



Bestandsanalyse

- Zwischenbericht -

Kommunale Wärmeplanung Gemeinde Rückersdorf

Projekt	Kommunale Wärmeplanung Gemeinde Rückersdorf
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 57,1 % der Gemeindefläche. Der Großteil der Wohnbebauung stammt aus den Jahren von 1949 bis 1995. Die Stromerzeugung vor Ort erfolgt durch ca. 360 PV-Anlagen (meist kleiner als 30 kWp) mit ca. 2.500 MWh pro Jahr sowie durch mehrere kleine fossile Anlagen, die ca. 160 MWh pro Jahr erzeugen. Darüber hinaus existieren keine weiteren Stromerzeugungsanlagen. Das Gasnetz erstreckt sich über den gesamten Ort. Im Bereich Wohnen & Kleinverbraucher stammt 82 % der erzeugten Energiemenge für Raumwärme und Warmwasser aus Erdgas oder Heizöl, 11 % aus Biomasse. Bei Industrie & Großgewerbe wird die gesamte Wärme (inklusive Prozesswärme) durch die Verbrennung von Erdgas gewonnen. Raumwärme und Warmwasser zur Versorgung von Öffentlichen Einrichtungen wird zu 3 % aus Erdgas und 7 % mit Wärmepumpen und Speicherheizung erzeugt. 60 % des Strombezugs aus dem Stromnetz ist auf den Bereich Wohnen & Kleinverbraucher zurückzuführen, 35 % auf Industrie & Großgewerbe und 5 % auf die öffentlichen Einrichtungen. Insgesamt summiert sich der thermische Endenergieverbrauch aller Verbrauchergruppen im Gemeindegebiet auf circa 60.000 MWh pro Jahr; der elektrische Endenergieverbrauch, bezogen aus dem Stromnetz, auf 14.100 MWh pro Jahr. Dies entspricht einem Ausstoß von 13.800 bzw. 5.400 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
2.3.4. Abwasserkanalnetz	11
2.4. Wärmeerzeugung: Methodik zur Ermittlung des IST-Zustands.....	12
2.5. Energiebilanz Wärme.....	15
2.5.1. Wohnen & Kleinverbraucher.....	15
2.5.2. Industrie & Großgewerbe	16
2.5.3. Öffentliche Einrichtungen	17
2.5.4. Zusammenfassung Energiebilanz Wärme	18
2.6. Raumwärme- und Warmwasserbedarf auf Baublockebene.....	20
2.6.1. Absoluter Heizwärme- und Warmwasserbedarf.....	21
2.6.2. Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublockfläche	21
2.6.3. Wärmelinienichte.....	22
2.7. Energiebilanz Strombezug	23
2.7.1. Methodik	23
2.7.2. Zusammenfassung Energiebilanz Strombezug	24
2.8. Treibhausgasbilanz Wärme und Strom	25
3. Literaturverzeichnis	28
4. Hinweise	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächennutzung auf dem Gemeindegebiet Rückersdorf.....	6
Abbildung 2: Siedlungsentwicklung der Gemeinde Rückersdorf	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 Gemeindegebiet	12
Abbildung 8: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch Wohnen & Kleinverbraucher	16
Abbildung 9: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch Industrie & Großgewerbe	17
Abbildung 10: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen	18
Abbildung 11: Prozentualer Energieverbrauch für Heiz- und Prozesswärme aufgeteilt auf Verbrauchergruppen	19
Abbildung 12: Energieträgerverteilung für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen	19
Abbildung 13: Absoluter jährlicher Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublock	21
Abbildung 14: Jährlicher Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublockfläche.....	22
Abbildung 15: Wärmelinien dichten am Beispiel eines Ausschnittes im Norden von Rückersdorf	23
Abbildung 16: Prozentualer Strombezug aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen.	24
Abbildung 17: Endenergieverbrauch thermisch und elektrisch.....	26
Abbildung 18: CO ₂ -Äquivalente resultierend aus dem Endenergieverbrauch. Für das ganze Gemeindegebiet aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen.....	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datengrundlagen der Bestandsanalyse	4
Tabelle 2: Flächen nach Nutzungsart auf dem Gemeindegebiet der Gemeinde Rückersdorf [1].....	5
Tabelle 3: Therm. und elektr. Leistungen bzw. Energiemengen der Wärmenetze und Stromerzeugungsanlagen nach Marktstammdatenregister	9
Tabelle 4: Angenommene Leistung der einzelnen Energieträger.....	13
Tabelle 5: Thermischer Endenergieverbrauch des Bereichs Wohnen & Kleinverbraucher.....	16
Tabelle 6: Thermischer Endenergieverbrauch von Industrie & Großgewerbe.	16
Tabelle 7: Thermischer Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen. Aufgeteilt auf Energieträger	17
Tabelle 8: Kennwerte der Energiebilanz Wärme.....	20
Tabelle 9: Strombezug aufgeteilt auf Verbrauchergruppen.....	24
Tabelle 10: Kennwerte der Energiebilanz Strombezug	25
Tabelle 11: CO ₂ -Äquivalente der Energieträger.....	25
Tabelle 12: Kennwerte der Treibhausgasbilanz.....	27

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, Gemeinde Rückersdorf
Energieerzeugungsanlagen und Versorgungsnetze	Energie-Atlas Bayern, Marktstammdatenregister, N-ERGIE AG, N-ERGIE Netz GmbH, lokale Akteure
Wärmeerzeugung	Kehrbuchdaten Rückersdorf, N-ERGIE Netz GmbH, Gemeinde Rückersdorf
Energiebilanz Wärme	Energie-Atlas Bayern, Kehrbuchdaten Rückersdorf, Fragebogen Industrie & Großgewerbe, Gemeinde Rückersdorf, N-ERGIE Netz GmbH
Energiebilanz Strombezug	N-ERGIE Netz GmbH, Gemeinde Rückersdorf
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 Gemeindegebiet Rückersdorf 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 Rückersdorf werden nur kommunale Liegenschaften untersucht. Dazu gehören auch im Eigentum der Gemeinde befindliche Wohnhäuser, Ampelanlagen und Abwasser-Infrastruktur.

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 Gemeindegebiet Rückersdorf 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 Gemeindegebiet geschaffen. Abbildung 1 zeigt kartografisch die Flächennutzung im Gemeindegebiet.

Wald und Landwirtschaft nehmen zusammen etwas mehr als ein Drittel 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 Gemeindegebiet der Gemeinde Rückersdorf [1]

Nutzungsart	Fläche [ha]	Fläche [%]
Wald	43	12,0
Landwirtschaft	85	23,8
Siedlungs- und Verkehrsfläche	204	57,1
Sonstiges Gebiet	25	7,1
Gesamtes Gebiet	357	100

