversorgung, da entweder die bestehende Wärmeerzeugungsanlage aus Altersgründen ausgetauscht werden oder im Zuge des Neubaus der Gebäude eine neue Wärmeerzeugungsanlage installiert werden muss. Die Eigentümer dieser Gebäude haben daher konkretes Interesse an einer Lösung mit einem Wärmenetz geäußert. Im Rahmen des Quartierskonzeptes haben bereits erste Gespräche mit den Gebäudeeigentümern stattgefunden, die nach Abschluss des Quartierskonzeptes von der Stadtverwaltung Wendlingen fortgesetzt werden.

Der Standort für die Heizzentrale des potenziellen Wärmenetzes wäre in der Albstraße 14. Der Wärmebedarf der neun Gebäude, die über das potenzielle Wärmenetz versorgt werden könnten, beträgt bei einem Raumwärmebedarf von 125 kWh/m<sup>2</sup>/a bei den Gebäuden der Stadtbau und 60 kWh/m<sup>2</sup>/a bei den Neubauten sowie einem Trinkwarmwasserbedarf von 15 kWh/m<sup>2</sup>/a im Jahr insgesamt 2,3 GWh im Jahr. Die benötigte Kapazität der Wärmeerzeugungsanlagen zur Versorgung der Gebäude ist 1.670 kW groß.

Für das potenzielle Wärmenetz wurden vier verschiedene Erzeugungsoptionen angenommen, die alle den bestehenden Bestimmungen von GEG und EWärmeG entsprechen:

- Variante 1: Holzhackschnitzel-Kessel mit Wärmespeicher
- Variante 2: Luftwärmepumpe mit Erdgas-Kessel und Speicher
- Variante 3: Erdgas-BHKW, Solarthermieanlage und Erdgas-Kessel
- Variante 4: Erdwärmepumpe mit Erdgas-Kessel und Speicher

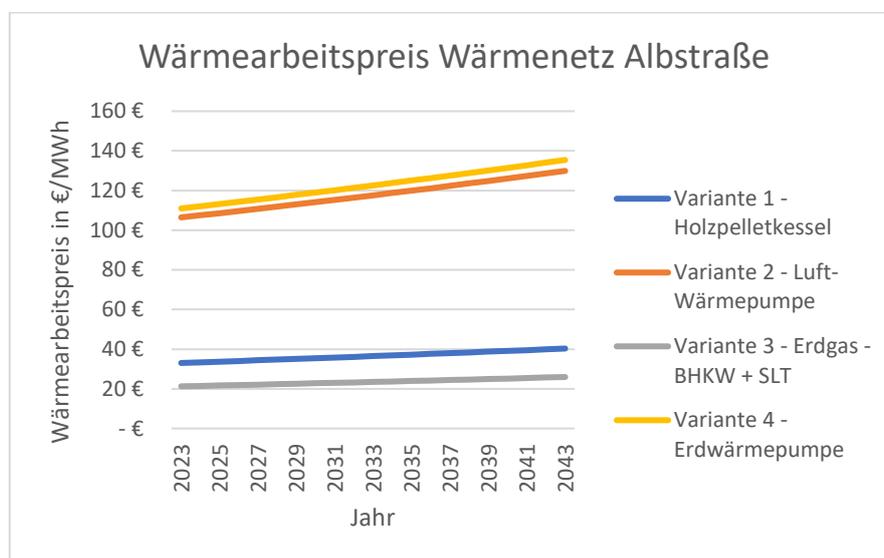
Mit den Annahmen aus Abschnitt 3.3.2.1 wurde eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für diese vier verschiedenen Varianten durchgeführt. In Tabelle 17 sind die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung aufgeführt. Auf Grund einer hohen Förderung der KWK-Technologie

und einem verhältnismäßigen niedrigen Erdgaspreis ist die Variante 3 (Erdgas-BHKW, Solarthermie und Erdgas-Kessel) mit einem Wärmemischpreis<sup>2</sup> von 98 €/MWh die preisgünstigste Variante. Gefolgt wird diese von der Variante 1 (Holzhackschnitzel-Kessel mit Wärmespeicher) mit einem Wärmemischpreis von 111 €/MWh.

**Tabelle 17: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung Wärmenetz Albstraße**

Variante	Investitionskosten	Durchn. Wärmemischpreis
Variante 1 (HHS-Kessel)	1,5 Mio €	111 €/MWh
Variante 2 (Luftwärmepumpe)	1,6 Mio €	192 €/MWh
Variante 3 (Erdgas-BHKW + SLT)	0,5 Mio €	98 €/MWh
Variante 4 (Erdwärmepumpe)	1,7 Mio €	200 €/MWh

Bei dem Blick auf den Arbeitspreis des Wärmebezugs über den Zeitverlauf bestätigt sich das Ergebnis. Auch hier ist Variante 3 die günstigste, gefolgt von Variante 1 und 2.



**Abbildung 32: Verlauf Arbeitspreis Wärmenetz Albstraße**

Der ökologische Effekt der Umsetzung der Varianten kann in diesem Fall leider nicht bestimmt werden. Grund dafür ist, dass alle Anschlussnehmer an das potenzielle Wärmenetz ohnehin kurz- bis mittelfristig eine neue Heizungsanlage installieren müssen. Da nicht bekannt ist, welche dezentralen Wärmerversorgungsmöglichkeiten die Alternativoptionen wären, können hier keine gesicherten Aussagen zur Einsparung von Treibhausgasemissionen getroffen werden.

Die Berechnungen zeigen jedoch, dass die Versorgung der Gebäude über ein Wärmenetz eine effiziente, wirtschaftliche und für die Gebäudeeigentümer komfortable Option wäre.

<sup>2</sup> Der durchschnittliche Wärmemischpreis ist der Preis, der über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren für eine MWh Wärme gezahlt werden müsste. Er setzt sich zusammen aus einem Grundpreis und einem Arbeitspreis für die Wärmelieferung.

### 3.3.2.3 ERGEBNISSE WÄRMENETZ GARTENSCHULE

Das zweite betrachtete Gebiet für ein potenzielles Nahwärmenetz ist das Gebiet um die Gartenschule. Ein Vorteil für ein potenzielles Wärmenetz in diesem Gebiet ist, dass in der Gartenschule eine ältere Wärmeerzeugungsanlage existiert, die mittelfristig ausgetauscht werden muss. Weiterhin verfügt die Gartenschule über eine ausreichend große Fläche für eine Erweiterung der Wärmeerzeugungsanlage, sodass die Hochhäuser in der Unterboihinger Straße und die Gebäude zwischen diesen zwei Gebieten mit versorgt werden könnten. In Abbildung 33 ist der Trassenverlauf und die angeschlossenen Gebäude des potenziellen Nahwärmenetzes zu sehen.



Abbildung 33: Übersicht potenzielles Nahwärmenetz Gartenschule

Insgesamt handelt es sich bei dem hier betrachteten Nahwärmenetz um die Anbindung von 29 Gebäuden mit einer benötigten Kapazität der Wärmeerzeugungsanlagen von insgesamt 2.400 kW. In diesem Fall wurden im Rahmen des Quartierskonzeptes keine Vorgespräche mit Gebäudeeigentümern geführt. Daher ist die Anschlussquote mit 100 % mit einer höheren Unsicherheit verbunden als bei dem ersten vorgestellten potenziellen Wärmenetz in der Albstraße.

Die Varianten für die Wärmeerzeugung des Netzes wurden entsprechend der gesetzlichen Vorgaben und analog zu den Varianten des potenziellen Wärmenetzes in der Albstraße gewählt. Es wurden wieder vier verschiedene Varianten für die Wärmeerzeugung angenommen:

- Variante 1: Holzhackschnitzel-Kessel und Erdgas-Kessel
- Variante 2: Luftwärmepumpe mit Erdgas-Kessel

- Variante 3: Erdgas-BHKW, Solarthermieanlage und Erdgas-Kessel
- Variante 4: Erdwärmepumpe mit Erdgas-Kessel

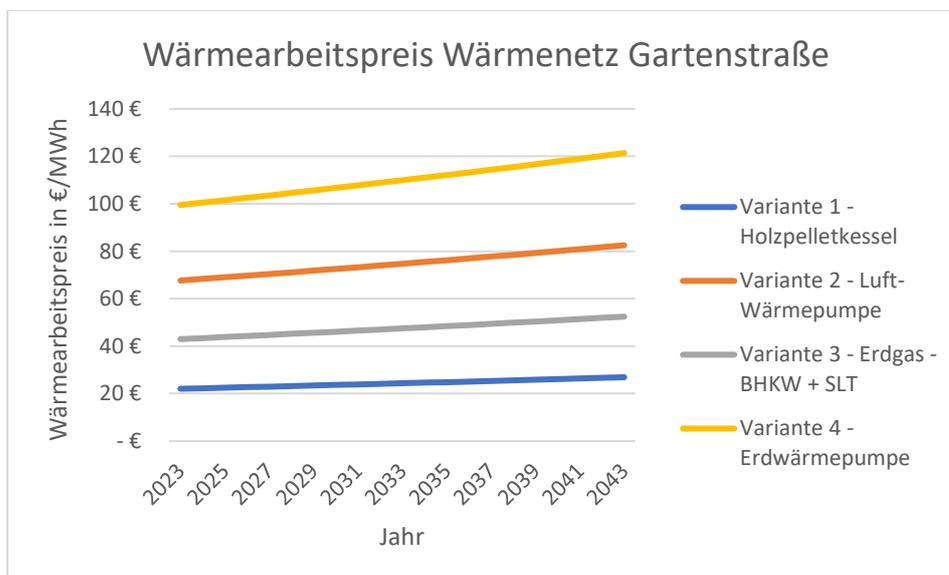
Legt man die in Abschnitt 3.3.2.1 genannten Annahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Grunde, ergeben sich für die verschiedenen Varianten des Wärmenetzes folgende Ergebnisse:

**Tabelle 18: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung Wärmenetz Gartenschule**

Variante	Investitionskosten	Durchn. Wärmemischpreis
Variante 1 (HHS-Kessel)	0,9 Mio €	99 €/MWh
Variante 2 (Luftwärmepumpe)	1,8 Mio €	150 €/MWh
Variante 3 (Erdgas & SLT)	0,5 Mio €	123 €/MWh
Variante 4 (Erdwärmepumpe)	2,8 Mio €	187 €/MWh

In diesem Falle ist die Variante mit Holzhackschnitzelkessel und Erdgaskessel die wirtschaftlichste Variante der Wärmeversorgung. Hier wurde auf Grund der hohen Förderung (40 % der Investitionskosten des Holzhackschnitzelkessels) sogar der Baukostenzuschuss herausgerechnet und die Eigenkapitelquote konnte von 30 % auf 40 % gesteigert werden.

Ein Blick auf die Entwicklung des Arbeitspreises für die Wärmelieferung über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren bestätigt diese Ergebnisse:



**Abbildung 34: Entwicklung Arbeitspreis Wärmenetz Gartenschule**

Da die Gebäude, die für einen Anschluss an das potenzielle Wärmenetz vorgesehen sind, allesamt einen vergleichsweise hohen Wärmebedarf haben, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass sie momentan durch eine erdgasbasierte Wärmeerzeugungsanlage mit Wärme versorgt werden. Bei einer Wärmeversorgung der Gebäude mit Erdgas werden Treibhausgasemissionen in Höhe von ca. 1.000 t CO<sub>2</sub>Äq/a ausgestoßen.

Die in der Wirtschaftlichkeitsberechnung betrachteten Varianten bieten allesamt einen Vorteil gegenüber der Versorgung mit Erdgas. Die ökologischen Effekte der verschiedenen Varianten sind in Tabelle 19 zusammengefasst:

**Tabelle 19: Ökologischer Effekt Wärmenetz Gartenschule**

Variante	Emissionen nach Umrüstung [t CO <sub>2</sub> Äq/a]	Eingesparte Emissionen Gegenüber Versorgung mit Erdgas [t CO <sub>2</sub> Äq/a]
Variante 1 (Holzhackschnitzel)	310	709
Variante 2 (Luftwärmepumpe)	580	439
Variante 3 (Erdgas-BHKW + SLT)	909	110
Variante 4 (Erdwärmepumpe)	580	439

Die Auswertung zeigt, dass in diesem Falle der Holzhackschnitzelkessel nicht nur die wirtschaftlichste Variante ist, sondern auch ökologisch die meisten Vorteile mit sich bringt. Wir empfehlen, deshalb diese Variante weiter zu prüfen.

