

Bestandsanalyse

- Zwischenbericht -

Kommunale Wärmeplanung Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz

Projekt	Kommunale Wärmeplanung Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz
Auftraggeber	Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz, Gemeinden Rückersdorf, Leinburg, Schwaig b. Nürnberg
Bearbeiter	Katharina Will, Markus Rößler, zeitgeist engineering gmbh
Kontakt	katharina.will@ib-zeitgeist.de +49 (0) 911 21707-411
Datum	06.12.2024

1. Zusammenfassung

In der Bestandsanalyse im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wird die aktuelle Situation in der Wärme- und Stromversorgung aufgezeigt. Dazu wird die Flächennutzung sowie Siedlungsstruktur, die bestehenden Energieversorgungsanlagen und -netze und die Verteilung der Wärmeerzeuger analysiert. Darauf basierend wird eine Energie- und Treibhausgasbilanz erstellt. Das bebaute Gebiet umfasst circa 35,6 % der Stadtfläche. Der Großteil der Wohnbebauung stammt aus den Jahren 1949 bis 1978 und 1978 bis 1995. Die Stromerzeugung vor Ort erfolgt durch ca. 380 PV-Anlagen (meist kleiner als 30 kWp) mit ca. 3.110 MWh pro Jahr sowie durch mehrere fossile Anlagen, die ca. 2.600 MWh pro Jahr erzeugen. Darüber hinaus existieren keine weiteren Stromerzeugungsanlagen. Das Gasnetz umfasst den ganzen Kernort, im Gebiet Steinberg gibt es ein erdgasbasiertes Wärmenetz. Im Bereich Wohnen & Kleinverbraucher stammt 84 % der erzeugten Energiemenge für Raumwärme und Warmwasser aus Erdgas und Heizöl, 9 % aus Biomasse. Bei Industrie & Großgewerbe wird 98 % der Wärme (inklusive Prozesswärme) durch die Verbrennung von Erdgas gewonnen. Raumwärme und Warmwasser zur Versorgung von Öffentlichen Einrichtungen wird zu 53 % aus Erdgas erzeugt, 46 % stammen aus Nahwärme. 92 % des Strombezugs aus dem Stromnetz ist auf den Bereich Industrie & Großgewerbe zurückzuführen, 8 % auf Wohnen & Kleinverbraucher und weniger als 1 % auf die Öffentlichen Einrichtungen. Insgesamt summiert sich der thermische Endenergieverbrauch aller Verbrauchergruppen im Stadtgebiet auf circa 170.900 MWh pro Jahr; der elektrische Endenergieverbrauch, bezogen aus dem Stromnetz, auf 266.600 MWh pro Jahr. Dies entspricht einem Ausstoß von 40.300 bzw. 101.500 t CO₂-Äquivalenten pro Jahr.

Inhalt

1. Zusammenfassung.....	1
2. Bestandsanalyse.....	4
2.1. Datengrundlagen und Verbrauchergruppen	4
2.1.1. Datengrundlagen.....	4
2.1.2. Verbrauchergruppen	4
2.2. Flächennutzung und Siedlungsstruktur	5
2.2.1. Flächennutzung.....	5
2.2.2. Siedlungsstruktur	6
2.3. Energieerzeugungsanlagen und Versorgungsnetze	8
2.3.1. Energieerzeugungsanlagen.....	8
2.3.2. Versorgungsnetze der Wärmeversorgung	10
2.3.3. Stromversorgungsnetze	11
2.3.1. Abwasserkanalnetz	12
2.4. Wärmeerzeugung: Methodik zur Ermittlung des IST-Zustands.....	13
2.5. Energiebilanz Wärme.....	17
2.5.1. Wohnen & Kleinverbraucher.....	17
2.5.2. Industrie & Großgewerbe	18
2.5.3. Öffentliche Einrichtungen	19
2.5.4. Zusammenfassung Energiebilanz Wärme	19
2.6. Raumwärme- und Warmwasserbedarf auf Baublockebene.....	21
2.6.1. Absoluter Heizwärme- und Warmwasserbedarf.....	22
2.6.2. Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublockfläche	22
2.6.3. Wärmelinienichte.....	23
2.7. Energiebilanz Strombezug	24
2.7.1. Methodik	24
2.7.2. Zusammenfassung Energiebilanz Strombezug	25
2.8. Treibhausgasbilanz Wärme und Strom	26
3. Literaturverzeichnis	29
4. Hinweise	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächennutzung auf dem Stadtgebiet Röthenbach a. d. Pegnitz	6
Abbildung 2: Siedlungsentwicklung der Stadt Röthenbach	7
Abbildung 3: Baublöcke unterschieden nach Nutzungsarten	8
Abbildung 4: Standorte größerer Energieerzeugungsanlagen	9
Abbildung 5: Elektrische Leistungen und Erträge nach Marktstammdatenregister	10
Abbildung 6: Leitungsgebundene Wärmeversorgung in den Baublöcken	11
Abbildung 7: Stromversorgungsnetze auf dem Stadtgebiet	12
Abbildung 8: Kanalnetz mit Durchmesser größer 800 mm, Sammel-, Rückhalte- und Überlaufbecken und Kläranlage	13
Abbildung 9: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch Wohnen & Kleinverbraucher	17
Abbildung 10: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch Industrie & Großgewerbe	18
Abbildung 11: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen	19
Abbildung 12: Prozentualer Energieverbrauch für Heiz- und Prozesswärme aufgeteilt auf Verbrauchergruppen	20
Abbildung 13: Energieträgerverteilung für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen	20
Abbildung 14: Absoluter jährlicher Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublock	22
Abbildung 15: Jährlicher Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublockfläche	23
Abbildung 16: Wärmelinien dichten am Beispiel des Stadtteils Steinberg	24
Abbildung 17: Prozentualer Strombezug aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen	25
Abbildung 18: Endenergieverbrauch thermisch und elektrisch	27
Abbildung 19: CO ₂ -Äquivalente resultierend aus dem Endenergieverbrauch. Für das ganze Stadtgebiet aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datengrundlagen der Bestandsanalyse	4
Tabelle 2: Flächen nach Nutzungsart auf dem Stadtgebiet der Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz [1]	5
Tabelle 3: Therm. und elektr. Leistungen bzw. Energiemengen der Wärmenetze und Stromerzeugungsanlagen nach Marktstammdatenregister	10
Tabelle 4: Angenommene Leistung der einzelnen Energieträger	14
Tabelle 5: Thermischer Endenergieverbrauch des Bereichs Wohnen & Kleinverbraucher	17
Tabelle 6: Thermischer Endenergieverbrauch von Industrie & Großgewerbe	18
Tabelle 7: Thermischer Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen. Aufgeteilt auf Energieträger	19
Tabelle 8: Kennwerte der Energiebilanz Wärme	21
Tabelle 9: Strombezug aufgeteilt auf Verbrauchergruppen	25
Tabelle 10: Kennwerte der Energiebilanz Strombezug	26
Tabelle 11: CO ₂ -Äquivalente der Energieträger	26
Tabelle 12: Kennwerte der Treibhausgasbilanz	28

2. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse werden die aktuelle Energieversorgung, die dazugehörige Infrastruktur und die bestehenden Energieerzeugungsanlagen untersucht. Zudem wird eine Treibhausgasbilanz für die Sektoren Wärme und Strom erstellt.

2.1. Datengrundlagen und Verbrauchergruppen

In diesem vorgelagerten Kapitel werden die Datengrundlagen der Bestandsanalyse sowie die Einteilung der Verbrauchergruppen dargestellt und genauer erläutert.

2.1.1. Datengrundlagen

Für die Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung sind Daten externer Akteure eine Grundvoraussetzung. In Tabelle 1 sind tabellarisch die Quellen der jeweiligen Daten für die verschiedenen Abschnitte der Bestandsanalyse aufgelistet.

Tabelle 1: Datengrundlagen der Bestandsanalyse

Kapitel	Datengrundlage
Gebäude- und Siedlungsstruktur	ALKIS, Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz
Energieerzeugungsanlagen und Versorgungsnetze	Energie-Atlas Bayern, Marktstammdatenregister, N-ERGIE AG, N-ERGIE Netz GmbH, Stadtwerke Röthenbach a. d. Pegnitz GmbH, lokale Akteure
Wärmeerzeugung	Kehrbuchdaten Röthenbach, Stadtwerke Röthenbach a. d. Pegnitz GmbH, N-ERGIE Netz GmbH, Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz
Energiebilanz Wärme	Energie-Atlas Bayern, Kehrbuchdaten Röthenbach, Fragebogen Industrie & Großgewerbe, Stadtwerke Röthenbach a. d. Pegnitz GmbH, Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz, N-ERGIE Netz GmbH
Energiebilanz Strombezug	Stadtwerke Röthenbach a. d. Pegnitz GmbH, N-ERGIE Netz GmbH, Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz
Treibhausgasbilanz Wärme und Strom	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH u.a.
Raumwärme- und Warmwasserbedarf auf Baublockebene	Wärmekataster des digitalen Energienutzungsplans des Landkreises Nürnberger Land, Fragebogen Industrie & Großgewerbe, Fragebogen an die Bürgerinnen und Bürger

2.1.2. Verbrauchergruppen

Die Verbraucher auf dem Stadtgebiet Röthenbach werden im Zuge der Bestandsanalyse in drei Verbrauchergruppen eingeteilt:

- Wohnen & Kleinverbraucher
- Industrie & Großgewerbe
- Öffentliche Einrichtungen

Diese Unterteilung geht auf die von den Energieversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellten Daten zurück. Die tatsächlichen Verbrauchswerte für Strom und Gas werden in Großkunden und Jahreskunden aufgeteilt. Somit sind Industrie & Großgewerbe separat aufgelistet und lassen sich von privaten Haushalten und kleineren Gewerbebetrieben unterscheiden. Die möglichen Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Wärmesektors sind bei Kleingewerbe und privaten Haushalten miteinander vergleichbar, da hier die Wärmeverbräuche in einer ähnlichen Größenordnung liegen. Die Daten der Verbrauchergruppe Öffentliche Einrichtungen basieren auf tatsächlichen Verbräuchen und lassen sich somit von den anderen beiden Verbrauchergruppen differenzieren. Die Abgrenzung dieser Verbrauchergruppe ist außerdem sinnvoll, da der Kommune bei eigenen Gebäuden und öffentlichen Verbrauchern andere Handlungsmöglichkeiten als den privaten Verbrauchern zur Verfügung stehen.

Unter Öffentlichen Einrichtungen werden grundsätzlich alle Gebäude und Infrastruktur zusammengefasst, die sich im Eigentum der Kommune, des Landes oder des Bundes befinden. In Röthenbach a. d. Pegnitz werden neben den kommunalen Liegenschaften auch das staatliche Gymnasium und die Realschule untersucht.

Die Kategorie Wohnen & Kleinverbraucher umfasst neben privaten Haushalten und Kleingewerbe auch Wohn- und Pflegeheime, private Schulen und kirchliche Einrichtungen.

2.2. Flächennutzung und Siedlungsstruktur

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wird die Flächennutzung und die Siedlungsstruktur auf dem Stadtgebiet Röthenbach untersucht. Diese Daten sind für die Abschätzung des Wärmebedarfs sowie für die Potenzialanalyse von Bedeutung.

2.2.1. Flächennutzung

Durch Auswertung der von der Kommune zur Verfügung gestellten ALKIS-Daten wird ein Überblick über die Flächennutzung auf dem Stadtgebiet geschaffen. Abbildung 1 zeigt kartografisch die Flächennutzung im Stadtgebiet.

Wald und Landwirtschaft nehmen zusammen etwas mehr als die Hälfte der Fläche ein. Der Rest der Fläche wird überwiegend für Siedlung und Verkehr genutzt. In Tabelle 2 sind die Flächen nach Nutzungsart in Hektar und prozentual zum gesamten Stadtgebiet aufgelistet.