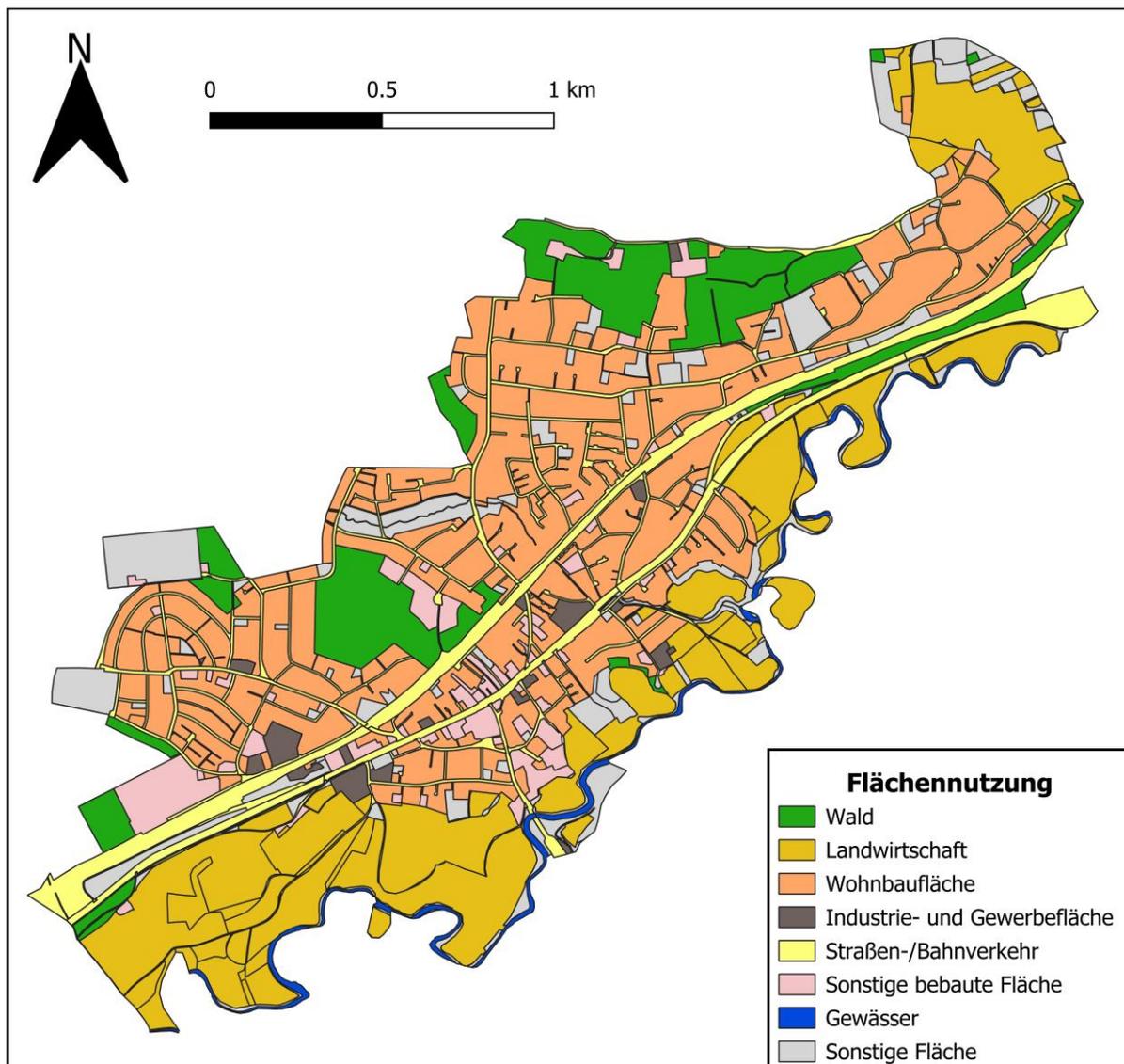


Abbildung 1: Flächennutzung auf dem Gemeindegebiet Rückersdorf

2.2.2. Siedlungsstruktur

In Abbildung 2 ist die Siedlungsentwicklung der Gemeinde Rückersdorf aufgezeigt. Diese wurde anhand des Zeitreise-Tools des BayernAtlas erstellt [2]. Der Ortskern stammt aus der Zeit vor 1948. Die umliegenden Gebiete sind überwiegend im Zeitraum von 1949 bis 1978 und 1979 bis 1995 entstanden. Am nordöstlichen Ortsrand gibt es Bebauung von um der Jahrtausendwende.

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 der Pegnitz. Es wird versucht, möglichst Gebiete mit gleicher Größe zu definieren. Bei Industrie und verwinkelten Bebauungsgebieten kann dies abweichen.

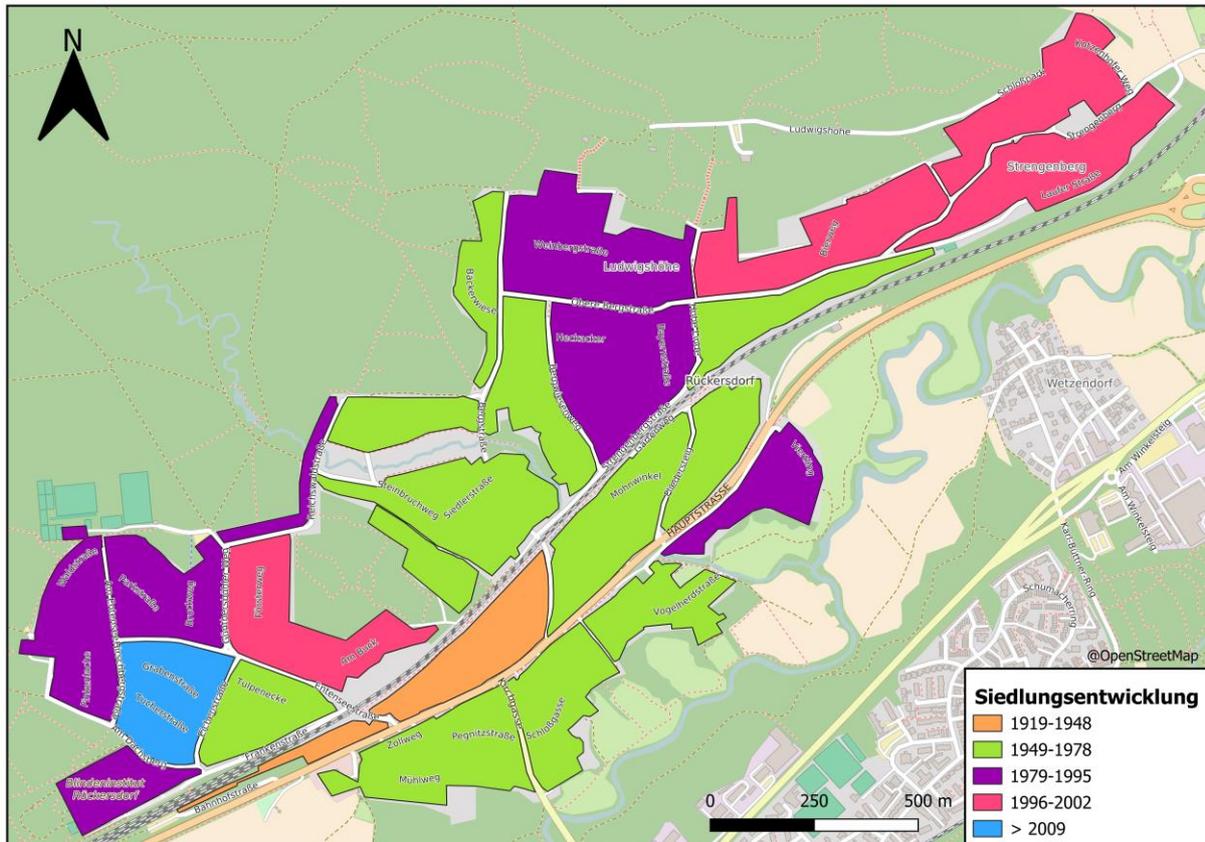


Abbildung 2: Siedlungsentwicklung der Gemeinde Rükersdorf

In Abbildung 3 sind die Nutzungsarten der Gebäude nach den drei Verbrauchergruppen Wohnen & Kleinverbraucher, Industrie & Großgewerbe sowie Öffentliche Einrichtungen dargestellt. Die Gemeinde besteht vor allem aus Wohngebieten teils durchzogen von Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen.

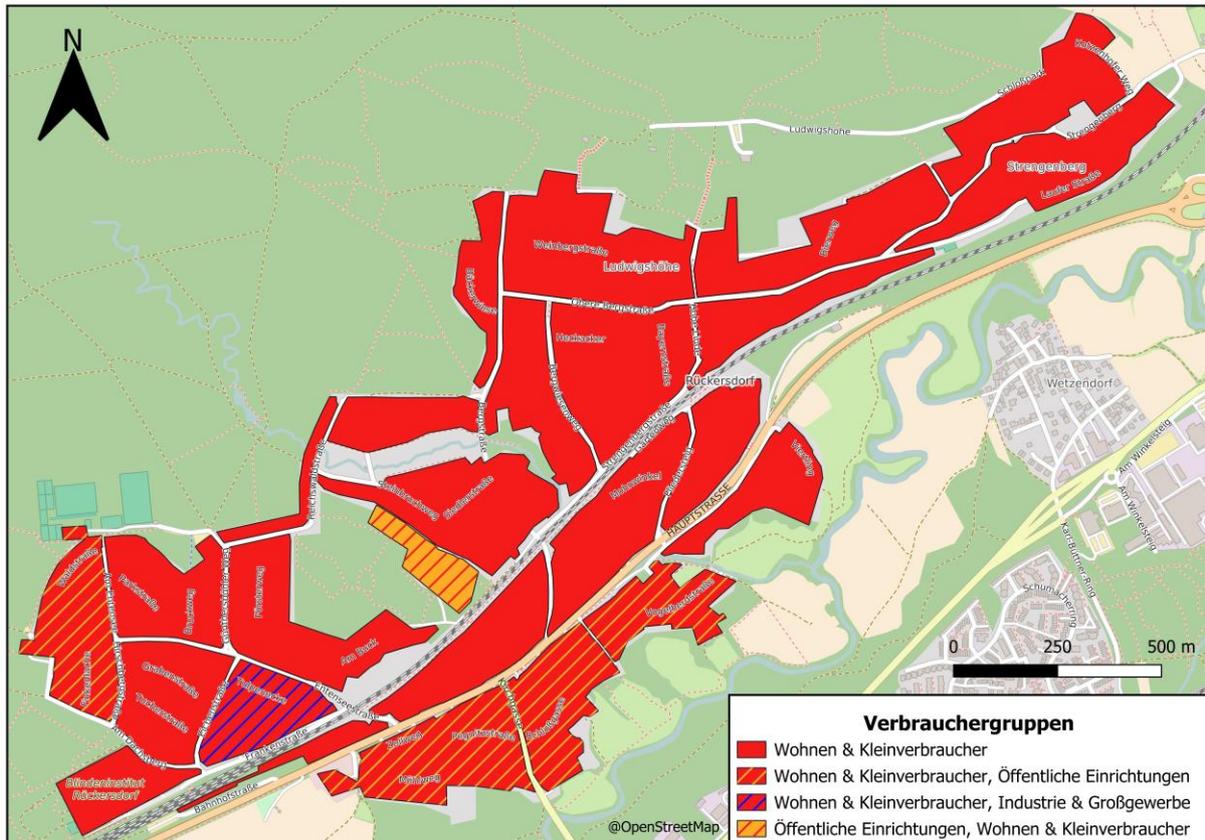


Abbildung 3: Baublöcke unterschieden nach Nutzungsarten

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 Gemeindegebiet bestehenden Energieerzeugungsanlagen sowie die Energieinfrastruktur untersucht.

2.3.1. Energieerzeugungsanlagen

Die Bestandsanalyse zu Energieerzeugungsanlagen basiert auf den Daten des Marktstammdatenregisters [3] für den Sektor Strom. Zentrale Wärmeerzeugungsanlagen, welche in ein Wärmenetz einspeisen, gibt es in Rückersdorf nicht. Die größten Stromerzeugungsanlagen mit einer Leistung von größer als 30 kW sind in Abbildung 4 eingezeichnet.