### 3.3.2.4 ERGEBNISSE WÄRMENETZ SCHULZENTRUM AM BERG

Das dritte betrachtete Gebiet ist das Gebiet um das Schulzentrum am Berg. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde angenommen, dass perspektivisch die Gebäude des Robert-Bosch-Gymnasiums und der Johannes-Kepler-Realschule sowie die Mensa am Berg durch ein Wärmenetz versorgt werden. Zusätzlich wurde davon ausgegangen, dass die Mehrfamilienhäuser süd-östlich des Schulzentrums über dieses Wärmenetz mitversorgt werden.


**Abbildung 35: Übersicht Wärmenetz Schulzentrum am Berg**

In Abbildung 35 sind die 25 Gebäude zu erkennen, die in der vorliegenden Betrachtung durch das potenzielle Wärmenetz versorgt werden. Die Gebäude haben aufsummiert einen Wärmebedarf von 4,1 GWh und benötigen eine Wärmeanschlussleistung von 2.400 kW.

Analog zu den zwei vorangegangenen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurden für dieses Wärmenetz folgende Varianten angenommen:

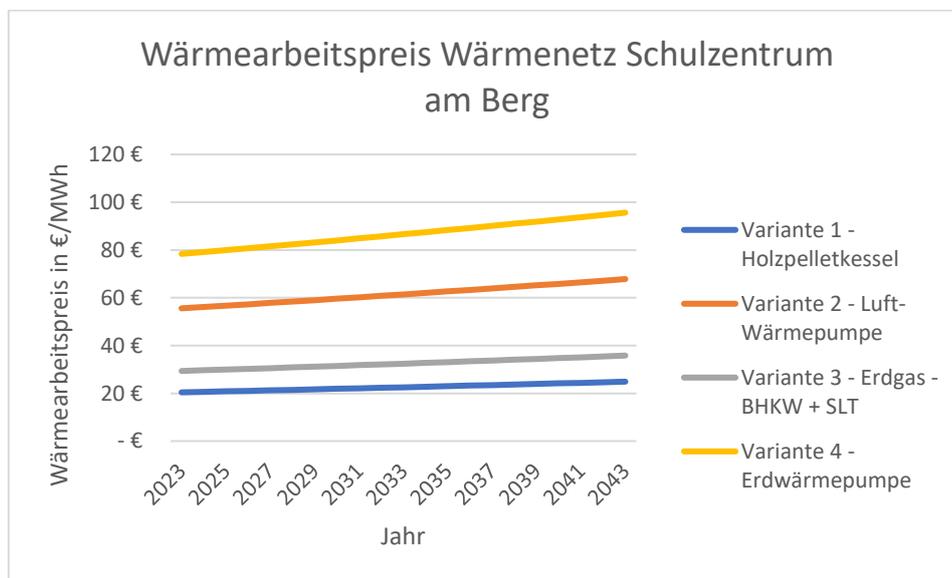
- Variante 1: Holzhackschnitzel-Kessel mit Wärmespeicher
- Variante 2: Luftwärmepumpe mit Erdgas-Kessel und Speicher
- Variante 3: Erdgas-BHKW, Solarthermianlage und Erdgas-Kessel
- Variante 4: Erdwärmepumpe mit Erdgas-Kessel und Speicher

Unter den in Punkt 3.3.2.2. genannten Annahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung ergibt sich dabei folgendes Ergebnis für die Investitionskosten und den Wärmemischpreis:

**Tabelle 20: Übersicht Ergebnisse Berechnung Wärmenetz Schulzentrum am Berg**

Variante	Investitionskosten	Durchn. Wärmemischpreis
Variante 1 (HHS-Kessel)	2,2 Mio €	89 €/MWh
Variante 2 (Luftwärmepumpe)	2,0 Mio €	128 €/MWh
Variante 3 (Erdgas & SLT)	0,7 Mio €	99 €/MWh
Variante 4 (Erdwärmepumpe)	2,6 Mio €	155 €/MWh

Auch bei dieser Wirtschaftlichkeitsberechnung ist die Versorgung der Gebäude mit einem Holzhackschnitzelkessel die wirtschaftlichste Variante. Ein Blick auf die Entwicklung des Arbeitspreises der Wärmelieferung über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren bestätigt dieses Ergebnis:



**Abbildung 36: Entwicklung Arbeitspreis Wärmenetz Schulzentrum am Berg**

Es ist bekannt, dass das Schulzentrum am Berg gegenwärtig komplett mit einer erdgasbasierten Wärmeerzeugung versorgt wird. Da die weiteren Mehrfamilienhäuser ebenfalls eine direkte Anbindung zur Erdgasleitung und einen hohen Wärmebedarf haben, wird für die Betrachtung des ökologischen Effekts angenommen, dass auch diese Gebäude gegenwärtig mit einer erdgasbasierten Wärmeversorgung versorgt werden. Unter der Annahme betragen die durch die Wärmeerzeugung der Gebäude verursachten Treibhausgasemissionen etwa. 1.400 tCO<sub>2</sub>Äq jährlich.

In der folgenden Tabelle sind die Einsparungen an Treibhausgasemissionen durch die verschiedenen Varianten aufgeführt:

**Tabelle 21: Ökologischer Effekt Wärmenetz Schulzentrum am Berg**

Variante	Emissionen nach Umrüstung [t CO <sub>2</sub> Äq/a]	Eingesparte Emissionen gegenüber Versorgung mit Erdgas [t CO <sub>2</sub> Äq/a]
Variante 1 (Holzhackschnitzel)	131	1.221
Variante 2 (Luftwärmepumpe)	616	736
Variante 3 (Erdgas-BHKW + SLT)	1.159	194
Variante 4 (Erdwärmepumpe)	616	736

Die in Tabelle 21 vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass auch hier die Variante der Wärmeversorgung mit einem Holzhackschnitzelkessel die ökologisch vorteilhafteste Option ist.

Bei der Nutzung von Holzhackschnitzeln sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die Holzhackschnitzel aus der Region kommen. Müssen die Holzhackschnitzel importiert werden, so fallen ebenfalls Treibhausgasemissionen für den Transport an, die die ökologische Bilanz wieder verschlechtern. Außerdem gab es im Jahr 2021 einen starken Anstieg des Holzpreises. Dies sollte beobachtet und ebenfalls berücksichtigt werden, bevor ein Wärmenetz auf Basis von Holzhackschnitzeln oder Holzpellets installiert wird.

### 3.3.3 DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

Dezentrale Wärmelösungen sind überall dort im Quartier prädestiniert, wo eine geringe Wärmedichte existiert und deshalb keine Wärmenetze sinnvoll sind. Für die dezentrale Wärmeerzeugung sollte auf Grund der gesetzlichen Vorgaben und aus Klimaschutzgründen auf erneuerbare Energien zurückgegriffen werden. In der folgenden Tabelle ist eine Übersicht über die vorhandenen regenerativen Technologien zur dezentralen Wärmeerzeugung und deren Vor- und Nachteile zu finden.

**Tabelle 22: Übersicht über die Voraussetzungen sowie Vor- und Nachteile dezentraler Wärmeerzeugungstechnologien**

Technologie	Notwendige Randbedingungen	Vorteile	Nachteile
Geothermie	geothermische Wärmequelle und niedrige Heiztemperatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Betriebskosten</li> <li>• Kombination mit Photovoltaik möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aufwendige Planung, hohe Anschaffungskosten</li> </ul>
Luftwärmepumpe/ Wasserwärmepumpe	niedrige Heiztemperatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Anschaffungskosten</li> <li>• Kombination mit Photovoltaik möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Effizienz (hoher Stromverbrauch)</li> <li>• ggf. Lärmbelästigung</li> </ul>
Holzheizung (Pellet oder Scheibenholz)	separater Raum für Heizungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandsanlage z. T. weiter nutzbar</li> <li>• geringe Betriebskosten bei regionaler Holzquelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manueller Aufwand</li> <li>• Brennstoff und Asche als Reststoffe</li> <li>• komplexe Anlagentechnik</li> <li>• Verfügbarkeit</li> <li>• Ggf. Feinstaubbelastung</li> </ul>
Solarthermie	ausreichendes Solarpotenzial und ausreichend verfügbare Dachfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Betriebskosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muss mit anderen Wärmeerzeugungsanlagen kombiniert werden, da sonst im Winter nicht genügend Heizleistung zur Verfügung steht</li> <li>• Flächenkonkurrenz mit PV</li> </ul>

Weitere Informationen zu dezentralen Wärmelösungen können mit individueller Beratung bei der Energieberatung der Stadt Wendlingen, der Energieagentur Landkreis Esslingen GgmbH oder beim örtlichen Heizungsbauer eingeholt werden.

## 4 MAßNAHMENKATALOG

Im folgenden Abschnitt werden die Maßnahmen aufgelistet, die für das Quartier Innenstadt und Unterboihingen empfohlen werden. Die Maßnahmen wurden in vier thematische Handlungsfelder gegliedert:

- 1- Wärmeerzeugung und -infrastruktur
- 2- Stromerzeugung und -verbrauch
- 3- Verkehr
- 4- Maßnahmenumsetzung

Die Maßnahmen wurden in Absprache mit der Stadtverwaltung Wendingen am Neckar erarbeitet und priorisiert. Die Priorisierung erfolgt in drei Stufen:

- Priorität 1 – eine kurzfristige Umsetzung der Maßnahme innerhalb des nächsten Jahres wird empfohlen
- Priorität 2 – eine mittelfristige Umsetzung der Maßnahme innerhalb der nächsten 5 Jahre wird empfohlen
- Priorität 3 – eine langfristige Umsetzung der Maßnahme innerhalb der nächsten 10 Jahre wird empfohlen.

Dementsprechend kann der Maßnahmenkatalog als konkrete Handlungsanleitung zur Umsetzung genutzt werden.

Im Folgenden zunächst eine Übersicht über die Maßnahmen:

### **Maßnahmen Wärmeerzeugung und -infrastruktur**

- Durchführung von energetischen Sanierungen (Maßnahme Wärme – 1)
- Nutzung Potenzial Solarthermie (Maßnahme Wärme – 2)
- Nutzung Potenzial Geothermie (Maßnahme Wärme – 3)
- Potenzielles Wärmenetz Albstraße (Maßnahme Wärme – 4)
- Potenzielles Wärmenetz Gartenschule (Maßnahme Wärme – 5)
- Potenzielles Wärmenetz Schulzentrum am Berg (Maßnahme Wärme – 6)

### **Maßnahmen Stromerzeugung und -verbrauch**

- Umrüstung Innenraumbeleuchtung öffentlicher Gebäude (Maßnahme Strom – 1)
- Umrüstung Straßenbeleuchtung (Maßnahme Strom – 2)
- Nutzung Potenzial Photovoltaik (Maßnahme Strom – 3)
- Nutzung der 10 am besten geeigneten Dachflächen für Photovoltaik (Maßnahme Strom – 4)
- Umrüstung auf energieeffiziente Haushaltsgeräte (Maßnahme Strom – 5)

### **Maßnahmen Mobilität und Verkehr**

- Informationskampagne zu Verhaltensänderungen zu Fuß oder mit dem Fahrrad (Maßnahme Verkehr – 1)
- Ausbau der E-Mobilität (Maßnahme Verkehr – 2)
- Austausch der kommunalen Fahrzeugflotte (Maßnahme Verkehr – 3)

### **Maßnahmenumsetzung**

- Einstellung eines Sanierungsmanagers (Sonstige Maßnahmen – 1)

## 4.1 MAßNAHMEN WÄRMEERZEUGUNG UND -INFRASTRUKTUR

<b>Maßnahme Wärme – 1</b>			
<b>Durchführung von energetischen Sanierungen</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Wärme	<b>Priorität</b>	3
<b>Maßnahmenbeschreibung: Durchführung von energetischen Sanierungen</b>			
<p>In Abschnitt 3.2.2.2 wurde anhand von überschlägigen Berechnungen gezeigt, dass durch energetische Sanierungen signifikante Einsparpotenziale im Wärmebereich realisiert werden können. Laut Angaben des Instituts für Wohnen und Umwelt (Institut für Wohnen und Umwelt, 2021) können bei dem in Quartier typischen Gebäudealter ca. 46 % des Raumwärmebedarfs durch energetische Sanierungen eingespart werden.</p> <p>Wird das auf das gesamte Quartier übertragen, so kann mit der Durchführung von energetischen Sanierungen etwa 28 GWh Wärme und 8.000 t CO<sub>2</sub>Äq im Jahr eingespart werden.</p> <p>Wirtschaftlich amortisieren sich die Maßnahmen durch die eingesparten Energiekosten in vielen Fällen allerdings nur, wenn sie im Zuge von „Sowieso“-Maßnahmen durchgeführt werden. Bei anstehenden Gebäudesanierungen im Quartier ist es deshalb zu empfehlen, eine energetische Sanierung mit in Betracht zu ziehen.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung des Wärmeverbrauchs</li> <li>• Reduzierung der Verbrennung von fossilen Brennstoffen</li> </ul>			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Innerhalb der nächsten 40 Jahre (typischer Sanierungszeitraum für Gebäudefassaden)	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	Einsparungen von max. ca. 8.000 t CO <sub>2</sub> Äq und 28 GWh im Jahr
<b>Projektträgerschaft</b>	Gebäudeeigentümer	<b>Weitere Partner</b>	Verbraucherzentrale, Energieberater, Bauunternehmen