Tabelle 2: Flächen nach Nutzungsart auf dem Stadtgebiet der Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz [1]

Nutzungsart	Fläche [ha]	Fläche [%]
Wald	637	44,6
Landwirtschaft	195	13,6
Siedlungs- und Verkehrsfläche	509	35,6
Sonstiges Gebiet	88	6,2
Gesamtes Gebiet	1.429	100

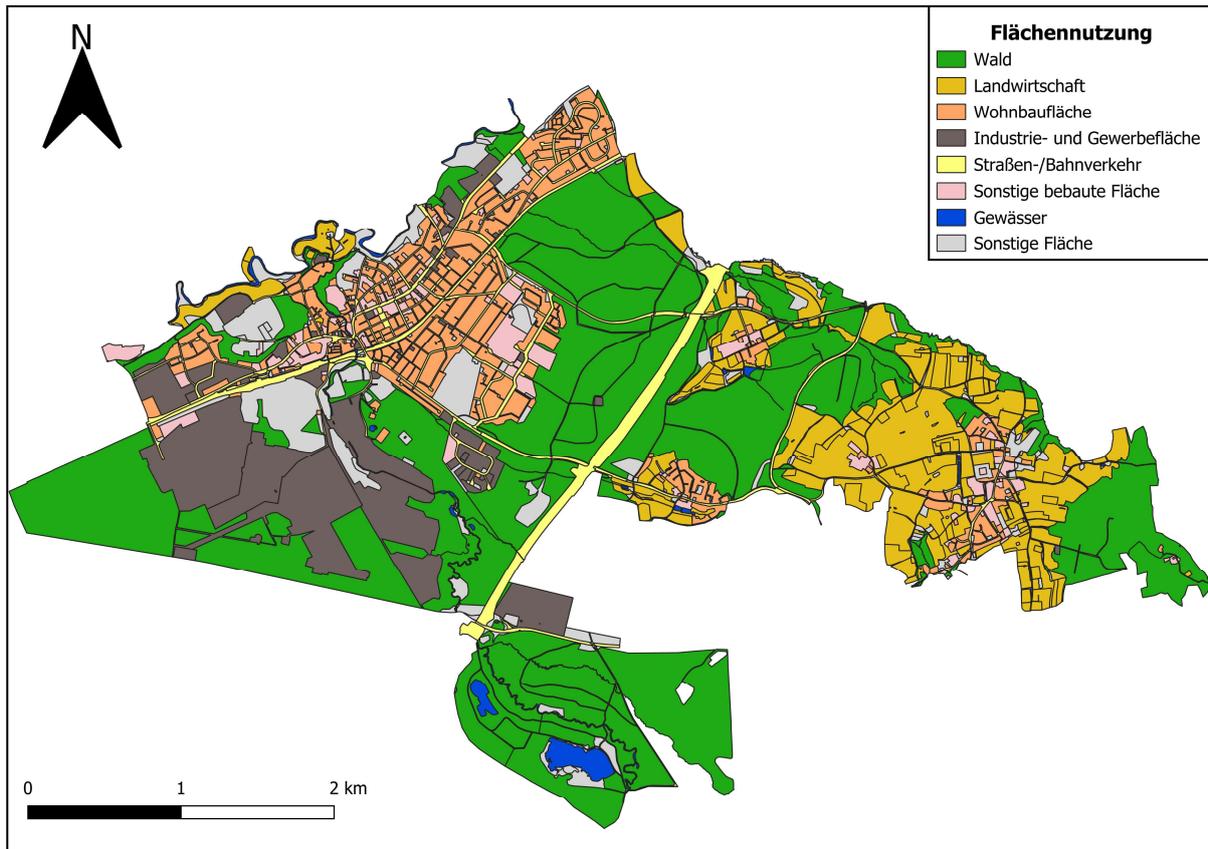


Abbildung 1: Flächennutzung auf dem Stadtgebiet Röthenbach a. d. Pegnitz

2.2.2. Siedlungsstruktur

In Abbildung 2 ist die Siedlungsentwicklung für die Kernstadt und die Ortsteile Haimendorf und Rockenbrunn aufgezeigt. Diese wurde anhand von städtischen Plänen und des Zeitreise-Tools des BayernAtlas erstellt [2] [3]. Der Ortskern stammt zum Teil aus dem frühen 20. Jahrhundert. Die Mehrheit der Baublöcke, darunter auch weite Teile der Industrie, sind in den Jahren von 1949 bis 1978 entstanden, ebenfalls gibt es einige Gebiete aus den 1980er- und 1990er-Jahren. Im Südwesten der Kernstadt gibt es Neubaugebiete aus den 2000ern.

Zum Zwecke des Datenschutzes und der besseren Veranschaulichung wird das bebaute Gebiet in kleinere Baublöcke eingeteilt. Die Einteilung verläuft größtenteils entlang von Straßen und Schienen oder natürlichen Grenzen, wie zum Beispiel Flüssen (wie die Pegnitz oder der Röthenbach). Es wird versucht, möglichst Gebiete mit gleicher Größe zu definieren. Bei Industrie und verwinkelten Bebauungsgebieten kann dies abweichen.

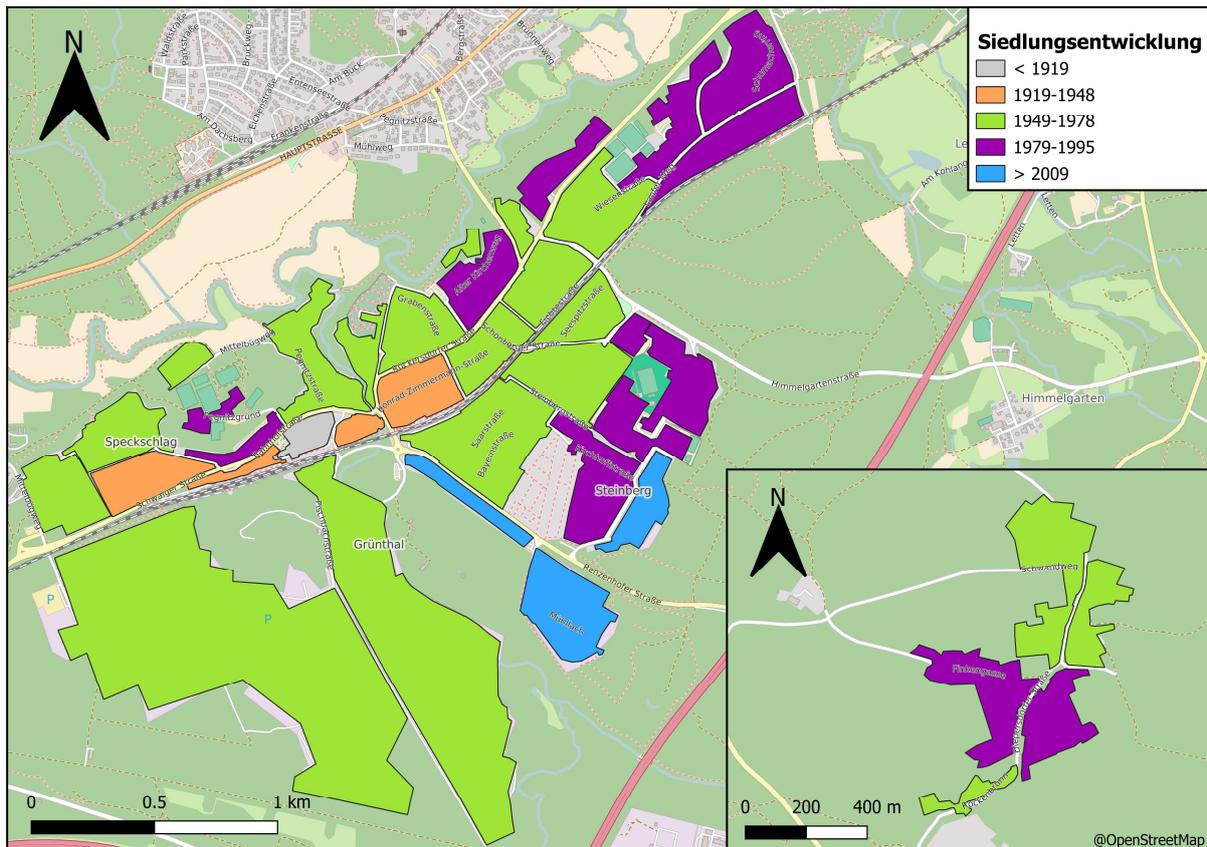


Abbildung 2: Siedlungsentwicklung der Stadt Röthenbach

In Abbildung 3 sind die Nutzungsarten der Gebäude nach den drei Verbrauchergruppen Wohnen & Kleinverbraucher, Industrie & Großgewerbe sowie Öffentliche Einrichtungen dargestellt. In einigen Gebieten überlagern sich die Nutzergruppen. Die Industrie konzentriert sich mehrheitlich auf den Südwesten der Kernstadt. Ansonsten bestehen die Stadt vor allem aus Wohngebieten durchzogen von Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen.

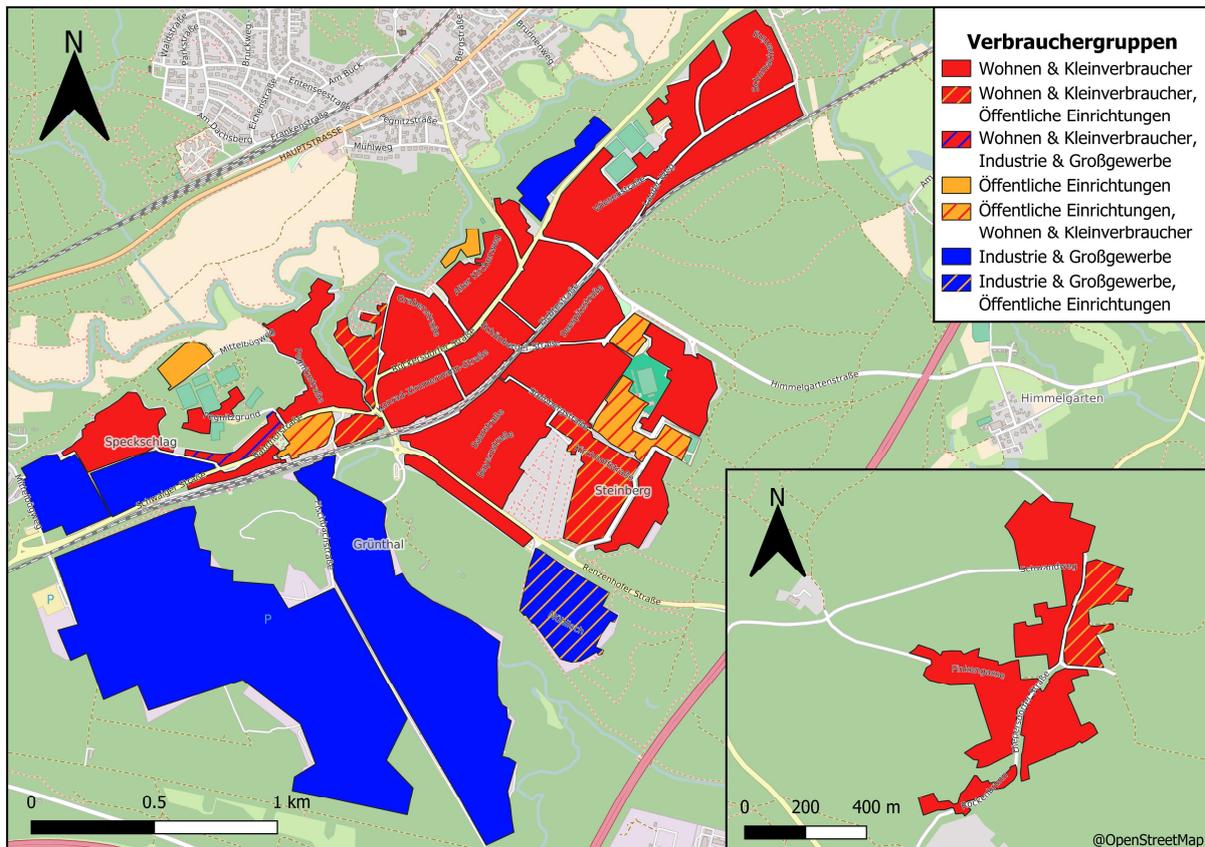


Abbildung 3: Baublöcke unterschieden nach Nutzungsarten

2.3. Energieerzeugungsanlagen und Versorgungsnetze

Für die Potenzialanalyse sowie die Planung der zukünftigen Energieversorgung ist die Beschreibung der Ist-Situation der erste Schritt. Daher werden im folgenden Kapitel die auf dem Stadtgebiet bestehenden Energieerzeugungsanlagen sowie die Energieinfrastruktur untersucht.

2.3.1. Energieerzeugungsanlagen

Die Bestandsanalyse zu Energieerzeugungsanlagen basiert auf den Daten des Marktstammdatenregisters [4] für den Sektor Strom sowie des Energie-Atlas-Bayern [5]. Es gibt ein BHKW, welches in ein Wärmenetz einspeist. Die größten Stromerzeugungsanlagen mit einer Leistung von größer als 30 kW sind in Abbildung 4 eingezeichnet.