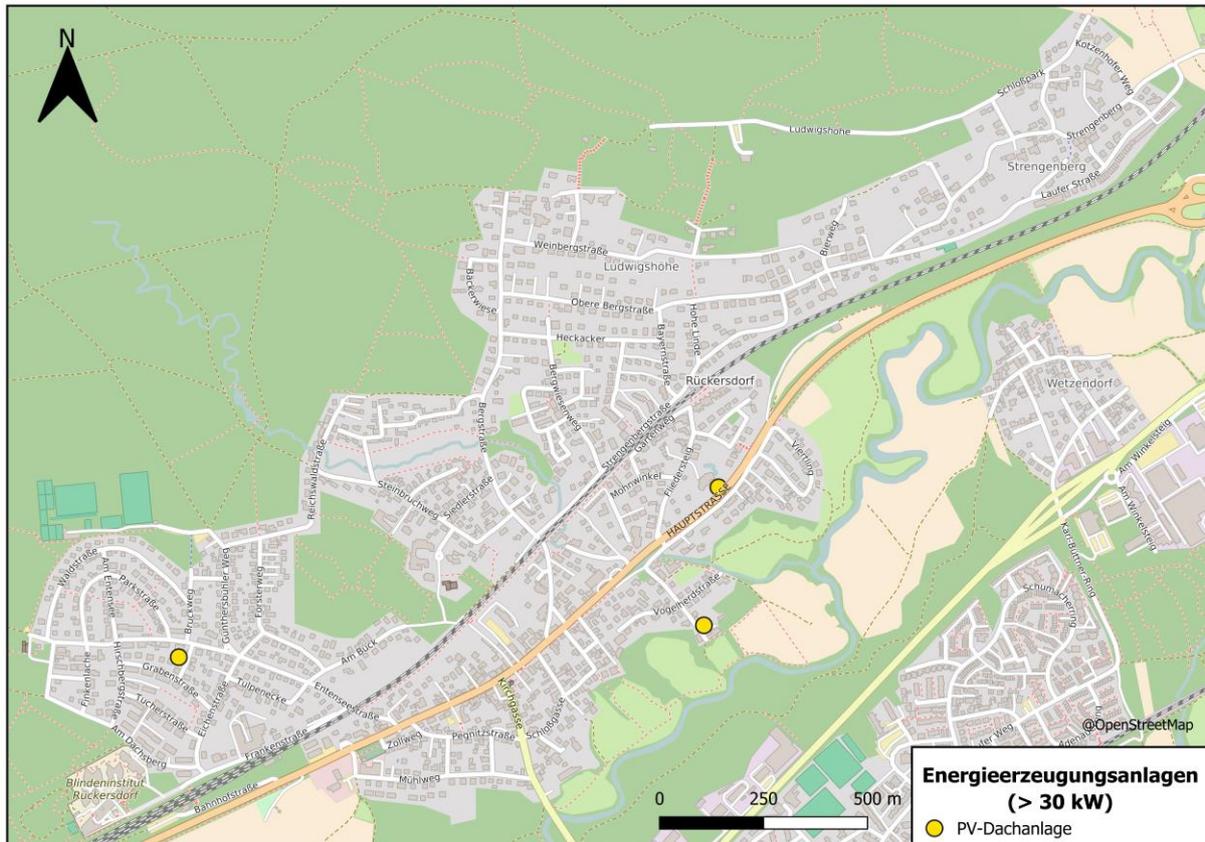


Abbildung 4: Standorte größerer Energieerzeugungsanlagen

Auf dem Gemeindegebiet sind ca. 360 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 2,64 MW installiert. Dabei handelt es sich um Aufdachanlagen auf Wohn- und Industriegebäuden oder Balkonsolaranlagen. Bis auf wenige Ausnahmen beträgt die installierte Leistung pro Anlage weniger als 30 kWp. Freiflächenanlagen sind in Ruckersdorf keine vorhanden, auch Biomasse wird nicht zur Stromerzeugung verwendet. Es gibt insgesamt 7 kleine fossile Stromerzeugungsanlagen, teils in Verbindung mit Kraft-Wärmekopplung mit einer gesamten elektrischen Leistung von 0,03 MW und einer thermischen Leistung von 0,09 MW. Aufgrund der Größe der Anlagen wird davon ausgegangen, dass sie überwiegend zu Heizzwecken genutzt werden und daher 1.500 Vollbenutzungsstunden aufweisen.

Tabelle 3 listet die elektrische Leistung und die jährlich erzeugte Strommenge aller Energieerzeugungsanlagen nach Marktstammdatenregister auf.

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	-	-	2,64	2.511
Biomasse	-	-	-	-
Wasserkraft	-	-	-	-
Fossile Energieträger	0,09	137	0,03	51
Stromspeicher	-	-	1,14	-

Abbildung 5 zeigt graphisch die installierte elektrische Leistung und den anhand von exemplarischen Vollaststunden berechneten elektrischen Ertrag auf dem Gebiet der Gemeinde Rückersdorf. Photovoltaik macht mit großem Abstand den Hauptanteil der erzeugten Strommenge aus.

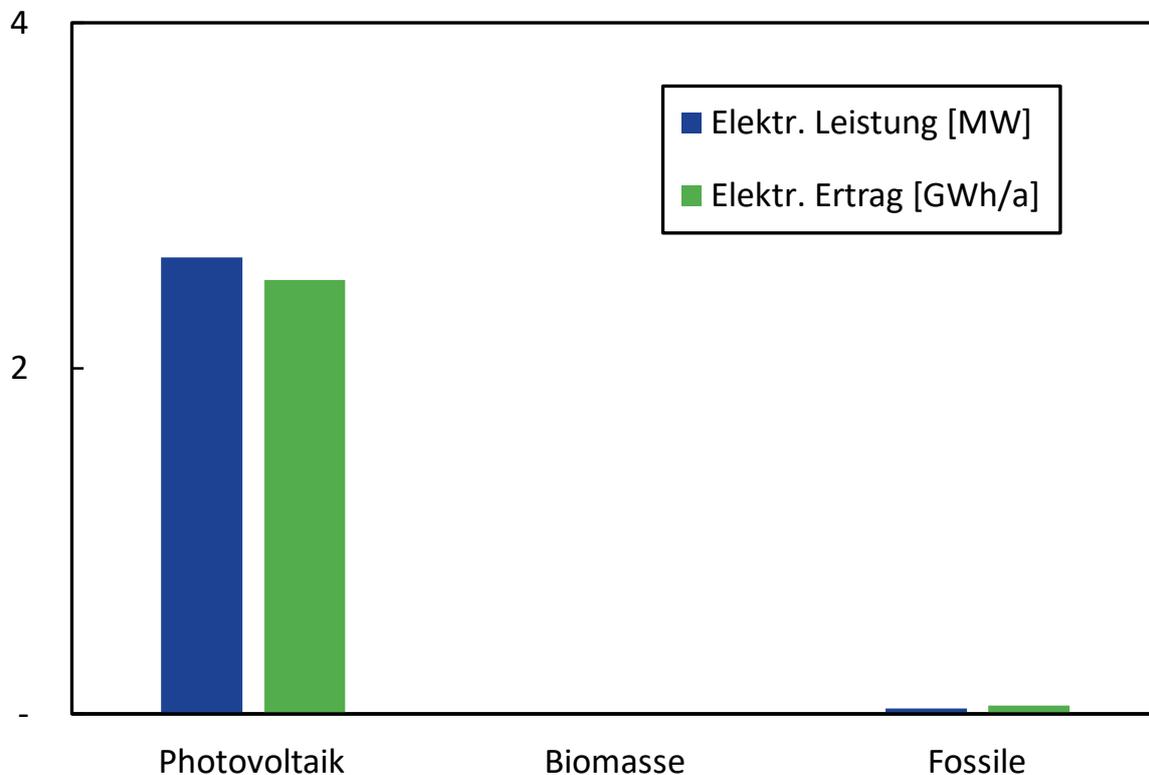


Abbildung 5: Elektrische Leistungen und Erträge nach Marktstammdatenregister

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 Rückersdorf gibt es keine Wärmenetze, aber ein sich über alle Baublöcke erstreckendes Gasnetz (betrieben von der N-ERGIE Netz GmbH), wie in Abbildung 6 dargestellt. Allerdings sind nicht alle Gebäude in den jeweiligen Blöcken auch ans Netz angeschlossen.