<b>Maßnahme Wärme – 2</b>			
<b>Nutzung Potenzial Solarthermie</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Wärme	<b>Priorität</b>	3
<b>Maßnahmenbeschreibung: Nutzung des Solarthermiepotenzials zur Wärmeversorgung</b>			
<p>Das Solarthermiepotenzial und dessen Herleitung wurde im Abschnitt 3.2.1.1 beschrieben. In diesen Abschnitt wurde gezeigt, dass durch die Nutzung des Solarthermie-Potenzials im Quartier ca. 12.700 MWh/a Wärme erzeugt werden könnten, was ca. 19 % des Wärmebedarfs im Quartier decken könnte. Damit können durch die Nutzung des Potenzials Emissionen in der Höhe von etwa 3.200 t CO<sub>2</sub>Äq/a eingespart werden.</p> <p>Wo dieses Potenzial realisiert werden sollte, ist anhand von Einzelfällen zu bewerten. Dabei sollte sowohl die Flächenkonkurrenz zu Photovoltaik als auch die alternativen Möglichkeiten der Wärmeversorgung betrachtet werden.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimafreundliche Wärmeversorgung</li> <li>• Ausbau der Wärmeerzeugung aus Solarthermie</li> </ul>			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	0 bis 10 Jahre	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	3.200 t CO <sub>2</sub> Äq im Jahr
<b>Projektträger-Schaft</b>	Gebäudeeigentümer	<b>Weitere Partner</b>	Verbraucherzentrale, Heizungsbauer

<b>Maßnahme Wärme – 3</b>			
<b>Nutzung Potenzial Geothermie</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Wärme	<b>Priorität</b>	2
<b>Maßnahmenbeschreibung: Nutzung des Solarthermiepoteentials zur Wärmeversorgung</b>			
<p>Besonders für Gebäude mit einer großen Grundfläche und einem verhältnismäßig geringen Wärmebedarf wird empfohlen, das in Wendingen hohe Geothermiepotezial zur Wärmeversorgung zu nutzen. Wie in Abschnitt 3.2.1.2 gezeigt wurde, würde die Versorgung der 10 % der Gebäude im Quartier mit dem geringsten Wärmebedarf eine Deckung des Wärmebedarfs im Quartier von 3 % bewirken. Damit könnten etwa 450 t CO<sub>2</sub>Äq im Jahr eingespart werden.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimafreundliche Wärmeversorgung</li> <li>• Ausbau der Wärmeerzeugung aus Geothermie</li> </ul>			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	0 bis 5 Jahre	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	450 t CO <sub>2</sub> Äq im Jahr
<b>Projektträgerschaft</b>	Gebäudeeigentümer	<b>Weitere Partner</b>	Verbraucherzentrale, Heizungsbauer

<b>Maßnahme Wärme – 4</b>			
<b>Aufbau Nahwärmenetz Albstraße</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Wärme	<b>Priorität</b>	1
<b>Maßnahmenbeschreibung: Aufbau eines potenziellen Nahwärmenetzes in der Albstraße</b>			
<p>In der Albstraße und Umgebung existieren sowohl Gebäude der Stadtbau Wendlingen GmbH als auch der Siedlungsbau Neckar-Fils eG, die mittelfristig eine neue Wärmeversorgung benötigen. Für eine effiziente Versorgung bietet sich für diese Gebäude ein Wärmenetz an. Die durchgeführte Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass sich unter den in Abschnitt 3.2.1.1 vorgestellten Annahmen ein attraktiver Wärmemischpreis zwischen 98 und 200 € pro MWh ergeben würde. Im Rahmen des Quartierskonzeptes haben bereits Gespräche mit den beiden Wohnungsbaugesellschaften stattgefunden. Es ist geplant, dass diese Gespräche nach Abschluss des Quartierskonzeptes fortgesetzt werden.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimafreundliche, effiziente und für die Nutzer komfortable Wärmeversorgung</li> </ul>			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	0 bis 10 Jahre	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	Nicht zu quantifizieren
<b>Projektträgerschaft</b>	Stadtbau Wendlingen, Siedlungsbau Neckar-Fils eG	<b>Weitere Partner</b>	Stadt Wendlingen, Bauunternehmen

<b>Maßnahme Wärme – 5</b>			
<b>Aufbau Nahwärmenetz Gartenschule</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Wärme	<b>Priorität</b>	2
<b>Maßnahmenbeschreibung: Aufbau eines potenziellen Nahwärmenetzes im Umfeld Gartenschule</b>			
<p>Die Gartenschule in der Bismarckstraße 11, im nördlichen Teil des Quartiers, besitzt eine Heizungsanlage, die mittelfristig ausgetauscht werden muss. Außerdem ist in dem Schulgebäude Platz vorhanden, diese Wärmeerzeugungsanlage zu erweitern. Wir empfehlen, wenn entsprechender Bedarf besteht, deshalb den Aufbau eines Wärmenetzes um die Wohnhäuser in der Umgebung der Gartenschule über diese Wärmeerzeugungsanlage ebenfalls mit Wärme zu versorgen. Die in Abschnitt 3.3.2.3 vorgestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben gezeigt, dass für das Wärmenetz ein attraktiver Wärmemischpreis zwischen 99 € und 187€ pro MWh (je nach Art der Wärmeerzeugung) möglich wäre.</p> <p>Im Rahmen der Informationsveranstaltung des Quartierskonzeptes konnten bereits interessierte Nutzer für das Wärmenetz gefunden werden. Es wird empfohlen hier gemeinsam mit einem interessierten Wärmenetzbetreiber weitere Detailbetrachtungen durchzuführen.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimafreundliche, effiziente und für die Nutzer komfortable Wärmeversorgung</li> </ul>			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	0 - 5 Jahre	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	110 – 709 t CO <sub>2</sub> Äq im Jahr (je nach Variante)
<b>Projektträgerschaft</b>	Stadt Wendingen	<b>Weitere Partner</b>	Potenzielle Wärmenetzbetreiber, Bauunternehmen

<b>Maßnahme Wärme – 6</b>			
<b>Aufbau Nahwärmenetz Schulzentrum am Berg</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Wärme	<b>Priorität</b>	2
<b>Maßnahmenbeschreibung: Aufbau eines potenziellen Nahwärmenetzes im Umfeld des Schulzentrums am Berg</b>			
<p>Das Schulzentrum am Berg im südlichen Teil des Quartiers zwischen Höhenstraße, Lenzstraße, Waldstraße und Kapellenstraße wird momentan durch ein Erdgas-BHKW versorgt. Bei einem Austausch der Heizungsanlage empfehlen wir, die Möglichkeit der Einbeziehung der Mehrfamilienhäuser in der Nähe des Schulzentrums mit zu berücksichtigen. Insgesamt könnte durch das Wärmenetz ein Wärmebedarf von 4,1 GWh im Jahr gedeckt werden.</p> <p>Unter den in Abschnitt 3.3.2.1 genannten Annahmen ergibt eine Wirtschaftlichkeitsberechnung einen Wärmemischpreis zwischen 89 und 155 €/MWh. Dies ist durchaus mit durchschnittlichen Kosten einer dezentralen Wärmeversorgung eines Mehrfamilienhauses vergleichbar und dadurch ein attraktives Angebot für potenzielle Nutzer.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimafreundliche, effiziente und für die Nutzer komfortable Wärmeversorgung</li> </ul>			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	0 - 5 Jahre	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	104 – 1.221 t CO <sub>2</sub> Äq im Jahr (je nach Variante)
<b>Projektträgerschaft</b>	Stadt Wendingen	<b>Weitere Partner</b>	Potenzielle Wärmenetzbetreiber, Bauunternehmen

## 4.2 MAßNAHMEN STROMERZEUGUNG UND -VERBRAUCH

<b>Maßnahme Strom – 1</b>			
<b>Umrüstung Beleuchtung Innenräume öffentlicher Gebäude</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Strom	<b>Priorität</b>	1
<b>Maßnahmenbeschreibung: Umrüstung der Beleuchtung von Schulen auf LED-Technologie</b>			
<p>Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde eine Umrüstung aller im Quartier befindlichen öffentlichen Liegenschaften – Schulen, Kitas und Turnhallen – auf LED-Technologie durchgerechnet. Über die Umrüstung aller potenziell zu ersetzenden Leuchtmittel kann eine jährliche Einsparung von Energiekosten und Emissionen von ca. 65 % erzielt werden. Diese Maßnahme ist besonders leicht und zeitnah umsetzbar und besticht durch seine hohe Wirtschaftlichkeit.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigerung Energieeffizienz</li> <li>• Reduzierung Stromkosten</li> </ul>			
<b>Kosten</b>	Investitionskosten (inkl. Montage) betragen ca. 102.000 € netto	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	Einsparungen für alle öffentl. Liegenschaften: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung Stromverbrauch um 139 MWh pro Jahr</li> <li>• Reduzierung CO<sub>2</sub>Äq um 63 t pro Jahr</li> <li>• Reduzierung Stromkosten um ca. 30.000 € pro Jahr</li> </ul>
<b>Wirtschaftlichkeit/ Amortisation</b>	Amortisationszeit liegt bei ca. 3,8 Jahren	<b>Umsetzungszeitraum</b>	Start nächstes Jahr, Umsetzung 0 - 2 Jahre
<b>Projektträgerschaft</b>	Stadt Wendingen am Neckar, Landkreis Esslingen	<b>Weitere Partner</b>	Elektriker, Leuchtaustatter

<b>Maßnahme Strom – 2</b>			
<b>Umrüstung der Straßenbeleuchtung</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Strom	<b>Priorität</b>	1
<b>Maßnahmenbeschreibung: Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technologie</b>			
<p>Das Prinzip der LED-Technologie lässt sich auch für die Straßenbeleuchtung anwenden. Anhand des Straßenbeleuchtungsplans der Stadt Wendingen wurden die Lichtpunkte identifiziert, die noch nicht umgerüstet wurden bzw. für die noch keine Ersatzmaßnahme kurz- mittelfristig geplant ist. Im Quartiersgebiet wurden dadurch insgesamt 625 Natriumdampf-Hochdrucklampen (NAV) ermittelt, die für eine Umrüstung auf LED-Technologie geeignet sind. Mit einer Umrüstung dieser Lichtpunkte kann eine Einsparung des Stromverbrauchs bis zu ca. 88 % erreicht werden.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigerung Energieeffizienz</li> <li>• Reduzierung Stromkosten</li> </ul>			
<b>Kosten</b>	Investitionskosten (inkl. Montage) betragen ca. 350.000 € netto	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	Einsparungen für relevante Straßenzüge: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung Stromverbrauch um 263 MWh pro Jahr</li> <li>• Reduzierung CO<sub>2</sub>Äq um 112 t pro Jahr</li> <li>• Reduzierung Stromkosten um ca. 60.000 € pro Jahr</li> </ul>
<b>Wirtschaftlichkeit/ Amortisation</b>	Amortisationszeit liegt bei ca. 5,8 Jahren	<b>Umsetzungszeitraum</b>	Start nächstes Jahr, Umsetzung 0 – 3 Jahre
<b>Projektträgerschaft</b>	Stadt Wendingen am Neckar, Landkreis Esslingen	<b>Weitere Partner</b>	Leuchtenausstatter

<b>Maßnahme Strom – 3</b>			
<b>Nutzung des Photovoltaik-Potenzials</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Strom	<b>Priorität</b>	2
<b>Maßnahmenbeschreibung: Nutzung von Solarpotenzial durch die Installation von Solaranlagen</b>			
<p>Wie in Abschnitt 3.2.1.1 gezeigt, liegt eines der größten Potenziale für erneuerbare Energien im Quartier in der Nutzung des Solarpotenzials durch Photovoltaikanlagen. Die Berechnungen im Rahmen des Quartierskonzeptes haben ergeben, dass durch eine Installation von Photovoltaikanlagen zusätzlich 16 GWh Strom im Jahr im Quartier erzeugt werden könnte. Damit ist es möglich, den Strombedarf des Quartiers bilanziell zu 73 % zu decken. Zusätzlich dazu werden mit der Installation einer Photovoltaikanlage auch Treibhausgasemissionen und Stromkosten eingespart.</p> <p>Es wird empfohlen, dieses Potenzial zeitnah zu nutzen. Hierbei sollte mit den Dächern begonnen werden, die von der Größe und der Akteurskonstellation am geeignetsten sind.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissionsfreie Stromerzeugung</li> <li>• Reduzierung Stromkosten</li> </ul>			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	0 bis 5 Jahre	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	6.700 t CO <sub>2</sub> Äq im Jahr
<b>Projekträgerschaft</b>	Gebäudeeigentümer	<b>Weitere Partner</b>	Stadtwerke Esslingen, Verbraucherzentrale, Handwerksbetriebe