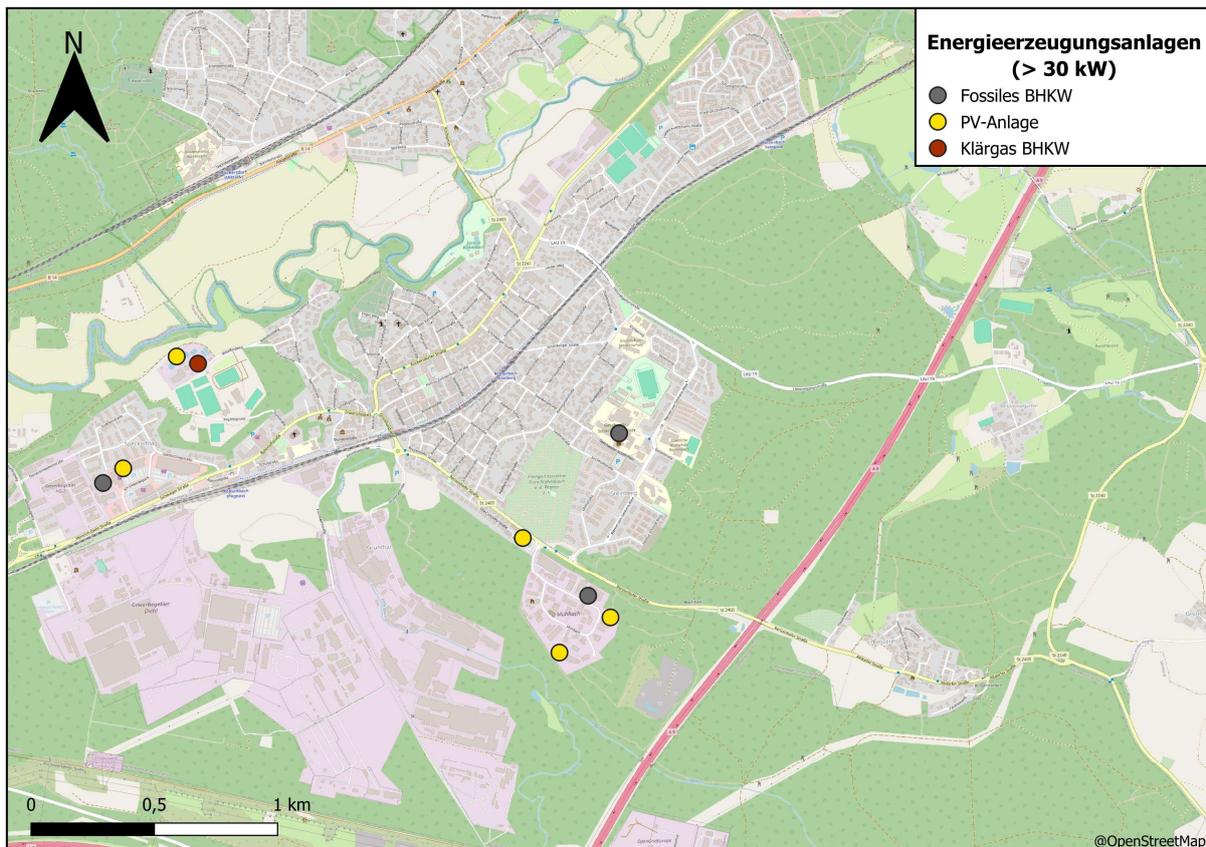


Abbildung 4: Standorte größerer Energieerzeugungsanlagen

Auf dem Stadtgebiet sind ca. 380 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 3,27 MW installiert. Dabei handelt es sich abgesehen von einer Freifläche auf dem Gelände der Kläranlage um Aufdachanlagen auf Wohn- und Industriegebäuden oder Balkonsolaranlagen. Bis auf wenige Ausnahmen beträgt die installierte Leistung pro Anlage weniger als 30 kWp. Biomasse wird nicht zur Stromerzeugung verwendet. Es gibt insgesamt 9 Blockheizkraftwerke, teils in Verbindung mit Kraft-Wärmekopplung mit einer gesamten elektrischen Leistung von 0,54 MW und einer thermischen Leistung von 0,85 MW. Für die Anlagen auf Industriegelände und das BHKW zur Erzeugung der Fernwärme wird eine Volllaststundenzahl von 5.400 Stunden pro Jahr angenommen [6]. Bei den kleineren Anlagen wird davon ausgegangen, dass sie überwiegend zu Heizzwecken genutzt werden und daher 1.500 Vollbenutzungsstunden aufweisen. Die Anlage in der Kläranlage wird mit Klärgas betrieben, für diese liegen die erzeugten Wärmemengen vor.

Tabelle 3 listet die elektrische Leistung und die jährlich erzeugte Strommenge aller Energieerzeugungsanlagen nach Marktstammdatenregister auf. Aufgrund der höheren Volllaststundenzahl erzeugen die kleinen fossilen Blockheizkraftwerke trotz der geringeren installierten Leistung eine relativ hohe Strommenge.

Tabelle 3: Therm. und elektr. Leistungen bzw. Energiemengen der Wärmenetze und Stromerzeugungsanlagen nach Marktstammdatenregister

Erzeugungsart	Thermische Leistung [MW]	Erzeugte Wärmemenge [MWh/a]	Elektrische Leistung [MW]	Erzeugte Strommenge [MWh/a]
Photovoltaik	-	-	3,27	3.110
Biomasse (Klärgas)	0,19	580	0,13	320
Wasserkraft	-	-	-	-
Fossile Energieträger	0,80	3.100	0,47	1.950
Stromspeicher	-	-	1,01	-

Abbildung 5 zeigt graphisch die installierte elektrische Leistung und den anhand von exemplarischen Vollaststunden berechneten elektrischen Ertrag auf dem Gebiet der Stadt Röthenbach.

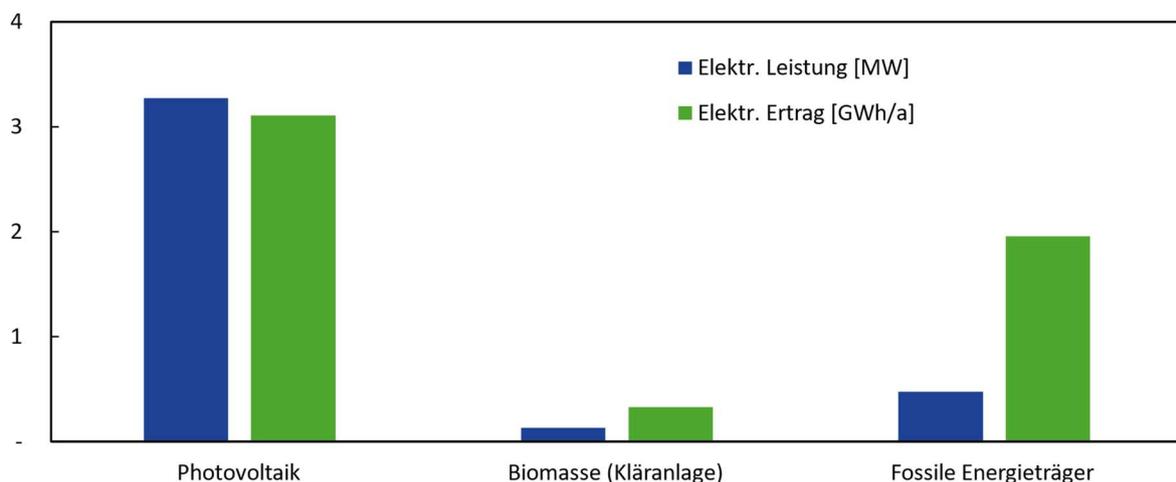


Abbildung 5: Elektrische Leistungen und Erträge nach Marktstammdatenregister

2.3.2. Versorgungsnetze der Wärmeversorgung

Die Wärmeversorgung eines Gebäudes kann laut Wärmeplanungsgesetz zentral oder dezentral erfolgen. Eine zentrale Wärmeversorgung liegt vor, wenn ein Gebäude entweder an einem Wärme- oder einem Gasnetz angeschlossen ist. Falls keine leitungsgebundene Energieversorgung vorhanden ist, handelt es sich um eine dezentrale Wärmeversorgung. In der Kernstadt von Röthenbach gibt es ein alle Baublöcke in der Kernstadt umfassendes Gasnetz und ein erdgasbasiertes Wärmenetz im Gebiet Steinberg (beide betrieben von den Stadtwerken Röthenbach a. d. Pegnitz GmbH), wie in Abbildung 6 dargestellt. Jedoch sind in den Baublöcken nicht alle Gebäude auch an die existierenden Netze angeschlossen. In den außenliegenden Ortsteilen gibt es mit Ausnahme von Röthenbachtal kein Gasnetz.

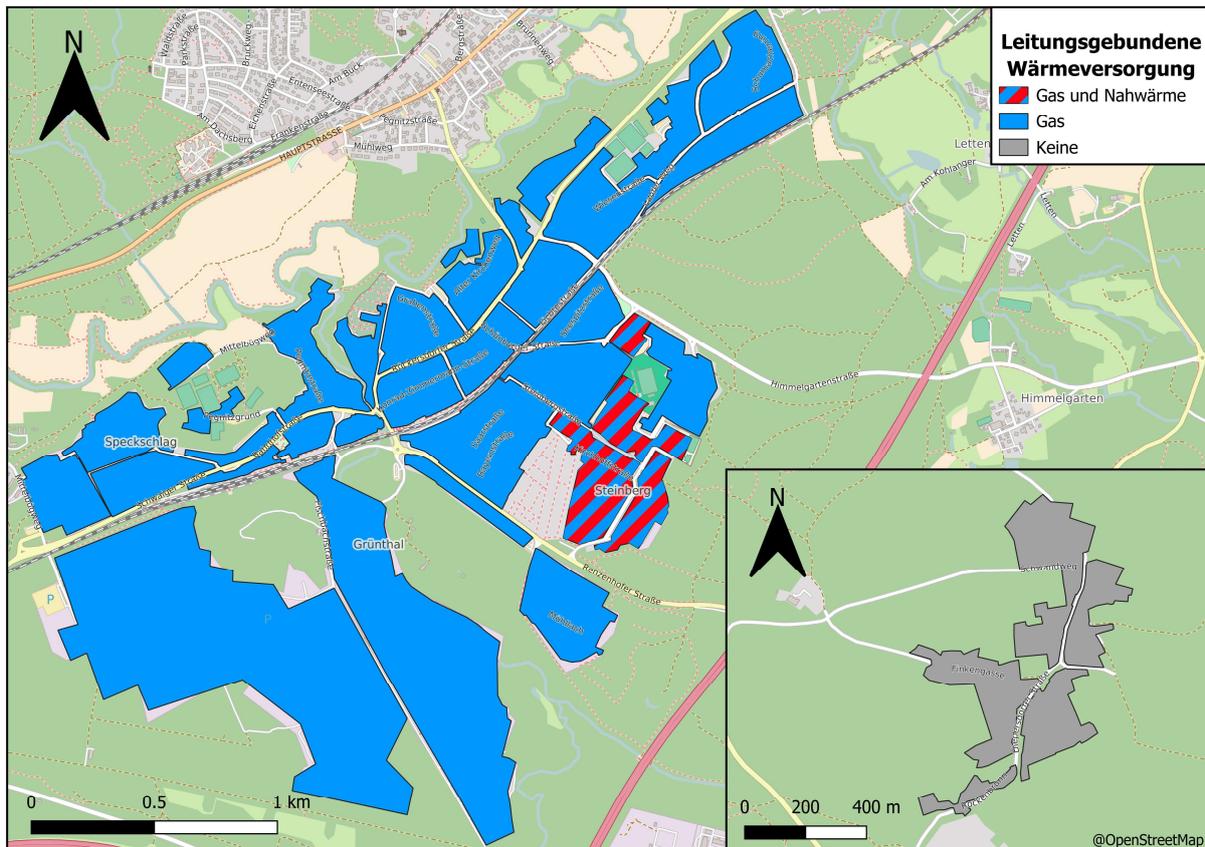


Abbildung 6: Leitungsgebundene Wärmeversorgung in den Baublöcken

2.3.3. Stromversorgungsnetze

Es ist wichtig, den Sektor Wärme nicht einzeln zu betrachten. Die Idee der Sektorenkopplung sollte bei jedem Energiekonzept mitbedacht werden. Da voraussichtlich in naher Zukunft die Nutzung von Strom zur Wärmeengewinnung stärker in Anspruch genommen wird (primär durch den Einsatz von Wärmepumpen), ist in Abbildung 7 das Stromnetz im Betrachtungsgebiet dargestellt, welches von den Stadtwerken Röthenbach a. d. Pegnitz GmbH, betrieben wird. Dargestellt sind der Verlauf der Mittelspannungsfreileitungen und -kabel (MS = Mittelspannung) sowie der Hochspannungsfreileitung (HS = Hochspannung). Im Südwesten der Kernstadt befindet sich ein Umspannwerk.