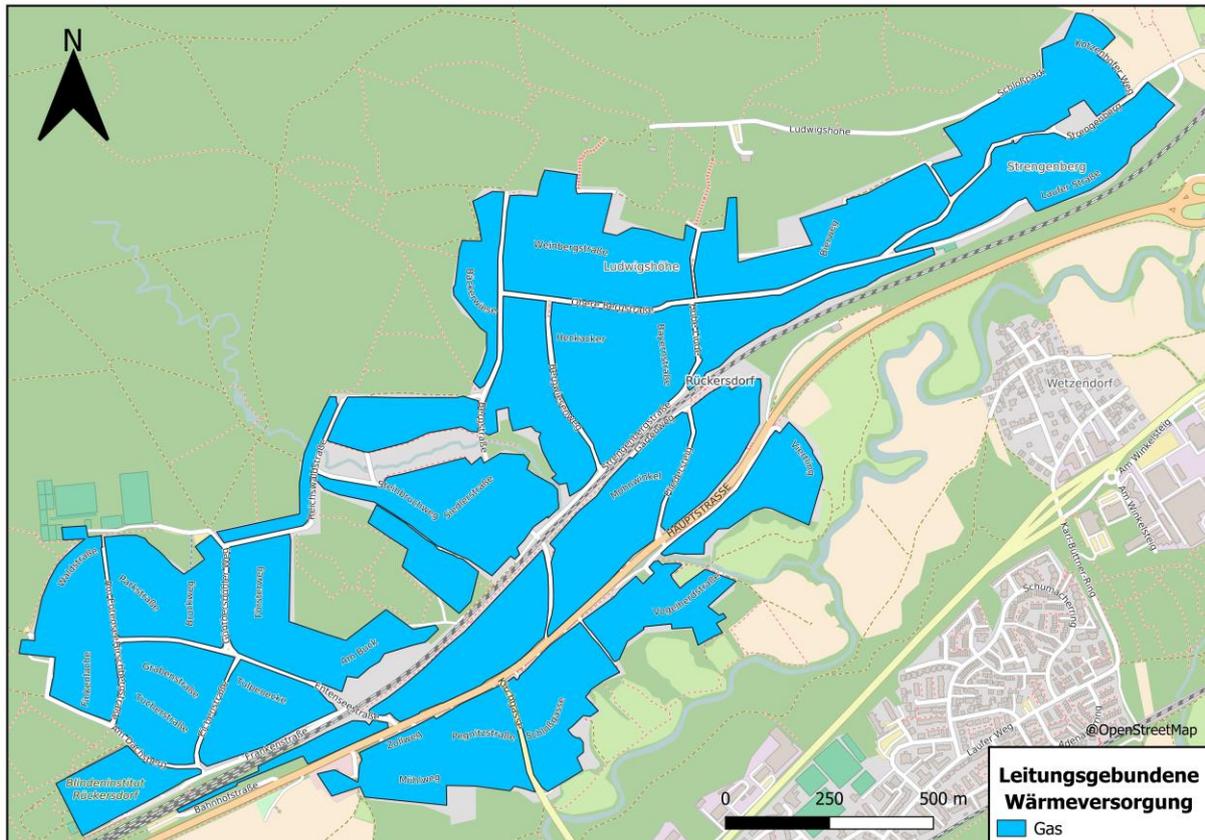


Abbildung 6: Leitungsgebundene Wärmeversorgung in den Baublöcken

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 Gemeindewerken Rückersdorf betrieben wird. Dargestellt sind der Verlauf der Mittelspannungsfreileitungen und -kabel (MS = Mittelspannung).

2.3.4. Abwasserkanalnetz

Abwärme aus Abwasser stellt ein großes Potenzial dar. Allerdings muss dafür ein bestimmter Volumenstrom gegeben sein, weshalb in der Regel nur Kanäle mit einem Durchmesser von größer als 800 mm berücksichtigt werden.

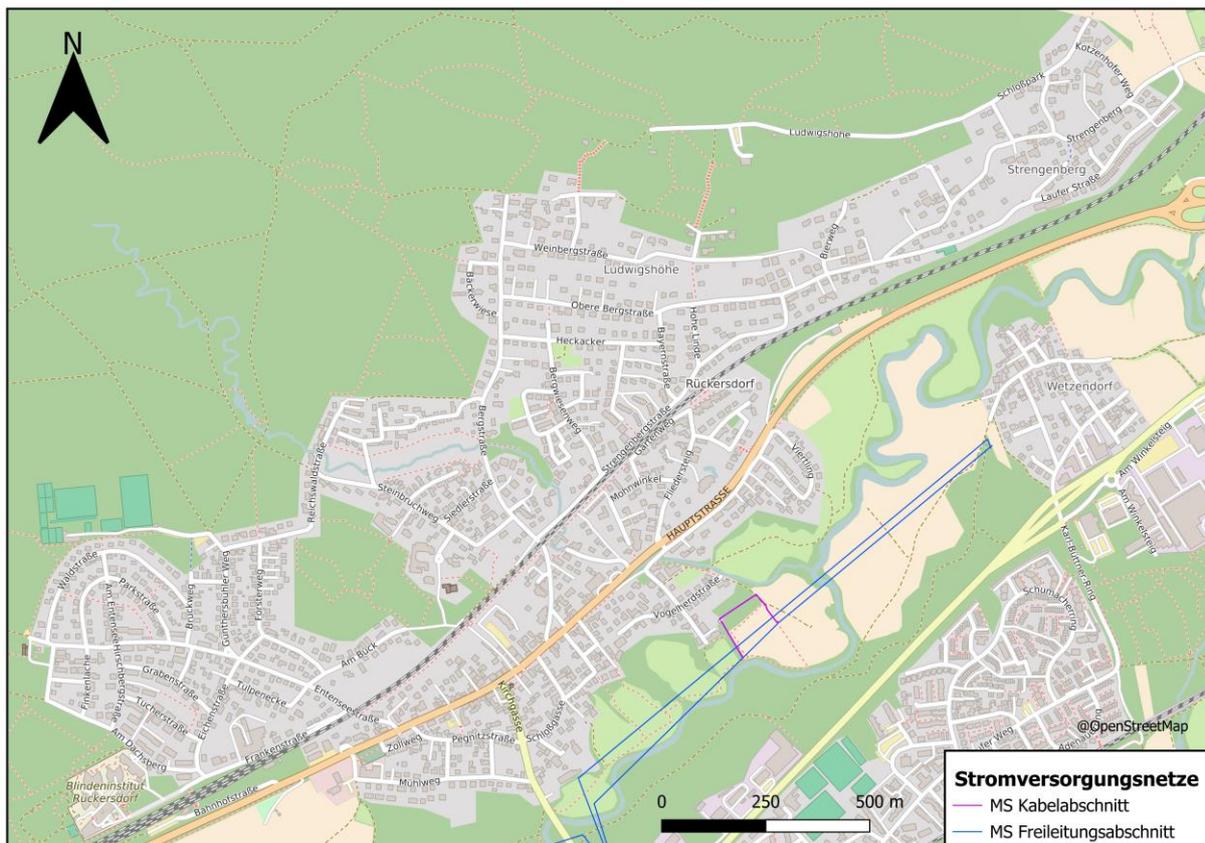


Abbildung 7: Stromversorgungsnetze auf dem Gemeindegebiet

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 N-ERGIE Netz GmbH übergebenen Erdgasverbräuche (aufgeteilt in Industrie- und Jahreskunden) 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 [4], 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.)“, für die in Rückersdorf ebenfalls eine Anzahl von 0 verzeichnet ist.

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 [5]	15,75
	Gas	21,50
	Öl	25
	Sonstige fossile	30
Einzelraumheizung	Feste Biomasse	8
	Gas	21,50
	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 [5]. 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 Kehr buchdaten nicht möglich ist und dieser Leistungswert als Stellschraube verwendet wird, um insgesamt eine ähnliche mittlere Leistung zu erhalten wie in den Kehr buchdaten. Dafür wird zuerst ein Leistungswert für Gas ausgerechnet, indem die Gasverbräuche der Standardkunden durch die Anlagenanzahl in der Kategorie Wohnen & Kleinverbraucher sowie die hier im Allgemeinen verwendete Vollbenutzungsstundenzahl von 1200 h/a geteilt wird. Dieser Wert wird anschließend mit dem mittleren Wert aus den Straßen mit der Verbrauchsgruppe Wohnen & Kleinverbraucher verglichen. Danach kann der berechnete Wert noch minimal nach oben oder unten korrigiert werden, um die reale Situation vor Ort abzubilden. Die Volllaststundenzahl 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 Gemeindegebiet 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 Gemeinde 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 Volllaststundenzahl 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 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 angesetzt [6]. 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 Gemeinde die tatsächlichen Verbrauchsdaten vor, so dass nicht auf andere Datenquellen zurückgegriffen werden musste.

Die Wärmeverbräuche aus dem Energieträger Gas werden jeweils anhand der von der N-ERGIE Netz GmbH übermittelten Gasverbräuche berechnet. Der Wert für die Industrie ist hier bereits separat ausgewiesen. Der Wert für den Bereich Wohnen & Kleinverbraucher wird aus dem Wert der Jahreskunden abzüglich der Gasverbräuche der Öffentlichen Einrichtungen errechnet.

Zur Validierung der Volllaststundenzahl wurde ein Vergleichswert der Verbrauchergruppen Wohnen & Kleingewerbe und Öffentliche Einrichtungen mittels der Leistungen aus den Kehr- buchdaten für Erdgasheizungen berechnet. Da die Anlagenleistung für Gas bereits aus den tatsächlichen Verbräuchen stammt, ist hier eine Berücksichtigung des Verbrennungswirkungs- grades nicht notwendig. Die Abweichung beträgt lediglich 1,3 %, was die Richtigkeit der An- nahmen unterstreicht und eine ausreichende Genauigkeit für die Betrachtungsebene der Kommunalen Wärmeplanung darstellt.

Zur Berechnung der durch Wärmepumpen und Speicheröfen bereitgestellte Wärme werden die von den Gemeindewerken Rückersdorf je Technologie separat zur Verfügung gestellten Stromverbräuche herangezogen, wobei der Wärmepumpenstrom noch mit einer exemplari- schen Jahresarbeitszahl von 3,1 multipliziert werden muss. Es wird eine Volllaststundenzahl von 1500 Stunden angenommen.

Die jährlich durch Solarthermie erzeugte Wärmemenge wird errechnet mittels einer im Sola- ratlas [7] angegebenen Kollektorfläche multipliziert mit einem im Energie-Atlas Bayern [8] ver- zeichneten repräsentativen Wert für die jährliche Wärmezeugung pro Fläche.

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

2.5. Energiebilanz Wärme

Im Folgenden werden die errechneten Wärmeverbräuche für die verschiedenen Verbraucher- gruppen analysiert.

2.5.1. Wohnen & Kleinverbraucher

Tabelle 5 listet den thermischen Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern von der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher auf. In Abbildung 8 ist die prozentuale Ver- teilung dargestellt.