<b>Maßnahme Strom – 4</b>			
<b>Nutzung des Photovoltaik-Potenzials auf den 10 geeignetsten Gebäuden im Quartier</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Strom	<b>Priorität</b>	1
<b>Maßnahmenbeschreibung: Nutzung von Solarpotenzial durch die Installation von Solaranlagen auf den 10 geeignetsten Gebäuden im Quartier</b>			
<p>Um das in Maßnahme Strom 3 beschriebene Photovoltaikpotenzial zu nutzen, sollte mit den größten Dachflächen im Quartier begonnen werden, bei denen es keine Hindernisse zur Nutzung von Photovoltaikanlagen gibt. Diese Gebäude wurden im Rahmen des Quartierskonzeptes identifiziert und sind in Abschnitt 3.2.1.1 aufgelistet. Mit einer Realisierung des Potenzials dieser Gebäude kann 830 MWh Strom erzeugt und bereits 5 % des Photovoltaikpotenzials im Quartier realisiert werden. Wir empfehlen deshalb, die Gebäudeeigentümer in Anschluss an das Quartierskonzept direkt anzusprechen.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissionsfreie Stromerzeugung</li> <li>• Reduzierung Stromkosten</li> </ul>			
<b>Umsetzungs-zeitraum</b>	Start: nächstes Jahr, Umsetzung bis zu 5 Jahre	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	332 t CO <sub>2</sub> Aq im Jahr
<b>Projektträgerschaft</b>	Gebäudeeigentümer	<b>Weitere Partner</b>	Stadtwerke Esslingen, Verbraucherzentrale, Handwerksbetriebe

<b>Maßnahme Strom – 5</b>			
<b>Umrüstung auf energieeffiziente Geräte</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Strom	<b>Priorität</b>	3
<b>Maßnahmenbeschreibung: Stromeinsparung durch Umrüstung auf energieeffiziente Haushaltsgeräte</b>			
<p>Durch die Nutzung von energieeffizienten Haushaltsgeräten können signifikante Mengen an Strom eingespart werden. Nach den in Abschnitt 3.2.2.1 vorgestellten Berechnungen können durch die Effizienzentwicklungen bei Haushaltsgeräten und deren Nutzung bis zu 12 GWh im Jahr an Strom eingespart werden.</p> <p>Wir empfehlen daher, bei Neukäufen von Haushaltsgeräten jeweils die Effizienzklasse zu berücksichtigen. Ein frühzeitiger Austausch von funktionstüchtigen Haushaltsgeräten sollte nicht erfolgen, um keinen zusätzlichen Ressourcenverbrauch zu verursachen. Außerdem sollte beachtet werden, dass nicht durch die zusätzliche Nutzung von Haushaltsgeräten ein so genannter Rebound-Effekt entsteht, der am Ende den Stromverbrauch erhöht.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissionsfreie Stromerzeugung</li> <li>• Reduzierung Stromkosten</li> </ul>			
<b>Umsetzungs-zeitraum</b>	Innerhalb der nächsten 10 Jahre	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	max. 12 GWh Strom und 4.800 t CO <sub>2</sub> Äq im Jahr
<b>Projekträgerschaft</b>	Privathaushalte	<b>Weitere Partner</b>	Verbraucherzentrale, Elektrofachmärkte

### 4.3 MAßNAHMEN VERKEHR

<b>Maßnahme Verkehr – 1</b>			
<b>Informationskampagne zur Verhaltensänderung – zu Fuß oder mit dem Fahrrad</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Verkehr	<b>Priorität</b>	2
<b>Maßnahmenbeschreibung: Förderung umweltfreundlicher Mobilität durch Stärkung des Radverkehrs und Fußgängeraufkommens</b>			
<p>Da die bestehende Infrastruktur in Wendlingen am Neckar für Fußgänger und Fahrradfahrer bereits attraktiv ist, wird das größte Optimierungspotenzial hin zu einem emissionsarmen Verkehr in der Durchführung einer Informations- und Sensibilisierungskampagne gesehen. Hierzu können verschiedene Umsetzungsformate zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentlichkeitsarbeit in verschiedenen Medien, wie der lokalen Presse und der städtischen Homepage</li> <li>• Informationsveranstaltungen, Infostände im Zentrum / Fußgängerzonen bzw. beliebten Radrouten in Verbindung mit gezieltem Einsatz von Kampagnenmaterial wie Flyer, Aufkleber, Plakate, Banner und Bodenaufkleber</li> <li>• Verschiedene interaktive Zusatzangebote wie Videos/Animationen, regelmäßige webbasierte News, Aufbau einer App mit spezifischen Features</li> <li>• Umsetzung unterstützender Events wie Stadtradeln, Firmenlauf, „Wir laufen für eine gute Sache“ oder auch Aufgreifen von Kampagnen wie „RADSAM – achtsam mit dem Rad fahr´n! u.v.m.</li> </ul> <p>Es wird von einem Umstiegspotenzial der PKW- und Kraftradnutzer von 15 % ausgegangen.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilisierung über eigene Verantwortung und Möglichkeiten zur Förderung umweltfreundlicher Mobilität</li> <li>• Attraktivitätssteigerung bzw. Akzeptanz, dass zu Fuß gehen und Radfahren als gängige Form der Fortbewegung im Zentrumsbereich zu akzeptieren</li> </ul>			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Start: zeitnah, Umsetzung laufend, wiederholend	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	6.465 MWh bzw. 1.802 t CO <sub>2</sub> Äq im Jahr
<b>Projekträgerschaft</b>	Stadt Wendlingen am Neckar	<b>Weitere Partner</b>	ADFC, ggf. Polizei, weitere Partner der Kommunikation- und Medienlandschaft

<b>Maßnahme Verkehr – 2</b>			
<b>Ausbau der E-Mobilität</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Verkehr	<b>Priorität</b>	3
<b>Maßnahmenbeschreibung: Austausch benzinbetriebener PKWs durch emissionsfreie Elektrofahrzeuge</b>			
<p>Elektromobilität ist aktuell ein wichtiger Bestandteil klimafreundlicher Mobilität. Der Betrieb von Elektrofahrzeugen erzeugt insbesondere in Verbindung mit regenerativ erzeugtem Strom deutlich weniger Treibhausgasemissionen. Zusätzlich können Elektrofahrzeuge in ausreichender Zahl mit ihren Energiespeichern die Schwankungen von Wind- und Sonnenkraft ausgleichen.</p> <p>Mit dem bereits erarbeiteten Elektromobilitätskonzept (Mobilitätswerk GmbH) ermittelten Potenzial von 1.500 E-Fahrzeugen bis zum Jahr 2030 ist eine Einsparung von 826 t CO<sub>2</sub>Äq im Jahr möglich. Hierzu bedarf es der Umsetzung der identifizierten Handlungspotenziale (siehe Abschnitt 3.2.2.3), u.a. des Ausbaus der bestehenden Ladeinfrastruktur an den geeigneten Standorten in der Stadt Wendingen am Neckar.</p> <p>Kampagnen zur Information und Sensibilisierung sind zur Erreichung des Ausbaus der Elektromobilität sinnvoll. Ein Bestandteil sollte der aktive Beitrag zum Klima- und Umweltschutz sowie Reduzierung der Lärmbelästigung und Luftverschmutzung vor Ort sein. Zur Erhöhung der Akzeptanz sollte darüber hinaus auf die aktuelle Förderlandschaft hingewiesen werden.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
Stärkung der Erreichbarkeit und Sichtbarkeit und damit Erhöhung der Akzeptanz und Nutzung der E-Mobilität im Quartier durch zeitnahen Ausbau der Versorgungsinfrastruktur			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	bis 2030	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	Einsparungen: 826 t CO <sub>2</sub> Äq im Jahr
<b>Projektträgerschaft</b>	Stadt Wendingen am Neckar, Landkreis Esslingen	<b>Weitere Partner</b>	Stadtwerke Esslingen

<b>Maßnahme Verkehr – 3</b>			
<b>Austausch der kommunalen Fahrzeugflotte</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Verkehr	<b>Priorität</b>	3
<b>Maßnahmenbeschreibung: Austausch konventioneller Fahrzeuge durch emissionsfreie Elektro-Fahrzeuge</b>			
<p>Die 16 kommunalen Fahrzeuge des Bauhofes werden derzeit mit Benzin, Diesel oder Erdgas betrieben. Die sukzessive Umstellung von 30 % dieser Fahrzeuge auf einen umweltfreundlichen Elektromotor kann zu einer Einsparung von 0,03 t CO<sub>2</sub>Äq führen. Dieser Anteil ist augenscheinlich sehr gering. Kommunale Fahrzeugflotten sind jedoch ein besonders geeignetes Einsatzfeld für die Vorbildfunktion und Glaubwürdigkeit der Umsetzung der Ziele der Bundesregierung – weshalb die öffentliche Hand hier Vorreiter bei der Neuanschaffung neuer Fahrzeuge sein sollte.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
Erhöhung des Anteils der Elektrofahrzeuge innerhalb der kommunalen Fuhrparks			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Innerhalb der nächsten Jahre, sobald ein geeignetes Fahrzeug zum Ersatz bereit steht	<b>Einspareffekte / Jahr</b>	Einsparungen: 0,03 t CO <sub>2</sub> Äq im Jahr
<b>Projektträgerschaft</b>	Stadt Wendingen am Neckar	<b>Weitere Partner</b>	/

## 4.4 MAßNAHMENUMSETZUNG

<b>Maßnahmenumsetzung – 1</b>			
<b>Einstellung eines Sanierungsmanagers</b>			
<b>Handlungsfeld</b>	Sonstige Maßnahmen	<b>Priorität</b>	1
<b>Maßnahmenbeschreibung: Einstellung eines Sanierungsmanagers zur Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes</b>			
<p>Im Anschluss an ein erfolgreich erstelltes energetisches Quartierskonzept ist es für eine Stadt möglich Förderung für die Einstellung eines Sanierungsmanagers zu beantragen. Die Aufgaben des Sanierungsmanagers können dabei sowohl von einer natürlichen Person als auch von einem oder mehreren juristischen Personen (Unternehmen, Vereinen, etc.) übernommen werden. Die Förderung für die Personalkosten beträgt 150.000 € für drei Jahre, bei einer Verlängerung auf fünf Jahre kann bis zu 250.000 € aufgestockt werden (KfW, 2020).</p> <p>Die Einstellung eines Sanierungsmanagers ist ein effizienter Weg, die im Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen im Quartier umzusetzen. Zu seinem Arbeitsbereich könnten in diesem Falle Aufgaben wie z.B. die Durchführung von Kampagnen zu Themen wie Solarenergie oder energetischen Sanierungen oder die Durchführung einer Informationskampagne zu emissionsarmen Mobilitätsverhalten gehören. Durch den Sanierungsmanager kann die Umsetzung der Maßnahmen aus dem Quartierskonzept nachgehalten und angestoßen und auch weitere Maßnahmen entwickelt werden. Die Maßnahmen sollten einen Effekt für das Quartier haben, können aber auch über die Quartiersgrenzen hinaus wirkungsvoll sein. Ein Sanierungsmanager ist in vielen Fällen eine sinnvolle Investition, sowohl für das betreffende Quartier als auch für die gesamte Stadt.</p>			
<b>Verfolgte Ziele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzung und Weiterentwicklung der Maßnahmen aus dem Quartierskonzept</li> <li>• Schaffung eines Arbeitsplatzes</li> </ul>			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	Start nächsten Jahr, Umsetzung bis zu 5 Jahre	<b>Einspareffekte /Jahr</b>	n. bez.
<b>Projektträgerschaft</b>	Stadt Wendlingen am Neckar	<b>Weitere Partner</b>	Stadtwerke Esslingen, Verbraucherzentrale als Partner für Zusammenarbeit

## 4.5 ZUSAMMENFASSUNG: EFFEKTE DER MAßNAHMEN

In den Maßnahmenblättern wurden bereits die Effekte der Maßnahmen hinsichtlich wirtschaftlicher und ökologischer Kriterien quantifiziert. Es wurden für jede Maßnahme, soweit bei der konkreten Maßnahme möglich, die entstandene Energieverbrauchreduzierung und die Reduzierung von Treibhausgasemissionen abgeschätzt. Die Annahmen und Methodik für die einzelnen Berechnungen sind in den entsprechenden Kapiteln oder den einzelnen Maßnahmenblättern zu finden. Um die Maßnahmen besser vergleichen und den Gesamteffekt der Maßnahmen einschätzen zu können, soll in diesem Abschnitt noch einmal ein Überblick über die Effekte der erarbeiteten Maßnahmen gegeben werden. Da nicht bei allen Maßnahmen Energieeinsparungen oder Investitionskosten existieren, die sich unmittelbar vergleichen lassen, liegt der Fokus in diesem Abschnitt auf einem Überblick der Reduzierung der Treibhausgasemissionen. In der folgenden Tabelle ist eine Übersicht der Treibhausgasemissionen zu finden, die durch die Umsetzung der Maßnahmen eingespart werden können.