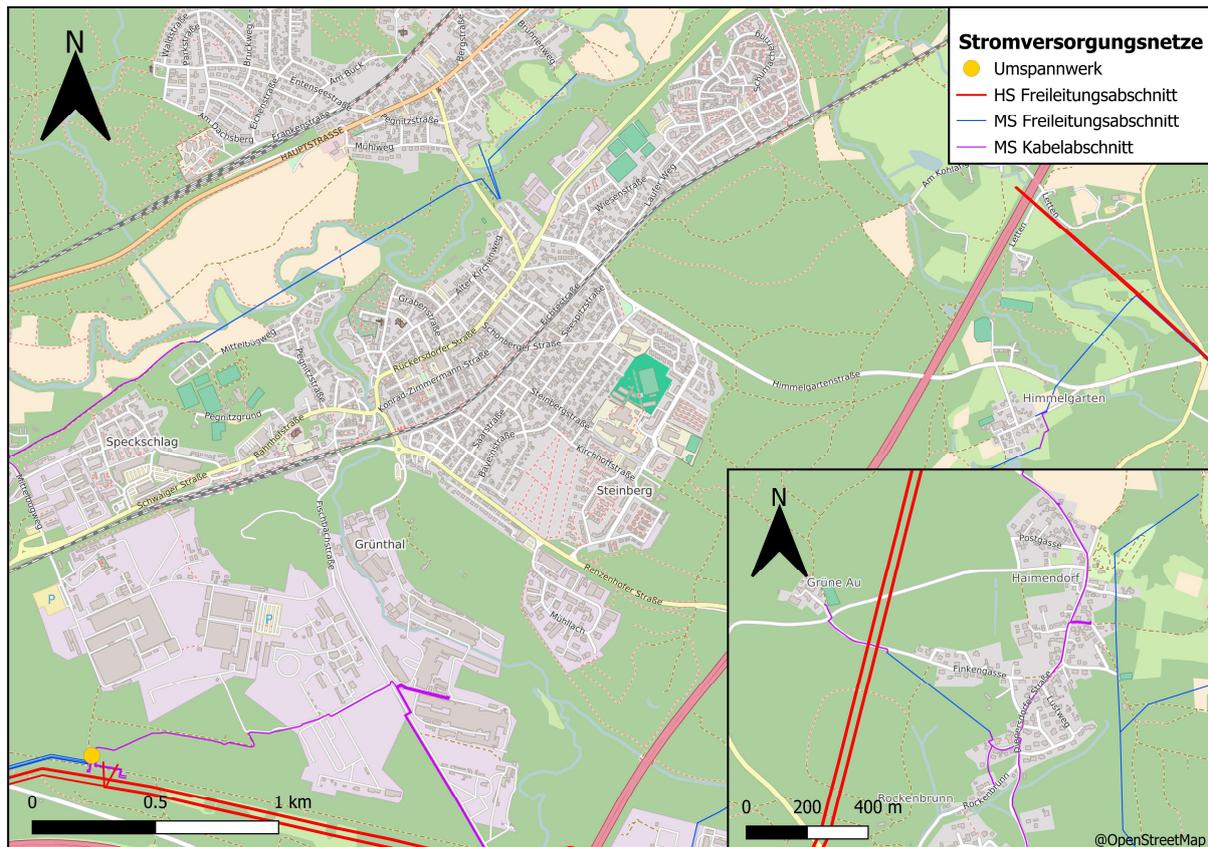


Abbildung 7: Stromversorgungsnetze auf dem Stadtgebiet

2.3.1. Abwasserkanalnetz

Abwärme aus Abwasser stellt ein großes Potenzial dar. Allerdings muss dafür ein bestimmter Volumenstrom gegeben sein. Daher wird in Abbildung 8 nur das Kanalnetz mit einem Durchmesser von größer als 800 mm angezeigt. Zudem sind Sammel-, Rückhalte- und Überlaufbecken sowie der Standort der Kläranlage zu sehen.

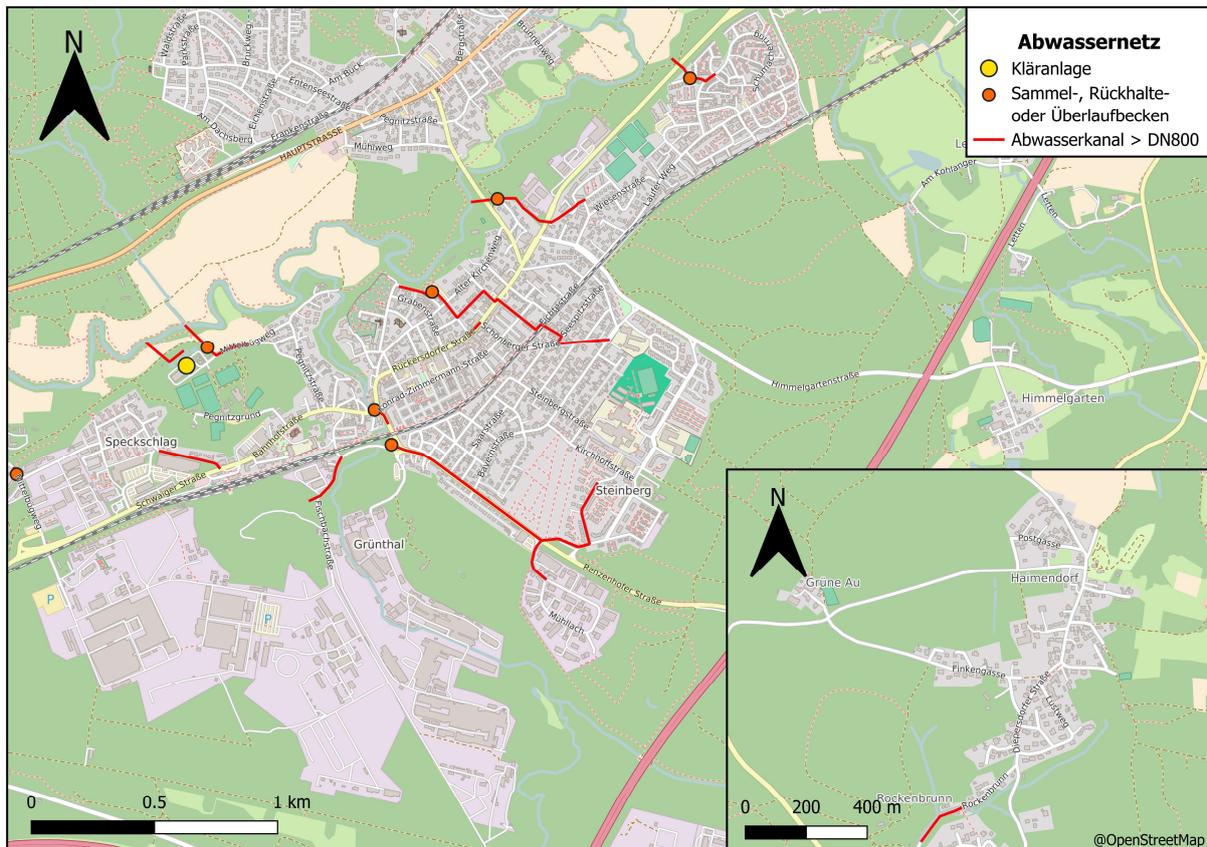


Abbildung 8: Kanalnetz mit Durchmesser größer 800 mm, Sammel-, Rückhalte- und Überlaufbecken und Kläranlage

2.4. Wärmeerzeugung: Methodik zur Ermittlung des IST-Zustands

Für die Analyse der bestehenden Wärmeerzeugungsstruktur und der jährlichen Wärmeverbräuche werden sowohl die Daten der Kaminkehrer, übermittelt durch das Landesamt für Statistik, sowie die durch den Netzbetreiber Stadtwerke Röthenbach a. d. Pegnitz GmbH übergebenen Erdgasverbräuche (straßenzugsscharf und datenschutzkonform) ausgewertet.

Da es sich bei den Jahren 2022 und 2023 um energetische Krisenjahre mit abweichendem Verbrauchsverhalten handelt und 2023 darüber hinaus ein überdurchschnittlich warmes Jahr war [7], wurde bei allen Verbrauchsdaten auf die Mittelwerte der Jahre 2019 bis 2021 zurückgegriffen.

Bei den Kkehrbuchdaten werden für jede Straße folgende Angaben aufgeführt:

- Gesamtanzahl der Heizungen
- Durchschnittsalter der Heizungen
- Mittlere Nennwärmeleistung aller Anlagen
- Anteil fossiler Energieträger
- Anzahl der Zentral- und Einzelraumheizungen (Etagenheizungen zählen zu Zentralheizungen)
- Anzahl der Anlagen in den folgenden Energieträgern:
 - Gase
 - Heizöl
 - Feste Biomasse
 - Sonstige Fossile (u.a. Flüssiggas)

Ebenfalls aufgeführt aber nicht mitbetrachtet sind die Anlagen in folgenden beiden Energieträgerkategorien: Sonstige Erneuerbare Energien, für die eine Gesamtanzahl von 0 angegeben ist, und „Sonstige (Keine Zuordnung nach 1. BImSchV, Keine Angaben etc.)“, die nur einen sehr geringen Anteil der Heizungen ausmachen und eine zu heterogene Gruppe darstellen, um sie in die Betrachtung mit einzubeziehen.

Aus Datenschutzgründen werden Straßen, in denen nur eine oder zwei Anlagen eines Energieträgers vorkommen, teilweise verschlüsselt. Das bedeutet, dass neben dem betroffenen Energieträger auch andere Werte der Straße wie z.B. die Gesamtanzahl der Heizungen und die Anzahl der Zentralheizungen verschlüsselt werden, so dass nicht auf den zu schützenden Wert zurückgeschlossen werden kann. Um die Daten dennoch auswerten zu können, müssen Annahmen für das verschlüsselte Energieträgerfeld getroffen werden und damit dann die anderen Felder berechnet werden, was zwangsläufig zu Ungenauigkeiten führt.

Aus den Kkehrbuchdaten geht nicht hervor, wie sich die Anlagen pro Energieträger jeweils auf Zentral- und Einzelraumheizungen aufteilen. Unter anderem nicht angegeben sind die jeweilige mittlere Leistung jedes Energieträgers, da es lediglich einen Gesamtwert pro Straße für alle Energieträger zusammen gibt. Daher wurden folgende Annahmen für die mittlere Leistung der Energieträger über alle Straßen gemittelt getroffen:

Tabelle 4: Angenommene Leistung der einzelnen Energieträger

Haushalte und Kleingewerbe	Energieträger	Leistung
Zentralheizung	Feste Biomasse [8]	18
	Gas	19
	Öl	25
	Sonstige fossile	30
Einzelraumheizung	Feste Biomasse	8
	Gas	19
	Öl	10
	Sonstige fossile	15

Hierbei wurde für zentrale Biomasseanlagen auf den im Biomasseatlas angegebenen Mittelwert der seit 2001 durch das Marktanzreizprogramm geförderter Biomasseheizungen in der

Kommune zurückgegriffen [8]. Die Werte für Öl, Sonstige Fossile und Einzelraumheizung Biomasse basieren auf Erfahrungswerten.

Die Werte für Gasheizungen sind für beide Heizungstypen gleich, da eine Unterscheidung aufgrund der Kkehrbuchdaten nicht möglich ist und dieser Leistungswert als Stellschraube verwendet wird, um insgesamt eine ähnliche mittlere Leistung zu erhalten wie in den Kkehrbuchdaten. Dafür wird zuerst für jede Straße ein Leistungswert für Gas ausgerechnet, indem die tatsächlichen Gasverbräuche der einzelnen Straßen (industriell genutzte Straßen werden ausgenommen) durch die Anlagenanzahl in der Kategorie Wohnen & Kleinverbraucher sowie die hier im Allgemeinen verwendete Vollbenutzungsstundenanzahl von 1200 h/a geteilt wird. Im Anschluss wird durch Wichtung ein Gesamtwert für den ganzen Ort erstellt. Dieser Wert wird mit dem mittleren Wert aus den Kkehrbuchdaten verglichen (auch hier werden industrielle Straßen ausgenommen). Danach kann der berechnete Wert noch minimal nach oben oder unten korrigiert werden, um die reale Situation vor Ort abzubilden. Die Volllaststundenanzahl wurde so angesetzt, dass multivalente Systeme wie z.B. eine Zentralheizung in Verbindung mit Kaminen, Solarthermie, Brauchwasserwärmepumpe etc. berücksichtigt sind.

Da in den Kaminkehrer-Daten sämtliche dezentralen Wärmeerzeuger im Stadtgebiet aufgelistet sind, müssen diese zunächst aufbereitet werden, um sie in die verschiedenen Verbrauchergruppen differenziert auswerten zu können. Dafür werden die Straßen nacheinander einzeln betrachtet und bestimmt, welche Verbrauchergruppen jeweils vorliegen. Für die Öffentlichen Einrichtungen liegt dafür eine Liste der Stadt einschließlich Adressen vor. Industrielle Großverbraucher wurden bereits im Rahmen der Akteursbeteiligung ermittelt und um Teilnahme an einer Umfrage für Industrieunternehmen gebeten, in der unter anderem der Wärme- und Stromverbrauch abgefragt wird. Darüber hinaus kann auch eine hohe durchschnittliche Leistung der Heizungsanlagen in einer Straße auf industrielle Verbraucher hinweisen. Häufig liegt eine Mischnutzung der Straßen vor.

Zunächst werden die Straßen mit industriellen Verbrauchern untersucht. Dafür wird im Falle von Mischnutzung abgeschätzt, wie viele Gebäude und damit Heizungsanlagen den jeweiligen Verbrauchergruppen zugeordnet werden können. Bezüglich der Aufteilung der eingesetzten Energieträger müssen ebenfalls Annahmen getroffen werden. So werden zum Beispiel Zentral- und Einzelfeuerungsanlagen Biomasse in der Regel dem Bereich Wohnen & Kleinverbraucher zugeordnet (z.B. Pelletheizungen und Kamine), während der Energieträger Sonstige Fossile überwiegend der Industrie zugewiesen wird. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass Prozesswärme mehrheitlich mit Erdgas erzeugt wird.

Die installierte Leistung von Biomasse, Heizöl und Sonstige Fossile aufgeteilt in Zentral- und Einzelraumheizung werden errechnet, indem die jeweilige Anlagenanzahl mit der entsprechenden Leistung aus Tabelle 4 multipliziert wird.

Im Bereich Wohnen & Kleingewerbe wird nach derselben Vorgehensweise verfahren. Anlagen der Industrie und öffentlicher Einrichtungen müssen abgezogen werden.