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

Energieträger	Thermischer Endenergieverbrauch [MWh/a]
Erdgas	29.100
Heizöl	18.100
Sonstige Fossile	500
Biomasse	6.200
Solarthermie	500
Wärmepumpen und Stromheizung	2.900
Gesamt	57.300

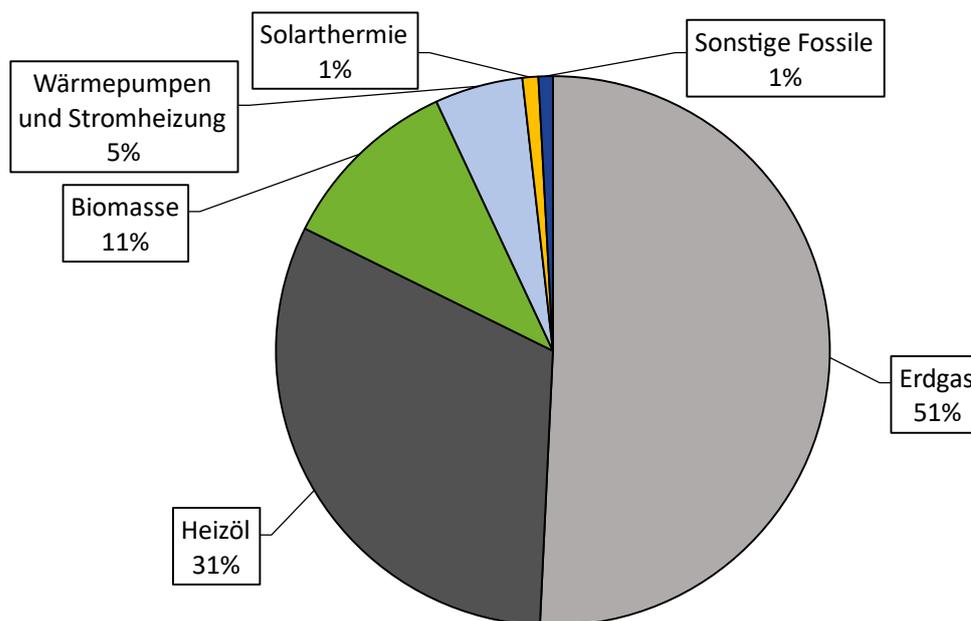


Abbildung 8: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch Wohnen & Kleinverbraucher

Zu erkennen ist, dass Erdgas zusammen mit Heizöl 82 % der bereitgestellten Energie für Raumwärme und Warmwasser in dieser Verbrauchergruppe darstellen. Biomasse hat einen Anteil von circa 11 % am Energieverbrauch, Wärmepumpen und Stromheizungen circa 5%. Solarthermie und Sonstige Fossile stellen zusammen nur 2 % des Verbrauchs dar.

2.5.2. Industrie & Großgewerbe

Tabelle 6 listet den thermischen Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern von Industrie & Großgewerbe auf. In Abbildung 9 ist die prozentuale Verteilung dargestellt.

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

Energieträger	Thermischer Endenergieverbrauch [MWh/a]
Erdgas	1.800
Gesamt	1.800

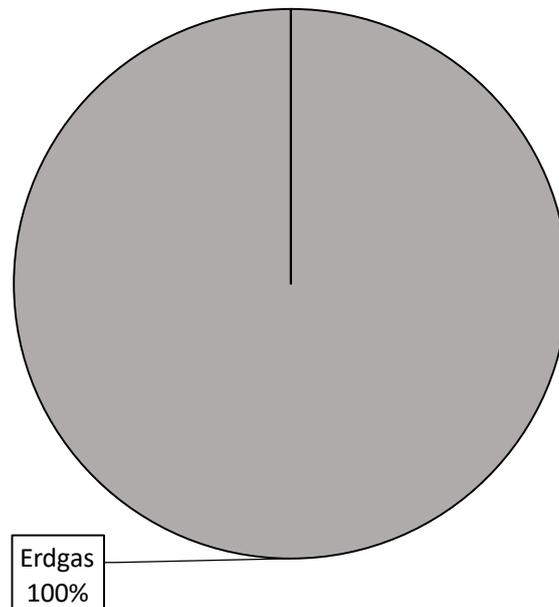


Abbildung 9: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch Industrie & Großgewerbe

In Rückersdorf wird nach derzeitigem Wissensstand der gesamte Endenergieverbrauch von Industrie & Großgewerbe mit Erdgas gedeckt.

2.5.3. Öffentliche Einrichtungen

Tabelle 7 listet den thermischen Endenergieverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern der Öffentlichen Einrichtungen auf. In Abbildung 10 ist die prozentuale Verteilung dargestellt.

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

Energieträger	Thermischer Endenergieverbrauch [MWh/a]
Erdgas	800
Wärmepumpen und Stromheizung	100
Gesamt	900

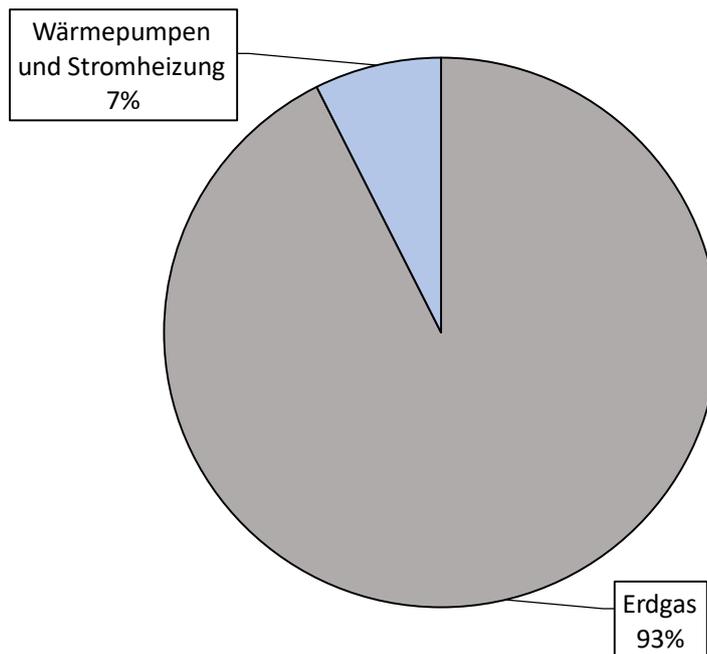


Abbildung 10: Verteilung thermischer Endenergieverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen

Erdgas stellt mit 93 % den größten Anteil am Verbrauch der öffentlichen Einrichtungen dar, Wärmepumpen und Stromheizungen liegen bei 7 %. Weitere Energieträger werden nach derzeitigem Wissenstand nicht eingesetzt.

2.5.4. Zusammenfassung Energiebilanz Wärme

In Abbildung 11 ist die prozentuale Verteilung des Energiebedarfs von Raumwärme, Warmwasserbereitstellung und Prozesswärme aufgeteilt auf die drei Verbrauchergruppen zu sehen. Wohnen & Kleinverbraucher ist mit 96 % des Gesamtwärmebedarfs die größte Verbrauchsgruppe. Es folgt Industrie & Großgewerbe mit 3 %, öffentliche Einrichtungen liegen bei nur 1 %.

Abbildung 12 zeigt die bereitgestellten Energiemengen je Energieträger für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen auf. Mit zusammen 83 % stellen Erdgas und Heizöl den Großteil des Verbrauches dar. Biomasse hat einen Anteil von 10 %, Wärmepumpen und Stromheizung von 5 %, die anderen Energieträger machen nur 2 % aus.

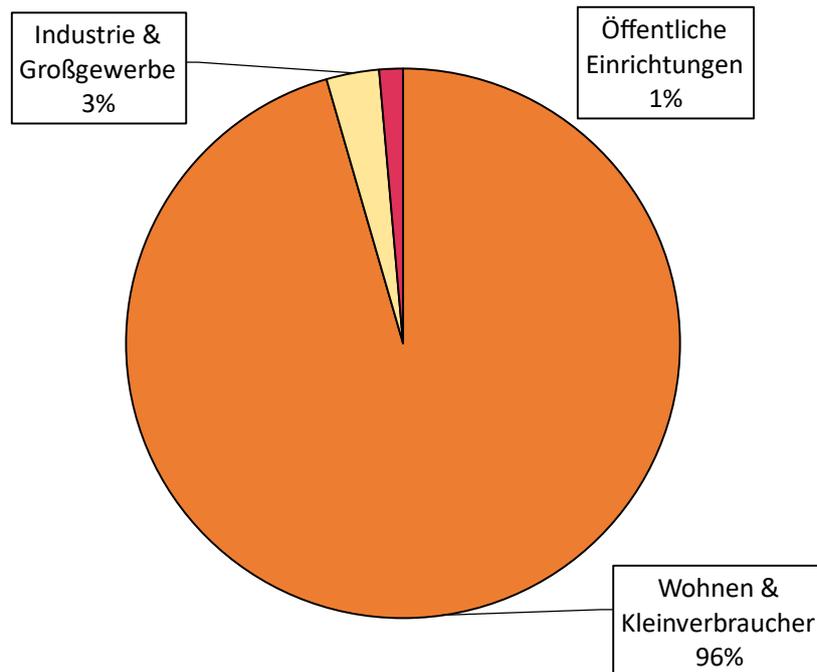


Abbildung 11: Prozentualer Energieverbrauch für Heiz- und Prozesswärme aufgeteilt auf Verbrauchergruppen