**Tabelle 23: Übersicht mögliche Reduzierung Treibhausgasemissionen**

Handlungsfeld	Name der Maßnahme	Einsparungen in t CO <sub>2</sub> Äq/a	Einsparung in %	Einsparung Sektor	Priorität
Wärme	Energetische Sanierungen	8.000	18,85%	32%	3
	Ausbau SLT	3.200	7,54%		3
	Nutzung Geothermie	450	1,06%		2
	Wärmenetz Gartenschule	709	1,67%		1
	Wärmenetz Schulzentrum am Berg	1.221	2,88%		2
Strom	Umrüstung Innenraumbeleuchtung	63	0,15%	28%	2
	Umrüstung Straßenbeleuchtung	112	0,26%		1
	Ausbau PV	6.700	15,79%		1
	Top Ten Solar	332	0,78%		2
	Umrüstung auf energieeffiziente Geräte	4.800	11,31%		1
Verkehr	Informationskampagne Verhaltensänderung - zu Fuß oder mit dem Fahrrad	1.800	4,24%	6%	3
	Ausbau E-Mobilität	826	1,95%		3
	Austausch der kommunalen Fahrzeugflotte	0,03	0,00007%		2
<b>Gesamteinsparungen</b>		<b>28.213</b>	<b>66%</b>		<b>2</b>

In der Übersicht wird deutlich, dass mit der Umsetzung der Maßnahmen ca. 2/3 der Treibhausgasemissionen im Quartier eingespart werden können. Werden noch weitere Maßnahmen mit längerer Amortisationsdauer hinzugenommen (zum Beispiel Aufbau von großflächigen Wärmenetzen mit erneuerbaren Energien), ist es möglich die Treibhausgasemissionen noch weiter zu reduzieren.

Weiterhin ist bei den Einsparpotenzialen zu beachten, dass gegenseitige Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen vorliegen. Werden z.B. kurzfristig energetische Sanierungen durchgeführt, so sinkt der Wärmebedarf und damit auch das Potenzial zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen durch den Bau von Wärmenetzen. Ein anderes Beispiel für die Wechselwirkungen ist Flächenkonkurrenz auf geeigneten Dachflächen zwischen Photovoltaikanlagen und Solarthermie. Auf Grund ihrer Vielschichtigkeit konnten diese Wechselwirkungen an der Stelle nicht weiter beleuchtet werden.

Abbildung 37 zeigt die potenziellen Effekte der Maßnahmen auf die Treibhausgasemissionen noch einmal grafisch aufbereitet. In der Grafik wird deutlich, dass eine Reduzierung von Treibhausgasemissionen im Quartier im Bereich Verkehr über Maßnahmen auf Quartiersebene am schwersten abzudecken ist. Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen werden mit der berechneten Einsparung nur 17 % der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors vermieden. Hier bedarf es überregionaler und grundlegender Veränderungen im Mobilitätsverhalten, um eine weitere Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu erreichen.

Weiterhin wird in der Grafik deutlich, dass eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Wärmebereich nur durch umfassende energetische Sanierungen zu erreichen sind.

Doch auch mit der Umsetzung aller in diesem Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen verbleiben noch ca. 1/3 der derzeitigen Treibhausgasemissionen (ca. 14.000 t CO<sub>2</sub>Ä<sub>q</sub>/a). Dies reicht aus um die Klimaziele der Bundesregierung bis 2030 zu erreichen, jedoch nicht für die Erreichung der Klimaneutralität, die bis 2045 angestrebt ist. Grund dafür ist, dass die aufgeführten Maßnahmen zu den Maßnahmen zählen, durch die kurzfristig im Quartier Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch reduziert werden können. Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, bedarf es jedoch langfristiger Ziele über das Quartier hinaus. So ist beispielsweise für eine Klimaneutralität eine Umstellung der Energieerzeugung auf erneuerbare Energien auf Flächen außerhalb des Quartiers notwendig. Weiterhin ist eine grundlegende Veränderung des Mobilitätsverhalten hin zu Fußgängern, Radfahrern und öffentlichen Nahverkehr von Nöten. Die verbleibenden Strecken und Transporte sollten nach Möglichkeit mit Fahrzeugen mit Elektro-Antrieb zurückgelegt werden.

## Übersicht Einsparungen Emissionen durch erarbeitete Maßnahmen

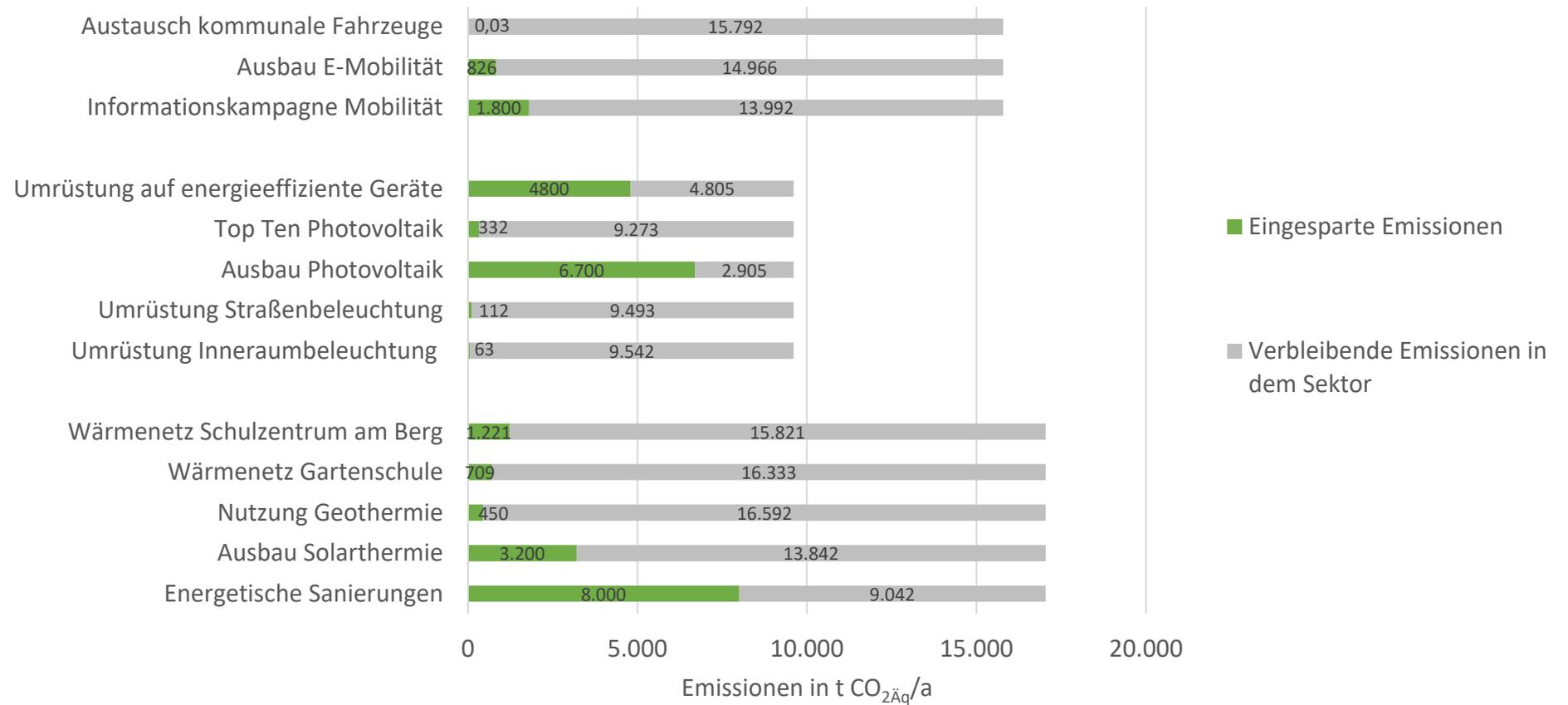


Abbildung 37: Übersicht Einsparung Treibhausgasemissionen

## 5 KOMMUNIKATION UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Öffentlichkeitsarbeit war ein integraler Bestandteil bei der Erstellung des Quartierskonzeptes. Die Bürger des Quartiers wurden von Beginn an in die Erarbeitung des Quartierskonzeptes mit einbezogen und hatten mit Hilfe mehrerer Artikel die Möglichkeit Einblick in die Methodik und Ergebnisse zu erhalten sowie im Rahmen einer Informationsveranstaltungen auch persönlich die Gelegenheit, ihre Fragen und Meinungen zum Quartierskonzept einzubringen.

### **Vorstellung der einzelnen Schritte / Fortschritte des Konzeptes über Artikel**

Während der gesamten Laufzeit des Quartierskonzeptes wurde eine breite Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit betrieben. So wurden immer wieder Informationen über den Prozess des Quartierskonzeptes sowie Energiespartipps für Haushalte veröffentlicht. Artikel erschienen u.a. in den folgenden Medien:

#### (1) 'SBlättle – Amtsblatt der Stadt Wendlingen am Neckar (Print & online)

- „Ein energetisches Quartierskonzept für unser Wendlingen am Neckar“ (Ausgabe 52/53; 23.12.2020)
- „Ein Nahwärmenetz für Wendlingen“ (Ausgabe 1/2; 15.01.2021)
- „Informationen zum Nahwärmenetz“ (Ausgabe 10; 12.03.2021)
- „Eine Bürgerveranstaltung soll über die bisherigen Ergebnisse des Quartierskonzeptes „Innenstadt und Unterboihingen in Wendlingen am Neckar“ informieren.“ (Ausgabe 16; 23.04.2021)

#### (2) Homepage der Stadt: <https://www.wendlingen.de/rathaus-service>

- „Ein Nahwärmenetz für Wendlingen am Neckar?“ (14.01.2021)
- „Nahwärmenetz“ (11.03.2021)
- „Quartierskonzept – Wer möchte mehr erfahren?“ (22.04.2021)

#### (3) Nürtinger Zeitung / Wendlinger Zeitung (Print & online)

- „Neue Wege bei der Energieversorgung in Wendlingen“ (23.01.2020)
- „Energieverbrauch und Energiekosten – Bürgerveranstaltung informiert über bisherige Ergebnisse des Quartierskonzeptes Innenstadt und Unterboihingen in Wendlingen“ (24.04.2021)

### **Informationsveranstaltung am 03.04.2021**

Die Bürgerveranstaltung wurde aufgrund der herrschenden Pandemie-Situation online mit Hilfe der Software MS Teams realisiert. Das Interesse war mit über 40 teilnehmenden Bürgern im Vergleich zu anderen Quartierskonzepten ausgesprochen hoch. Nachdem Steffen Weigel, Bürgermeister von Wendlingen am Neckar, seine begrüßenden und einleitenden Worte gesprochen hatte, wurde der Entstehungsweg hin zum Quartier dargestellt. Gefolgt wurde dies von der Beschreibung des ausgewählten Quartiers mit seinen Besonderheiten. Vorgestellt wurden darüber hinaus die herausgearbeiteten Potenziale und identifizierten drei Wärmenetze (Gartenschule, Albstraße und Schulzentrum). Konkrete Ideen für die Bürger waren ebenfalls Themen. Dabei wurden neben Energiespartipps in der Küche auch die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaik auf dem eigenen Dach angesprochen. Mehrere Bürger zeigten sich darüber hinaus auch an den aufgeführten Hinweisen zum Austausch der bestehenden Heizanlagen interessiert. Insgesamt wirkten die teilnehmenden Bewohner des Quartiers vom Nutzen des Quartierskonzeptes überzeugt und motiviert sich an der Transformation der Energieversorgung zu beteiligen. Im Nachgang wurden weiterführende Informationen an sieben Bürger versendet. Noch teilweise zu klärende Rückfragen wurden am Ende des Projektes der Stadt Wendlingen zur Weiterverfolgung übergeben.

### **Flyeraktion für die Neuffenstraße**

Darüber hinaus fand eine Flyeraktion für die Neuffenstraße im Abschnitt zwischen Teckstraße und Kapellenstraße statt. Für diesen Bereich waren bereits für das Frühjahr 2021 Tiefbauarbeiten geplant und so bestand die Überlegung seitens der Stadt, die Infrastruktur für eine Wärmeversorgung parallel mit zu verlegen – wenn sich genügend Abnehmer dafür finden. Um die Entscheidung für oder gegen ein Wärmenetz treffen zu können, erhielten die betroffenen Anwohner einen Flyer mit entsprechenden Informationen. Die Rücklaufquote war mit sieben Antworten jedoch sehr gering. Am Ende entschied sich die Stadt daher gegen die Verlegung eines Leer- bzw. Wärmerohres bei den geplanten Baumaßnahmen in der Neuffenstraße.