Aus der errechneten Leistung wird der Verbrauch dann anhand eines angenommenen Kesselwirkungsgrades von 90 % (Erfahrungsmittelwert Wirkungsgrad Verbrennungsheizung zur Berücksichtigung der auftretenden Bereitstellungsverluste) und einer Volllaststundenanzahl von 1200 h/a bestimmt. Da industrielle Prozesse sehr heterogen sind und der Einsatz von Energieträgern von Prozess zu Prozess stark schwanken kann, ist eine pauschale Annahme von

Volllaststunden für die Industrie schwierig. Allerdings wird davon ausgegangen, dass die Prozesswärme überwiegend mit Erdgas erzeugt wird. Also wird angenommen, dass die restlichen Energieträger (sofern im Fragebogen durch die Unternehmen nicht anders angegeben) mehrheitlich zur Erzeugung von Raumwärme eingesetzt werden und damit eine einheitliche Volllaststundenzahl mit den anderen Verbrauchergruppen von 1200 h/a angesetzt werden kann. Die einzige Ausnahme stellen die Einzelraumheizungen Biomasse dar, die mit einer niedrigeren Volllaststundenzahl betrieben werden, es wird der Wert von 570 h/a verwendet [9]. Die Volllaststundenzahl wurde so angenommen, dass multivalente Systeme wie z.B. eine Zentralheizung in Verbindung mit Kaminen, Solarthermie, Brauchwasserwärmepumpe etc. berücksichtigt sind.

Für die öffentlichen Einrichtungen lagen über die Stadt die tatsächlichen Verbrauchsdaten vor, so dass nicht auf andere Datenquellen zurückgegriffen werden musste.

Die Wärmeverbräuche aus dem Energieträger Gas werden jeweils anhand der von den Stadtwerken Röthenbach a. d. Pegnitz GmbH übermittelten Gasverbräuche und Ergebnissen aus der Befragung der Industrieunternehmen berechnet. Die Aufteilung der Verbrauchergruppen findet zumeist anhand der überwiegenden Nutzung der Straße statt.

Zur Validierung der Volllaststundenzahl wurde ein Vergleichswert der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleingewerbe mittels der Leistungen aus den Kkehrbuchdaten für Erdgasheizungen berechnet. Da die Anlagenleistung für Gas bereits aus den tatsächlichen Verbräuchen stammt, ist hier eine Berücksichtigung des Verbrennungswirkungsgrades nicht notwendig. Da die Nahwärme ebenfalls mit Erdgas betrieben wird aber in der Energiebilanz eine eigene Kategorie darstellt, muss diese Energiemenge für den Vergleich herausgerechnet werden. Die Abweichung beträgt lediglich 1,1%, was die Richtigkeit der Annahmen unterstreicht und eine ausreichende Genauigkeit für die Betrachtungsebene der Kommunalen Wärmeplanung darstellt.

Zur Berechnung der durch Wärmepumpen bereitgestellte Energie wird auf Zahlen des Zensus 2022 zurückgegriffen [10]. Darin sind die in Röthenbach a. d. Pegnitz zum Heizen verwendete Energieträger verzeichnet, wobei immer der überwiegend genutzte Energieträger pro Gebäude aufgezeigt wird. Daraus wird die Anzahl von „Solar-/ Geothermie, Wärmepumpen“ vollständig übernommen, da davon ausgegangen wird, dass Solarthermie in den seltensten Fällen der überwiegende zum Beheizen eines Gebäudes eingesetzt wird. Außerdem aufgeführt ist die Anzahl der Stromheizungen (ohne Wärmepumpe). Die Energiemenge wird berechnet, indem beide Zahlen mit einer durchschnittlichen thermischen Leistung von 12 kW und der Volllaststundenzahl von 1500 Stunden multipliziert werden. In der Treibhausgasbilanz muss dann mittels einem COP von 3,1 für die Wärmepumpe die unterschiedliche eingesetzte Strommenge berücksichtigt werden.

Die jährlich durch Solarthermie erzeugte Wärmemenge wird errechnet mittels einer im Solaratlas [11] angegebenen Kollektorfläche multipliziert mit einem im Energie-Atlas Bayern [5] verzeichneten repräsentativen Wert für die jährliche Wärmeerzeugung pro Fläche.

Somit liegen die Wärmeverbräuche aufgeteilt nach Energieträgern und Verbrauchergruppen für das ganze Stadtgebiet vor. Diese werden in den folgenden Unterkapiteln aufgelistet.

2.5. Energiebilanz Wärme

Im Folgenden werden die errechneten Wärmeverbräuche für die verschiedenen Verbrauchergruppen analysiert.

2.5.1. Wohnen & Kleinverbraucher

Tabelle 5 listet den thermischen Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern von der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher auf. In Abbildung 9 ist die prozentuale Verteilung dargestellt.

Tabelle 5: Thermischer Endenergieverbrauch des Bereichs Wohnen & Kleinverbraucher. Aufgeteilt auf Energieträger

Energieträger	Thermischer Endenergieverbrauch [MWh/a]
Erdgas	50.600
Heizöl	24.100
Sonstige Fossile	2.400
Biomasse	7.800
Wärmepumpen und Stromheizung	3.100
Nahwärme	900
Solarthermie	600
Gesamt	89.500

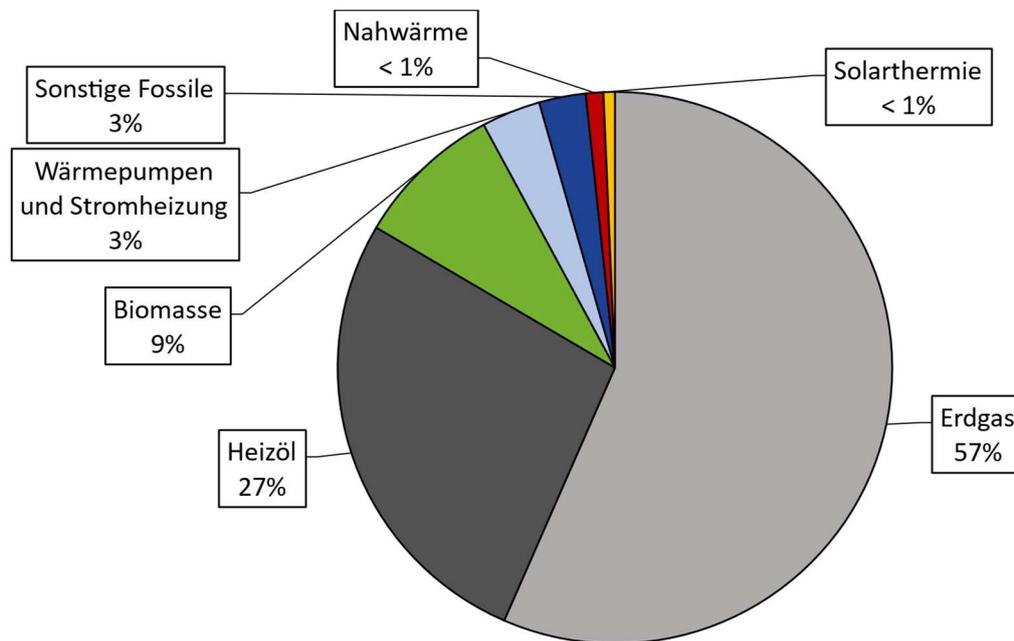


Abbildung 9: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch Wohnen & Kleinverbraucher

Zu erkennen ist, dass Erdgas und Heizöl zusammen 84 % der bereitgestellten Energie für Raumwärme und Warmwasser in dieser Verbrauchergruppe darstellt. Biomasse hat einen Anteil von 9 % am Energieverbrauch. Wärmepumpen und Speicherheizungen, Sonstige Fossile, Solarthermie und Nahwärme stellen den übrigen Verbrauch dar.

2.5.2. Industrie & Großgewerbe

Tabelle 6 listet den thermischen Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern von Industrie & Großgewerbe auf. In Abbildung 10 ist die prozentuale Verteilung dargestellt.

Tabelle 6: Thermischer Endenergieverbrauch von Industrie & Großgewerbe. Aufgeteilt auf Energieträger

Energieträger	Thermischer Endenergieverbrauch [MWh/a]
Erdgas	75.100
Heizöl	400
Sonstige Fossile	900
Biomasse	300
Gesamt	76.700

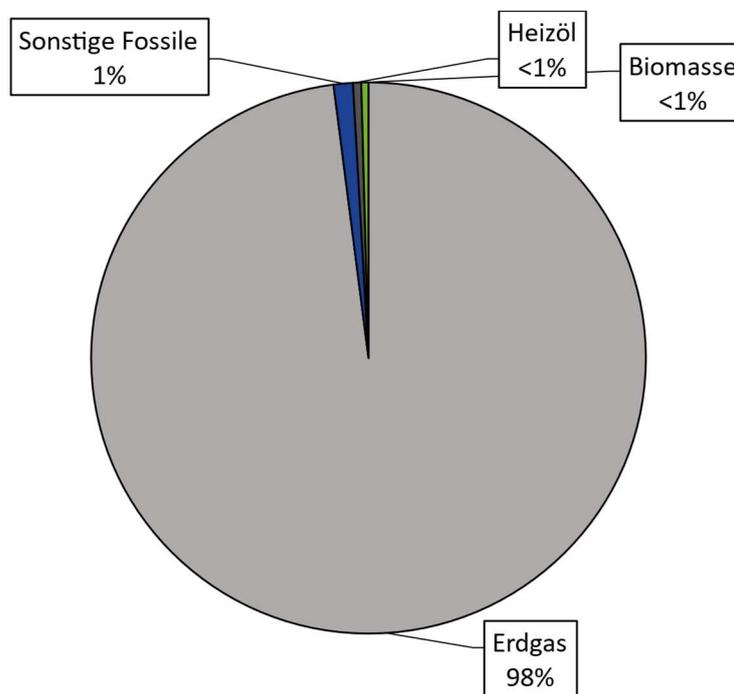


Abbildung 10: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch Industrie & Großgewerbe

Mit 98 % stellt Erdgas den mit Abstand größten Anteil am Endenergieverbrauch von Industrie & Großgewerbe dar. Dies liegt daran, dass in der Industrie ein hoher Anteil der Wärmeerzeugung auf Prozesswärme zurückzuführen ist. Weitere 2 % der Wärme werden mit Heizöl, Sonstigen Fossilen und Biomasse bereitgestellt.

2.5.3. Öffentliche Einrichtungen

Tabelle 7 listet den thermischen Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern der Öffentlichen Einrichtungen auf. In Abbildung 11 ist die prozentuale Verteilung dargestellt.

Tabelle 7: Thermischer Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen. Aufgeteilt auf Energieträger

Energieträger	Thermischer Endenergieverbrauch [MWh/a]
Erdgas	2.500
Heizöl	< 100
Nahwärme	2.200
Gesamt	4.800

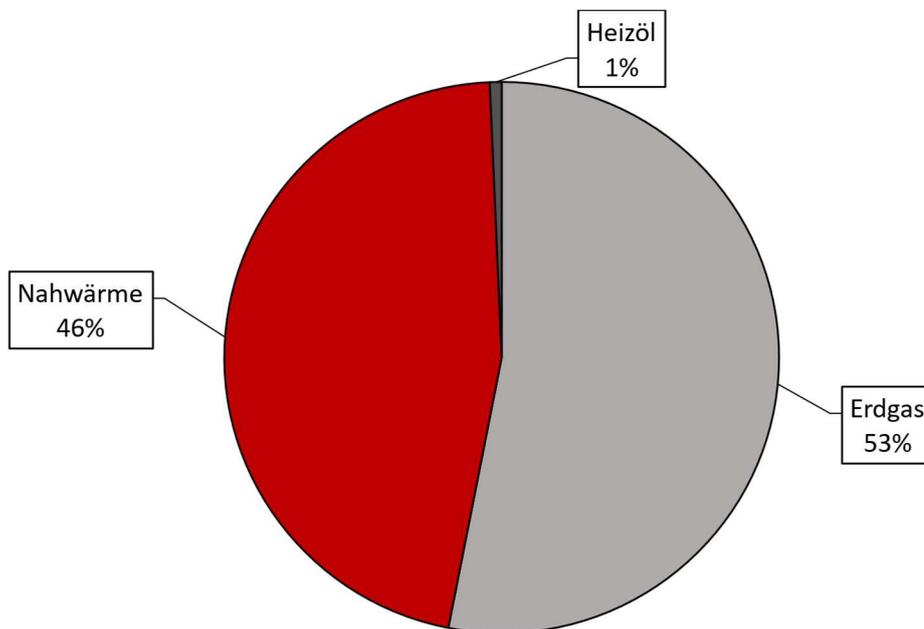


Abbildung 11: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen

Erdgas stellt mit 53 % den größten Anteil am Verbrauch der öffentlichen Einrichtungen dar, gefolgt von Nahwärme mit 46 %. Heizöl liegt bei 1 %. Weitere Energieträger werden nach derzeitigem Wissensstand nicht eingesetzt.

2.5.4. Zusammenfassung Energiebilanz Wärme

In Abbildung 12 ist die prozentuale Verteilung des Energiebedarfs von Raumwärme, Warmwasserbereitstellung und Prozesswärme aufgeteilt auf die drei Verbrauchergruppen zu sehen. Wohnen & Kleinverbraucher ist mit 52 % des Gesamtwärmebedarfs die größte Verbrauchsgruppe. Es folgt Industrie & Großgewerbe mit 45 %, öffentliche Einrichtungen liegen bei 3 %.

Abbildung 13 zeigt die bereitgestellten Energiemengen je Energieträger für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen auf. Mit zusammen 89% stellen Erdgas und Heizöl den Großteil des Verbrauches dar. Biomasse hat einen Anteil von 5 %, die anderen Energieträger machen zusammen 6 % aus.