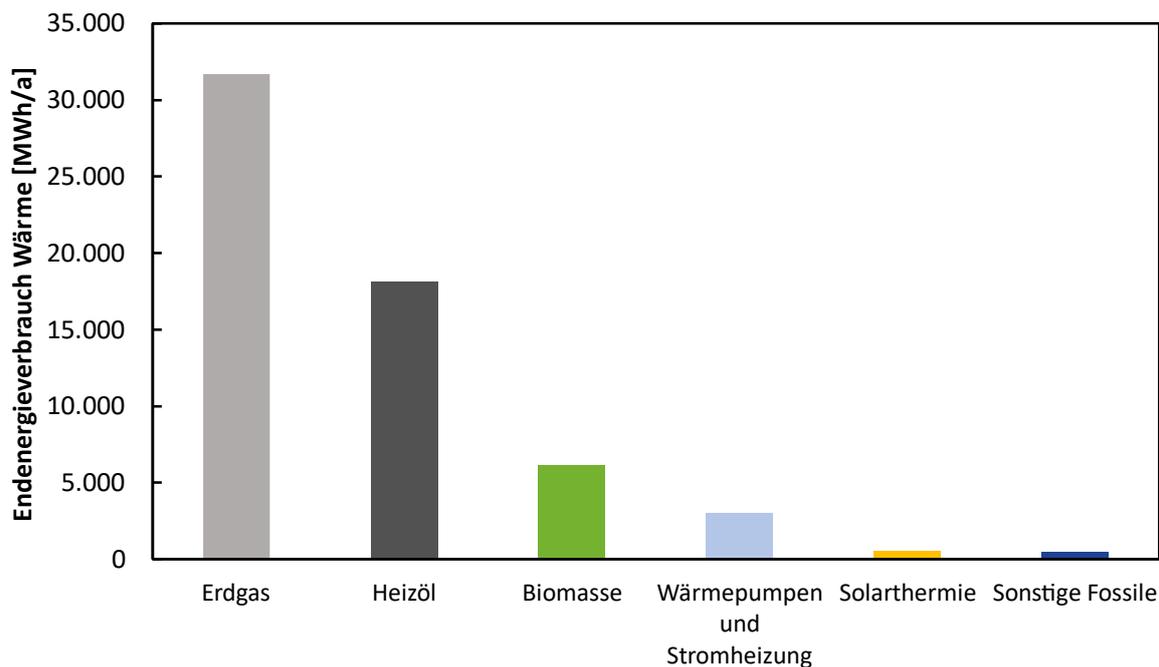


Abbildung 12: Energieträgerverteilung für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen

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 Gemeindegebiet überprüft und beurteilt werden. Außerdem können Trends bei der Nutzung von KWK-Anlagen und dem Ausbau von Wärmenetzen festgestellt werden. [9]

Tabelle 8: Kennwerte der Energiebilanz Wärme

Kennzahl	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Wärme Wohnen & Kleinverbraucher pro Einwohner	11.960	kWh/(a*Einwohner)
Endenergieverbrauch Wärme öffentliche Einrichtungen pro Einwohner	170	kWh/(a*Einwohner)
Endenergieverbrauch Wärme Wohnen & Kleinverbraucher pro m2 Wohnfläche	250	kWh/(a*Einwohner*m2)
Endenergieverbrauch Wärme Industrie & Großgewerbe pro Einwohner	390	kWh/(a*Einwohner)
Einsatz erneuerbarer Energien (im Bereich Wärme) Wohnen & Kleinverbraucher pro Kopf	1.400	kWh/(a*Einwohner)
Anteil erneuerbarer Energien Wohnen & Kleinverbraucher an lokaler Wärmeherzeugung	17	%
Installierte thermische KWK-Leistung pro Kopf	0,02	kW/Einwohner
Anzahl Hausanschlüsse Wärmenetz	-	-
Anzahl Hausanschlüsse Gasnetz	k.A.	-
Länge Wärmenetzleitung	-	m
Länge Gasnetzleitung	ca. 25.400	m

Die Kennzahl für den flächenbezogenen Endenergieverbrauch Wärme wird anhand der Einwohnerzahl der Gemeinde und der durchschnittlichen Wohnfläche in Bayern pro Person von 48,8 m² berechnet [10]. Da hier auch der Energieverbrauch der Kleinverbraucher miteinbezogen ist, ist der Wert höher als bei einer ausschließlichen Betrachtung der Wohngebäude. Werte für die Anzahl der Hausanschlüsse im Gasnetz liegen nicht vor. Aus den Kkehrbuchdaten geht jedoch hervor, dass ca. 1200 Gasheizungen in Rückersdorf betrieben werden.

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 Gemeinde 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. Größere Industriegebiete/ Gewerbe werden zudem in separate Blöcke eingeteilt, damit diese die Werte der Haushalte nicht verfälschen. Allerdings werden industrielle Baublöcke in den nachfolgenden Grafiken ausgegraut, wenn sich zu wenige Abnehmer in dem Gebiet befinden, so dass auf einzelne Firmen zurückgeschlossen werden könnte.

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 Gemeinde 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 13 zeigt in Baublöcken aufgeteilt den absoluten jährlichen Heizwärme- und Warmwasserbedarf auf.

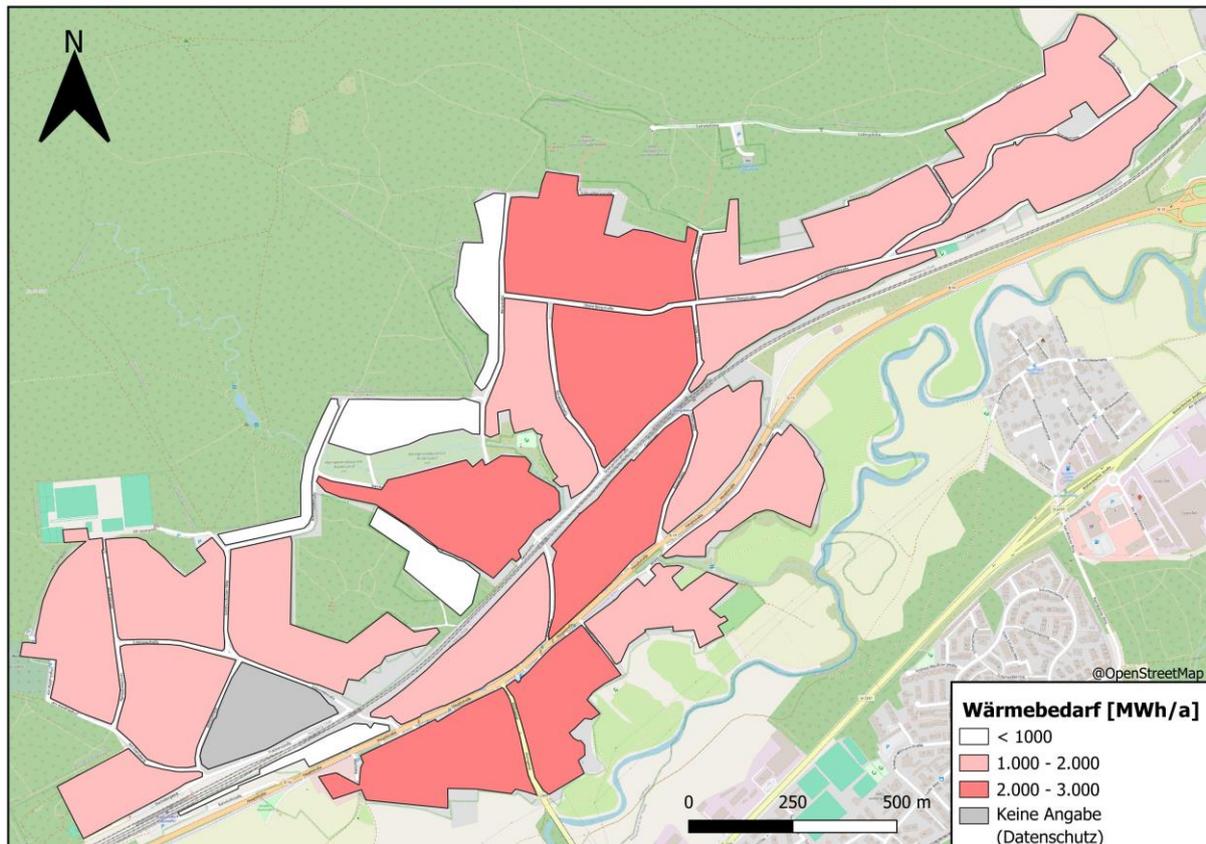


Abbildung 13: Absoluter jährlicher Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublock

Je dunkler das Rot der Fläche, desto größer ist der absolute Wärmebedarf. Es ist zu erkennen, dass vor allem in den östlichen und westlichen Randgebieten des Ortes die absoluten Wärmebedarfe eher niedrig sind. Da dieser Wert nicht relativiert ist, hängt die Größe des Wärmebedarf jedoch stark von der Größe des Baublockes ab. 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 14 ist der jährliche Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublockfläche zu sehen.