### **Lenkungsgruppentreffen**

Die Kommunikation innerhalb des Projektteams erfolgte regelmäßig in Form von Lenkungsgruppentreffen. Hier wurde im Abstand von ca. zwei Monaten der aktuelle Stand des Projektes präsentiert und das weitere Vorgehen diskutiert. Die Lenkungsgruppe bestand sowohl aus Vertretern der Stadtverwaltung (Axel Girod / Stadtbaumeister; Daniel Miller / Hochbau und Energiemanagement; Carmen Wojnar / Bauverwaltung; Ulrich Biedermann / Tiefbau) und aus Vertretern der Stadtbau GmbH (Harald Wirsing) und Vertretern der Tilia GmbH (André Ludwig / Projektverantwortlicher; Nelly Lehr / Projektleiterin; Jana Müller / Projektmanagerin). Auch zwischen den Lenkungsgruppentreffen gab es Treffen und Telefonkonferenzen nach Bedarf. So wurde das Quartierskonzept in enger Abstimmung mit der Stadt und der Stadtverwaltung erarbeitet.

## 6 DOKUMENTATION UND ERFOLGSKONTROLLE

Um den Effekt der im Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen zu überprüfen, sollte es eine Dokumentation und Erfolgskontrolle bei der Maßnahmenumsetzung geben. Das energetische Monitoring dient der Evaluierung des mit der Erstellung des integrierten energetischen Quartierskonzeptes angestoßenen Prozesses der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung und ist auch durch die KfW-Bank vorgegeben. Das geplante Monitoring könnte entweder ein Aufgabenbereich eines Sanierungsmanagers für das Quartier sein, alternativ müssten bei den Mitarbeitern der Stadtverwaltung entsprechende Kapazitäten geschaffen werden.

Mit dem konsekutiven Monitoring des Quartierskonzeptes können die Erfolge der Maßnahmenumsetzung dargestellt und mögliche Handlungsbedarfe identifiziert werden, um ggf. Kurskorrekturen bei der Maßnahmenumsetzung oder auch neue Potenziale frühzeitig in den Prozess integrieren zu können. Im Sinne eines Qualitätsmanagements kann so in regelmäßigen Intervallen auf aktuelle Erfordernisse und Trends reagiert werden.

Weiterhin kann das Monitoring als Dokumentations- und Kommunikationsinstrument gegenüber der Öffentlichkeit und der kommunalen Verwaltung genutzt werden, um weitere Akteure zu motivieren und die Bewohner für das Thema zu sensibilisieren. Die Umsetzungserfolge könnten z.B. regelmäßig in der Presse und für die relevanten Mitarbeiter der Stadtverwaltung Wendingen dargestellt werden.

Als mögliche zentrale Koordinierungsstelle für das Monitoring könnte z.B. der im Nachgang zum vorliegenden Quartierskonzept eingestellte Sanierungsmanager fungieren. Sollte der Sanierungsmanager auf Grund von begrenzten Fördergeldern nicht (weiter) von der Stadtverwaltung beschäftigt werden können, sollte das Monitoring innerhalb des Stadtbauamtes der Stadtverwaltung Wendingen übergeben werden. Die Methodik des Monitorings sollte deshalb einfach nachvollziehbar sein, um den Einarbeitungsaufwand für neue Mitarbeiter gering zu halten. Das betrifft u.a. die Vorgehensweise, die Rechenwege, die Daten und die Parameter. Somit kann die Verstetigung des Monitorings sichergestellt werden.

Als Basiswerte für den End- und Primärenergieverbrauch sowie die Treibhausgasemissionen sind dabei die im vorliegenden Quartierskonzept herangezogenen Werte als Grundlage zu nutzen. Unter Berücksichtigung des Aufwandes und der zur Verfügung stehenden Daten ist eine Datenerhebung und Erfolgskontrolle der Bereiche Raumwärme und Warmwasser sowie Strom in einem mehrjährigen Rhythmus sinnvoll.

Neben dem Monitoring der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen sollte regelmäßig der Stand der Maßnahmenumsetzung überprüft werden. Es wird empfohlen, dass die Grundlage ein Aktionsplan bildet, der folgende Punkte beinhalten sollte:

- Handlungsfeld
- Maßnahmenbeschreibung
- Beteiligte Akteure
- Umsetzungszeitraum
- Voraussetzungen
- Vorgehen/Methoden

- Meilensteine
- Ziel der Maßnahme
- Kosten
- Art und Zeitpunkt des Monitorings

Der Aktionsplan sollte auf den Daten des Maßnahmenkataloges beruhen. Viele Informationen können, evtl. leicht angepasst, daraus übernommen werden.

Der Aktionsplan sollte jedes Jahr überprüft und entsprechend angepasst werden. Hierzu sollte sich eine feste Gruppe von relevanten und interessierten Akteuren zusammenfinden, um vierteljährlich den Erfolg der bereits umgesetzten Maßnahmen zu überprüfen und die Maßnahmen für das nächste Jahr zu planen.

Bei der Umsetzung und dem Monitoring der Maßnahmen sollte der PDCA-Zyklus (Plan – Do - Check – Act) angewendet werden. In der folgenden Grafik ist der Aufbau des PDCA-Zyklus beschrieben. Der PDCA-Zyklus beginnt mit der Planung von Maßnahmen (Plan). Dafür wurde die Grundlage im Quartierskonzept gelegt, die erweitert und verfeinert werden kann. Im nächsten Schritt werden die Maßnahmen testweise umgesetzt (Do). Im kleinen Rahmen werden die Schritte der Maßnahme durchgeführt und deren Erfolg überprüft (Check). Die Maßnahmen können dann verbessert und im größeren Maßstab umgesetzt werden (Act). Dieser Zyklus sollte es der Gruppe, die für die Umsetzung des Aktionsplans zuständig ist, leichter machen die Maßnahmen koordiniert umzusetzen und eine regelmäßige Erfolgskontrolle durchzuführen.

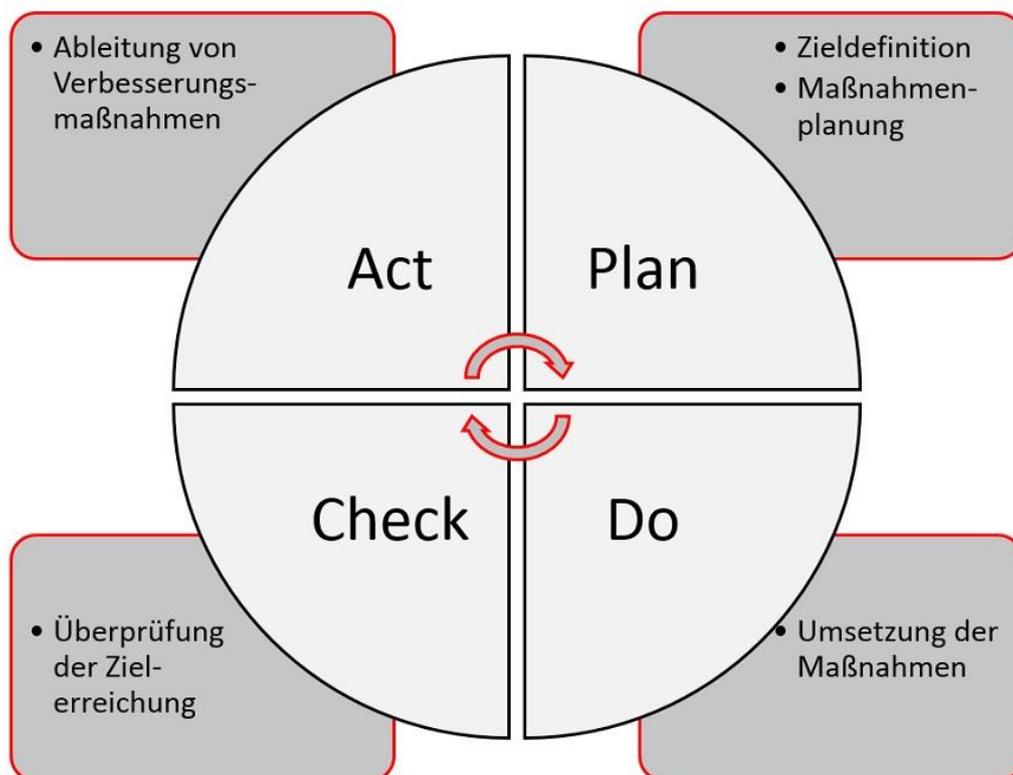


Abbildung 38: PDCA-Zyklus

Weitere Ansätze zur Dokumentation und Erfolgskontrolle sind:

- Durch regelmäßige Sachstandsberichte zum Fortschreiten des energetischen Umbaus im Quartier können sämtliche Einzelmaßnahmen in einem Zeitraum erfasst und dokumentiert werden. Auch die geförderten Maßnahmen werden so lokal dokumentiert. Diese Dokumentation würde dann die Basis für eine Gesamtdarstellung des energetischen Umbaus für die Gemeinde darstellen, da solche Berichte immer wieder fortgeschrieben werden können.
- Zusätzlich könnte die Nutzung von Gebäudeenergieberatungen etwa in Zusammenarbeit mit Verbraucherzentralen dokumentiert werden. So ließe sich der errechnete Wärmebedarf auch noch konkretisieren.
- Ein Ansatz, der auch die Vorbildfunktion Einzelner hervorhebt, wäre die mediale Nutzung der Maßnahmenergebnisse in lokalen Medien – etwa in Quartiersportraits im Amtsblatt.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende Quartierskonzept ist ein erster Schritt für die Umsetzung von weiteren energetischen Klimaschutzmaßnahmen, die zur Einsparung von Emissionen und einer Senkung des Energieverbrauchs beitragen.

Damit die Umsetzung der im Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen gelingt, wurden im vorliegenden Bericht bereits mehrere Erfolgsfaktoren genannt. Diese sollen hier nochmal einmal zusammengefasst aufgeführt werden:

### **Erfolgsfaktor 1: Kontinuierliche Umsetzung und Monitoring der Maßnahmen**

Um die Maßnahmen effektiv umzusetzen, bedarf es einer kontinuierlichen Umsetzung der Maßnahmen und ein regelmäßiges Monitoring deren Wirksamkeit. Hierzu wäre z.B. ein Sanierungsmanager, der sich hauptberuflich um die Umsetzung der Maßnahmen kümmert, prädestiniert. Der Sanierungsmanager sollte sich regelmäßig mit den relevanten Akteuren treffen, die Umsetzung von Maßnahmen anstoßen und die bereits umgesetzten Maßnahmen auswerten (Reduzierung Treibhausgasemissionen, Energieeinsparung etc.).

### **Erfolgsfaktor 2: Bildung von Kooperationen und gemeinschaftliche Umsetzung**

Eine Vielzahl der angedachten Maßnahmen können jedoch nicht vom Sanierungsmanager im Alleingang umgesetzt werden. Je nach Maßnahme ist es sinnvoll, Kooperationen mit weiteren Akteuren im Energiebereich zu bilden und diese für die Umsetzung der Maßnahmen zu nutzen. Für nahezu alle Maßnahmen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen der Stadt Wendlingen und weiteren Akteuren im Energie- und Immobilienbereich notwendig. Weiterhin sind für einzelne Maßnahmen eine gemeinschaftliche Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale Esslingen, lokalen Energieberatern oder dem lokalen Nahverkehrsunternehmen (Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH - VVS) sinnvoll. Es wird empfohlen, diese Akteure punktuell zu den Treffen des Personenkreises zur Maßnahmenumsetzung hinzuzuholen.

### **Erfolgsfaktor 3: Einbeziehung und Sensibilisierung der Bürger**

Um eine erfolgreiche Umsetzung zu gewährleisten, müssen auch die Bewohner des Quartiers kontinuierlich mit einbezogen werden. Hier ist es sinnvoll, regelmäßig Informationen über soziale Medien, die Homepage der Stadtverwaltung, lokale Zeitungen und Informationsveranstaltungen zu verbreiten. Außerdem sollte es Bürgersprechstunden und Veranstaltungen geben, in denen die Maßnahmen kritisch hinterfragt und diskutiert werden können. Zusätzlich besteht die Möglichkeit für gezielte Kampagnen für Klimaschutzmaßnahmen, z.B. zum Thema Photovoltaik, Energiesparen oder Mobilität.