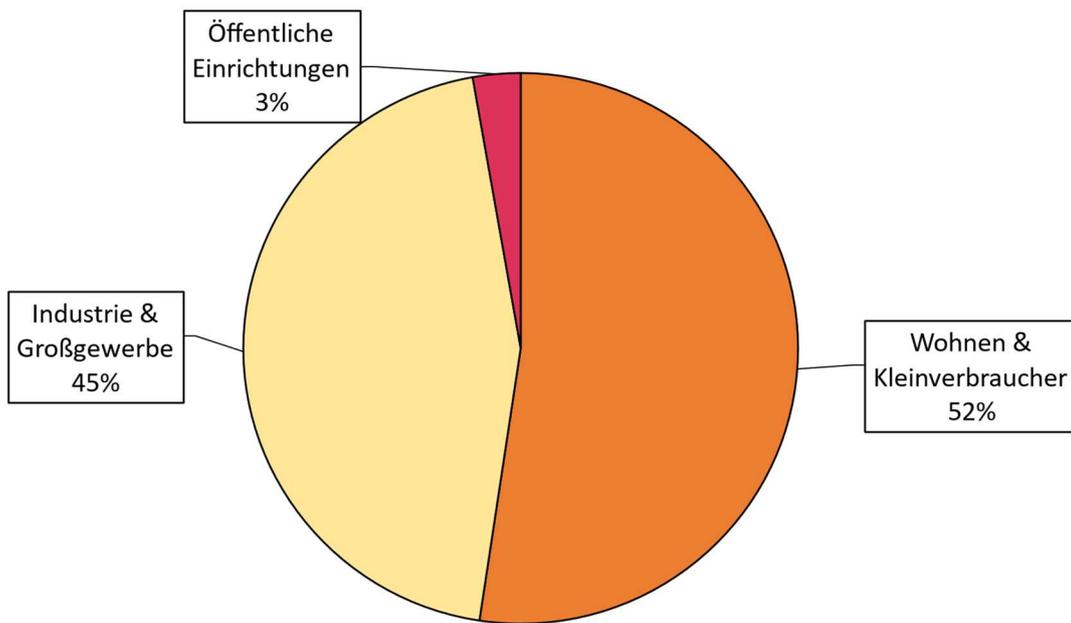


Abbildung 12: Prozentualer Energieverbrauch für Heiz- und Prozesswärme aufgeteilt auf Verbrauchergruppen

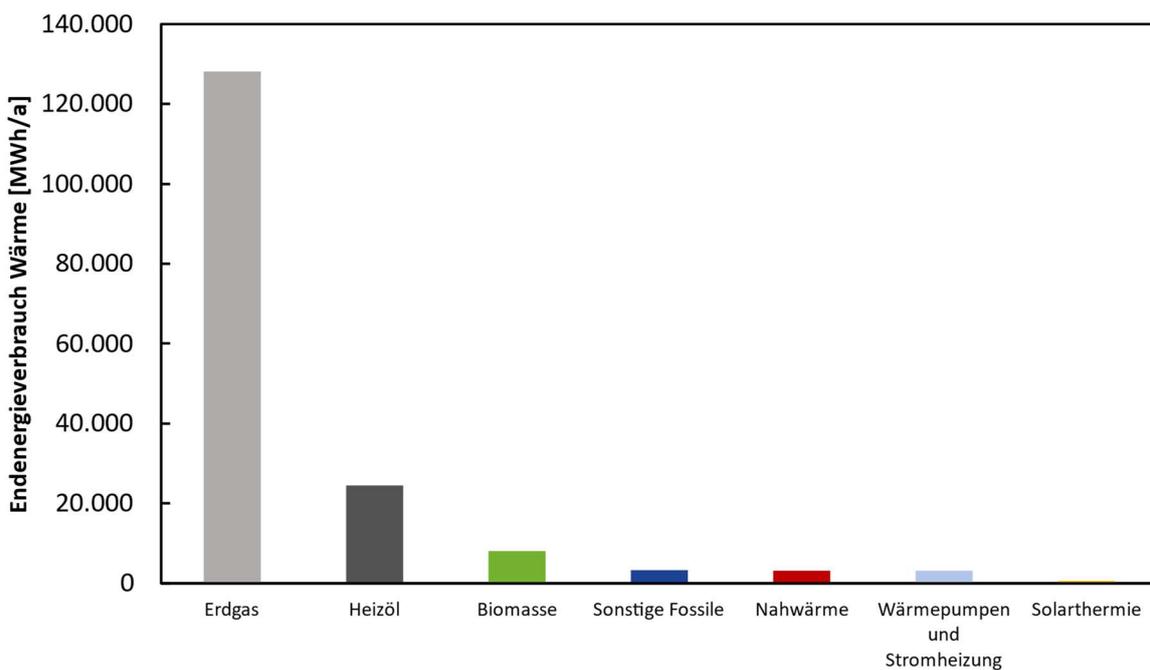


Abbildung 13: Energieträgerverteilung für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen

Tabelle 8 listet die Kennwerte der Energiebilanz Wärme auf. Wie auch die Energiebilanz des Strombezugs und die Treibhausgasbilanz sollen diese einheitlichen Kennwerte einen Vergleichswert für die nächste Fortschreibung der Wärmeplanung darstellen. Somit kann die Ist-Situation und der Fortschritt in der Wärmewende auf dem Stadtgebiet überprüft und beurteilt werden. Außerdem können Trends bei der Nutzung von KWK-Anlagen und dem Ausbau von Wärmenetzen festgestellt werden. [12]

Tabelle 8: Kennwerte der Energiebilanz Wärme

Kennzahl	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Wärme Wohnen & Kleinverbraucher pro Einwohner	6.980	kWh/(a*Einwohner)
Endenergieverbrauch Wärme Öffentliche Einrichtungen pro Einwohner	370	kWh/(a*Einwohner)
Endenergieverbrauch Wärme Wohnen & Kleinverbraucher pro m2 Wohnfläche	140	kWh/(a*Einwohner*m2)
Endenergieverbrauch Wärme Industrie & Großgewerbe pro Einwohner	6.000	kWh/(a*Einwohner)
Einsatz erneuerbarer Energien (im Bereich Wärme) Wohnen & Kleinverbraucher pro Kopf	890	kWh/(a*Einwohner)
Anteil erneuerbarer Energien Wohnen & Kleinverbraucher an lokaler Wärmeherzeugung	13	%
Installierte thermische KWK-Leistung pro Kopf	0,07	kW/Einwohner
Anzahl Hausanschlüsse Wärmenetz	90	-
Anzahl Hausanschlüsse Gasnetz	1.700	-
Länge Wärmenetzleitung	1.300	m
Länge Gasnetzleitung	65.500	m

Die Kennzahl für den flächenbezogenen Endenergieverbrauch Wärme wird anhand der Einwohnerzahl der Stadt und der durchschnittlichen Wohnfläche in Bayern pro Person von 48,8 m² berechnet [13]. Da hier auch der Energieverbrauch der Kleinverbraucher miteinbezogen ist, ist der Wert höher als bei einer ausschließlichen Betrachtung der Wohngebäude.

2.6. Raumwärme- und Warmwasserbedarf auf Baublockebene

Da aus den Wärmeherzeugerleistungen der Kaminkehrer-Daten, welche straßenzugsweise vorliegen, nicht auf den Wärmebedarf eines einzelnen Gebäudes geschlossen werden kann, wird auf das gebäudescharfe Wärmekataster, das im Rahmen des Energienutzungsplans erstellt wurde, zurückgegriffen. Die vorhandenen tatsächlichen Verbrauchsdaten aus der Befragung von Bürgerinnen und Bürgern, der Industrie und der Öffentlichen Einrichtungen werden zusätzlich eingepflegt.

Wie bereits erwähnt wird die Stadt aus Datenschutzgründen und zur besseren Veranschaulichung in Baublöcke aufgeteilt. Die Bedarfe der einzelnen Gebäude in einem Baublock werden aufsummiert. Für Großabnehmer in öffentlicher Hand wie z.B. Schulen und Freibäder wird mit den tatsächlichen Verbräuchen gerechnet. Industriegebiete werden mit tatsächlichen Verbräuchen aus den Fragebögen hinterlegt. Allerdings werden die Baublöcke in den nachfolgenden Grafiken ausgegraut, wenn sich zu wenige Abnehmer in dem Gebiet befinden, so dass auf einzelne Firmen zurückgeschlossen werden könnte. Größere Industriegebiete/ Gewerbe werden zudem in separate Blöcke eingeteilt, damit diese die Werte der Haushalte nicht verfälschen.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz hat den Zweck die aktuelle Ist-Situation darzustellen. Dafür ist der tatsächliche Verbrauch ein geeigneter Parameter. Die folgenden Karten dienen dazu, die Stadt in Gebiete für eine zukünftige Wärmeversorgung einzuteilen. Dafür ist der

Wärmebedarf eine geeignete Größe, da er unabhängig von der eingesetzten Technologie und dem verwendeten Energieträger ist.

2.6.1. Absoluter Heizwärme- und Warmwasserbedarf

Abbildung 14 zeigt in Baublöcken aufgeteilt den absoluten jährlichen Heizwärme- und Warmwasserbedarf auf.

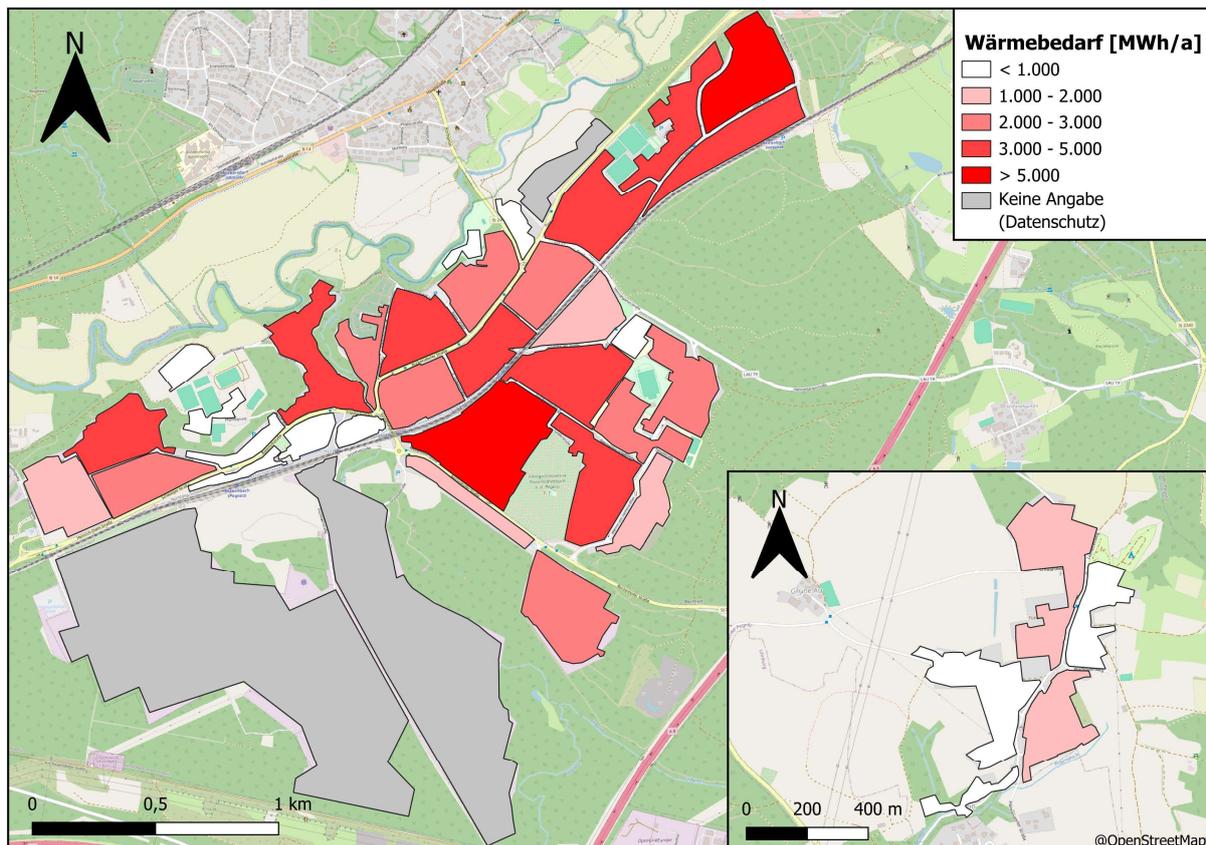


Abbildung 14: Absoluter jährlicher Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublock

Je dunkler das Rot der Fläche, desto größer ist der absolute Wärmebedarf. Es ist zu erkennen, dass die absoluten Wärmebedarfe in der Kernstadt großteils höher sind als in Haimendorf und Rockenbrunn. Da die Werte nicht relativiert sind, hängt die Größe des Wärmebedarf jedoch auch stark von der Größe des Baublockes ab, was auch daran zu sehen ist, dass die kleineren Baublöcke tendenziell die niedrigsten Wärmebedarfe haben. Dennoch ist es möglich mit dieser Karte schnell und einfach Gebiete mit einem hohen Wärmebedarf zu identifizieren.

2.6.2. Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublockfläche

In Abbildung 15 ist der jährliche Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublockfläche zu sehen.