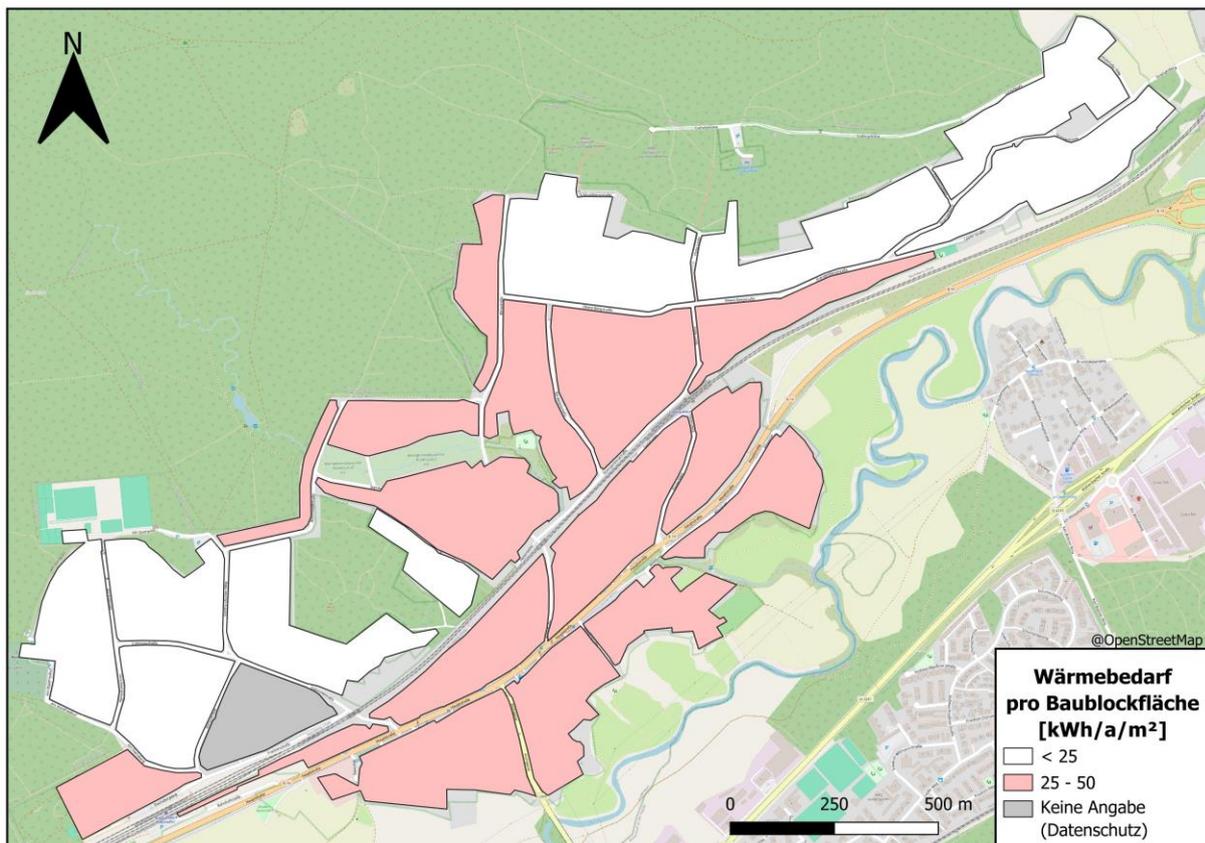


Abbildung 14: Jährlicher Heizwärme- und Warmwasserbedarf pro Baublockfläche

Hier wird der Wärmebedarf auf die Fläche des Baublockes bezogen, wodurch sich je Baublock ein Wert in kWh pro Jahr und m^2 ergibt. Bei den Intervallen wurde sich an die Richtwerte für Wärmenetze angelehnt [9] [11]. Es ist erkennen, dass die meisten Baublöcke einen ähnlichen spezifische Wärmebedarf aufweisen. Die niedrigsten Wärmebedarfe weisen häufig die Baublöcke auf, die ab den späten 90er Jahren gebaut wurden.

2.6.3. Wärmelinienichte

Ein wichtiges Kriterium hinsichtlich der Eignung für die Versorgung durch ein konventionelles Wärmenetz stellt die Wärmelinienichte 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 15 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt aus dem Norden der Gemeinde.

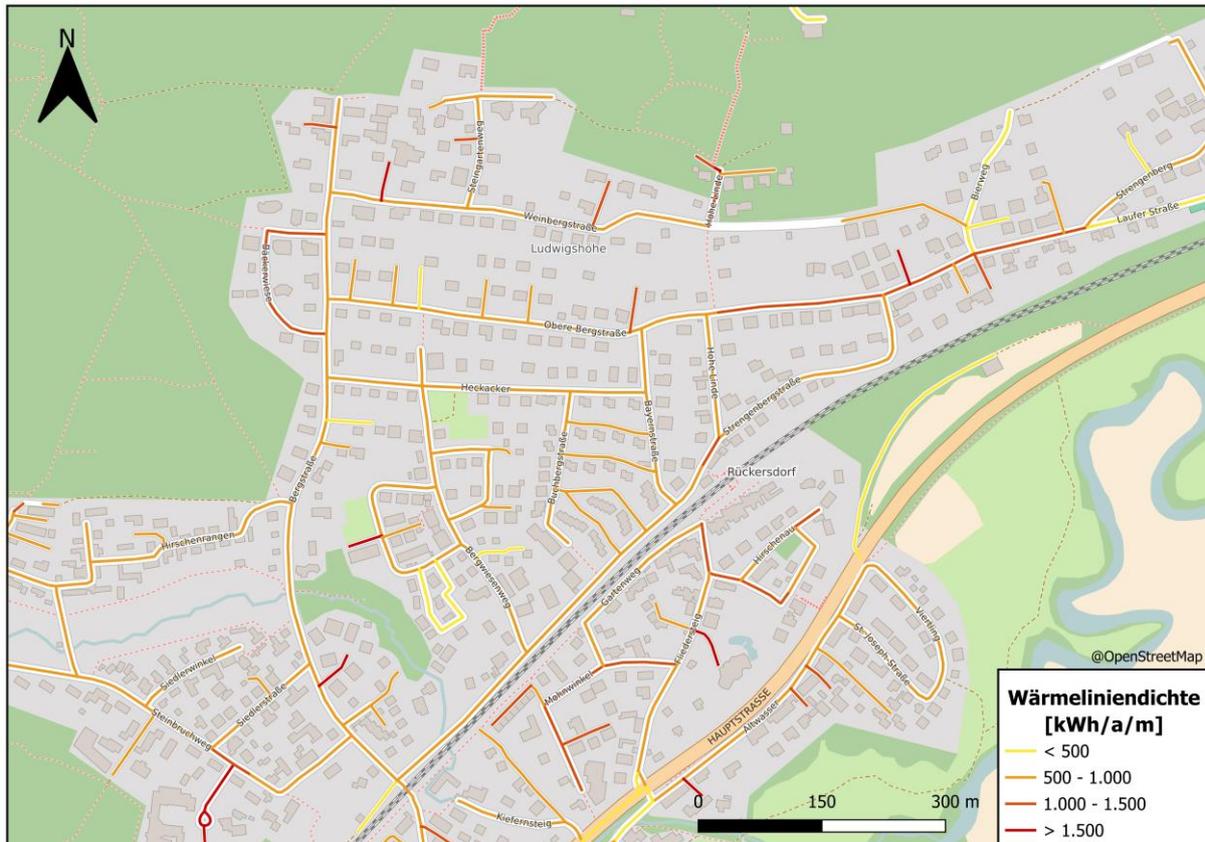


Abbildung 15: Wärmelinienichten am Beispiel eines Ausschnittes im Norden von Ruckersdorf

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 tatsächlichen Strombezugswerte werden 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 Gemeinde Rückersdorf aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen aufgelistet. Abbildung 16 zeigt den prozentualen Strombezug aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen.

Tabelle 9: Strombezug aufgeteilt auf Verbrauchergruppen

Verbrauchergruppe	Strombezug [MWh/a]
Industrie & Großgewerbe	5.000
Wohnen & Kleinverbraucher	8.500
Öffentliche Einrichtungen	600
Gesamt	14.100

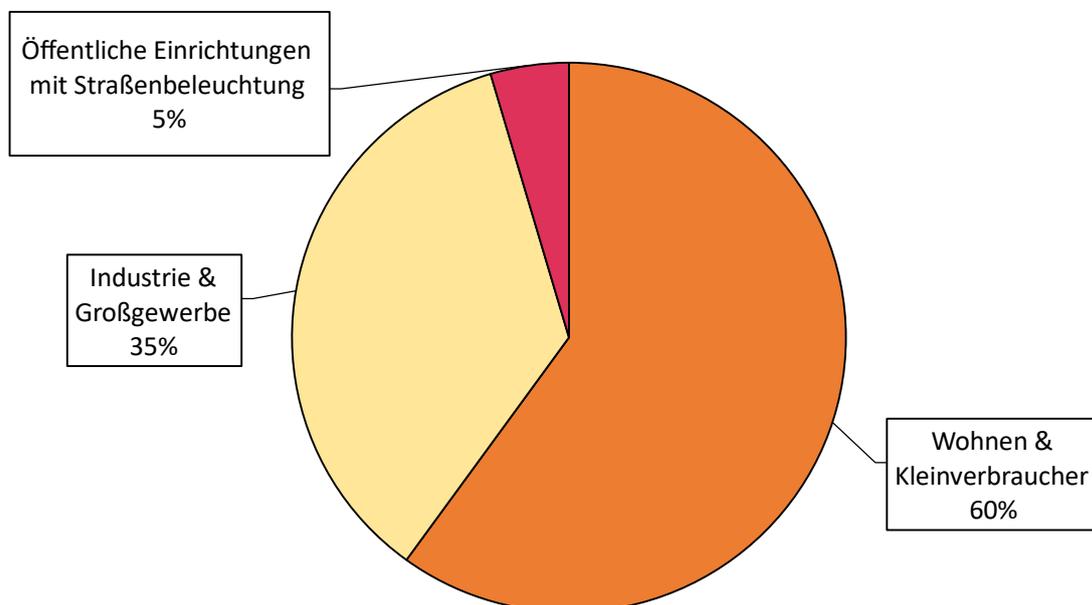


Abbildung 16: Prozentualer Strombezug aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen.