Um den Energieverbrauch in den Privathaushalten nachhaltig zu senken, ist eine Sensibilisierung der Bewohner für den eigenen Energieverbrauch und Energieverbrauchssenkungen unabdingbar. In Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale sollten hier weiterhin Informationsangebote zur Verfügung gestellt werden, die Möglichkeiten zur Senkung des Strom- und Wärmeverbrauchs darstellen.

Werden diese Erfolgsfaktoren berücksichtigt, so sind die Chancen hoch, dass die empfohlenen Maßnahmen erfolgreich umgesetzt werden können.

Das Quartierskonzept ist nur ein kleiner Schritt für die Erreichung der Klimaschutzziele der Stadt Wendingen und der Bundesregierung. Nichtsdestotrotz kann es aber ein großer Schritt für das Quartier sein und dort grundlegende Änderungen in der Energieversorgung und bei den Bewohnern hervorrufen.

## ANHANG

Um die Umsetzung der Maßnahmen für Gebäudeeigentümer zu erleichtern, sind im Folgenden einige Förderprogramme für Gebäudeeigentümer zusammengestellt:

### (1) BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE GEBÄUDE

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ersetzt die bestehenden Programme zur Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien im Gebäudebereich – darunter das CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm (Programme Energieeffizient Bauen und Sanieren), das Programm zur Heizungsoptimierung (HZO), das Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) und das Marktanreizprogramm zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (MAP).

Für jeden Fördertatbestand kann sowohl als Zuschuss- als auch als Kreditförderung beantragt werden. Sämtliche Förderangebote können mit nur einem Antrag bei nur einer Institution (KfW oder BAFA) beantragt werden. Für die ab dem 1. Juli 2021 startende BEG-Zuschuss- und Kreditförderung für Gesamtsanierungen, die sogenannte Effizienzhaus-Förderung, bleibt ausschließlich die KfW zuständig. Ab 2023 soll das BAFA alle Zuschussanträge bearbeiten und die KfW für alle Kreditvarianten zuständig sein (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020).

<b>Wohngebäude (BEG WG) (ab 01.07.2021)</b>	
<b>Was wird gefördert?</b>	Errichtung (Neubau) und der Ersterwerb neu errichteter energieeffizienter Wohngebäude, Sanierungen
<b>Konditionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei EE-Effizienzhausklasse: Maximal förderfähige Kosten stiegen von 120 000 auf 150 000 €.</li> <li>• Altbausanierung: Erreichen der "Effizienzhaus EE" – Klassen, wenn Anteil erneuerbare Energien bei mindestens 55 % liegt.</li> <li>• Ein- und Zweifamilienhäuser: Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen, bis zu 10.000 € pro Zusage im Jahr förderfähig.</li> <li>• Umfassende Sanierungen: Boni iSEF 5% und 5%-Effizienzklassenbonus. KfW-Effizienzhäuser bis zu 45% Zuschuss möglich.</li> </ul>
<b>Was ist notwendig?</b>	Zur Beantragung der BEG-Förderung muss ein Energieeffizienz-Experte eingebunden werden, Erstellung einer technische Projektbeschreibung (TBP)
<b>Weitere Informationen</b>	<a href="https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/sanierung_wohngebaeude_node.html">https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/sanierung_wohngebaeude_node.html</a>

<b>Nichtwohngebäude (BEG NWG) (ab 01.07.2021)</b>	
<b>Was wird gefördert?</b>	Anlagentechnik (außer Heizung) Anlagen zur Wärmeenergieerzeugung (Heizungstechnik) Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle Heizungsoptimierung
<b>Konditionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Fördersatz beträgt 50 Prozent der förderfähigen Ausgaben.</li> <li>• Die förderfähigen Ausgaben sind gedeckelt auf 5 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, insgesamt auf maximal 20.000 Euro pro Zuwendungsbescheid</li> </ul>
<b>Schritte</b>	Zur Beantragung der BEG-Förderung muss ein Energieeffizienz-Experte eingebunden werden, Erstellung einer technischen Projektbeschreibung (TBP)
<b>Weitere Informationen</b>	<a href="https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html">https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/sanierung_nichtwohngebaeude_node.html</a>

<b>Einzelmaßnahmen (BEG EM) (ab 01.01.2021)</b>	
<b>Was wird gefördert?</b>	Konditionen (auf Grundlage eines individuellen Sanierungsfahrplan erhält man einen iSFP-Bonus von zusätzlich 5%)
Maßnahmen an der Gebäudehülle (bspw. Dämmung Außenwände, Dachflächen, Austausch von Türen und Fenstern)	20% Zuschuss
Anlagentechnik (bspw. Einbau und Austausch oder Optimierung raumluftechnischer Anlagen, Einbau digitaler Systeme zur Verbrauchsoptimierung)	20% Zuschuss
Erneuerbare Energien für Heizungen (bspw. Wärmepumpen, Biomasseanlagen, Hybridheizungen oder Solarthermieanlagen)	20 bis 45 % Zuschuss
Maßnahmen zur Heizungsoptimierung (bspw. hydraulischer Abgleich einschließlich Austausch von Heizungspumpen)	20% Zuschuss
Fachplanung und Baubegleitung im Zusammenhang mit einer Einzelmaßnahme	50 % Zuschuss
<b>Was ist notwendig?</b>	Antragstellung und Fachunternehmererklärung ausreichend
<b>Weitere Informationen</b>	<a href="https://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Antragsverfahren/antragsverfahren_node.html">https://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Antragsverfahren/antragsverfahren_node.html</a>
<b>Zu beachten</b>	Obergrenze der förderfähigen Kosten darf nicht überschritten werden. Mindestinvestitionsvolumen: bei Einzelmaßnahmen bei 2.000 € (brutto) und Heizungsoptimierung 300 €.

## (2) WEITERE FÖRDERMÖGLICHKEITEN

<b>Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierung</b>	
<b>Was wird gefördert?</b>	Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung sind innerhalb der nächsten Jahre steuerlich abzugsfähig. Dadurch werden die Maßnahmen indirekt vom Staat gefördert.
<b>Konditionen</b>	<p>Bei den Einzelmaßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung sind 20% der Aufwendungen (max. 40.000 Euro pro Wohnobjekt), verteilt über drei Jahre, steuerlich abzugsfähig.</p> <p>Die steuerliche Förderung kann nicht mit Förderungen des BAFA oder der KfW kombiniert werden.</p> <p>Weitere Informationen unter:  <a href="https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Schlaglichter/Klimaschutz/2020-02-07-steuerliche-foerderung-energetischer-gebaeudesanierungen.html">https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Schlaglichter/Klimaschutz/2020-02-07-steuerliche-foerderung-energetischer-gebaeudesanierungen.html</a></p>

## 8 LITERATURVERZEICHNIS

Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Esslingen (AWB), 2021. *Entsorgungsmöglichkeiten im Landkreis Esslingen*. [Online] Available at: [https://www.awb-es.de/selbstanlieferung/entsorgungseinrichtungen/allgemein/Allgemein.html#Deponien\\_fuer\\_Erdaushub\\_und\\_Bauschutt](https://www.awb-es.de/selbstanlieferung/entsorgungseinrichtungen/allgemein/Allgemein.html#Deponien_fuer_Erdaushub_und_Bauschutt) [Zugriff am 20 05 2021].

Bertelsmann Stiftung, 2020. *www.wegweiser-kommune.de*. [Online] Available at: <https://www.wegweiser-kommune.de/statistik/wendlingen-am-neckar+demographischer-wandel+2013-2015+tabelle>, [Zugriff am 06 05 2021].

brenner BERNARD ingenieure GmbH, 2019. *Stadt Wendlingen am Neckar - Radverkehrskonzept*, Aalen: Bernard-Gruppe.

Bundesministerium der Justiz und Verbraucherschutz, 2020. *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG)*. [Online] Available at: [https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage\\_5.html](https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage_5.html)[Zugriff am 25 05 2021].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2021. *www.bmu.de / Wie umweltfreundlich sind Elektroautos? Eine ganzheitliche Bilanz..* [Online] Available at: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/elektroautos\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/elektroautos_bf.pdf) [Zugriff am 12 05 2021].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2021. *www.umweltbundesamt.de*. [Online] Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/radverkehr#gtgt-gesund/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/radverkehr#gtgt-gesund> [Zugriff am 11 05 2021].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2021. *www.umweltbundesamt.de*. [Online] Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/mobilitaet/fahrgemeinschaften#gewusst-wie> [Zugriff am 11 05 2021].

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020. *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude*. [Online] Available at: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Externe-Links/B/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebaeude-einzelma%C3%9Fnahmen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Externe-Links/B/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebaeude-einzelma%C3%9Fnahmen.pdf?__blob=publicationFile&v=8) [Zugriff am 01 06 2021].

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), 2011. *Entwicklung der Energiemärkte - Energiereferenzprognose*, Berlin: s.n.

Bundesregierung, 2019. *CO2-Bepreisung*. [Online]

Available at: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/co2-bepreisung-1673008> [Zugriff am 25 05 2020].

Bundesverband CarSharing e.V., 2021. *www.carsharing.de*. [Online]

Available at: <https://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/aktuelle-zahlen-fakten-zum-carsharing-deutschland> [Zugriff am 11 05 2021].

Bürgerverein Wendlingen am Neckar e.V., 2020. *www.buergerbus-wendlingen.de*. [Online]

Available at: <https://www.buergerbus-wendlingen.de/> [Zugriff am 19 03 2021].

C.A.R.M.E.N. e.V., 2020. *Marktpreise Holzhockschnitzel*. [Online]

Available at: <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreise-hackschnitzel/> [Zugriff am 25 05 2021].

CO2 online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH, kein Datum *Stromverbrauch im Haushalt*.

[Online] Available at: <https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspartipps/stromverbrauch-im-haushalt/> [Zugriff am 03 06 2021].

Die Bundesregierung, 2021. *Die Bunderegierung*. [Online]

Available at: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672> [Zugriff am 18 05 2021].

E.ON Energie Deutschland GmbH, 2021. *Photovoltaik-Eigenverbrauch: Lohnt sich das?*. [Online]

Available at: <https://www.eon.de/de/pk/solar/photovoltaik-darum-lohnt-sich-eigenverbrauch.html> [Zugriff am 20 05 2021].

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH, 2021. *www.ecologic.eu*. [Online]

Available at: <https://www.ecologic.eu/de/3526> [Zugriff am 02 04 2021].

European Commission, 2021. *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*. [Online]

Available at: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP) [Zugriff am 20 05 2021].

Fraunhofer ISE, 2020. *energy-charts.de*. [Online]

Available at: [https://www.energy-charts.de/energy\\_pie\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/energy_pie_de.htm) [Zugriff am 29 07 2020].

Google Earth Pro, 2020. *Luftbild Quartier - Kartenbearbeitung durch Tilia*, Software: Google Inc..

grünES GmbH, 2021. *Wärmepumpenstrom*. [Online]

Available at: <https://www.gruen-es.de/waermepumpenstrom> [Zugriff am 25 05 2021].

Heinze GmbH, 2020. *www.baunetzwissen.de*. [Online]

Available at: [\[https://www.baunetzwissen.de/altbau/fachwissen/baualterstufen/nachkriegsbautender-50er-jahre-148204\]](https://www.baunetzwissen.de/altbau/fachwissen/baualterstufen/nachkriegsbautender-50er-jahre-148204) [Zugriff am 19 03 2021].

Institut für Wohnen und Umwelt, 2021. *TABULA Webtool*. [Online]

Available at: <https://webtool.building-typology.eu/#bm> [Zugriff am 21 05 2021].

Kania, R., kein Datum *www.welt-in-zahlen.de*. [Online]

Available at: <https://www.welt-in-zahlen.de/laendervergleich.phtml?indicator=126> [Zugriff am 26 04 2021].

KfW, 2020. *KfW.de*. [Online]

Available at: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-%28432%29/> [Zugriff am 08 10 2020].

Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, 2020. *CO2-Bilanzierung mit BICO2BW*.

[Online] Available at: <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/angebote/co2-bilanzierung> [Zugriff am 19 05 2021].

Kraftfahrt-Bundesamt, 2020. *Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes zum 1. Januar 2020*. [Online]

Available at:

[https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz3\\_b\\_uebersicht.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz3_b_uebersicht.html) [Zugriff am 30 03 2021].

Kraftfahrt-Bundesamt, 2020. *www.kba.de / Verkehr in Kilometern (VK) Jahre 2014 - 2019*. [Online]

Available at:

[https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk\\_inlaenderfahrleistung/vk\\_inlaenderfahrleistung\\_inhalt.html;jsessionid=6611849642128654D9B45E6ED954DF1D.live21322?nn=2351536](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/vk_inlaenderfahrleistung_inhalt.html;jsessionid=6611849642128654D9B45E6ED954DF1D.live21322?nn=2351536) [Zugriff am 30 03 2021].