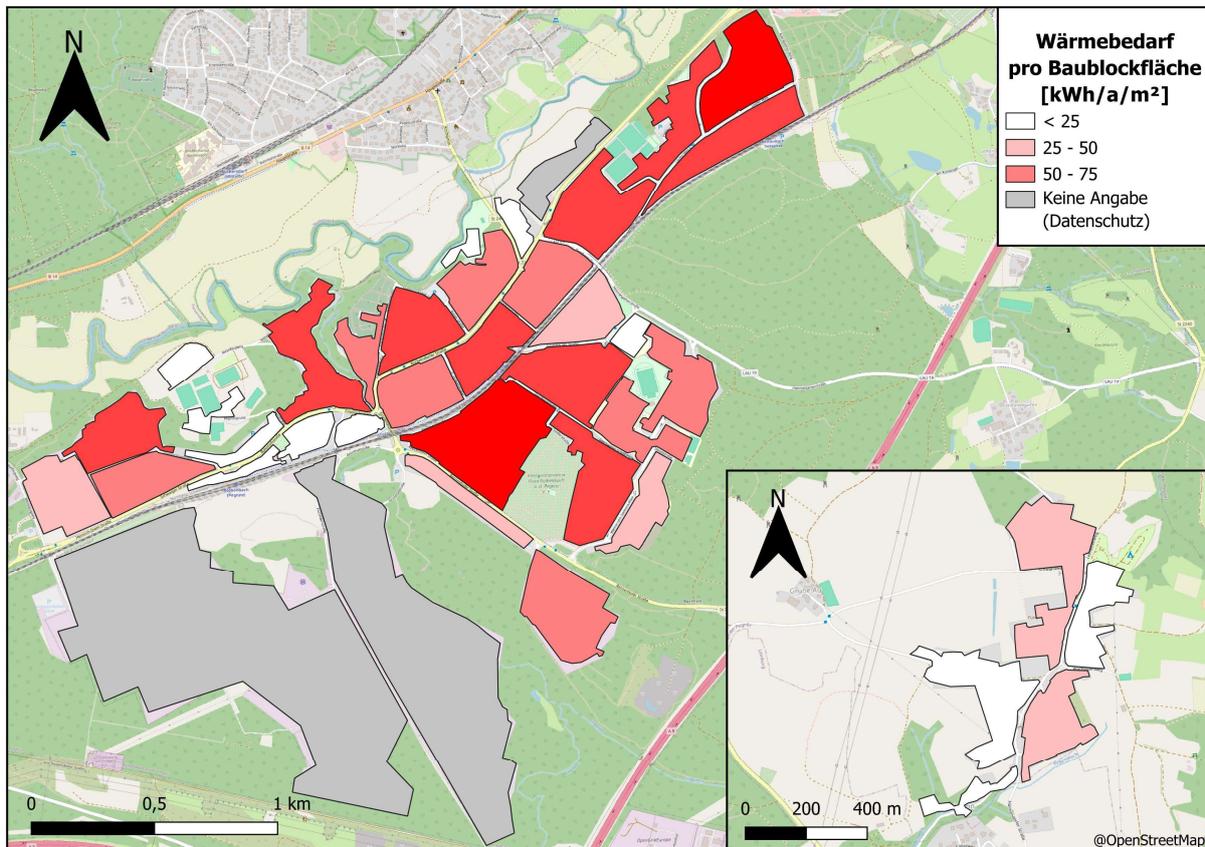


Abbildung 15: Jährlicher Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublockfläche

Hier wird der Wärmebedarf auf die Fläche des Baublockes bezogen, wodurch sich je Baublock ein Wert in kWh pro Jahr und m² ergibt. Bei den Intervallen wurde sich an die Richtwerte für Wärmenetze angelehnt [12] [14]. Es ist erkennen, dass auch hier die außen gelegenen Ortsteile einen niedrigeren spezifischen Wärmebedarf aufweisen. In der Kernstadt haben die meisten Baublöcke einen ähnlichen Wert. Eine Ausnahme bildet der südöstliche Teil der Seespitze und einzelne Baublöcke nahe dem Stadtzentrum, die etwas höhere Wärmebedarfe aufweisen.

2.6.3. Wärmeliniedichte

Ein wichtiges Kriterium hinsichtlich der Eignung für die Versorgung durch ein konventionelles Wärmenetz stellt die Wärmeliniedichte mit der Einheit kWh pro Jahr und Meter dar. Hiermit lassen sich grob die Wärmemengen für einen Straßenabschnitt abschätzen, welche durch ein Wärmenetz zur Verfügung gestellt werden müssten. Je höher dieser Wert ist, umso geringer sind die anteiligen Wärmeverluste während des laufenden Betriebs eines Wärmenetzes. Abbildung 16 zeigt exemplarisch den Stadtteil Steinberg.

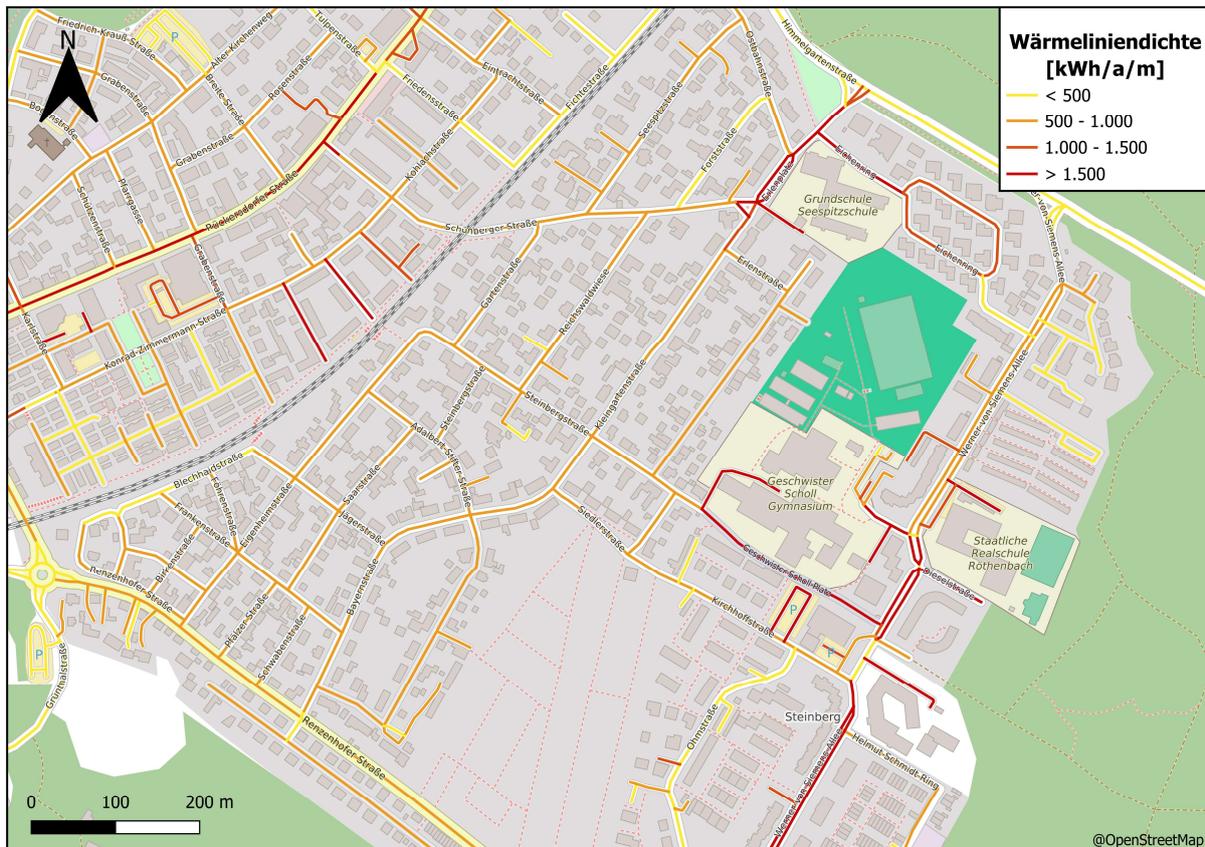


Abbildung 16: Wärmelinienichten am Beispiel des Stadtteils Steinberg

Straßenabschnitte mit kleineren Häusern und geringer Dichte weisen einen geringeren Wert der Wärmelinienichte auf. In Straßenzügen mit Großverbrauchern und dichter Mehrfamilienhausbebauung ist ein höherer Wert vorhanden.

2.7. Energiebilanz Strombezug

Ziel der Sektorenkopplung ist es unter anderem, die Verknüpfung von Wärme und Strom weiter voranzureiben und so die Auslastung elektrischer, regenerativer Erzeugungskapazitäten zu optimieren. Daher wird für die Wärmeplanung auch eine Energiebilanz des Strombezuges aufgestellt.

2.7.1. Methodik

Wie auch bei den Gaswerten weichen die Jahre 2022 und 2023 ab und werden daher nicht berücksichtigt. Die Strombezugswerte für die Jahre 2019-2021 werden gemittelt. Stromerzeugung mit Eigenverbrauch, z.B. durch PV-Aufdachanlagen oder PPA-Freiflächen, sind in der Energiebilanz nicht enthalten. Die Stromverbräuche wurden übermittelt durch die Stadtwerke Röthenbach a. d. Pegnitz GmbH (soweit datenschutzkonform straßenscharf) und der N-ERGIE Netz GmbH (Belieferung einzelner großer Verbraucher). Die tatsächlichen Strombezugswerte werden wie bei den Gasverbräuchen anhand der überwiegenden Nutzung der Straßen auf die Verbrauchergruppen aufgeteilt. Zu den Öffentlichen Einrichtungen, für die die tatsächlichen Verbräuche vorliegen, wird der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung addiert. Der Stromverbrauch für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen wird nicht mitberücksichtigt, da dieser schon in der Energiebilanz verrechnet ist.

2.7.2. Zusammenfassung Energiebilanz Strombezug

In Tabelle 9 sind die Strombezugsdaten des Energieversorgers für die ganze Stadt Röthenbach aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen aufgelistet. Abbildung 17 zeigt den prozentualen Strombezug aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen.

Tabelle 9: Strombezug aufgeteilt auf Verbrauchergruppen

Verbrauchergruppe	Strombezug [MWh/a]
Industrie & Großgewerbe	245.100
Wohnen & Kleinverbraucher	20.300
Öffentliche Einrichtungen	1.200
Gesamt	266.600

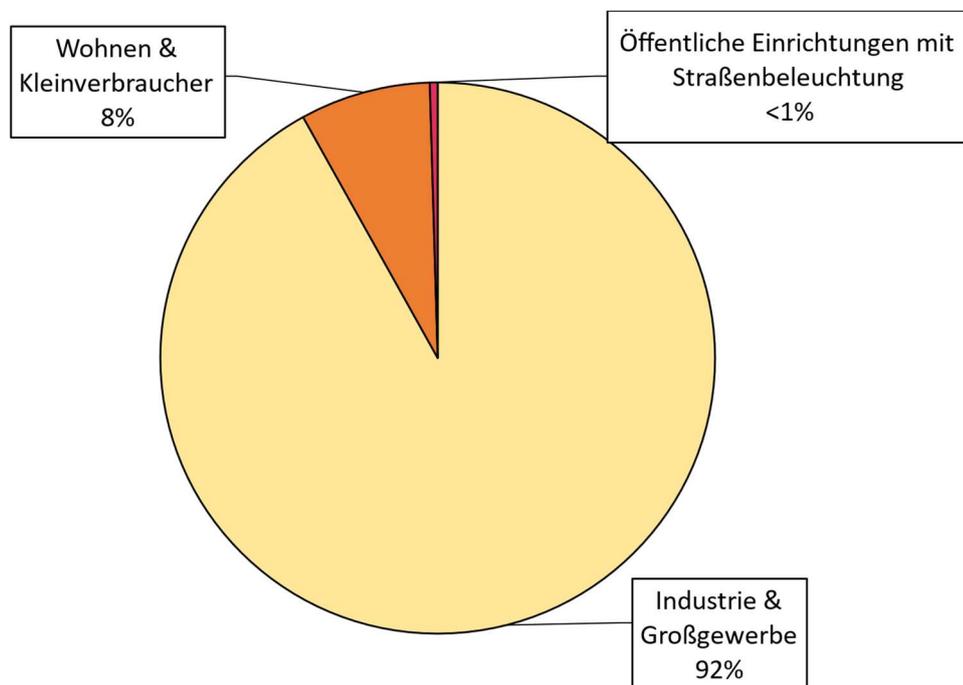


Abbildung 17: Prozentualer Strombezug aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen

Industrie & Großgewerbe macht 92 % des Stromverbrauchs in Röthenbach aus, Wohnen & Kleinverbraucher 8 % und die Öffentlichen Einrichtungen inklusive Straßenbeleuchtung weniger als 1 %.

In Tabelle 10 sind die Kennwerte der Energiebilanz des Strombezugs aufgelistet. Der bilanzielle Anteil erneuerbarer Energien an der lokalen Stromerzeugung liegt bei circa 57 %. Etwas mehr als die Hälfte des Stroms aus Photovoltaik und Klärgas (siehe Abbildung 5) erzeugt, der Rest aus fossiler KWK.