Wohnen & Kleinverbraucher stellt mit 60 % die größte Verbrauchergruppe dar, gefolgt von Industrie & Großgewerbe mit 35%. Die Öffentlichen Einrichtungen inklusive Straßenbeleuchtung machen nur 5 % aus.

In Tabelle 10 sind die Kennwerte der Energiebilanz des Strombezugs aufgelistet. Der bilanzielle Anteil erneuerbarer Energien an der lokalen Stromerzeugung liegt bei circa 94 %. Abgesehen von einzelnen kleinen fossilen KWK-Anlagen wird der Großteil des Stroms aus Photovoltaik (siehe Abbildung 5) erzeugt.

Tabelle 10: Kennwerte der Energiebilanz Strombezug

Kennwert	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Strom Wohnen & Kleinverbraucher pro Einwohner	1.770	kWh/(a*Einwohner)
Endenergieverbrauch Strom Öffentliche Einrichtungen pro Einwohner	135	kWh/(a*Einwohner)
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	0,94	-
Installierte elektrische KWK-Leistung pro Kopf	0,01	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	[12]
Erdgas	233	ebd.
Flüssiggas	313	[13]
Kohle	452	[12]
Biomasse (vgl. Naturbel. stückiges Holz)	24	[14]
Solarthermie	13	[12]
Strom-Mix	381	[15]
Strom-Mix Wärmepumpe (Berücksichtigung COP)	131	[14]
Sonstige Fossile	400	Eigene Annahme

Da in den Kehr buchdaten 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 17 sind die Endenergieverbräuche pro Verbrauchergruppe von Wärme und Strom aufsummiert dargestellt. Ausgehend von den Verbräuchen werden die CO₂-Äquivalente berechnet.

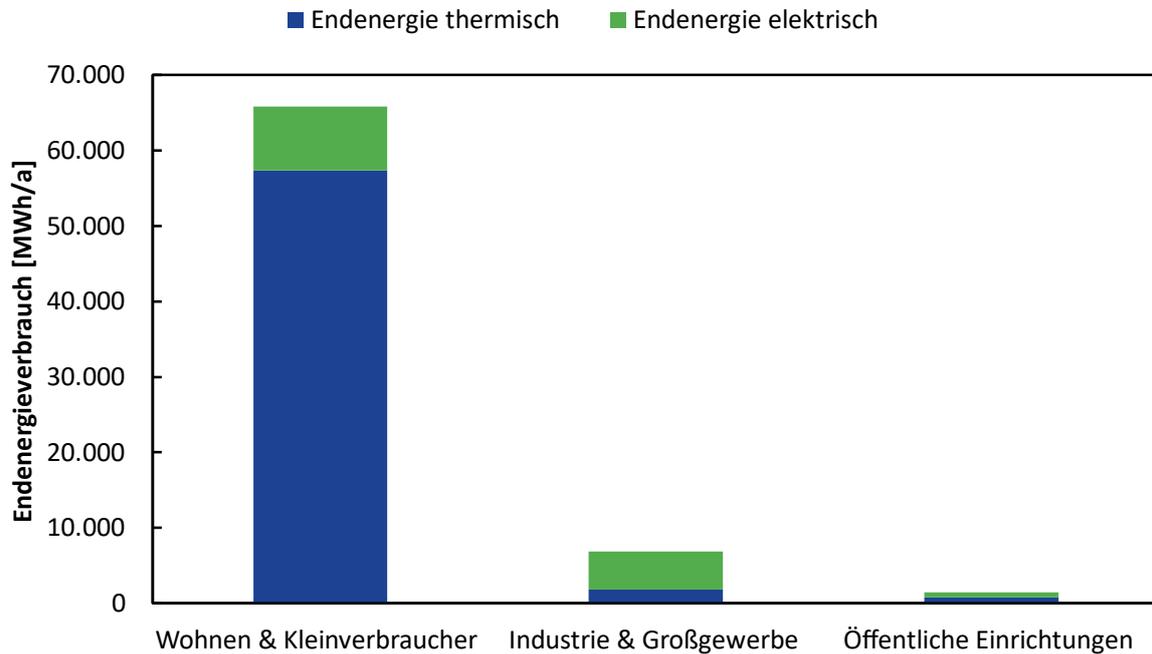


Abbildung 17: Endenergieverbrauch thermisch und elektrisch des ganzen Gemeindegebiets aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen

Abbildung 18 zeigt die Treibhausgasbilanz für das ganze Gemeindegebiet aufgeteilt auf Verbrauchergruppen für den Wärme- und Stromverbrauch. Aufgrund des höchsten Wärmebedarfs der Verbrauchergruppen hat der Bereich Wohnen & Kleinverbraucher auch den höchsten Treibhausgaswert. Die Emissionen durch die Bereitstellung von elektrischer Energie unterscheiden sich jedoch nur wenig von denen der Industrie und des Großgewerbes. Insgesamt werden auf dem Gemeindegebiet jährlich 19.200 t CO₂-äq. in den Sektoren Wärme und Strom emittiert.

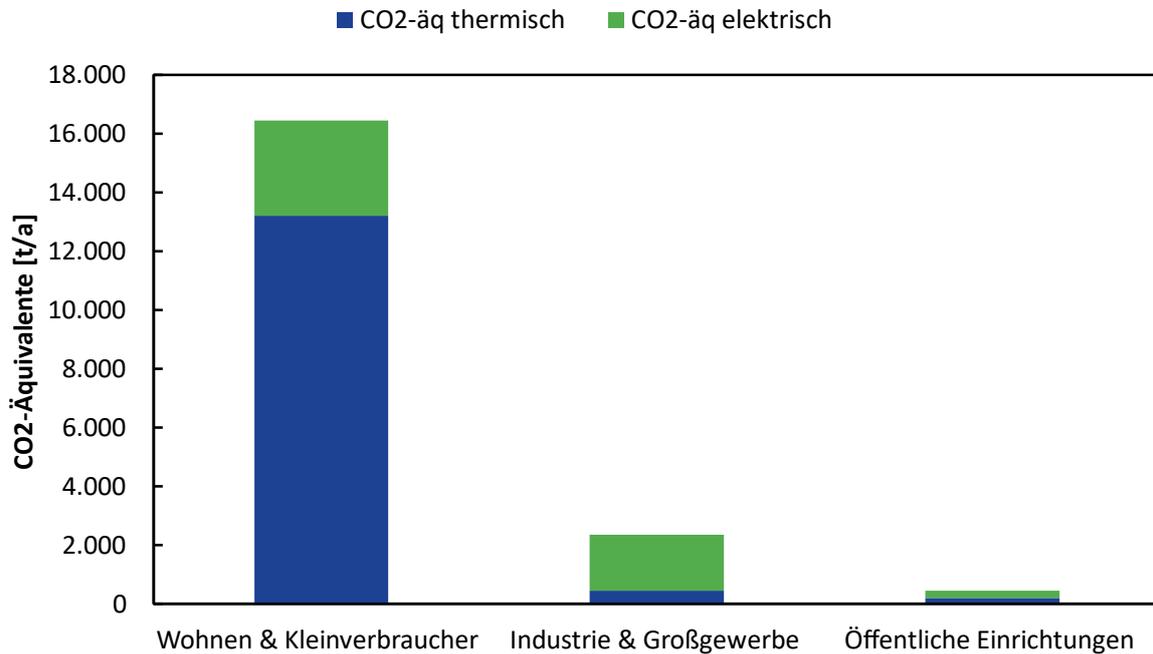


Abbildung 18: CO₂-Äquivalente resultierend aus dem Endenergieverbrauch. Für das ganze Gemeindegebiet aufgeteilt auf die Verbrauchergruppen

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	2,76	t _{CO₂-Äq} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Wärme Öffentliche Einrichtungen pro Einwohner	0,04	t _{CO₂-Äq} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Wärme Industrie & Großgewerbe pro Einwohner	0,09	t _{CO₂-Äq} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Strom Wohnen & Kleinverbraucher pro Einwohner	0,67	t _{CO₂-Äq} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Strom Öffentliche Einrichtungen pro Einwohner	0,05	t _{CO₂-Äq} /(a*Einwohner)
THG-Emissionen Strom Industrie & Großgewerbe pro Einwohner	0,40	t _{CO₂-Äq} /(a*Einwohner)

3. Literaturverzeichnis

- [1] Bayerisches Landesamt für Statistik, „Statistik kommunal 2023. Gemeinde Rückersdorf,“ März 2024. [Online]. Available: https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2023/09574154.pdf. [Zugriff am 21 11 2024].
- [2] Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat, „BayernAtlas,“ 2024. [Online]. Available: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/>. [Zugriff am 19 November 2024].
- [3] Bundesnetzagentur, „Marktsammdatenregister,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>. [Zugriff am 5 Juni 2024].
- [4] 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].
- [5] eclareon GmbH, „Biomasseatlas,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.biomasseatlas.de/>. [Zugriff am Oktober 2024].
- [6] D. Merten und D. Falkenberg, „Wärmegewinnung aus Biomasse,“ Leipzig, 2004.
- [7] BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V., „Solaratlas,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.solaratlas.de/index.php?id=1>. [Zugriff am 31 10 2024].
- [8] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, „Energie-Atlas Bayern,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.energieatlas.bayern.de/>. [Zugriff am 01 2024].
- [9] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden,“ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart, 2020.
- [10] 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].
- [11] 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].

- [12] 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].
- [13] 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].
- [14] Umweltbundesamt, „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger,“ Dessau-Roßlau, 2022.
- [15] 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