Kraftfahrt-Bundesamt, 2021. *www.kba.de / Bestandsüberblick am 1. Januar 2021*. [Online]

Available at:

[https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Jahresbilanz/b\\_jahresbilanz\\_inhalt.html?nn=2598042](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Jahresbilanz/b_jahresbilanz_inhalt.html?nn=2598042) [Zugriff am 30 03 2021].

Land Baden-Württemberg, 2007. *www.baden-wuerttemberg.de*. [Online]

Available at: [https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/Altdateien/202/Energiekonzept\\_B-](https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/Altdateien/202/Energiekonzept_B-W_2020.446953.pdf)

[W\\_2020.446953.pdf](https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/Altdateien/202/Energiekonzept_B-W_2020.446953.pdf) [Zugriff am 02 04 2021].

Land Baden-Württemberg, 2014. *um.baden-wuerttemberg.de / Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK)*. [Online]  
Available at: [https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2\\_Presse\\_und\\_Service/Publikationen/Klima/140715\\_IEKK.pdf](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Klima/140715_IEKK.pdf)  
[Zugriff am 02 04 2021].

Land Baden-Württemberg, 2020. *Baden-wuerttemberg.de*. [Online]  
Available at: <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/novelle-des-klimaschutzgesetzes-verabschiedet/> [Zugriff am 18 05 2021].

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LBRG), 2021. *Kartenviewer*. [Online]  
Available at: [https://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb\\_uek350\\_geothermie\\_ews](https://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_uek350_geothermie_ews) [Zugriff am 21 05 2021].

Lödl, M. e. a., 2010. *Abschätzung des Photovoltaikpotenzials auf Dachflächen in Deutschland*. München, Technische Universität München.

LUMITOS AG, 2021. *www.chemie.de*. [Online] Available at: <https://www.chemie.de/lexikon>  
[Zugriff am 30 03 2021].

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2015. *um.baden-wuerttemberg.de*. [Online] Available at: [https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2\\_Presse\\_und\\_Service/Meilensteine/Mit\\_Kompetenz\\_und\\_Ausdauer.pdf](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Meilensteine/Mit_Kompetenz_und_Ausdauer.pdf) [Zugriff am 02 04 2021].

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2021. *Erfüllungsoptionen für Wohngebäude*. [Online] Available at: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/neubau-und-gebaeudesanierung/erneuerbare-waerme-gesetz-2015/erfuellungsoptionen-wohngebaeude/>  
[Zugriff am 27 05 2021].

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, kein Datum *um.baden-wuerttemberg.de*. [Online] Available at: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/neubau-und-gebaeudesanierung/erneuerbare-waerme-gesetz-2015/#:~:text=Beim%20Heizungsanlagentausch%20m%C3%BCssen%20in%20bestehenden,gedeckt%20oder%20Ersatzma%C3%9Fnahmen%20nachgewiesen%20werden.> [Zugriff am 03 05 2021].

Mobilitätswerk GmbH, keine Jahresangabe. *Für die Stadt Wendingen am Neckar steigt die Anzahl der E-Pkw von derzeit 32 (Stand 01.01.2019)*, Dresden: Mobilitätswerk GmbH.

Netze BW GmbH, 2020. *Energiemonitor Wendingen*, Stuttgart: s.n.

ntz, H. S. /., 2021. *www.ntz.de*. [Online] Available at:  
<https://www.ntz.de/nachrichten/wirtschaft/artikel/arbeitsmarkt-mit-licht-und-schatten>  
[Zugriff am 05 07 2021].

Projektträger Jülich, 2020. *Hocheffiziente Außen- und Straßenbeleuchtung sowie Lichtsignalanlagen*. [Online] Available at: <https://www.ptj.de/projektfoerderung/nationale-klimaschutzinitiative/kommunalrichtlinie/aussen-strassenbeleuchtung>  
[Zugriff am 21 05 2021].

Projektträger Jülich, 2020. *Hocheffiziente Innen- und Hallenbeleuchtung*. [Online] Available at: <https://www.ptj.de/projektfoerderung/nationale-klimaschutzinitiative/kommunalrichtlinie/innen-hallenbeleuchtung> [Zugriff am 21 05 2021].

Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH, 2015. *Verbesserung der Energieeffizienz der Wärmeversorgung im Bestand*, Dresden: Blaudrock und Nuglich Werbeagentur.  
Schlich, P. E., 2019. *Zur Bedeutung der Privathaushalte für die CO<sub>2</sub>-Emission Deutschlands*, Gießen: s.n.

Stadt Esslingen am Neckar, 2021. *Regionalplan Region Stuttgart*. [Online] Available at: [https://www.esslingen.de/site/Esslingen-Internet-2016/get/params\\_E455844194/17221564/RP\\_Karte\\_01\\_gesamt.pdf](https://www.esslingen.de/site/Esslingen-Internet-2016/get/params_E455844194/17221564/RP_Karte_01_gesamt.pdf) [Zugriff am 20 05 2021].

Stadt Wendlingen am Neckar / Amt für Zentrale Steuerung / Abteilung Bürgerbüro und Standesamt, 2021, 2021. *Einwohnerdaten Wendlingen am Neckar zum 12.04.2021*. Wendlingen am Neckar: s.n.

Stadt Wendlingen am Neckar / Amt für Zentrale Steuerung / Abteilung Bürgerbüro und Standesamt, 2021. *Altersstruktur im Quartier*. Wendlingen am Neckar: via Mail / Nicole Steinhardt.

Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2012. *Broschüre Stadtentwicklungskonzept / Stadtentwicklung Wendlingen am Neckar - Konzept für Städtebau, Grünordnung, Verkehr und Lärmschutz*. [Online] Available at: [https://www.wendlingen.de/fileadmin/Dateien/Dateien/Stadtentwicklung/Broschuere\\_Stadtentwicklungskonzept.pdf](https://www.wendlingen.de/fileadmin/Dateien/Dateien/Stadtentwicklung/Broschuere_Stadtentwicklungskonzept.pdf) [Zugriff am 11 03 2021].

Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2020. *www.wendlingen.de*. [Online] Available at: <https://www.wendlingen.de/leben-soziales/strassenverkehr-oepnv/oepnv> [Zugriff am 21 04 2021].

Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2020. *www.wendlingen.de*. [Online] Available at: <https://www.wendlingen.de/unsere-stadt> [Zugriff am 02 03 2021].

Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2021. *Datenlieferung*. via Mail: Diverse.

Stadtverwaltung Wendlingen am Neckar, 2021. *Straßenbeleuchtungsplan*. Wendlingen am Neckar: s.n.

Stadtwerke Esslingen am Neckar GmbH & Co. KG, 2021. *Allgemeine Tarife Erdgas*. [Online]  
Available at: <https://www.swe.de/grundversorgung> [Zugriff am 25 05 2021].

Stadtwerke Esslingen am Neckar GmbH und Co. KG, 2021. *Preisblatt "CleverWärme Burgweg Köngen"*. [Online]  
Available at: <https://www.swe.de/de/Energie-Wasser/Waerme/Waermepreis/Waermepreis/Preisblatt-CleverWaerme-Burgweg-Koengen-01.01.2021.pdf> [Zugriff am 25 05 2021].

Stadtwerke Esslingen, 2021. *Unternehmensgeschichte*. [Online]  
Available at: <https://www.swe.de/unternehmensgeschichte> [Zugriff am 19 05 2021].

Statista GmbH, 2020. *Entwicklung der Pro-Kopf-CO2-Emissionen in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2019*. [Online]  
Available at: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153528/umfrage/co2-ausstoss-je-einwohner-in-deutschland-seit-1990/> [Zugriff am 19 05 2021].

Statista GmbH, 2021. *Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in den Jahren 1999 bis 2020*. [Online]  
Available at: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/158536/umfrage/anteil-erneuerbarer-energien-an-der-waermebereitstellung-seit-1998/> [Zugriff am 19 05 2021].

Statista Inc., 2019. *www.statista.com*. [Online]  
Available at: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/723069/umfrage/durchschnittsalter-der-bevoelkerung-in-deutschland-nach-staatsangehoerigkeit/#:~:text=Die%20Statistik%20zeigt%20das%20Durchschnittsalter,in%20Deutschland%2044%2C5%20Jahre> [Zugriff am 18 03 2021].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2020. *Regionalstatistik.de*. [Online]  
Available at:  
<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1594890010551&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=13111-08-02-5&auswa>  
[Zugriff am 06 05 2021].

Statistisches Landeamt Baden-Württemberg, 2019. *www.statistik-bw.de*. [Online]  
Available at: <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Alter/01035100.tab?R=GS116071>  
[Zugriff am 18 03 2021].

Statistisches Landeamt Baden-Württemberg, 2020. *www.statistik-bw.de*. [Online]  
Available at: <https://www.statistik-bw.de> [Zugriff am 18 03 2021].

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020. *statistik-bw.de*. [Online]  
Available at: <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/> [Zugriff am 02 04 2021].

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2020. *www.statistik-bw.de / Einwohnerzahl BW*.  
[Online] Available at: <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2021014>  
[Zugriff am 30 03 2021].

Tilia GmbH, 2020. *Eigene Berechnungen, eigene Annahmen, eigene Aufnahmen*. Leipzig: s.n.

Tilia GmbH, 2021. *Eigene Berechnungen, eigene Annahmen, eigene Aufnahmen*. Leipzig: s.n.

ub.de Fachwissen GmbH, 2020. *Photovoltaik.org*. [Online]  
Available at: <https://www.photovoltaik.org/wirtschaftlichkeit/preisentwicklung> [Zugriff am 29 07  
2020].

Umweltbundesamt, 2019. *secure.umweltbundesamt.at*. [Online]  
Available at: <https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html> [Zugriff am 30 03 2021].

Umweltbundesamt, 2020. *Entwicklung der spezifischen Kohlenstoffdioxidemissionen in den Jahren  
1990 - 2019*. [Online]  
Available at:  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-  
01\\_climate-change\\_13-2020\\_strommix\\_2020\\_fin.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-01_climate-change_13-2020_strommix_2020_fin.pdf) [Zugriff am 19 05 2021].

Umweltbundesamt, 2020. *umweltbundesamt.de*. [Online]  
Available at: [https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-  
waermeversorgung-in-zahlen?sprungmarke=Strommix#Kraftwerke](https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen?sprungmarke=Strommix#Kraftwerke) [Zugriff am 26 08 2020].

Umweltbundesamt, 2021. *Erneuerbare Energien in Zahlen*. [Online]  
Available at: [https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-  
energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick](https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick) [Zugriff am 19 05 2021].

Umweltbundesamt, 2021. *Glossar*. [Online]  
Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/service/glossar/c> [Zugriff am 19 05 2021].

Umweltbundesamt, 2021. *Umweltbundesamt*. [Online]

Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung> [Zugriff am 15 08 2021].

Verbraucherzentrale Hamburg, 2015. *Fernwärme und Verbraucherschutz*. [Online]

Available at: [https://www.vzbv.de/sites/default/files/downloads/Praxisbericht\\_Fernwaerme-Verbraucherzentrale-Hamburg-2015.pdf](https://www.vzbv.de/sites/default/files/downloads/Praxisbericht_Fernwaerme-Verbraucherzentrale-Hamburg-2015.pdf) [Zugriff am 25 05 2021].

Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart GmbH in Zusammenarbeit mit dem Landratsamt Esslingen , 2014. *www.landkreis-esslingen.de*. [Online]

Available at: <https://www.landkreis-esslingen.de/site/LRA-Esslingen-ROOT/get/7541650/Gesamter> [Zugriff am 21 04 2021].

Wikipedia, 12.01.2021. *Wikipedia*. [Online]

Available at: [https://de.wikipedia.org/wiki/Wendlingen\\_am\\_Neckar](https://de.wikipedia.org/wiki/Wendlingen_am_Neckar) [Zugriff am 02 03 2021].

Zukunft Gas GmbH, kein Datum *www.erdgas.info*. [Online]

Available at: [https://www.erdgas.info/erdgas-mobil/erdgas-fahren-rechnet-sich#:~:text=Durchschnittliche%20Tankstellenpreise%20\(Stand%3A%20Jahresdurchschnitt%202020,10%20Euro%20\(H%2DGas\)](https://www.erdgas.info/erdgas-mobil/erdgas-fahren-rechnet-sich#:~:text=Durchschnittliche%20Tankstellenpreise%20(Stand%3A%20Jahresdurchschnitt%202020,10%20Euro%20(H%2DGas)) [Zugriff am 26 04 2021].

Zweckverband Gruppenklärwerk Wendlingen am Neckar, 2021. *Regenerative Energien & energieeffiziente Technik*. [Online]

Available at: <https://www.gkw-wendlingen.de/umweltschutz/regenerative-energien-energieeffiziente-technik> [Zugriff am 20 05 2021].