Tabelle 10: Kennwerte der Energiebilanz Strombezug

Kennwert	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Strom Wohnen & Kleinverbraucher pro Einwohner	1.580	kWh/(a*Einwohner)
Endenergieverbrauch Strom Öffentliche Einrichtungen pro Einwohner	100	kWh/(a*Einwohner)
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	0,57	-
Installierte elektrische KWK-Leistung pro Kopf	0,04	kW/Einwohner

2.8. Treibhausgasbilanz Wärme und Strom

Für die Treibhausgasbilanz werden die aktuellen Verbräuche für Wärme und Strom mit spezifischen Kennzahlen der CO₂-Äquivalente versehen. Für einen besseren Vergleich zukünftiger Treibhausgasemissionen sind in Tabelle 11 die spezifischen CO₂-Äquivalente aufgelistet.

Tabelle 11: CO₂-Äquivalente der Energieträger

Energieträger	CO ₂ -Äquivalente [g/kWh _{Endenergie}]	Literatur
Heizöl	311	[15]
Erdgas	233	ebd.
Flüssiggas	313	[16]
Kohle	452	[15]
Biomasse (vgl. Naturbel. stückiges Holz)	24	[17]
Solarthermie	13	[15]
Strom-Mix	381	[18]
Strom-Mix Wärmepumpe (Berücksichtigung COP)	131	[17]
Sonstige Fossile	400	Eigene Annahme

Da in den Kkehrbuchdaten nicht zwischen verschiedenen Biomasse-Energieträgern wie Pellets, Stückholz, Hackschnitzel etc. unterschieden wird, wird für die Biomasse ein einheitlicher Wert angenommen. Dieser entspricht dem von naturbelassenen stückigem Holz. Die in den Kaminkehrerdaten aufgeführte Kategorie Sonstige Fossile umfasst verschiedene fossile Energieträger, wie z.B. Kohle und Flüssiggas. Es wurde ein einheitlicher Wert von 400 g/kWh angenommen, der sich zwischen Kohle und Heizöl bewegt.

In Abbildung 18 sind die Endenergieverbräuche pro Verbrauchergruppe von Wärme und Strom aufsummiert dargestellt. Ausgehend von den Verbräuchen werden die CO₂-Äquivalente berechnet.

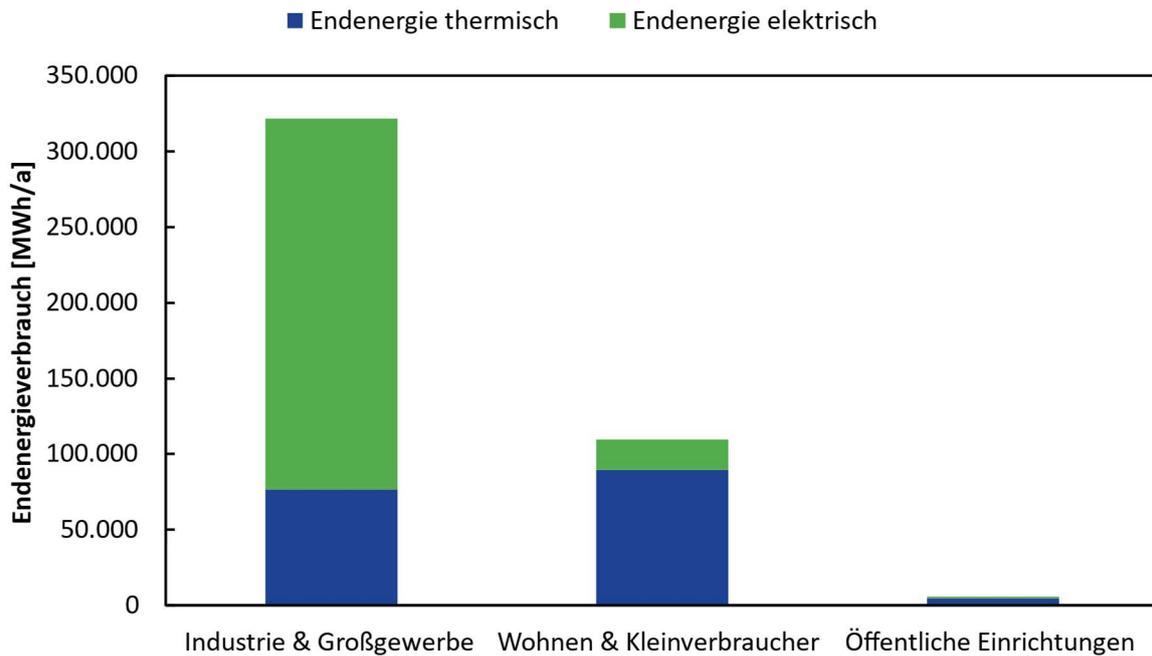


Abbildung 18: Endenergieverbrauch thermisch und elektrisch des ganzen Stadtgebiets aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen

Abbildung 19 zeigt die Treibhausgasbilanz für das ganze Stadtgebiet aufgeteilt auf Verbrauchergruppen für den Wärme- und Stromverbrauch. Aufgrund des sehr hohen Strombedarfs hat der Bereich Industrie & Großgewerbe auch den höchsten Treibhausgaswert der Verbrauchergruppen, auch wenn die Emissionen im Wärmebereich im Sektor Wohnen & Kleinverbraucher höher sind. Insgesamt werden auf dem Stadtgebiet jährlich 141.900 t CO₂-äq. in den Sektoren Wärme und Strom emittiert.

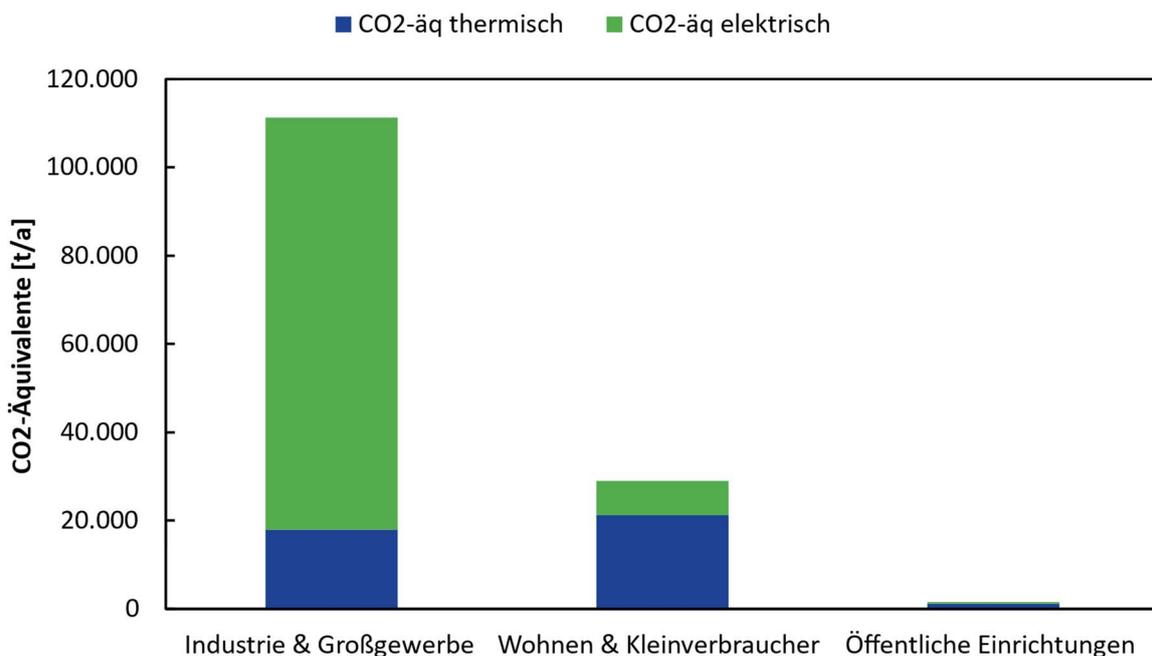


Abbildung 19: CO₂-Äquivalente resultierend aus dem Endenergieverbrauch. Für das ganze Stadtgebiet aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen

Tabelle 12 listet die Kennwerte der Treibhausgasbilanz auf. Somit können Fortschreibungen des Wärmeplans mit der aktuellen Situation verglichen werden.

Tabelle 12: Kennwerte der Treibhausgasbilanz

Kennwert	Wert	Einheit
THG-Emissionen Wärme Wohnen & Kleinverbraucher pro Einwohner	1,66	t _{CO2-äq.} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Wärme Öffentliche Einrichtungen pro Einwohner	0,09	t _{CO2-äq.} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Wärme Industrie & Großgewerbe pro Einwohner	1,40	t _{CO2-äq.} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Strom Wohnen & Kleinverbraucher pro Einwohner	0,60	t _{CO2-äq.} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Strom Öffentliche Einrichtungen pro Einwohner	0,04	t _{CO2-äq.} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Strom Industrie & Großgewerbe pro Einwohner	7,28	t _{CO2-äq.} /(a*Einwohner)

3. Literaturverzeichnis

- [1] Bayrisches Landesamt für Statistik, „Statistik Kommunal 2023. Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz,“ März 2024. [Online]. Available: https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2023/09574152.pdf. [Zugriff am 22 11 2024].
- [2] Projekt 4. Büro für Stadt- & Freiraumplanung, „Stadt Röthenbach a. d. Pegnitz. Städtebauliches Entwicklungskonzept. Handlungsfeld Städtebau,“ Nürnberg, 2012.
- [3] Bayrisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat, „BayernAtlas,“ 2024. [Online]. Available: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/>. [Zugriff am 19 November 2024].
- [4] Bundesnetzagentur, „Marktsammdatenregister,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>. [Zugriff am 5 Juni 2024].
- [5] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Energie-Atlas Bayern,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.energieatlas.bayern.de/>. [Zugriff am 01 2024].
- [6] C. Märtel, „Heizungsfinder,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.heizungsfinder.de/bhkw/wirtschaftlichkeit/jahresdauerlinie>. [Zugriff am 29 11 2024].
- [7] K. Friedrich, D. Niermann, I. F., P. Bissolli, J. Daßler, V. Zins, H. S. und M. Ziese, „Deutscher Wetterdienst. Klimatologischer Rückblick auf 2023: Das bisher Wärmeste Jahr in Deutschland,“ 2024. [Online]. Available: https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20240201_klimarueckblick-2023.pdf;jsessionid=F9E801852A692BA4A87E7AFF236A938F.live11042?__blob=publicationFile&v=6. [Zugriff am 02 12 2024].
- [8] eclareon GmbH, „Biomasseatlas,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.biomasseatlas.de/>. [Zugriff am Oktober 2024].
- [9] D. Merten und D. Falkenberg, „Wärmegewinnung aus Biomasse,“ Leipzig, 2004.
- [10] Bayrisches Landesamt für Statistik, „Zensus 2022,“ Juli 2024. [Online]. Available: <https://www.zensus2022.bayern.de/>. [Zugriff am 10 07 2024].
- [11] BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V., „Solaratlas,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.solaratlas.de/index.php?id=1>. [Zugriff am 31 10 2024].

- [12] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden,“ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart, 2020.
- [13] Bayerisches Landesamt für Statistik, „Pressemitteilung,“ 17 06 2021. [Online]. Available: <https://www.statistik.bayern.de/presse/mitteilungen/2021/pm154/index.html>. [Zugriff am 12 08 2023].
- [14] C.A.R.M.E.N., „C.A.R.M.E.N. Merkblatt. Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen. Ein Beitrag zur effizienten Wärmenutzung und zum Klimaschutz,“ [Online]. Available: https://www.energiesystemtechnik.de/images/pdf/Merkblatt_Nahwaerme_CARMEN.pdf. [Zugriff am 03 12 2024].
- [15] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, „Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung,“ 01 2024. [Online]. Available: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog>. [Zugriff am 09 04 2024].
- [16] Umweltbundesamt GmbH (Österreich), „Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger,“ 12 2023. [Online]. Available: <https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html>. [Zugriff am 07 02 2024].
- [17] Umweltbundesamt, „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger,“ Dessau-Roßlau, 2022.
- [18] Statista GmbH, „Entwicklung des Emissionsfaktors der Stromerzeugung in Deutschland und Frankreich im Zeitraum 2000 bis 2023,“ 2024. [Online]. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1421117/umfrage/emissionen-strom-deutschland-und-frankreich/>. [Zugriff am 02 03 2024].

4. Hinweise

zeitgeist engineering trifft keine verbindlichen rechts- und steuerberaterlichen Auskünfte, deren Hoheitsgebiete einschlägigen Berufsgruppen obliegen.

Alle im Rahmen dieser Arbeit angenommenen oder vorausgesetzten Rahmenbedingungen basieren auf der Sichtweise von zeitgeist engineering auf die aktuell vorliegenden Gesetzestexte und anderen Unterlagen. Die Betrachtung erfolgt grundsätzlich auf einer ingenieurtechnischen Perspektive. Aufgrund der komplexen Thematik und teils unterschiedlichen Auslegungen der Rechtslage kann keine Gewährleistung für die Richtigkeit dieser Annahmen übernommen werden.

Konkrete Rechtsfragen zu der Thematik dürfen ausschließlich durch zugelassene Anwälte und Experten beantwortet werden. Ebenso können steuerliche Fragen ausschließlich durch einen Steuerberater rechtssicher geklärt werden. Die hier getroffenen Annahmen können nicht als belastbare Steuerberatung oder Rechtsberatung angesehen werden.

Katharina Will

Katharina Will